

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ACCESO AL AGUA Y
SANEAMIENTO EN LA ZONA SERRANA DEL ESTADO DE
CHIHUAHUA**

POR:

ING. MELISSA STEPHANI ZUBIATE OROZCO

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

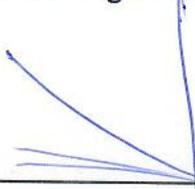
MAESTRO EN INGENIERÍA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

MAYO 2025



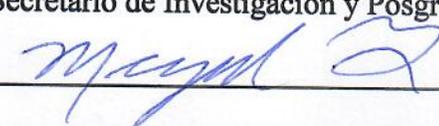
Evaluación del nivel de acceso al agua y saneamiento en la zona serrana del Estado de Chihuahua. Tesis presentado por Melissa Stephani Zubiato Orozco como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, ha sido aprobado y aceptado por:



M.I. Fabián Vinicio Hernández Martínez
Director de la Facultad de Ingeniería



Dr. Fernando Martínez Reyes
Secretario de Investigación y Posgrado



M.I. Miguel Ángel González
Coordinador(a) Académico



Dr. Humberto Silva Hidalgo
Director(a) de Tesis

Junio 2025

COMITÉ

Dr. Humberto Silva Hidalgo
Dra. Arq. Milagrosa Borrillo Jiménez
Dra. María Socorro Espino Valdés
M.I. Rodrigo de la Garza



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

12 de junio de 2025.

ING. MELISSA STEPHANI ZUBIATE OROZCO
Presente. -

En atención a su solicitud relativa al trabajo de tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería en Hidrología, nos es grato transcribirle el tema aprobado por esta Dirección, propuesto y dirigido por el director **Dr. Humberto Silva Hidalgo** para que lo desarrolle como tesis, con el título **“Evaluación del nivel de acceso al agua y saneamiento en la zona serrana del Estado de Chihuahua”**.

Índice de Contenido

- 1 INTRODUCCIÓN
 - 1.1 Antecedentes
 - 1.2 Objetivos
 - 1.2.1 Objetivo general
 - 1.2.2 Objetivos específicos
 - 1.3 Justificación
 - 1.4 Hipótesis
 - 1.5 Metodología
- 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
 - 2.1 Medición de la pobreza en México
 - 2.2 Indicadores de pobreza
 - 2.3 Índice de rezago social
 - 2.4 Índice de marginación
 - 2.5 Agenda 2030
 - 2.6 Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 Agua y Saneamiento
 - 2.7 Selección de área de estudio



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

3 ÁREA DE ESTUDIO

- 3.1 Descripción General
- 3.2 Clima
- 3.3 Hidrografía
- 3.4 Uso de suelo y vegetación
- 3.5 Fisiografía
- 3.6 Geología
- 3.7 Edafología

3.8 Relación de la distribución de agua potable con la disponibilidad del recurso hídrico para la zona de estudio

4 ANÁLISIS DEL ACCESO AL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

- 4.1 Evolución del acceso al agua potable en el periodo de 1990 al año 2020
- 4.2 Proporción de las viviendas que actualmente disponen de servicios de suministro de agua potable
- 4.3 Evolución del acceso al servicio de drenaje en el periodo de 1990 al año 2020
- 4.4 Proporción de la población que cuenta con acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados

5 ANÁLISIS DE METAS E INDICADORES EN CENSOS Y CONTEOS DEL INEGI RELACIONADOS CON EL CUMPLIMIENTO DEL ODS6

- 5.1 Meta 6.1 Lograr para el año 2030, el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos
- 5.2 Meta 6.2 Lograr para el año 2030, el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad
- 5.3 Meta 6.3 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

5.4 Meta 6.4 Aumentar considerablemente para el año 2030, 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.

5.5 Meta 6.5 Para el año 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

5.6 Meta 6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

5.7 Meta 6.a Para el año 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

5.8. Meta 6.b Apoya a fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento

5.9 Concentrado de metas, indicadores y parámetros a considerar

6 EVALUACIÓN DEL GRADO DE AVANCE EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS E INDICADORES RELACIONADOS CON LAS METAS 6.1, 6.2, 6.6 Y 6b DEL ODS6 EN LA ZONA DE ESTUDIO

6.1 Grado de avance en el cumplimiento de las metas e indicadores del ODS6 en la zona de estudio, relacionadas con el acceso al agua potable y saneamiento

6.2 Identificación de áreas de oportunidad para el monitoreo de metas del ODS6 y del grado de bienestar de la población en la zona de estudio

6.2.1 *Panorama general de las condiciones actuales*

6.2.2 *Áreas de oportunidad identificadas*

6.2.3 *Propuesta de parámetros adicionales para el seguimiento de la evaluación*

6.3 Síntesis de resultados principales en la zona de estudio

6.3.1 *Indicador 6.1.1 – Acceso a servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura*

6.3.2 *Indicador 6.2.1 – Acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

6.3.3 *Indicador 6.6.1 – Cambio en la extensión de ecosistemas relacionados con el agua*

6.3.4 *Indicador 6.b.1 – Participación comunitaria en la gestión del agua*

6.4 Indicadores del ODS6 y el bienestar poblacional

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATENTAMENTE

“naturam subiecit aliis”

EL DIRECTOR

**M.I. FABIÁN VINICIO HERNÁNDEZ
MARTÍNEZ**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA
U.A.CH.**



DIRECCIÓN

**SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO**

DR. FERNANDO MARTÍNEZ REYES

A mi sobrino Osvaldo Javier:

Eres mi más grande motivación desde el día en que te conocí.

Esto es para ti, porque haré todo lo que esté a mi alcance

para aportar algo bueno a este mundo,

en el cual deseo que disfrutes y vivas plenamente,

que cuides de los recursos naturales

y nunca tengas que preocuparte por no tenerlos.

Agradecimientos

A mis padres; Angélica Orozco y Javier Zubiate, por su sacrificio que en algún tiempo fue incomprendido, por todo su amor, apoyo incondicional y esa lucha constante por lograr hacer de sus hijas personas con valores sólidos y profesionistas conscientes en mejorar lo que nos rodea. Gracias por la educación que nos dieron y por siempre impulsarnos a seguir aprendiendo. No me alcanza esta vida para agradecer todo lo que nos han dado a mí y a mis hermanas.

A mis hermanas; Kathia Zubiate Orozco y Melanie Zubiate Orozco, son el motor de mi vida, mis mejores amigas, compañeras y maestras de vida, gracias por crecer conmigo, por enseñarme tanto y por siempre creer en mí.

A mi cuñado Osvaldo Sánchez, por todo su apoyo, por su amistad, sus consejos, por compartir tanto conmigo y abrir mi mente siempre al conocimiento.

A mi amigo Iván Jara, por motivarme a continuar mis estudios de posgrado, por compartir su experiencia, conocimientos y por apoyarme siempre que lo necesité.

Al Dr. Humberto Silva, por sus enseñanzas, su confianza en asesorarme a lo largo de mi maestría y durante este trabajo de investigación, por motivarme siempre a dar lo mejor de mí, a buscar retos profesionales, todo mi agradecimiento y admiración siempre.

A mis catedráticos y a la Universidad Autónoma de Chihuahua mi casa de formación académica.

Y finalmente agradezco a Dios, quien ha puesto a estas grandes personas en mi vida, quién me puso en este camino y quien siempre ha estado en mi corazón impulsándome a desarrollarme como persona y profesionista.

“El agua es la fuerza motriz de la naturaleza”

Leonardo Da Vinci

Resumen

En el año de 2022 se inicia la investigación para determinar el nivel del acceso al agua y saneamiento en la zona serrana del Estado de Chihuahua donde, debido a sus condiciones sociales, económicas y geográficas, los habitantes no cuentan con las condiciones óptimas para el acceso al recurso hídrico y a la falta de medición de los indicadores socioeconómicos, así como específicamente de los indicadores de cumplimiento del ODS6, el nivel de acceso al agua y saneamiento y el nivel de bienestar de los habitantes de zonas marginadas, como la sierra Tarahumara, se puede ver disminuido en el futuro. En esta zona se encuentran los municipios con mayor desigualdad de acuerdo con las estadísticas de pobreza en Chihuahua generadas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Para el desarrollo de esta investigación y en base a las estadísticas mencionadas anteriormente, se determinaron cuales municipios y localidades de dicha zona formarán parte de la misma. Con ello se procedió a realizar un análisis geoestadístico a priori de los datos disponibles para la conformación de las bases de datos e identificación de las localidades/municipios que se integraron en la investigación, con ello se analizó la evolución de parámetros relacionados con el ODS6 e indicadores socioeconómicos relacionados con el bienestar de las personas y se determinó el grado de cumplimientos de las metas e indicadores del ODS6 en la zona de estudio, así como de su relación o incidencia en la mejora de los indicadores socioeconómicos que se asocian con el bienestar de las personas.

Abstract

In 2022, research began to determine the level of access to water and sanitation in the mountainous region of the State of Chihuahua, where, due to social, economic, and geographical conditions, the inhabitants lack optimal access to water resources. Additionally, the lack of measurement of socioeconomic indicators, particularly those related to Sustainable Development Goal 6 (SDG 6) poses a risk that access to water and sanitation, as well as the overall well-being of residents in marginalized areas such as the Sierra Tarahumara, may decline in the future. This region includes the municipalities with the highest levels of inequality, according to poverty statistics in Chihuahua compiled by the National Council for the Evaluation of Social Development Policy (CONEVAL). For the development of this research and based on the previously mentioned statistics, the municipalities and localities to be included in the study were selected. A preliminary geostatistical analysis of the available data was conducted to establish the databases and identify the municipalities/localities incorporated into the research. This analysis assessed the evolution of parameters related to SDG 6 and socioeconomic indicators associated with human well-being. Furthermore, the degree of achievement of SDG 6 targets and indicators in the study area was determined, as well as their relationship or impact on the improvement of socioeconomic indicators linked to the well-being of the population.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	10
1.1	Antecedentes	10
1.2	Objetivos	11
1.2.1	Objetivo general.....	11
1.2.2	Objetivos específicos	11
1.3	Justificación	11
1.4	Hipótesis	12
1.5	Metodología	12
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	15
2.1	Medición de la pobreza en México.....	15
2.2	Indicadores de pobreza	16
2.3	Índice de rezago social.....	17
2.4	Índice de marginación.....	17
2.5	Agenda 2030	18
2.6	Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 Agua y Saneamiento.....	18
2.7	Selección de área de estudio	19
3	ÁREA DE ESTUDIO.....	23
3.1	Descripción General	23
3.2	Clima	23
3.3	Hidrografía.....	26
3.4	Uso de suelo y vegetación	27
3.5	Fisiografía.....	29
3.6	Geología	30
3.7	Edafología.....	33
3.8	Relación de la distribución de agua potable con la disponibilidad del recurso hídrico para la zona de estudio.....	35
4	ANÁLISIS DEL ACCESO AL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
4.1	Evolución del acceso al agua potable en el periodo de 1990 al año 2020.....	39
4.2	Proporción de las viviendas que actualmente disponen de servicios de suministro de agua potable	42

4.3 Evolución del acceso al servicio de drenaje en el periodo de 1990 al año 2020	53
4.4 Proporción de la población que cuenta con acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados.....	63
5 ANÁLISIS DE METAS E INDICADORES EN CENSOS Y CONTEOS DEL INEGI RELACIONADOS CON EL CUMPLIMIENTO DEL ODS6	65
5.1 Meta 6.1 Lograr para el año 2030, el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos	65
5.2 Meta 6.2 Lograr para el año 2030, el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.....	67
5.3 Meta 6.3 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.	70
5.4 Meta 6.4 Aumentar considerablemente para el año 2030, 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.	75
5.5 Meta 6.5 Para el año 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.	79
5.6 Meta 6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.	82
5.7 Meta 6.a Para el año 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.	83
5.8. Meta 6.b Apoya a fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento	85
5.9 Concentrado de metas, indicadores y parámetros a considerar	86
6 EVALUACIÓN DEL GRADO DE AVANCE EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS E INDICADORES RELACIONADOS CON LAS METAS 6.1, 6.2, 6.6 Y 6b DEL ODS6 EN LA ZONA DE ESTUDIO	89
6.1 Grado de avance en el cumplimiento de las metas e indicadores del ODS6 en la zona de estudio, relacionadas con el acceso al agua potable y saneamiento.....	89
6.2 Identificación de áreas de oportunidad para el monitoreo de metas del ODS6 y del grado de bienestar de la población en la zona de estudio	95

6.2.1	<i>Panorama general de las condiciones actuales</i>	95
6.2.2	<i>Áreas de oportunidad identificadas</i>	97
6.2.3	<i>Propuesta de parámetros adicionales para el seguimiento de la evaluación</i>	98
6.3	<i>Síntesis de resultados principales en la zona de estudio</i>	99
6.3.1	<i>Indicador 6.1.1 – Acceso a servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura</i>	99
6.3.2	<i>Indicador 6.2.1 – Acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura</i>	100
6.3.3	<i>Indicador 6.6.1 – Cambio en la extensión de ecosistemas relacionados con el agua</i>	100
6.3.4	<i>Indicador 6.b.1 – Participación comunitaria en la gestión del agua</i>	101
6.4	<i>Indicadores del ODS6 y el bienestar poblacional</i>	101
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El agua es un recurso vital para el ser humano, de éste depende la supervivencia, es necesario para el desarrollo de los ecosistemas, para la producción de energía, de alimentos y para el desarrollo socioeconómico de una comunidad. Conforme aumenta la población, se acrecienta la problemática relacionada con el agua, tanto por las fuertes desigualdades sociales y económicas, como por la errática distribución geográfica del líquido, así como por la gestión que se hace de este recurso tan importante; lo cual determina la disponibilidad del agua para el ser humano.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el agua es, además, una cuestión de derechos. La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el derecho humano al agua y al saneamiento en Julio de 2010 (ONU, Departamento de asuntos económicos y sociales, 2015). Asimismo, se reconoció que toda persona tiene el derecho a disponer de una cantidad adecuada de agua para cubrir sus necesidades domésticas y personales (entre 50 y 100 litros de agua por persona y día), segura, aceptable y asequible (el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar), y accesible físicamente (la fuente de agua debe ubicarse a una distancia no mayor a 1.000 metros del hogar, y el tiempo requerido para su recolección no debería exceder los 30 minutos).

En los sectores marginados de la población, donde no existe el adecuado acondicionamiento para poder acceder al agua como lo establece la ONU, las personas se establecen relativamente cerca de las fuentes naturales para abastecerse del recurso y tener en lo posible la cantidad necesaria para preparar sus alimentos, para uso en su higiene personal, aseo de sus pertenencias como ropa y para la disposición de sus residuos.

Esto se vuelve complicado en zonas vulnerables como lo es la Sierra Tarahumara, ubicada en el noroeste de México en la cual, los habitantes pueden carecer de las condiciones óptimas para acceder al agua. México adoptó como un compromiso de Estado la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Gobierno de México, 2020), la cual tiene como objetivo número 6 asegurar la disponibilidad y el manejo sostenible del agua y los servicios de saneamiento para

toda la población. Con este contexto, la presente investigación busca evaluar la situación del acceso al agua de las personas que viven en la zona serrana del Estado de Chihuahua, con referencia a las metas pactadas en dicho objetivo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar la evolución y condición actual del acceso al agua y saneamiento e indicadores relacionados con el ODS6, de las personas que habitan en localidades de la sierra Tarahumara en el Estado de Chihuahua.

1.2.2 Objetivos específicos

Evaluar la evolución del acceso al agua potable en la zona en los años de 1990 a 2020

Determinar la proporción de la población que dispone servicios de suministro de agua potable, así como el nivel de gestión y nivel de riesgos.

Identificar la proporción de la población que cuenta con acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados

Analizar indicadores de bienestar y marginación de la zona en estudio

Analizar la relación de la distribución de agua potable con la disponibilidad del recurso hídrico para la zona

Evaluar la información que se recaba en los censos y conteos de población que realiza en INEGI que se relacionan con los indicadores del cumplimiento del ODS6.

Evaluar el grado de avance en el cumplimiento de los indicadores relacionados con las metas 6.1, 6.2, 6.6 y 6b del ODS6 en la zona de estudio.

1.3 Justificación

Debido a las condiciones de la zona serrana del Estado de Chihuahua, los habitantes no cuentan con las condiciones óptimas para el acceso al recurso hídrico. En esta zona se encuentran los municipios con mayor desigualdad de acuerdo con las estadísticas de pobreza

en Chihuahua generadas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Para el desarrollo de esta investigación y en base a las estadísticas mencionadas anteriormente, como parte de la investigación se determinarán cuales municipios y localidades de dicha zona formarán parte de la misma.

Cabe destacar la importancia de la zona territorial en la situación de pobreza que viven las personas y cómo se relaciona la componente social y económica con el acceso a servicios básicos en un enfoque del cumplimiento de derechos, por lo que es pertinente realizar una evaluación de la situación actual del acceso al agua ya que no se cuenta con un estudio igual, el cual servirá como una oportunidad de revisión de los indicadores de la disponibilidad de agua y la consolidación de esta investigación podrá servir para identificar el avance en relación con las metas del objetivo 6 de Desarrollo Sostenible “Agua y Saneamiento”.

1.4 Hipótesis

Debido a la falta de medición de los indicadores socioeconómicos, así como específicamente de los indicadores de cumplimiento del ODS6, el nivel de acceso al agua y saneamiento, así como el nivel de bienestar de los habitantes de zonas marginadas, como la sierra Tarahumara, se puede ver disminuido en el futuro.

1.5 Metodología

Para llevar a cabo la presente investigación, fue necesario realizar la metodología que a continuación se describe y se representa en forma de esquema en la Figura 1:

1.5.1 Recopilación y análisis de información

Fue necesario recopilar y organizar la información de los Censos de Población y Vivienda del INEGI entre los años 1990 a 2020, ya que representaron la base para después identificar los indicadores socioeconómicos utilizados por el Coneval y la Conapo. Del mismo modo, se recopiló información de publicaciones científicas, sociales, políticas y técnicas relacionadas con el acceso al agua potable en zonas de vulnerabilidad socioeconómica, con lo que se identificaron los conceptos base para el desarrollo de la investigación.

1.5.2 Análisis teórico

Para conformar el marco teórico, se analizaron los conceptos básicos, metas e indicadores que se relacionan con el ODS6, así como de indicadores socioeconómicos del CONEVAL y la asociación de parámetros que fueron requeridos de acuerdo a las fuentes de información.

Para el desarrollo de este trabajo, fue fundamental el entendimiento y definición de los conceptos de Índice de rezago social, así como índice de marginación, medidas que fueron necesarias para seleccionar la zona de estudio.

1.5.3 Análisis geoestadístico

Se realizó un análisis geoestadístico de la zona de estudio, a priori de los datos disponibles para la conformación de las bases de datos e identificación de las localidades/municipios que se integraron en la investigación.

1.5.4 Descripción del medio físico de área de estudio

Con base en la información disponible por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se construyeron los mapas de localización geográfica, clima, hidrografía, uso de suelo y vegetación, fisiografía, geología y edafología correspondientes al medio físico de la zona de estudio.

1.5.5 Análisis de la evolución de parámetros en relación con el ODS6 e indicadores socioeconómicos

A partir de las bases de datos de Principales resultados por localidad (ITER) de los Censos de Población y Vivienda del INEGI, se llevó a cabo el análisis de la evolución de parámetros relacionados con el ODS6. A tal efecto, se construyó un cuadro comparativo de los datos encontrados en los diferentes censos.

1.5.6 Evaluación del grado de cumplimiento de las metas e indicadores del ODS6

Con base al análisis de la evolución de parámetros en relación con ODS6 e indicadores socioeconómicos, se evaluó la situación del cumplimiento de las metas e indicadores del

ODS6 en la zona de estudio, así como de su relación o incidencia en la mejora de los indicadores socioeconómicos que se asociaron con el bienestar de las personas.

1.5.7 Análisis global de los resultados e identificación de áreas de oportunidad

De acuerdo con los porcentajes que se obtuvieron, se realizó un análisis global de los resultados donde fue posible identificar áreas de oportunidad para el monitoreo de metas del ODS6 y del grado de bienestar de la población en la zona de estudio.

1.5.8 Conclusiones

Para concluir la investigación y poder realizar su debida documentación, se tomó en consideración el análisis global de resultados, con lo que, a su vez, fue posible emitir recomendaciones con el objetivo de aportar elementos e información importantes en la toma de decisiones gubernamentales en cuanto la infraestructura hidráulica que requieren los habitantes de la región, así como, contribuir positivamente en la calidad de vida de las personas que habitan en las comunidades de la zona de estudio.

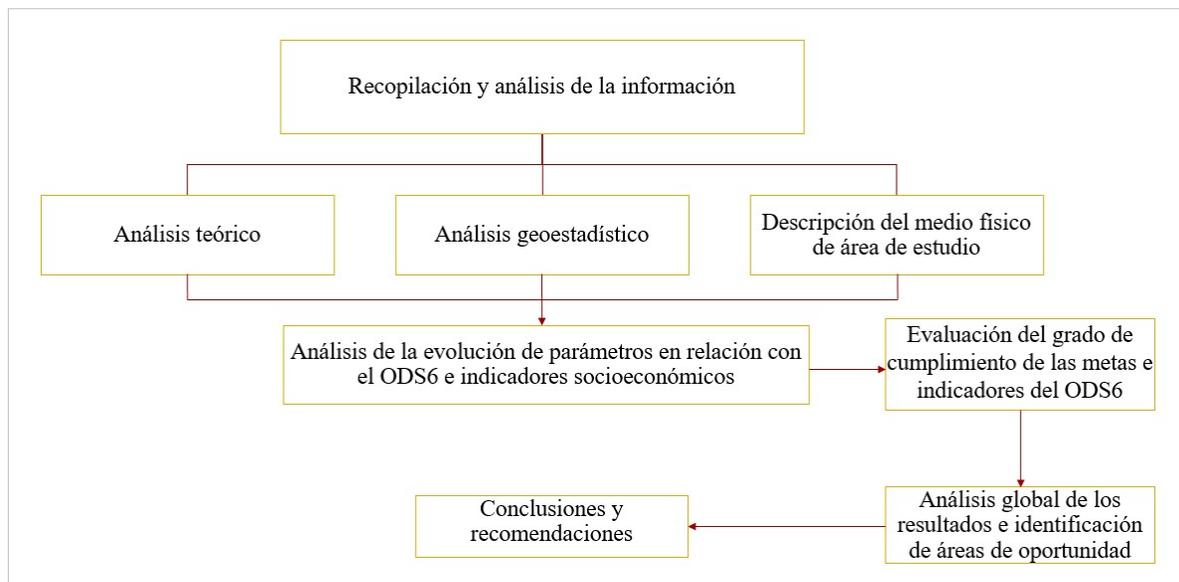


Figura 1. Metodología de la Investigación

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Medición de la pobreza en México

Según lo dispuesto en el capítulo VI de la Ley General de Desarrollo Social, relativo a la definición y medición de la pobreza, el artículo 36 establece que los lineamientos y criterios emitidos por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) son de cumplimiento obligatorio para todas las instituciones y dependencias públicas involucradas en la implementación de programas de desarrollo social. Para ello, debe emplearse la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Con base en lo anterior, esta investigación se sustenta en dicha ley y en los indicadores definidos por CONEVAL.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, el cual cuenta con autonomía y capacidad técnica para generar información acerca de la situación de la política social y la medición de la pobreza en México, el cual se basa en el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley General de Desarrollo Social. Una de las funciones de este organismo consiste en establecer los lineamientos y criterios para definir, identificar y medir la pobreza, garantizando la transparencia, objetividad y rigor técnico en dicha actividad (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2022). Tomando como punto de partida lo mencionado, para el desarrollo de la investigación se tomarán en cuenta los municipios ubicados en la zona serrana del estado de chihuahua que estén en situación de mayor desigualdad, pobreza y marginación de acuerdo con los indicadores correspondientes.

De acuerdo con el CONEVAL una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social en los indicadores: (1) rezago educativo, (2) acceso a servicios de salud, (3) acceso a la seguridad social, (4) calidad y espacios de la vivienda, (5) servicios básicos en la vivienda y (6) acceso a la alimentación y (7) Sus ingresos no alcanzan para cubrir los productos y servicios básicos necesarios para atender tanto sus necesidades alimentarias como las no alimentarias. Así mismo, una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del Índice de Privación Social y que, además, se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo (CONEVAL, 2019). Quienes se enfrentan a esta condición perciben un ingreso tan limitado

que, incluso si lo destinaran exclusivamente a comprar alimentos, no lograrían obtener los nutrientes esenciales para mantener una vida saludable (CONEVAL, 2019).

El área de estudio está integrada por los municipios de la zona serrana que presentan incidencia en los porcentajes críticos de los indicadores de pobreza del Estado de Chihuahua, mostrados por el CONEVAL.

2.2 Indicadores de pobreza

El artículo 36 de la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) establece que todas las entidades y dependencias públicas involucradas en la implementación de programas de desarrollo social deben acatar de forma obligatoria los lineamientos y criterios emitidos por el CONEVAL para definir, identificar y medir la pobreza. Además, se indica que deberá utilizarse la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, sin perjuicio de que se consideren otros datos complementarios, especialmente en relación con ciertos indicadores clave:

- Ingreso corriente per cápita;
- Rezago educativo promedio en el hogar;
- Acceso a los servicios de salud;
- Acceso a la seguridad social;
- Calidad y espacios de la vivienda digna y decorosa;
- Acceso a los servicios básicos en la vivienda digna y decorosa;
- Acceso a la alimentación nutritiva y de calidad;
- Grado de cohesión social, y
- Grado de Accesibilidad a carretera pavimentada.

En base a estos indicadores, se determinará la zona de estudio, seleccionando los municipios de la zona serrana del Estado de Chihuahua que presenten porcentajes críticos de acuerdo con la evaluación de cada indicador.

2.3 Índice de rezago social

La Ley General de Desarrollo Social indica que la pobreza debe analizarse desde una perspectiva multidimensional. Por esta razón, el CONEVAL desarrolló el Índice de Rezago Social, el cual integra variables relacionadas con la educación, el acceso a servicios de salud, los servicios básicos en el hogar, la calidad y el tamaño de la vivienda, así como la disponibilidad de bienes en el hogar. Este índice consiste en una medida compuesta que sintetiza cuatro indicadores clave de carencias sociales: (1) nivel educativo, (2) cobertura de salud, (3) disponibilidad de servicios básicos, y (4) condiciones habitacionales. Su objetivo principal es clasificar a las unidades de análisis según el nivel de privación social que presentan (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2021).

Para calcular este índice, se utiliza la información contenida en la base de datos “Principales Resultados por Localidad” (ITER) correspondiente a los años 2000, 2005, 2010 y 2020, además de la Encuesta Intercensal 2015. La metodología empleada es el Análisis de Componentes Principales, una técnica estadística que permite condensar múltiples dimensiones de un fenómeno complejo en un solo indicador. Según R. (1998), esta técnica es descriptiva y se emplea para identificar relaciones entre variables cuantitativas sin asumir estructuras previas entre datos o individuos.

Una vez obtenido el Índice de Rezago Social, se agrupan las unidades de análisis en cinco categorías o niveles de rezago mediante la técnica de estratificación Dalenius-Hodges. Este método permite maximizar la similitud interna dentro de cada grupo y, al mismo tiempo, garantizar diferencias marcadas entre los distintos estratos. Los cinco niveles definidos por el índice son: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto rezago social (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2022).

2.4 Índice de marginación

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el índice de marginación es un indicador sintético que facilita la clasificación de las localidades del país con base en el nivel general de privaciones que enfrenta su población, derivadas principalmente de la insuficiencia en el acceso a la educación, las condiciones inadecuadas de vivienda y la falta de bienes básicos. Con esta medida se muestra la discrepancia territorial que existe entre las

localidades del país y da cuenta de las relaciones existentes con el nivel de marginación de las entidades federativas y municipios, por lo que su uso es requerido en las reglas de operación de programas de atención social. Los cinco estratos o grados de Índice de marginación en que se distribuyen las unidades de observación, son: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto grado de marginación.

2.5 Agenda 2030

En el año 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, concebida como un instrumento orientador para promover el bienestar humano, la protección ambiental y el desarrollo económico inclusivo. Esta agenda, además de fomentar la prosperidad y el equilibrio ecológico, busca consolidar la paz a nivel global y garantizar el acceso universal a la justicia. El marco se estructura en 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales comprenden un total de 169 metas que integran de manera transversal las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) exigen una transformación de los sistemas financieros, económicos y políticos que rigen hoy en nuestras sociedades para garantizar los derechos humanos de todos. (Organización de las Naciones Unidas - Asamblea General, 2015).

2.6 Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 Agua y Saneamiento

La finalidad de este objetivo es garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, el cual tiene las siguientes metas:

6.1 Lograr el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos.

6.2 Lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

6.3 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

6.4 Aumentar 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.

6.5 Implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

6.6 Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

Este objetivo cuenta con indicadores para monitorear el cumplimiento de las metas mencionadas anteriormente, de acuerdo con los alcances de la presente investigación se plantea evaluar (sujeto a la disponibilidad de información) los indicadores del cumplimiento de las metas 6.1, 6.2, 6.6 y 6b que se enlistan a continuación

6.1.1 Porcentaje de la población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura

6.2.1 Porcentaje de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y con jabón.

6.6.1 Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo

6.b.1 Porcentaje de dependencias administrativas locales con políticas y procedimientos operacionales establecidos para la participación de las comunidades locales en la ordenación del agua y saneamiento.

2.7 Selección de área de estudio

Con base al índice de rezago social y al índice de marginación que fueron descritos anteriormente, se realizó la selección de área de estudio, tomando como base lo siguiente: La tabla más reciente de estimaciones por el Coneval donde se indica población total, indicadores, índice y grado de rezago social, según localidad 2020, la cual muestra el cálculo de los indicadores de rezago social referentes a las características de la vivienda considerando el total de viviendas particulares habitadas con características correspondientes y el cálculo

de los indicadores de rezago social se realiza con la base de datos "Principales resultados por localidad (ITER)" del Censo de Población y Vivienda 2020.

La tabla actualizada al año 2020 de estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020, donde se indica población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación.

Por consiguiente, para fines de esta investigación se considerarán los municipios de Balleza, Batopilas de Manuel Gómez Morín, Bocoyna, Carichí, Chínipas, Guachochi, Guadalupe y Calvo, Guazapares, Maguarichi, Morelos, Nonoava, Urique y Uruachi, los cuales se muestran en la Tabla 1 y se identifican por la numeración que integra la clave de municipio en la Figura 2 “Mapa de localización del área de estudio”.

De acuerdo con los datos que integran la tabla, se puede observar que Nonoava y Bocoyna presentan Alto grado de marginación y Muy alto Índice de Rezago social mientras que todos los demás municipios inciden en Grado de marginación e Índice de rezago Social “Muy alto”. Es importante mencionar que, en contexto nacional, algunos municipios se encuentran entre los veinte lugares con mayores grados de marginación, como lo son el municipio de Batopilas de Manuel Gómez Morín que ocupa el lugar número 1 en grado de marginación en todo el país, Carichí el número 7, Urique el 8, Balleza el 9, Guadalupe y Calvo el 13 y Morelos el 14 (CONAPO, 2020).

Tabla 1. Grado de Marginación y de Índice de Rezago social de la zona de estudio

Municipio	Identificación del municipio	Grado de marginación, 2020	Índice de Rezago Social, 2020
Balleza	7	Muy alto	Muy alto
Batopilas de Manuel Gómez Morín	8	Muy alto	Muy alto
Bocoyna	9	Alto	Muy alto
Carichí	12	Muy alto	Muy alto
Chínipas	20	Muy alto	Muy alto
Guachochi	27	Muy alto	Muy alto
Guadalupe y Calvo	29	Muy alto	Muy alto
Guazapares	30	Muy alto	Muy alto
Maguarichi	41	Muy alto	Muy alto
Morelos	46	Muy alto	Muy alto
Nonoava	49	Alto	Muy alto
Urique	65	Muy alto	Muy alto
Uruachi	66	Muy alto	Muy alto

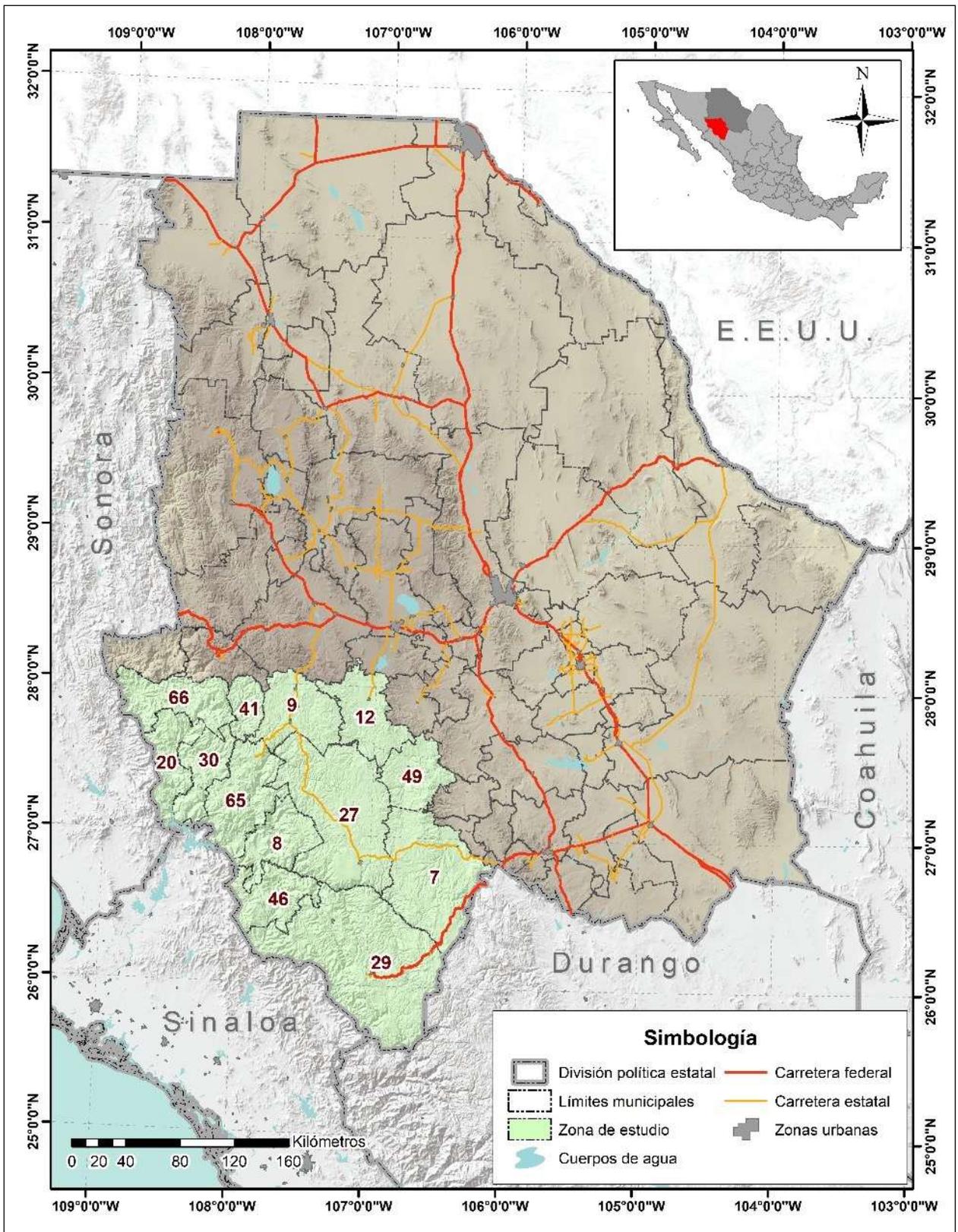


Figura 2. Mapa de localización de área de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

3 ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Descripción General

La zona de estudio se localiza en el estado de Chihuahua, el cual se encuentra al norte de la República Mexicana, colindando geopolíticamente con Estados Unidos de América al Norte, al Sur con Durango y Sinaloa, al Este con los Estados Unidos de América y Coahuila de Zaragoza; y al Oeste con Sonora. Chihuahua encuentra entre los paralelos 31° 47' 04" latitud norte y los meridianos 103° 28' 24" longitud Oeste. El área de estudio se localiza en las coordenadas 27° 00' 00" Norte y 10° 15' 00" Oeste; representa un 17.83% de la superficie territorial del estado de Chihuahua.

3.2 Clima

Para construir el mapa de Clima de la zona en estudio fue necesario utilizar el conjunto de datos vectoriales escala 1: 1000000 publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2008). La zona de estudio presenta la distribución de climas que se muestran en la Tabla 2, así como en la Figura 3.

Tabla 2. Tipos de Clima de la zona en estudio

Tipo de Clima	Porcentaje
Cálido subhúmedo	1.60%
Semifrío subhúmedo	27.62%
Semiseco cálido	2.97%
Semiseco semicálido	2.48%
Semiseco templado	6.25%
Templado subhúmedo	59.08%

Los datos de los diferentes tipos de clima obtenidos de los datos del INEGI se presentan en la Tabla 2, la cual muestra la distribución del clima de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García. La descripción de cada tipo de clima se muestra en la Tabla No. 3.

Tabla 3. Descripción de los tipos de clima de la zona en estudio (GARCIA, 2004)

Tipo de Clima	Descripción
Cálido Subhúmedo	Pertenece al grupo A, tipo subhúmedo el cual se puede identificar con las claves $w(x')$, w , $w(w)$, x' , $x;(w)$ de acuerdo con el régimen de lluvia según corresponda. Estos climas se caracterizan por contar con una temperatura media anual sobre los 22°C y sobre los 18°C del mes más frío. Puede identificarse además con los subtipos 0 que corresponde a los más secos de los húmedos, 1 que indica los intermedios de los subhúmedos y 2 que refiere a los más húmedos de los subhúmedos.
Semifrío Subhúmedo	Pertenece al grupo C Templado, ubicándose en el subgrupo C(E), tipo subhúmedo el cual se puede identificar con las claves $(w)(x')$, (w) , $(w)(w)$, $(x')(w)$, s , $s(x')$, x' de acuerdo con el régimen de lluvia correspondiente. Estos tipos de clima se caracterizan por presentar una temperatura media del mes más frío entre 3°C y 18°C y una temperatura media anual mayor de 6.5°C del mes más caliente. Puede identificarse además con los subtipos 0 que corresponde a los más secos de los húmedos, 1 que indica los intermedios de los subhúmedos y 2 que refiere a los más húmedos de los subhúmedos.
Semiseco Cálido	Pertenece al grupo B seco, subgrupo (h') h Cálidos. De acuerdo con el régimen de lluvia se pueden identificar con las claves x' , $x'(w)$, $w(x')$, w , $w(w)$, $s(x')$ y s . Se encuentra en el subtipo semiseco S_1 . La temperatura media anual es sobre los 22°C y en el mes más frío es sobre los 18°C .
Semiseco Semicálido	Pertenece al grupo B seco, encontrándose aquí dos subgrupos h' (h) Semicálidos con invierno y el subgrupo h Semicálidos con invierno frío, donde la temperatura media anual es entre 18°C y 22°C y la temperatura media anual del mes más frío es sobre los 18°C . De acuerdo con el régimen de lluvia se pueden identificar con las claves x' , $x'(w)$, $w(x')$, w , $w(w)$, $s(x')$ y s . Se encuentra en el subtipo semiseco S_1 .
Semiseco Templado	Pertenece al grupo B seco, encontrándose aquí dos subgrupos k Templado verano cálido y el subgrupo k' templado con verano fresco y largo, donde la temperatura media anual es entre 12°C y 18°C y la temperatura media anual del mes más frío entre -3°C y 18°C . De acuerdo con el régimen de lluvia se pueden identificar con las claves x' , $x'(w)$, $w(x')$, w , $w(w)$, $s(x')$ y s . Se encuentra en el subtipo semiseco S_1 .
Templado Subhúmedo	Pertenece al grupo C Templado, mismo subgrupo (C Templado), tipo subhúmedo el cual se puede identificar con las claves $(w)(x')$, (w) , $(w)(w)$, $(x')(w)$, s , $s(x')$, x' de acuerdo al régimen de lluvia correspondiente. Estos tipos de clima se caracterizan por presentar una temperatura media del mes más frío entre 3°C y 18°C y una temperatura media anual mayor de 6.5°C del mes más caliente. Puede identificarse además con los subtipos 0 que corresponde a los más secos de los húmedos, 1 que indica los intermedios de los subhúmedos y 2 que refiere a los más húmedos de los subhúmedos.

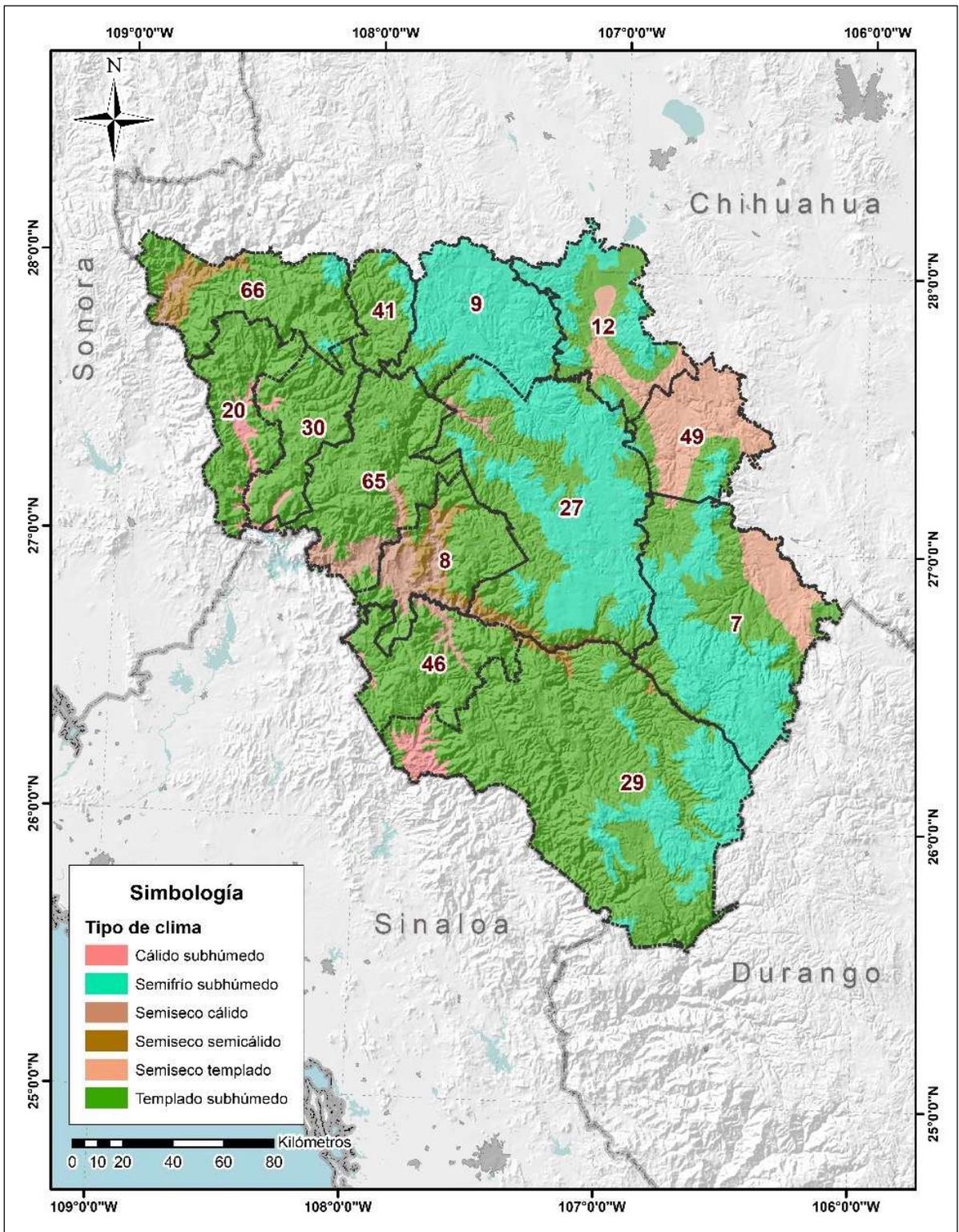


Figura 3. Mapa de Clima de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI (2008).

3.3 Hidrografía

Las regiones hidrológicas constituyen una delimitación basada en los contornos naturales de las cuencas del territorio nacional, y se emplean como unidad de análisis para la estimación del volumen de agua renovable disponible (SEMARNAT, 2015). La zona de estudio pertenece a las regiones hidrológicas 10 Sinaloa, 24 Bravo-Conchos y 9 Sonora Sur, como se observa en la Figura 4, el área de estudio corresponde en su mayoría a la Región Hidrológica 10 Sinaloa, considerando en su totalidad los municipios Maguarichi, Guazapares, Urique, Batopilas, Morelos y Guadalupe y Calvo, así como, considerando parcialmente los municipios de Balleza, Bocoyna, Chínipas, Guachochi y Uruachi.

Los principales cauces de la zona de estudio son el Rio Fuerte, del cual nacen los cauces Rio Verde, Rio Urique, Rio Batopilas, Rio Calabaci, Rio A. Tenoriba, Rio de los Loera y Rio Chinatu; el Rio Mohinora que tiene su nacimiento en el Rio Sinaloa, también se encuentra el Rio Conchos por la zona noreste del área de estudio, del cual nacen los cauces Rio Nonoava, Rio Balleza y Rio Aguja y finalmente se localizan los cauces Rio Mayo, Rio Oteros, Rio Chinipas y Rio Tepochique.

En la Figura 4 se observa la hidrografía de la zona de estudio, realizada a partir de los datos vectoriales escala 1:1000000 publicados digitalmente en el portal de Geo información del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (Maderrey-R, 1998).

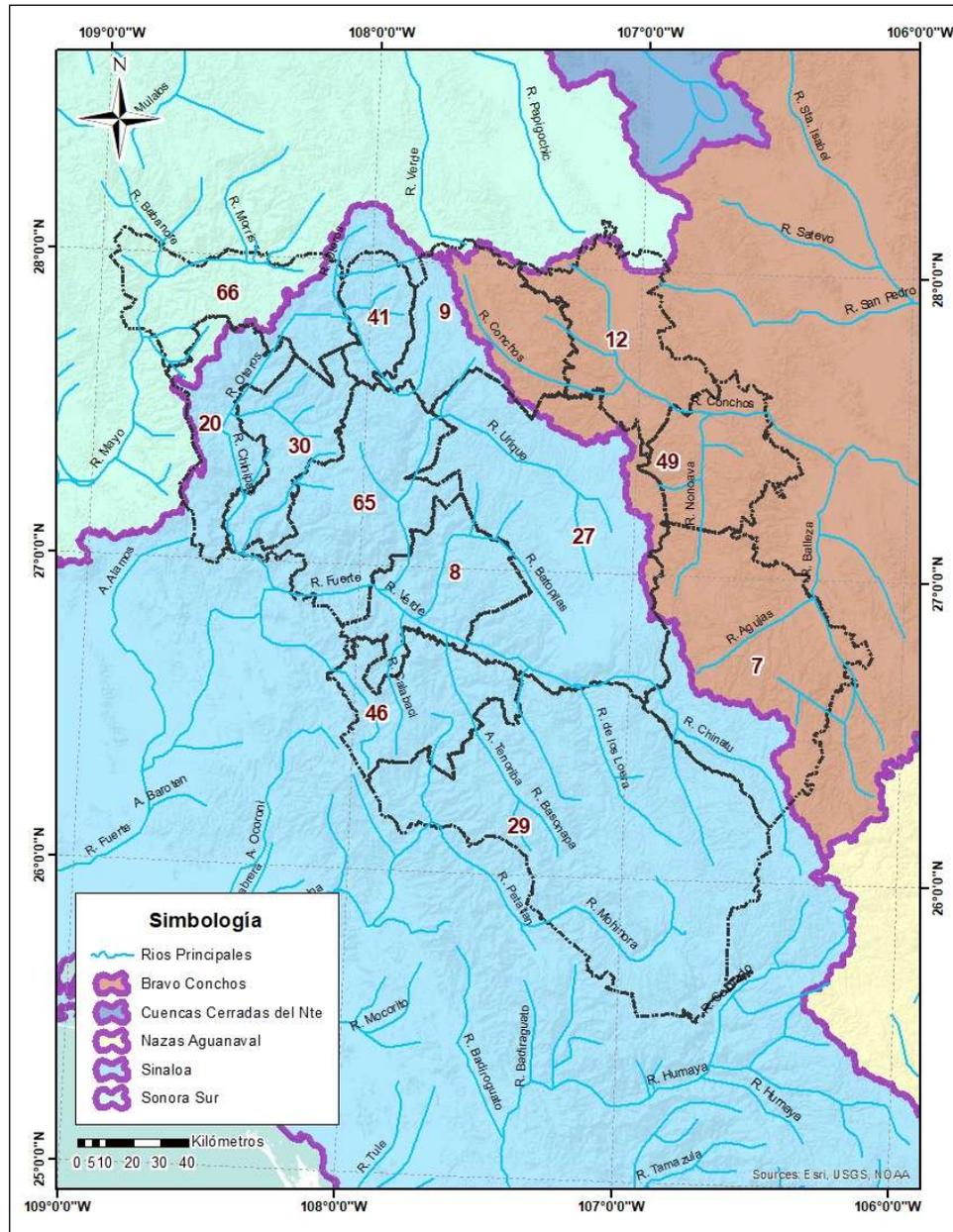


Figura 4. Mapa de Hidrología de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI.

3.4 Uso de suelo y vegetación

En la Figura 5, se muestra la distribución del uso de suelo y vegetación en la zona de estudio, el mapa fue realizado a partir de los datos vectoriales escala 1:250 000, serie VII, (INEGI, Uso de suelo y vegetación, 2018) donde se observa que predominan los bosques en un 74.22% del área total, seguido por selva en un 9.90% ubicada en la zona Noroeste y Suroeste del área de estudio, se cuenta con un total del 6.6% de área con pastizal cultivado, existe un total del 5.83% de cubierta de agricultura distribuida en la zona de estudio y un total de 3.32%

de pastizal natural. Solo se cuenta con un .009% de zona urbana y un 0.03% de cuerpos de agua.

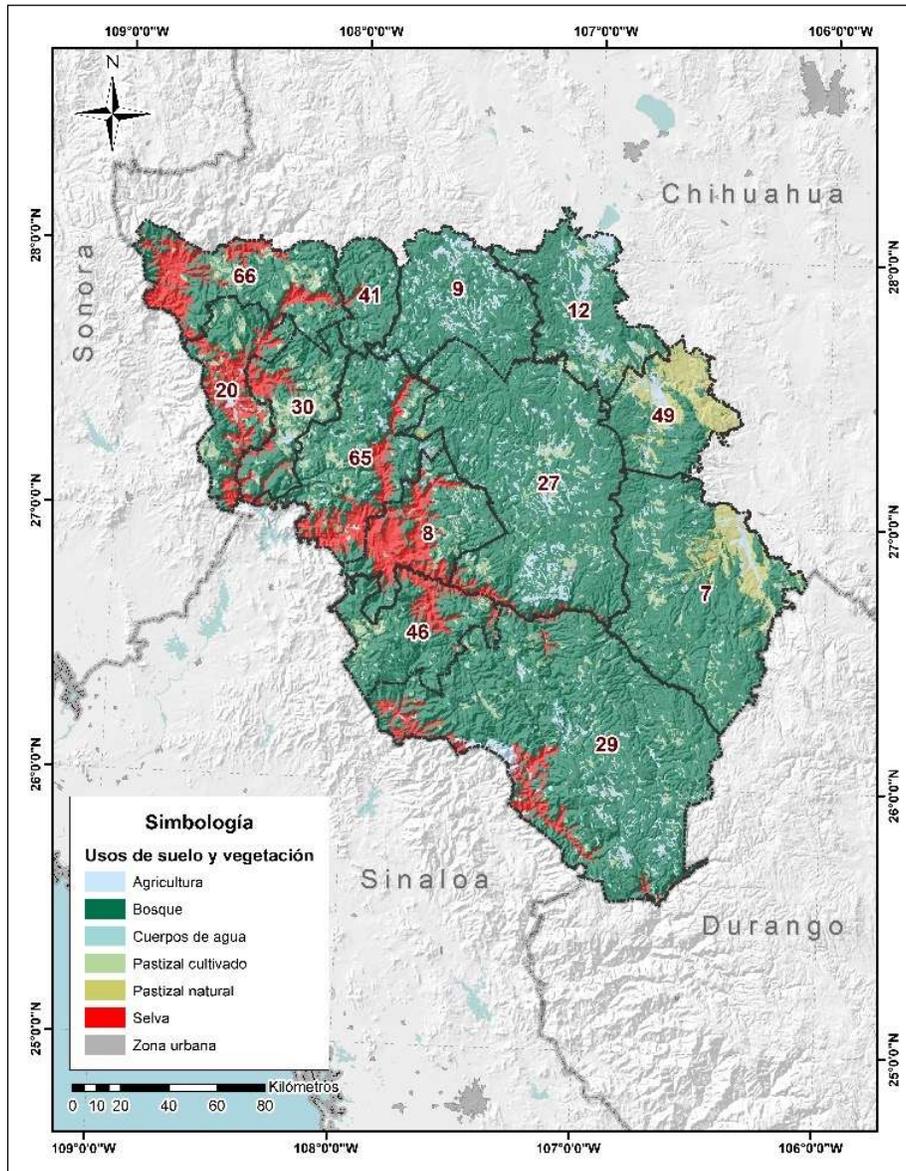


Figura 5. Mapa de Uso de suelo y vegetación de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

De acuerdo con la Guía para la Interpretación de Cartografía; Uso del suelo y Vegetación del INEGI (Insituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005) se describen las cubiertas encontradas en la zona de estudio:

Agricultura. - Área del suelo utilizada para labores agrícolas.

Bosque. – Área poblada de árboles, zonas templadas y semifrías, en climas subhúmedos a muy húmedos, a veces secos.

Cuerpos de Agua. - Área con masas de agua.

Pastizal Cultivado. - Áreas vegetales caracterizadas por pastos o zacates, incluyendo los establecidos por influencia humana.

Pastizal Natural. – Áreas donde dominan pastos o zacates, aquí se incluyen pastizales determinados por condiciones de clima y suelo.

Selva. – Zonas de población de árboles en climas cálido - húmedos a cálidos semisecos.

Zona Urbana. – Espacios urbanizados obtenidas de los conjuntos de datos topográficos escala 1:250 000.

3.5 Fisiografía

De acuerdo con la carta fisiográfica escala 1:1000000 (INEGI, Cartas Fisiográficas, 2001) son dos las provincias fisiográficas enmarcadas por el límite del Estado de Chihuahua; Sierra Madre Occidental y, Sierras y Llanuras del Norte. La primera posee 5 subprovincias que son: Sierras y Cañadas del Norte, Sierras y Llanuras Tarahumaras, Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, Sierras y Llanuras de Durango, así como Gran Meseta y Cañones Duranguenses, se puede identificar que la zona de estudio (Véase Figura 6), comprende las subprovincias mencionadas que corresponden a la provincia fisiocracia Sierra Madre Occidental. Sierras y llanuras del Norte ocupa más del 50% de la superficie del Estado y consta de 4 subprovincias: Llanuras y Médanos del Norte, Sierras Plegadas del Norte, Del Bolsón de Mapimí; así como Llanuras y Sierras Volcánicas. (INEGI, 2003).

El área de estudio se encuentra en las subprovincias fisiográficas mencionadas, en la siguiente proporción territorial:

Sierras y cañadas del norte; 0.16%

Sierras y llanuras tarahumaras; 0.28%

Sierras y llanuras de Durango; 2.86%

Gran meseta y cañones chihuahuenses; 84.85%

Gran meseta y cañadas duranguenses; 11.86%

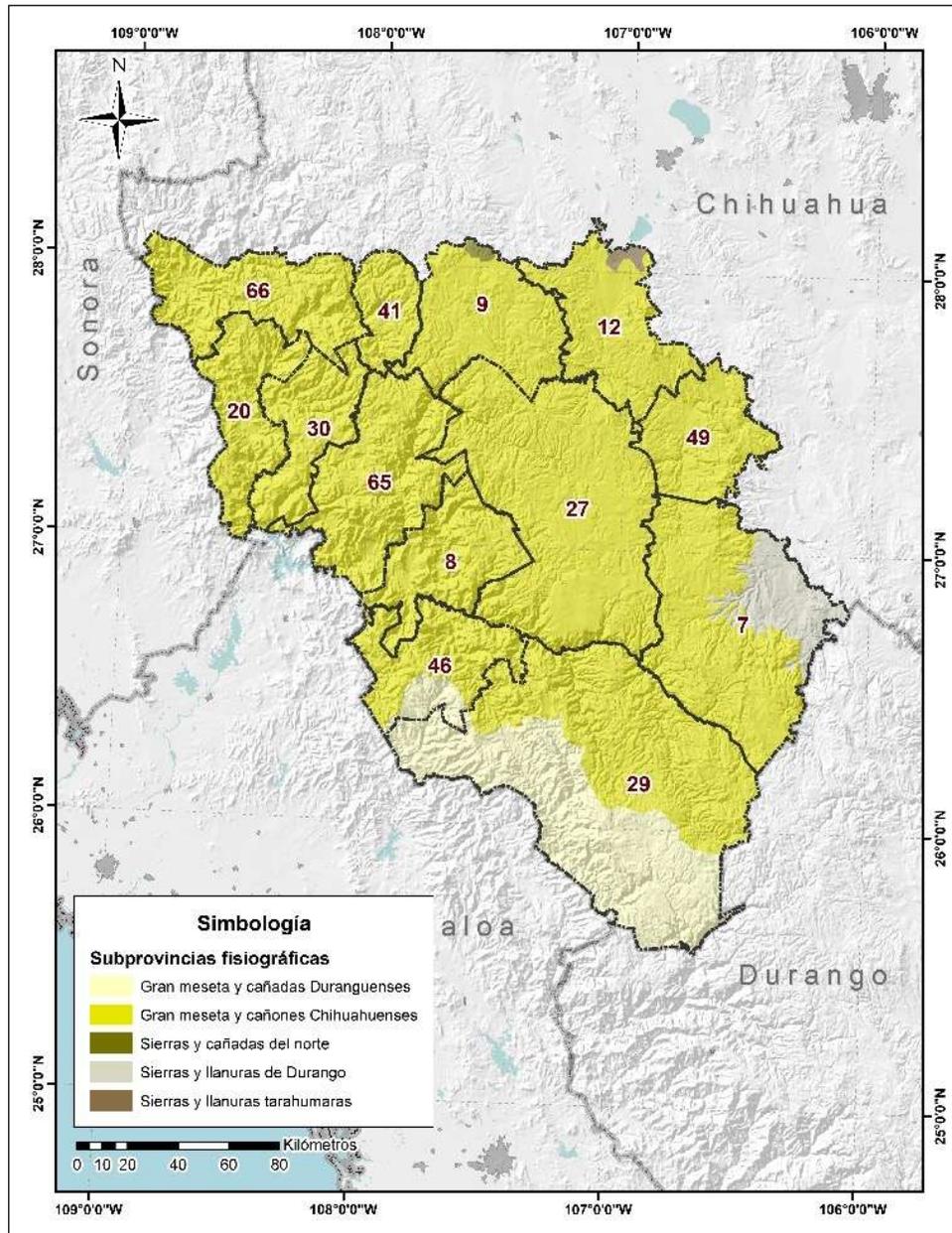


Figura 6. Mapa de Fisiografía de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

3.6 Geología

De acuerdo con los datos vectoriales de las cartas geológicas, escala 1:250 000 publicadas por el INEGI (1983-1991), se elaboró el mapa de litología en el área de estudio que se muestra en la Figura 7, en el cual observa que en mayor superficie se concentra afloramiento de rocas

ígneas extrusivas, posteriormente se encuentran las rocas sedimentarias, después las rocas ígneas intrusivas, seguidas de rocas híbridas y finalmente se tiene afloramiento de rocas metamórficas.

Con base en la información obtenida en la guía para interpretación de cartografía del INEGI (2005), se detalla a continuación la litología encontrada en la zona de estudio:

Rocas ígneas extrusivas. Son formadas una vez que el magma que llega a la superficie terrestre después de ser derramado por medio de fisuras o conductos (Volcán), y procede a enfriarse y solidificarse para dar origen a la roca, de acuerdo con su lugar formación se distinguen por su textura afanítica donde sus cristales solo pueden ser observados por medio de una posteriormente.

Rocas sedimentarias. Este tipo de rocas son formadas por los agentes externos de erosión, como el agua, viento, hielo y cambios de temperatura, al producirse el efecto de meteorización, sus partículas son transportadas y finalmente depositadas, lo que da lugar a la acumulación de sedimentos, los materiales del fondo tienden a compactarse y crear la roca .

Rocas ígneas intrusivas. Estas formaciones geológicas se originan cuando ciertas zonas de la corteza terrestre presentan debilitamiento estructural, lo que permite el ascenso del magma, el cual se introduce en las capas circundantes sin llegar a emerger en la superficie. A medida que este magma se enfría de manera paulatina en el subsuelo, se solidifica y da lugar a la formación de rocas caracterizadas por la presencia de cristales de tamaño suficiente para ser observados a simple vista. Esta textura se conoce como fanerítica.

Rocas híbridas. Una roca híbrida es una combinación de varias unidades de roca que se originaron de diferentes procesos geológicos. En otras palabras, una roca híbrida está compuesta de fragmentos de roca de distintas génesis que se fusionan en una sola masa debido a procesos geológicos complejos. Este tipo de roca presenta una estructura heterogénea y puede ser difícil de clasificar o describir de manera precisa debido a su complejidad.

Rocas metamórficas. Son el resultado de la influencia de condiciones físicas y químicas distintas a las que originalmente existían durante la formación de la roca original. Estas condiciones pueden implicar cambios en la temperatura y/o presión. Como consecuencia, las

características primarias de la roca original se modifican, dando lugar a la formación de nuevos minerales conocidos como neoformados y el desarrollo de texturas particulares. Este proceso de transformación ocurre en estado sólido. Los fenómenos metamórficos pueden ser diversos y complejos, lo que resulta en una amplia variedad de rocas metamórficas.

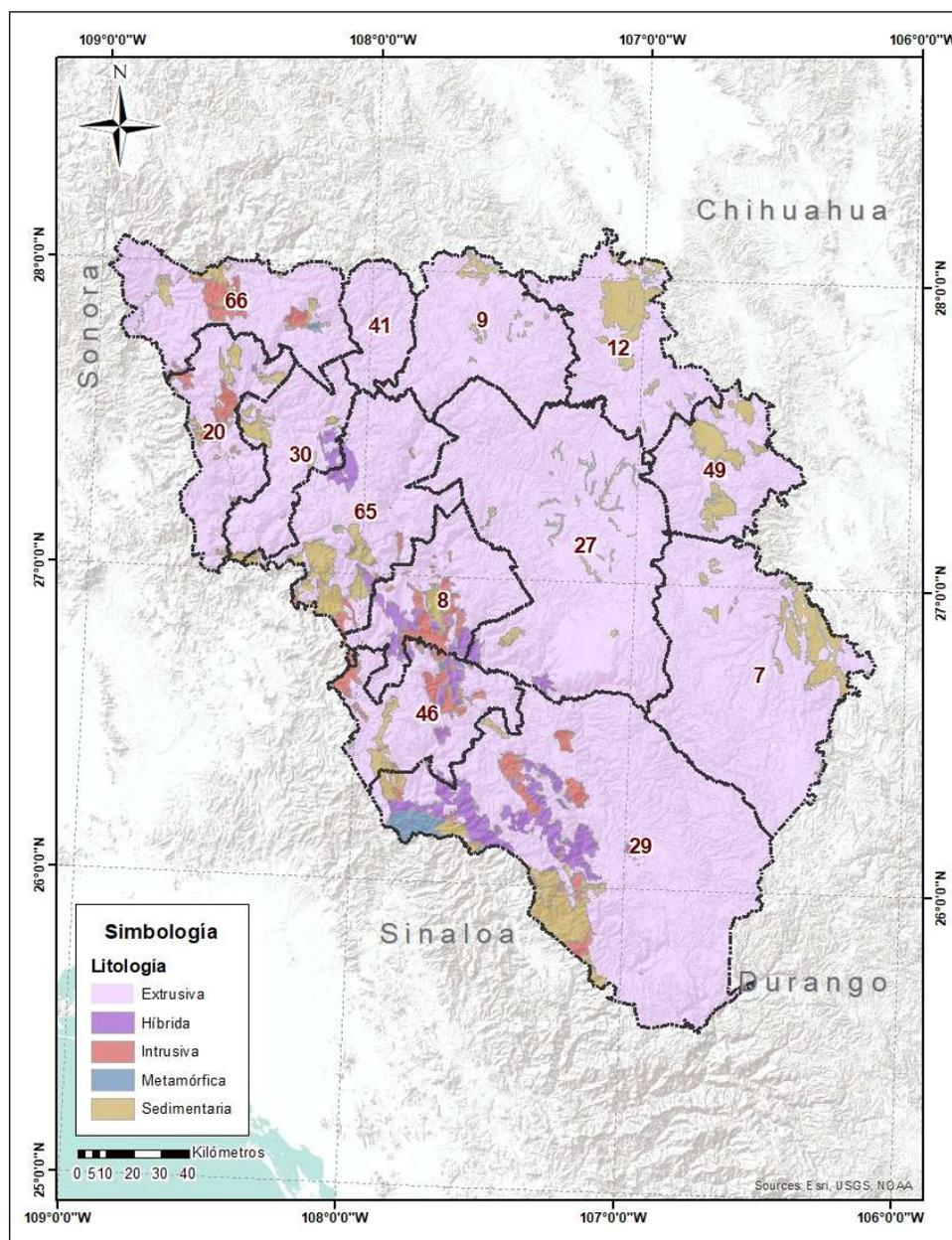


Figura 7. Mapa de Geología de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

3.7 Edafología

De acuerdo con los datos de perfiles de suelos, escala 1:250000 (INEGI, Edafología, 2013) el área de estudio presenta diez unidades edafológicas, (Véase Figura 8), cuyas características generales son:

Acrisol (A). - Unidades de suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas ricas en precipitación. Cuando se encuentran en condiciones naturales presentan vegetación de selva o bosque. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Calcisol (CL).- De acuerdo con su composición, son suelos con más del 15% de carbonato de calcio en por lo menos una capa de 15 cm de espesor, pueden presentar una capa cementada. Si bien, esta unidad edafologica no esta tan presente en la zona de estudio como se puede observar en la figura 8, es importante resaltar que es uno de los grupos de suelo más extendidos en el país de Mexico y se encuentran principalmente en zonas áridas de origen sedimentario.

Cambisol (CM).- Se trata de suelos de formación reciente que exhiben variaciones notables en el contenido de arcilla o en la coloración entre sus horizontes. Presentan una vulnerabilidad a la erosión que oscila entre moderada y alta, lo cual los convierte en unidades edáficas sensibles a los procesos de degradación. Por lo general, estos suelos son buenos con fines agrícolas y se utilizan intensamente en ello.

Feozem (PH). - El patrón climático definido para estos suelos es encontrado en semisecos y subhúmedos, que como se describe en el apartado 3.2 Clima, de este documento, la clasificación climatológica de la zona de estudio es caracterizada por las vertientes de estos dos tipos de clima. En el contexto agrícola de México, estos suelos representan los más relevantes debido a su alta productividad. Se distribuyen en diversas regiones del país, tales como los Altos de Jalisco, las planicies de Querétaro, Hidalgo y el norte de Guanajuato, así como en la Gran Meseta Chihuahuense, las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y múltiples valles localizados en el sur y sureste del territorio nacional.

Fluvisol (FL). - Suelos con buena fertilidad natural y son atractivos históricamente para los asentamientos humanos de nuestro país México. Estos suelos se localizan predominantemente en las planicies Inter montañas y en valles amplios o ramificados de entidades como Coahuila, Nuevo León, Sonora y la Península de Baja California. Asimismo,

se encuentran en las zonas de influencia de los principales sistemas fluviales de los estados de Sinaloa, Veracruz y Chiapas.

Leptosol (LP). - Representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Una de las características de estos suelos es que son muy susceptibles a la erosión. El uso principal de los leptosoles es para agostadero.

Luvisol (LV).- Son de colores rojos, grises o pardos claros, estos suelos son susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los que se encuentran situados en pendientes fuertes. Este grupo de suelos constituye el quinto más ampliamente distribuido a nivel nacional, y su presencia se concentra principalmente en áreas boscosas de pino dentro de la Sierra Madre Occidental.

Planosol (PL).- Estos suelos se localizan típicamente en tierras planas de pastizales que durante algún periodo del año están cubiertas por agua. Otra característica de los planosoles, es que presentan manchas rojas en la época de sequía. Son poco fértiles, comúnmente con arbustos dispersos y sistemas de raíces someros.

Regosol (RG).- Se caracterizan por ser pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Estos suelos son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, se asocian frecuentemente con Leptosoles. De acuerdo a la zona de estudio, este tipo de suelo es el que predomina como se puede ver en la figura 8.

Vertisol (VR).- Los Vertisoles, comúnmente denominados suelos pesados, se desarrollan bajo condiciones cíclicas de saturación y sequía. Durante los periodos de desecación, presentan la formación de grietas profundas, numerosas y de gran amplitud. Su composición incluye un contenido superior al 30 % de arcillas expansivas, lo que contribuye significativamente a su comportamiento físico característico. Estos suelos son bastante fértiles para la agricultura mediante un buen programa de labranza y drenaje, esto es por su alta capacidad de retención de humedad y sus propiedades de intercambio mineral con las plantas.

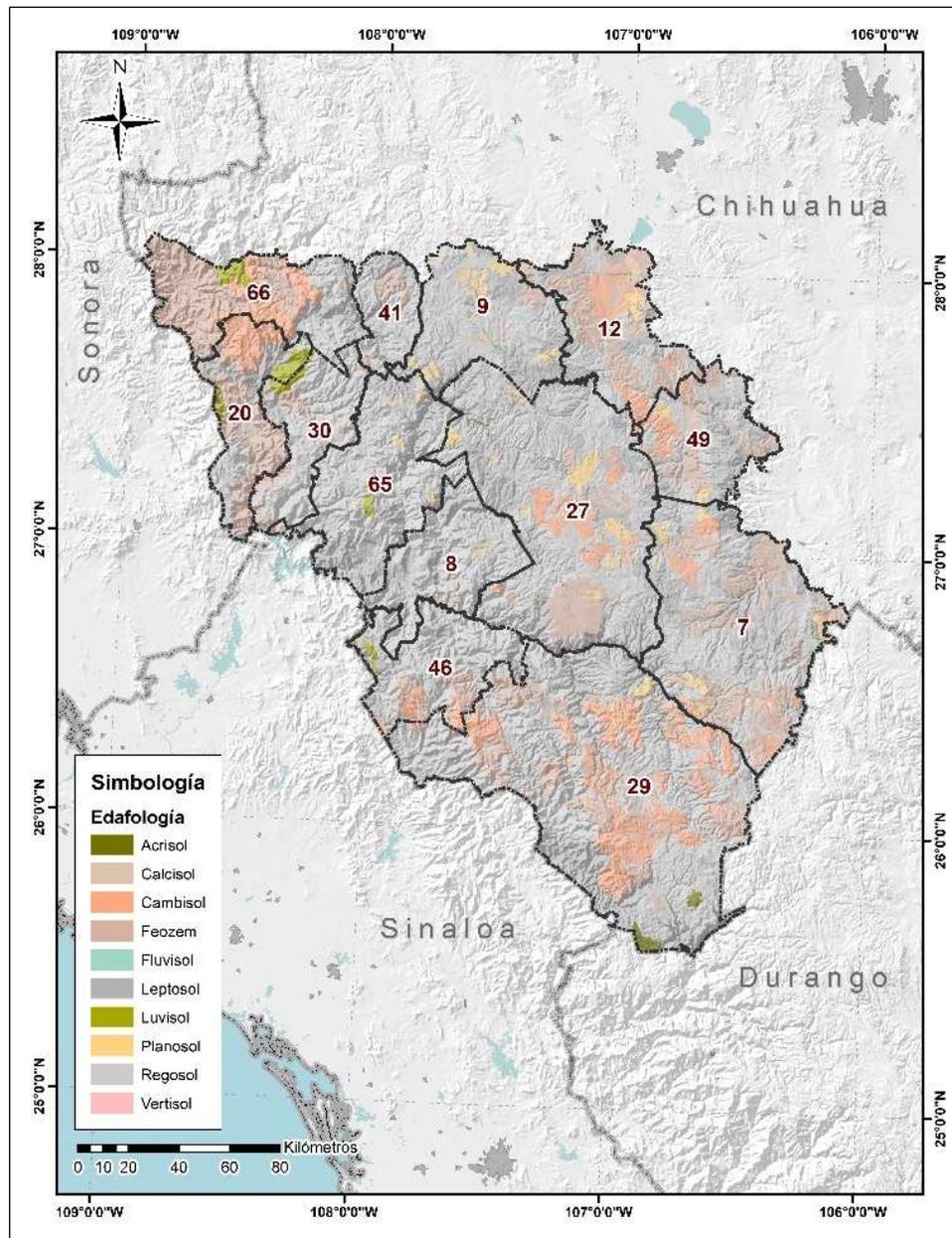


Figura 8. Mapa de Edafología de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

3.8 Relación de la distribución de agua potable con la disponibilidad del recurso hídrico para la zona de estudio

Con base en los datos de Agua del sistema interactivo LOCREPDA v.2019 de descarga de aguas residuales y bienes públicos inscritos en el Registro Público de Derechos (REPDA, 2019) se creó el mapa mostrado en la Figura 9, el cual indica la distribución de los aprovechamientos superficiales y subterráneos en la zona de estudio.

Se indica de forma destacada el mayor número de aprovechamientos superficiales con un total de 4997 abarcando un 98% de la zona en estudio, por otro lado, se cuenta con 91 aprovechamientos subterráneos en el área, lo cual corresponde al restante 2%, de la manera que es posible apreciarlo en el mapa de la figura 9. No se encuentran aprovechamientos subterráneos en los municipios de Guadalupe y Calvo, Guazapares, Morelos y Uruachi.

La mayor parte de aprovechamientos subterráneos se localizan en la región hidrológica Bravo- Conchos, mientras que en la región hidrológica de Sinaloa se ubica la mayor parte de aprovechamientos superficiales, como se puede observar en la Tabla 4, en la cual se desglosa la cantidad de aprovechamientos y el porcentaje abarcado en cada región hidrológica del área en estudio.

Tabla 4. Tabla Aprovechamientos subterráneos y superficiales de la zona en estudio

Aprovechamientos Subterráneos			
Región Hidrológica	Cantidad	Porcentaje	
Bravo-Conchos	58	63.7%	
Cuencas Cerradas del Norte	20	22.0%	
Sinaloa	10	11.0%	
Sonora sur	3	3.3%	
Total	91	100.0%	
Aprovechamientos Superficiales			
Región Hidrológica	Cantidad	Porcentaje	
Sinaloa	4024	80.53%	
Bravo-Conchos	856	17.13%	
Sonora sur	117	2.34%	
Total	4997	100.0%	

Con base en el Acuerdo publicado el 21 de Septiembre de 2020 en el Diario Oficial de la Federación, en el cual se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos, se obtuvieron los datos de los valores de los términos que intervienen en el cálculo de la disponibilidad superficial, donde

se clasificaron las regiones hidrológicas de la zona en estudio como se muestra a continuación:

No. 10 Sinaloa; *disponibilidad total de 3369.855 millones de metros cúbicos.*

No. 24 Bravo-conchos; *déficit, resultando una disponibilidad superficial de -17.403 millones de metros cúbicos.*

No. 9 Sonora sur; *con un total de 16 cuencas, esta región hidrológica se encuentra con 12 de ellas en situación de disponibilidad, mientras que 4 están clasificadas con déficit, siendo Río Sonora 1, Río San Miguel, Río Sonora 2 y Río Sonora 3.*

En cuanto a la disponibilidad de agua subterránea en la zona de estudio, se observaron los datos publicados el 27 de Febrero de 2023 en el Diario Oficial de la Federación, donde se dieron a conocer los valores de cada una de las variables que integran las fórmulas para determinar durante el ejercicio fiscal 2023 las zonas de disponibilidad, respecto a esto se muestra en la Tabla No. 5 los acuíferos con los datos correspondientes de disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica, los valores se leen en millones de metros cúbicos.

Tabla 5. Disponibilidad media anual (DMA) en acuíferos de zona en estudio.

Denominación única del acuífero	DMA
Alto Río San Pedro	7.8741
Bocoyna	55.40546
Carichi-Nonoava	59.40501
Cuchijaqui	25.6894
Guerrero-Yepomera	11.471
Laguna de Mexicanos	-1.9744
Nacori Chico	11.37766
Río Culiacán	3.446
Río Fuerte	115.658
Río Sinaloa	19.763
San Bernardo	23.53966
San Felipe de Jesús	17.45491

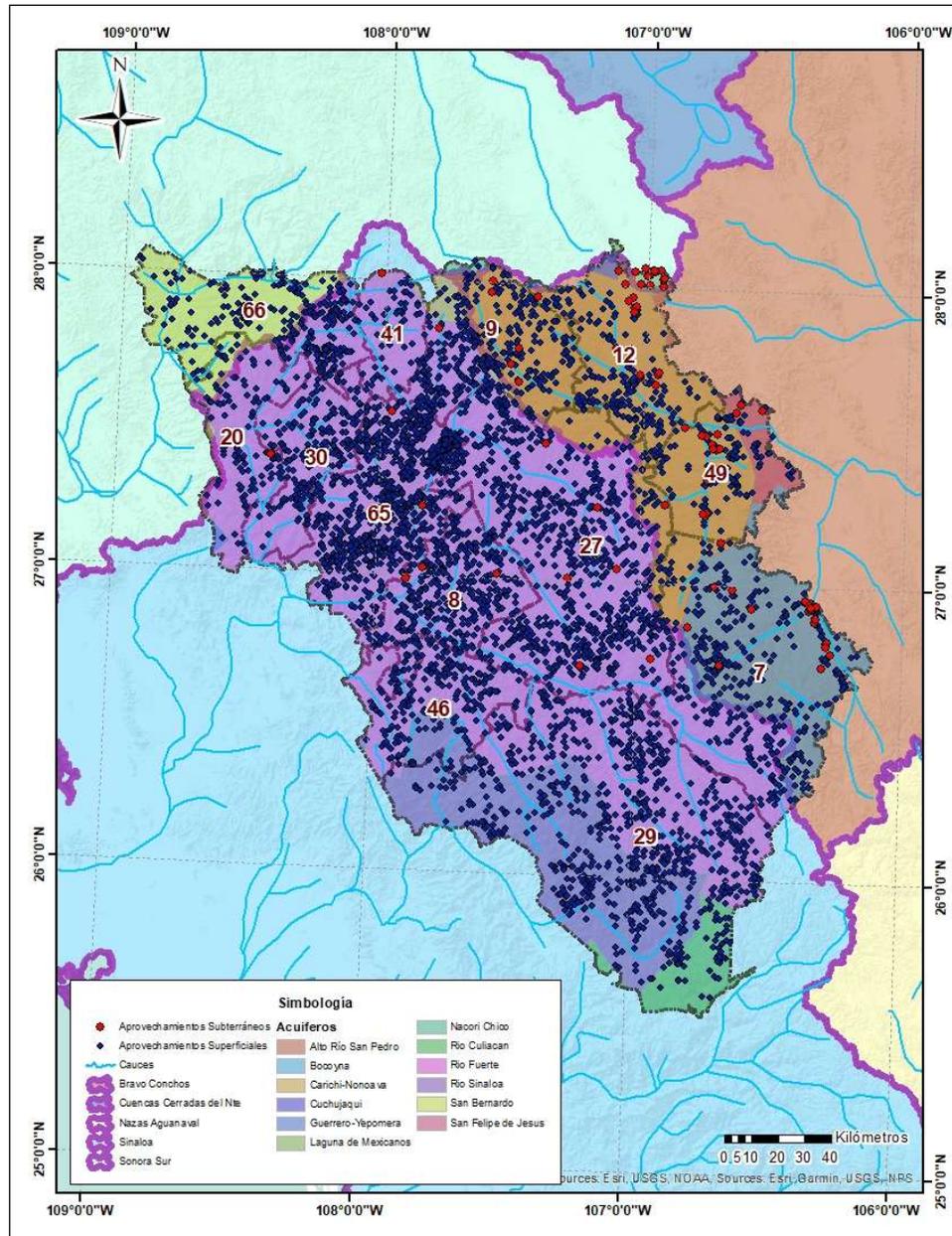


Figura 9. Aprovechamientos de agua en la zona de estudio. Elaboración propia a partir de datos del INEGI Y REPDA.

Atendiendo al análisis de los datos mostrados sobre la disponibilidad subterránea y superficial de la zona en estudio, jurídicamente hay disponibilidad en la mayor parte de los acuíferos y regiones hidrológicas mencionadas, sin embargo, es importante tener en cuenta que, en primer lugar, para el caso de los acuíferos, el extraer agua de estos representa grandes desafíos debido a las características geológicas y topográficas de la región lo que hace casi imposible la perforación de pozos, y en segundo lugar, acerca de los aprovechamientos

superficiales, también representa una problemática el acceso al recurso por esta vía, esto es debido a factores climáticos, escasez de ríos y lagos y también a la topografía accidentada lo que complica la construcción de infraestructuras para almacenar y distribuir el agua superficial, por lo tanto, los habitantes de esta zona tienen que caminar durante largos periodos de tiempo y recorrer varios kilómetros por la presencia de barrancas y pendientes pronunciadas.

4 ANÁLISIS DEL ACCESO AL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Con la finalidad de realizar una evaluación del acceso al agua potable y saneamiento a través del tiempo en el área de estudio, se utilizó la información recopilada de los principales resultados por localidad (ITER) de los años 1990 a 2020, con la cual se construyó una base de datos con los indicadores de la población referentes a las condiciones del acceso al recurso hídrico en sus viviendas.

4.1 Evolución del acceso al agua potable en el periodo de 1990 al año 2020

Partiendo del indicador de Viviendas Particulares con agua entubada que se define desde el censo del año de 1990, como aquel que considera las viviendas particulares habitadas que tienen agua entubada de la red pública, es decir, dentro de la vivienda o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, el cual comprende a las viviendas particulares captando características de vivienda, clasificadas como solas, departamento en edificio, casa en vecindad o cuarto de azotea, vivienda móvil y refugio, mismo que excluye a las viviendas sin información de ocupantes y a los refugios, con la modificación para el año de 2020, donde se comprenden además, las viviendas con características como casa única en el terreno, casa que comparte el terreno con otras y casa dúplex.

Derivado de lo anterior, se muestra en la Tabla 6, el porcentaje de las viviendas identificadas con el indicador descrito, presentando del año 1990 a 1995 un aumento en todos los municipios, en tal sentido, la evolución en esos cinco años se describe como favorable, por otro lado, para los siguientes 10 años esta evolución se muestra negativa, primero del periodo de 1995 al 2000, para los municipios de Balleza, Chínipas, Guadalupe y Calvo, Maguarichi, Morelos y Nonoava con una reducción del porcentaje de viviendas particulares con agua

entubada a la red pública, que va desde un 2.21 % el cual se presenta como mínimo en Maguarichi hasta un máximo de 16.12 % en Morelos. Realizando el cálculo respecto al censo inmediato anterior, es decir, el porcentaje que disminuyó de 1995 al 2000.

En segunda estancia se calcularon los porcentajes de disminución del año 2000 al 2005, en donde la evolución presentó una disminución en un mayor número de municipios, siendo 6 los municipios, Balleza, Batopilas, Bocoyna, Chínipas, Guadalupe y Calvo y Guazapares, con un rango de disminución del porcentaje de 0.17 % en Balleza hasta un 19.72 % en Guadalupe y Calvo.

Enseguida se muestra la evolución del censo 2005 al 2010 donde solo se resaltan los municipios de Batopilas con un escenario de disminución del porcentaje en un 14.92%, así como el municipio de Morelos que redujo un 8.38 %.

Finalmente, en la tabla de evolución se muestra para el periodo de 2010 al 2020 un aumento en el porcentaje de todos los municipios, desde un 3.27 % más en Maguarichi, hasta un 62.39 % en Batopilas (Tabla 6).

En general, la evolución refleja una mejora gradual en el acceso al agua potable a lo largo de los años en la zona de estudio, sin embargo, se destaca en algunos municipios la presentación de porcentajes relativamente bajos, dado el indicador que se está analizando, lo cual indica puntos importantes de atención para mejorar la infraestructura y lograr un acceso equitativo al agua potable.

Tabla 6. Porcentaje de viviendas particulares con agua entubada de la red pública

Municipio	1990	1995	2000	2005	2010	2020
Balleza	39.56 %	41.94%	37.27%	37.10%	48.17%	67.27%
Batopilas	19.36%	38.95%	41.17%	27.95%	13.03%	75.42%
Bocoyna	47.99%	59.41%	62.82%	61.06%	72.81%	84.21%
Carichí	36.59%	46.57%	53.37%	57.91%	65.56%	72.11%
Chínipas	49.54%	63.29%	56.57%	54.44%	55.18%	90.32%
Guachochi	28.48%	31.88%	37.18%	37.60%	40.64%	71.78%
Guadalupe y Calvo	41.09%	60.64%	45.03%	25.31%	33.57%	91.34%
Guazapares	45.77%	55.47%	64.27%	48.06%	61.25%	88.21%
Maguarichi	34.38%	50.44%	48.23%	55.87%	77.04%	80.31%
Morelos	14.46%	56.22%	40.10%	44.39%	36.01%	87.26%
Nonoava	48.98%	71.01%	67.29%	88.61%	89.72%	94.88%
Urique	40.50%	52.63%	54.87%	43.13%	67.74%	84.44%
Uruachi	24.02%	47.60%	54.38%	38.36%	63.49%	86.77%

Vinculado a esto, se destaca a partir del año 2005 un nuevo indicador, que corresponde a la categoría de viviendas particulares que no disponen de agua entubada de la red pública, el cual se describe como las viviendas particulares habitadas donde el abastecimiento de agua de sus ocupantes es fuera de la vivienda, ya sea de una llave pública o hidratante, de otra vivienda, a través de pipa, pozo, río, arroyo, lago u otro, comprendiendo las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

La evolución de este indicador a través de los años 2005, 2010 y 2020, se resume en la Tabla 6, donde se puede observar que la mayoría de los municipios han mostrado una disminución en el porcentaje de viviendas sin agua potable a lo largo del tiempo y en algunos se han logrado reducciones significativas en el porcentaje de viviendas sin agua potable. Por ejemplo, en el municipio de Guadalupe y Calvo, el indicador disminuyó de 73.67 % en 2005 a solo 8.46 % en 2020, lo cual refiere una mejora considerable en el acceso al agua potable en ese periodo. Lo mismo ocurrió en otros municipios como Bocoyna, Carichí, Guazapares, Maguarichi, Morelos, Urique y Uruachi.

Sin embargo, también hay municipios que han experimentado un aumento en el porcentaje de viviendas sin agua potable en algunos años. Por ejemplo, en Batopilas, el porcentaje de viviendas sin agua potable aumentó del 70.07 % en 2005 al 85.05 % en 2010, pero luego disminuyó significativamente al 23.17 % en 2020.

Por otro lado, se presenta el municipio de Balleza, que si bien, también mostró una disminución del porcentaje de viviendas sin agua potable a través del tiempo, se puede observar que para el año 2020, termina con un 32.38 % caracterizándose como el municipio de la zona en estudio con más viviendas sin acceso al agua potable dentro de la vivienda.

Existe una variación significativa en los niveles de acceso a agua potable entre los municipios. Al comparar los diferentes municipios en cada año, se observa que algunos tienen un porcentaje más alto de viviendas sin agua potable que otros. Esto puede deberse a diversos factores, como la ubicación geográfica, el tamaño de la población y los recursos disponibles, que como se ha desarrollado en esta investigación, la zona de estudio presenta altos grados de marginación y de rezado social.

También existen diferencias temporales, al comparar los tres años representados en la Tabla 7, se puede observar que en algunos municipios hubo fluctuaciones en el porcentaje de viviendas sin agua potable. Esto nos indica nuevamente que el acceso al agua potable puede estar sujeto a cambios y puede depender de cuestiones de gran importancia como proyectos de infraestructura, inversiones y políticas gubernamentales.

Tabla 7. Porcentaje de viviendas particulares que no disponen de agua entubada de la red pública, evolución a través de los años

Municipio	2005	2010	2020
Balleza	61.22 %	50.91 %	32.38 %
Batopilas	70.07 %	85.05 %	23.17 %
Bocoyna	37.28 %	26.46 %	15.62 %
Carichí	40.65 %	34.11 %	27.35 %
Chínipas	45.19 %	43.63 %	9.18 %
Guachochi	60.96 %	58.71 %	27.95 %
Guadalupe y Calvo	73.67 %	65.70 %	8.46 %
Guazapares	50.52 %	38.42 %	11.66 %
Maguarichi	43.94 %	22.77 %	19.25 %
Morelos	54.27 %	63.17 %	11.99 %
Nonoava	10.83 %	9.38 %	4.88 %
Urique	55.72 %	31.54 %	14.97 %
Uruachi	61.05 %	36.22 %	13.07 %

4.2 Proporción de las viviendas que actualmente disponen de servicios de suministro de agua potable

En el caso de las viviendas que se pueden considerar en la actualidad con disponibilidad de servicios de suministro de agua potable, se tomó en cuenta el último censo del año 2020, por ser el último en estudio y también el más reciente que ha realizado el INEGI. Con respecto a la información analizada, se utilizó la Tabla 5 para identificar los datos con disponibilidad de agua, la Tabla 6 para reflejar el porcentaje sin disponibilidad y finalmente utilizando los datos de ambas tablas, se sumaron los porcentajes para determinar el resto de las viviendas consideradas como no contabilizadas para fines de esta investigación, las cuales se aprecian en los censos como excluidas al no contar con información de los ocupantes o considerarse refugio.

Derivado de lo anterior, se ilustra gráficamente los porcentajes en la Figura 10, representando el análisis de los datos en cada municipio que se describe a continuación.

Balleza. Este municipio tiene un 67.27 % de viviendas con disponibilidad de agua potable, lo que indica que aproximadamente un tercio de las viviendas no cuentan con este servicio, lo cual es un porcentaje significativo en comparación con otros municipios.

Batopilas. En esta zona se refleja un porcentaje ligeramente más alto, comparado con el anterior, con el 75.42 % de viviendas con disponibilidad de agua potable. Sin embargo, todavía hay un 23.17 % de viviendas que no tienen acceso a este servicio, lo que representa una proporción considerable.

Bocoyna. Aquí se observa que el 84.21 % de las viviendas cuentan con agua potable, lo cual es un porcentaje relativamente alto en comparación con otros municipios. Sin embargo, es importante destacar que todavía hay un 15.62 % de viviendas sin disponibilidad.

Carichí. El municipio de Carichí tiene un 72.11 % de viviendas con acceso a agua potable, lo que indica que alrededor de un cuarto de las viviendas no cuentan con este servicio esencial.

Chínipas. Muestra un alto porcentaje de disponibilidad de agua potable, con un 90.32% de viviendas con acceso a este servicio. Esta cifra es una de las más altas entre los municipios analizados, lo que indica una mejor situación en términos de acceso al agua potable en la zona de estudio.

Guachochi: En Guachochi, el 71.78 % de las viviendas tienen agua potable, mientras que un 27.95 % de viviendas carecen de este servicio básico.

Guadalupe y Calvo: Este municipio tiene un alto porcentaje de viviendas con acceso al agua potable, con un 91.34% de disponibilidad. Sin embargo, todavía hay un 8.46% de viviendas que no cuentan con este servicio.

Guazapares. Refleja un porcentaje significativo de viviendas con agua potable, con un 88.21% de disponibilidad. Aunque este valor es alto, todavía hay un 11.66% de viviendas sin este servicio.

Maguarichi. Los datos en este municipio arrojan que el 80.31 % de las viviendas tienen acceso a agua potable, mientras que un 19.25 % de viviendas no cuentan con este servicio.

Morelos. Presenta uno de los porcentajes más altos de la zona en estudio en viviendas con disponibilidad de agua potable, con un 87.26 %. No obstante, todavía hay un 11.99% de viviendas sin acceso a este servicio.

Nonoava. De los municipios analizados, Nonoava presenta el porcentaje más alto con viviendas con acceso al agua potable, con un 94.88 %, lo que indica una buena disponibilidad en comparación con otros municipios. Por otro lado, un 4.88 % de las viviendas carecen de este servicio.

Urique: Muestra un 84.44 % de viviendas con acceso al agua potable. Sin embargo, un 14.97% de las viviendas permanece sin disponibilidad de este servicio.

Uruachi. El 86.77 % de las viviendas tienen agua potable, mientras que un 13.07 % de viviendas no cuentan con este servicio básico.

En resumen, los datos muestran que los municipios con los porcentajes más altos de viviendas sin disponibilidad de agua potable son Balleza, Batopilas, Carichí, Guachochi, Maguarichi, Morelos, Urique y Uruachi, con porcentajes por encima del 10 %.

Por otra parte, los municipios con los porcentajes más bajos de viviendas sin disponibilidad de agua potable son Chínipas, Guadalupe y Calvo y Nonoava, donde la población con disponibilidad de agua está entre el 90.32 % y el 94.88 %.

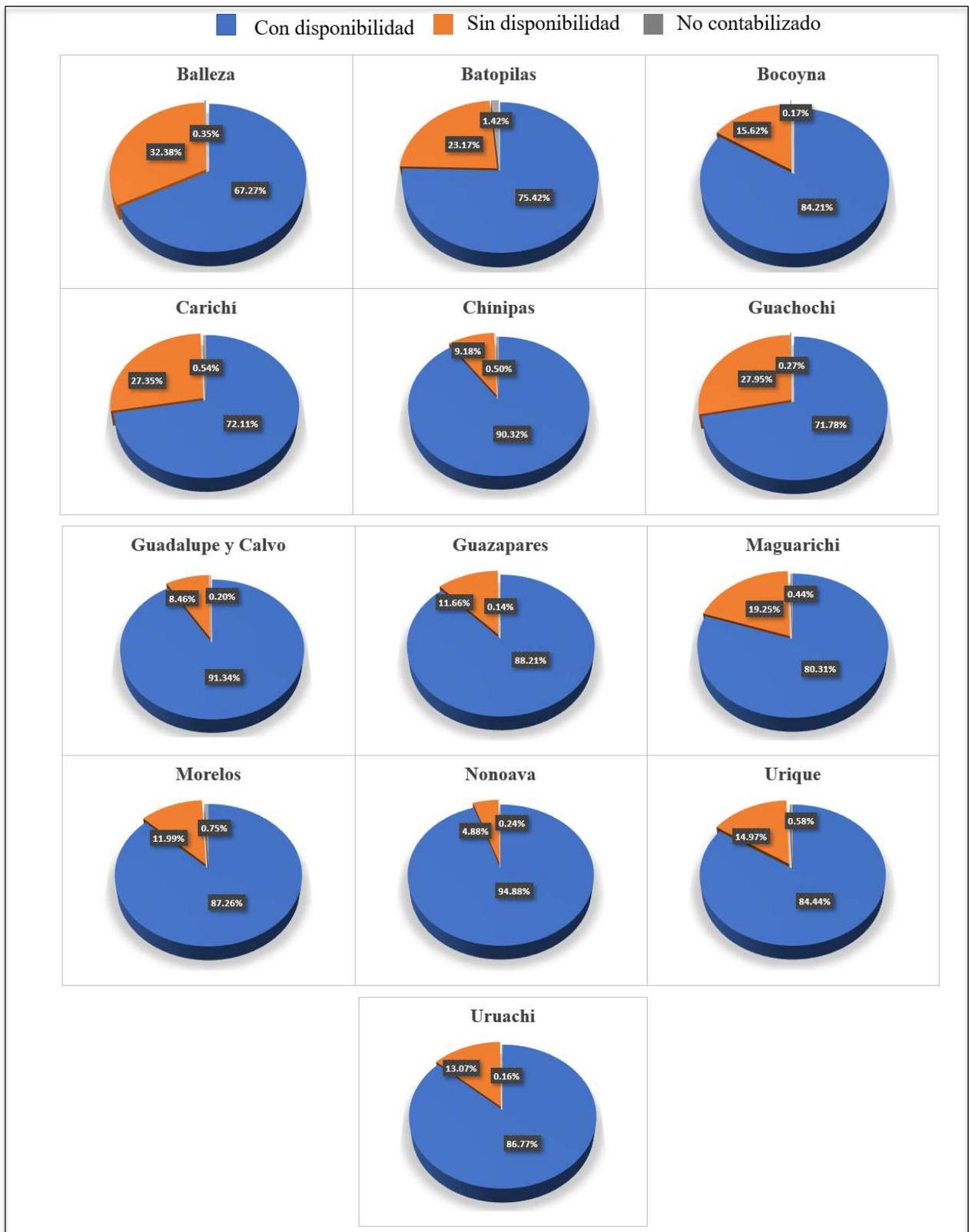


Figura 10. Porcentaje de viviendas que disponen de servicio de suministro de agua potable censo

Con base en los valores presentados anteriormente y en los porcentajes que se observan en la figura No. 10, se procedió a considerar en una sola población los datos sin disponibilidad, así como los no contabilizados, con lo que fue posible determinar los valores que se muestran a continuación en la Tabla No. 8.

Tabla 8. Porcentaje de viviendas particulares que no disponen de agua entubada de la red pública, 1990-2020

Municipio	1990	1995	2000	2005	2010	2020
Balleza	60.44%	58.06%	62.73%	62.90%	51.83%	32.73%
Batopilas	80.64%	61.05%	58.83%	72.05%	86.97%	24.58%
Bocoyna	52.01%	40.59%	37.18%	38.94%	27.19%	15.79%
Carichí	63.41%	53.43%	46.63%	42.09%	34.44%	27.89%
Chinipas	50.46%	36.71%	43.43%	45.56%	44.82%	9.68%
Guachochi	71.52%	68.12%	62.82%	62.40%	59.36%	28.22%
Guadalupe y Calvo	58.91%	39.36%	54.97%	74.69%	66.43%	8.66%
Guazapares	54.23%	44.53%	35.73%	51.94%	38.75%	11.79%
Maguarichi	65.62%	49.56%	51.77%	44.13%	22.96%	19.69%
Morelos	85.54%	43.78%	59.90%	55.61%	63.99%	12.74%
Nonoava	51.02%	28.99%	32.71%	11.39%	10.28%	5.12%
Urique	59.50%	47.37%	45.13%	56.87%	32.26%	15.56%
Uruachi	75.98%	52.40%	45.62%	61.64%	36.51%	13.23%

Con base en las Tablas No. 8 y No. 6 se realizaron las representaciones graficas que se observan de las Figuras No. 11 a la No. 23, que corresponden a la evolución del acceso al agua potable en cada uno de los municipios de la zona en estudio, considerando los porcentajes de viviendas particulares habitadas con agua de la red pública, en comparación de los porcentajes de viviendas particulares habitadas sin agua entubada a la red pública o no contabilizadas.

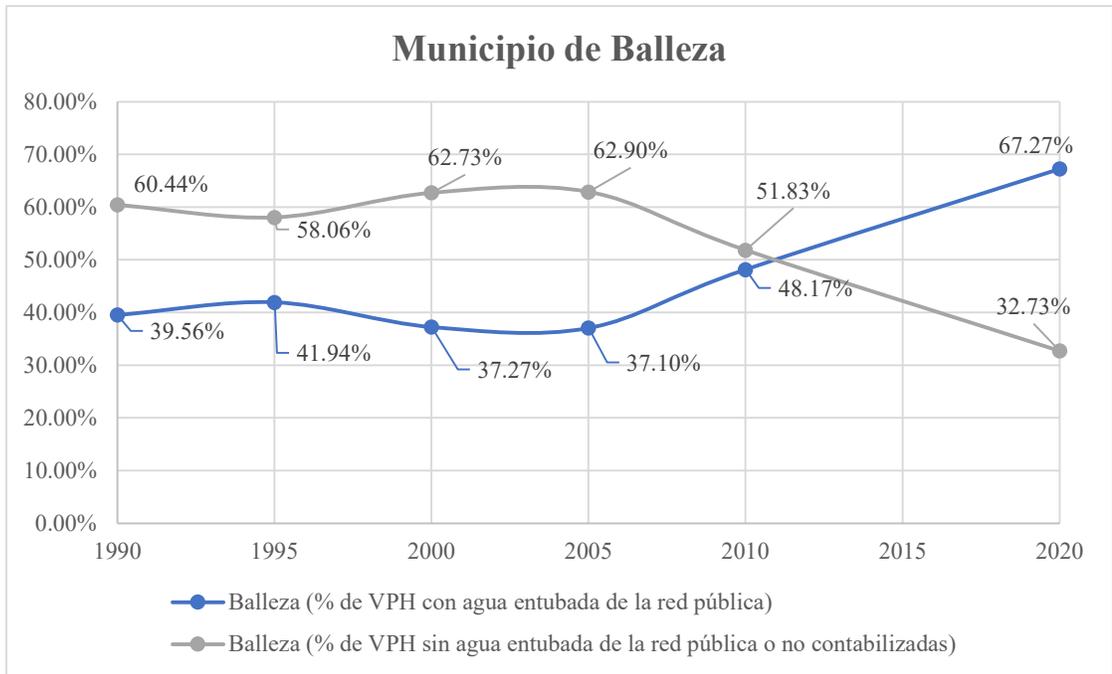


Figura 11. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Balleza

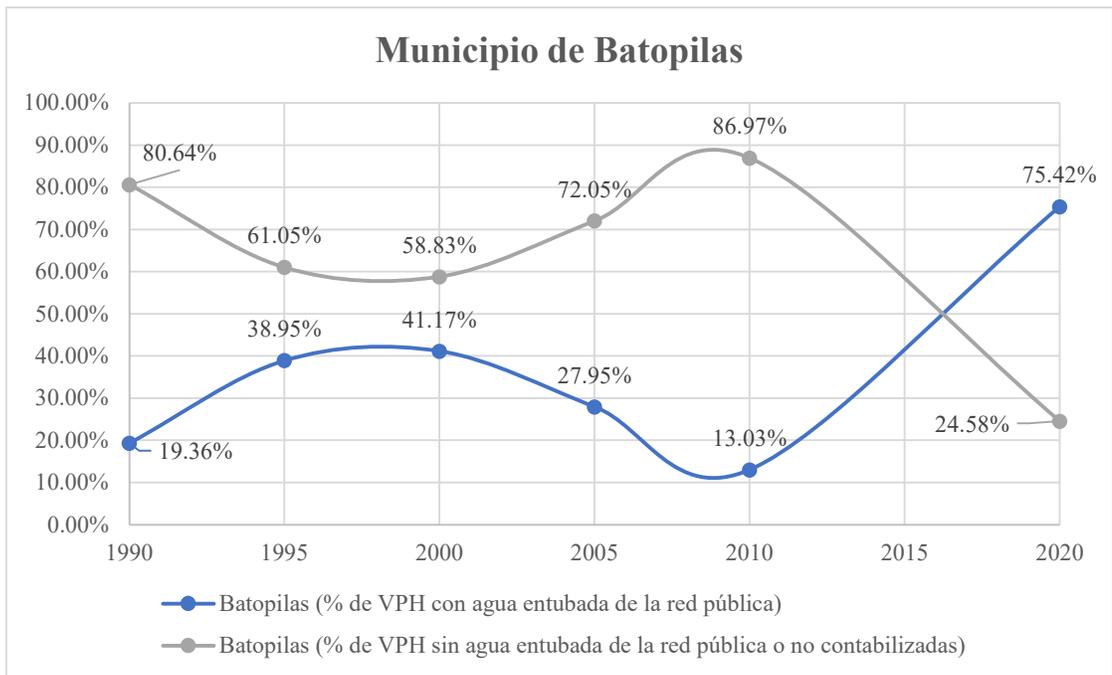


Figura 12. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Batopilas

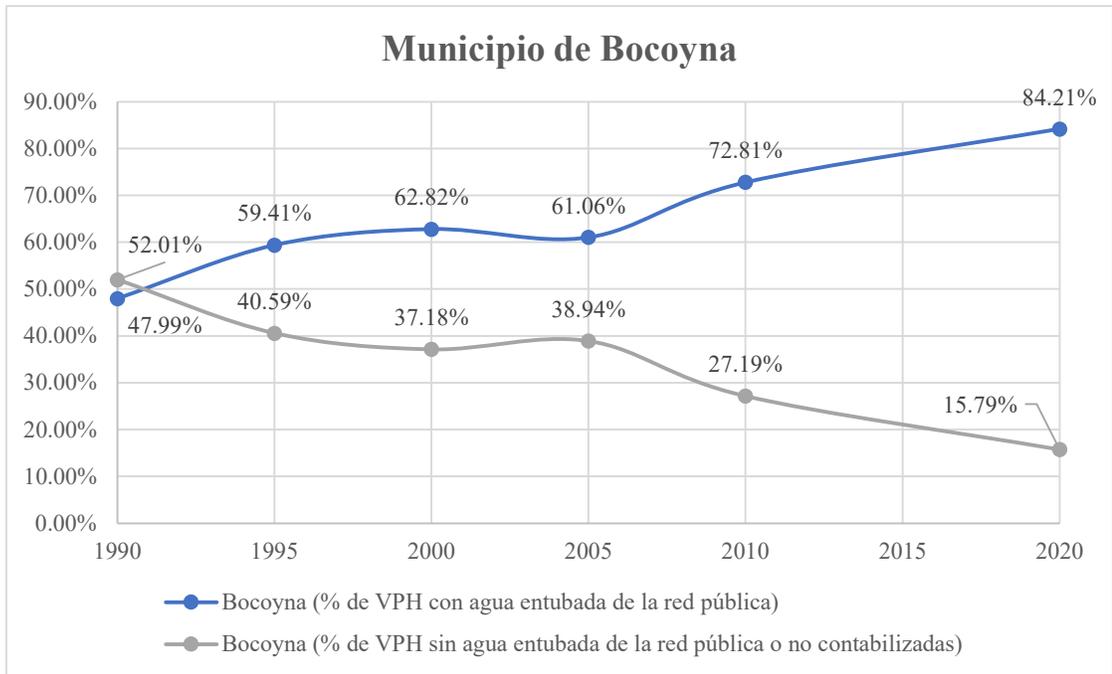


Figura 13. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Bocoyna

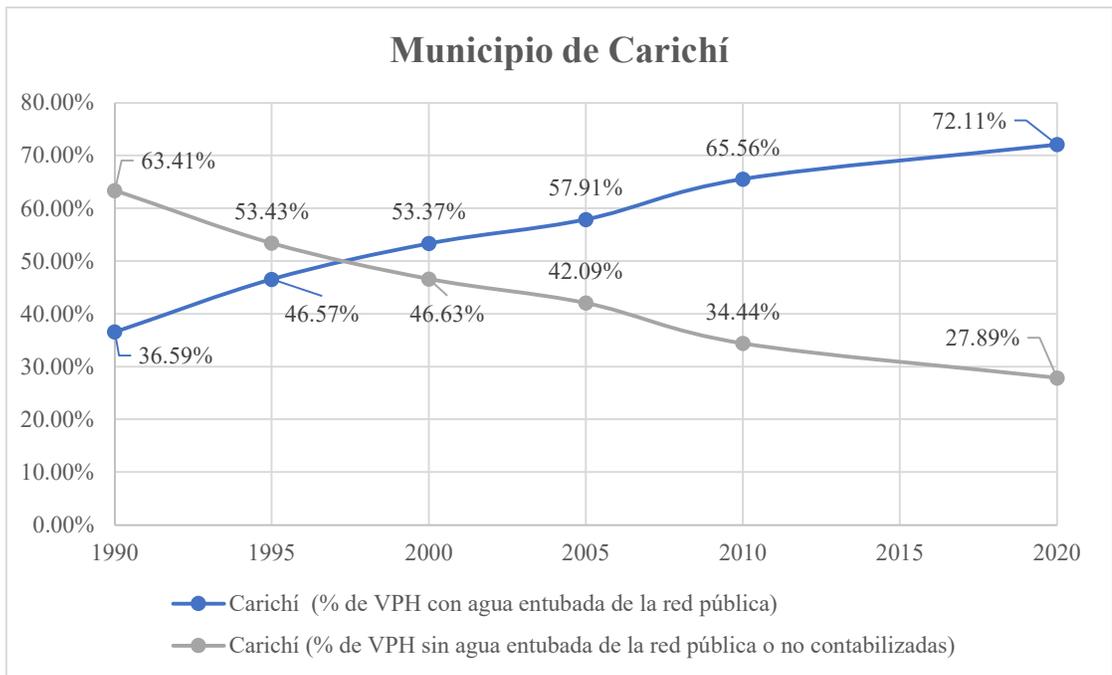


Figura 14. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Carichí

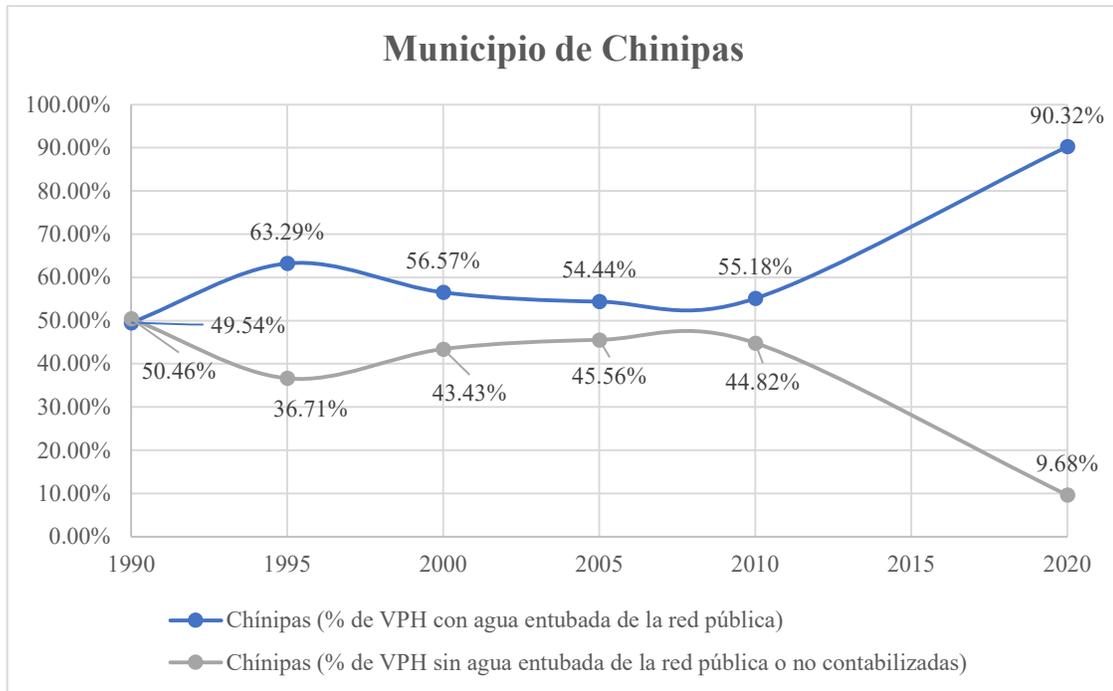


Figura 15. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Chinipas

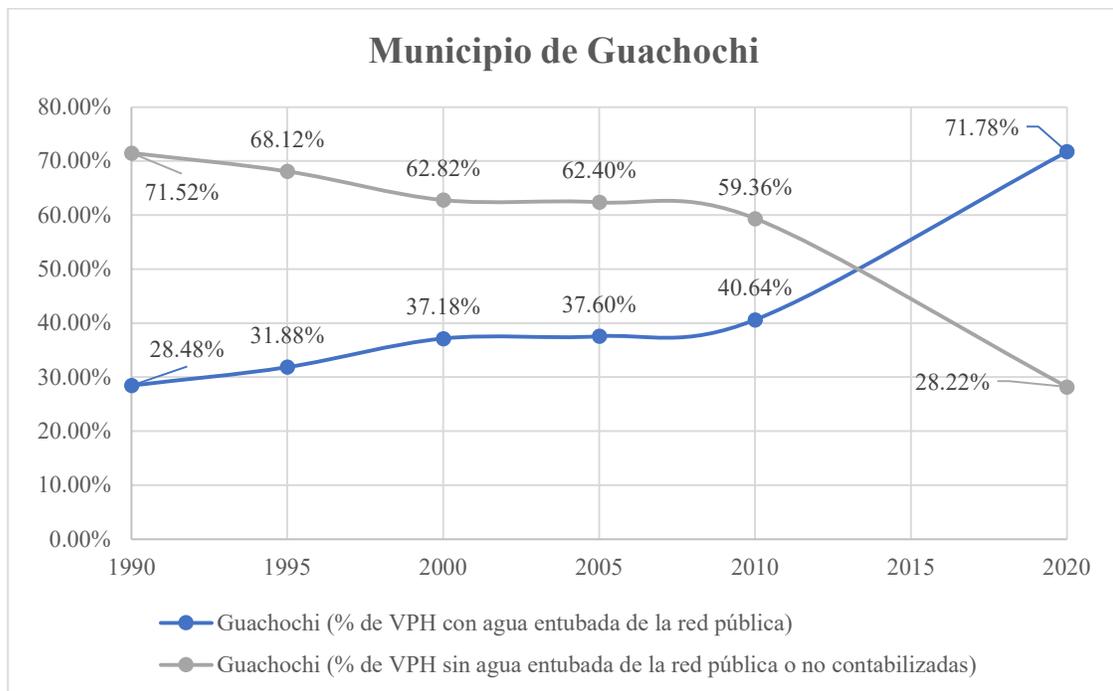


Figura 16. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Guachochi

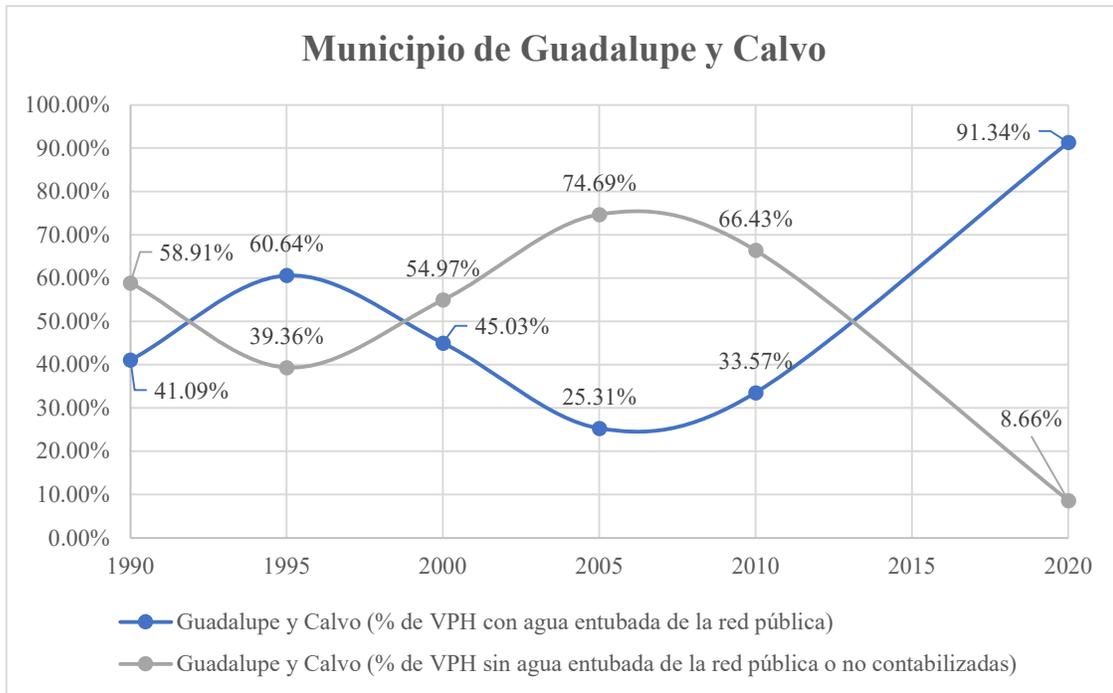


Figura 17. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Guadalupe y Calvo

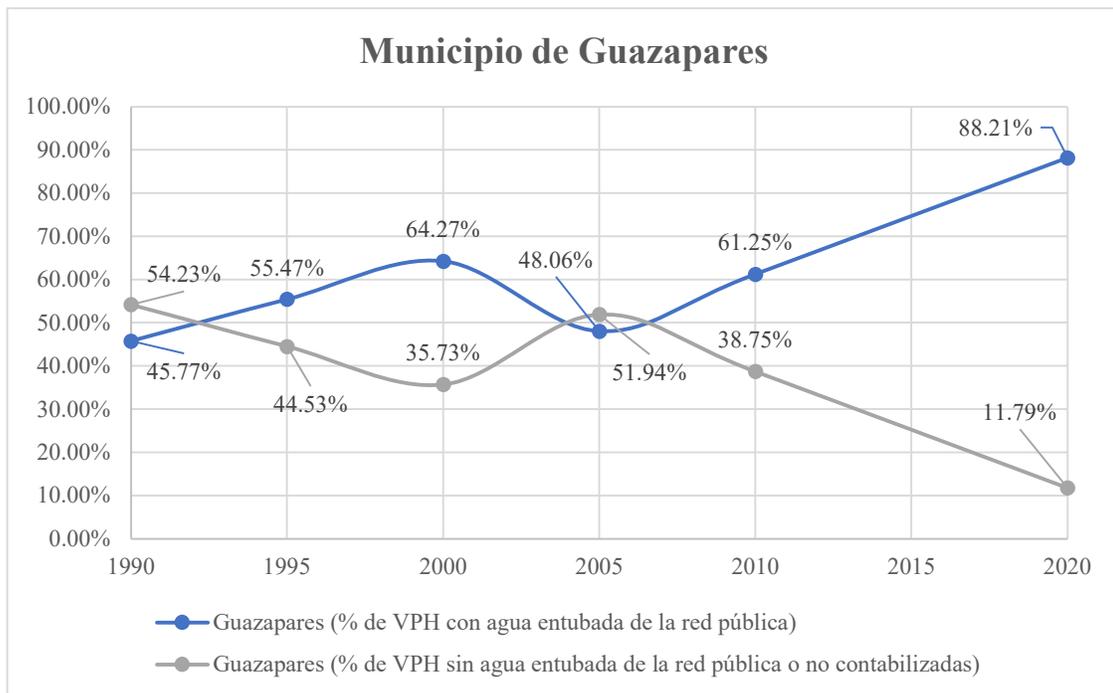


Figura 18. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Guazapares

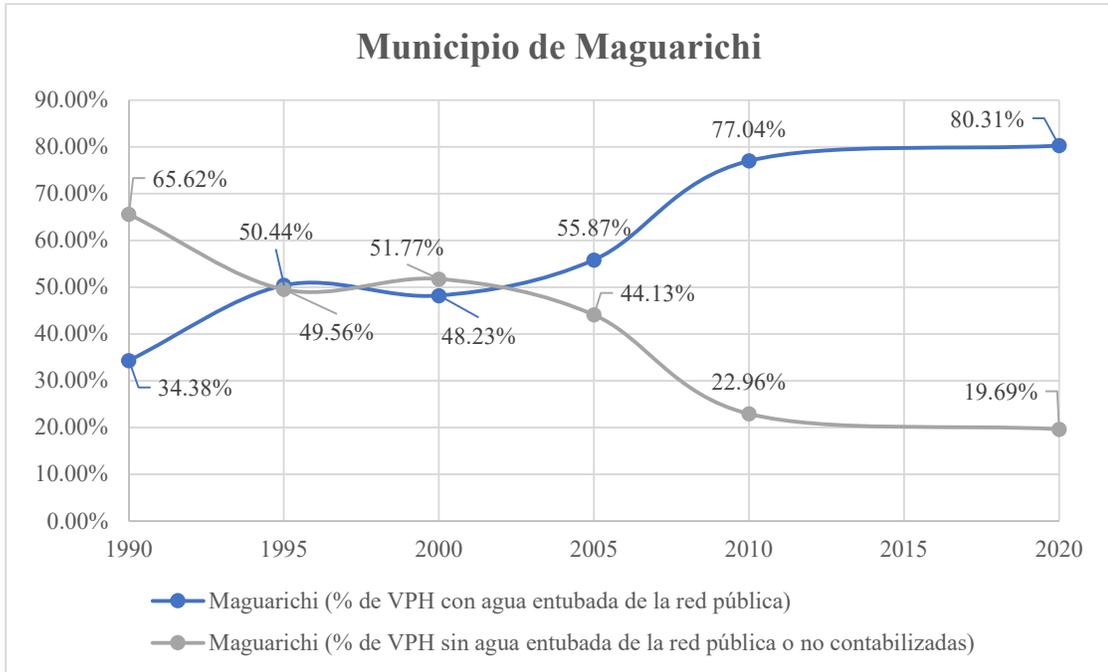


Figura 19. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Maguarichi

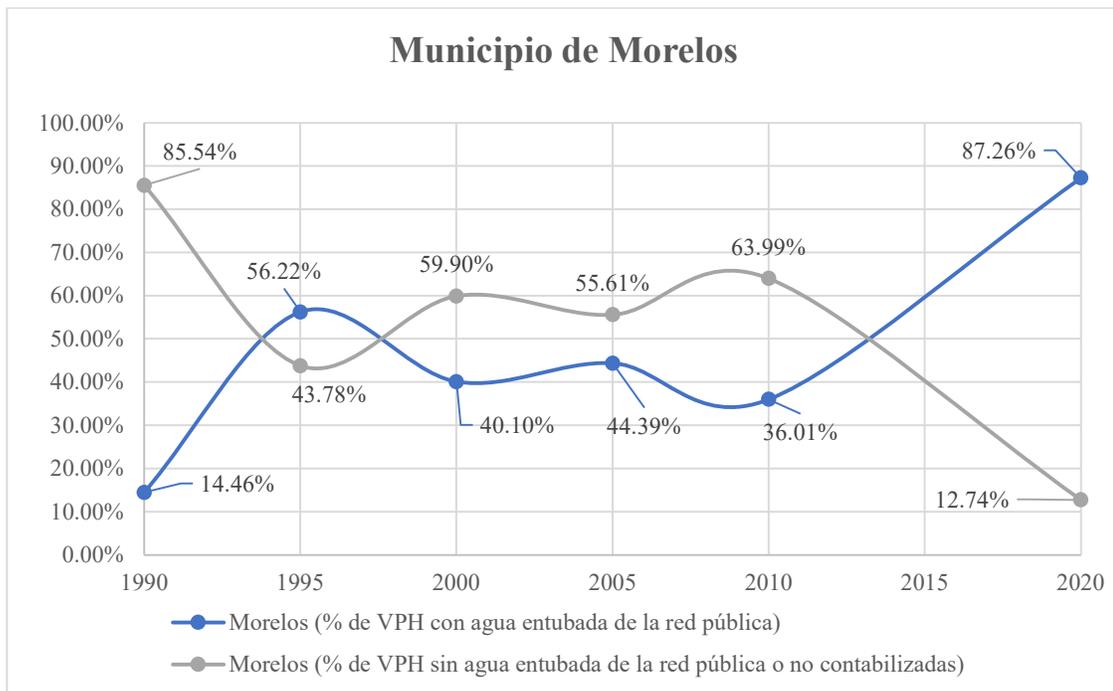


Figura 20. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Morelos

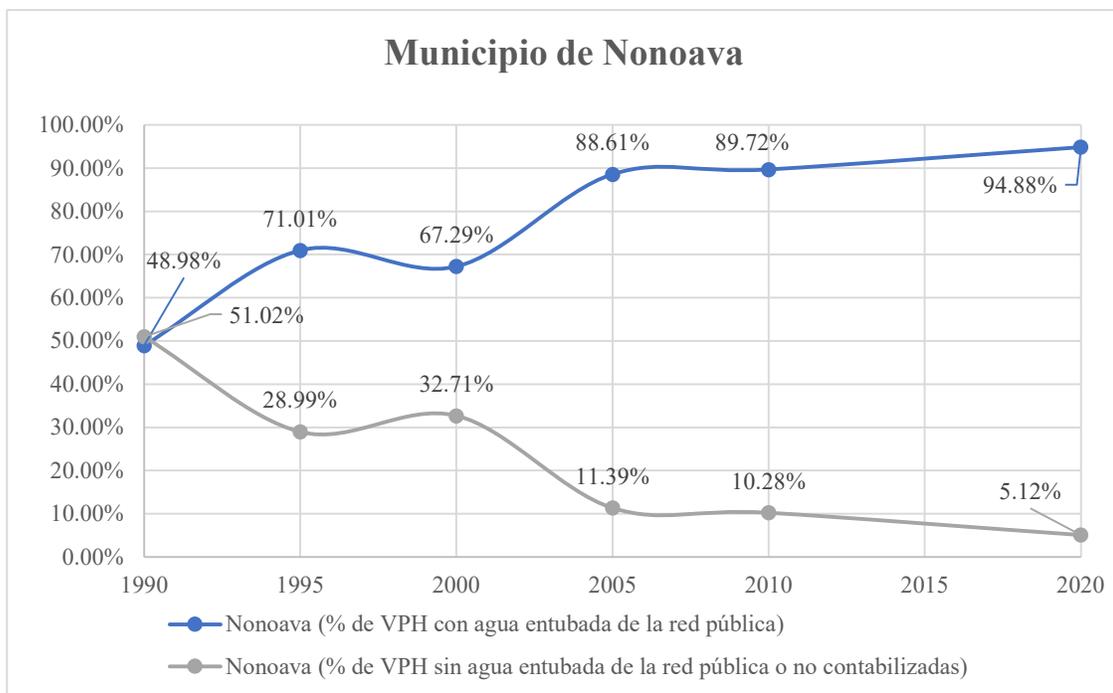


Figura 21. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Nonoava

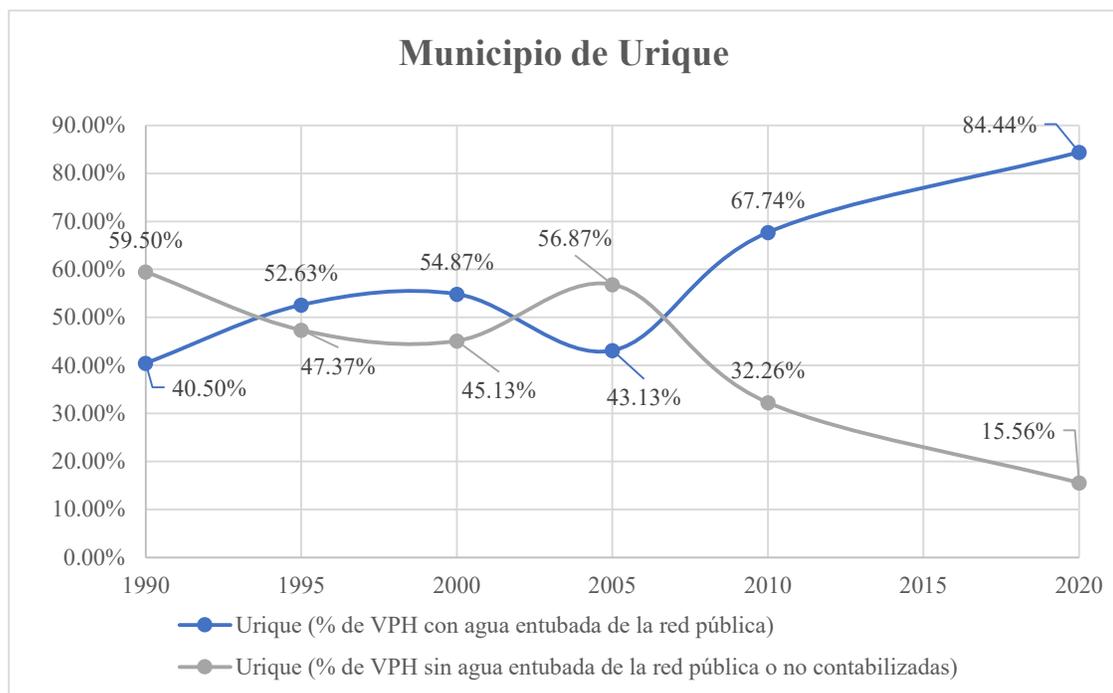


Figura 22. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Urique

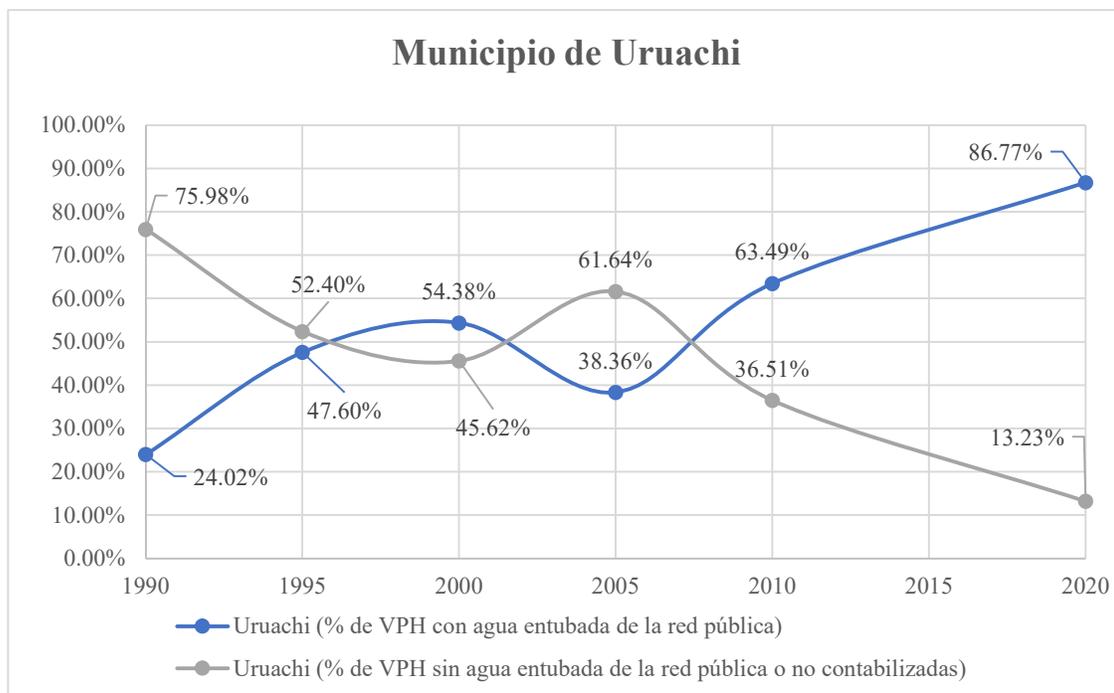


Figura 23. Evolución del acceso al agua potable en el municipio de Uruachi

4.3 Evolución del acceso al servicio de drenaje en el periodo de 1990 al año 2020

Otro elemento importante que comprende esta investigación es la situación del acceso al drenaje en la zona de estudio, se estudiaron los indicadores que nos muestran cómo ha sido el acceso a este servicio a través del periodo en análisis, por lo que se comienza con el indicador Viviendas Particulares con drenaje, que aparece desde el censo del año de 1990, hasta el censo del 2020, el cual se describe como las viviendas particulares habitadas que tienen drenaje conectado a la red pública, fosa séptica, barranca, grieta, río, lago o mar, comprendiendo las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa sola, departamento en edificio, casa en vecindad o cuarto de azotea, vivienda móvil y refugio, cabe mencionar que en los censos de 1990 y 2000 se excluyen viviendas sin información de ocupantes y a los refugios, en los censos de 1995, 2005 y 2010 no se indica esta exclusión y finalmente en el censo del 2020 se indica lo contrario, es decir que se incluye viviendas sin información de ocupantes.

Con base en los porcentajes mostrados en la Tabla No. 7, se indica la evolución del acceso al servicio de drenaje en cada municipio, donde es posible apreciarse en el municipio de Balleza un incremento constante en el porcentaje de viviendas con drenaje a lo largo de los

años, se observa que pasó de un 12.94% en 1990 a un 53.96% en 2020, lo cual muestra un progreso significativo en la disponibilidad de este servicio básico para este municipio, en Batopilas, el porcentaje fluctuó durante el período analizado, pero se registró un aumento general en el acceso al drenaje, aunque el valor en 2020 (22.60%) es mayor que el de 1990 (7.47%), aún queda espacio para mejoras en términos de cobertura de drenaje ya que es un valor bajo, continuando con municipios que experimentaron un crecimiento constante en el porcentaje de viviendas con drenaje, se observa Bocoyna pasando de un 12.36% en 1990 a un 65.03% en 2020, continuando con Carichí, donde aumentó de un 13.06% en 1990 a un 53.45% en 2020, lo cual indica mejoras considerables en el acceso al servicio, otro de los municipios que mostró un crecimiento significativo en el porcentaje mencionado, fue Chínipas, pasando de un 6.71% en 1990 a un 63.68% en 2020, luego el municipio de Guachochi en el cual el porcentaje aumentó de un 16.27% en 1990 a un 56.27% en 2020, así mismo, en Guadalupe y Calvo, el porcentaje de viviendas con drenaje fue en aumento desde 1990 hasta 2020, sin embargo, el crecimiento fue más lento en comparación con otros municipios, alcanzando un 49.17 % en 2020. A su vez, Guazapares tuvo un crecimiento notable, comenzando con un 9.35 % en 1990 a un 60.04 % en 2020 y Maguarichi, observándose un aumento del porcentaje de 1.30 % en 1990 a un 53.32 % en 2020.

Por otro lado, se resalta el municipio Morelos, el cual muestra un patrón irregular en el porcentaje de viviendas con drenaje a lo largo del tiempo, presentó fluctuaciones, pero se registró un aumento general, pasando de un 5.24 % en 1990 a un 45.24 % en 2020, después se observa Nonoava, ubicándose como el municipio de la zona de estudio con el mayor porcentaje de viviendas particulares con drenaje en el año 2020, este municipio tuvo un crecimiento de un 6.87 % en 1990 a un 81.55 % en 2020, indicando un progreso significativo en la cobertura del servicio.

Por último, se encuentran los municipios de Urique y Uruachi, en los cuales se observa también un aumento constante, presentándose en Urique los porcentajes desde un 10.29 % en 1990 a un 48.34 % en 2020, mientras que en Uruachi el aumento fue de un 3.72 % en 1990 a un 39.48 % en 2020, lo cual refleja mejoras considerables en la cobertura del servicio, no obstante, es importante destacar que se encuentran los dos municipios por debajo del 50% de cobertura para el último año de estudio.

En general, se observa un progreso en el acceso al drenaje en la mayoría de los municipios de la zona de estudio durante el período de 1990 a 2020. Sin embargo, aún existen municipios que presentan un porcentaje relativamente bajo de viviendas con drenaje, lo que indica la necesidad continua de mejorar y expandir la cobertura del servicio en esas áreas.

Tabla 9. Porcentaje de viviendas particulares con drenaje, evolución a través de los años 1990-2020

Municipio	1990	1995	2000	2005	2010	2020
Balleza	12.94 %	19.54 %	23.95 %	27.34 %	32.76 %	53.96 %
Batopilas	7.47 %	18.15 %	9.76 %	14.14 %	14.09 %	22.60%
Bocoyna	12.36 %	21.01 %	27.05 %	33.15 %	49.80 %	65.03 %
Carichí	13.06 %	14.37 %	28.48 %	35.80 %	41.49 %	53.45 %
Chínipas	6.71 %	7.20 %	12.22 %	15.88 %	27.90 %	63.68 %
Guachochi	16.27 %	18.44 %	21.24 %	24.15 %	31.41 %	56.27 %
Guadalupe y Calvo	10.07 %	13.34 %	16.80 %	27.64 %	41.40 %	49.17 %
Guazapares	9.35 %	4.72 %	8.97 %	22.91 %	23.78 %	60.04 %
Maguarichi	1.30 %	11.89 %	11.35 %	17.42 %	43.26 %	53.32 %
Morelos	5.24 %	17.27 %	8.25 %	3.57 %	34.11 %	45.24 %
Nonoava	6.87 %	20.80 %	33.00 %	50.97 %	66.32 %	81.55 %
Urique	10.29 %	12.50 %	19.83 %	27.72 %	32.35 %	48.34 %
Uruachi	3.72 %	5.04 %	12.05 %	17.23 %	28.41 %	39.48 %

De la misma forma que en el análisis de los indicadores del acceso al agua potable, al estudiar los censos se encontró un nuevo indicador a partir del año 2005 relacionado con el servicio del drenaje, este pertenece a la categoría viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje y comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

En la Tabla No. 10 se muestra la evolución a través de los años 2005, 2010 y 2020 del porcentaje de viviendas particulares sin drenaje, es decir, viviendas que no tienen acceso a un sistema de alcantarillado o una conexión adecuada para el desecho de aguas residuales.

En el año 2005, se observa que la mayoría de los municipios presentan porcentajes altos de viviendas sin drenaje. Por ejemplo, en Balleza, el 69.09 % de las viviendas no tenían acceso a un sistema de drenaje. Otros municipios con porcentajes elevados incluyen Batopilas (83.29 %), Chínipas (80.96 %), Guachochi (73.77 %), Guazapares (74.25 %), Maguarichi (82.39 %), y Morelos (94.46 %).

A medida que avanzan los años, se puede observar una tendencia a la disminución de los porcentajes de viviendas sin drenaje en la mayoría de los municipios. Para el año 2020, se han realizado avances significativos en la implementación de sistemas de drenaje. Por ejemplo, en Balleza, el porcentaje disminuyó al 45.69 %, en Batopilas al 75.91 %, en Chínipas al 35.81 %, en Guachochi al 43.45 %, en Guadalupe y Calvo al 50.63 %, en Guazapares al 39.83 %, en Maguarichi al 46.24 %, y en Morelos al 53.96 %.

Sin embargo, cabe destacar que algunos municipios todavía presentan porcentajes relativamente altos de viviendas sin drenaje, aunque han experimentado una disminución a lo largo de los años. Por ejemplo, en Nonoava, el porcentaje de viviendas sin drenaje se redujo al 18.21 % en 2020, es el único municipio del área de estudio que presenta un valor por debajo del 30 %, no obstante, aún representa una cifra relevante en comparación con los demás municipios analizados. Al realizar un desglose del porcentaje en relación con la población total de Nonoava en 2020, que ascendió a 2757 personas, se estima que aproximadamente 500 individuos carecen de acceso a este servicio.

Tabla 10. Porcentaje de viviendas particulares que no disponen de drenaje, evolución a través de los años

Municipio	2005	2010	2020
Balleza	69.09 %	65.12 %	45.69 %
Batopilas	83.29 %	80.15 %	75.91 %
Bocoyna	64.97 %	49.18 %	34.80 %
Carichí	57.31 %	58.27 %	46.01 %
Chínipas	80.96 %	70.50 %	35.81 %
Guachochi	73.77 %	67.60 %	43.45 %
Guadalupe y Calvo	67.45 %	56.44 %	50.63 %
Guazapares	74.25 %	74.37 %	39.83 %
Maguarichi	82.39 %	56.55 %	46.24 %
Morelos	94.46 %	62.47 %	53.96 %
Nonoava	48.47 %	31.49 %	18.21 %
Urique	70.89 %	66.84 %	51.08 %
Uruachi	76.35 %	70.92 %	60.36 %

Con base en la Tabla No. 10 y en los valores obtenidos anteriormente de las viviendas particulares habitadas con drenaje, sin drenaje y no contabilizadas, se realizaron las gráficas mostradas de la figura No. 24 a la figura No. 36, donde se muestra la evolución del acceso al drenaje en cada municipio de la zona en estudio.

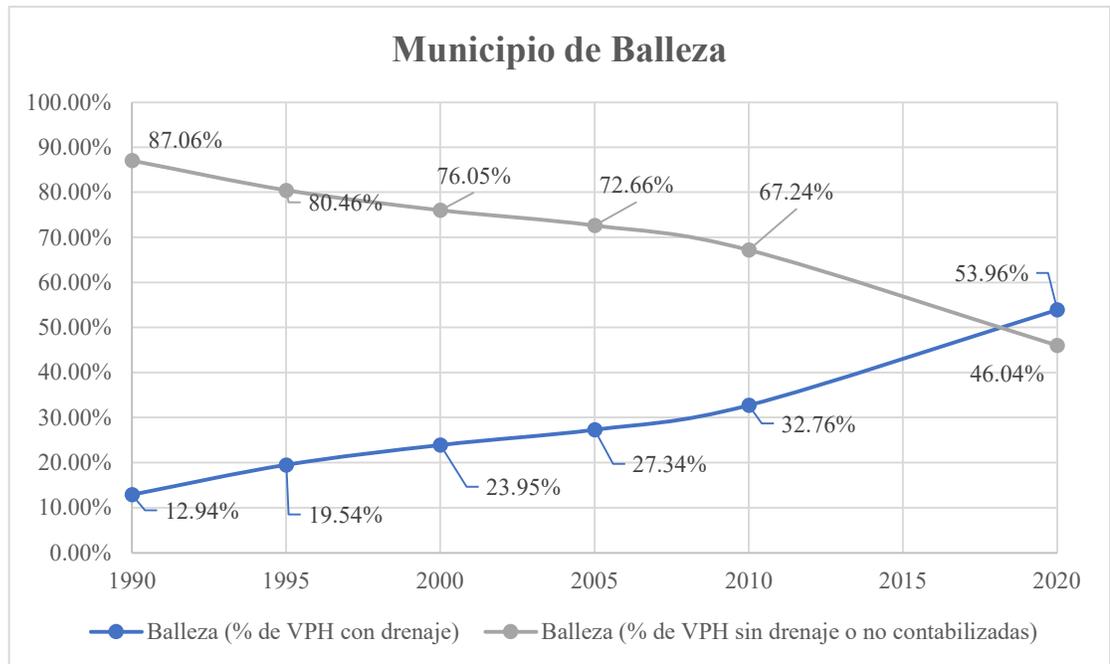


Figura 24. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Balleza

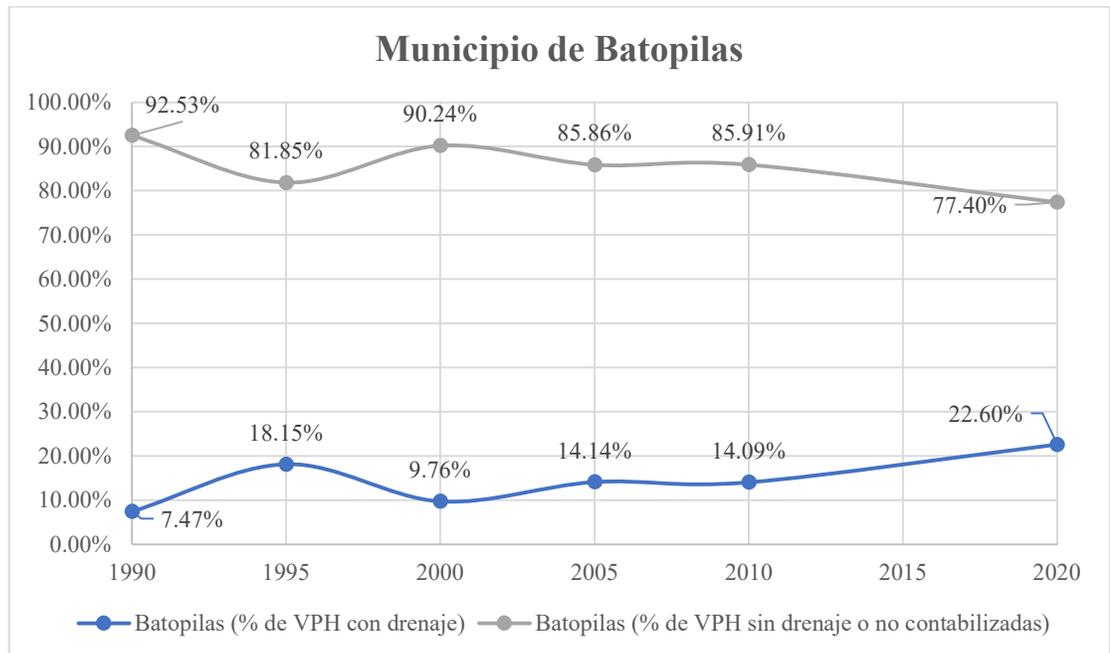


Figura 25. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Batopilas

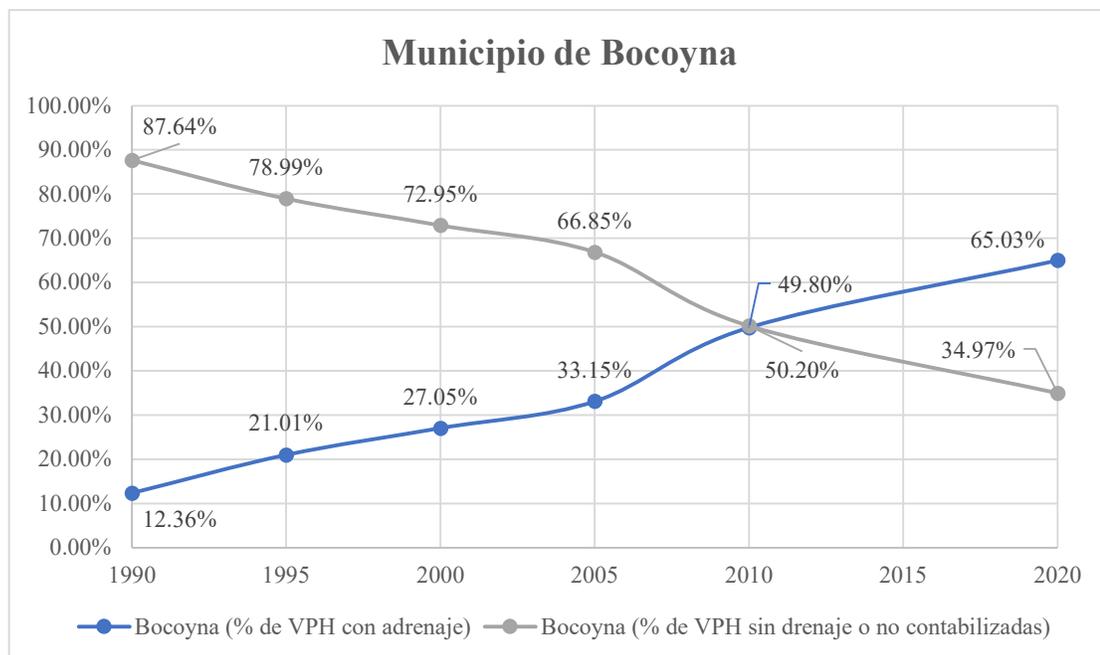


Figura 26. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Bocoyna

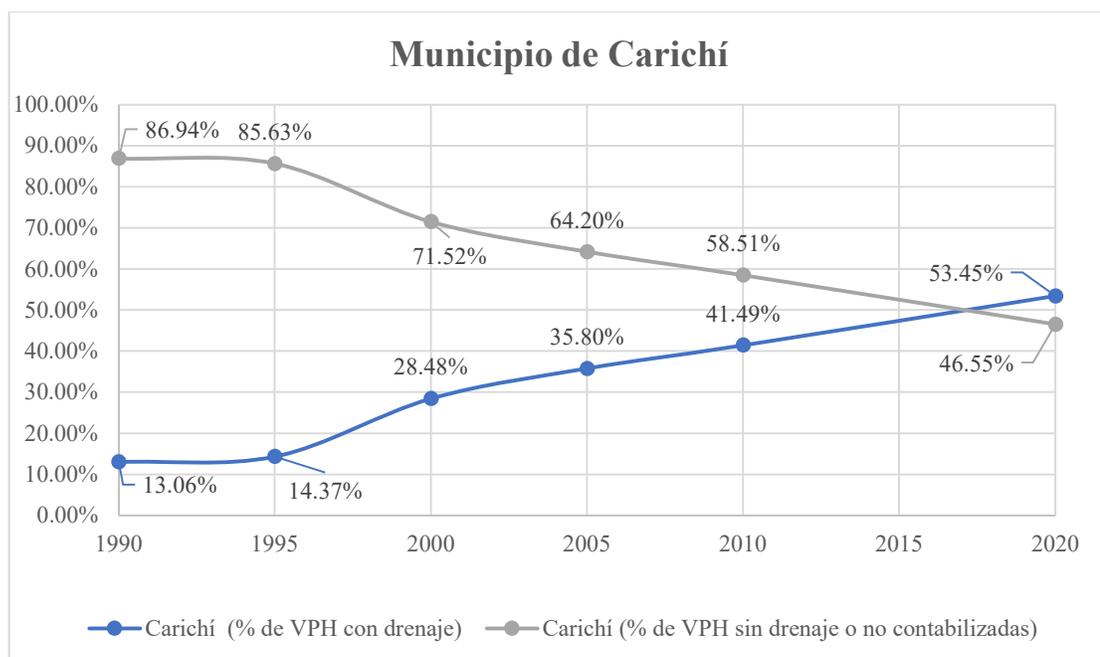


Figura 27. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Carichí

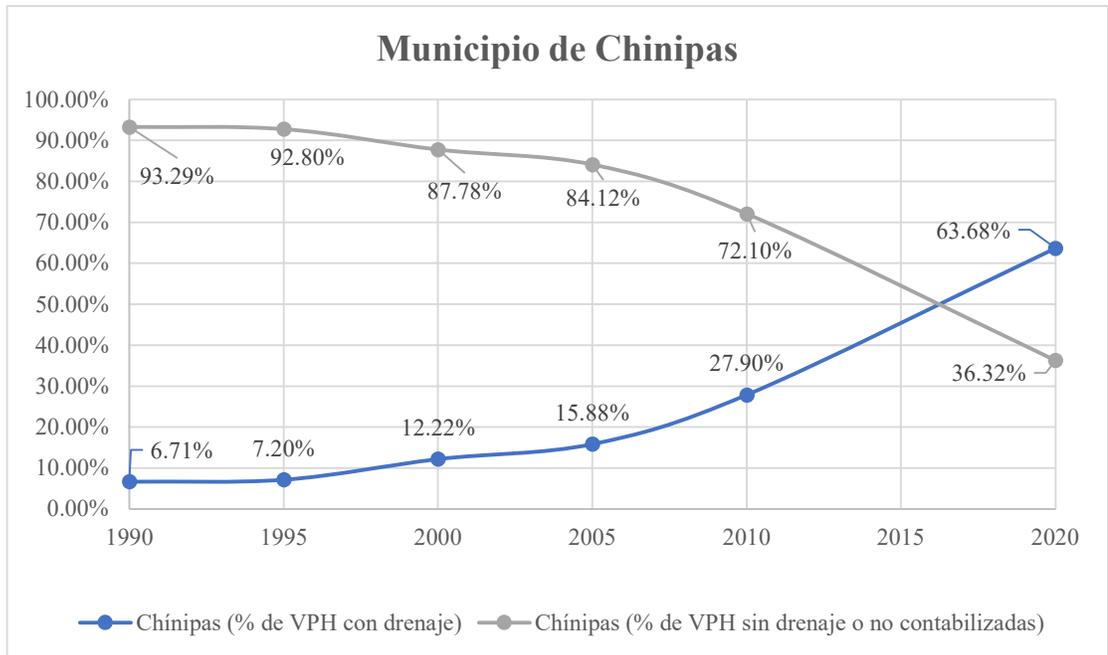


Figura 28. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Chinipas

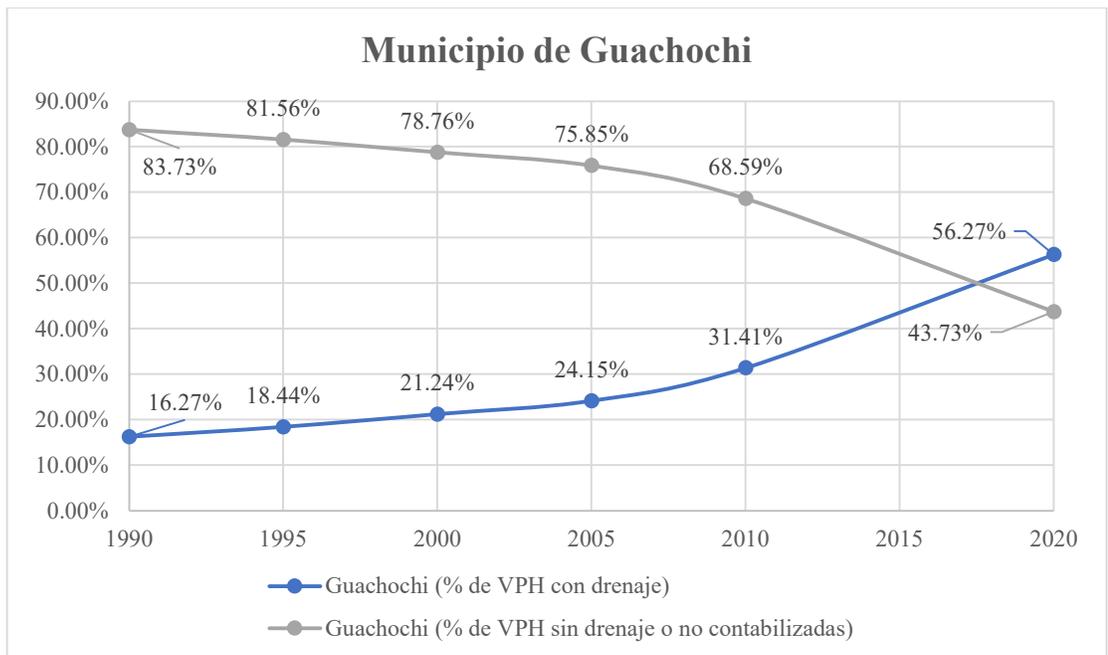


Figura 29. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Guachochi

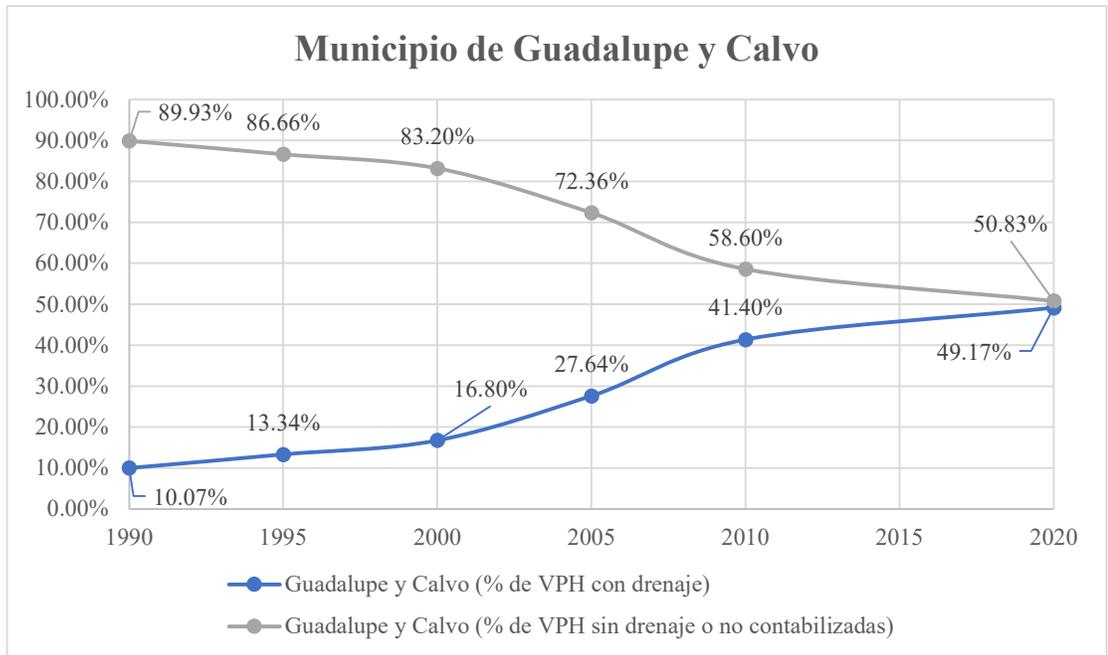


Figura 30. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Guadalupe y Calvo

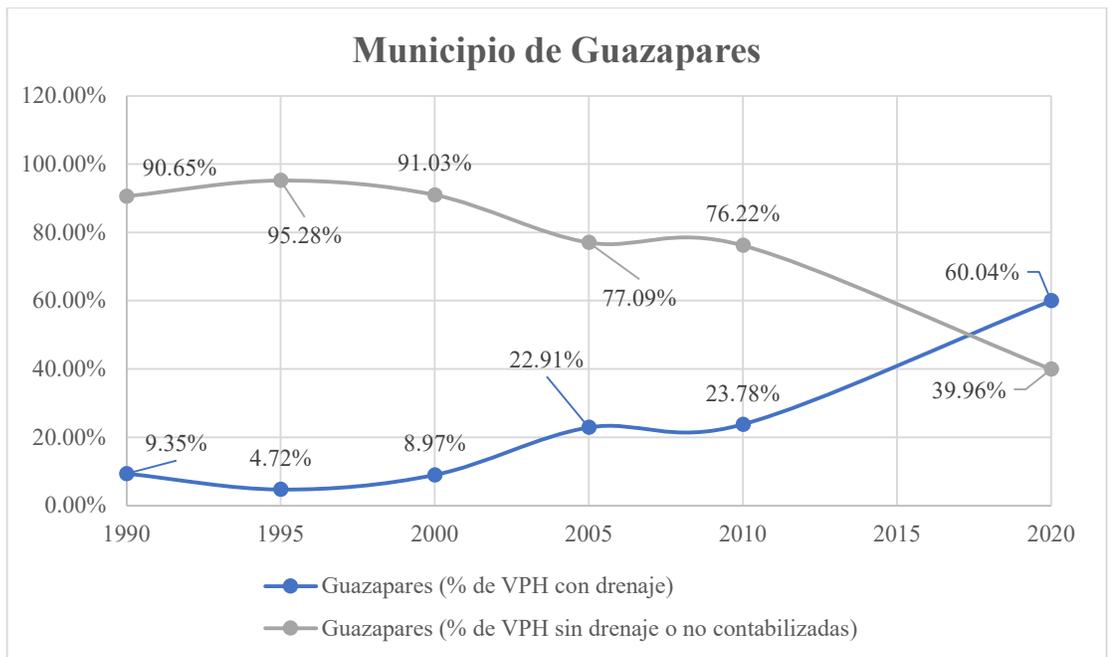


Figura 31. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Guazapares

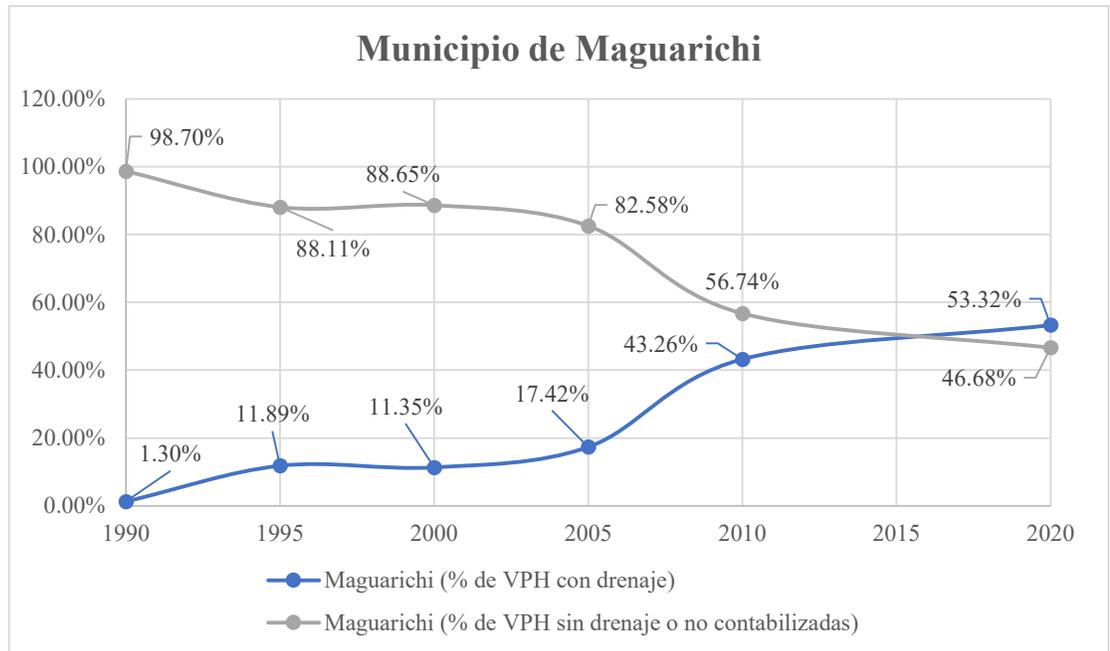


Figura 32. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Maguarichi

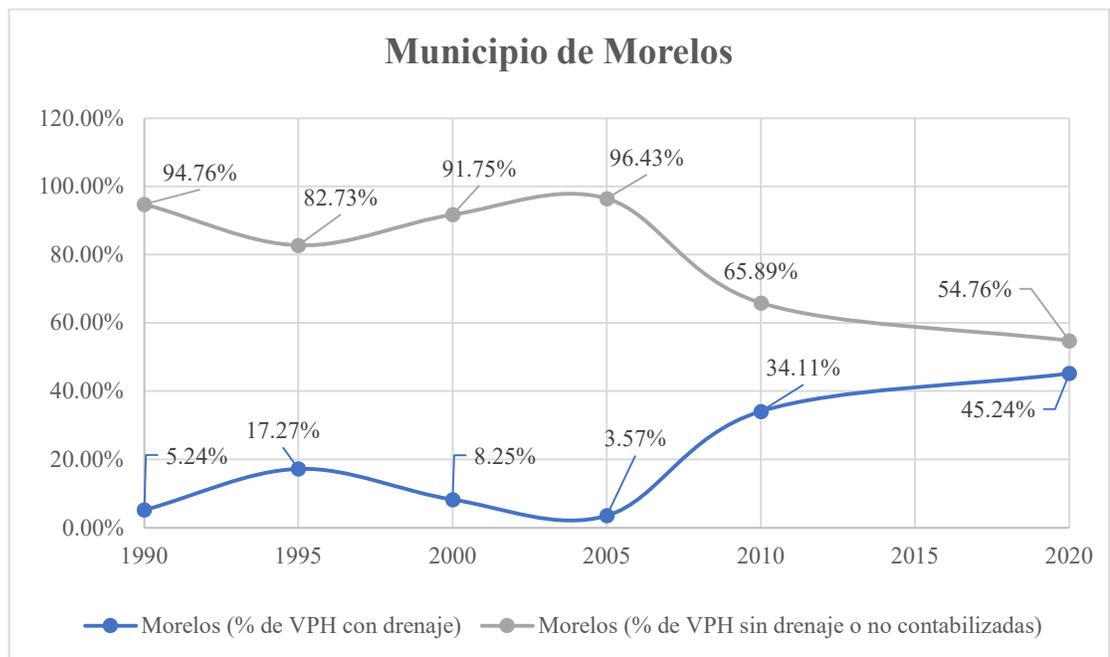


Figura 33. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Morelos

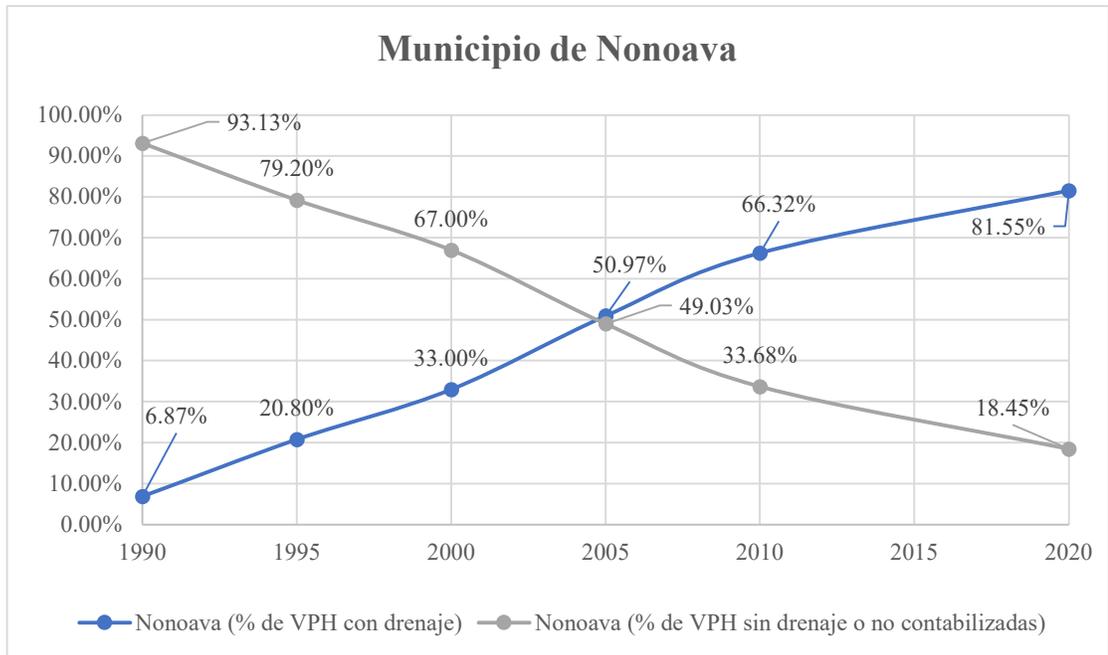


Figura 34. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Nonoava

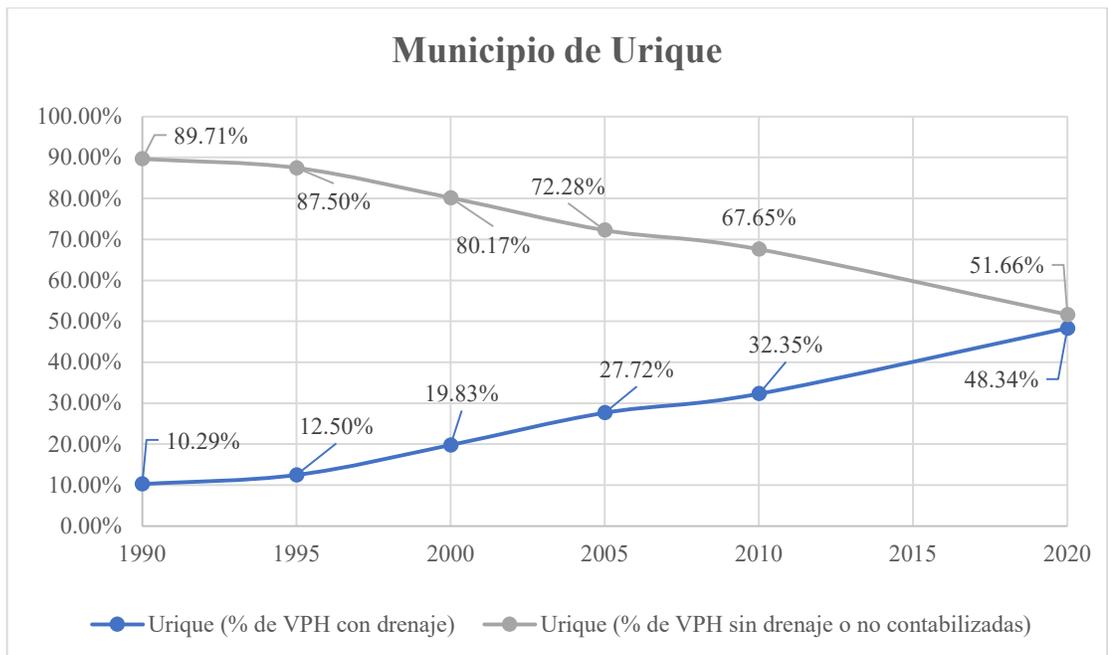


Figura 35. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Urique

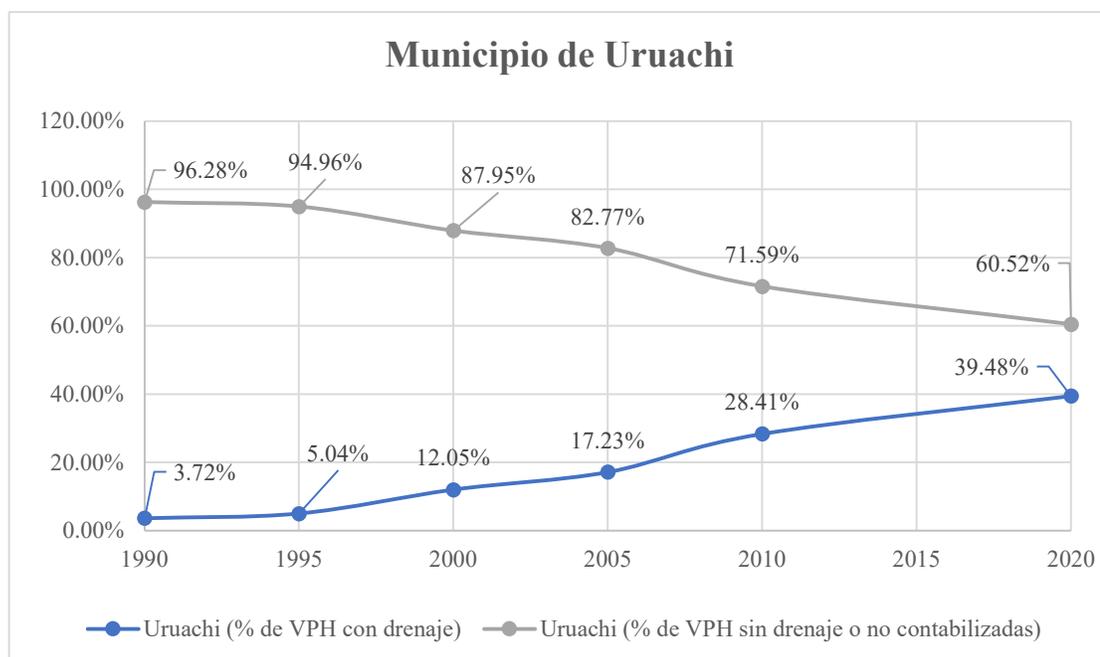


Figura 36. Evolución del acceso al drenaje en el municipio de Uruachi

4.4 Proporción de la población que cuenta con acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados

Conforme a los datos analizados, los cuales se presentaron líneas arriba en la Tabla 5. Porcentaje de viviendas particulares con agua entubada de la red pública, Evolución a través de los años 1990-2020 y en la Tabla 7. Porcentaje de viviendas particulares con drenaje, evolución a través de los años 1990-2020, se extrajeron los datos del año 2020, para presentarlos en la Tabla 9 que se muestra en este apartado, donde se considera el acceso al agua y al drenaje como los servicios de saneamiento e higiene adecuados.

En cuanto al acceso al agua, se observa una variabilidad en los municipios analizados. El porcentaje de viviendas con acceso al agua varía desde el 67.27 % en Balleza hasta el 94.88 % en Nonoava. Al analizar estos datos, se puede inferir que Nonoava es el municipio con el mayor porcentaje de viviendas con acceso al agua, mientras que Balleza tiene el menor porcentaje.

En relación con el acceso al drenaje, también se observa una variación entre los municipios. El porcentaje de viviendas con acceso al drenaje varía desde un valor bajo del 22.60 % en Batopilas hasta el 81.55 % en Nonoava. Nuevamente, Nonoava destaca como el municipio

con el mayor porcentaje de viviendas con acceso al drenaje, en este caso, Batopilas presenta el menor porcentaje.

Al analizar conjuntamente los datos de acceso a servicios de agua y drenaje, se puede observar que Nonoava es el municipio que presenta los porcentajes más altos tanto en acceso al agua como al drenaje, por lo que es importante representar este porcentaje en personas para esclarecer la idea del impacto que se tiene en el municipio que presenta mejores condiciones de acceso a servicios de saneamiento e higiene, al igual que se realizó en el apartado anterior 4.3, con los datos mencionados, se tendría en Nonoava con la población total en 2020, de 2757 personas, una estimación de 135 individuos sin acceso al agua potable y aproximadamente 500 individuos que carecen de acceso al drenaje.

En general, los datos de la Tabla No. 11 indican que hay una variabilidad significativa en el acceso al agua y al drenaje entre los municipios analizados. Estos resultados nos son útiles para identificar áreas de mejora y orientar las políticas públicas en materia de infraestructura sanitaria en cada municipio. Además, destacan la importancia de garantizar el acceso universal al agua potable y al sistema de drenaje como aspectos clave para el bienestar y la calidad de vida de la población.

Tabla 11. Porcentaje de viviendas particulares con acceso al agua y drenaje año 2020

Municipio	Agua	Drenaje
Balleza	67.27 %	53.96 %
Batopilas	75.42 %	22.60 %
Bocoyna	84.21 %	65.03 %
Carichí	72.11 %	53.45 %
Chínipas	90.32 %	63.68 %
Guachochi	71.78 %	56.27 %
Guadalupe y Calvo	91.34 %	49.17 %
Guazapares	88.21 %	60.04 %
Maguarichi	80.31 %	53.32 %
Morelos	87.26 %	45.24 %
Nonoava	94.88 %	81.55 %
Urique	84.44 %	48.34 %
Uruachi	86.77 %	39.48 %

5 ANÁLISIS DE METAS E INDICADORES EN CENSOS Y CONTEOS DEL INEGI RELACIONADOS CON EL CUMPLIMIENTO DEL ODS6

Retomando el apartado 2.6 de la presente tesis, donde se expuso el objeto del ODS6, así como sus metas, y también tomando en cuenta la evaluación realizada en el capítulo inmediato anterior, en cuanto al acceso al agua potable y alcantarillado sanitario en la zona de estudio, conforme a lo reportado en los censos y conteos del INEGI, en este apartado se revisa cada meta del ODS6, identificándose los parámetros que requiere su evaluación.

Para lo anterior, y con base en la Guía para el monitoreo integrado del *ODS6 sobre agua y saneamiento, Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos* (UNWATER, 2017), se se analiza(n) el (los) concepto(s) y se definen los requerimientos de cada meta.

5.1 Meta 6.1 Lograr para el año 2030, el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos

Es necesario contar con el agua suficiente para cubrir las necesidades domésticas de manera segura; agua para beber, cocinar, preparación de alimentos e higiene personal, también indica que sea potable, lo que significa que no debe contener agentes patógenos ni niveles elevados de productos químicos tóxicos en ningún momento, además, debe estar cercana al hogar (ONU-DAES, 2002) como se menciona en el Capítulo 1. Antecedentes, de este trabajo.

De acuerdo con las Guías para la calidad del agua de consumo de la Organización Mundial de la Salud (2022), el agua segura es la que no representa riesgos de salud significativos por su consumo a lo largo de la vida, incluyendo la sensibilidad cambiante que tiene lugar en las diferentes etapas de la vida, por lo que la guía recomienda el desarrollo de marcos legales, regulatorios o normativos locales, que pueden variar de un país a otro. Considerando lo anterior, en el caso de México el agua segura deberá cumplir con los requerimientos de calidad que establecen las normas:

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-2020, Agua para uso y consumo humano. Control de la calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua.

Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2015, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.

Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

Al ser universal se refiere a que contempla todos los contextos y circunstancias, incluye hogar, escuela, centros de atención sanitaria y lugar de trabajo, refiriéndose a todos los entornos, lugares y escenarios de cobertura (OPS, 2023), al ser equitativo supone una reducción y eliminación de manera progresiva de las desigualdades demográficas, por otro lado, la expresión de asequibilidad implica que el costo de los servicios no debe ser impedimento para acceder a ellos ni para cubrir las necesidades básicas del ser humano, y por último, para todos quiere decir que puede ser utilizada por todas las personas, mujeres, hombres, niñas y niños de todas las edades sin discriminar por discapacidad (ONU-DAES, 2002).

Adicionalmente, por equitativo se refiere también a justicia, lo que implica que se atiendan las necesidades de cada grupo, reconociendo sus necesidades específicas, lo que diferencia equidad de igualdad (INMUJERES, 2023), lo cual implica que las necesidades en cuanto al acceso al agua pueden ser distintas para diferentes grupos de personas.

Indicador mundial 6.1.1.a Proporción de la población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura

Este indicador evalúa el porcentaje de personas en una determinada área geográfica que cuentan con un suministro de agua potable que cumple con los estándares de calidad, seguridad y equidad establecidos (SINA, 2019)

Es posible desglosar este indicador por nivel de servicio: *sin servicios, servicios limitados, servicios básicos, servicios gestionados de manera segura*. Se clasifica como servicio *básico*, al agua potable de una fuente mejorada que no cumple con los criterios que se describieron anteriormente, de acuerdo con los términos que describen las instalaciones de saneamiento

respecto a las metas que se plantea el ODS 6, una fuente mejorada es aquella que, por su construcción, garantiza una separación higiénica de la materia fecal y evita que el ser humano tenga contacto directo, (WeAreWater, 2022). Se dice que el servicio es *limitado* cuando el trayecto de ida y vuelta para recoger agua no supera los 30 minutos, incluida la correspondiente fila de espera, en los casos donde la fuente de agua potable mejorada se sitúa más lejos, se considera que el servicio es *limitado* (OMS, 2017). Al clasificar este indicador, se facilita el monitoreo del acceso de agua potable para todos, al igual que los aspectos de asequibilidad, es necesario que los datos se categoricen para reflejar las desigualdades entre estratos socioeconómicos y por localización geográfica.

Para complementar este indicador en determinadas regiones, resultaría de utilidad incluir los datos de tiempo y distancia para recoger el agua con la finalidad de analizar el nivel de servicio. También es esencial monitorear este indicador en diferentes lugares del desarrollo personal del ser humano, como lo son, instituciones educativas, centros de salud y espacios laborales.

De acuerdo con el análisis el indicador actualmente se puede monitorear de manera parcial, es decir, la información disponible en censos y otras bases de datos oficiales, no permite la evaluación del indicador en su dimensión o conceptualización total. Se puede saber la cobertura del servicio, así como algunas subclasificaciones en cuanto a la accesibilidad, pero no se dimensiona la descripción del indicador a cabalidad.

5.2 Meta 6.2 Lograr para el año 2030, el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad

Esta meta se refiere normativamente a la existencia de las instalaciones y servicios para la gestión y la eliminación de heces humanas sin riesgos, las cuales deben estar cerca de los hogares y que el acceso a las mismas sea fácilmente posible cuando sea requerido, al incluir higiene, se refiere a las condiciones prácticas que contribuyen a la conservación de la salud de las personas, así como, a evitar la transmisión de enfermedades, incluyendo el lavado de manos, la gestión de higiene menstrual de las mujeres y la higiene en los alimentos (Jiménez-Cisneros & Chávez-Mejía, 2017). Al considerarse adecuados y equitativos, implica en primer

lugar que el sistema separe de manera higienica los desechos de excrementos para evitar el contacto con las personas y los reutilice o trate de manera segura, ya sea en sitio o a traves del traslato y tratamiento a otro sitio, en segundo lugar, la equidad implica reduccion y eliminacion progresivamente de la desigualdad entre grupos demograficos (OMS, 2019). Al igual que en el indicador analizado previamente, entramos en el termino para todos, lo que significa que es para uso de mujeres, hombres, niñas y niños, si excluir edades o discapacidad alguna. Aquí se trata de poner fin al deposito de los excrementos de las personas en el campo, la maleza, playa o cualquier espacio abierto, se define la necesidad de expulsarlos directamente a un canal de drenaje o tirarlos envueltos en material temporal (UNICEF, 2020). Este indicador resalta atención prioritaria a las necesidades de niñas y mujeres, quienes, en numerosos contextos, asumen la responsabilidad principal en la recolección de agua. La meta es garantizar que puedan gestionar sus requerimientos en materia de saneamiento e higiene de manera digna y segura. Asimismo, resulta fundamental incorporar un enfoque inclusivo que contemple a las poblaciones en situación de vulnerabilidad, a fin de asegurar el acceso equitativo a servicios adecuados de agua potable, saneamiento e higiene. (UNICEF, 2023)

Indicador mundial 6.2.1. Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y jabón

Para el monitoreo de este indicador es necesario utilizar dos subindicadores: la proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura y la proporción de la población que dispone de instalaciones básicas para lavarse las manos en su domicilio. Definiendo al primero como la población con acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas en sus hogares, sin compartir con otras familias y en las que hay tratamiento y eliminación de los excrementos de forma segura en sitio o son trasladados para ello a otro lugar. Las instalaciones de saneamiento mejoradas contemplan inodoros con cisterna o de cierre hidráulico con evacuación a sistemas de alcantarillado, tanques sépticos y letrinas de pozo excavado, letrinas de pozo mejoradas (letrinas de pozo con losa o ventiladas) o inodoros de compostaje (UNWATER, 2017).

Se clasifica como servicio *básico* a las instalaciones de saneamiento mejoradas que no cumplen los criterios de tratamiento descritos, cuando las instalaciones deben compartirse con otras familias, se considera que el servicio es *limitado*. El contar con instalaciones para lavarse las manos es un indicador indirecto de la adopción de prácticas de higiene adecuadas. Refiriéndonos al segundo subindicador, los hogares que disponen de instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón en el domicilio cumplen los criterios relativos a las instalaciones de higiene *básica*. Una instalación destinada al lavado de manos se define como un sistema diseñado para almacenar, conducir o controlar el flujo de agua con el propósito de facilitar esta práctica higiénica esencial (UNSD, 2021).

En cuanto a las variables que tenemos disponibles en México para medir este indicador, podemos observar lo siguiente:

Herramientas y variables disponibles

1. Acceso a Agua Entubada: las variables relacionadas con el acceso a agua entubada que se tiene en los diferentes censos analizados son una herramienta valiosa, sin embargo, es importante distinguir entre tener agua entubada y tener acceso a agua entubada gestionada de manera segura para el saneamiento.
2. Ubicación de las Instalaciones de Agua: la información sobre si el agua entubada está dentro o fuera de la vivienda, así como su origen (servicio público, pipa, pozo, etc.), puede proporcionar detalles adicionales sobre la calidad y accesibilidad del servicio, sin embargo, este nivel de detalle se presenta hasta el censo del año 2010.
3. Viviendas con drenaje: en todos los censos analizados se cuenta con el dato de las viviendas con acceso al servicio de drenaje.
4. Instalaciones sanitarias como escusado o letrinas; a partir del censo de 2010 se incluye la variable que indica las viviendas que incluyen escusado, ya en el censo del 2020 se especifica también las viviendas con letrina, esto es importante ya que se agregan variables clave para tener conocer con mayor detalle la forma de tratar y/o eliminar los excrementos, sin embargo, es necesario ampliar información y detallar para determinar si esta forma se puede considerar como segura conforme se considera en el indicador 6.2.1.

Herramientas que se necesitan

Para poder hacer la evaluación de este indicador, en la información analizada en los diferentes censos que se han realizado en México, se observa que hace falta datos en relación a la presencia de instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón en los hogares, así como, detallar estos datos para poder definir si los servicios de saneamiento gestionados y las instalaciones para lavarse las manos en su domicilio son básicos, limitados, sin servicio o si hay ausencia de instalaciones como lo marcan los parámetros para evaluar el indicador 6.2.1.

De acuerdo con el análisis el indicador actualmente se puede monitorear de manera parcial, es decir, la información disponible en censos y otras bases de datos oficiales, no permite la evaluación del indicador en su dimensión o conceptualización total. Se puede saber la cobertura del servicio, así como algunas subclasificaciones en cuanto a la accesibilidad, pero no se dimensiona la descripción del indicador a cabalidad.

5.3 Meta 6.3 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

Esta meta define los objetivos a lograr para mejorar la calidad del agua a nivel global. Para alcanzarla, se busca disminuir la presencia de sustancias nocivas en el agua, como productos químicos y materiales peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el medioambiente; también se plantea la eliminación de la descarga directa de sustancias contaminantes al agua, evitando así la contaminación y asegurando la protección de los recursos hídricos; otro punto de enfoque de esta meta es la minimización de la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, buscando reducir al máximo las emisiones de sustancias que pueden ser perjudiciales para la calidad del agua, evitando su liberación al entorno. (PS-EAU, 2016). Otro de sus objetivos es el tratamiento de aguas residuales, con el que se pretende reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales que no son tratadas adecuadamente, garantizando así, que las aguas residuales sean tratadas antes de su descarga al medioambiente. También busca el aumento del reciclado y la reutilización, aumentando de manera significativa la

cantidad de agua que se recicla y reutiliza de forma segura, promoviendo la conservación de los recursos hídricos y reduciendo la demanda de agua fresca (UNWATER, 2017).

Indicador mundial 6.3.1. Porcentaje de aguas residuales tratadas de manera segura

Este indicador permite medir el porcentaje de aguas residuales generadas tanto por los hogares, incluidas las aguas cloacales y los lodos fecales como por las actividades productivas, que son sometidas a procesos de tratamiento seguro conforme a los estándares establecidos. El componente de este indicador es referente a los hogares, cuyo monitoreo forma parte de la cadena sanitaria, conlleva una relación directa con el indicador 6.2.1 (OMS O.-H. y., 2021).

Para facilitar el seguimiento de este indicador, el tratamiento, se puede categorizar en primario, secundario o terciario de acuerdo con la tecnología empleada; también se desglosa en hogares y por distintas actividades económicas, con relación al desempeño en algunos países y a través del medio o cuerpo receptor ya sea agua dulce, mar o suelo. En virtud de comprender plenamente la finalidad de esta meta, es necesario integrar indicadores sobre el reciclado del agua y su reutilización en diferentes actividades socioeconómicas, relacionándolo con los indicadores 6.4.1, sobre la eficiencia del uso del agua, y el 6.4.2, sobre el estrés por escasez de agua (UNWATER, 2017).

En relación con las variables disponibles en México para medir el indicador mundial 6.3.1, es posible acceder a la información de la Comisión Nacional del Agua, para observar los datos de las plantas de tratamiento de agua residual existentes y conocer sus características y estado de operación. La información referente a la zona en estudio se muestra en las Tabla No. 12 y No. 12a.

Tabla 12. Información de Plantas de Tratamiento de Agua Residual en la zona de estudio P.1.
(Comisión Nacional del Agua, 2023) (Continúa).

ID PTAR	Municipio	Nombre de la PTAR	Región Hidrológico Administrativa	Año de inicio de construcción	Año de Inicio de Operación	Estado de operación
08-1122	Uruachi	Uruachi	Noroeste	1980	1980	Activa
08-1513	Batopilas	Batopilas	Pacífico Norte	2001	2001	Activa
08-1830	Maguarichi	Maguarichi	Pacífico Norte	2020	2020	Fuera de Operación
08-193	Balleza	Balleza	Río Bravo	2006	2007	Activa
08-195	Carichí	Carichí	Río Bravo	1985	1985	Baja
08-2063	Chínipas	Chínipas	Pacífico Norte	2015	2016	Activa
08-2076	Urique	Urique	Pacífico Norte	2005	2005	Activa
08-213	Nonoava	Nonoava	Río Bravo	2009	2009	Activa
08-2347	Guazapares	Guazapares	Pacífico Norte	2005	2006	Activa
08-2665	Bocoyna	Bocoyna	Río Bravo	2006	2007	Activa
08-4104	Guachochi	Guachochi	Pacífico Norte	2009	2016	Fuera de Operación
08-4105	Guadalupe y Calvo	Guadalupe y Calvo	Pacífico Norte	2014	2014	Fuera de Operación
08-4109	Morelos	Morelos	Pacífico Norte	2016	2016	Activa
08-5376	Maguarichi	Maguarichi	Pacífico Norte	2020	2020	Fuera de Operación
	Carichí	Carichí	Río Bravo	2022	2023	Activa

Tabla 12a. Información de Plantas de Tratamiento de Agua Residual en la zona de estudio P.2.
(Comisión Nacional del Agua, 2023) (Continuación)

Nombre de la PTAR	Proceso de tratamiento del agua residual	Descripción del Proceso de Tratamiento de Agua Residual	Nombre del cuerpo receptor principal	Reúso Indirecto Agrícola (l/s)	Suma de gastos de aprovechamiento (l/s)
Uruachi	Humedal	Sedimentación + Wetland	Río Fuerte	0.9	0.90
Batopilas	Humedal	Sedimentación + Wetland	Río Batopilas	1.7	1.70
Maguarichi	Humedal	Humedales (Wetland)	Río Oteros	0	0.00
Balleza	Lagunas facultativas	Lagunas de Estabilización	Río Balleza	7	7.00
Carichí	Lagunas facultativas	Pretratamiento, (P)Lagunas de sedimentación, (S) laguna facultativa.	Río Carichí	0	0.00
Chínipas	Humedal	Pretratamiento rejillas, (TP)Lagunas anaerobias (2)	Río Chínipas	4.7	4.70
Urique	Humedal	Sedimentación + Wetland	Río Fuerte	2.1	2.10
Nonoava	Lagunas facultativas	Lagunas de Estabilización	Río Nonoava	1.5	1.50
Guazapares	Lagunas facultativas	Lagunas de Estabilización	Arroyo local	0.3	0.30
Bocoyna	Humedal	Pretratamiento, Lagunas Anaerobias + Laguna facultativa	Río Bocoyna	1.8	1.80
Guachochi	Lagunas facultativas	Lagunas de Estabilización	Arroyo local	0	0.00
Guadalupe y Calvo	Lagunas aireadas	Lagunas Aireadas	Arroyo Agua Blanca	0	0.00
Morelos	Lagunas facultativas	Lagunas de Estabilización	Río Morelos	1	1.00
Maguarichi	Lagunas facultativas	Humedales	Río Oteros	0	0.00
Carichí	Lagunas facultativas	Laguna de Sedimentación y Humedal	Río Carichí	5.4	5.40

De acuerdo con la información mostrada en las Tablas No. 12 y No. 12a, en la zona de estudio existen plantas de tratamiento de aguas residuales, la mayoría están activas, lo que indica un compromiso continuo con el tratamiento de aguas residuales en estos municipios.

Las PTAR de Maguarichi (dos de ellas), Guachochi y Guadalupe y Calvo están fuera de operación.

Se utilizan diferentes tecnologías de tratamiento, como lagunas facultativas, humedales, lagunas de estabilización y lagunas aireadas. Es importante destacar que las tecnologías varían entre municipios, lo que puede deberse a factores como la disponibilidad de recursos, el tamaño de la población y las características geográficas.

La capacidad instalada y el caudal tratado varían entre las PTAR, lo que puede deberse a la capacidad de la planta y a la cantidad de aguas residuales generadas en cada municipio. Es positivo observar que la mayoría de las PTAR están tratando una proporción significativa del caudal para el cual fueron diseñadas.

Algunas PTAR están utilizando el agua tratada para reúso indirecto agrícola, lo que contribuye a la sostenibilidad del recurso hídrico, no se indica que haya algún tipo de reúso industrial o urbano.

El reúso del agua es una práctica clave que puede ayudar a abordar el estrés por escasez de agua y mejorar la eficiencia del uso del agua, como se menciona en relación con los indicadores 6.4.1 y 6.4.2.

Indicador mundial 6.3.2. Porcentaje de masas de agua de buena calidad

A través de este indicador, se evalúa en porcentaje de masa de agua designada y monitoreada en buena calidad del país, determinando la calidad del agua en función de 5 parámetros cuando se trata de agua superficial (oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo y pH) y de 3 parámetros en el caso de las masas subterráneas (la conductividad eléctrica, el nitrato y el pH) (UNWATER, 2017). Clasificando las masas de agua de la siguiente forma (ANA, 2022):

Buena: Se considera que la calidad del cuerpo de agua es buena cuando más del 80 % de las mediciones realizadas cumplen con los valores establecidos como meta, lo que implica que

los parámetros de calidad se mantienen dentro de los límites aceptables al menos durante el 80 % del periodo evaluado.

Mala: Cuando las metas no se cumplen el 80% del tiempo.

Cuando se dispone de los datos necesarios, esta meta puede categorizarse o desglosarse por demarcación hidrográfica.

Las variables con las que contamos en México para evaluar la calidad de agua son en base a cuatro indicadores; a Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO₅), la Demanda Química de Oxígeno (DQO), los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) (CONAGUA, 2019). Existen sitios de monitoreo de calidad del agua distribuidos en todo el país, ubicados en zonas con alta influencia antropogénica.

Si bien los parámetros específicos utilizados en México, como la demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos suspendidos totales (SST) y los coliformes fecales (CF), no coinciden de manera exacta con los considerados en el indicador global 6.3.2, varios de ellos pueden aportar información significativa para evaluar la calidad del agua en el contexto nacional. Por ejemplo, la DBO₅ y la DQO están relacionadas con la demanda de oxígeno y pueden indicar la presencia de contaminantes orgánicos (CONAGUA, 2019). Por lo tanto, evidentemente existen diferencias en parámetros, es posible que los parámetros utilizados en México no consideren todos los aspectos evaluados en el indicador global 6.3.2, sin embargo, se tiene un avance importante.

Otro aspecto por revisar es la red de monitoreo es adecuada para la evaluación del indicador o si se requiere incrementar el número de sitios de muestro; lo mismo se debe realizar en cuanto a la periodicidad del muestro y análisis de la calidad del agua.

5.4 Meta 6.4 Aumentar considerablemente para el año 2030, 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.

Conlleva minimizar el consumo de agua en los procesos de producción de los diferentes sectores económicos de un país, lo que supone la disminución de la dependencia del crecimiento económico con respecto al aumento de las extracciones de agua, implica una relación con el concepto de producción y consumo sostenible (CODIA, 2023), aquí se incluye todas las actividades económicas, según las categorías de la clasificación industrial internacional uniforme (CIIU) de todas las actividades económicas. El asegurar la sostenibilidad de la extracción define que las extracciones de agua no deben conducir a un agotamiento permanente del agua, en consideración de las necesidades hídricas del medioambiente, por otro lado, al asegurar el abastecimiento de agua dulce alude como factor clave la baja concentración de sales disueltas en el agua superficial y subterránea disponible en el planeta (Muñoz Soria, 2010). Esta meta refiere hacer frente a la escasez de agua, buscando satisfacer plenamente la demanda de todos los sectores incluyendo las necesidades ambientales, considerando que la escasez física de agua es producida al extraer más del 75% de los recursos hídricos disponibles y la escasez económica de agua se produce cuando hay malnutrición, aunque se haya extraído menos del 25% de los recursos hídricos disponibles (Muñoz Soria, 2010). Al reducir considerablemente el número de personas que sufren de falta de agua, se busca concentrarse en la escasez tanto física como económica, para reducir sus efectos en las personas (UNWATER, 2017).

Indicador mundial 6.4.1. Cambio en la eficiencia del uso del agua con el tiempo

Este indicador mide el valor añadido en tipo de cambio dólares de los Estados Unidos, por volumen de agua extraído en metros cúbicos que ha generado con el tiempo una actividad económica determinada, incluyendo el consumo de agua en todas las actividades económicas, con singular atención a la agricultura, la industria y el sector de los servicios (ONU-Agua, 2021). Se recomienda para su monitoreo desglosar los datos por actividad económica.

De acuerdo con las variables existentes para medir el cambio de eficiencia del uso del agua con el tiempo en nuestro país, se cuenta con la información publicada por el INEGI que es concentrada por la CONAGUA, en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el cual contiene los volúmenes concesionados o asignados a los usuarios de aguas nacionales, clasificándolos en los diversos usos del líquido (CONAGUA, 2019). En las Tabla No. 13 y 13a se muestra la agrupación de usos de la clasificación del REPDA, que incluyen los datos disponibles que son parte de los insumos necesarios para evaluar el indicador mundial 6.4.1.

Tabla 13. Agrupación de usos de la clasificación del REPDA P.1 (CONAGUA, 2019).

<i>Clave</i>	<i>Rubro de clasificación del REPDA</i>	<i>Volumen concesionado (Mm³)</i>
A	Agrícola (inscrito+pendiente)	59,950
B	Agroindustrial	4.16
C	Doméstico	38
D	Acuacultura	1,160
E	Servicios	1,637
F1	Industrial	2,694
F2	Termoeléctricas	4,147
G	Pecuario	226
H	Público Urbano	13,056
I	Múltiples	2,927
K	Comercio	0.08
L	Otros	1
Subtotal consuntivo		88,840
J	Hidroeléctricas	182,504
N	Conservación Ecológica	9.46
Subtotal no consuntivo		182,513
Total		271,353

Tabla 13a. Agrupación de usos de la clasificación del REPDA P.2 (CONAGUA, 2019).

<i>Usos agrupados consuntivos</i>	<i>Definición</i>	<i>Volumen concesionado (Mm³)</i>	<i>%</i>
Agrícola	A+D+G+I+L	67,264	75.7
Abastecimiento público	C+H	13,094	15
Industria autoabastecida	B+E+F1+K	4,335	5
Electricidad excluyendo hidroelectricidad	F2	4,147	4.7
Subtotal consuntivo		88,840	100
<i>Uso agrupado no consuntivo</i>			
Hidroeléctricas	J	182,504	
Conservación Ecológica	N	9.46	
Subtotal consuntivo		182,513	
Total		271,353	

El problema es los datos se refieren a los volúmenes concesionados, sin embargo, no necesariamente corresponden con la extracción real, misma que puede llegar a ser mayor al volumen concesionado. Adicionalmente, hace falta medición sistemática de la eficiencia de los sistemas hidráulicos, con lo cual se pueda monitorear la evolución temporal.

Indicador mundial 6.4.2. Nivel de estrés por escasez de agua: extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles

La presión con relación a los niveles de estrés hídrico por escasez de agua es una realidad creciente a escala global, donde se estima que cerca de cuatro mil millones de personas experimentan escasez severa de agua al menos una parte del año (Mekonnen & Hoekstra, 2016).

Este indicador permite monitorear la proporción del total de agua dulce extraída por las distintas actividades económicas en relación con la disponibilidad total de recursos hídricos renovables, considerando además los requerimientos ambientales necesarios para mantener los ecosistemas acuáticos (FAO, 2018). Como se menciona, comprende las extracciones de agua realizadas por todas las actividades económicas centrandó la atención en la agricultura,

la industria manufacturera, la electricidad, la recolección, el tratamiento y el suministro de agua. Los datos para su monitoreo pueden ser categorizados por criterios geográficos, tipo de fuente y por actividad económica. (UNWATER, 2017).

Para la evaluación de este indicador en México, el Sistema Nacional de Información del Agua cuenta con instrumentos de gestión del agua como lo son Indicadores del Programa Nacional Hídrico (PHN) y específicamente los indicadores de los Objetivos de Desarrollo, donde analiza el indicador 6.4.2 clasificándolo como “G” indicador del marco global, mostrando en porcentaje el Nivel de estrés hídrico (SINA, 2020).

Este indicador se evalúa anualmente, en la actualidad se dispone de datos de serie anual de los años 2018, 2019 y 2020 (FAO, 2022). La responsabilidad del cálculo de este indicador recae en diversas instancias del Estado, entre las que se incluyen la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través de su Subdirección General de Administración del Agua, así como la Gerencia de Planificación Hídrica y el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA).

El porcentaje de estrés hídrico se obtiene utilizando la siguiente formula:

$$1. \text{ Estrés Hídrico} = \left(\frac{TFWW}{TRWR - EFR} \right) \times 100$$

Donde:

TFWW = Extracción total de agua dulce, es decir, el volumen de agua dulce extraída de su fuente (ríos, lagos, acuíferos) para la agricultura, las industrias, y los servicios. Considerando los volúmenes de agua otorgados en concesión y registrados en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los cuales están integrados en el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), se establece la base para el análisis y seguimiento de la disponibilidad y uso del recurso hídrico, lo anterior se considera con corte al 31 de diciembre de cada año.

TRWR = Recursos renovables totales de agua dulce; se expresan como la suma de (a) los recursos hídricos renovables internos (IRWR) y (b) los recursos hídricos renovables externos

(ERWR). Para este apartado se considera el escurrimiento natural medio superficial, las entradas y salidas de agua superficial de y hacia otros países, y la recarga de agua subterránea.

EFR = Los Requisitos de Caudales Ambientales (EFR, por sus siglas en inglés) se refieren al volumen y a la duración de los flujos de agua dulce, así como a los niveles asociados, que son necesarios para mantener la funcionalidad ecológica y la integridad de los ecosistemas acuáticos; en este caso se consideran, el caudal ecológico en los sistemas de cuencas y la descarga natural comprometida en acuíferos.

Las variables definidas anteriormente se expresan en millones de metros cúbicos.

5.5 Meta 6.5 Para el año 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

Esta meta se refiere a la formulación de planes para la gestión integrada y el uso eficiente de los recursos hídricos, entendida como una estrategia que promueve el manejo coordinado de los recursos hídricos, terrestres y asociados. Su propósito es optimizar de manera equitativa el bienestar económico y social, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. Este enfoque considera tanto los aspectos hidrológicos y técnicos como las dimensiones socioeconómicas, políticas y ambientales, y debe aplicarse en todos los niveles de gobernanza, desde las instancias nacionales hasta las administraciones locales, incluyendo autoridades de cuenca y actores involucrados (GWP, 2000). La meta subraya la importancia de la cooperación internacional, destacando la obligación de los Estados de colaborar en la gestión de los recursos hídricos transfronterizos, conforme a los principios establecidos en los marcos normativos pertinentes de las Naciones Unidas. Esta cooperación es considerada pertinente en todos los casos, salvo para aquellos Estados insulares sin fronteras terrestres y para los países que no comparten cuerpos de agua transfronterizos (pS-Eau, 2019).

Indicador mundial 6.5.1. Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0 100)

Este indicador refleja el grado de implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) mediante la evaluación de cuatro componentes fundamentales: (1) la existencia de un marco normativo y político adecuado, (2) la estructura institucional y el

nivel de participación de los actores involucrados, (3) la disponibilidad y aplicación de instrumentos de gestión, y (4) los mecanismos de financiamiento. Su enfoque contempla a los diversos usuarios y usos del agua con el objetivo de generar impactos positivos en las esferas social, económica y ambiental, incluyendo efectos de alcance transfronterizo cuando sea pertinente (UN-Water, 2017).

La Organización de las Naciones Unidas (UN Water, 2017), evalúa en la Guía para el monitoreo integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, el grado de implementación de este indicador con valores que van de 0 a 100 de acuerdo con lo siguiente:

0 – <=10: Muy bajo: sin inicios en general en el desarrollo de los elementos de la GIRH, o el desarrollo se encuentra estancado.

>10 – <=30: Bajo: inicio de la implementación de los elementos de la GIRH, es de manera limitada en el país y con una participación potencialmente baja de los grupos de interés.

>30 – <=50: Mediano-bajo: los elementos de la GIRH se encuentran institucionalizados en general y la implementación está en marcha.

>50 – <=70: Mediano-alto: en general la capacidad para implementar los elementos de la GIRH es adecuada y su implementación ha sido de manera general mediante programas a largo plazo.

>70 – <=90: Alto: se están cumpliendo los objetivos de los planes y programas de la GIRH, además, la cobertura geográfica y la participación de las partes interesadas son consideradas de manera general como buenas.

>90 – <=100: Muy alto: se considera plenamente implementado los elementos de la GIRH en su gran mayoría, se tienen objetivos alcanzados consistentemente, y se evalúan y revisan periódicamente los planes y programas.

En México, la evaluación de este indicador se lleva a cabo mediante encuestas en línea, cuyos resultados están disponibles para el periodo comprendido entre 2018 y 2020. Los participantes en este ejercicio provienen de distintos sectores, incluyendo organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas, así como dependencias del gobierno federal y estatal. Las principales fuentes de información estadística empleadas para el cálculo del

indicador provienen de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y su Gerencia de Planificación Hídrica, así como del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), con base en los registros administrativos generados por la propia Gerencia de Planificación Hídrica de la Conagua (SIODS, 2023).

Indicador mundial 6.5.2. Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas con un arreglo operacional para la cooperación en la esfera del agua

Este indicador mide el porcentaje del área de las cuencas hidrográficas transfronterizas de un país que se encuentra bajo un acuerdo operativo de cooperación en materia de gestión de recursos hídricos. Su cálculo se realiza a nivel nacional, sumando las superficies de cuencas transfronterizas que están cubiertas por instrumentos de cooperación vigentes y operativos, en relación con la superficie total de cuencas transfronterizas del país. Se incluyen tanto las aguas superficiales —a partir de la delimitación de las cuencas— como las aguas subterráneas, considerando la extensión de los acuíferos compartidos (UN-Water, 2017).

Para el cálculo de este indicador, es necesario sumar el área de superficie en un país de las cuencas de captación de aguas superficiales transfronterizas y los acuíferos transfronterizos que están cubiertos por un arreglo operativo, esta suma hay que dividirla entre el área obtenida por la suma del área total agregada de todas las cuencas y acuíferos transfronterizos. Finalmente, el resultado se multiplica por 100 para obtenerlo expresado como porcentaje (SIODS, 2023).

La operación descrita anteriormente, se expresa de la siguiente forma:

$$P_{Cuencas} = \left(\frac{A_{CuencasAcuerdo} + A_{AcuíferosAcuerdo}}{A_{CuencasTransfronterizas} + A_{AcuíferosTransfronterizos}} \right) 100 \quad \text{Ec.(1)}$$

Donde:

A_{Cuencas Acuerdo}: Superficie total de las cuencas/sub-cuencas transfronterizas de ríos y lagos que son objeto de acuerdos operativos dentro del territorio del país (en km²).

A_{Acuíferos Acuerdo}: Superficie de acuíferos transfronterizos que son objeto de acuerdos operativos dentro del territorio del país (en km²).

ACuencas Transfronterizas; Superficie total de las cuencas transfronterizas de ríos y lagos dentro del territorio del país (en km²).

AAcuifero Transfronterizo; Superficie total de acuíferos transfronterizos (en km²).

Para el cálculo de este indicador en México, las unidades del estado responsables del cálculo son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Gerencia de Planificación Hídrica y el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Considerando como acuerdo para la cooperación en materia de agua a un tratado, una convención u otro acuerdo formal bilateral o multilateral, como un memorando de entendimiento, entre países ribereños que proporciona un marco para la cooperación en la gestión de aguas transfronterizas. Según lo establecido en el Sistema de Información de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SIODS) en México, los acuerdos o arreglos formales de cooperación pueden adoptar diversas modalidades, tales como convenios interestatales, intergubernamentales, interministeriales, interinstitucionales o entre entidades regionales. En el caso específico de los acuíferos transfronterizos, se consideran válidos aquellos instrumentos que contemplan actas y acuerdos de cooperación técnica orientados a la realización de estudios conjuntos. En lo que respecta a las cuencas, se toman en cuenta todas las cuencas hidrográficas que cruzan tanto la frontera norte como la sur del país; sin embargo, actualmente sólo se consideran, para efectos de este indicador, las cuencas de los ríos Tijuana, Colorado y Bravo, por ser aquellas que cuentan con acuerdos binacionales de cooperación vigentes (SIODS, 2023).

5.6 Meta 6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

Esta meta se orienta a detener o revertir el deterioro de los ecosistemas, promoviendo su restauración mediante la recuperación de sus estructuras funcionales, la reconstitución de su diversidad biológica y la reactivación de los procesos ecológicos que los sustentan. Dado que todos los ecosistemas dependen del recurso hídrico, se otorga especial atención a aquellos que desempeñan un papel estratégico en la provisión de servicios hídricos para la sociedad. Entre ellos se encuentran los bosques, esenciales para conservar la cantidad y calidad del agua; las zonas montañosas, que albergan las cabeceras de la mayoría de los ríos; así como

humedales, cuerpos de agua superficiales como ríos y lagos, y acuíferos subterráneos (pS-Eau, 2019).

Indicador mundial 6.6.1. Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo

Con este indicador se evalúa a lo largo del tiempo los cambios existentes en los ecosistemas relacionados con el agua, dividiéndolo en 1) la extensión espacial de los ecosistemas (los pantanos, las marismas y turberas, los manglares, los bosques en terrenos pantanosos e incluso los arrozales) y las aguas abiertas en el interior de las tierras (ríos, las llanuras aluviales y los estuarios, los lagos y los embalses), 2) la cantidad de agua de los ecosistemas (agua superficial y subterránea) y 3) la calidad del agua de los ecosistemas. Tomando la condición natural como punto de partida la evaluación del cambio a lo largo del tiempo, esto significa, la condición de que el ecosistema sufriera impactos de gran escala. En los casos en que no se dispone de información directa sobre la condición natural de un ecosistema, se sugiere emplear métodos de estimación indirecta, como la extrapolación de datos provenientes de sitios cercanos en estado prístino, el uso de registros históricos, modelos predictivos y el juicio de especialistas en la materia. A nivel internacional, se alienta a todos los países a incorporar un componente específico sobre el estado de salud de los ecosistemas dentro de sus sistemas nacionales de monitoreo. El seguimiento de este indicador puede desagregarse según subindicadores, periodos temporales, tipo de ecosistema y superficie evaluada (UNWATER, 2017).

Este indicador no aparece en el sistema de información de los objetivos de desarrollo sostenible, México.

5.7 Meta 6.a Para el año 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

En términos normativos ((UNWATER, 2017), esta meta se interpreta de la siguiente forma: Cooperación Internacional: Se refiere a recibir ayuda externa, ya sea en forma de

subvenciones o préstamos, de organismos internacionales para apoyar iniciativas relacionadas con el agua y el saneamiento.

Creación de Capacidad: Implica fortalecer las habilidades y competencias de las personas y comunidades en los países en desarrollo, para que puedan gestionar de manera efectiva las actividades y programas relacionados con el agua y el saneamiento.

Prácticas y Tecnologías: Se centra en adoptar prácticas, procesos y tecnologías que impulsen el progreso hacia las metas de agua y saneamiento, incluyendo la monitorización de recursos hídricos y saneamiento mediante redes de observación y bases de datos.

Indicador mundial 6.a.1. Volumen de la asistencia oficial para el desarrollo destinada al agua y el saneamiento que forma parte de un plan de gastos coordinados por el gobierno

Este indicador se refiere a la cantidad de asistencia oficial para el desarrollo en relación con el agua y el saneamiento, que es parte de un plan de gasto coordinado por el gobierno, medida como la proporción entre los desembolsos totales de la Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD) relacionados con el agua y el saneamiento que son considerados en el presupuesto del gobierno (SIODS, 2023).

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$2. \quad VAO = \left(\frac{AOD}{IAPDS} \right) \times 100 \quad \text{Ec.(2)}$$

Donde VAO es el volumen de la asistencia oficial para el desarrollo que se destina al agua y saneamiento (%); AOD es el desembolso internacional de la asistencia oficial para el desarrollo relacionados con el agua y el saneamiento, millones de pesos del año de cálculo y las siglas IAPDS es la inversión que se destina a las acciones de agua potable, drenaje y saneamiento en México, millones de pesos del año de cálculo.

Para el cálculo de este indicador en México, las fuentes generadoras de la información estadística utilizada son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Gerencia de Planificación Hídrica. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA), a partir de los registros

reportados por la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento de la CONAGUA integrados en el SINA, y de los registros reportados por la Organización para el Crecimiento y Desarrollo Económico (OCDE). El cálculo es la proporción entre los desembolsos totales de la Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD) relacionados con el agua y el saneamiento considerados en el presupuesto del gobierno y se realiza con las cifras homologadas a pesos mexicanos.

5.8. Meta 6.b Apoya a fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento

Esta meta enfatiza la importancia de fomentar la participación activa de la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua y los servicios de saneamiento, con el objetivo de garantizar que las políticas y estrategias implementadas reflejen las necesidades, prioridades y realidades locales. Se reconoce que la inclusión efectiva de las comunidades locales, entendidas como conjuntos de personas que mantienen vínculos sociales, económicos y culturales, y que comparten un mismo territorio geográfico, es fundamental para asegurar una gobernanza hídrica democrática, equitativa y sostenible. Este enfoque busca empoderar a los habitantes para que incidan de manera significativa en la planificación, implementación y evaluación de los programas relacionados con el acceso, calidad y sostenibilidad del agua y el saneamiento, promoviendo así una gestión más transparente, responsable y socialmente legítima (UN-Water, 2017), 2017).

Indicador Mundial 6.b.1 “Proporción de dependencias administrativas locales con políticas y procedimientos operacionales establecidos para la participación de las comunidades locales en la ordenación del agua y el saneamiento”

Este indicador muestra el porcentaje total de dependencias administrativas locales que existen en un país, que cuenten con políticas y procedimientos operacionales establecidos para la participación de las comunidades locales en materia del agua y el saneamiento. Se entiende como unidades administrativas locales a los subdistritos, municipios, localidades u otras unidades locales comunitarias que comprendan zonas urbanas y rurales demarcadas por el Gobierno. En el sistema de información de los objetivos de desarrollo sostenible, México que es donde se muestra información actual, no incluye este indicador.

5.9 Concentrado de metas, indicadores y parámetros a considerar

En la Tabla No. 14 se puede observar en una matriz, las metas e indicadores correspondientes, así como los parámetros a considerar para la evaluación de las metas que se han descrito en este capítulo.

Tabla 14. Matriz de parámetros e indicadores para la evaluación de las metas según ODS6 (Continúa)

Meta	Indicador	Parámetros para su evaluación	
6.1 Lograr el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos	6.1.1. Proporción de la población que dispone de servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura	Servicios gestionados de manera segura	<ul style="list-style-type: none"> - Agua potable que cumple con los estándares de calidad y seguridad establecidos - Fuente de agua potable mejorada, ubicada en sitio, disponible y libre de contaminación fecal y sustancias químicas prioritarias (arsénico y fluoruro).
		Servicios básicos	<ul style="list-style-type: none"> - Agua potable de una fuente mejorada que no cumple con los criterios que se describen en los servicios gestionados de manera segura.
		Servicios limitados	<ul style="list-style-type: none"> - Trayecto de ida y vuelta para recoger agua no supera los 30 minutos, incluida la correspondiente fila de espera.
		Sin servicio	<ul style="list-style-type: none"> - No hay acceso al agua potable ni a través de un servicio limitado.

Tabla 14. Matriz de parámetros e indicadores para la evaluación de las metas según ODS6
(Continuación)

Meta	Indicador	Parámetros para su evaluación		
<p>6.2 Lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad</p>	<p>6.2.1. Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y jabón</p>	<p>Servicios de saneamiento gestionados de manera segura</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas en el hogar. - Las instalaciones no son compartidas con otras familias. - Los excrementos se tratan y eliminan de forma segura en sitio o se trasladan a otro lugar. 	
		<p>Servicios de saneamiento básicos</p>	<p>- Instalaciones de saneamiento mejoradas que no cumple con los criterios de tratamiento gestionados de manera segura.</p>	
		<p>Servicios de saneamiento limitados</p>	<p>- Las instalaciones deben compartirse con otras familias.</p>	
		<p>Sin servicio</p>	<p>- Cuando no hay acceso al agua potable ni a través de un servicio limitado.</p>	
		<p>Instalaciones básicas para lavarse las manos en su domicilio</p>	<p>- Hogares que disponen de instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón en el domicilio</p>	
		<p>Instalaciones limitadas</p>	<p>- No se dispone de instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón en el domicilio, es necesario compartir con otras familias.</p>	
		<p>Ausencia de instalaciones</p>	<p>- No se dispone de instalaciones para lavarse las manos con agua y jabón en el domicilio ni para compartir con otras familias.</p>	
Meta	Indicador	Parámetros para su evaluación		
<p>6.3 Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentado considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.</p>	<p>6.3.1. Porcentaje de aguas residuales tratadas de manera segura</p>	<p>Nivel de tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Primario - Secundario - Terciario 	
		<p>Fuente de tratamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hogares - Actividad económica 	
		<p>Medio receptor</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Agua dulce - Mar - Suelo 	
	<p>6.3.2. Porcentaje de masas de agua de buena calidad</p>	<p>Buena</p>	<p>- Los valores extraídos cumplen las metas al menos el 80% del tiempo</p>	
		<p>Mala</p>	<p>- Las metas no se cumplen el 80% del tiempo.</p>	

Tabla 14. Matriz de parámetros e indicadores para la evaluación de las metas según ODS6
(Continuación)

Meta	Indicador	Parámetros para su evaluación	
<p>6.4 Aumentar 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.</p>	6.4.1. Cambio en la eficiencia del uso del agua con el tiempo	Tipo de actividad económica	<ul style="list-style-type: none"> - Valor añadido por volumen de agua extraído en metros cúbicos generado con el tiempo. - Evaluar consumo de agua tomando en cuenta diferencias regionales en cuanto al clima y la disponibilidad del recurso.
	6.4.2. Nivel de estrés por escasez de agua: extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles	Actividad económica	<ul style="list-style-type: none"> - Proporción entre el agua dulce total extraída por todas las actividades económicas y los recursos renovables totales de agua dulce, tras haber tomado en cuenta las necesidades hídricas ambientales.
		Cuenca hidrográfica	
	Tipo de fuente (Superficial o subterránea)		
<p>6.5 Implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.</p>	6.5.1. Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0 100)	<ul style="list-style-type: none"> Entorno propicio Instituciones y participación Instrumentos de gestión Financiamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Puntaje entre 0 y 100 en incrementos de 10 - De acuerdo con el puntaje se interpreta de manera específica como Muy bajo, Bajo, Mediano-Bajo, Mediano-Alto, Alto y Muy Alto.
	6.5.2. Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas con un arreglo operacional para la cooperación en la esfera del agua	Arreglo operacional de cooperación entre Estados ribereños	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de órgano o mecanismo conjunto - Comunicaciones formales periódicas (mínimo una vez al año) - Plan de gestión del agua conjunto o coordinado o instrumento similar. - Intercambio regular de datos e información (mínimo una vez al año)
<p>6.6 Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos</p>	6.6.1. Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo	Tomando como punto de referencia su condición natural o calculándola.	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión espacial de los ecosistemas y las aguas abiertas en el interior de las tierras - Cantidad de agua de los ecosistemas - Calidad del agua de los ecosistemas.

6 EVALUACIÓN DEL GRADO DE AVANCE EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS E INDICADORES RELACIONADOS CON LAS METAS 6.1, 6.2, 6.6 Y 6b DEL ODS6 EN LA ZONA DE ESTUDIO

Con base en el análisis expuesto en el capítulo anterior, con relación a las interpretaciones de cada meta e indicadores correspondientes del ODS6; este capítulo servirá como evaluación del grado de avance en la zona de estudio en el cumplimiento de los indicadores relacionados con las metas 6.1, 6.2, 6.6 y 6b.

6.1 Grado de avance en el cumplimiento de las metas e indicadores del ODS6 en la zona de estudio, relacionadas con el acceso al agua potable y saneamiento

➤ *Meta 6.1 Lograr el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos*

Atendiendo al Indicador 6.1.1.a Proporción de la población que dispone de suministro de agua potable de manera segura y los parámetros vistos para su evaluación; en la zona de estudio se analizaron previamente las variables con las que contamos para su evaluación y se obtuvo el porcentaje de viviendas particulares con agua entubada de la red pública, se analizaron los años de 1990 a 2020. Para fines de esta investigación se considerará esta información como porcentaje de “servicios gestionados de manera segura”, las viviendas que no cuentan con agua entubada o que no fueron contabilizadas se consideran “sin servicio”, en la Tabla No. 15 se presentan los porcentajes correspondientes.

La Tabla No. 15 no contiene apartado de “Servicios básicos” ni de “Servicios limitados” al prescindir de datos para considerarlos.

Tabla 15. Evaluación del grado de avance en el cumplimiento del indicador 6.1.1 de la meta 6.1 en la zona de estudio, al año 2020

Municipio	Servicios gestionados de manera segura	Sin servicio
Balleza	67.27 %	32.73 %
Batopilas	75.42 %	24.58 %
Bocoyna	84.21 %	15.79 %
Carichí	72.11 %	27.89 %
Chínipas	90.32 %	9.68 %
Guachochi	71.78 %	28.22 %
Guadalupe y Calvo	91.34 %	8.66 %
Guazapares	88.21 %	11.79 %
Maguarichi	80.31 %	19.69 %
Morelos	87.26 %	12.74 %
Nonoava	94.88 %	5.12 %
Urique	84.44 %	15.56 %
Uruachi	86.77 %	13.23 %

- *Meta 6.2 Lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad*

Con esta meta evalúa el indicador 6.2.1 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y jabón, para poder clasificar la información con la que contamos, de acuerdo con los parámetros necesarios para evaluar este indicador, se tomara en cuenta la información del censo del año 2020, se dispone de las variables de “Viviendas particulares con acceso al drenaje”, “Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario” y “Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo)”, que si bien, estas variables no se tienen en los censos de los años anteriores, para fines de la presente investigación en la evaluación del indicador 6.2.1, se toma por ser el censo más actual en análisis.

No se considera la clasificación “Servicios de saneamiento gestionados de manera segura” con base en el indicador de Viviendas particulares habitadas ya que considera aquellas viviendas que tienen drenaje conectado a la red pública; una fosa o tanque sépticos

(biodigestor); una tubería que va a dar a una barranca o grieta, río, lago o mar, que además comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como: casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y no especificado de vivienda particular e incluye las viviendas particulares sin información de ocupantes.

Por lo anterior, los porcentajes de viviendas con acceso a drenaje serán clasificados como “Servicios de saneamiento básicos”. Al no tener dato exacto de las viviendas que comparten instalaciones con otras familias, no se clasificara la información como “Servicios de saneamiento limitados”.

Por otro lado, se clasificará “Sin servicio” a las viviendas particulares habitadas sin acceso al drenaje, que se analizaron previamente.

No se evalúa la clasificación del acceso a instalaciones básicas para lavarse las manos en el domicilio, debido a que las variables analizadas no contienen dicha información.

En la Tabla No. 16 se muestra el grado de avance en el cumplimiento del indicador 6.2.1 de la meta 6.2, relacionada con el acceso a servicios de saneamiento básico en la zona de estudio al año 2020, donde se puede observar que en promedio existe un 46.8% de municipios sin servicio, el municipio de Nonoava representa el porcentaje mayor que indica servicios de saneamiento básico mientras que el valor de Batopilas por considerarlo el más crítico solo cuenta con una población del 22.60% con acceso a servicios de saneamiento básico.

Como puede observarse el indicador se evalúa de forma parcial, ya que no se dispone del nivel de detalle en los datos censales y otras fuentes oficiales para evaluarlo a cabalidad.

Tabla 16. Evaluación del grado de avance en el cumplimiento del indicador 6.2.1 de la meta 6.2 en la zona de estudio al año 2020

Municipio	Servicios de saneamiento básicos	Sin servicio
Balleza	53.96 %	46.04 %
Batopilas	22.60 %	77.40 %
Bocoyna	65.03 %	34.97 %
Carichí	53.45 %	46.55 %
Chínipas	63.68 %	36.32 %
Guachochi	56.27 %	43.73 %
Guadalupe y Calvo	49.17 %	50.83 %
Guazapares	60.04 %	39.96 %
Maguarichi	53.32 %	46.68 %
Morelos	45.24 %	54.76 %
Nonoava	81.55 %	18.45 %
Urique	48.34 %	51.66 %
Uruachi	39.48 %	60.52 %

- *Meta 6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos*

Los ecosistemas vinculados al recurso hídrico desempeñan un papel crucial en el bienestar humano, al ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos esenciales, entre los que se incluyen el suministro de agua apta para el consumo humano, el uso en actividades de saneamiento, y otras funciones hidrológicas fundamentales. Su valor trasciende el ámbito ambiental, ya que también representan un componente estratégico en términos sociales y económicos. Por esta razón, la meta 6.6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible tiene como propósito primordial la protección, conservación y rehabilitación de estos ecosistemas acuáticos, a fin de garantizar la continuidad y sostenibilidad de los beneficios que generan para las generaciones presentes y futuras (ONU, 2018). Esta meta considera el indicador 6.6.1 Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo el cual consiste en darle seguimiento a lo largo del tiempo a los cambios en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua, contemplando lagos, ríos y estuarios, humedales cubiertos de vegetación, acuíferos y masas de aguas artificiales.

Para medir este indicador, es necesario generalizarlo al Estado de Chihuahua con base en el monitoreo de los cuerpos de agua en el Sistema de Monitoreo de Humedales de Mexico de la CONABIO el cual se realiza mediante técnicas y herramientas de percepción remota satelital (CONABIO, 2024). Este enfoque metodológico se alinea con las recomendaciones internacionales más recientes para la evaluación del indicador 6.6.1, que destacan el uso de sensores remotos, datos multitemporales y análisis geospaciales como herramientas clave para el monitoreo ambiental (UNEP, 2021). El monitoreo genera mapas (Figura 37) de tendencias anuales ya sea de humedad a nivel nacional o de cuerpos de agua, mostrando el comportamiento anual a largo plazo (2000-2020) del índice de humedad obtenido con imágenes satelitales MODIS.

Estos análisis indican el incremento o la disminución de los valores anuales de humedad en las superficies consideradas como humedales y nos permite conocer la extensión espacio – temporal de los cuerpos de agua, haciendo posible poner en contexto la situación de Chihuahua, estado al que pertenece la zona en estudio.

De acuerdo con lo anterior, se indica que en el estado de Chihuahua fue analizada una superficie de 122,700 hectareas, la cual presenta una tendencia incremento en el porcentaje de extensión de cuerpos de agua del 10% y una tendencia de disminución del 26%, estos valores representan variaciones climáticas y efectos de las actividades antrópicas a nivel de cuenca.



Figura 37. Tendencias de cuerpos de agua. (CONABIO, 2024).

Con relación a las tendencias de humedad generadas, en Chihuahua se analizó una superficie de 1,404,610 hectáreas, presentando un incremento en la tendencia de humedad de 11% y una disminución del 8%, los resultados generales presentan perturbaciones cada año en las superficies de humedales.

Si bien, no se cuenta con información disponible para evaluar el indicador en el área de estudio, El "Inventario Nacional de Humedales" ofrece una metodología robusta para la identificación, clasificación y monitoreo de humedales, las cuales son herramientas clave para evaluar el indicador 6.6.1 en Chihuahua. Mediante el uso de técnicas de teledetección (Figura 38), a las diferentes escalas (nacional, regional y local), y validación en campo, este estudio esta información permite establecer líneas base y detectar algunos cambios en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua. Además, cuenta con un enfoque en ecosistemas transformados y la integración de servicios ecosistémicos es importante para evaluar el impacto humano en los humedales del estado, especialmente en la Sierra Tarahumara (UNAM, 2009).



Figura 38. Tendencias de humedad. (CONABIO, 2024).

En relación con los bosques, la Sierra tarahumara que forma parte de la Sierra Madre Occidental, es una gran cadena montañosa y se encuentra en 9 de los 13 municipios que

comprenden la zona en estudio, es de gran importancia biológica y ecológica ya que constituye la mayor superficie boscosa del país y las cabeceras de ríos de la zona norte del país, además, es una región de gran significado cultural para el estado de Chihuahua y alimenta los valles agrícolas y distritos de riego más importantes de la zona noroeste de México.

6.2 Identificación de áreas de oportunidad para el monitoreo de metas del ODS6 y del grado de bienestar de la población en la zona de estudio

El ODS6 tiene como finalidad asegurar el acceso universal al agua potable y al saneamiento, promoviendo su gestión de forma equitativa y sostenible. En regiones como la Sierra Tarahumara, donde persisten condiciones de marginación y un marcado rezago social, es necesario evaluar el grado de acceso a estos servicios básicos. Al comprender estas dinámicas es posible visibilizar desigualdades y orientar mejor las acciones de política pública. Con base en la evaluación comprendida en los capítulos anteriores, este capítulo se enfoca en identificar áreas prioritarias para mejorar el monitoreo del avance hacia las metas del ODS 6, al tiempo que se busca contribuir al fortalecimiento del bienestar de las comunidades que habitan en esta zona.

6.2.1 Panorama general de las condiciones actuales

Con base en los hallazgos expuestos en los capítulos previos, se identifica que los municipios ubicados en la región de la Sierra Tarahumara presentan serias limitaciones en relación con el acceso equitativo al agua potable. Estas limitaciones se reflejan también en la insuficiencia de infraestructura destinada a los servicios de saneamiento básico, así como en la escasa participación de la población local en los mecanismos de planificación, toma de decisiones y gestión integral del recurso hídrico. Si bien los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 reflejan ciertos avances en los últimos años, aún se observan rezagos significativos. Algunos municipios, como Balleza y Guachochi, continúan registrando menos del 70% de viviendas conectadas a la red pública de agua entubada, lo que resalta la persistencia de desigualdades territoriales en el acceso a estos servicios esenciales.

Aunado a las carencias en infraestructura, se identifican bajos niveles de participación ciudadana y una limitada presencia de políticas locales orientadas a la gestión del agua, lo

cual dificulta el avance hacia el cumplimiento de la meta 6.b.1. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los mecanismos locales de monitoreo y seguimiento, a fin de impulsar una gestión más inclusiva, efectiva y adaptada a las condiciones particulares de la región.

A partir del análisis desarrollado, se identifican importantes vacíos de información que dificultan la evaluación completa de diversas metas del ODS 6 en los municipios de la Sierra Tarahumara. En primer lugar, el indicador 6.1.1, relacionado con el acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura, no puede ser estimado con precisión debido a que las fuentes disponibles, como el Censo de Población y Vivienda, no incluyen variables fundamentales como la calidad del agua, la regularidad del suministro o el tratamiento previo al consumo. Estos aspectos son esenciales para evaluar si el servicio cumple con los estándares internacionales de seguridad.

Así mismo, el indicador 6.2.1, que mide el acceso a servicios de saneamiento gestionados de forma segura, presenta limitaciones similares. Los datos nacionales no permiten conocer si los sistemas de disposición de excretas cumplen con criterios de seguridad sanitaria, ni si los residuos son tratados de manera adecuada antes de su vertido o infiltración, lo cual resulta especialmente problemático en contextos rurales o dispersos como los que predominan en la región.

Por otro lado, la meta 6.6, que busca proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, tampoco puede ser monitoreada eficazmente a nivel local. La falta de información ambiental geoespacial desagregada, así como la ausencia de series temporales confiables sobre cuerpos de agua, humedales o cobertura vegetal, impide evaluar con certeza el cumplimiento del indicador 6.6.1 en los municipios analizados.

Finalmente, el indicador 6.b.1, que aborda la participación de las comunidades en la gestión del agua, también enfrenta desafíos importantes. En la región no existen registros sistemáticos sobre la existencia, continuidad o efectividad de los mecanismos participativos, lo que imposibilita medir el grado de involucramiento de la población en las decisiones sobre el manejo del recurso hídrico a nivel municipal.

6.2.2 Áreas de oportunidad identificadas

A partir de los análisis desarrollados en los capítulos anteriores, se han identificado áreas estratégicas que representan oportunidades concretas para fortalecer el cumplimiento de las metas del ODS 6 en la zona de estudio, relacionados con el acceso al agua potable y al saneamiento:

a) Fortalecimiento del sistema de monitoreo local

Los sistemas de información disponibles a nivel municipal son limitados para llevar a cabo un seguimiento constante y preciso de los indicadores relacionados con el ODS 6. Es fundamental avanzar hacia la implementación de sistemas integrales de recolección y análisis de datos, que estén articulados con fuentes nacionales como INEGI, CONAGUA y REPDA, y que a su vez incorporen información generada desde las propias comunidades. Una estrategia viable consiste en establecer alianzas con instituciones académicas o centros de investigación para el diseño y operación de plataformas locales de monitoreo, adaptadas al contexto regional.

b) Participación comunitaria en la gestión del agua (ODS 6.b)

El cumplimiento del indicador 6.b.1, que evalúa la existencia de mecanismos comunitarios para la gestión del agua y el saneamiento, muestra un rezago considerable en la mayoría de los municipios analizados. Para que sea posible revertir esta situación, es necesario fomentar la creación de comités ciudadanos, promover procesos de formación en gestión del recurso hídrico y establecer marcos formales de consulta y toma de decisiones. Una vía principal y eficaz para fortalecer esta participación, es mediante programas de educación hídrica en escuelas y espacios comunitarios, que promuevan una cultura de corresponsabilidad en el cuidado y administración del agua.

c) Aprovechamiento de tecnologías de bajo costo

Debido a la complejidad geográfica de la región y la dispersión de las localidades, una de las principales barreras es la falta de infraestructura de gestión del agua convencional. Existen tecnologías de captación de agua de lluvia, biofiltros y baños secos que pueden ser implementadas con inversión mínima y gran impacto social. También existen tecnologías de gestión del agua implementadas en países más desarrollados, que podrían ser clave para proyectos de inversión de los organismos operadores del agua, en beneficio a las comunidades.

Aquí se hace una invitación a las partes involucradas a establecer convenios con organizaciones de la sociedad civil para promover tecnologías apropiadas para comunidades rurales y marginadas.

d) Evaluación intersectorial del bienestar

El acceso al agua no puede entenderse de manera aislada, sino como parte de un enfoque más amplio que contemple dimensiones como educación, salud, vivienda y seguridad alimentaria. Alineándonos con la perspectiva multidimensional que propone CONEVAL, se recomienda que los esfuerzos de monitoreo del ODS 6 integren variables asociadas al Índice de Rezago Social y al Índice de Marginación. Incluir estas variables en los reportes de evaluación permitirá una lectura más completa de las condiciones de vida y de los avances reales hacia el desarrollo sostenible en la región.

6.2.3 Propuesta de parámetros adicionales para el seguimiento de la evaluación

Con el objetivo de fortalecer el monitoreo del avance hacia las metas del ODS 6 en contextos locales como el de la Sierra Tarahumara, se plantea la incorporación de parámetros a monitorear complementarios que permitan una evaluación más cercana a la realidad territorial. Entre los más relevantes se proponen los siguientes:

- Comunidades que cuentan con un comité local de agua en funcionamiento continuo.
- Porcentaje de viviendas que utilizan tecnologías alternativas de saneamiento de manera efectiva.
- Número de talleres, capacitaciones o actividades formativas dirigidas a la comunidad que se realizan anualmente.
- Nivel de percepción ciudadana respecto a la calidad del agua y la gestión local del recurso hídrico.

Las condiciones estructurales que caracterizan a la Sierra Tarahumara representan un reto significativo para el cumplimiento pleno de los objetivos establecidos en el ODS 6. No obstante, también se identifican oportunidades concretas para mejorar tanto los mecanismos de monitoreo como las condiciones de vida de la población. Avanzar hacia estrategias de seguimiento más dinámicas, incluyentes y adaptadas al contexto local resulta esencial para

promover una gestión del agua que sea no solo sostenible, sino también justa y orientada al bienestar de las comunidades.

6.3 Síntesis de resultados principales en la zona de estudio

En este apartado, se presentan los resultados derivados de los análisis realizados durante el curso del presente trabajo. El objetivo principal es presentar de forma sintetizada los hallazgos relevantes en relación con el cumplimiento del ODS 6 en municipios vulnerables de la Sierra Tarahumara, con énfasis en los indicadores seleccionados: 6.1.1, 6.2.1, 6.6.1 y 6.b.1, los cuales están directamente relacionado con el abastecimiento de agua potable y saneamiento. Además, se contrastan estos hallazgos con las condiciones socioeconómicas de la región, lo que abre la puerta a una comprensión más profunda de las dinámicas estructurales que influyen en el acceso al agua potable y los servicios de saneamiento.

6.3.1 Indicador 6.1.1 – Acceso a servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura

El análisis de los datos censales de los años 1990 a 2020 permitió observar una mejora general en el porcentaje de viviendas con acceso a agua entubada en todos los municipios, sin embargo, existen variaciones notables, ya que algunos municipios aún no alcanzan los estándares deseables en cuanto a cobertura.

En 2020, municipios como Nonoava (94.88%), Guadalupe y Calvo (91.34%) y Chínipas (90.32%) mostraron niveles al alza, mientras que otros como Balleza (67.27%) y Guachochi (71.78%) continúan por debajo del umbral deseable de 90%.

A pesar del progreso, el análisis resalta que las dificultades persisten en áreas con complejidades geográficas o baja densidad poblacional como lo son los municipios estudiados, donde los costos asociados a la conexión y operación del servicio siguen siendo elevados.

Con las variables que son documentadas en México a través de los censos de población y vivienda, así como otras fuentes oficiales como son las publicaciones de la CONAGUA, no es posible medir el indicador completamente, hace falta información desagregada sobre la calidad del agua, la continuidad del servicio y el tratamiento previo al consumo, elementos clave para determinar si el suministro es efectivamente gestionado de manera segura conforme a los criterios del indicador 6.1.1 del ODS (WHO & UNICEF, 2017; INEGI, 2020).

6.3.2 Indicador 6.2.1 – Acceso a servicios de saneamiento gestionados de manera segura

Este indicador muestra mayor rezago en comparación con el acceso al agua potable. Muchos hogares no cuentan con sistemas adecuados de drenaje o disposición sanitaria, lo cual representa un riesgo directo a la salud pública.

A pesar del avance en el acceso al agua, la cobertura de sistemas de saneamiento gestionados de manera segura no crece al mismo ritmo, lo que impide un cumplimiento integral del ODS. Este desajuste en la infraestructura de saneamiento resalta una tendencia a priorizar el abastecimiento de agua en lugar de mejorar el tratamiento de aguas residuales, con la consiguiente afectación a la salud ambiental y social.

Al igual que en el caso del indicador 6.1.1, con las variables que son documentadas en México a través de los censos de población y vivienda, así como otras fuentes oficiales como son las publicaciones de la CONAGUA, no es posible medir el indicador completamente, hace falta información específica sobre el tipo de sistema de saneamiento, su operación segura, la disposición final de excretas y si estas reciben tratamiento adecuado, tal como lo requiere la definición técnica internacional del indicador 6.2.1 (WHO & UNICEF, 2017; CONAGUA, 2021).

6.3.3 Indicador 6.6.1 – Cambio en la extensión de ecosistemas relacionados con el agua

Los municipios incluidos en este estudio se localizan en regiones serranas de gran riqueza hídrica y ambiental, como bosques templados, ríos montañosos y acuíferos esenciales. Sin embargo, el crecimiento exponencial de la frontera agrícola, la conversión de tierras y la sobreexplotación de recursos forestales han dado lugar a una significativa pérdida de cobertura vegetal (Bojórquez-Tapia et al., 2007). A pesar de la relevancia de estos ecosistemas, no se lleva a cabo un monitoreo sistemático del estado de estos, lo que impide conocer con certeza la variación en su extensión (CONAFOR, 2018). Esta falta de información precisa representa una limitación crítica para evaluar y cumplir con la meta 6.6 del ODS. Casos internacionales han evidenciado que el estrés hídrico prolongado puede deteriorar la integridad ecológica de los ecosistemas acuáticos (Van Dijk et al., 2013), lo que refuerza la necesidad de considerar caudales ecológicos mínimos como criterio funcional para su evaluación (Acreman & Ferguson, 2010).

6.3.4 Indicador 6.b.1 – Participación comunitaria en la gestión del agua

En la zona de estudio, se observó una falta general de estructuras formales de participación comunitaria en la gestión del agua. La presencia de comités de agua es esporádica y, en la mayoría de los casos, no se ve vinculación a procesos institucionalizados ni a políticas municipales claras (Barragán, 2008). Esta ausencia de mecanismos participativos y la falta de acceso a la información de los habitantes de la comunidad, debilita el empoderamiento de las comunidades y perpetúa la exclusión social en la toma de decisiones relacionadas con la gestión ambiental, limitando el alcance de las políticas públicas destinadas al manejo del recurso hídrico (Luque, 2014).

6.4 Indicadores del ODS6 y el bienestar poblacional

Se identificó una correlación entre los municipios con mayores porcentajes de viviendas con acceso al agua y los que presentan menor grado de rezago social y marginación. Esta relación refuerza la hipótesis de que el acceso al agua y saneamiento es un determinante del bienestar social ya que mejora las condiciones de vida y contribuye a reducir las desigualdades económicas y sociales en las comunidades.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación desarrollada revela que, a pesar de los avances registrados en el acceso al agua potable en los municipios de la Sierra Tarahumara en las últimas tres décadas, aún persisten desigualdades de carácter estructural que obstaculizan el cumplimiento pleno de las metas planteadas en el ODS 6. Factores como los altos niveles de marginación, el rezago social, la carencia de infraestructura sanitaria y las condiciones geográficas desfavorables continúan limitando las posibilidades de desarrollo y bienestar para buena parte de la población.

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es la marcada diferencia en el progreso entre el indicador 6.1.1, relativo al acceso al agua potable, y el 6.2.1, que se refiere a servicios de saneamiento gestionados de manera segura. Esta disparidad sugiere que la política pública en la región ha priorizado el abastecimiento de agua, sin incorporar una visión integral que contemple todas las etapas del ciclo hídrico, desde la captación hasta el tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales. La cobertura en materia de saneamiento sigue siendo notoriamente baja, lo que representa un riesgo considerable para la salud pública, especialmente en las comunidades rurales más apartadas y en aquellas con alta concentración de población indígena.

No se omite mencionar que la dispersión de la población en una gran cantidad de localidades con pocos habitantes, en ubicaciones geográficas complicadas para la creación de infraestructura hidráulica (es este caso), dificulta notablemente que las inversiones que se realizan logren mejorar los indicadores.

Por otro lado, el cumplimiento de la meta 6.6, orientada a la conservación de los ecosistemas vinculados al agua, enfrenta importantes desafíos debido a la ausencia de sistemas de monitoreo continuo, la disminución de la cobertura forestal y la presión creciente sobre las fuentes de abastecimiento en el estado de Chihuahua. Esta falta de seguimiento constituye un riesgo para la sostenibilidad del recurso hídrico en el mediano y largo plazo, dado que los ecosistemas cumplen funciones clave como la recarga natural de acuíferos, la regulación del clima y la preservación de la calidad del agua.

En lo que respecta a la meta 6.b, la debilidad institucional en torno a la participación ciudadana, se manifiesta en la escasa presencia de comités comunitarios activos y la carencia de normativas municipales que respalden estos mecanismos. Esta situación limita considerablemente la gobernanza del agua, al restringir la inclusión de actores locales en los procesos de toma de decisiones. Además, la falta de apropiación comunitaria de las soluciones implementadas compromete su sostenibilidad a largo plazo.

Para que sea posible avanzar de manera significativa en el cumplimiento del ODS 6 en la zona de estudio, resulta fundamental adoptar un enfoque interseccional que no se limite al acceso físico al recurso, sino que también contemple las dimensiones sociales, culturales, ambientales e institucionales que determinan el bienestar de las comunidades.

Las estrategias de intervención deben diseñarse con base en las características específicas del territorio y las realidades locales, reconociendo además el valor de los saberes tradicionales y las prácticas ancestrales de los pueblos y nuestras culturas indígenas en la gestión del agua en la zona. Para dar continuidad al cumplimiento del ODS 6 en los próximos años, será fundamental integrar una serie de elementos estratégicos que respondan a las condiciones particulares de los municipios analizados en la Sierra Tarahumara, entre ellos destacan:

- El fortalecimiento de las capacidades institucionales a nivel municipal, mediante la creación de unidades técnicas especializadas en el seguimiento de indicadores del ODS y la gestión del recurso hídrico sustentada en datos confiables.
- La promoción de tecnologías adecuadas al contexto rural, como sistemas de captación pluvial, sanitarios ecológicos y biodigestores, que representen soluciones factibles para comunidades dispersas y de difícil acceso.
- La generación de alianzas con universidades, organizaciones sociales y actores del tercer sector, con el objetivo de ampliar las capacidades técnicas y acceder a recursos financieros complementarios.

- La incorporación transversal de los enfoques de género y derechos humanos, garantizando que mujeres, niñas y pueblos originarios participen de forma activa y equitativa en los procesos de decisión vinculados al agua.
- El impulso de esquemas de monitoreo ambiental participativo, apoyados en tecnologías digitales y herramientas de georreferenciación, que faciliten el seguimiento de los ecosistemas hídricos y permitan anticipar riesgos ambientales.

Superar las brechas existentes en torno al ODS 6 en esta región no solo requiere resolver las carencias actuales, sino también replantear el modelo de gestión hídrica predominante. Es necesario transitar de un enfoque centrado en la infraestructura y la toma de decisiones vertical, hacia uno más colaborativo, basado en la protección de los ecosistemas y la inclusión de las comunidades. Aunque este proceso supone retos importantes, representa una vía necesaria para garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua, así como para mejorar las condiciones de vida de las generaciones presentes y venideras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2022). ODS6 en Brasil; Visión de ANA sobre los indicadores. Brasil.
- Acreman, M., & Ferguson, A. J. D. (2010). Environmental flows and the European Water Framework Directive. *Freshwater Biology*, 55(1), 32–48. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02181.x>
- Barragán, J. M. (2008). Gestión del agua en México: antecedentes y perspectivas. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Bojórquez-Tapia, L. A., Sánchez-Colón, S., Martínez, A. F., & Cruz-Bello, G. (2007). Evaluación de la sustentabilidad ecológica de los recursos naturales en la Sierra Tarahumara, México. *Interciencia*, 32(5), 336-342.
- Calderón-Villarreal, A., Álamo-Hernández, U., Terry, B., & Salgado-de-Snyder, N. (2023). Popular education to improve water quality and hygiene in a Mexican indigenous community. *Global Health Promotion*, 30(2), 34-42. <https://doi.org/10.1177/17579759231152875>
- Comisión Interamericana de Aguas (CODIA). (2023). La meta 6.4 de los ODS: Eficiencia en el uso del agua en los países iberoamericanos. CODIA. https://codia.info/wp-content/uploads/2023/01/doc7_informe_meta_64.pdf
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Indicadores de calidad del agua. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua>
- CONABIO. (2024, 3 noviembre). SIMOH-Mx. Dinámica de humedad y cuerpos de agua. <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/simoh-mx/cuerpos-de-agua>
- CONAFOR. (2018). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2018: Estado de Chihuahua*. Comisión Nacional Forestal.
- CONAGUA. (2019). *Estadísticas del agua en México 2019*. Coyoacán, Ciudad de México.
- CONAGUA. (2021). *Estadísticas del agua en México, edición 2021*. Comisión Nacional del Agua. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-del-agua-en-mexico>
- CONAPO. (2020). Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.
- FAO. (2018). *Learning about 6.4.2 Indicator: Sustainable Development Goals; SDG Indicator 6.4.2 – Level of Water Stress*. Roma, Italia.
- FAO. (2022). *Progresos en el nivel de estrés hídrico: Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.4.2 de los ODS 2021*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen* (5.^a ed.). México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Global Water Partnership (GWP). (2000). *Gestión integrada de los recursos hídricos: Principios*. Estocolmo: GWP Secretaría Técnica.

INEGI. (1983-1991). Cartas geológicas. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2001). Cartas fisiográficas.

INEGI. (2005). Guía para la interpretación de cartografía. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. (2008). Cartas climatológicas. México.

INEGI. (2013). Edafología.

INEGI. (2018). Uso de suelo y vegetación.

INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2005). Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y vegetación. México.

Luque, A. (2014). Participación comunitaria y gobernanza del agua en territorios indígenas: estudio de caso en la Sierra Tarahumara. En M. L. Martínez (Ed.), *Gestión comunitaria del agua en México* (pp. 77-98). UNAM / Instituto de Investigaciones Sociales.

Maderey-R., L. E.-R. (1998). Hidrografía. México.

Mas, J., Velázquez, A., & Couturier, S. (2009). La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación Ambiental*, 1, 23-39.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2016). Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, 2(2), e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>

México, Gobierno de. (2023). *Glosario para la igualdad*. Instituto Nacional de las Mujeres. <https://campusgenero.inmujeres.gob.mx/glosario/>

Muñoz Soria, F. (2010). *Aguas de España y del mundo*. Ingenie.

Observación General n.º 15. El derecho al agua. (2002). Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.

OMS. (2017). *Servicios de agua potable gestionada de forma segura: Informe temático sobre el agua potable 2017*. Ginebra: UNICEF.

OMS. (2019). *Guías para el saneamiento y la salud*. Suiza.

OMS, O.-H. y. (2021). *Progresos en el tratamiento de las aguas residuales: Estado mundial y necesidades de aceleración del indicador 6.3.1*. Ginebra.

ONU, M. (2018). *Progresos en los ecosistemas relacionados con el agua: Prueba piloto de la metodología de monitoreo y primeras constataciones sobre el indicador 6.6.1 de los ODS*. Ginebra, Suiza.

ONU-Agua. (2021, julio). *Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: Agua y saneamiento para todos*. Ginebra, Suiza.

- ONU-DAES. (2002). Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. *Observación General n.º 15. El derecho al agua*.
- OPS. (2023). *Agua, saneamiento e higiene en la Agenda de Desarrollo Sostenible: Metodología de estimación de los indicadores ODS 6.1.1, 6.2.1 y 6.3.1*. Organización Panamericana de la Salud.
- Palacios Valencia, Y. (2020). Access to drinking water and sanitation: Challenge in the Americas for ethnic groups from international standards for the protection of human rights. *Relaciones Internacionales*, 45, 137-162. <https://doi.org/10.15366/relacionesinternacionales2020.45.006>
- PS-EAU. (2016). *Presentation of SDG 6 targets and global indicators*. Francia.
- pS-Eau. (2019). *Los objetivos de desarrollo sostenible para el acceso y provisión del agua y saneamiento: Interpretación de las metas e indicadores vinculados al agua*. México.
- REPDA. (2019). *Aprovechamientos superficiales y subterráneos*. México. <https://sigagis.conagua.gob.mx/locrepda20/>
- Romero-Sandoval, N., Cifuentes, L., León, G., Lecaro, P., Ortiz-Rico, C., Cooper, P., & Martín, M. (2019). High rates of exposures to waterborne pathogens in indigenous communities in the Amazon region of Ecuador. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 101(1), 45-50. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0970>
- Sabogal, R. I., Medlin, E., Aquino, G., & Gelting, R. J. (2014). Sustainability of water, sanitation and hygiene interventions in Central America. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 4(1), 89-99. <https://doi.org/10.2166/washdev.2013.130>
- SINA. (2019). *Agua en el mundo*. México: Comisión Nacional del Agua.
- SINA. (2020). *Ficha técnica del indicador 6.4.2: Nivel de estrés hídrico: Extracción de agua dulce como proporción de los recursos disponibles de agua dulce*. Ciudad de México.
- SIODS. (2023). *Sistema de Información de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, México*. México: INEGI.
- UN-Water. (2017). *Informe de síntesis sobre el ODS 6: Agua y saneamiento para todos*. Naciones Unidas.
- UNAM. (2009). *Estudio interdisciplinario de los humedales de la República Mexicana*.
- UNEP. (2021). Progress on ecosystem-related SDG indicators: 6.6.1, 15.1.1 and 15.1.2. United Nations Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/36703>
- UNICEF. (2020). *Global progress report on WASH in health care facilities*. World Health Organization.
- UNICEF. (2023). *Putting the Best Interest of Children, Women and their Communities at the Centre of Public Health Emergency Preparedness and Response*. Nueva York.
- UNSD. (2021). *Department of Economic and Social Affairs: Statistics Division*. New York: United Nations.

UNWATER. (2017, 11 junio). *Guía para el monitoreo integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 sobre agua y saneamiento: Metas e indicadores mundiales*. Ginebra, Suiza.

Van Dijk, A. I. J. M., Beck, H. E., Crosbie, R. S., de Jeu, R. A. M., Liu, Y. Y., Podger, G. M., ... & Viney, N. R. (2013). The Millennium Drought in southeast Australia (2001–2009): Natural and human causes and implications for water resources, ecosystems, economy, and society. *Water Resources Research*, 49(2), 1040–1057. <https://doi.org/10.1002/wrcr.20123>

WeAreWater. (2022). *El vocabulario del ODS 6 (II)*. Barcelona.

WHO & UNICEF. (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*. World Health Organization & United Nations Children’s Fund (UNICEF). <https://washdata.org>