"ESTUDIO QUE SIRVA COMO HERRAMIENTA BASE PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO"

INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS URBANO Y RURAL EN EL ÁMBITO DEL USO DEL AGUA

INFORME IV

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA

ELABORÓ:

DAVID HUMBERTO SÁNCHEZ NAVARRO

AGOSTO 2024

ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL HÍDRICO DE LARGO PLAZO QUE INCLUYA POLÍTICAS Y ACCIONES EN MATERIA DE AGUA SUPERFICIAL, AGUA SUBTERRÁNEA, DRENAJE PLUVIAL Y NUEVAS FUENTES E INFRAESTRUCTURA PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL MUNICIPIO.

ÍNDICE

CAPÍTULO CUARTO INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS URBANO Y RURAL EN EL ÁMBITO DEL USO DEL AGUA

1.	Introducción	10
1.1.	Antecedentes	11
1.2.	Objetivo, Procedimiento y Estructura del Informe	13
1.3.	Metodología	14
2.	Fuentes de Abastecimiento	15
2.1.	Agua Subterránea	16
2.2.	Agua Superficial	24
2.3.	Usos del Agua en el Municipio de Chihuahua	29
3.	Ámbito Urbano	30
3.1.	Escenario Base o Tendencial	31
4.	Ámbito Rural	60
4.1.	Escenario Base o Tendencial	60
5.	Drenaje Pluvial	93
6.	Calidad del Agua Suministrada	97
6.1.	Agua Potable	98
6.2.	Agua Industrial	105
6.3.	Agua Agrícola	107
7.	Escenario Optimo Posible	110
7.1.	Planificación de la Demanda	111
7.2.	Agua Potable Uso Público Urbano Doméstico	114
7.3.	Agua Potable Uso Comercial, Industrial, Escolar y Público.	124
7.4.	Zona Rural Agrícola	129
8.	Retos y Desafíos para el Escenario Óptimo Posible	132
9.	Conclusiones	135

10. Referencias 136

Índice de Figuras

Figura 1. Volúmenes de extracción de aguas nacionales en el municipio de Chihuahua por tipo de fuente. Fuente: Elaboración propia con información del REPDA (7). 15
Figura 2. Localización de los acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia. 16
Figura 3. Condición de los acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del SINA (13) 3.0 (2022). 19
Figura 4. Vedas de los acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del SINA (13) 3.0 (2022). 23
Figura 5. Localización de las presas que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. 25
Figura 6. Volúmenes destinados a diversos usos de agua en el municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (2023) (7). 29
Figura 7. Infraestructura de suministro de agua potable a la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 32
Figura 8. Porcentaje que representa la cantidad de pozos emplazados en los acuíferos, que son utilizados para el suministro de agua potable en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 34
Figura 9. Porcentaje del caudal aportado por los pozos emplazados en cada acuífero, utilizados para el suministro de agua potable a la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 35
Figura 10. Porcentaje de los títulos de concesión en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (7) (2023). 37
Figura 11. Localización de los pozos en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (7) (2023). 38
Figura 12. Porcentaje de producción de suministro de pozos para abasto de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 40

Figura 13. Porcentaje de eficiencias de los equipos de bombeo de los pozos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 43
Figura 14. Líneas de conducción principales para el suministro de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: JMAS (2023). 45
Figura 15. Tanques de almacenamiento y distribución de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: IMTA-JMAS (2008) (20). 47
Figura 16. Mapa de Ubicación de rebombeos de la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023). 48
Figura 17. Mapa de operación hidráulica de la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023). 50
Figura 18. Mapa de la red de alcantarillado sanitario en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de red de alcantarillado sanitario JMAS (2023). 52
Figura 19. Mapa de la red de distribución de agua residual tratada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de la red de agua tratada y plantas de tratamiento de la JMAS (2023). 55
Figura 20. Ubicación de la red de distribución de agua residual tratada utilizada en parques urbanos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS (2023). 57
Figura 21. Distribución de geográfica de las localidades en el municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI (2023). 72
Figura 22. Ubicación de los polígonos con actividad agrícola en el municipio de Chihuahua. Fuente: Generador de los datos mostrados en el mapa SIGMUN (2023) (26) (27). 87
Figura 23. Clasificación de sistemas de riego en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2022) (26). 90
Figura 24. Distribución y extensión de las Unidades de Riego (UR) en México (28). 91
Figura 25. Identificación de la hidrografía y ubicación de la mancha urbana. Fuente: Atlas de riesgo (2023) (30). 94
Figura 26. Identificación de sectores de riesgos en la mancha urbana. Fuente: Atlas de riesgo (2023) (30). 96

Figura 27. Eficiencia de cloración en las fuentes de abasto de uso público urbano en municipios del estado de Chihuahua. Fuente: SINA, CONAGUA (2022) (13). 99
Figura 28. Inventario estatal de fuentes de suministro de agua potable en el estado de Chihuahua, imagen del municipio de Chihuahua. Fuente: JCAS (2022) (32). 104
Figura 29. Zona servida y contigua para abasto de agua potable de la mancha urbana. Fuente: JMAS (2024). 112
Figura 30. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con un consumo de 160 l/hab/día. Fuente: elaboración propia. 116
Figura 31. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con un consumo de 220 l/hab/día. Fuente: elaboración propia. 117
Figura 32. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con una dotación de 220 l/hab/día. Fuente: elaboración propia. 118
Figura 33. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con una dotación de 401 l/hab/día. Fuente: elaboración propia. 119
Figura 34. Volumen de agua anual requerido por los cultivos agrícolas en el Municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia. 131

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales embalses en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del DOF (14). 25

Tabla 2. Disponibilidad relativa del agua superficial en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del 31/03/2023 CONAGUA-DOF (16). 27

Tabla 3. Índice de disponibilidad del agua subterránea en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del 31/03/2023 CONAGUA-DOF (16). 27

Tabla 4. Costo en pesos por cada mil metros cúbicos de agua para uso potable. Fuente: Ley Federal de Derechos en Materia de Agua para el ejercicio fiscal 2023 (15). 28

Tabla 5. Incorporación de aprovechamientos de agua subterránea al suministro de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 33

Tabla 6. Volumen suministrado de agua potable a la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 33

Tabla 7. Títulos de volúmenes de agua para uso público urbano registrados. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS y el REPDA (2023). 36

Tabla 8. Producción de gastos por fuente de abastecimiento para el año 2023. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 39

Tabla 9. Datos de captaciones por batería a diciembre del 2023. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 41

Tabla 10. Caudales específicos promedio por baterías. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 42

Tabla 11. Líneas de conducción del sistema primario de agua potable en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 44

Tabla 12. Plantas Municipales de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación en el municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información de la CONAGUA (2022). 53

Tabla 13. Usuarios de la red morada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023). 56

Tabla 14. Usuarios de la red morada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (7) (2023). 59

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 15. Comunidades rurales en el municipio de Chihuahua. Elaboración propia con información del SINA (2023) (13). 61
Tabla 16. Comunidades rurales en el municipio de Chihuahua de acuerdo con datos del REPDA. Elaboración propia con información del REPDA (2023) (7). 73
Tabla 17. Títulos a cargo de organizaciones que son supervisadas por la JCAS de acuerdo con datos del REPDA. Elaboración propia con información del REPDA (2023) (7). 84
Tabla 18. Características de producción de los cultivos más importantes del municipio de Chihuahua. Elaboración propia con información del SIAP (26) (27). 89
Tabla 19. Rangos estimados de volúmenes de agua por cultivo por hectárea. Elaboración propia con información del FAO (2012) (29). 92
Tabla 20. Resultados e indicadores de parámetros de calidad del agua del acuífero Chihuahua-Sacramento. Fuente: elaboración propia con información del SINA (2023) (13). 100
Tabla 21. Resultados e indicadores de parámetros de calidad del agua del acuífero Tabalaopa-Aldama. Fuente: elaboración propia con información del SINA (2023) (13). 101
Tabla 22. Resultados e indicadores de parámetros de calidad del agua del acuífero El Sauz-Encinillas. Fuente: elaboración propia con información del SINA (2023) (13). 102
Tabla 23. Resultados del estudio realizado por la JCAS en pozos para abasto de comunidades en el municipio de Chihuahua (32). 103
Tabla 24. Estimación de calidad y demanda por tipo de industria, elaboración propia (33) (34) (35). 105
Tabla 25. Estimación de población rural distribuidas en el municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información de INEGI y el PDU (39) (40). 113
Tabla 26. Proyección de la demanda de agua potable en la zona urbana al 2040. Fuente: elaboración propia. 115
Tabla 27. Proyección de la población de las localidades rurales para estimación de demanda de agua potable. Fuente: elaboración propia con información de INEGI (40) (41). 121
Tabla 28. Proyección de la demanda de agua potable en la zona rural al 2040. Fuente: elaboración propia con información de INEGI (40) (41). 122
Tabla 29. Estadísticas de caudal facturado por tipo de usuarios de la JMAS. Fuente: elaboración propia con información del PIGOO (21) y de la JMAS (2023). 124

Tabla 30. Proyección de la demanda de agua potable por tipo de usuario proporcionado por la JMAS Chihuahua al 2040. Fuente: elaboración propia con información del PIGOO (21) y de la JMAS (2023). 125

Tabla 31. Demanda anual actual de agua estimada por sector. Fuente: elaboración propia con información del PIGOO (21) y de la JMAS (2023). 125

Tabla 32. Tasa de crecimiento anual para estimar el volumen de demanda de agua proyectada para algunas actividades, considerando el nearshoring de 2020 a 2040. Fuente: elaboración propia.. 127

Tabla 33. Proyección de la demanda de agua para el sector industrial independiente de la JMAS Chihuahua. Fuente: elaboración propia. 128

Tabla 34. Proyección de la demanda de agua para el sector agrícola al 2040. Fuente: elaboración propia. 130

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua

Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820

https://implanchihuahua.org

Acrónimos

Acrónimo	Significado
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GIARUR	Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
LFD	Ley Federal de Derechos
lps	Litros por segundo
SIGMUN	Sistema de Información Geográfica Municipal
SEECH	Servicios Educativos del Estado de Chihuahua
SEP	Secretaría de Educación Pública
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
JMAS	Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua
SINA	Sistema Nacional de Información del Agua
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
Mm3	Millón de metros cúbicos
CONAPO	Comisión Nacional de Población
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad
EF	Eficiencia Física
l/hab/día	Litro habitante día
DMA	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Acrónimo	Significado
Hm^3	Hectómetro cúbico
POELMCH	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Chihuahua
IMPLAN	Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
LAN	Ley de Aguas Nacionales
DOF	Diario Oficial de la Federación
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
NOM	Norma Oficial Mexicana
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
PEA	Población Económicamente Activa
ENOE	Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
MDP	Millones de pesos
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
UE	Unidad Económica
VAB	Valor Agregado Bruto
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

CAPÍTULO CUARTO: INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS URBANO Y RURAL EN EL ÁMBITO DEL USO DEL AGUA

En el Capítulo, se aborda la convergencia estratégica entre los entornos urbanos y rurales en relación con el uso sostenible del agua. De forma separada se realiza el entorno urbano al rural, al final de este capítulo se enfoca en la comprensión holística de las demandas hídricas en ambas áreas, reconociendo sus interconexiones y promoviendo sinergias para una gestión eficiente y equitativa del recurso. Se examinan detalladamente las características de consumo en sectores urbanos y rurales, identificando patrones, desafíos y oportunidades específicos. Además, se proponen estrategias integradas que permitan maximizar la eficiencia del suministro de agua, considerando las particularidades de cada entorno. La integración de prácticas sostenibles y la promoción de tecnologías adecuadas tanto en áreas urbanas como rurales son elementos clave para alcanzar una gestión hídrica equitativa, resiliente y alineada con los objetivos de desarrollo a largo plazo del municipio.

1. Introducción

El agua, elemento vital para la vida y el desarrollo, se encuentra en el centro de las dinámicas sociales, económicas y ambientales de nuestro municipio. La gestión eficiente y sostenible del agua es un desafío crucial para asegurar el bienestar de las presentes y futuras generaciones. Este capítulo se centra en la integración del análisis urbano y rural en el ámbito del uso del agua, sentando las bases para la elaboración de un Plan Municipal Hídrico integral que responda a las necesidades específicas de cada contexto.

La integración de ambos entornos es fundamental por varias razones. A pesar de tener características y necesidades diferentes, las zonas rurales y urbanas forman parte de un mismo sistema hídrico. El análisis integrado del uso del agua en ambos contextos permite comprender las interconexiones, identificando cómo el uso del agua en un área afecta a la otra. Asimismo, esta integración facilita la optimización de la gestión del agua, permitiendo implementar estrategias que beneficien a ambas zonas de manera conjunta. Además, promueve la equidad al asegurar un acceso equitativo al agua para todos los habitantes del municipio.

1.1. Antecedentes

En 2007, la FAO [1] presentó un marco conceptual para la Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural (GIARUR), que define sus principios, objetivos y componentes clave. Este enfoque aborda la necesidad de integrar la gestión del agua a nivel urbano y rural, considerando las interconexiones entre ambos. Posteriormente, en 2014, la CEPAL [2] analizó la experiencia de la GIARUR en América Latina y el Caribe, destacando los logros, desafíos y lecciones aprendidas.

Aunque existen numerosas publicaciones de organizaciones internacionales que destacan la importancia de integrar tanto el análisis como la gestión del agua, como lo señala la OCDE [3] en 2011, es evidente que hay una escasa documentación de casos concretos sobre la implementación de la Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural (GIARUR). La mayoría de estas publicaciones examinan los desafíos y oportunidades para la seguridad hídrica en un contexto de cambio climático y crecimiento poblacional, subrayando la importancia de la gestión integrada del agua a nivel local, como lo indica el informe de UN-Water en 2015 [4].

En Chihuahua, se han realizado escasos estudios o publicaciones con este enfoque integrado. Los existentes son principalmente documentos de investigación o derivados de tesis de posgrado, como lo menciona Calderón [5], y rara vez tienen un impacto social o institucional significativo. En el año 2022, la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua (JCAS) presentó la segunda edición del Plan Estatal Hídrico (PEH) [6] para el estado de Chihuahua al 2040 el cual busca correlacionarse con el Plan Municipal Hídrico de Chihuahua (PMH) en diversos aspectos.

En el Capítulo 2 del Plan Estatal Hídrico para el estado de Chihuahua al 2040 (PEH 2040) [6], se aborda el diagnóstico y las soluciones relacionadas con los desafíos del agua en el municipio de Chihuahua. A continuación, se presenta un resumen del diagnóstico y las soluciones del PEH 2040, con mayor detalle en las estadísticas del municipio:

- La disponibilidad per cápita de agua en el municipio es de 1,280 m³/año, inferior a la media nacional de 1,700 m³/año.
- Los acuíferos Chihuahua-Sacramento (ACHS), Tabalaopa-Aldama (ATA) y El Sauz-Encinillas (ASE), son las principales fuentes de agua potable para el municipio, los tres acuíferos presentan sobreexplotación, y los tres tienen decretos de veda.
- La demanda de agua en el municipio se estima en 1,400 millones de m³/año, con un crecimiento anual del 2%.
- Se han detectado niveles de contaminación por nitratos, flúor y arsénico en los acuíferos, concentraciones mayores a los limites permisibles.
- Las descargas de aguas residuales sin tratamiento también son una fuente de contaminación del agua.
- La red de agua potable del municipio tiene una eficiencia del 70%, lo que significa que se pierden el 30% del agua por fugas.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- La gestión del agua en el municipio se caracteriza por la fragmentación institucional y la falta de coordinación entre los diferentes actores.
- El cambio climático es una amenaza importante para la seguridad hídrica del municipio, ya que se espera una disminución en las precipitaciones y un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.

Entre las soluciones propuestas en el PEH 2040 [6] para abordar estos desafíos en el municipio de Chihuahua, se destacan:

- Fortalecimiento de la gobernanza del agua mediante la creación de un Consejo Municipal del Agua que incluya a todos los actores relevantes y un Comité Técnico de Agua Subterránea (COTAS) Metropolitano.
- Implementar un Plan Municipal de Agua con una visión integral y a largo plazo.
- Modernización de la infraestructura hidráulica:
- Invertir en la rehabilitación de la red de agua potable para reducir las fugas.
- Construir nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Promoción del uso eficiente del agua mediante programas de educación ambiental.
- Ofrecer incentivos a los usuarios que reduzcan su consumo de agua.
- Protección de las fuentes de agua mediante la implementación de medidas para proteger las cuencas hidrológicas y prevenir la contaminación del agua.
- Reforestar las áreas deforestadas es crucial para desarrollar estrategias de adaptación a los efectos del cambio climático. Estas estrategias incluyen la diversificación de las fuentes de agua y la construcción de infraestructura resiliente.

En los capítulos 4 y 5 del PEH 2040 [6], se detallan las estrategias de inversión y proyectos estratégicos, así como la implementación del plan en su totalidad. Aunque el plan tiene un enfoque general en todo el estado, también se incluyen estrategias específicas para abordar las necesidades particulares del municipio de Chihuahua como:

- Modernización de la infraestructura hidráulica: Se propone la rehabilitación de la red de agua potable para reducir las fugas, con especial atención en las zonas con mayores índices de pérdida.
- Construcción de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales: Esto se plantea para mejorar la calidad del agua en el municipio.
- Implementación de programas de tecnificación del riego: Se busca promover el uso eficiente del agua en la agricultura, especialmente en el Valle de Chihuahua.
- Protección y conservación de las fuentes de agua: Se propone la reforestación de las cuencas hidrológicas de la Sierra Madre Occidental, las principales fuentes de agua del municipio.
- Medidas para prevenir la contaminación del agua en el acuífero Chihuahua: Se plantea la regulación de descargas industriales y el tratamiento de aguas residuales.

- Fortalecimiento de la gobernanza del agua: Se propone la creación de un Consejo Municipal del Agua que incluya a todos los actores relevantes, como la JMAS, la JCAS, la sociedad civil y el sector privado.
- Implementación de un Plan Municipal de Agua: Se busca alinear este plan con el PEH 2040 y definir estrategias específicas para el municipio.
- Promoción del uso eficiente del agua: Se propone la implementación de programas de educación ambiental en escuelas y comunidades para fomentar el uso responsable del agua.
- Ofrecer incentivos a los usuarios que reduzcan su consumo de agua: Se sugiere implementar tarifas diferenciadas o programas de apoyo para la instalación de dispositivos ahorradores de agua.
- Adaptación al cambio climático: Se plantea desarrollar estrategias para adaptarse a los efectos del cambio climático, como la diversificación de las fuentes de agua y la construcción de infraestructura resiliente a eventos climáticos extremos.
- Financiamiento: Se establece que las inversiones en el municipio de Chihuahua se financiarán con recursos del gobierno federal, estatal y municipal, así como con la participación del sector privado y la cooperación internacional.

1.2. Objetivo, Procedimiento y Estructura del Informe

El propósito fundamental consiste en desarrollar un Plan que articule un conjunto de acciones clave para alcanzar una gestión sostenible del agua en el Municipio de Chihuahua. En el presente capítulo, se conforma un análisis de los diferentes usos y usuarios del agua que tiene el municipio de Chihuahua.

El análisis resalta las correlaciones y vínculos entre los diferentes usos del agua, dividiendo el estudio del escenario actual en dos contextos distintos: urbano y rural. Además, se establece una propuesta de escenario óptimo para el futuro. En estos contextos geográficos se integrarán los distintos usos que se dan en cada uno de ellos.

1.3. Metodología

La metodología se ejecutó conforme al siguiente procedimiento: se inició con la recopilación y exhaustivo de información preexistente, análisis previos estudios y datos específicos del municipio de Chihuahua, los cuales fueron elaborados por diversas entidades gubernamentales, académicas y particulares.

Es crucial resaltar que el alcance del análisis de información no abarcó la validación o verificación de los datos proporcionados. En consecuencia, se hace referencia a la fuente de cada estudio, dato o información presentada en este documento para cualquier duda o aclaración.

Se realizó un análisis detallado del recurso hídrico de las localidades urbanas y rurales presentes en la zona, identificando las principales actividades económicas y los patrones de consumo de agua en cada área. Asimismo, se analizaron las prácticas de gestión del agua existentes y su impacto en el medio ambiente. Se proyectan escenarios de comportamiento futuro del uso del agua en las localidades urbanas y rurales, tomando en cuenta el escenario base actual; considerando dos posibilidades, una sin cambio y acciones en la gestión, y la segunda implementando acciones de gestión (escenario optimo); centrándose en la eficiencia y la sostenibilidad.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

2. Fuentes de Abastecimiento

Lo primero es comprender la fuente de abastecimiento de agua para todos los usos en el municipio. En este apartado, se describen las situaciones de los acuíferos desde el punto de vista legal y administrativo. Para este análisis, se consideró la base de datos de inscritos que se publican en el REPDA, con respecto a los volúmenes de extracción de aguas nacionales (m³/año), con fecha de corte al 31 de diciembre del 2023. En el municipio, se tiene autorizada la extracción de 300,276,046.25 m³/año. La Figura 1 muestra la distribución de los volúmenes autorizados de extracción por tipo de fuente.

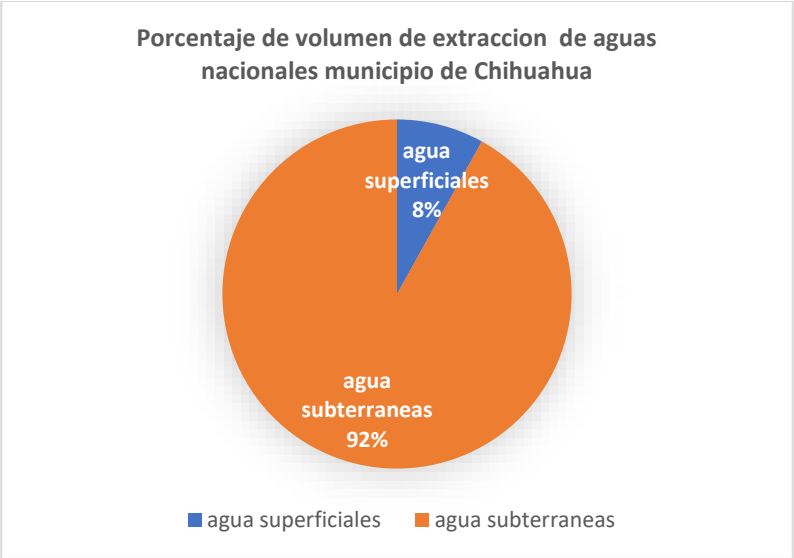


Figura 1. Volúmenes de extracción de aguas nacionales en el municipio de Chihuahua por tipo de fuente. Fuente: Elaboración propia con información del REPDA [7].

2.1. Agua Subterránea

La importancia del agua subterránea en el municipio de Chihuahua es fundamental para sostener la vida, la agricultura, la industria y el medio ambiente en general. La extracción de agua subterránea constituye una parte significativa del suministro de agua en la región, como lo demuestra el hecho de que el 80% del volumen destinado a los usos consuntivos proviene de fuentes subterráneas, mientras que el resto proviene de fuentes superficiales. En la Figura 2 se pueden observar los tres acuíferos que aportan agua para los distintos usos en el municipio.



Figura 2. Localización de los acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia.

La descripción de los acuíferos se basa en tres informes de la Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua. Estos informes se titulan “Determinación de la disponibilidad de agua en los Acuíferos de: Chihuahua – Sacramento; Tabalaopa – Aldama y El Sauz – Encinillas" (0830, 0835 y 0807 respectivamente) [8] [9] [10]. Las condiciones de los acuíferos que abastecen agua al municipio de Chihuahua se pueden observar en la Figura 3.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) [(11)], estipula que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) tiene la responsabilidad de publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF) información sobre la disponibilidad de las aguas nacionales. En el caso específico de las aguas subterráneas, esta divulgación debe realizarse por acuífero, de acuerdo con estudios técnicos correspondientes y siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000.

La NOM-011 establece un método específico para determinar la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas. Este método implica la realización de un balance detallado que considera varios aspectos, entre ellos: la recarga del acuífero, la deducción de volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen de agua concesionado actualmente registrado en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA).

La NOM-011-CONAGUA-2015 [(12)] establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas (DMA) la realización de un balance de las mismas, donde se defina de manera precisa la recarga (R), de ésta se deduce el valor de la descarga natural de un acuífero, que está comprometida como agua superficial para diversos usos o que debe conservarse para prevenir un impacto ambiental negativo a los ecosistemas o la migración de agua de mala calidad a un acuífero (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS). La disponibilidad media anual (DMA) Se determina por medio de la siguiente expresión, establecida también en la NOM-011-CONAGUA-2015 [(12)]:

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO	=	**RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL**	-	**DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA**	-	**EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

CONAGUA define las condiciones de los acuíferos en México utilizando dos categorías principales: Subexplotado y Sobreexplotado. Estas categorías se basan en el balance hídrico del acuífero, que es la diferencia entre la recarga y la extracción de agua (NOM-011-CONAGUA-2000).

Subexplotado:

Un acuífero se considera subexplotado cuando la extracción de agua es menor que la recarga natural o renovable. Esto significa que el acuífero tiene un excedente de agua que puede ser utilizado, sin causar mayores impactos negativos.

Características:

- Niveles piezométricos estables o en ascenso.
- Buena calidad del agua.
- Poca o ninguna intrusión salina.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Sobreexplotado:

Un acuífero se considera sobreexplotado cuando la extracción de agua es mayor que la recarga natural o renovable. Esto significa que el acuífero está siendo explotado a un ritmo insostenible.

Características:

- Niveles piezométricos en descenso.
- Deterioro de la calidad del agua.
- Intrusión salina.
- Subsidencia del terreno.

Impactos de la sobrexplotación:

- Escasez de agua.
- Deterioro del medio ambiente.
- Daños a la infraestructura.
- Conflictos sociales.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

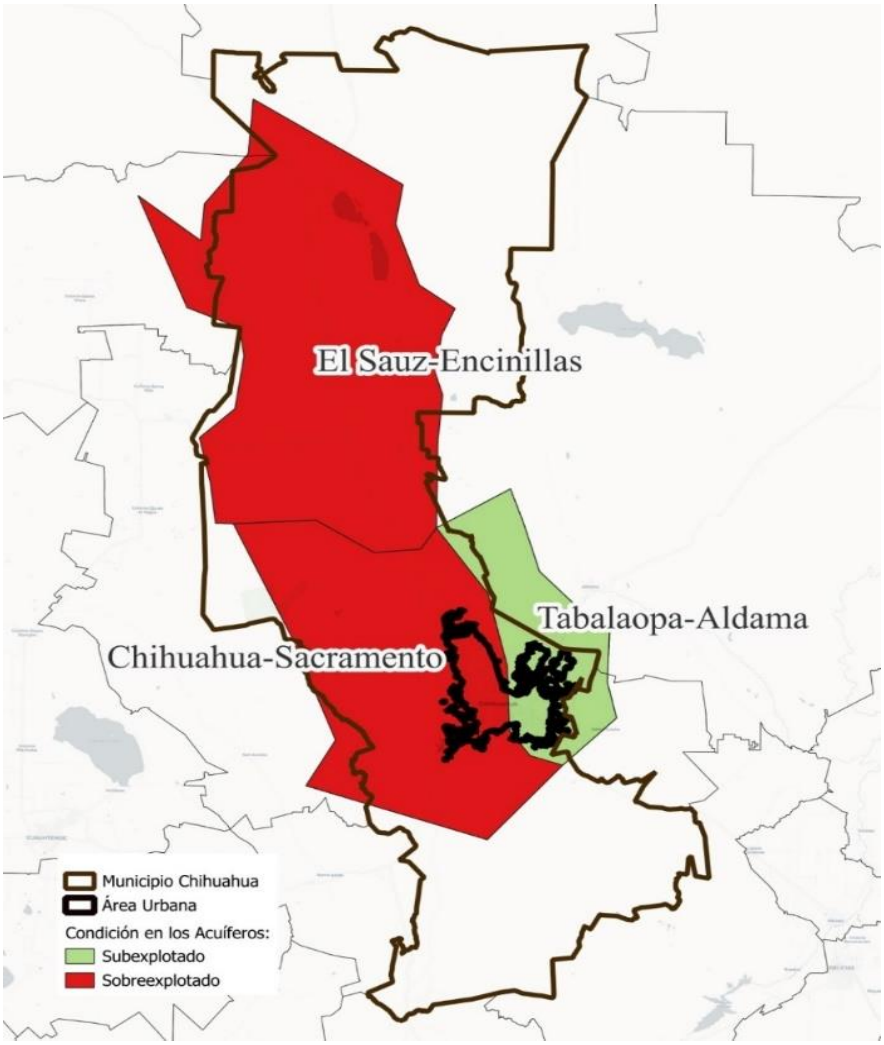


Figura 3. Condición de los acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del SINA [(13)] 3.0 (2022).

La diferencia entre la disponibilidad y la condición de los acuíferos según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) radica en los aspectos que cada término aborda:

Condición de Acuíferos: La condición de los acuíferos se refiere al estado de salud y funcionamiento de estos, incluyendo aspectos como la calidad del agua, la sobreexplotación, la intrusión salina, la contaminación y otros impactos ambientales. La condición de un acuífero puede variar según diversos factores, como la actividad humana, el cambio climático, la geología local y la gestión del agua. Evaluar la condición de los acuíferos es importante para identificar problemas y tomar medidas correctivas para proteger y conservar estos recursos hídricos subterráneos.

Disponibilidad de Acuíferos: Se refiere a la cantidad de agua subterránea presente y que puede ser extraída de manera sostenible para su uso. Esta disponibilidad se determina mediante estudios técnicos que evalúan la recarga natural del acuífero, la capacidad de almacenamiento, la extracción actual y proyectada, así como otros factores hidrogeológicos. La disponibilidad de los acuíferos es fundamental para garantizar un suministro adecuado de agua para los diversos usos, como el abastecimiento urbano, la agricultura y la industria. En el informe 2, se presentan los valores de disponibilidad de los acuíferos que muestra el SINA 3.0/CONAGUA [(13)].

En los acuíferos Chihuahua-Sacramento y El Sauz-Encinillas, se tienen volúmenes de extracción más del doble de la estimación de recarga; en el caso de Tabalaopa-Aldama, se estima que el volumen de extracción excede en aproximadamente un 12%.

Es importante mencionar que los tres acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua se encuentran denominados como Zonas de Veda en diferentes proporciones y clasificaciones. La veda restringe el incremento de la extracción de agua de los usuarios existentes o el otorgamiento de nuevas concesiones/asignaciones, en los términos establecidos en cada decreto. Los decretos emitidos para declarar Zona de Veda describen la delimitación territorial en la que se aplicará este ordenamiento.

Las vedas son instrumentos legales que se utilizan para proteger los acuíferos de la sobreexplotación y el deterioro de la calidad del agua. La CONAGUA establece las vedas en los acuíferos que se encuentran en condición de sobreexplotación o que están sujetos a un riesgo de sobreexplotación.

El tipo de veda que se aplica depende de la gravedad de la situación del acuífero. En los casos más graves, se puede aplicar una veda total, que prohíbe la extracción de agua para cualquier uso. En casos menos graves, se puede aplicar una veda parcial, que restringe la extracción de agua de alguna manera.

Las vedas son una medida importante para la conservación de los acuíferos y la garantía de la disponibilidad de agua para las generaciones presentes y futuras.

Las Fechas de publicación de las vedas en el DOF para los acuíferos son las siguientes:

1. Acuífero Chihuahua-Sacramento:

Primera veda: 22 de diciembre de 1948 (DOF)

Modificaciones:

- 7 de febrero de 1952
- 14 de diciembre de 1965
- 29 de diciembre de 1977
- 10 de diciembre de 1984
- 27 de diciembre de 1994
- 19 de diciembre de 2002
- 30 de diciembre de 2008
- 28 de diciembre de 2018

2. Acuífero Tabalaopa-Aldama:

Primera veda: 22 de diciembre de 1948 (DOF)

Modificaciones:

- 31 de diciembre de 1953
- 14 de diciembre de 1965
- 29 de diciembre de 1977
- 10 de diciembre de 1984
- 27 de diciembre de 1994
- 19 de diciembre de 2002
- 30 de diciembre de 2008
- 28 de diciembre de 2018

3. Acuífero El Sauz-Encillas:

Primera veda: 22 de diciembre de 1948 (DOF)

Modificaciones:

- 12 de enero de 1978
- 14 de diciembre de 1965
- 29 de diciembre de 1977
- 10 de diciembre de 1984
- 27 de diciembre de 1994
- 19 de diciembre de 2002
- 30 de diciembre de 2008
- 28 de diciembre de 2018

CONAGUA define dos tipos principales de vedas en los acuíferos [(12)]:

1. Veda total:

- Prohíbe la extracción de agua del acuífero para cualquier uso, incluyendo el doméstico, agrícola e industrial.
- Se aplica cuando el acuífero está sobreexplotado y existe un riesgo de daños irreversibles al medio ambiente.

2. Veda parcial:

- Restringe la extracción de agua del acuífero, estableciendo límites a la cantidad de agua que se puede extraer y los usos que se le pueden dar.
- Se aplica cuando el acuífero está sujeto a sobreexplotación o existe un riesgo de deterioro de la calidad del agua.

Tipos de vedas parciales:

- Veda por tiempo: Prohíbe la extracción de agua durante un periodo determinado del año.
- Veda por volumen: Limita la cantidad de agua que se puede extraer por pozo o por unidad de superficie.
- Veda por uso: Prohíbe la extracción de agua para ciertos usos, como el riego agrícola o la industria.

A continuación, se describen las situaciones administrativas de los acuíferos que abastecen principalmente al Municipio de Chihuahua (Figura 4):

En el territorio del **Acuífero Chihuahua – Sacramento**, rigen cuatro decretos de veda:

1) La porción nororiental del acuífero se encuentra sujeta a las disposiciones del "Decreto que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región circunvecina de Villa Aldama, Chih.", publicado en el DOF el 31 de diciembre de1953. ***Este decreto se clasifica como tipo III, que sólo permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros***.
2) La porción centro-oriental se encuentra sujeta a las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en terrenos que ocupa y circundan la ciudad de Chihuahua, Chih., en la zona que el mismo delimita.", publicado en el DOF el 7 de febrero de 1952. ***Este decreto se clasifica como tipo II que sólo permite extracciones para usos domésticos y abrevadero que se realicen por medios manuales.***
3) El extremo suroccidental, se encuentra sujeto a disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido, para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como región de Cuauhtémoc, del Estado de Chihuahua", publicado en el DOF el 21 de octubre de 1967. ***Este decreto se clasifica como tipo III que sólo permite extracciones para usos domésticos, industriales, de riego y otros***.
4) Una porción del extremo noroccidental se encuentra sujeto a disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona conocida como Cuenca del Sauz y Encinillas, ubicados en el Municipio de Chihuahua, Chih.", publicado en 12 de enero de 1978. ***Este decreto se clasifica como tipo II que sólo permite extracciones para usos domésticos y abrevadero que se realicen por medios manuales***.

Por otra parte, en las porciones al norte, centro-occidental y sur no rige ningún decreto de veda.

El usuario principal de este acuífero es el sector público-urbano, a través del Organismo Operador Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JMAS). En su territorio no se localiza distrito o unidad de riego alguna.

La porción central de la superficie del **Acuífero Tabalaopa-Aldama** está sujeta a las disposiciones del "Decreto que establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la región circunvecina de Villa Aldama, Chih.", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1953.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Esta veda se ***clasifica como tipo III que permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.*** En su territorio no existen Distritos de Riego.

En casi el total del territorio del **Acuífero El Sauz-Encinillas**, se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona conocida como Cuenca del Sauz y Encinillas, ubicados en el Municipio de Chihuahua, Chih.", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12 enero de 1978. ***Esta veda es tipo II, en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos***.

Una pequeña porción del extremo noroccidental de su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del "Acuerdo por el que se establece el Distrito de Riego de El Carmen, en San Buenaventura y Villa Aldama y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos para alojarlas y operarlas", publicado en el DOF el 30 de enero de 1957. ***Esta veda es tipo III, en las que las capacidades de los mantos acuíferos permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros***. De igual manera, en una porción de los extremos sur y oriental, que representa aproximadamente el 5% del área que ocupa el acuífero, no rige ningún decreto de veda.

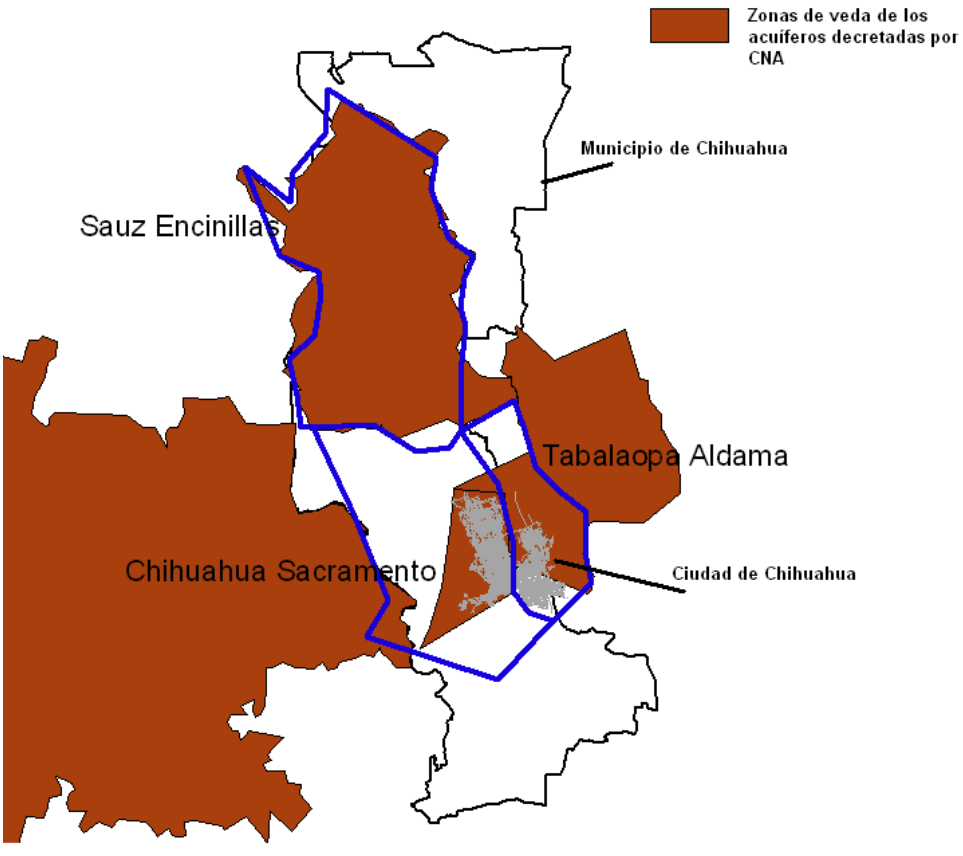


Figura 4. Vedas de los acuíferos que abastecen de agua al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del SINA [(13)] 3.0 (2022).

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

2.2. Agua Superficial

Las principales captaciones de aguas superficiales cercanas a la ciudad se encuentran en la parte poniente de la mancha urbana, ubicadas aguas arriba sobre los tributarios del Río Chuvíscar. Estas incluyen la Presa El Rejón, la Presa Chuvíscar y la Presa Chihuahua (Figura 5), con capacidades de almacenamiento de 6.6, 2.4 y 32.3 Mm^3 respectivamente.

Las dos primeras estaban originalmente destinadas a regular y almacenar avenidas, pero en la actualidad se consideran sin capacidad hidráulica debido a que están completamente azolvadas. Por otro lado, la Presa Chihuahua se ubica en el Río Chuvíscar con el propósito de prevenir inundaciones y suministrar una cantidad limitada de agua para abasto potable en la ciudad de Chihuahua.

La cuarta se encuentra la parte nor-poniente de la mancha urbana, emplazada aproximadamente a 30 km, en terrenos ejidales, en el cauce del Río Sacramento llamado San Marcos. Con capacidad de 9.0 Mm^3 con el fin de irrigación agrícola.

Dado el régimen de precipitación de la región se considera que son una fuente no segura e irregular para el sustento del abasto de agua potable; además todos los embalses fueron construidos a principios de los años 1900, y al no contar con mantenimiento están prácticamente inoperables.

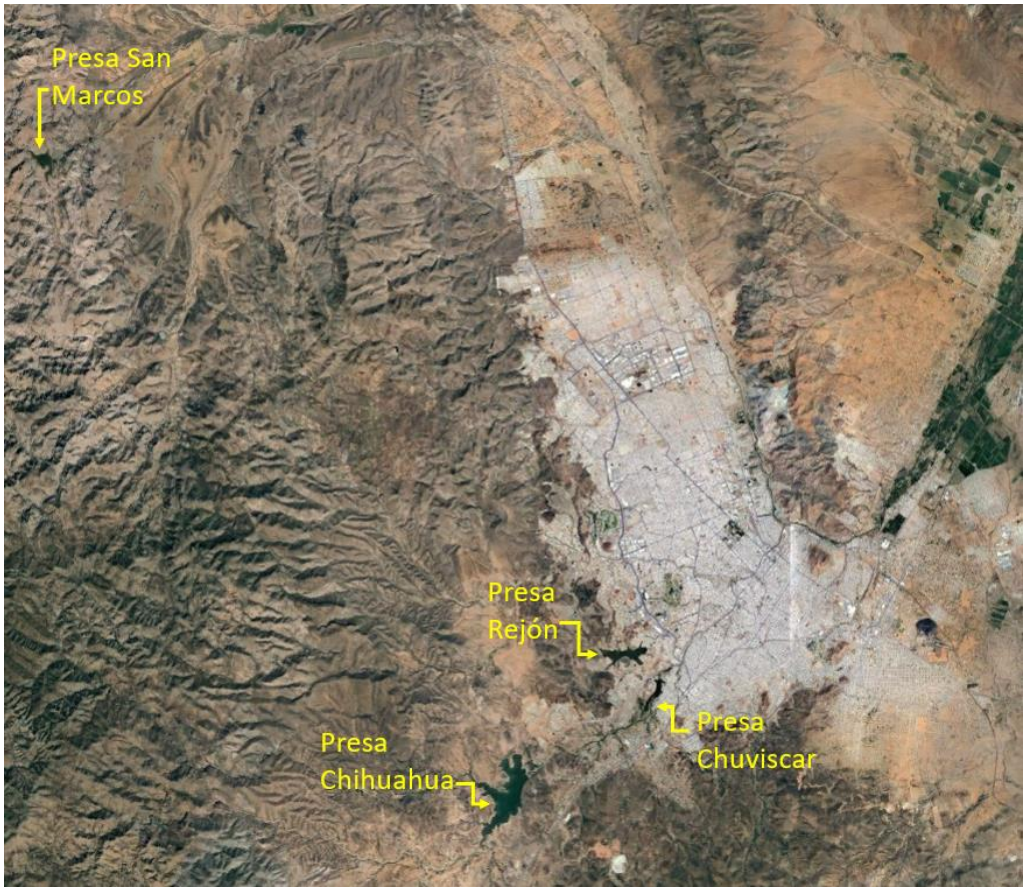


Figura 5. Localización de las presas que abastecen de agua al municipio de Chihuahua.

En la Tabla 1 se presenta el resultado de los estudios técnicos de la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos del ACUERDO [14], referente a los embalses existentes en el municipio de Chihuahua.

Tabla 1. Principales embalses en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del DOF [14].

Nombre del embalse		Municipio, Estado	Corriente	Capacidades (Mm3)
oficial	común		aprovechada	útil referida al NAMO
Chihuahua	Presa Chihuahua	Chihuahua, Chih.	Río Chuvíscar	23.8
El rejón	El rejón	Chihuahua, Chih.	Arroyo el rejón	6.19

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Para proponer acciones de gestión, es indispensable comprender la situación legal-administrativa de las fuentes de abastecimiento del municipio, lo cual requiere conocer el marco jurídico que las rige, en este caso la Ley Federal de Derechos (LFD) [15].

Dentro del Título Segundo "De los Derechos por el Uso o Aprovechamiento de Bienes del Dominio Público" [15], Capítulo VIII Agua, los Artículos 222 y 223 establecen que todas las personas físicas y morales están obligadas al pago del derecho sobre agua, siempre que usen, exploten o aprovechen aguas nacionales, ya sea de hecho o amparadas por títulos de asignación, concesión, autorización o permiso otorgados por el Gobierno Federal, de acuerdo con la zona de disponibilidad de agua en la que se efectúe su extracción.

El Artículo 224 [15] establece quiénes están exentos de pagar el derecho:

I.- Por la extracción o derivación de aguas nacionales que realicen **personas físicas** dedicadas a **actividades agrícolas o pecuarias** para satisfacer las necesidades domésticas y de abrevadero, sin desviar las aguas de su cauce natural.

II.- Por el uso o aprovechamiento de aguas residuales, cuando se deje de usar o aprovechar agua distinta a ésta en la misma proporción o cuando provengan directamente de colectores de áreas urbanas o industriales.

III.- Por las aguas que broten o aparezcan en el laboreo de las minas o que provengan del desagüe de éstas, salvo las que se utilicen en la explotación, beneficio o aprovechamiento de estas, para uso industrial o de servicios.

IV.- Por **los usos agrícola y pecuario** definidos como tales en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y siempre que sus procesos se efectúen de forma indivisa, incluyendo a los distritos y unidades de riego, **con excepción de las usadas en la agroindustria**, hasta por la dotación autorizada a los distritos de riego por la Comisión Nacional del Agua o, en su caso, hasta por el volumen concesionado.

V.- Tampoco se pagará el derecho establecido en este Capítulo, por el uso o aprovechamiento que en sus instalaciones realicen las instituciones educativas con reconocimiento de validez oficial de estudios en los términos de las leyes de la materia, diferentes a la conservación y mantenimiento de zonas de ornato o deportivas.

VI.- Por el uso o aprovechamiento de aguas efectuado por las **poblaciones rurales** de hasta 2,500 habitantes de conformidad con el último Censo General de Población y Vivienda y por los organismos operadores de agua potable y alcantarillado, públicos o privados, que abastezcan de agua para consumo doméstico a estas poblaciones, por los volúmenes suministrados para este fin.

VIII. Por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales efectuada por entidades públicas o privadas, que sin fines de lucro presten servicios de asistencia médica.

A continuación, se definen los valores de los derechos a pagar, clasificados por uso, por fuente y zona de disponibilidad.

Para el agua superficial se hace en base a la disponibilidad relativa (DR) y la zona de disponibilidad que corresponde a cada cuenca del país durante el ejercicio fiscal 2023, con base en la fórmula prevista en la fracción I del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos [15] y los valores de las variables contenidos en el "ACUERDO por el que se dan 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, a que se refieren las fracciones I y II, del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos. Las presas del municipio de Chihuahua se encuentran emplazadas en la cuenca del Río Chuvíscar y tienen la disponibilidad que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Disponibilidad relativa del agua superficial en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del 31/03/2023 CONAGUA-DOF [16].

Estado	Denominación de la Cuenca	Región Hidrológica	Disponibilidad Relativa (DR)	Zona de Disponibilidad
Chihuahua	Río Chuvíscar	24	0.9543	1

Los datos relativos a las fuentes subterráneas del municipio de Chihuahua se encuentran en la Tabla 3. En la Tabla 3 se muestra el índice de disponibilidad (Idas) y la zona de disponibilidad correspondiente a cada acuífero del país durante el ejercicio fiscal 2023, calculados según la fórmula establecida en la fracción II del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos [15], así como los valores de las variables contenidos en el "ACUERDO por el que se dan 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", de acuerdo con las fracciones I y II del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos.

Tabla 3. Índice de disponibilidad del agua subterránea en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del 31/03/2023 CONAGUA-DOF [16].

Estado	Denominación Única del Acuífero	Índice de Disponibilidad (Idas)	Zona de Disponibilidad
Chihuahua	Chihuahua-Sacramento	-0.751	1
Chihuahua	El Sauz-Encinillas	-0.4392	1
Chihuahua	Tabalaopa-Aldama	0.1048	3

De acuerdo con la LFD [15] en Materia de Agua de 2023, el acuífero Chihuahua-Sacramento se clasifica como **zona de disponibilidad 1**. El principal usuario es el público - urbano.

De acuerdo con la LFD [15] en Materia de Agua 2023, el acuífero Tabalaopa-Aldama se clasifica como **zona de disponibilidad 3.** El principal usuario es el público - urbano.

De acuerdo con la LFD [15] en Materia de Agua 2023, el acuífero se clasifica como **zona de disponibilidad 1.** El usuario principal es el agrícola. Hasta la fecha, no se ha establecido ningún Distrito o Unidad de Riego, ni se ha constituido un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

El costo por metro cubico de explotación, depende directamente de las condiciones que se reflejan en las fórmulas técnicas base en la LFD [15], que consideran los factores físicos de las fuentes de abasto de agua (zona de disponibilidad), y el uso para que se utilizará el agua. En la Tabla 4 se muestra un ejemplo para el caso de agua potable.

Tabla 4. Costo en pesos por cada mil metros cúbicos de agua para uso potable. Fuente: Ley Federal de Derechos en Materia de Agua para el ejercicio fiscal 2023 [15].

Zona de disponibilidad	Aguas superficiales	Aguas Subterráneas
1	$620.87	$648.10
2	$297.77	$298.84
3	$148.71	$168.45
4	$74.03	$78.54

Las tarifas mencionadas serán aplicables a los usuarios cuando el consumo de agua en el periodo sea igual o inferior a un volumen equivalente a los 300 litros por habitante al día, según la población indicada en los resultados definitivos del ejercicio inmediato anterior, basados exclusivamente en datos de población del último Censo General de Población y Vivienda publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En casos donde el consumo supere este límite, se aplicarán tarifas sobre el volumen excedente de consumo.

El único uso que está exento de pagar derechos, a menos que se exceda de los volúmenes autorizados en su título, es el agrícola, y el pago será sobre el excedente, tal como lo indica el párrafo de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua de 2023 [15]:

"Por las aguas provenientes de fuentes superficiales o extraídas del subsuelo, destinadas a uso agropecuario, se pagará el derecho sobre agua por cada metro cúbico que exceda el volumen concesionado a cada distrito de riego o por cada metro cúbico que exceda el volumen concesionado a los usuarios agropecuarios restantes, conforme a las siguientes cuotas:

Zona de disponibilidad 1 a 4..... $0.2369"

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

2.3. Usos del Agua en el Municipio de Chihuahua

El REPDA registra un volumen total de extracción autorizado en el municipio de Chihuahua de 300,276,046.25 m3. De este total, el 92% corresponde a agua subterránea. La clasificación de usos para la cual está destinada destaca que en el municipio es mayoritariamente para público urbano y doméstico, con un 58%. Le sigue el uso agrícola con un 35% y en tercer lugar el industrial con un 3%, como se muestra en la Figura 6.

Es importante tener en cuenta que los volúmenes mencionados son los autorizados y no necesariamente los ejercidos. Esta aclaración es especialmente relevante para el agua superficial, ya que, aunque exista autorización, como en el caso de la ciudad de Chihuahua, el porcentaje que se utiliza debido a su disponibilidad llega apenas al 10%.

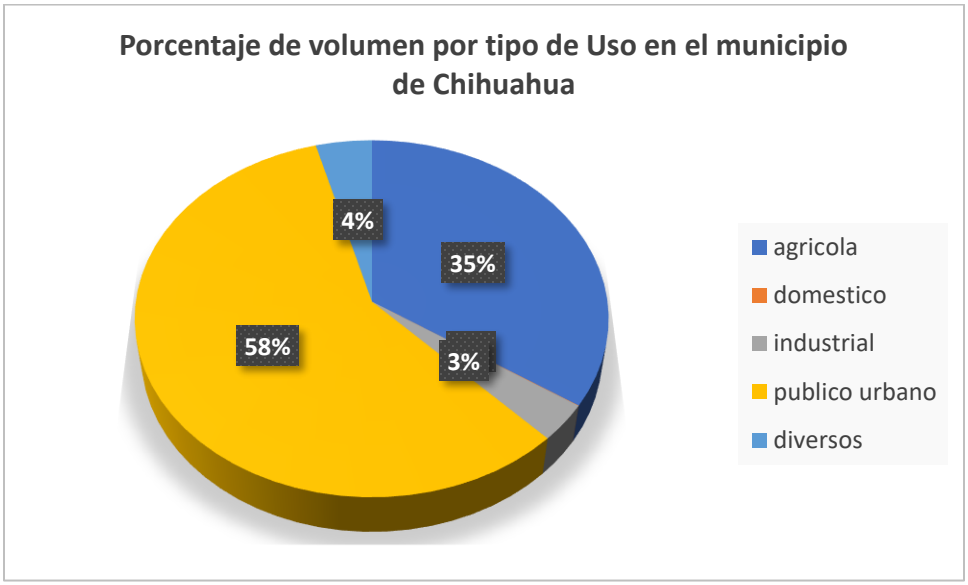


Figura 6. Volúmenes destinados a diversos usos de agua en el municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información del REPDA (2023) [7].

Dado que el principal uso de volumen significativo es el público urbano en todo el municipio, con énfasis en el área urbana, seguido por el agrícola y posteriormente el industrial, este análisis se centrará en estos aspectos en el presente capítulo.

3. Ámbito Urbano

En los últimos años, en el municipio de Chihuahua, se han llevado a cabo estudios orientados a satisfacer las demandas de agua potable de la población, especialmente en el área urbana. Es importante destacar que los estudios más concretos e importantes han sido liderados y promovidos por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JMAS), el organismo responsable de prestar los servicios de suministro y distribución de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la ciudad. Los estudios que la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JMAS), ha realizado se referenciaran dentro del presente informe, los esfuerzos de estudios y proyecto del organismo operador se agrupan de la siguiente manera:

A) Infraestructura para almacenamiento y distribución de agua potable, alcantarillado, así como mejorar la operación de los subsistemas (agua potable, alcantarillado y agua residual tratada).
B) El aprovechamiento y reúso de los volúmenes producidos en las plantas de tratamiento de agua residual tratada (PTAR).
C) Mejorar la eficiencia de medición del agua en el sistema a cargo de la JMAS, principalmente en agua potable, tanto en macro como en micro medición.
D) Capacidades y alternativas de suministro o fuentes de abastecimiento de agua potable para el municipio. Este punto se desarrolla en el apartado del escenario optimo o posible.

Esto se realiza con el objetivo de establecer los escenarios base o tendenciales y el óptimo o posible, teniendo en cuenta el análisis sociodemográfico del informe 2 y el análisis socioeconómico del informe 3.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

3.1. Escenario Base o Tendencial

La infraestructura y operación de los subsistemas hidráulicos urbanos son fundamentales para garantizar el acceso al agua potable, el saneamiento y la seguridad hídrica de la población en la ciudad de Chihuahua.

La infraestructura hidráulica urbana en Chihuahua está compuesta por:

- Sistemas de captación y almacenamiento de agua: Presas, pozos y tanques de almacenamiento.
- Redes de distribución de agua potable: Tuberías que llevan el agua desde los puntos de almacenamiento hasta los hogares y comercios.
- Sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales: Redes de alcantarillado y plantas de tratamiento.

El sistema de captación de agua incluye la extracción y explotación de dos tipos de fuentes: agua superficial y subterránea. En la actualidad, el agua superficial proviene únicamente de la presa Chihuahua, mientras que el agua subterránea se extrae de pozos ubicados en los acuíferos Chihuahua-Sacramento, Tabaloapa-Aldama y El Sauz-Encinillas.

3.1.1. Agua Potable

El sistema de distribución de agua potable en la ciudad de Chihuahua es una infraestructura vital que garantiza el suministro adecuado de agua a la población urbana y periurbana. Este sistema comprende una extensa red de tuberías, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento y una planta potabilizadora que trabajan en conjunto para llevar el agua desde sus fuentes de captación, como presas y pozos, hasta los hogares, empresas e instituciones de la ciudad. La distribución del agua se organiza en zonas de influencia definidas.

Sin embargo, el sistema enfrenta desafíos constantes, como el crecimiento demográfico, el envejecimiento de la infraestructura y la disponibilidad de los recursos hídricos. Por tanto, es necesario modernizar el sistema para garantizar un suministro seguro y confiable de agua potable a toda la población.

Volúmenes extraídos de los acuíferos para abasto de agua potable

Los volúmenes que se extraen de los diversos acuíferos son los siguientes: el acuífero Chihuahua-Sacramento (ACHS) fue el primero en proporcionar agua potable para la ciudad, seguido en secuencia por el Tabalaopa-Aldama (ATA) y el Sauz-Encinillas (ASE). En la Figura 7 se esquematizan la localización de los puntos de suministro de agua potable para la ciudad de Chihuahua, los cuales son responsabilidad del organismo operador.

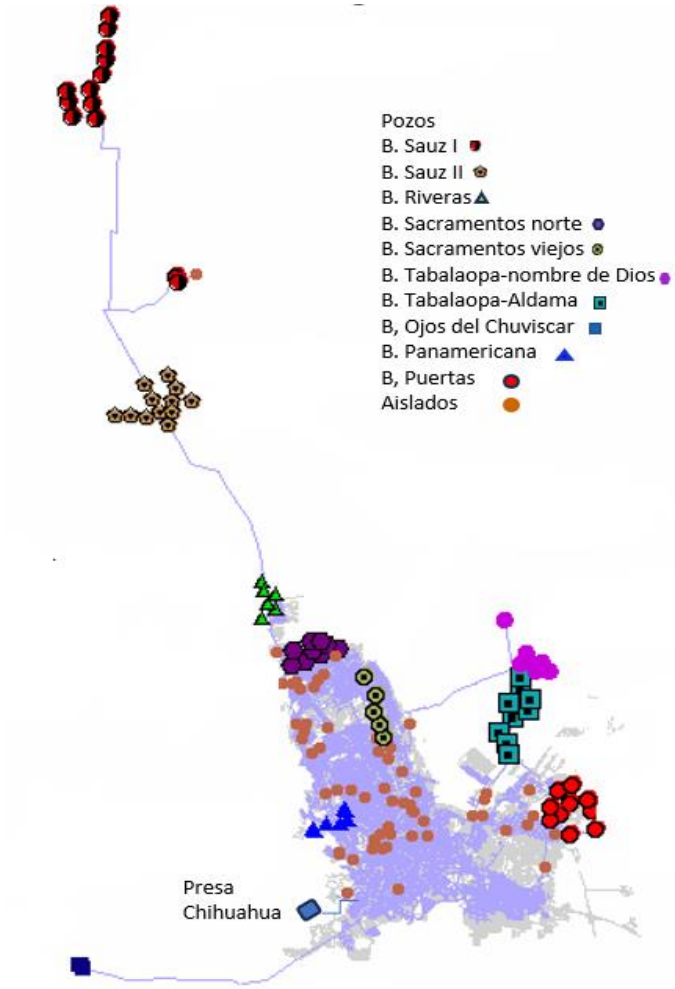


Figura 7. Infraestructura de suministro de agua potable a la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

La incorporación de los pozos se dio conforme aumentaba la demanda de agua. En la Tabla 5 se presenta un resumen cronológico de esta incorporación, identificando el acuífero en el que están ubicados.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 5. Incorporación de aprovechamientos de agua subterránea al suministro de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Año de incorporación	Batería	Acuífero
1968	Ojos del Chuvíscar	Chihuahua-Sacramento
1968	Panamericana	Chihuahua-Sacramento
1977	Sacramentos viejos	Chihuahua-Sacramento
1980	Tabalaopa-Aldama	Tabalaopa-Aldama
1980	Sacramentos norte	Chihuahua-Sacramento
1985	Tabalaopa-nombre de Dios	Tabalaopa-Aldama
1986	Sauz I	El Sauz-Encinilla
1996	Sauz II	El Sauz-Encinilla
2004	Puertas	Tabalaopa-Aldama
2008	Riveras	Chihuahua-Sacramento
variable	aislados	Chihuahua-Sacramento y Tabalaopa-Aldama

De acuerdo con la información proporcionada por el organismo operador, la Tabla 6 muestra los volúmenes explotados y suministrados al sistema de agua potable por tipo de fuente en los últimos 5 años.

Tabla 6. Volumen suministrado de agua potable a la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Año	Volumen de extracción (m^3/año)	
	Agua Subterránea	Agua Superficial
2019	133,707,348	1,949,024
2020	136,289,872	1,734,325
2021	134,161,058	1,821,179
2022	131,428,498	1,712,679
2023	134,003,295	1,565, 094

Este volumen suministrado se compone casi en un 99% de agua procedente de los acuíferos ACHS, ATA y ASE, con un total de 154 pozos activos emplazados en dichos acuíferos hasta diciembre de 2023: 80 en ACHS, 51 en ATA y 21 en ASE, los porcentajes de pozos activos se pueden observar en la Figura 8 a continuación.

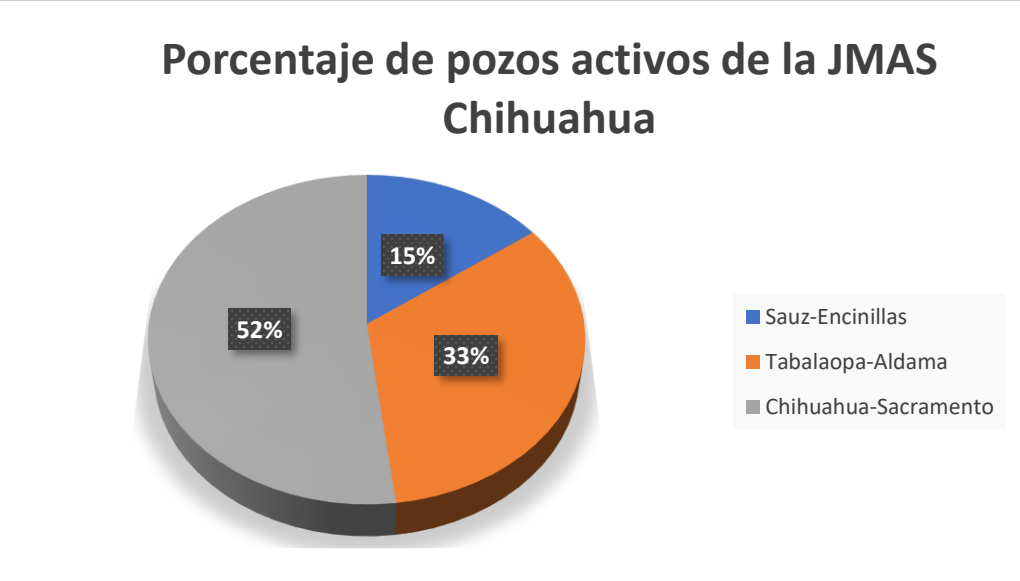


Figura 8. Porcentaje que representa la cantidad de pozos emplazados en los acuíferos, que son utilizados para el suministro de agua potable en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

En cuanto al caudal promedio que aportan los pozos de cada acuífero, se tiene que son de 2040 litros por segundo (lps) para el ACHS, 1372 lps para el ATA y 872 lps para el ASE, dando un total de 4284 lps. Los porcentajes de caudal promedio se pueden observar en la Figura 9 a continuación.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

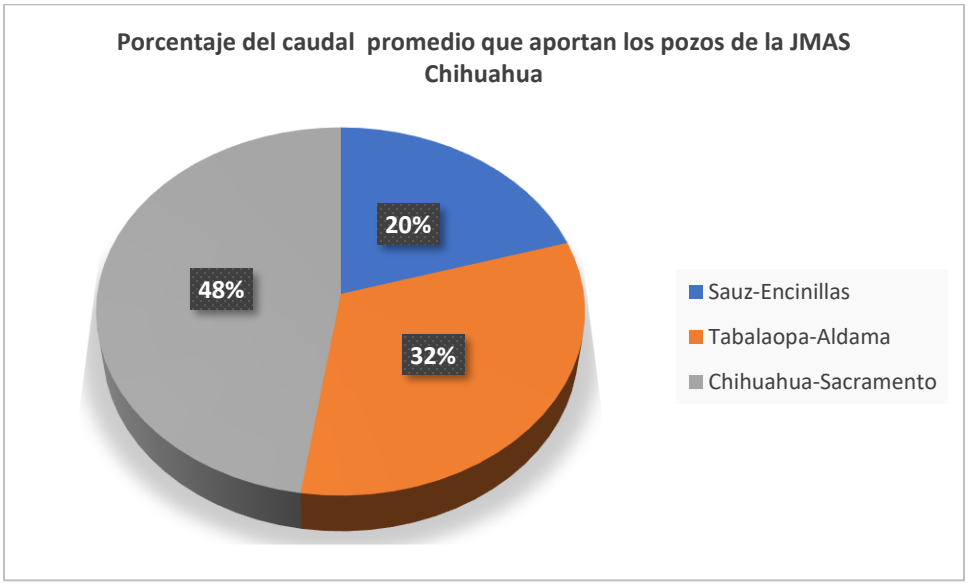


Figura 9. Porcentaje del caudal aportado por los pozos emplazados en cada acuífero, utilizados para el suministro de agua potable a la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Volumen de agua concesionado

Según los datos registrados en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) [(7)], se presenta en la Tabla 7 el resumen de los volúmenes de agua concesionada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JMAS) para la extracción de agua de los acuíferos que proveen de agua a la Ciudad de Chihuahua.

Tabla 7. Títulos de volúmenes de agua para uso público urbano registrados. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS y el REPDA (2023).

Títulos de Concesión	Acuífero	Agua superficial	Unidad	Volumen
2CHH100310/24HMSG94	Chihuahua – Sacramento (ACHS)	NA	m3/año	80,129,200
			l/s	2,541
	Tabalaopa – Aldama (ATA)		m3/año	27,273,900
			l/s	865
	El Sauz – Encinillas (ASE)		m3/año	22,087,000
			l/s	700
	NA	Presa Chihuahua	m3/año	13,000,000
			l/s	412
		Presa Rejón	m3/año	2,600,000
			l/s	82
2CHH100313/24HMSG96	Tabalaopa – Aldama (ATA)	NA	m3/año	20,498,400
			l/s	650
2CHI107414/24HMGE96	Tabalaopa – Aldama (ATA)		m3/año	827,820
			l/s	26
2CHI107415/24HMGE96	Tabalaopa – Aldama (ATA)		m3/año	912,500
			l/s	29
06CHI150093/34HMDL13	El Sauz – Encinillas (ASE)		m3/año	4,541,184
			l/s	170
06CHI109365/24HMGR00	Chihuahua – Sacramento (ACHS)		m3/año	197,000
			l/s	6
Subtotal Agua Subterránea			**m3/año**	**156,467,004**
			l/s	**4,962**
Subtotal Agua Superficial			**m3/año**	**15,600,000**
			l/s	**495**
Total, Volumen Concesionado			**m3/año**	**172,067,004**
			l/s	**5,456**

En cuanto al caudal promedio con derecho de extracción mediante pozos de cada acuífero que amparan los títulos, se tienen 172,067,004 m3/año para los acuíferos ACHS, ATA y ASE, dando un total de 4,962 lps. Adicionalmente, en agua superficial se tienen autorizados 495 lps para su utilización en el suministro de agua potable.

Como es posible observar, existe una diferencia positiva entre la extracción que realiza la JMAS y la autorización en sus títulos, lo que indica disponibilidad para ejercer derechos. Sin embargo, existen varias razones que dificultan la explotación y ejercicio de los derechos disponibles en estos acuíferos. A continuación, se resume dicha situación:

En el ACHS, parte del volumen disponible se encuentra emplazado en la zona denominada Ojos de Chuviscar; su situación geomorfológica dificulta la exploración y, por ende, la explotación de gastos sustentables [17].

En los ATA y ASE, las zonas productoras para el emplazamiento de pozos para el abasto de agua potable se encuentran inmersas en zonas agrícolas, lo que ha generado importantes conos de abatimiento. Además, pueden existir parámetros de calidad del agua que superen los límites permisibles según la NOM-SSA-127-2021 [18]. Esta situación también ha generado una problemática social y política debido a la competencia entre usos, ya que existe la necesidad de utilizar las fuentes subterráneas tanto para abastecer a la población como para atender las necesidades de las zonas agrícolas.

Según el REPDA, existen 1390 títulos que amparan la explotación de agua subterránea en el municipio de Chihuahua. Sin embargo, es importante aclarar que el número de pozos puede ser mucho mayor, ya que un título puede amparar varios aprovechamientos, como es el caso de la JMAS Chihuahua. De estos títulos, el 45% están destinados al uso agrícola, mientras que entre el uso público urbano e industrial se tienen el 20% de los títulos de explotación de agua subterránea, como se observa en la Figura 10.



Figura 10. Porcentaje de los títulos de concesión en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA [7] (2023).

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

En la Figura 11 se puede visualizar la ubicación y distribución geográfica de los títulos que amparan la explotación por uso del agua subterránea en el municipio. Se observa que los pozos destinados a uso industrial se encuentran en la mancha urbana de la capital del estado, al igual que los destinados a uso público urbano. Aunque estos últimos también se encuentran dispersos en el municipio, su mayor concentración se encuentra en la zona urbana correspondiente a los pozos en el ACHS.

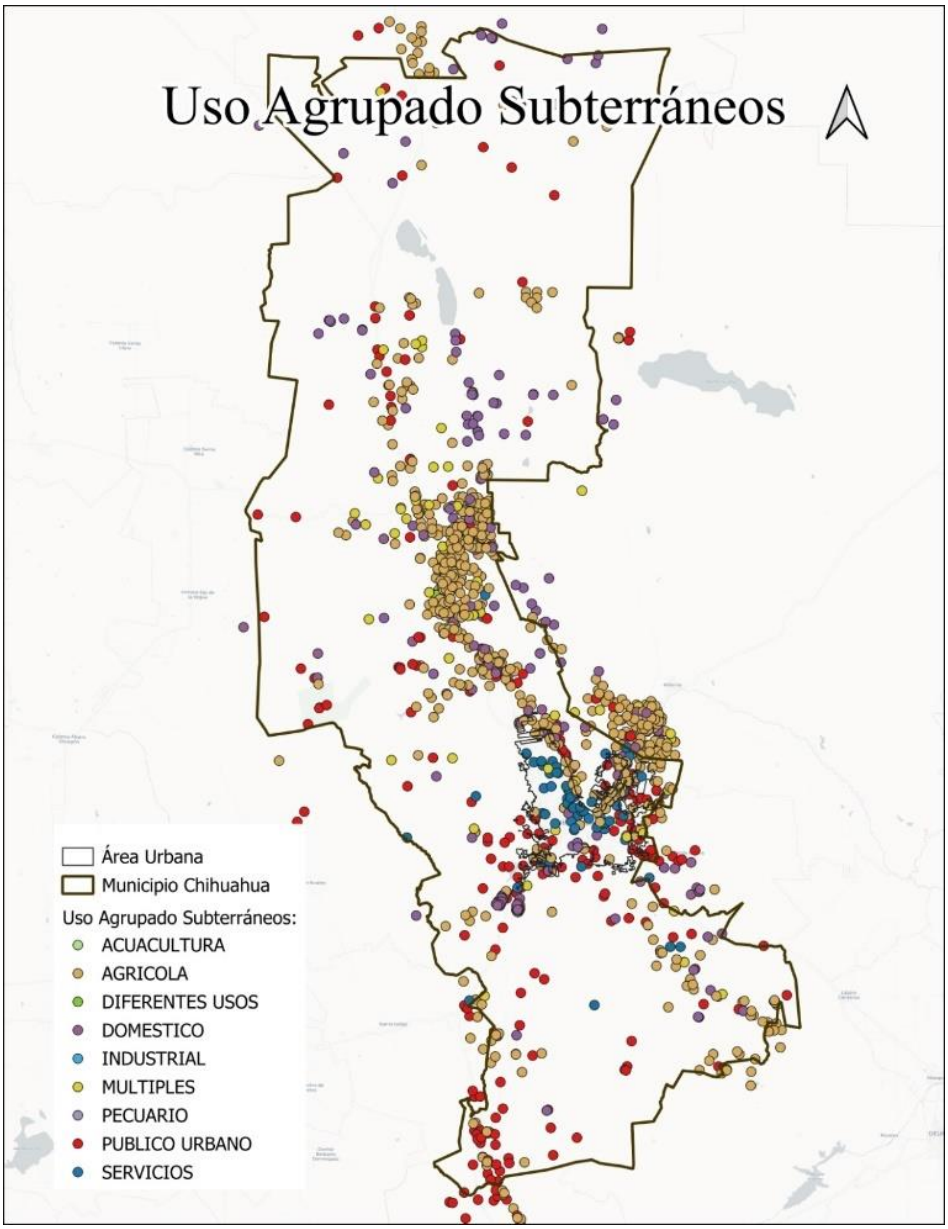


Figura 11. Localización de los pozos en el municipio de Chihuahua por su tipo de uso. Fuente: elaboración propia con información del REPDA [7] (2023).

El agua potable suministrada a la ciudad se extrae en su mayor parte de pozos profundos. La JMAS de Chihuahua cuenta con 175 aprovechamientos, de los cuales todos pueden estar

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

funcionando, pero debido a cuestiones de mantenimiento y operación, la cantidad de pozos activos en promedio es de alrededor de 154 (diciembre de 2023). La proporción total de caudales de extracción correspondientes al año 2023 se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Producción de gastos por fuente de abastecimiento para el año 2023. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Fuente de abastecimiento		No. De aprovechamientos activos	Caudal promedio mensual (lps)	Caudal (min. - max.) (lps)
Agua subterránea	B. SAUZ I	7	137	13 a 47
	B. SAUZ II	11	408	22 a 64
	B. Estación terrazas	4	281	63 a77
	B. Puertas I	7	358	30 a 51
	B. Puertas II	2	22	11
	B. Tabalaopa-Aldama	5	78	9 a 26
	B. Tabalaopa-nombre de Dios	5	136	13 a 67
	diversos ATA		778	7 a 64
	B. Panamericana	5	139	12 a 58
	B. Sacramento Norte	7	202	19 a 37
	B. Sacramento viejo	4	120	28 a 34
	B. Riveras	14	317	11 a 44
	B. Ojos del Chuviscar	4	189	27 a 73
	Mancha urbana ACHS	79	1074	7 a 73

Se denomina "batería" a un conjunto de aprovechamientos que convergen en una conducción o suministran a una infraestructura como tanques o rebombeos. La producción por fuente visibiliza el total de caudales de forma porcentual de las fuentes de abastecimiento. Se puede observar que los pozos emplazados en la mancha urbana (ACHS) aportan una cuarta parte del caudal suministrado. Esto es relevante porque se asume que, a pesar de haber sido incorporadas nuevas fuentes, la zona acuífera en la ciudad sigue siendo una parte importante del abastecimiento de agua potable.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

En importancia sigue la aportación de los pozos diversos del ATA. Entre las baterías más importantes por su aportación se encuentran Sauz II, Puertas I, Riveras y la estación Terrazas, como se observa en la Figura 12.

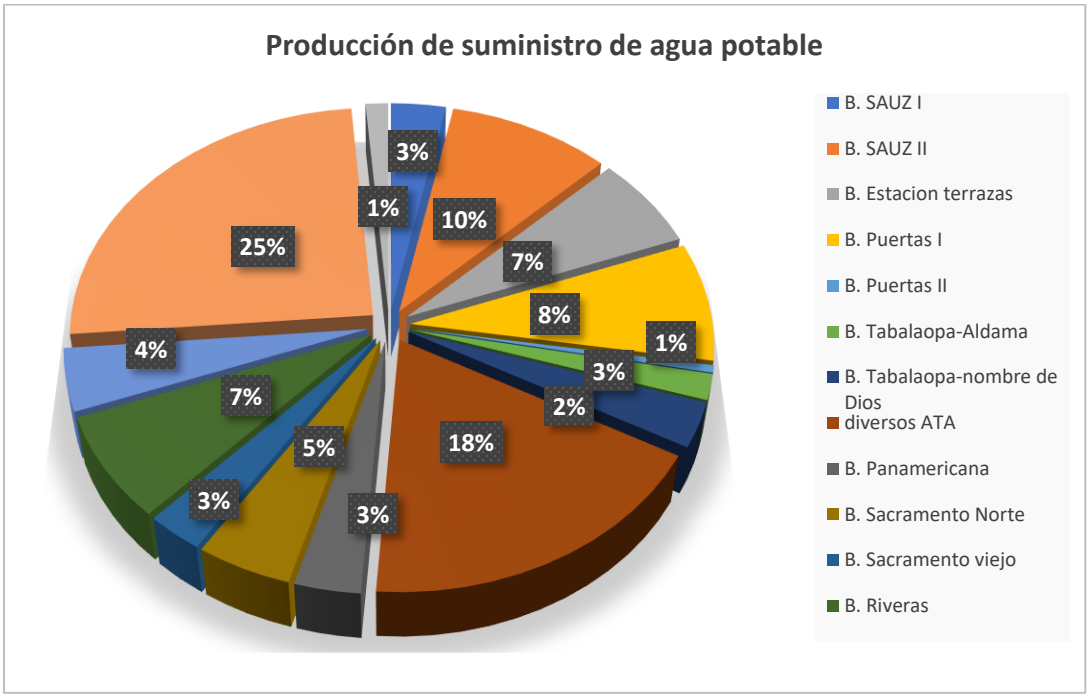


Figura 12. Porcentaje de producción de suministro de pozos para abasto de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

En la Tabla 9 se muestra, en resumen, las características principales de los pozos que componen las baterías principales de abasto de agua potable a la ciudad de Chihuahua.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 9. Datos de captaciones por batería a diciembre del 2023. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Batería	Prof. Prom. de perforación (m)	Rango de nivel dinámico (m)	Q max (lps)	Q min (lps)	Q prom. por pozo (lps)
SAUZ I	350	135 a 170	47	13	23
SAUZ II	350	59 a 101	64	22	37
estación terrazas	350	121 a 150	77	63	70
Puertas I	500	163 a 214	51	30	38
Puertas II	500	280	11	11	11
Tabalaopa-Aldama	250	151 a 173	26	9	16
Tabalaopa-nombre de Dios	250	85 a 160	58	12	27
Panamericana	300	133 a 158	37	19	28
Sacramento Norte	300	103 a181	34	28	29
Sacramento viejo	250	55 a 90	44	11	30
Riveras	450	117 a 208	73	27	23
Ojos del Chuviscar	250	54 a 133	73	7	40

En la Tabla 9, se puede observar que los aprovechamientos de la batería Puertas II presentan un nivel dinámico de extracción con profundidades mayores a 280 metros, lo que resulta en una considerable disminución del caudal de extracción. Los pozos emplazados en baterías tienen una

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

profundidad promedio de extracción de 134 metros. Del análisis de la ubicación de las baterías de pozos, se destaca que las más productoras de forma individual por pozo son la estación Terrazas y la de Ojos de Chuviscar, las cuales están emplazadas en roca fracturada con interconexión con formaciones kársticas.

En la Tabla 10, se observa el caudal específico promedio de las baterías, el cual se define como la relación entre el caudal producido promedio en lps y el abatimiento promedio durante la explotación en metros. El abatimiento es la diferencia entre las profundidades de los niveles estáticos y dinámicos, en este caso, de forma promedio por batería. El objetivo es evaluar la eficiencia hidráulica de los aprovechamientos que forman parte de las baterías de pozos.

Se considera que una eficiencia hidráulica es buena y rentable cuando se tienen caudales específicos por encima de 0.5 litros por segundo por metro de abatimiento (lps/m). Se puede observar que solo la batería Sur está por debajo de ese indicador. La Tabla 10 muestra el abatimiento promedio de los años 2021 al 2023 [19]. Los datos de caudal específico permiten determinar la capacidad productiva por zonas.

Tabla 10. Caudales específicos promedio por baterías. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Batería	Caudal específico (lps/m)
SAUZ I	0.9
SAUZ II	2
estación terrazas	2.8
Puertas I	2.3
Puertas II	0.3
Tabalaopa-Aldama	0.8
Tabalaopa-nombre de Dios	0.5
Panamericana	1.8
Sacramento Norte	2
Sacramento viejo	1
Riveras	2
Ojos del Chuvíscar	2.5

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Se mantiene un abatimiento promedio anual de aproximadamente 1 metro en los pozos ubicados en el ASE, en línea con lo reportado en 2021 por el organismo operador [19]; solo en la parte sur del acuífero, donde se ubica la batería Sauz I, el abatimiento promedio anual ronda los 2.5 metros. En el ATA, los abatimientos promedios anuales oscilan entre 3 y 4 metros. En el ACHS, se observan descensos anuales promedios entre 2.5 y 3 metros.

En cuanto a la eficiencia electromecánica de los equipos en los pozos bajo la responsabilidad del organismo operador, la mayoría se encuentra entre el 50% y el 69% de eficiencia, como se muestra en la Figura 13. Lo que nos establece cuales son unas posibles áreas de oportunidad del organismo operador para mejorar la eficiencia física general de aportación de las fuentes de abastecimiento.

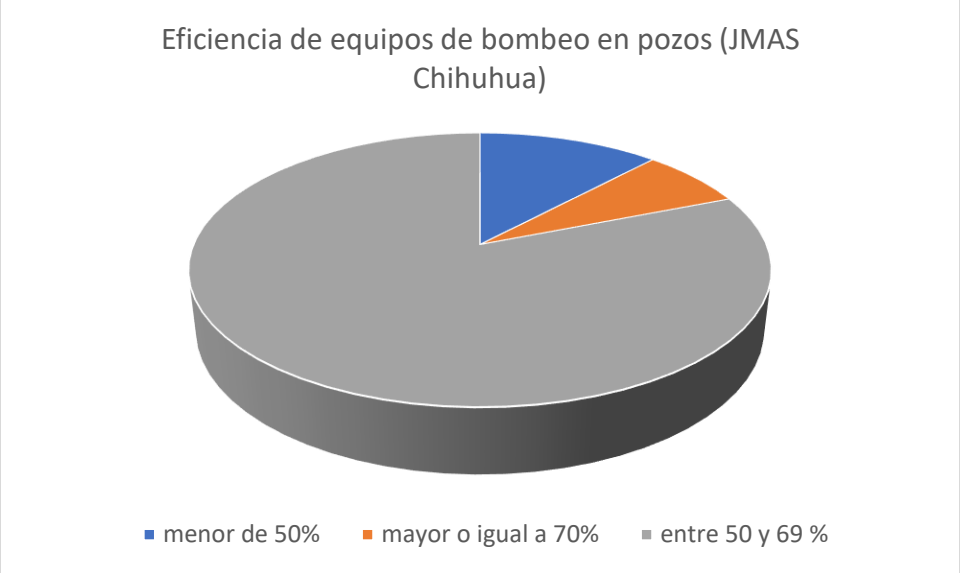


Figura 13. Porcentaje de eficiencias de los equipos de bombeo de los pozos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Agua superficial

Las principales captaciones de aguas superficiales cercanas a la ciudad se encuentran aguas arriba en la parte poniente de la mancha urbana, sobre los tributarios del Río Chuvíscar. Estas incluyen la Presa El Rejón y la Presa Chuvíscar. Ambas tenían como objetivo original almacenar y regular avenidas; sin embargo, actualmente se consideran sin capacidad hidráulica debido a que se encuentran totalmente azolvadas. Por otro lado, la Presa Chihuahua se ubica sobre el Río Chuvíscar con el propósito de prevenir inundaciones en la ciudad de Chihuahua. Todos los embalses fueron construidos a principios de los años 1900 y, al no contar con mantenimiento, están prácticamente inoperables.

En cuanto al suministro de agua potable, la única captación de agua superficial proviene de la Presa Chihuahua, ubicada a 8.5 kilómetros al suroeste de la ciudad. El agua de la presa se conduce a la Planta Potabilizadora para su tratamiento antes de ser suministrada a la población. La Planta Potabilizadora de la ciudad de Chihuahua, inaugurada en 1972 con una capacidad para tratar 250 litros por segundo (l/s), procesa el agua proveniente de la presa mediante una línea de 18 pulgadas.

Líneas de conducción

En total, existen ocho líneas de conducción principales, como se detalla en la Tabla 11. La más importante, tanto por el caudal que transporta como por su longitud, es el acueducto El Sauz. Este acueducto se alimenta del flujo de las baterías Etapa I y II del Sauz, así como de la estación Terrazas. Además, se suman los flujos provenientes de las baterías Sacramento Norte y Panamericana, junto con numerosos pozos ubicados en la mancha urbana.

Tabla 11. Líneas de conducción del sistema primario de agua potable en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

No.	Conducción
1	El Sauz Etapa I y II
2	Puerta de Chihuahua
3	Tabalaopa Nombre de Dios
4	Tabalaopa Aldama
5	Sacramento Norte
6	Ojos de Chuviscar
7	Sacramentos Viejos
8	Panamericana

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

En la Figura 14 se esquematizan las conducciones del sistema primario de agua potable.

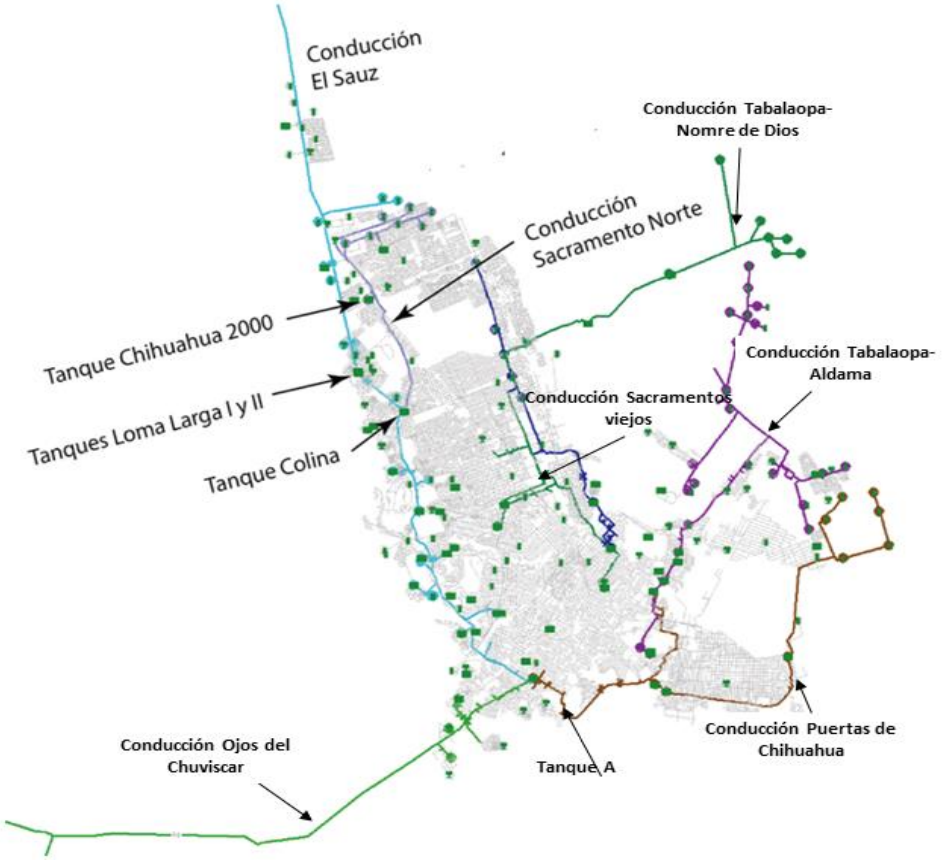


Figura 14. Líneas de conducción principales para el suministro de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: JMAS (2023).

Es crucial tener en cuenta que las conducciones del sistema presentan una antigüedad que varía de 55 a 20 años. La más reciente es la conducción de Puertas de Chihuahua, mientras que la más significativa es la de El Sauz, la cual ha experimentado modificaciones en algunos tramos debido al desarrollo urbano. Las longitudes más extensas corresponden a El Sauz, con 56 km, y a Ojos del Chuvíscar, con 23 km.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tanques del sistema

Se tienen tanques de almacenamiento, cuyo objetivo es el de regular y distribuir el agua a la red, para esto cada tanque tiene asignada su zona de influencia, se identifican que estas estructuras de almacenamiento pueden agruparse en superficiales y elevados.

Se observa que la ubicación de los tanques elevados se concentra en dos áreas de la ciudad. Una de ellas se encuentra en la parte poniente, bordeando la sierra La Carbonera, donde se han iniciado la construcción de nuevos fraccionamientos situados por encima de los 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm). Este era el límite servicio que se tenía en la ciudad por parte del organismo operador hasta el año 2000, a partir de esta fecha es cuando se incrementó el desarrollo de la zona poniente.

Estos desarrollos habitacionales, dirigidos a un estrato social de interés medio a alto, han motivado a la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) a realizar esfuerzos para proveer agua a estas zonas. Esto ha llevado a la construcción de tanques elevados, los cuales son abastecidos por líneas provenientes de los correspondientes rebombeos, a su vez alimentados por derivaciones del acueducto El Sauz o por tanques superficiales conectados al mismo acueducto.

La otra área se ubica al sureste de la ciudad, donde la topografía es casi plana y se están desarrollando nuevos fraccionamientos de interés social a medio.

La capacidad de almacenamiento de los tanques superficiales oscila de 40 a 10,000m^3, la capacidad de almacenamiento de los tanques elevados oscila de 30 a 600m^3. La Figura 15 presenta la localización de los tanques dentro de la mancha urbana.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

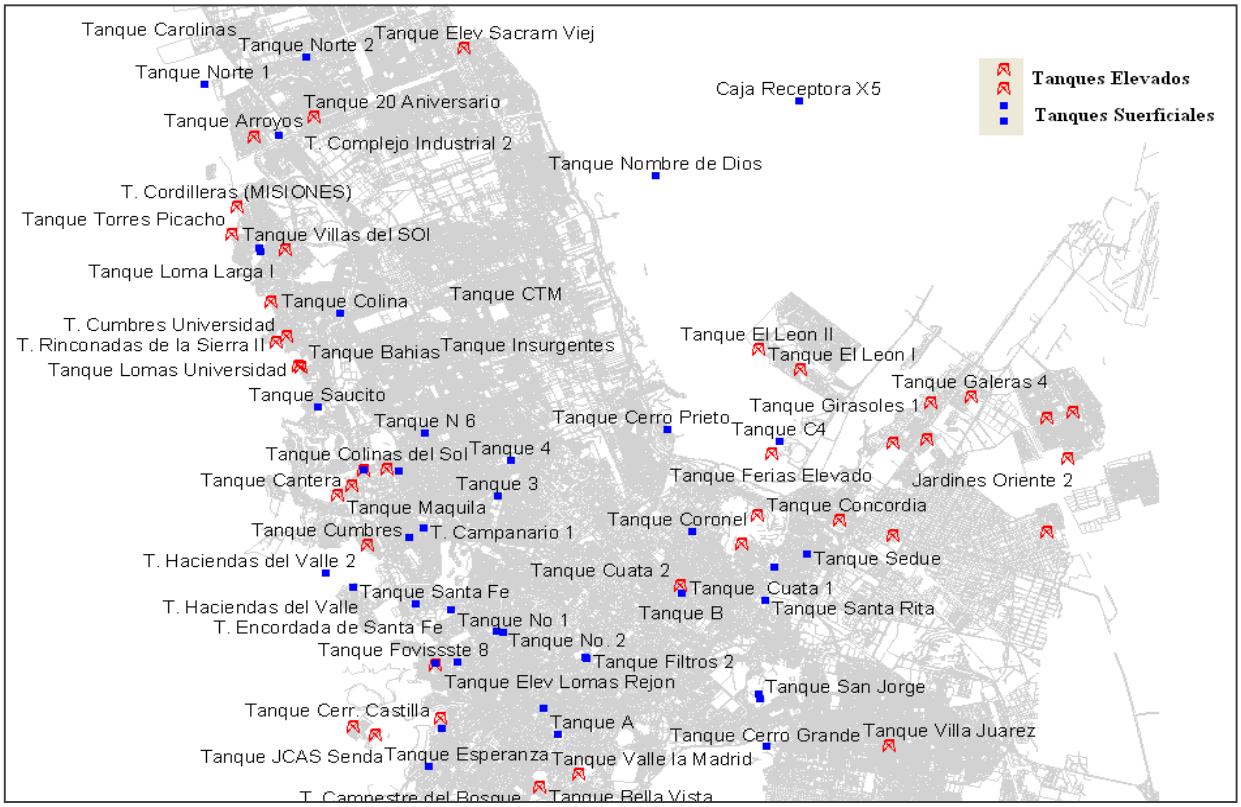


Figura 15. Tanques de almacenamiento y distribución de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: IMTA-JMAS (2008) [20].

Rebombeos del sistema

En la actualidad, la ciudad de Chihuahua cuenta con rebombeos que se clasifican en dos tipos: bombeo de agua desde un cárcamo o tanque de almacenamiento, y bombeo directo de la red de distribución tipo Booster. Estos rebombeos se ubican principalmente en dos áreas de la ciudad (Figura 16): en el oeste, para abastecer los tanques elevados y proporcionar servicio directo a los fraccionamientos ubicados por encima de los 1500 msnm; y en el sur, con el propósito de suministrar volumen a los tanques elevados situados en la planicie.

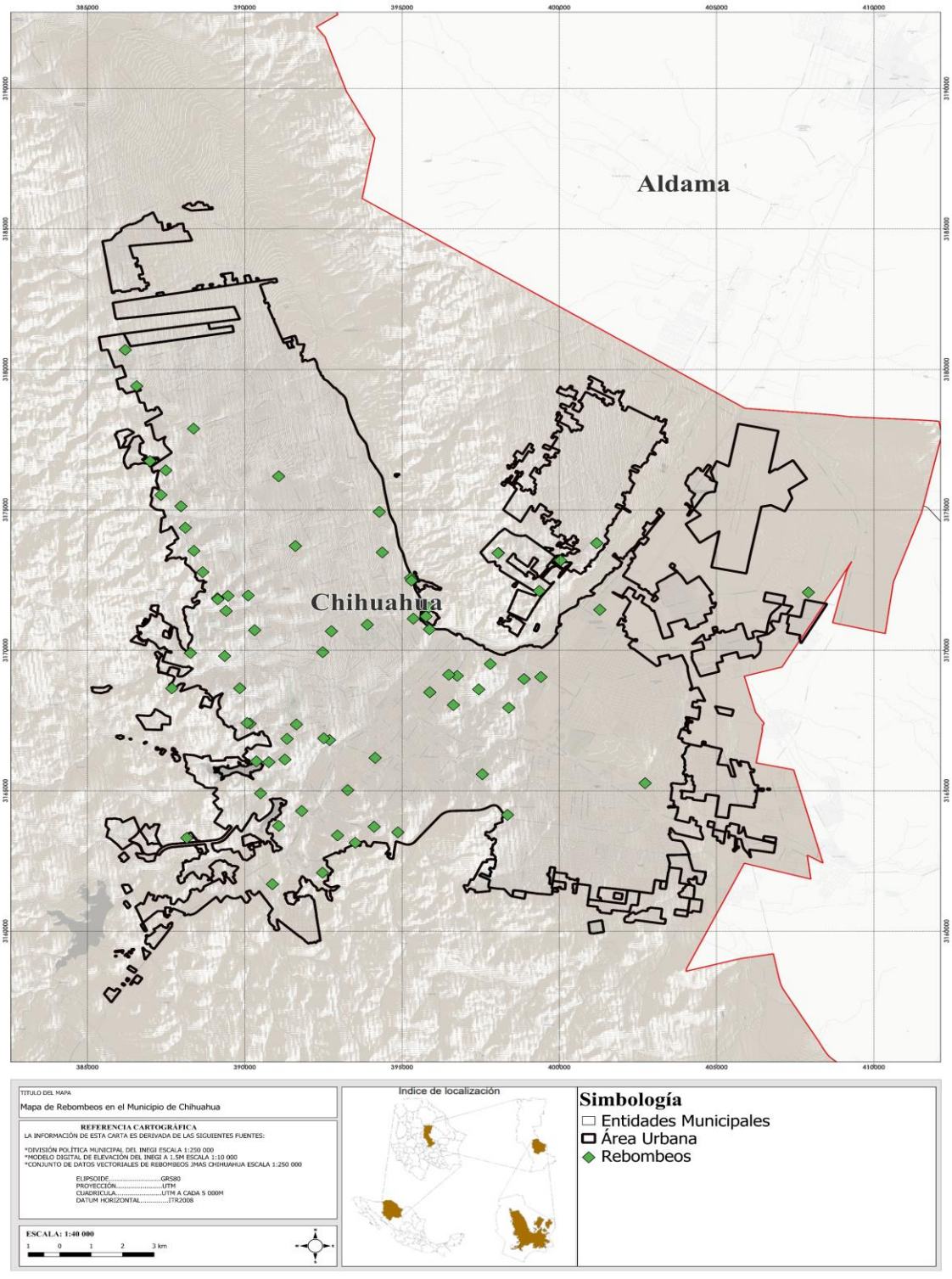


Figura 16. Mapa de ubicación de rebombeos de la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

Red de distribución

El sistema de distribución de agua se divide en cuatro grandes zonas de abastecimiento: Norte, Centro, Presas y Sur, utilizadas principalmente para la organización del personal de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) en cuadrillas que operan la red. Es importante destacar que la red está ramificada e interconectada en toda la ciudad, lo que facilita la distribución del agua.

Los diámetros de las tuberías en la red de distribución varían desde 1.5 pulgadas hasta 42 pulgadas. Destaca que el 46.98% de las tuberías tienen un diámetro de tres pulgadas, el 10.50% de 2.5 pulgadas, el 7.66% de 4 pulgadas, el 5.81% de 6 pulgadas y el 10.90% de 8 pulgadas. Los diámetros superiores a 3 pulgadas se utilizan principalmente para la distribución entre zonas, siendo comunes los diámetros de 4 a 8 pulgadas. El alto porcentaje de líneas de tres pulgadas se debe a que este diámetro se considera base o el sistema secundario para la distribución y entrega al usuario final en su toma. Según el PIGOO en el 2023 [21], se tiene una longitud de red de distribución de 3,269 km.

Operación del sistema

La distribución del agua en la ciudad se organiza mediante zonas de influencia (Figura 17), cada una asociada a un tanque de almacenamiento o, en algunos casos, a un pozo que abastece directamente a los usuarios. Estas zonas están delimitadas mediante válvulas de seccionamiento, lo que facilita la gestión del suministro y permite resolver problemas de abastecimiento al abrir válvulas de seccionamiento limítrofes en caso de necesidad.

Desde los años ochenta, se estableció un servicio tandeado, en el cual el suministro de agua potable en la ciudad se realiza por períodos establecidos en colonias o zonas de influencia para garantizar un servicio equitativo, considerando factores como la topografía y la infraestructura existente.

Los tiempos promedio de suministro de agua potable por zona son de 6 a 8 horas, divididos en dos bloques, uno por la mañana y otro por la tarde. Aunque la mayoría de los habitantes de la ciudad experimentan un suministro intermitente, algunas zonas mantienen un suministro continuo, que, según la JMAS, representaban el 12% de los usuarios en 2018 y han aumentado al 36% en 2023, como resultado de la implementación de la sectorización y gestión de presiones.

Una peculiaridad en la demanda de los habitantes de la ciudad, que incide en la complejidad operativa del sistema de agua potable, es el alto uso de enfriadores de aire lavado.

Uno de los impactos del cambio climático son las olas de calor, que en 2023 tuvieron grandes repercusiones en el suministro y distribución del agua potable, ya que el suministro eléctrico se vio rebasado, lo que generó un suministro intermitente. Como resultado, muchos pozos y rebombeos se detuvieron, lo que afectó el horario de servicio de agua potable prestado a los usuarios.

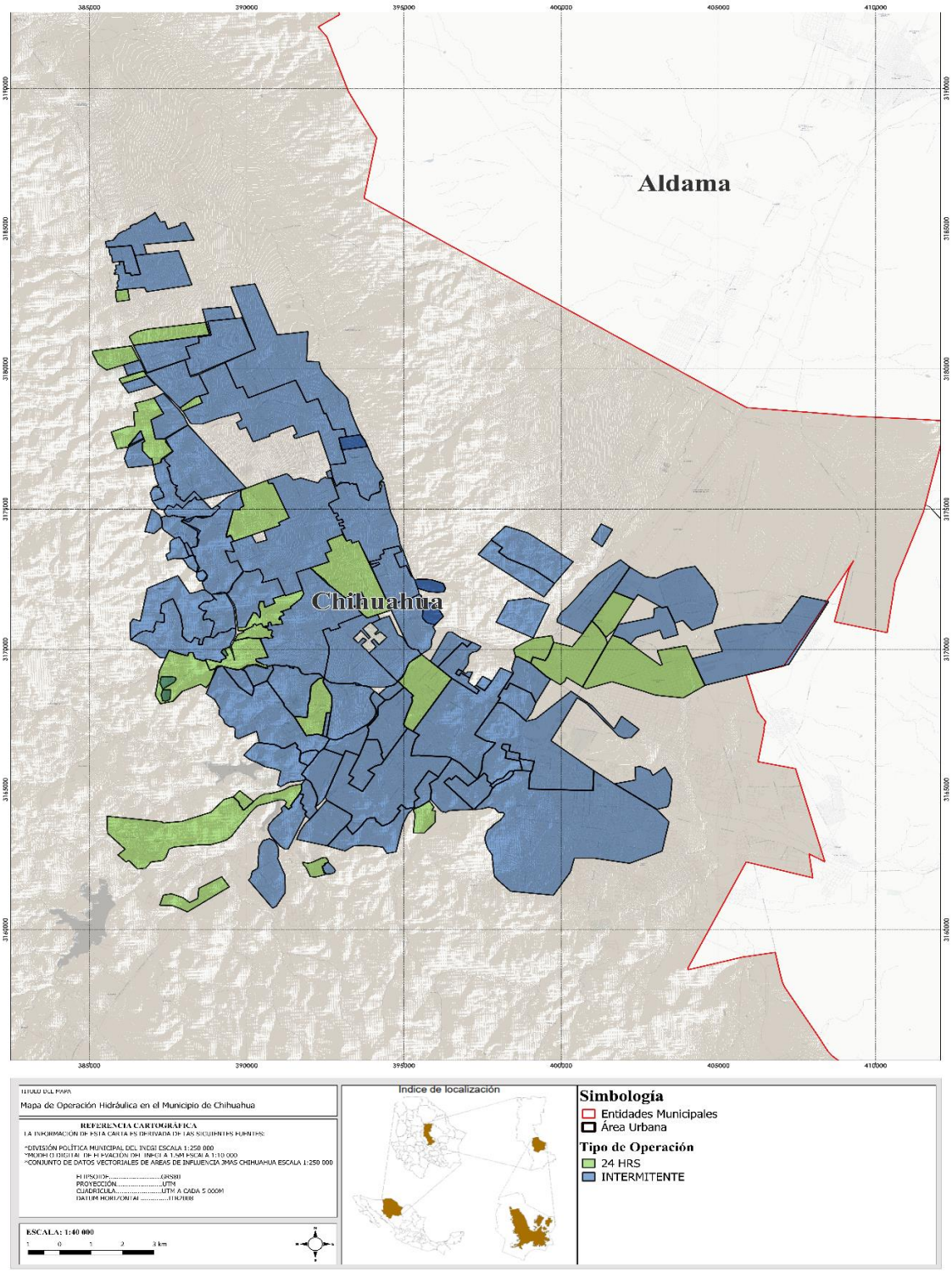


Figura 17. Mapa de operación hidráulica de la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

3.1.2. Alcantarillado Sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Chihuahua (Figura 18) consiste en una red de tuberías que recolecta las aguas residuales, principalmente domésticas, de los usuarios de la ciudad. Estas aguas residuales son transportadas a las plantas de tratamiento antes de ser descargadas al medio ambiente.

Los componentes principales del sistema de alcantarillado sanitario son:

- **Atarjeas**: Estas tuberías son el componente principal del sistema y se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales desde las descargas de los usuarios hasta el sistema primario de recolección (colectores). La red de atarjeas comprende aproximadamente 3,200 km de tuberías que van desde 8 pulgadas de diámetro hasta 15 pulgadas de diámetro.
- **Pozos de visita**: Son aberturas en las tuberías que permiten el acceso para inspección, limpieza, mantenimiento, aforo y toma de muestras de las descargas, principalmente de usuarios no domésticos. Estos usuarios deben cumplir con los estándares de calidad de agua especificados en el acta tarifaria publicada anualmente por el organismo operador (JMAS, 2023) [(22)].
- **Colectores**: Son tuberías encargadas de recibir las aguas residuales provenientes de las atarjeas. Pueden terminar en un interceptor, un emisor o en la planta de tratamiento. Los interceptores son conductos diseñados para captar los flujos de aguas residuales de los colectores y conducirlos hacia un emisor o la planta de tratamiento. Desde un punto de vista económico, se busca que tanto los colectores como los interceptores reproduzcan, en la medida de lo posible, el sistema de drenaje superficial natural. Por ello, la mayoría de los colectores de la ciudad se encuentran dentro o paralelos a los cauces de los arroyos que drenan la ciudad.
- **Estaciones de bombeo:** En la ciudad de Chihuahua, las estaciones de bombeo tienen la función de elevar las aguas residuales a una elevación más alta, permitiendo su flujo por gravedad hacia la planta de tratamiento. Se destacan dos situaciones específicas en la ciudad: en algunos de los fraccionamientos nuevos ubicados en la parte poniente, el terreno no drena de forma natural hacia los colectores, por lo que se requiere el uso de estaciones de rebombeo de aguas negras. En la parte oriente de la ciudad, donde el desnivel es muy plano, también se hace necesario el uso de estaciones de bombeo para facilitar el transporte de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento.

La red de colectores está compuesta por más de 202 km de tuberías que van desde 16 pulgadas de diámetro hasta 36 pulgadas. En los últimos años, el organismo operador ha atendido estos colectores en tramos específicos para sustitución o rehabilitación, ya que presentan problemas como colapso y capacidad excedida. La Figura 18 se esquematiza la red de alcantarillado sanitario.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

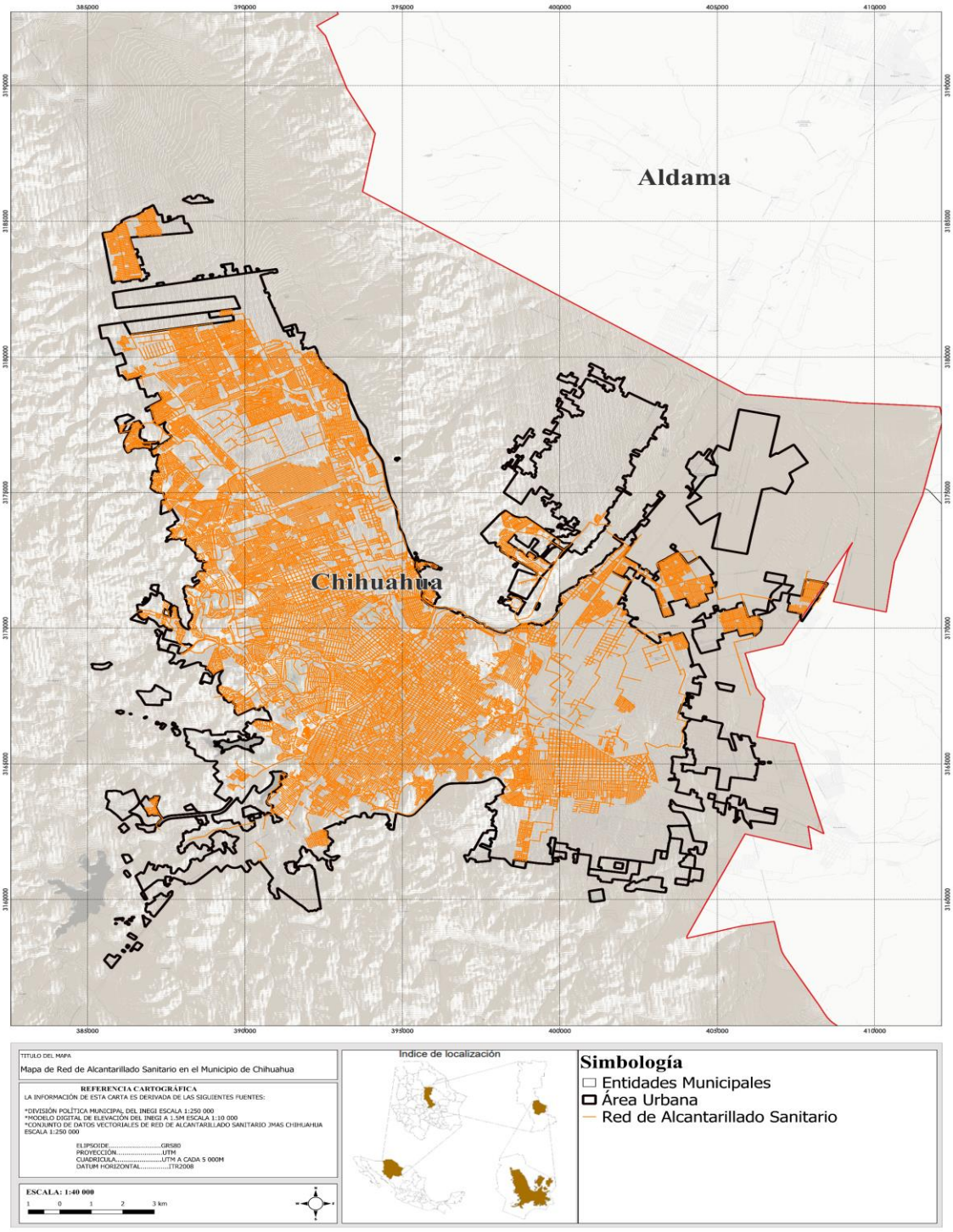


Figura 18. Mapa de la red de alcantarillado sanitario en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de red de alcantarillado sanitario JMAS (2023).

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua | Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820 | https://implanchihuahua.org

El sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Chihuahua es un sistema complejo e importante que ayuda a proteger la salud pública y el medio ambiente. Es importante que el sistema se mantenga adecuadamente para que funcione correctamente.

3.1.3. Saneamiento y Uso del Agua Residual Tratada

El tratamiento del agua abarca tanto el suministro de agua potable para consumo humano como la depuración de las aguas residuales generadas por las actividades humanas. Ambos aspectos son fundamentales para mejorar la calidad de vida de la sociedad al prevenir enfermedades transmitidas por el agua y reducir la contaminación ambiental causada por descargas de aguas residuales sin tratar en el suelo, cuerpos de agua y acuíferos. Según la publicación de la CONAGUA en 2022 sobre el inventario de infraestructuras de tratamiento de aguas, en el municipio se han identificado e inventariado tres plantas de tratamiento de aguas residuales en la zona urbana, las cuales están bajo la responsabilidad del organismo operador (Tabla 12).

En cuanto a las localidades rurales más grandes del municipio, como El Sauz, San Isidro (Los Hoyos), Colonia Nuevo Delicias, Ejido Nuevo Sacramento, Ejido Estación Terrazas, Minas del Cobre y El Charco, solo dos cuentan con infraestructura de saneamiento. Es destacable la importancia de que al menos El Sauz y San Isidro, debido a su tamaño poblacional, cuenten con infraestructura de saneamiento para garantizar una adecuada gestión de las aguas residuales en estas comunidades.

Tabla 12. Plantas Municipales de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación en el municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información de la CONAGUA (2022).

Localidad	Nombre de la Planta	Proceso	Cap. Instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cuerpo receptor o reúso	Responsable de la operación
Chihuahua	Norte	Lodos activados	1200	430	Río Sacramento	JMAS Chihuahua
Chihuahua	Sur	Lodos activados	2500	1620	Rio Sacramento	JMAS Chihuahua
El Charco	El Charco	Lagunas de estabilización	1.7	0.5	Arroyo Local	Presidencia Municipal
Colonia Nuevas Delicias	Nuevas Delicias	Lagunas de estabilización	2.8	1	Arroyo Local	Presidencia Municipal
Chihuahua	Brasa	Lodos activados	12	12	Rio Chuviscar	JMAS Chihuahua

Es importante mencionar que en la zona urbana existen numerosas plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en edificios públicos o industriales, aunque no se dispone de una fuente de información confiable u oficial sobre sus características. En cuanto al reúso del agua tratada de estas plantas, la ciudad es pionera en su utilización y ha implementado una red de distribución conocida como la red morada (Figura 19). Desde principios de los años 2000, el organismo operador ha establecido la obligación de que los nuevos desarrollos cuenten con la infraestructura necesaria para la distribución de agua residual tratada, incluyendo puntos de entrega al menos en las áreas verdes.

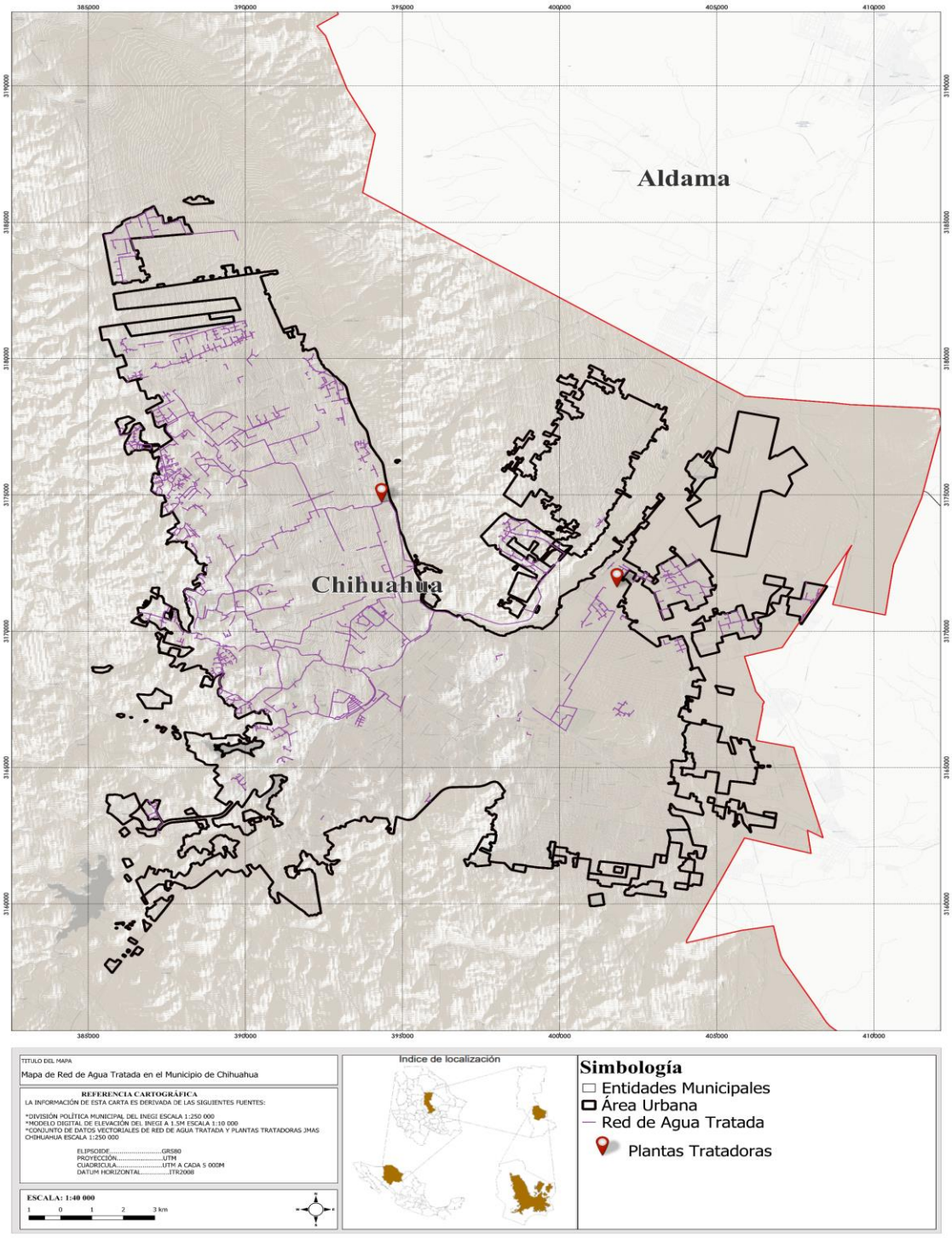


Figura 19. Mapa de la red de distribución de agua residual tratada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de la red de agua tratada y plantas de tratamiento de la JMAS (2023).

De acuerdo con la JMAS de Chihuahua en 2023, se tenían registrados 577 usuarios de esta red, que facturaron un volumen total de 4,746,170 m^3 en el año. El desglose del volumen facturado se puede observar en la Tabla 13 donde los principales usos corresponden a los usuarios comerciales e industriales.

Tabla 13. Usuarios de la red morada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la JMAS (2023).

Tipos De Usuario	Cantidad	Facturados (m^3) /año
Comercial	233	2,309,693
Domestico	119	87,917
Edificio estatal	10	21,883
Edificio federal	7	16,775
Esc. estatal	28	228,921
Esc. federal	4	1,010
Industrial	50	1,488,159
Parques y jardines (incluye fracc. privados)	126	591,812

En el mismo año, la JMAS reportó un volumen de agua residual tratada de 53,025,106 m3 (PIGOO, 2023) [(21)], lo que representa que aproximadamente el 9% de este volumen es utilizado. La longitud de la red morada representa aproximadamente el 10% de la longitud de la red de agua potable.

En general, podemos asumir que el suministro en metros cúbicos de agua por hectárea al año para parques y jardines es de 10,960 (Figura 20). Este uso se clasifica como el tercer nivel de importancia para el agua residual tratada.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

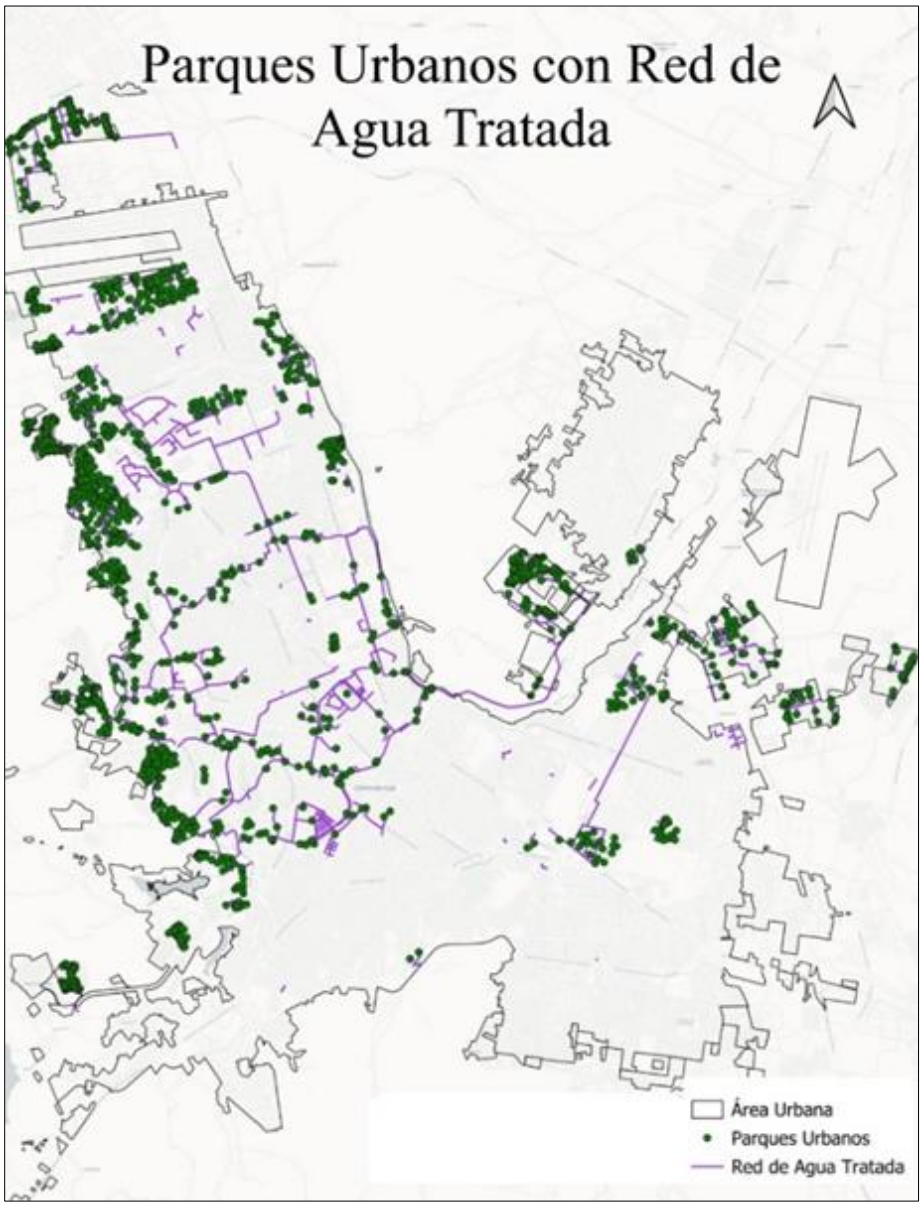


Figura 20. Ubicación de la red de distribución de agua residual tratada utilizada en parques urbanos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS (2023).

Considerando que la superficie total de áreas verdes, parques y jardines en la zona urbana es de 1,081.97 hectáreas, existe la posibilidad de utilizar agua residual tratada para su riego. Esta superficie de áreas verdes equivale a un índice de 12.32 metros cuadrados de área verde por habitante, superando la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 9 metros cuadrados por habitante.

Es importante destacar que muchas áreas verdes son regadas con agua residual tratada mediante camiones cisterna, un volumen que no está incluido en el suministro de agua residual tratada proporcionado por el organismo operador. Desafortunadamente, no se dispone de estadísticas sobre la cantidad de agua residual tratada utilizada para este fin.

La sustitución de agua potable por agua residual tratada en usos como el industrial y agrícola es un esfuerzo que debe aumentarse. En el caso del uso agrícola, se enfoca principalmente en la zona sureste de la zona urbana debido a su ubicación geográfica.

En cuanto al uso industrial, este puede ser abastecido con agua residual tratada tanto desde la red del organismo operador como desde las plantas de tratamiento de agua residual propias de las industrias. Actualmente no se dispone de un inventario de estas plantas de tratamiento de agua residual.

3.1.4. Uso Industrial

El uso del agua en la industria del municipio de Chihuahua es un aspecto crítico que requiere una gestión meticulosa y sostenible. Dada su importancia como centro industrial y económico regional, las empresas en Chihuahua dependen significativamente del agua para sus procesos de producción. En términos de suministro de agua para uso industrial en la zona urbana, existen dos posibilidades:

1. Suministro a través de la red del organismo operador, donde el volumen de agua asignado está sujeto a la concesión de la JMAS de Chihuahua.
2. Asignaciones directas de la CONAGUA para la explotación de volúmenes específicos de agua para uso industrial, registrados en el REPDA.

Las industrias en el segundo caso tienden a ubicarse en parques industriales. Aunque el organismo operador no es responsable del suministro y distribución del agua de primer uso para estas industrias, en ocasiones estas empresas descargan sus aguas residuales en el sistema de alcantarillado, el cual está bajo la responsabilidad del organismo operador.

En el REPDA se encuentran registrados 61 títulos para uso industrial, todos los cuales utilizan agua subterránea como fuente. Sin embargo, solo 17 de estos títulos tienen autorización para descargar sus aguas residuales en cuerpos federales, los cuales pueden observarse en la Tabla 14.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 14. Usuarios de la red morada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información del REPDA [7] (2023).

Titular	Título	Uso
PROYECTOS INMOBILIARIOS CARNE MART, S.A. DE C.V.	06CHI157391/24FMDL18	INDUSTRIAL
FORD MOTOR COMPANY, S. A. DE C. V.	06CHI141451/24FMDL17	INDUSTRIAL
CORRALES SAN IGNACIO, S.P.R. DE R.L. DE C.V.	06CHI141269/24FMDL16	INDUSTRIAL
BIMBO	CHI138782	INDUSTRIAL
MAXION WHELS DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.	06CHI140697/24FQDL17	INDUSTRIAL
PAPELERA DE CHIHUAHUA, S.A. DE C.V.	06CHI137278/24FADL08	INDUSTRIAL
MEXALIT INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.	06CHI139418/24FMDL07	INDUSTRIAL
EMPACADORA PRIETO S.A. DE C.V.	06CHI134812/24FKGE06	INDUSTRIAL
REXCEL, S.A. DE C.V.	06CHI137514/24FMDL12	INDUSTRIAL
HAYES WHEELS ALUMINIO, S.A. DE C.V.	06CHI136159/24FMGE01	INDUSTRIAL
SACOS Y ENVASES INDUSTRIALES S.A. DE C.V.	06CHI135495/24FMGE00	INDUSTRIAL
MOLINOS ANAHUAC S.A. DE C.V.	06CHI107682/24FKGE00	INDUSTRIAL
EMPACADORA GANADERA DE CHIHUAHUA S.A. DE C.V.	2CHI110285/24FDGE97	INDUSTRIAL
AUMA S.A. DE C.V.	CHI110283	INDUSTRIAL
EMPACADORA PRIETO S.A. DE C.V.	2CHH103033/24FRGE94	INDUSTRIAL
PANELES PONDEROSA S.A. DE C.V.	2CHI100026/24FMGE94	INDUSTRIAL
KELSEY HAYES DE CHIHUAHUA S.A DE C.V.	2CHI100001/24FNGE94	INDUSTRIAL

En relación con el suministro de agua para uso industrial proporcionado por el organismo operador, según el PIGOO 2023 [21], se registraron 1,396 usuarios a los cuales se les facturaron 4,273,007 m^3 durante el año. En comparación con 2019, donde se registraron 1,256 usuarios, esto representa un aumento de 140 usuarios en 3 años.

La JMAS implementa un programa de control de descargas para monitorear a los usuarios industriales y de servicios (como hoteles, restaurantes y hospitales), principalmente. El objetivo de este programa es evitar descargas que puedan afectar negativamente el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales del organismo operador.

4. Ámbito Rural

El ámbito rural en el municipio de Chihuahua se caracteriza por su diversidad geográfica y la presencia de comunidades que dependen en gran medida del agua para sus actividades agrícolas, ganaderas y domésticas. En estas zonas, el acceso al agua potable y el manejo adecuado de los recursos hídricos son aspectos cruciales para el desarrollo y bienestar de la población.

Dada la importancia de este tema, diversas dependencias gubernamentales están involucradas en el seguimiento y gestión de los recursos hídricos en el ámbito rural. Entre ellas se encuentran la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua (JCAS) y la Presidencia Municipal de Chihuahua (PMCh).

4.1. Escenario Base o Tendencial

Es importante destacar que el organismo operador (JMAS) tiene responsabilidad únicamente en la zona urbana como proveedor de servicios. Por lo tanto, aunque varias instituciones participan en el ámbito rural, la JCAS cuenta con un área administrativa que apoya a las juntas rurales, comités de agua y comunidades en el uso público urbano del agua. Sin embargo, esta área no se encarga de la gestión y registro del estado de los sistemas de agua potable y alcantarillado (en caso de que la comunidad los tenga).

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

4.1.1. Agua potable

De acuerdo con el SINA (2023) [13] la CONAGUA registra 378 comunidades en el ámbito rural del municipio de Chihuahua, las cuales se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Comunidades rurales en el municipio de Chihuahua. Elaboración propia con información del SINA (2023) [13].

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
2	80190026	Francisco I. Madero (San Isidro Calabacillas)	Chihuahua
3	80190234	Abraham González	Chihuahua
4	80190235	Rancho los Aguilares	Chihuahua
5	80190236	El Alamillo	Chihuahua
6	80190237	Rancho el Alamillo	Chihuahua
7	80190240	Ejido Bella Vista	Chihuahua
8	80190241	Ciénega de Ortiz (Boca de Ciénega)	Chihuahua
9	80190242	Carrizalillo	Chihuahua
10	80190243	La Casita	Chihuahua
11	80190245	ciénega de los Padres	Chihuahua
12	80190246	La Cieneguita	Chihuahua
13	80190247	Ejido Estación Terrazas y Minas del Cobre	Chihuahua
14	80190248	La Concha	Chihuahua
15	80190251	Colonia Cuauhtémoc (Punta de Agua)	Chihuahua
16	80190252	Cumbres de Majalca	Chihuahua
17	80190253	El Charco	Chihuahua
18	80190254	Ejido Chuvíscar	Chihuahua
19	80190256	Rancho Enmedio	Chihuahua
20	80190258	La Esperanza	Chihuahua
21	80190259	El Faro	Chihuahua
22	80190263	Guadalupe	Chihuahua
23	80190264	Ejido la Haciendita	Chihuahua
24	80190265	Horcasitas	Chihuahua
25	80190266	La Jabonera	Chihuahua
26	80190267	Ejido el Jardín	Chihuahua
27	80190271	Rancho Meza	Chihuahua
28	80190272	La Molina	Chihuahua
29	80190273	Molinar	Chihuahua
30	80190275	La Noria (San Isidro)	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
31	80190276	Colonia Nuevo Delicias	Chihuahua
32	80190277	Ejido Nuevo Delicias y Anexas (Tierras Nuevas)	Chihuahua
33	80190279	Nuevo Majalca	Chihuahua
34	80190280	Colonia Ocampo (Hacienda el Torreon)	Chihuahua
35	80190281	El Ojito	Chihuahua
36	80190286	La Piedra	Chihuahua
37	80190289	Colonia Sacramento	Chihuahua
38	80190290	Rancho Cerro Prieto	Chihuahua
39	80190291	Rancho el Salitre	Chihuahua
40	80190292	San Agustín	Chihuahua
41	80190294	Sandillas San Marcos (Santa Rosa)	Chihuahua
42	80190296	San Juan	Chihuahua
43	80190298	Rancho San Martín	Chihuahua
44	80190300	El Sauz	Chihuahua
45	80190301	Sierra Azul (La Colorada)	Chihuahua
46	80190303	Colonia Soto	Chihuahua
47	80190306	El Terrero	Chihuahua
48	80190308	Rancho de Trillo	Chihuahua
49	80190309	El Vallecillo	Chihuahua
50	80190314	El Arcoíris	Chihuahua
51	80190325	Ejido Cuauhtémoc (Punta de Agua)	Chihuahua
52	80190329	Estación Ojo Laguna	Chihuahua
53	80190332	Rancho Granja Roja	Chihuahua
54	80190334	La Gregoria	Chihuahua
55	80190338	Km Noventa y Uno [Restaurante]	Chihuahua
56	80190339	Km Noventa y Dos (Parritas)	Chihuahua
57	80190342	La Manga	Chihuahua
58	80190347	Hacienda de Agua Nueva	Chihuahua
59	80190354	Palo Blanco	Chihuahua
60	80190356	Peñita Azules	Chihuahua
61	80190366	Los Reyes	Chihuahua
62	80190374	Rancho el Tarin	Chihuahua
63	80190381	La Providencia	Chihuahua
64	80190390	Ejido Rancho Ojo Laguna	Chihuahua
65	80190396	Rancho el Ojo	Chihuahua
66	80190400	San Silvestre	Chihuahua
67	80190401	Santa Margarita [Corrales]	Chihuahua
68	80190407	Los Valle	Chihuahua
69	80190416	Alamosa	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
70	80190419	La Roma	Chihuahua
71	80190420	San Carlos Dos	Chihuahua
72	80190423	Las Luisas	Chihuahua
73	80190424	El Amanecer	Chihuahua
74	80190425	Las coronelas (El Milagro)	Chihuahua
75	80190426	El Centenario	Chihuahua
76	80190427	El Porvenir	Chihuahua
77	80190428	Los Viveros	Chihuahua
78	80190429	Las Margaritas	Chihuahua
79	80190432	Peñita Blanca	Chihuahua
80	80190434	San Antonio	Chihuahua
81	80190436	El Vado	Chihuahua
82	80190442	San Fernando	Chihuahua
83	80190443	Santa Marina del Mirador	Chihuahua
84	80190447	Viña Sol	Chihuahua
85	80190448	Rancho el Cuarenta	Chihuahua
86	80190453	Rancho las Elisas	Chihuahua
87	80190454	Santo Niño	Chihuahua
88	80190457	Huertas Santa Mónica	Chihuahua
89	80190459	Rancho el Retiro	Chihuahua
90	80190460	Rancho la Cecilia	Chihuahua
91	80190461	Rancho el Veinte	Chihuahua
92	80190471	EL Altito (Rancho de Solís)	Chihuahua
93	80190474	El Valle de los Lirios	Chihuahua
94	80190478	El Perico	Chihuahua
95	80190480	El Treinta (San Judas)	Chihuahua
96	80190486	Ejido Patria Nueva	Chihuahua
97	80190490	San Isidro (Los Hoyos)	Chihuahua
98	80190491	La Lomita (El Modelo)	Chihuahua
99	80190493	Santo Niño	Chihuahua
100	80190497	San Cristobal	Chihuahua
101	80190498	Colonia Agrícola Francisco Villa	Chihuahua
102	80190499	Ejido Nuevo Sacramento	Chihuahua
103	80190502	La Boquilla	Chihuahua
104	80190509	El Rejón de Arriba	Chihuahua
105	80190511	Agua Zarca	Chihuahua
106	80190516	Santa Rita	Chihuahua
107	80190519	Los Pericos	Chihuahua
108	80190529	Las Parras	Chihuahua
109	80190530	La Virgen (Rancho de Mendoza)	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
110	80190531	Chuvisquilla	Chihuahua
111	80190535	La Cuadrilla	Chihuahua
112	80190542	Orizaba	Chihuahua
113	80190543	Las Norias	Chihuahua
114	80190548	Las Guadianas	Chihuahua
115	80190551	El Picacho (La Gallina)	Chihuahua
116	80190552	Palos Altos	Chihuahua
117	80190553	Rancho Prieto	Chihuahua
118	80190569	El Sordo (El Alamito)	Chihuahua
119	80190570	El Peñasco	Chihuahua
120	80190576	La Herradura	Chihuahua
121	80190577	Santa Martha	Chihuahua
122	80190579	El Pajarito	Chihuahua
123	80190584	El Pinito	Chihuahua
124	80190588	El Taris	Chihuahua
125	80190591	El Taris (Rancho Nuevo)	Chihuahua
126	80190594	Corral de Piedra	Chihuahua
127	80190595	Rancho Cobos	Chihuahua
128	80190596	Las Calaveras	Chihuahua
129	80190597	Agrias (El Puente)	Chihuahua
130	80190598	El Solecito	Chihuahua
131	80190599	El Ojito	Chihuahua
132	80190601	El Mastranzo	Chihuahua
133	80190603	Tomas García	Chihuahua
134	80190605	Rancho San Francisco	Chihuahua
135	80190613	El Nogalito	Chihuahua
136	80190618	El Suspiro	Chihuahua
137	80190619	Granja la Fortuna	Chihuahua
138	80190620	Los Arrayanes	Chihuahua
139	80190626	La Carreta	Chihuahua
140	80190640	El Fresno	Chihuahua
141	80190651	El Lamento	Chihuahua
142	80190659	Ojo Laguna	Chihuahua
143	80190660	El Olivo	Chihuahua
144	80190675	Rancho Nuevo	Chihuahua
145	80190680	San José©	Chihuahua
146	80190684	Los Sauces	Chihuahua
147	80190686	El Tecolote	Chihuahua
148	80190687	Loma Bonita	Chihuahua
149	80190688	El Terrero	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
150	80190690	Rancho el Charro	Chihuahua
151	80190692	La Turca	Chihuahua
152	80190697	Chupaderos (Los Ojitos)	Chihuahua
153	80190699	Campamento SCT	Chihuahua
154	80190701	Rancho de Manuel Chávez	Chihuahua
155	80190704	Arroyo Seco	Chihuahua
156	80190705	El Nogal	Chihuahua
157	80190706	Rancho San Martín	Chihuahua
158	80190709	Rancho Zootecnia	Chihuahua
159	80190710	María Candelaria	Chihuahua
160	80190712	El Quiote (La Marmolina)	Chihuahua
161	80190713	El árabe	Chihuahua
162	80190714	San Agustín	Chihuahua
163	80190718	El Arbolito	Chihuahua
164	80190719	Tres Hermanos	Chihuahua
165	80190721	Granjas Sacramento	Chihuahua
166	80190722	Fraccionamiento Reyes de Lomas Altas	Chihuahua
167	80190724	Zona de Granjas	Chihuahua
168	80190725	Granjas los Trigales	Chihuahua
169	80190727	estación Molinar	Chihuahua
170	80190743	El Comiteco	Chihuahua
171	80190751	El Acebuche (El Quince)	Chihuahua
172	80190752	El Ranchito	Chihuahua
173	80190765	Sumiko	Chihuahua
174	80190766	El Comienzo	Chihuahua
175	80190769	Los Gavilanes	Chihuahua
176	80190770	Rancho la Esperanza	Chihuahua
177	80190775	El Barón Rojo	Chihuahua
178	80190779	La Lupita	Chihuahua
179	80190780	Santa Teresa	Chihuahua
180	80190781	La Morita	Chihuahua
181	80190783	La Múcura	Chihuahua
182	80190784	Las Cuarentas	Chihuahua
183	80190807	El Tecolote de Fresno	Chihuahua
184	80190808	Rancho Suárez	Chihuahua
185	80190810	La Graniza	Chihuahua
186	80190811	El Picacho	Chihuahua
187	80190835	El Uno	Chihuahua
188	80190846	Rancho Blanco	Chihuahua
189	80190850	Km Noventa y Cuatro	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
190	80190851	La Pradera	Chihuahua
191	80190858	El Olvido	Chihuahua
192	80190859	La Quinta	Chihuahua
193	80190860	Rancho el Suspiro	Chihuahua
194	80190862	El Comanche	Chihuahua
195	80190867	San Pedro	Chihuahua
196	80190870	Rancho Chávez (Lote Ocho)	Chihuahua
197	80190871	La Esmeralda	Chihuahua
198	80190872	Las Praderas	Chihuahua
199	80190873	Cotita	Chihuahua
200	80190879	Granjas el Refugio de Victorio	Chihuahua
201	80190884	Rancho Fátima	Chihuahua
202	80190886	Ejido Rancho de Soto	Chihuahua
203	80190891	La Junta	Chihuahua
204	80190894	Ejido Libertad	Chihuahua
205	80190896	La Jarita	Chihuahua
206	80190901	Las Águilas	Chihuahua
207	80190905	El Chaparral	Chihuahua
208	80190906	Club Campestre	Chihuahua
209	80190907	El Comienzo	Chihuahua
210	80190911	El Durazno	Chihuahua
211	80190912	Engorda Marín	Chihuahua
212	80190913	Fraccionamiento la Lagunita	Chihuahua
213	80190916	Fresnedo	Chihuahua
214	80190923	Granjas Familiares Sacramento	Chihuahua
215	80190924	El Haz	Chihuahua
216	80190926	Huerta la Lupita	Chihuahua
217	80190930	Km Veintiocho	Chihuahua
218	80190931	Labor Vieja	Chihuahua
219	80190939	El Papalote	Chihuahua
220	80190940	Las Parras	Chihuahua
221	80190941	La Aurora (Pozo Tres)	Chihuahua
222	80190944	Rancho el California	Chihuahua
223	80190946	Granja Valencia	Chihuahua
224	80190950	Rancho los Ciruelos	Chihuahua
225	80190951	Rancho Nuevo	Chihuahua
226	80190952	Rancho San Francisco	Chihuahua
227	80190953	Rancho San Isidro	Chihuahua
228	80190961	Huerta el Capricho [Eduardo Chávez]	Chihuahua
229	80190962	Pascual Orozco	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
230	80190963	La Estrella	Chihuahua
231	80190966	Lote 54	Chihuahua
232	80190967	El Tanque	Chihuahua
233	80190968	Rancho la Gaviota	Chihuahua
234	80190970	Wichi [Restaurante]	Chihuahua
235	80190974	San Pedro	Chihuahua
236	80190976	Santa Martha	Chihuahua
237	80190979	El Saucito	Chihuahua
238	80190980	San Antonio	Chihuahua
239	80190981	Seis Hermanos	Chihuahua
240	80190982	La Soledad	Chihuahua
241	80190984	El Treinta	Chihuahua
242	80190991	Colonia Roberto Orozco	Chihuahua
243	80190999	Santo Niño	Chihuahua
244	80191002	San Isidro	Chihuahua
245	80191004	Las M	Chihuahua
246	80191008	Campestre del Sol	Chihuahua
247	80191017	La Bandera	Chihuahua
248	80191022	Las Rosetillas	Chihuahua
249	80191026	de Arriba	Chihuahua
250	80191028	San Esteban	Chihuahua
251	80191030	Los Compadres	Chihuahua
252	80191049	Bellavista (La Orqueta)	Chihuahua
253	80191050	El Carrizal (Seis Hermanos)	Chihuahua
254	80191053	Huertas Sacramento	Chihuahua
255	80191061	Santa Estela (Pozo Dos)	Chihuahua
256	80191067	Santa Lucia	Chihuahua
257	80191074	El 33	Chihuahua
258	80191077	San Antonio Dos	Chihuahua
259	80191078	El Mezquital	Chihuahua
260	80191082	Las Ánimas	Chihuahua
261	80191089	Granja las Torres	Chihuahua
262	80191091	Granja Gonzalez	Chihuahua
263	80191096	Rancho Macias	Chihuahua
264	80191097	El Jaral	Chihuahua
265	80191101	Adolfo Valenzuela	Chihuahua
266	80191114	Cerro del Victorino	Chihuahua
267	80191115	Cuatro Milpas (La Financiera)	Chihuahua
268	80191117	Ejido Nombre de Dios	Chihuahua
269	80191121	Granjas los Nogales	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
270	80191125	San Juan	Chihuahua
271	80191131	Los Nogalitos	Chihuahua
272	80191135	Los Pinos	Chihuahua
273	80191137	Rancho Flores	Chihuahua
274	80191138	Tres Venados	Chihuahua
275	80191140	El Sahuaro	Chihuahua
276	80191147	El Socorro	Chihuahua
277	80191149	La Joya	Chihuahua
278	80191150	Palomino	Chihuahua
279	80191153	Los Castro	Chihuahua
280	80191167	Rancho el Panteón	Chihuahua
281	80191176	Mario Palacios	Chihuahua
282	80191178	Miguel Arrieta	Chihuahua
283	80191181	Charco Escondido	Chihuahua
284	80191186	Rancho Chico	Chihuahua
285	80191198	Rancho Carito	Chihuahua
286	80191203	Santa Marta de los Niños [Albergue]	Chihuahua
287	80191209	El Mezquital	Chihuahua
288	80191210	La Escondida	Chihuahua
289	80191212	Fernando Portillo Luján	Chihuahua
290	80191229	Las Casas	Chihuahua
291	80191236	Rancho MB	Chihuahua
292	80191240	Rancho Martech 1	Chihuahua
293	80191242	Granjas Ocampo	Chihuahua
294	80191244	Colonia Hidalgo	Chihuahua
295	80191245	Rancho San Juan	Chihuahua
296	80191248	Granjas el Milagro	Chihuahua
297	80191249	Acuario Veintitrés	Chihuahua
298	80191250	Granja la Botita	Chihuahua
299	80191252	Ejido Nuevo Libertad	Chihuahua
300	80191253	Granjas el Paraíso	Chihuahua
301	80191255	Las Tres Potrancas	Chihuahua
302	80191256	La India	Chihuahua
303	80191261	San Isidro	Chihuahua
304	80191262	Julio Jaurrieta	Chihuahua
305	80191266	Las Pepitas	Chihuahua
306	80191268	San Jorge	Chihuahua
307	80191274	Santa Elena	Chihuahua
308	80191276	Los Hangares	Chihuahua
309	80191278	El Navegante	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
310	80191285	Rancho la Elvira	Chihuahua
311	80191286	Granjas Ocampo	Chihuahua
312	80191288	El Hueco	Chihuahua
313	80191291	El Cuarenta y Seis	Chihuahua
314	80191292	Guillermo Franco	Chihuahua
315	80191294	El Huerfanito	Chihuahua
316	80191297	La Casota	Chihuahua
317	80191299	Omega	Chihuahua
318	80191310	Las Mayras	Chihuahua
319	80191312	Lomas de Ochoa	Chihuahua
320	80191314	Granjas Agroindustriales del Noroeste	Chihuahua
321	80191321	Bloquera Muruato	Chihuahua
322	80191322	Bloquera Gutiérrez	Chihuahua
323	80191324	Los Sauces	Chihuahua
324	80191338	Los Duraznos	Chihuahua
325	80191339	Las Merceditas	Chihuahua
326	80191340	La Bajadita	Chihuahua
327	80191341	Residencial Granjas Campestre	Chihuahua
328	80191342	Rancho la Soga	Chihuahua
329	80191343	Colonia Coyamito	Chihuahua
330	80191344	Valle Real [Colonia Menonita]	Chihuahua
331	80191345	Las Princesas	Chihuahua
332	80191346	La Matita	Chihuahua
333	80191349	Granjas Familiares Sacramento	Chihuahua
334	80191350	Rinconadas de la Presa	Chihuahua
335	80191357	El Pajonal	Chihuahua
336	80191359	Ortiz	Chihuahua
337	80191360	Predio Payan	Chihuahua
338	80191364	Liborio Gutiérrez	Chihuahua
339	80191370	El Ranchito de Ledezma	Chihuahua
340	80191373	Las Playas	Chihuahua
341	80191389	Las Alondras	Chihuahua
342	80191391	El Monumento	Chihuahua
343	80191396	Los Girasoles [Fraccionamiento]	Chihuahua
344	80191397	Granjas Sacramento	Chihuahua
345	80191398	Batalla de Sacramento	Chihuahua
346	80191401	Rancho el Árbol (Los Tarango)	Chihuahua
347	80191402	La Soledad	Chihuahua
348	80191405	Los Loya	Chihuahua
349	80191407	Los Fernández	Chihuahua

No.	Clave geoestadística	Localidad	Municipio
350	80191410	Juan Sandra	Chihuahua
351	80191411	El Centinela	Chihuahua
352	80191413	Rancho Victoria	Chihuahua
353	80191416	Esteban Soto Lozoya	Chihuahua
354	80191418	Abel Ramírez	Chihuahua
355	80191424	El Dos	Chihuahua
356	80191425	Puente Nuevo	Chihuahua
357	80191427	La Finca	Chihuahua
358	80191428	Los LÃ³pez	Chihuahua
359	80191432	Granja Nogal	Chihuahua
360	80191438	Colonia Rancho Enmedio	Chihuahua
361	80191440	Las Torres III	Chihuahua
362	80191441	Granja San Joaquín	Chihuahua
363	80191442	Colonia la Paz	Chihuahua
364	80191443	El Mimbre	Chihuahua
365	80191444	Ejido Sacramento	Chihuahua
366	80191445	Granjas las Palomas	Chihuahua
367	80191446	Vías de Sacramento	Chihuahua
368	80191448	Cumbres de Sacramento	Chihuahua
369	80191449	Granjas Ojo de Apache	Chihuahua
370	80191455	Ciénega de Ortiz	Chihuahua
371	80191457	Granja Nueva Sacramento	Chihuahua
372	80191458	La Mesita	Chihuahua
373	80191462	El Ojito de Agua	Chihuahua
374	80191463	Juan Carlos Luna	Chihuahua
375	80191472	Octavio Herrera Amaya	Chihuahua
376	80191473	El Encino [Rancho]	Chihuahua
377	80191481	Rancho de Gerardo Blatz	Chihuahua
378	80191482	Los Piters	Chihuahua
379	80191491	Los Reyes [Colonia Menonita]	Chihuahua

De acuerdo con la información proporcionada en el Informe 2, existen 201 títulos de concesión para uso público urbano a cargo de la presidencia municipal para diversas comunidades. La mayoría de los títulos otorgan una autorización de 2,625 m3 al año, lo que permite abastecer a una población de entre 50 y 80 personas con dotaciones de 100 a 150 litros por habitante al día. En total, el volumen asignado es de 949,681 m3 al año, lo que es suficiente para suministrar agua potable a entre 25,000 y 30,000 habitantes.

La ubicación de estas comunidades se muestra en la Figura 21, donde se identifica la localidad urbana mediante un polígono negro y las localidades rurales con círculos puntuales.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

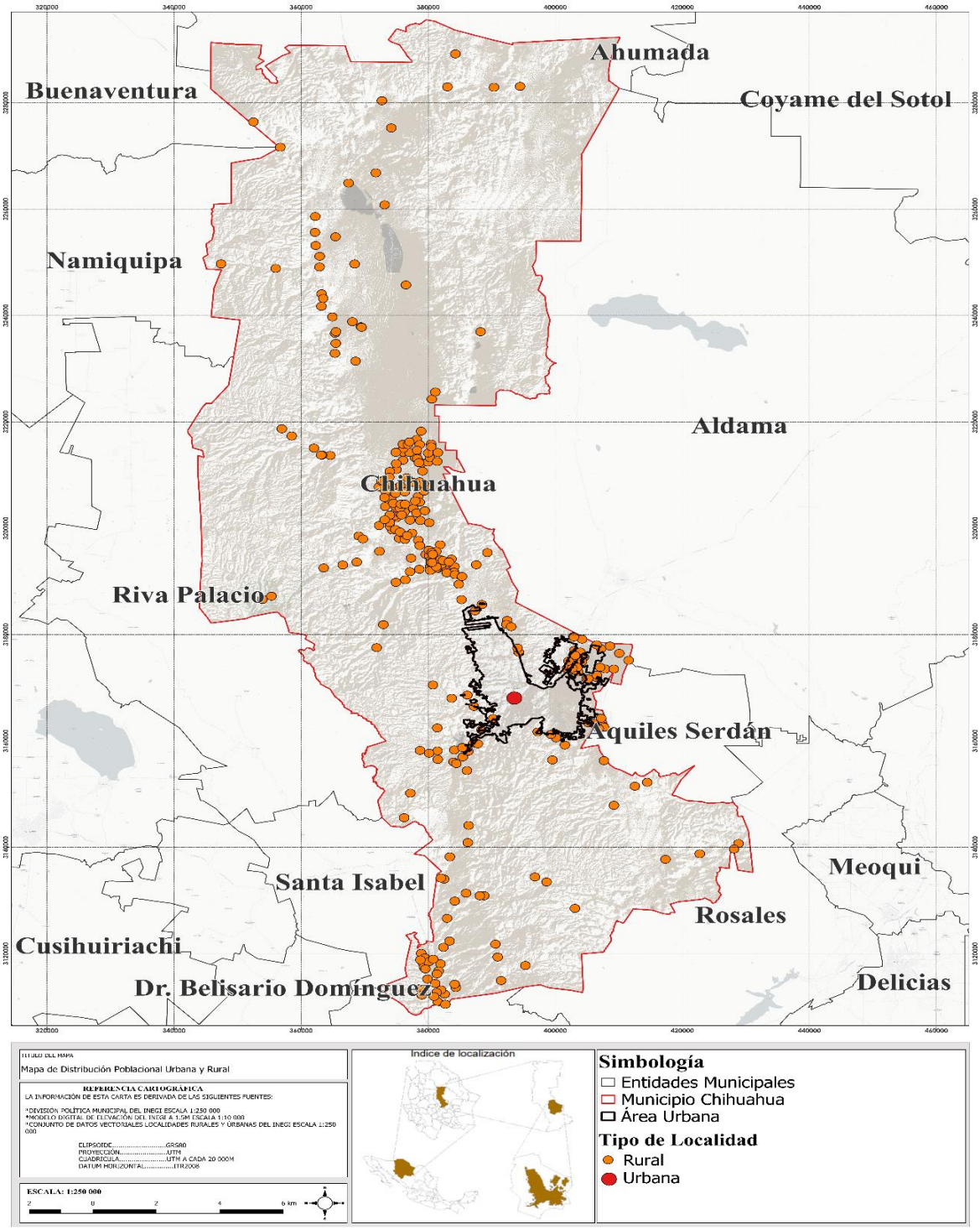


Figura 21. Distribución de geográfica de las localidades en el municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI (2023).

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua | Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820 | https://implanchihuahua.org

En la Tabla 16 se enumeran las localidades cuyo abastecimiento de agua potable está a cargo de la Presidencia Municipal de Chihuahua (PMCh) según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de 2023.

Tabla 16. Comunidades rurales en el municipio de Chihuahua de acuerdo con datos del REPDA. Elaboración propia con información del REPDA (2023) [7].

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: RANCHO NUEVO	06CHI125100/24HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO LAS QUINTAS	06CHI124711/24HPGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SANTA MARTHA	06CHI125095/24HPGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: INNOMINADO 80190701	06CHI125097/34HPGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO COBOS	06CHI125104/24HPGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SANTO TORIBIO	06CHI125116/24HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TECOLOTE DEL FRESNO	06CHI125204/24HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO LOS TRES CORAZONES	06CHI124708/24HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO LOS CIRUELOS	06CHI124710/24HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. CUMBRES DE MAJALCA	06CHI130079/34HOGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL CALIFORNIA	06CHI124845/34HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. FRACCIONAMIENTO LOS TRIGALES	06CHI124848/24HMGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. VALLE DE LOS LIRIOS	06CHI130076/24HOGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL SALITRE	06CHI130077/24HNGE99

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EJIDO LA SOLEDAD	06CHI130078/24HOGE99
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LAS PARRAS	06CHI124762/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.:LA JUNTA	06CHI124793/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. ESTACION OJO LAGUNA	06CHI125868/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PAPALOTE (LA CAMPANA)	06CHI124764/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PAPALOTE	06CHI124765/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PAPALOTE	06CHI124766/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PALOMINO DE ABAJO	06CHI124767/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: PALO VERDE	06CHI124768/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: PARRITA	06CHI124769/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PEÑOL	06CHI124770/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PINITO	06CHI124771/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA PIEDRA	06CHI124772/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL PICACHO (LA GALLINA)	06CHI124773/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA PLAYA	06CHI124774/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA PROVIDENCIA	06CHI124775/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LAS PRESITAS	06CHI124776/24HPGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL CAPRICHO	06CHI124777/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA CAÑADA	06CHI124778/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL MONUMENTO	06CHI124779/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA MOLINA	06CHI124780/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: GERACHI DE ARRIBA	06CHI124781/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LAS GUALDIAS	06CHI124782/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA GREGORIA	06CHI124783/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: GRANJAS UNIVERSITARIAS	06CHI124784/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL HUERFANO	06CHI124785/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: MEZQUITE GORDO	06CHI124786/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LAS MARGARITAS	06CHI124787/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LAS MARGARITAS	06CHI124788/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA LABORCITA	06CHI124789/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: KM. 94	06CHI124790/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: KILOMETRO NOVENTA Y DOS (PARRITAS)	06CHI124791/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: KILOMETRO 98 (LOS SAUCES)	06CHI124792/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA JARITA	06CHI124795/24HPGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL MILAGRO	06CHI124797/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL MILAGRO	06CHI124798/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: RANCHO ALEGRE	06CHI124799/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: SAN ANTONIO	06CHI125303/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: RANCHO SUAREZ	06CHI125304/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: RANCHO RAMIREZ	06CHI125305/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191001	06CHI125306/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191000	06CHI125307/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: RANCHO PALOMAS	06CHI125308/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191069	06CHI125309/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191068	06CHI125310/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191031	06CHI125311/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191018	06CHI125312/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191006	06CHI125313/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191004	06CHI125314/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: INNOMINADO 80191002	06CHI125315/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: SAN RAMON	06CHI125316/24HMGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: SANDILLAL SAN MARCOS (SANTA ROSA)	06CHI125317/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL CORAZERO	06CHI125318/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LOS COMPADRES	06CHI125319/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: COLONIA FLORIDA	06CHI125321/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: COLONIA ENTRONQUE SAN GUILLERMO	06CHI125322/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: COLONIA CUAUHTEMOC	06CHI125323/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL CIGARRITO	06CHI125324/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA CIENEGUITA	06CHI125325/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA CASITA	06CHI125326/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: CARRIZALILLO	06CHI125327/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: CARRIL SAN ANGEL	06CHI125328/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA CANTERA	06CHI125329/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: SAN AGUSTIN	06CHI125330/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL PERICO	06CHI126515/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: CORRAL DE PIEDRA (HACIENDA)	06CHI125001/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SECTOR CERRO GRANDE	06CHI125096/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO MARIN MORENO	06CHI125098/24HMGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO NUEVO	06CHI125099/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SANTO NIÑO	06CHI125101/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO BLANCO	06CHI125102/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO BLANCO	06CHI125103/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO DE ENMEDIO (ESTACION MULLER)	06CHI125105/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO DE ENMEDIO (ESTACION MULLER)	06CHI125106/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: AGUA ZARCA	06CHI125107/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LAS AGUILAS	06CHI125108/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: AIGRIAS (EL PUENTE)	06CHI125109/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL REJON DE ARRIBA	06CHI125111/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL REJON DE ABAJO	06CHI125112/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO TALAMANTES	06CHI125113/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LOS SAUCES	06CHI125115/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SANTO NIÑO	06CHI125117/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO MONCAYO	06CHI125118/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO MEZA (MEZA)	06CHI125119/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO LA BAMBA	06CHI125120/24HOGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO GUADALUPE	06CHI125121/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN ISIDRO	06CHI125122/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN ISIDRO (LOS HOYOS)	06CHI125123/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN JUDAS	06CHI125124/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN PEDRO	06CHI125125/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL ZOCO	06CHI125126/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL YERBANIS	06CHI125127/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: VILLA ARMON	06CHI125128/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LA TRAMPA	06CHI125129/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TREINTA	06CHI125130/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: TRES HERMANOS	06CHI125131/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TULE	06CHI125132/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: UNION LADRILLEROS CERRO GRANDE	06CHI125133/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL UNO	06CHI125134/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: VAGONES DEL F.F.C.C.	06CHI125135/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: INNOMINADO 80191071	06CHI125137/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL SOCORRO	06CHI125138/34HMGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL SOLIC EO	06CHI125139/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TARAIS	06CHI125141/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TERRACERO	06CHI125142/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TERRERO	06CHI125143/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LOS TERREROS	06CHI125144/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: TOMAS GARCIA	06CHI125145/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TERRERO	06CHI125146/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LA JABONERA	06CHI125200/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LADRILLERAS DEL REJON	06CHI125201/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: LABOR DE TERRAZAS (PORTILLO)	06CHI125202/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TARAIS (RANCHO NUEVO)	06CHI125203/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: EL TECOLOTE	06CHI125205/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: INNOMINADO NUM. 80190964	06CHI125206/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN ESTEBAN	06CHI125207/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN GERARDO (LAS MILPILLAS)	06CHI125208/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SAN JOSE	06CHI125209/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO PRIETO (PRIETO)	06CHI125210/24HMGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO LOS MAGUEYES	06CHI124709/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: RANCHO LAS ISABELES	06CHI124712/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SANTA MARIA DE LOURDES (CAÑON DEL BURRO)	06CHI124714/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA LOC.: SANTA LUCIA	06CHI124715/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO FATIMA	06CHI124840/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL VENADO	06CHI124841/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL TARIN	06CHI124842/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL NOGAL	06CHI124843/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL NIDO	06CHI124844/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. RANCHO EL ALAMILLO (EL ALAMILLO)	06CHI124846/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LA VIEJA	06CHI124847/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EJIDO NUEVO DELICIAS Y ANEXAS	06CHI124849/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EL CHAPARRAL	06CHI124850/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LAS GLORIAS	06CHI124851/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. GARCIA	06CHI124852/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. ABRAHAM GONZALEZ	06CHI124853/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. GRANJA SALVADOR DELGADO	06CHI124854/24HMGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LOS ENCINOS	06CHI124855/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LOS ENCINOS	06CHI124856/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. ENTRONQUE EL SAUZ KM 54	06CHI124857/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LOS REYES	06CHI124858/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EXHACIENDA MAPULA	06CHI124859/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. GANDARA (BOQUILLA DE GANDARA)	06CHI124860/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EL FRESNO	06CHI124861/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EJIDO RANCHO OJO LAGUNA	06CHI124862/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EJIDO RANCHO DE SOTO	06CHI124863/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EL ARCO IRIS	06CHI124864/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. AVANDARO	06CHI124865/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. EL AZTECA	06CHI124866/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LA BATALLA	06CHI124867/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. BELLAVISTA (LA ORQUETA)	06CHI124868/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. BOCA DE CIENEGA (CIENEGA DE ORTIZ)	06CHI124869/24HNGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. BOQUILLA DE VILLA	06CHI124870/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LA BOQUILLA	06CHI124871/24HPGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LAS CALAVERAS	06CHI124872/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. LA CALERA	06CHI124873/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC. CAMPAMENTO S.C.T.	06CHI124874/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: GRANJA MUNICIPAL	06CHI125002/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: GRANJA LA FORTUNA	06CHI125003/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL ARBOLITO	06CHI125004/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL ALAMILLO (EJIDO)	06CHI125005/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LOS CORDONES	06CHI125006/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA CRUZ	06CHI125007/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: COYAMITO SUR	06CHI125008/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: COYAMITO NORTE	06CHI125009/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: PALO BLANCO	06CHI125010/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: CUAUHTEMOC (PUNTA DE AGUA)	06CHI125011/34HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LOS CUATES	06CHI125012/34HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LA CUADRILLA	06CHI125013/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: CORRALON P.F.C. (BUENOS AIRES)	06CHI125014/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LOS OJOS	06CHI125015/34HMGE98

Titular	Título
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: OJO DEL BUEY	06CHI125016/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LOS OJITOS	06CHI125017/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: EL OJITO	06CHI125018/24HPGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: NUEVO MAJALCA	06CHI125019/24HMGE98
PRESIDENCIA MUNICIPAL DE CHIHUAHUA, LOC.: LAS NORIAS	06CHI125020/24HMGE98
PRESIDENCIA SECCIONAL EL SAUZ	2CHI107456/34HMGE96

En la Tabla 17 se enumeran las localidades rurales del municipio cuyo abastecimiento de agua es responsabilidad de la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado de Chihuahua (JCAS). El volumen total asignado es de 2,447,745 m^3 al año, lo que permite abastecer aproximadamente a 70,000 habitantes.

Tabla 17. Títulos a cargo de organizaciones que son supervisadas por la JCAS de acuerdo con datos del REPDA. Elaboración propia con información del REPDA (2023) [(7)].

Titular	Título
COMITE DE AGUA POTABLE EJIDO OJO LAGUNA	828315
JUNTA RURAL DE AGUA Y SANEAMIENTO EL CHARCO	829797
JUNTA RURAL DE AGUA POTABLE COLONIA MEXICO	821151
JUNTA CENTRAL DE AGUA Y SANEAMIENTO	06CHI139340/24HMGE06
COMITE DE AGUA POTABLE EJIDO LABOR DE TERRAZAS, COMUNIDAD EL SARTENEJO	06CHI136067/24HMGE06

Titular	Título
COMITE PRO-MEJORAS Y SERVICIOS DE LA COLONIA LOS NOGALES DE ROBINSON CHIHUAHUA, A.C.	06CHI137945/24HMGE04
COMITE DE AGUA POTABLE, LOC.: COLONIA DIVISION DEL NTE. SECC. EL SAUZ	06CHI120183/24HMGE99
COMITE PRO-MEJORAS COL. AEROPUERTO	2CHI107414/24HMGE96
COMITE PRO-MEJORAS COL. AEROPUERTO	2CHI107415/24HMGE96
JUNTA RURAL DE AGUA POTABLE, EL SAUZ	2CHI108625/24HMGE96
C. DE AGUA POT. Y ALCANTARILLADO CIENEGA DE LOS PADRES	2CHH103094/24HMGE94

No se ha podido obtener información sobre la infraestructura de agua potable y alcantarillado, ni sobre la estructura tarifaria y su administración. A pesar de haber solicitado esta información a las instituciones pertinentes, aún no se ha recibido respuesta. Esto sugiere la posible falta de un registro o archivo oficial disponible sobre estos aspectos.

4.1.2. Agricultura

La agricultura en el municipio de Chihuahua se caracteriza por el uso predominante de dos métodos de riego: el riego por gravedad y el riego por goteo. Este último se destaca por su mayor eficiencia en el uso del agua, ya que permite una aplicación más precisa y controlada, reduciendo las pérdidas por evaporación y escorrentía.

A pesar de las ventajas del riego por goteo, el cultivo de una variedad de productos en la región requiere cantidades significativas de agua, lo que representa un desafío en un entorno donde el recurso hídrico es limitado. La agricultura desempeña un papel crucial en la economía local y la seguridad alimentaria, por lo que es fundamental abordar de manera eficiente y sostenible el uso del agua en esta actividad.

El informe 3 proporciona un análisis detallado de la agricultura en el municipio de Chihuahua, incluyendo aspectos como las prácticas de riego, la disponibilidad de agua y los desafíos asociados con el uso sostenible de este recurso en la agricultura.

En 2022, el valor de la producción agrícola en el municipio fue de 1,857,130.36 millones de pesos [23] [24] [25]. La Figura 22 muestra los polígonos identificados en el municipio con actividad agrícola, referenciados a la mancha urbana.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

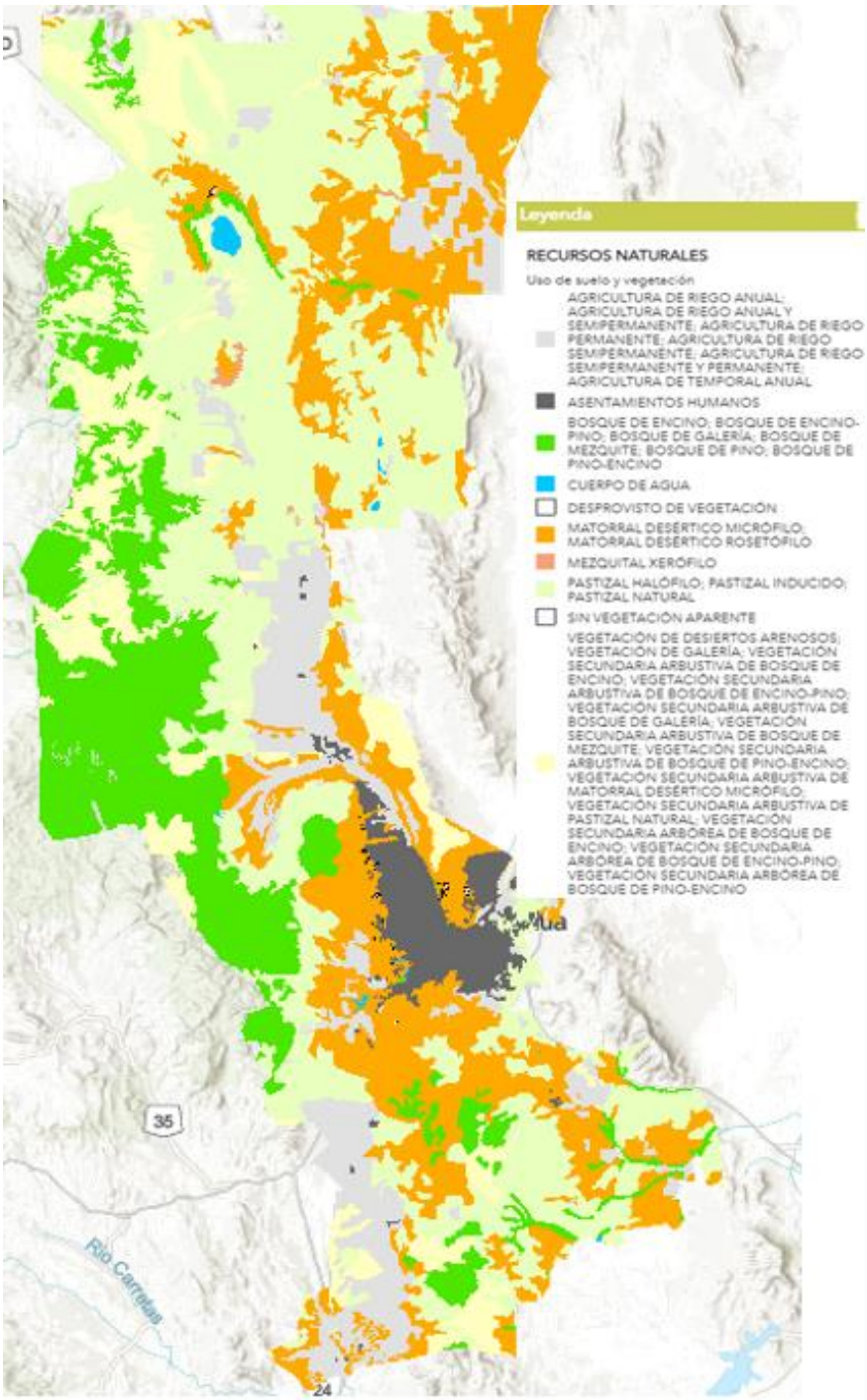


Figura 22. Ubicación de los polígonos con actividad agrícola en el municipio de Chihuahua. Fuente: Generador de los datos mostrados en el mapa SIGMUN (2023) [26] [27].

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

En el año 2022, la producción agrícola en cultivos cíclicos y perennes con riego en el municipio alcanzó una superficie sembrada y cosechada de 25,874.45 y 21,307.6 hectáreas respectivamente, con un valor de producción de $1,804,904.95 miles de pesos. Por otro lado, la producción agrícola en cultivos cíclicos y perennes de temporal en el municipio contó con una superficie sembrada y cosechada de 6,792 hectáreas, generando un valor de producción de $52,225.41 miles de pesos.

Según el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el año 2022, los cultivos más importantes en el municipio de Chihuahua se distribuyen como se muestra en la Tabla 18.

El Precio Medio Rural (PMR) se define como el precio pagado al productor en la venta de primera mano en su parcela o predio y/o en la zona de producción.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 18. Características de producción de los cultivos más importantes del municipio de Chihuahua. Elaboración propia con información del SIAP [26] [27].

Cultivo	Superficie sembrada (Ha)		Rendimiento	PMR	Valor de producción
	Riego	Temporal	(udm/ha)	($/udm)	(miles de pesos)
Algodón	7371		5.35	16,556	646,870.83
Nuez	9,415		1.32	71347.61	472,683.62
Alfalfa	3,620		97.85	719.51	254,862.67
Maíz grano	2930		11.19	6682.41	219,129.57
		12	0.72	7000	60.48
Cebolla	129.6		62.35	7,600.94	61,423.99
tomate rojo	3.6		338.89	22,848.92	27,875.68
Semilla forrajera	66		31	580	1,186.68
		3520	11.28	565.75	22,463.44
Avena forrajera		2180	12.18	665.55	17,671.95
	560		20.32	687.5	7,823.79
viveros de nuez	14		25,000.00	100	15,000.00
Maíz forrajero	360		37	1,023.93	13,638.75
Chile verde	48		31.33	9,025.53	13,574.40
viveros de manzana	17.36		25,000.00	70	12,880.00
Sandia	36		46	6,001.69	9,938.80
uva	164		3	23,691.36	5,757.00
Semilla avena	81		3.56	7,200.00	2,076.84
Semilla grano trigo	50		4.3	8,600.00	1,849.00
Semilla forrajera	66		31	580	1,186.68
Crisantemo	1.6		820	900	1,180.80
Melón	8		32	4,200.00	1,075.20
Zempoalxochitl (gruesa)	1.2		820	900	885.6
Avena grano	28		3	6,800.00	571.2
Cilantro	3.8		8	10,747.37	326.72
Calabacita	2.8		14.36	6,467.36	259.99
Col	2.4		17.67	3,667.92	155.52
Betabel	1.8		11.89	6,589.72	141.02
Zanahoria	0.5		16	8,600.00	68.8
Acelga	1		9	7,300	65.7
Lechuga	0.6		12.2	6,600.00	48.31

*Superficie, hectáreas (ha). Producción unidad de medida (udm). PMR pesos/tonelada ($/ton). Rendimiento (ton/ha).

Se tiene identificado que el 18% de las superficies de cultivos el sistema es por temporal, por lo que el 82% tiene un sistema de riego que no depende directamente de las condiciones climáticas, y son fundamentalmente de explotación de aguas subterráneas (Figura 23).

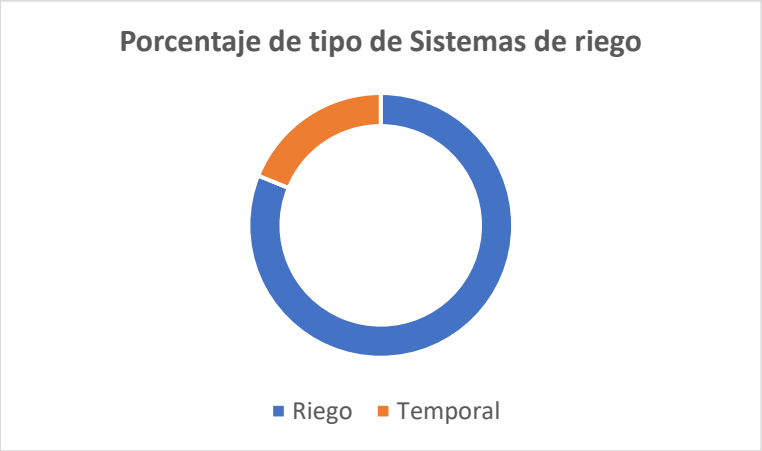


Figura 23. Clasificación de sistemas de riego en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2022) [(26)].

En México, las zonas de riego se clasifican institucionalmente en dos grandes grupos: distritos de riego (DR) y unidades de riego (UR). En el municipio de Chihuahua no se cuenta con distritos de riego, sino que se tienen unidades de riego, al igual que en el resto del país.

Según la Ley de Aguas Nacionales (LAN) [(11)], una unidad de riego se define como "un área agrícola que cuenta con infraestructura y sistemas de riego, distinta de un distrito de riego y comúnmente de menor superficie que aquél; puede integrarse por asociaciones de usuarios u otras figuras de productores organizados que se asocian entre sí libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las obras de infraestructura hidráulica para la captación, derivación, conducción, regulación, distribución y desalojo de las aguas nacionales destinadas al riego agrícola".

En el municipio de Chihuahua, la mayoría de las unidades de riego (55.2 %) son de un solo usuario, y sus superficies no superan las 500 hectáreas. En la Figura 24 se puede observar la distribución y extensión de las UR en el país.

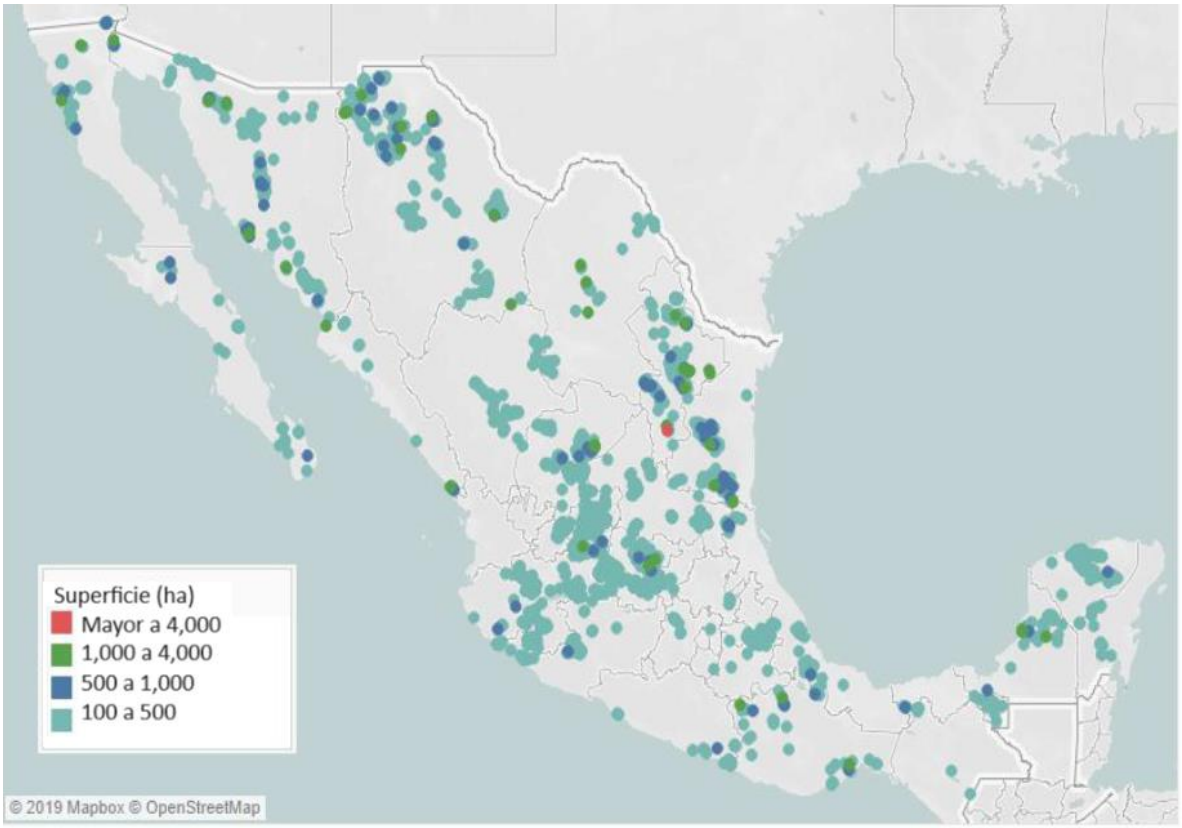


Figura 24. Distribución y extensión de las Unidades de Riego (UR) en México [28].

Las estadísticas disponibles sobre las unidades de riego en el municipio de Chihuahua se centran en el valor de la producción de los cultivos y las superficies de siembra, pero no incluyen información sobre los volúmenes de agua utilizados por ciclo de cultivo. En el caso de los distritos de riego, cuando el agua proviene de fuentes superficiales, sí existe información sobre los volúmenes entregados.

En el municipio de Chihuahua, se identifican 21 unidades de riego, distribuidas de la siguiente manera:

- 17 unidades de riego son de pequeña escala, con menos de 200 hectáreas cada una.
- 4 unidades de riego son de mediana escala, con superficies entre 200 y 500 hectáreas cada una.

No existen unidades de riego de gran escala, es decir, con más de 500 hectáreas, en el municipio. En total, las unidades de riego en Chihuahua cubren una superficie de 10,000 hectáreas. En la Tabla 19, se estiman las dosis de requerimiento del volumen de agua por hectárea de forma anual (FAO, 2012) [29].

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 19. Rangos estimados de volúmenes de agua por cultivo por hectárea. Elaboración propia con información del FAO (2012) [(29)].

Cultivo	Requerimiento de agua por hectárea (m^3)
Acelga	6,000 - 8,000
Alfalfa	10,000 - 12,000
Algodón	7,000 - 9,000
Avena forrajera	4,000 - 5,000
Avena grano	3,000 - 4,000
Betabel	5,000 - 6,000
Calabacita	4,000 - 5,000
Cebolla	5,000 - 6,000
Chile verde	6,000 - 7,000
Cilantro	4,000 - 5,000
Col	5,000 - 6,000
Crisantemo	6,000 - 7,000
Lechuga	4,000 - 5,000
Maíz forrajero	6,000 - 7,000
Maíz grano	5,000 - 6,000
Melón	6,000 - 7,000
Nuez	8,000 - 9,000
Sandía	6,000 - 7,000
Semilla avena	4,000 - 5,000
Semilla grano trigo	3,000 - 4,000
Semilla forrajera	4,000 - 5,000
Tomate rojo	6,000 - 7,000
Uva	7,000 - 8,000
Viveros de manzana	8,000 - 9,000
Viveros de nuez	8,000 - 9,000
Zanahoria	5,000 - 6,000
Zempoalxochitl (gruesa)	4,000 - 5,000

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

5. Drenaje Pluvial

La infraestructura de drenaje pluvial en el municipio de Chihuahua es esencial para abordar los problemas asociados con las inundaciones. Estas inundaciones causan interrupciones en el tráfico vial debido al estancamiento del agua, así como daños a la infraestructura de alcantarillado sanitario, que se ve rebasada por la combinación de aguas pluviales y residuales.

Es fundamental que los diseños de esta infraestructura consideren las condiciones hidrológicas específicas de la región, especialmente el patrón de tormentas caracterizado por su intensidad y corta duración. Además, se deben establecer criterios económicos y de conservación de la infraestructura vial y urbana, ya que muchas veces la implementación de sistemas de drenaje pluvial debe realizarse en áreas ya habitadas o de alto valor económico.

Ante este contexto, los diseños de infraestructura de drenaje pluvial deben ser cuidadosamente planificados y ejecutados para garantizar una gestión eficiente de las aguas pluviales, minimizando los riesgos de inundaciones y sus consecuencias negativas. Es importante que estos diseños consideren no solo la capacidad de drenaje necesaria, sino también la integración con el entorno urbano y la sostenibilidad a largo plazo.

La Dirección de Obras Públicas, Desarrollo Urbano del municipio y la Coordinación de Protección Civil pueden estar involucradas en la planificación, ejecución y mantenimiento de proyectos relacionados con el drenaje pluvial, los cuales deben ser autorizados por la CONAGUA, ya que todos los cauces de arroyo están bajo su competencia y responsabilidad. Aunque la JMAS de Chihuahua no construye, opera ni mantiene el drenaje pluvial en la mancha urbana, su infraestructura de recolección de aguas residuales y alcantarillado sanitario se ve afectada durante la temporada de lluvias por taponamientos y arrastres de sólidos debido a la falta de suficiente infraestructura de drenaje pluvial.

Como se menciona en el apartado de alcantarillado, los colectores buscan emular las trayectorias naturales de los arroyos. El SIGMUN tiene identificada la hidrografía, pero no cuenta con una capa de la red de alcantarillado que podría ser útil para determinar vulnerabilidades de manera más precisa en el atlas de riesgos (Figura 25) [(30)]. El catastro de la infraestructura pluvial en el municipio es prácticamente nulo.

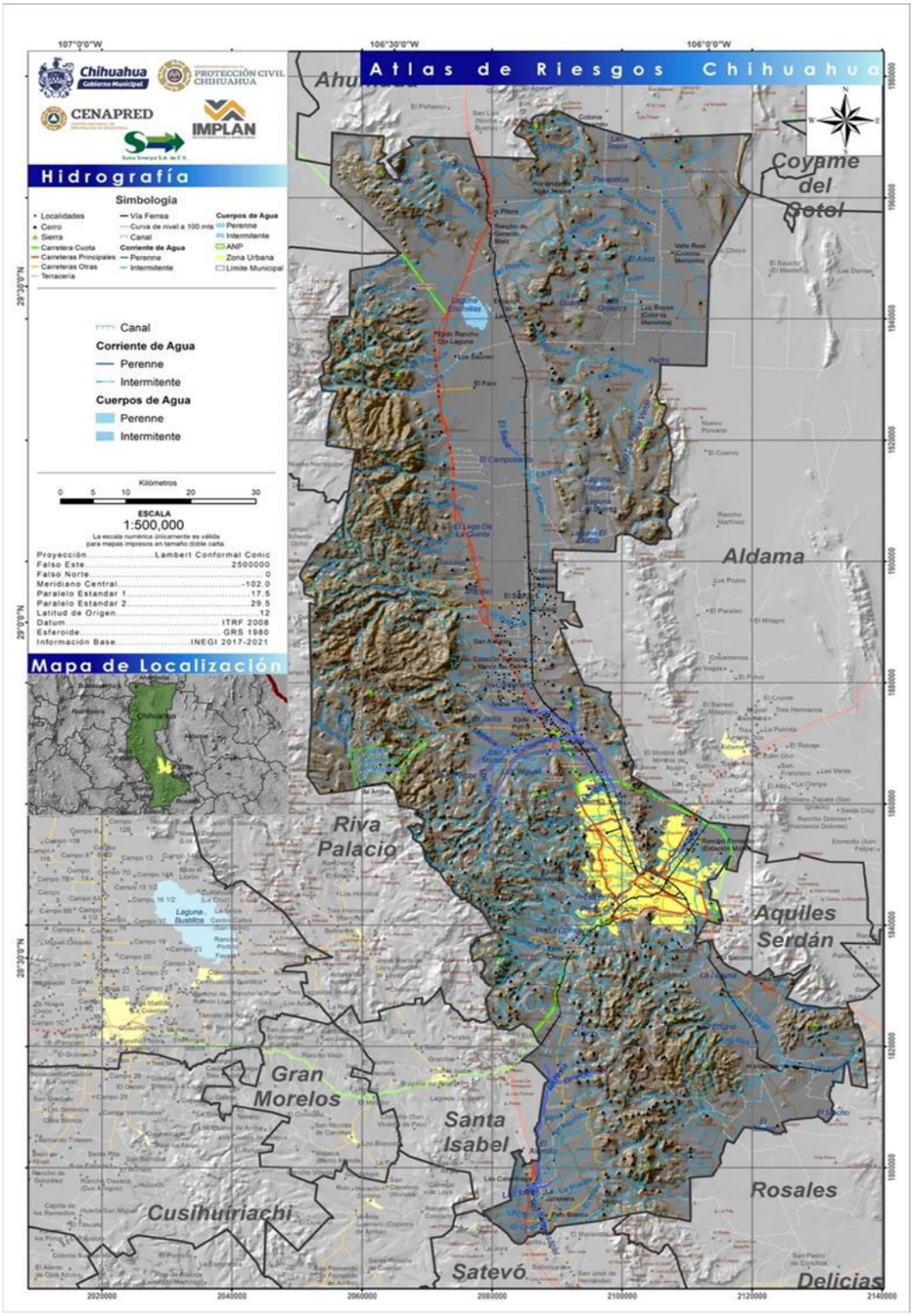


Figura 25. Identificación de la hidrografía y ubicación de la mancha urbana. Fuente: Atlas de riesgo (2023) [30].

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua | Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820 | https://implanchihuahua.org

Los principales ríos del municipio de Chihuahua son el Río Chuvíscar, que nace en los límites de Riva Palacio y está controlado por las presas Chihuahua y Chuvíscar. Este río atraviesa el centro de la población de oeste a este, con una extensión de 9 km y un lecho revestido de concreto. Posteriormente, se une al Río Sacramento, que fluye de norte a sur y tiene su origen en las montañas de Majalca, antes de unirse al Chuvíscar en las afueras de Chihuahua. En el norte del municipio se encuentra la Laguna de Encinillas, una cuenca cerrada alimentada por arroyos de las montañas circundantes. Además, en el área hay tres presas, siendo la más destacada la Presa Chihuahua, ubicada aproximadamente a 10 km al oeste de la ciudad. Las Presas Chuvíscar y El Rejón, ubicadas en el área urbana, también forman parte de la infraestructura hídrica. Finalmente, la zona urbana está cruzada por arroyos que fluyen desde las serranías del oeste hacia el Río Sacramento, como El Nogales Norte, El Magallanes y El Picacho en la subcuenca del Río Sacramento, y La Cantera y El Plaza de Toros en la subcuenca del Río Chuvíscar.

En cuanto a los fenómenos naturales que han afectado al Municipio de Chihuahua entre 2014 y 2022, según la información recopilada a través del Sistema de Información Procesada (INPRO) "Hemeroteca Digital de Chihuahua", se han registrado inundaciones pluviales y fluviales, sequías, heladas, tormentas de nieve, eléctricas y de polvo, así como inestabilidad de laderas, hundimientos, agrietamiento del terreno y sismos. El Atlas de riesgo estima e identifica las vulnerabilidades de la población del municipio y los sectores de riesgos, en relación con el agua, especialmente aquellas que pueden provocar inundaciones (Figura 26).

El informe 9 de este estudio establecerá la integración del análisis de aguas superficiales, detallando la precipitación y los escurrimientos previstos en cada subcuenca hidrológica. Se determinarán los gastos máximos en los cauces principales y se identificarán las zonas críticas y vulnerables a posibles inundaciones. Por otro lado, el informe 10 se enfocará en evaluar las zonas propensas a inundaciones, examinando la capacidad de los drenajes pluviales existentes para gestionar el flujo de agua durante eventos de lluvia intensa. Este análisis será crucial para identificar áreas de riesgo y proponer medidas de mitigación adecuadas para proteger a la población y la infraestructura urbana del municipio.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

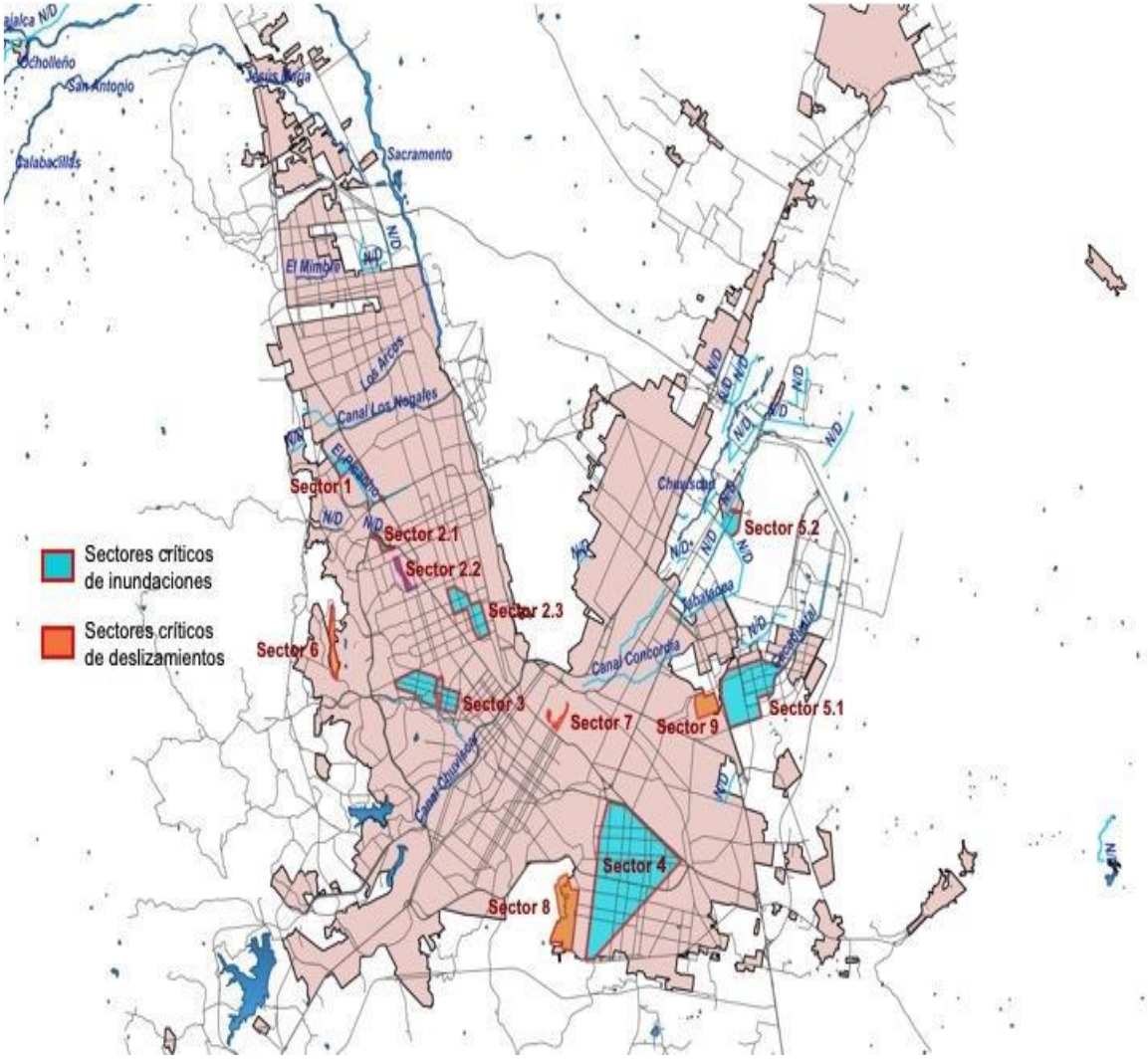


Figura 26. Identificación de sectores de riesgos en la mancha urbana. Fuente: Atlas de riesgo (2023) [30].

En el informe 10 se determina la capacidad de desalojo de las aguas pluviales por los arroyos naturales. No obstante, es necesario realizar un catastro preciso de las estructuras de drenaje pluvial, ampliando su objetivo más allá de la mera captación, recolección y desalojo, para incluir también la búsqueda de alternativas para la reutilización del agua pluvial.

6. Calidad del Agua Suministrada

La calidad del agua suministrada depende de cuál será su utilización e independientemente del tipo de fuente, se refiere a la evaluación de las características físicas, químicas y biológicas del agua con el fin de determinar su idoneidad para diferentes propósitos o usos. A continuación, se describen brevemente los criterios para cada uso más representativos en el municipio de Chihuahua:

Agua Potable para Uso Público Urbano Doméstico: Para este uso, se busca que el agua sea segura para el consumo humano, libre de contaminantes que puedan representar riesgos para la salud. Se realizan análisis para garantizar que cumpla con los estándares de potabilidad establecidos por las autoridades sanitarias, en México se requiere cumplir con la NOM-SSA1-127-2021 [(18)].

Agua para Uso Pecuario: En este caso, se evalúa que el agua sea adecuada para el consumo animal, teniendo en cuenta factores como la presencia de minerales y microorganismos que puedan afectar la salud de los animales.

Agua para Uso Agrícola: Se considera la calidad del agua para el riego de cultivos, asegurando que no contenga niveles elevados de sales, metales pesados u otros compuestos que puedan afectar la productividad de los suelos o la salud de las plantas.

Agua para Uso Industrial: Se evalúa la calidad del agua en función de los requisitos específicos de los procesos industriales, que pueden variar según el tipo de actividad. Se busca evitar la presencia de contaminantes que puedan dañar equipos, interferir en los procesos o afectar la calidad del producto final.

Agua para Servicios (Hoteles, Restaurantes, Hospitales): En este caso, se prioriza que el agua sea segura y apta para su uso en actividades como la preparación de alimentos, la higiene personal y la limpieza. Se realizan análisis para garantizar que cumpla con los estándares de calidad establecidos para este tipo de servicios. En este caso al menos deben cumplir con la NOM-SSA1-127-2021 [(18)].

Se resalta que la calidad del agua suministrada para diferentes usos se evalúa considerando los estándares y requisitos específicos de cada actividad, con el objetivo de garantizar su seguridad y adecuación para su uso previsto.

6.1. Agua Potable

El suministro de agua potable, que debe cumplir con estándares de calidad adecuados para el consumo humano, está regulado por normativas obligatorias que deben ser cumplidas por los proveedores del servicio de abastecimiento de agua. En la mancha urbana, esta responsabilidad corresponde a la JMAS Chihuahua, mientras que en el resto de las comunidades recae en cada uno de los entes (comités de agua, juntas rurales, etc.) o en su caso, en particulares.

Sin embargo, el seguimiento del estándar de calidad para agua potable en las más de 300 localidades del municipio resulta complicado. Aunque la JCAS es la institución normativa encargada de dar seguimiento a la calidad de agua potable en estas comunidades, no existen mecanismos de consulta o seguimiento accesibles para los pobladores. Los esfuerzos para determinar la calidad del agua suministrada a las localidades son ocasionales, como el estudio realizado por la JCAS en 2022.

En contraste, la JMAS cumple con la obligatoriedad de la NOM-179-SSA1-2020 [31], la cual tiene como objetivo dar seguimiento al control de la calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano. Esta norma establece la temporalidad de análisis tanto para todos los elementos de la composición de la calidad del agua por tipo de fuente o aprovechamiento, como de almacenamiento y en la red de distribución, específicamente para ciudades con población mayor de 500,000 habitantes.

En cuanto al proceso de potabilización, la JMAS lo realiza mediante el proceso directo de cloración en todas las fuentes, seguido de la regulación del servicio de agua potable a través de tanques de almacenamiento, que permiten absorber las variaciones horarias de la demanda de agua de la población. La eficiencia de la cloración o desinfección se determina mediante el muestreo y análisis de puntos establecidos por la NOM-SSA1-179-2020 [31], basada en la cantidad de conexiones a la red, seleccionadas de manera aleatoria diaria. Este proceso es importante porque evita o previene enfermedades gastrointestinales. En la Figura 27 se puede observar la eficiencia de cloración en las fuentes de abastecimiento para el uso público urbano en los municipios del Estado de Chihuahua.

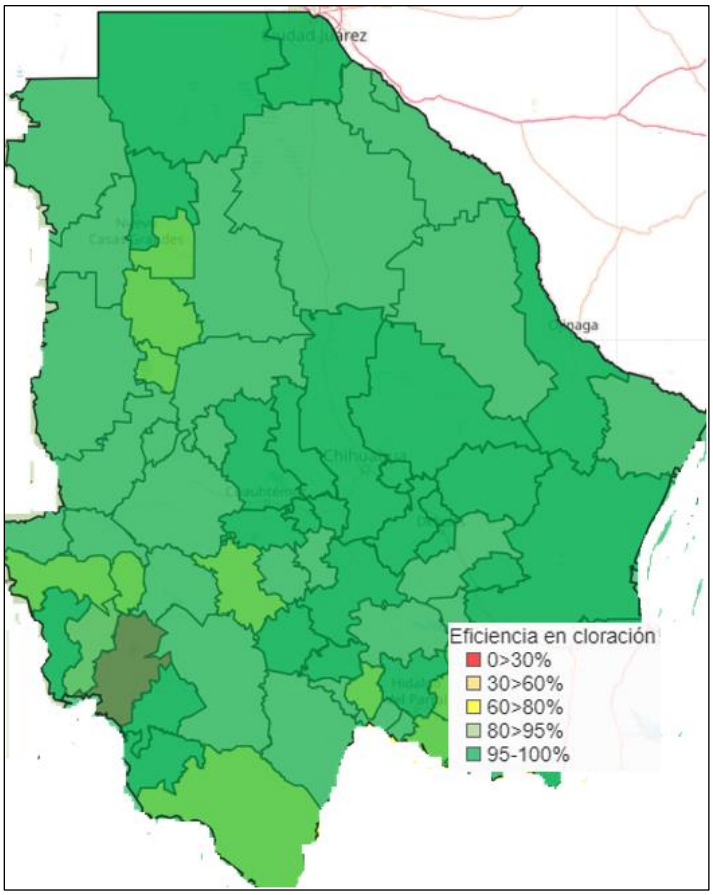


Figura 27. Eficiencia de cloración en las fuentes de abasto de uso público urbano en municipios del estado de Chihuahua. Fuente: SINA, CONAGUA (2022) [13].

La JMAS tiene una eficiencia del 100%, mientras que en las localidades del municipio oscila entre el 95% y el 100%, según las estadísticas de la CONAGUA en 2022 [13]. Sin embargo, no existe un lugar donde se pueda consultar la estadística municipal o por localidad, solo por estado, y Chihuahua aparece en el portal del SINA como deficiente, con una tasa de mortalidad infantil del 13% a causa de enfermedades diarreicas.

De acuerdo con el indicador de calidad del agua de las fuentes de abasto del municipio reportado por la CONAGUA en el SINA para el periodo 2012-2022 [13], se pueden observar los resultados de diversos parámetros de la calidad del agua en las Tablas 20 para el acuífero Chihuahua-Sacramento, en la Tabla 21 para el acuífero Tabalaopa-Aldama, y en la Tabla 22 para el acuífero El Sauz-Encinillas.

Tabla 20. Resultados e indicadores de parámetros de calidad del agua del acuífero Chihuahua-Sacramento. Fuente: elaboración propia con información del SINA (2023) [13].

Acuífero Chihuahua-Sacramento (ACH)		
Parámetro de calidad del agua	**2012-2022 (mg/L)**	**Indicador de calidad**
Alcalinidad	115.6	media
Conductividad	231.5	excelente para riego
Solidos disueltos totales	158	excelente para riego/potable-dulce
Fluoruro	0.26815	baja
Dureza	88.05	Potable-moderadamente-suave
Coliformes fecales	≤1.1	Potable-excelente
Nitratos	1.34	Potable-excelente
Arsénico	≤0.01	Potable-excelente
Cadmio	≤0.003	Potable-excelente
Cromo	≤0.005	Potable-excelente
Mercurio	≤0.0005	Potable-excelente
Plomo	≤0.005	Potable-excelente
Magnesio	≤0.0015	Potable-excelente
Hierro	≤0.025	Potable-excelente

Tabla 21. Resultados e indicadores de parámetros de calidad del agua del acuífero Tabalaopa-Aldama. Fuente: elaboración propia con información del SINA (2023) [13].

ATA		
Parámetro de calidad del agua	**2012-2022 (mg/L)**	**Indicador de calidad**
Alcalinidad	169.88-344.75	alta
Conductividad	497-1255	Buena a permisible para riego
Solidos disueltos totales	356-904	excelente para riego a cultivos-sensibles/potable-dulce
Fluoruro	0.7597-2.665	Potable optima-alta
Dureza	184.94-460.27	Potable dura
Coliformes fecales	≤1.1-1950	Potable-excelente-contaminación
Nitratos	0.64-17.57	Potable-excelente-no apta como FAAP
Arsénico	≤0.01 a 3.62	Potable-excelente-no apta como FAAP
Cadmio	≤0.003	Potable-excelente
Cromo	≤0.005	Potable-excelente
Mercurio	≤0.0005	Potable-excelente
Plomo	≤0.005	Potable-excelente
Magnesio	≤0.0015 a 3.10	Potable-excelente
Hierro	0.5 a 6.38 x 10-2	Potable-excelente a color al agua sin efectos a la salud

Tabla 22. Resultados e indicadores de parámetros de calidad del agua del acuífero El Sauz-Encinillas. Fuente: elaboración propia con información del SINA (2023) [13].

ASE		
Parámetro de calidad del agua	**2012-2022 (mg/L)**	**Indicador de calidad**
Alcalinidad	113-168	media-alta
Conductividad	264-296	buena para riego
Solidos disueltos totales	192-224	excelente para riego-potable dulce
fluoruro	0.41-3.2	media-alta
Dureza	91-117	potable mediamente-dulce /dura
Coliformes fecales	≤1.1	Potable-excelente
Nitratos	0.3-5.78	Potable-excelente
Arsénico	≤0.01 a 1.16	Potable-excelente-apta como FAAP
Cadmio	≤0.003	Potable-excelente
Cromo	≤0.005	Potable-excelente
Mercurio	≤0.0005	Potable-excelente
Plomo	≤0.005	Potable-excelente
Magnesio	≤0.0015 a 3.41	Potable-excelente
Hierro	≤0.025	Potable-excelente

De acuerdo con las Tablas anteriores se puede inferir que el acuífero con la mejor fuente para el abastecimiento de agua potable es el ACHS. Sin embargo, la red de monitoreo de calidad del agua de CONAGUA es muy limitada, con seguimiento anual únicamente.

La JCAS realizó en el 2022 [32] un análisis de diversas fuentes subterráneas en el estado de Chihuahua, abarcando un total de 202 aprovechamientos (Figura 28) en el municipio de Chihuahua (Tabla 23). Los resultados indican que el 33.66% de los suministros superan el límite permisible de arsénico (As) para consumo humano, mientras que el 59.90% excede el límite para fluoruros (F) según la NOM-SSA1-127-2021 [18]. Además, el 31.18% de los suministros presentan ambos problemas simultáneamente.

Tabla 23. Resultados del estudio realizado por la JCAS en pozos para abasto de comunidades en el municipio de Chihuahua [(32)].

Total, de aprovechamientos muestreados	**202**
Con >0.01 mg/L As	68
Con <0.01 mg/L As	134
Con >1 mg/L F	121
Con <1 mg/L F	81
Con >0.01 mg/L As y >1 mg/L F	63
Con <0.01 mg/L As y <1 mg/L F	139

En el contexto de los pozos para el suministro de agua potable en áreas urbanas, es esencial contar con información detallada sobre la calidad del agua en los tanques de almacenamiento. Estos tanques actúan como puntos clave en la red de distribución, ya que desde allí se envía el agua a las diversas zonas de la ciudad. Para garantizar la calidad del agua que llega a los consumidores finales, es necesario realizar análisis periódicos en estos tanques para verificar que el agua cumple con los estándares de calidad establecidos. La información obtenida de estos análisis es crucial para tomar decisiones informadas sobre el tratamiento del agua y para garantizar que se cumplan los estándares de calidad exigidos para el consumo humano. Además, la monitorización constante de la calidad del agua en los tanques de almacenamiento permite identificar de manera temprana cualquier problema potencial y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

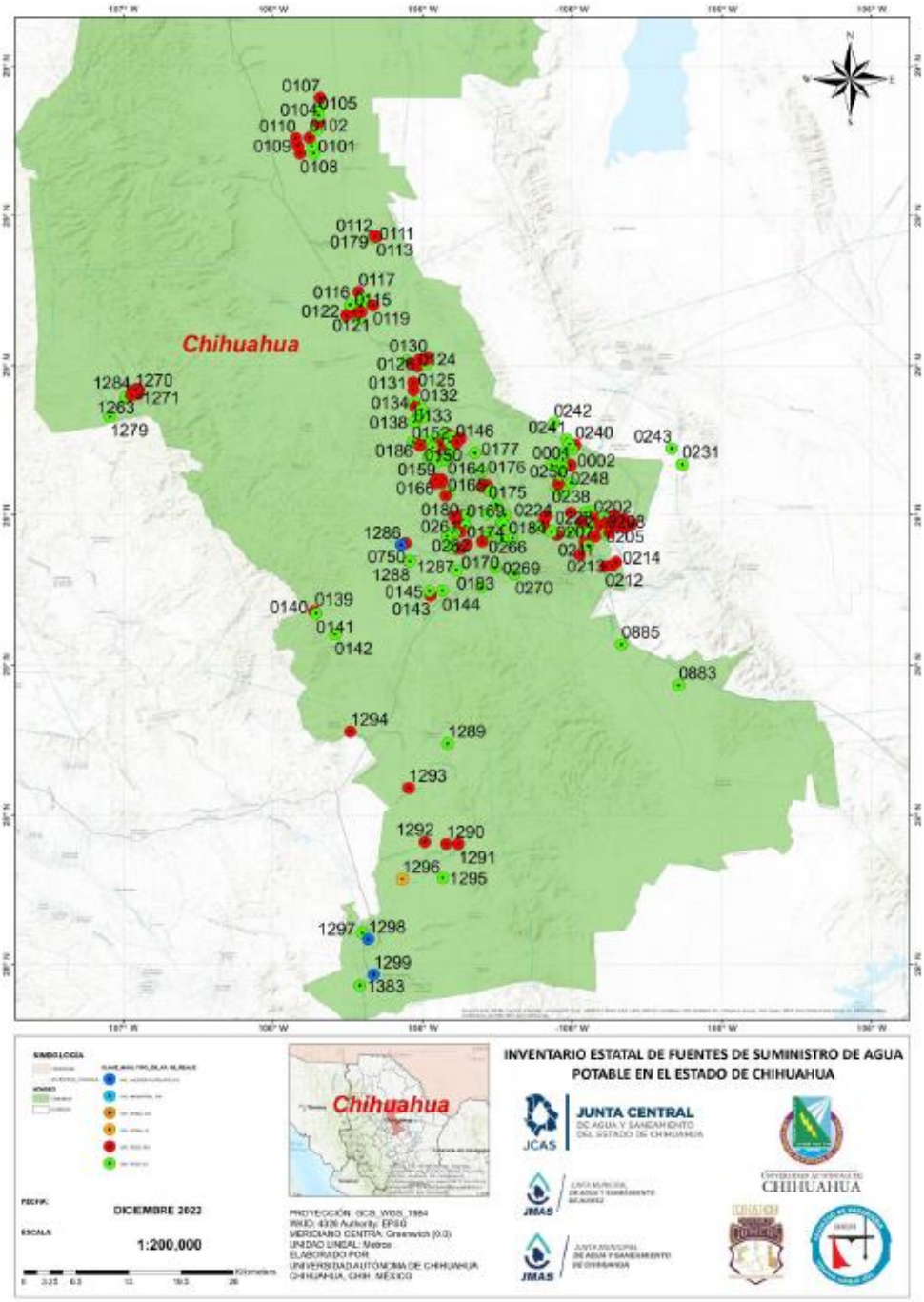


Figura 28. Inventario estatal de fuentes de suministro de agua potable en el estado de Chihuahua, imagen del municipio de Chihuahua. Fuente: JCAS (2022) [(32)].

6.2. Agua Industrial

En el municipio de Chihuahua, varias industrias prominentes incluyen manufactura, industria alimentaria, metalmecánica y electrónica, las cuales requieren grandes volúmenes de agua para sus procesos, como operaciones, refrigeración y limpieza como se detalló en el Informe 3. La calidad del agua necesaria varía según cada proceso industrial, pero en general se busca agua con bajos niveles de contaminantes que puedan afectar la calidad del producto final o dañar el equipo de producción.

Por ejemplo, en la industria alimentaria se requiere agua potable de alta calidad para garantizar la seguridad alimentaria, mientras que en la industria manufacturera se pueden tolerar ciertos niveles de minerales y sólidos suspendidos, pero se necesita agua libre de contaminantes químicos que puedan afectar la calidad de los productos fabricados.

La demanda de agua, tanto en calidad como en cantidad, varía según el proceso industrial específico, pero lamentablemente, no existe información disponible sobre los aprovechamientos que realizan las industrias en el municipio.

A continuación, se presenta en la Tabla 24 una estimación de la demanda de agua en calidad y cantidad para algunas de las principales industrias del municipio de Chihuahua:

Tabla 24. Estimación de calidad y demanda por tipo de industria, elaboración propia [33] [34] [35].

Industria	Demanda de agua (m^3/día)	Calidad del agua
Automotriz	10,000 - 20,000	Alta (Potable)
Maquiladora	5,000 - 10,000	Media
Alimentaria	2,000 - 5,000	Alta (Potable)
Química	1,000 - 2,000	Alta (Potable)
Metalúrgica	500 - 1,000	Media
Aeroespacial	5000-10000	Alta (Potable)
Tecnología de la Información y la Comunicación	1000-2000	Media
Metalmecánica	2000-5000	Media
Electrónica	3000-6000	Alta (Potable)

La sustitución de agua de primer uso por reutilización de agua residual es una estrategia que puede resultar beneficiosa para diversas industrias en el municipio de Chihuahua. Este enfoque implica tratar el agua residual para eliminar contaminantes y luego utilizarla en procesos industriales que requieran agua de calidad inferior, como la refrigeración o la limpieza.

Para implementar con éxito esta práctica, es fundamental realizar un análisis detallado de la calidad del agua residual y de las necesidades específicas de cada industria. El tratamiento del agua residual puede ser de diferentes niveles (terciario o secundario) dependiendo de los estándares de calidad requeridos para el proceso industrial en cuestión. Además, se deben considerar los costos asociados con el tratamiento y reúso del agua, así como los beneficios ambientales y económicos a largo plazo.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

6.3. Agua Agrícola

La calidad del agua para riego es fundamental para el éxito de la agricultura, ya que influye en la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. Los principales parámetros que determinan la calidad del agua para riego son [29] [25]:

- **pH:** El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del agua. El rango ideal de pH para la mayoría de los cultivos está entre 6 y 8.
- **Salinidad**: La salinidad se refiere a la concentración de sales disueltas en el agua. Un exceso de sales puede afectar la absorción de agua y nutrientes por las plantas.
- **Cloruros**: Los cloruros en exceso pueden ser tóxicos para algunas plantas.
- **Sodio:** El sodio en exceso puede afectar la estructura del suelo y la absorción de agua por las plantas.
- **Boro:** El boro en exceso puede ser tóxico para algunas plantas.
- **Nitratos:** Los nitratos en exceso pueden contaminar las aguas subterráneas y ser perjudiciales para la salud humana.
- **Metales pesados:** Los metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio pueden ser tóxicos para las plantas y los animales.

La calidad del agua que requiere un cultivo específico depende de varios factores, como:

- **Tolerancia del cultivo a la salinidad:** Algunos cultivos son más tolerantes a la salinidad que otros.
- **Tipo de suelo:** Los suelos arenosos son más susceptibles a la salinidad que los suelos arcillosos.
- **Clima:** El clima árido y semiárido aumenta la concentración de sales en el agua.

En general, se recomienda utilizar agua de buena calidad para riego, con un pH entre 6 y 8, una baja salinidad y niveles bajos de cloruros, sodio, boro, nitratos y metales pesados.

Los indicadores de calidad del agua de primer uso de la CONAGUA muestran que son aptos para los cultivos registrados en el municipio de Chihuahua por el SIAP [25]. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la calidad del agua necesaria puede variar según la etapa de crecimiento de la planta y otras condiciones específicas. En general, los cultivos agrícolas requieren agua de riego que esté libre de contaminantes químicos y biológicos, con un nivel adecuado de pH y nutrientes para promover un crecimiento saludable de las plantas.

De acuerdo con el tipo de cultivo se puede establecer una calidad de agua general como se detalla a continuación [33]:

1. Acelga, Alfalfa, Avena forrajera, Maíz forrajero: Estos cultivos son comúnmente utilizados para la alimentación animal. Requieren agua de riego que esté relativamente limpia, sin altos niveles de salinidad ni de contaminantes que puedan afectar la salud del ganado.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

2. Algodón, Avena grano, Betabel, Calabacita, Cebolla, Chile verde, Cilantro, Col, Lechuga, Maíz grano: Estos cultivos son comúnmente destinados al consumo humano o a la industria alimentaria. Requieren agua de riego de alta calidad, libre de contaminantes químicos y biológicos, para evitar la contaminación de los productos agrícolas destinados al consumo humano.
3. Crisantemo: Si bien es una flor ornamental, también puede requerir agua de riego de buena calidad para evitar la acumulación de sales en el suelo y prevenir problemas de fitotoxicidad en las plantas.

Para los cultivos de nuez, manzana y uva, la calidad del agua de riego es un factor crucial que puede influir significativamente en la salud y el rendimiento de las plantas, así como en la calidad de los productos cosechados [(33)]:

4. Nuez: Este cultivo requiere una cantidad considerable de agua durante su temporada de crecimiento, especialmente durante la etapa de llenado del fruto. La calidad del agua para la irrigación de nogales debe evitar la acumulación de sales en el suelo, lo que afectaría negativamente el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes. Se prefiere un agua de riego con bajo contenido de sales solubles totales (SST) y baja conductividad eléctrica (CE), ya que altos niveles de salinidad pueden causar estrés hídrico en las plantas y reducir la calidad y el rendimiento de las nueces. Además, es importante que el agua de riego esté libre de patógenos y contaminantes químicos que puedan afectar la salud de los árboles y la calidad de las nueces producidas.
5. Manzana: Este cultivo, ampliamente cultivado en diversas regiones, requiere agua de riego con bajo contenido de sales solubles totales y baja salinidad. Altos niveles de salinidad pueden afectar la absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces de los árboles, y por ende, afectar negativamente el rendimiento y la calidad de la fruta. Además, el agua de riego debe estar libre de contaminantes químicos y biológicos que puedan contaminar la fruta y afectar su calidad y seguridad alimentaria.
6. Uva: La calidad del agua de riego es esencial para garantizar un buen desarrollo de la vid y la producción de uvas de calidad para vino o consumo fresco. El agua de riego para los viñedos debe tener un bajo contenido de sales solubles totales y una baja conductividad eléctrica para evitar problemas de salinidad en el suelo y promover un crecimiento saludable de las vides. Asimismo, el agua de riego debe estar libre de contaminantes que puedan afectar la calidad y el sabor de las uvas, especialmente si se destinan a la producción de vino de alta calidad. Además, la disponibilidad de agua durante las etapas clave del ciclo de crecimiento de la vid, como la floración y la maduración de la fruta, es fundamental para garantizar un rendimiento óptimo y la calidad de la uva cosechada.

En resumen, la calidad del agua para riego debe ser adecuada para cada cultivo específico, asegurando que cumpla con los estándares necesarios para promover un crecimiento saludable de las plantas y la seguridad alimentaria [(29)] [(25)].

El riego con agua residual tratada a nivel secundario puede ser adecuado para algunos cultivos que no tienen contacto directo con los consumidores finales o que no se consumen crudos. Entre los

cultivos mencionados, aquellos que podrían ser regados con agua residual tratada a nivel secundario incluyen: Avena forrajera, Maíz forrajero y Alfalfa.

Estos cultivos son comúnmente utilizados para alimentar al ganado y no se consumen directamente por los seres humanos. Por lo tanto, el riesgo de exposición directa a cualquier contaminante residual en el agua tratada es mucho menor en comparación con los cultivos destinados al consumo humano directo.

Sin embargo, es importante realizar un análisis detallado de la calidad del agua residual tratada y considerar factores como los requisitos del cultivo, las prácticas de manejo agronómico y los estándares regulatorios locales antes de implementar el riego con agua residual tratada en cualquier cultivo. Además, se deben seguir estrictas prácticas de gestión y monitoreo para garantizar la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente.

7. Escenario Optimo Posible

La implementación de un escenario óptimo de planificación del agua en el municipio de Chihuahua requiere un enfoque integral y multifacético que aborde diversos aspectos, desde la gestión de recursos hídricos hasta la eficiencia en el uso del agua y la participación de múltiples partes interesadas. Para desarrollar este escenario óptimo es necesario realizar los siguientes elementos:

Planificación de la demanda: Se establecen los estudios que sirvan como herramienta para la elaboración del Plan Municipal Hídrico, el cual detalla cómo se gestiona y satisface la demanda de agua en el municipio, considerando las necesidades de los diferentes sectores como el abastecimiento urbano, la agricultura, la industria y el medio ambiente. Esto requiere la identificación de áreas de alta demanda y la implementación de medidas para mejorar la eficiencia en el uso del agua en todos los sectores.

Desarrollo de infraestructura: Se planifica la infraestructura hídrica necesaria, como sistemas de abastecimiento de agua potable, redes de distribución, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de riego eficientes y medidas de control de inundaciones. Esto incluye la inversión en tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles para optimizar el uso de los recursos hídricos.

Monitoreo y seguimiento: Se implementan programas de monitoreo y seguimiento continuos para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y realizar ajustes según sea necesario. Esto permitiría una gestión adaptativa que responda a cambios en las condiciones hidrológicas, climáticas y de demanda a lo largo del tiempo.

Evaluación de recursos hídricos: Se llevan a cabo una evaluación exhaustiva de los recursos hídricos disponibles en el municipio, incluidos los acuíferos, ríos, presas y fuentes superficiales. Esto implicaría la recopilación de datos sobre la cantidad y calidad del agua disponible, así como el análisis de las tendencias de disponibilidad y demanda a largo plazo.

Gestión integrada de recursos hídricos: Se establece un marco de gestión integrada de recursos hídricos que involucre a todas las partes interesadas relevantes, incluidos gobiernos locales, agencias de agua, comunidades locales, empresas y organizaciones civiles. Este enfoque garantizaría una coordinación efectiva, la participación pública y la toma de decisiones informada para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos.

En este apartado se delinean los fundamentos de estudios necesarios y proyectos que deben formar parte del Plan Municipal Hídrico.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

7.1. Planificación de la Demanda

La tendencia internacional, en la planificación de recursos hídricos se basa la gestión de la demanda, de forma tradicional se fundamenta en la gestión de la oferta [36] [37]. A continuación, se describen ambos fundamentos.

Gestión de la oferta de agua: Este enfoque se centra en aumentar la disponibilidad de agua para satisfacer la demanda existente o anticipada. Involucra medidas para aumentar el suministro de agua a través de la captación, almacenamiento y distribución de agua, así como el desarrollo de infraestructura hidráulica como presas, embalses, canales de riego, sistemas de desalinización y tratamiento de aguas residuales. La gestión de la oferta busca distribuir el agua disponible, se fundamenta en ***"cuanto tengo y cuanto puedo repartir***".

Gestión de la demanda del agua: Este enfoque se centra en controlar, reducir o modificar la cantidad de agua utilizada por los usuarios finales. Involucra medidas para promover la eficiencia en el uso del agua, la conservación, el reúso y la implementación de tecnologías y prácticas que reduzcan la demanda total de agua. Algunas estrategias comunes de gestión de la demanda incluyen programas de educación y concienciación sobre el uso responsable del agua, la instalación de dispositivos de ahorro de agua, la implementación de tarifas escalonadas que fomenten el uso eficiente del agua y la promoción de prácticas agrícolas más eficientes en el riego. Es decir, se fundamenta, en ***"conocer la cantidad de agua requerida y utilizar solo la necesaria, así como en su reúso"***

En resumen, mientras que la gestión de la demanda se centra en reducir la cantidad de agua requerida por los usuarios finales a través de la eficiencia, la conservación y el reúso, la gestión de la oferta se centra en aumentar la cantidad de agua disponible a través de medidas de captación, almacenamiento y distribución. Ambos enfoques son importantes para lograr un uso sostenible y equitativo de los recursos hídricos [38].

Delimitación de la zona urbana y zona rural

Para delimitar las diferentes zonas dentro del municipio, es necesario establecer la zona urbana, que incluye las colonias abastecidas y controladas por la JMAS. Por otro lado, la zona rural cubre localidades en la periferia de la zona urbana y en el resto en los extremos del municipio o alejadas relativamente de la zona urbana. Para delimitar la zona urbana del municipio, se consideraron las áreas o polígonos definidos por la JMAS para su zona servida y contigua (Figura 29). Esto servirá como base para todos los usos del agua que tiene la JMAS: doméstico, industrial, servicios, comercial y edificios públicos.

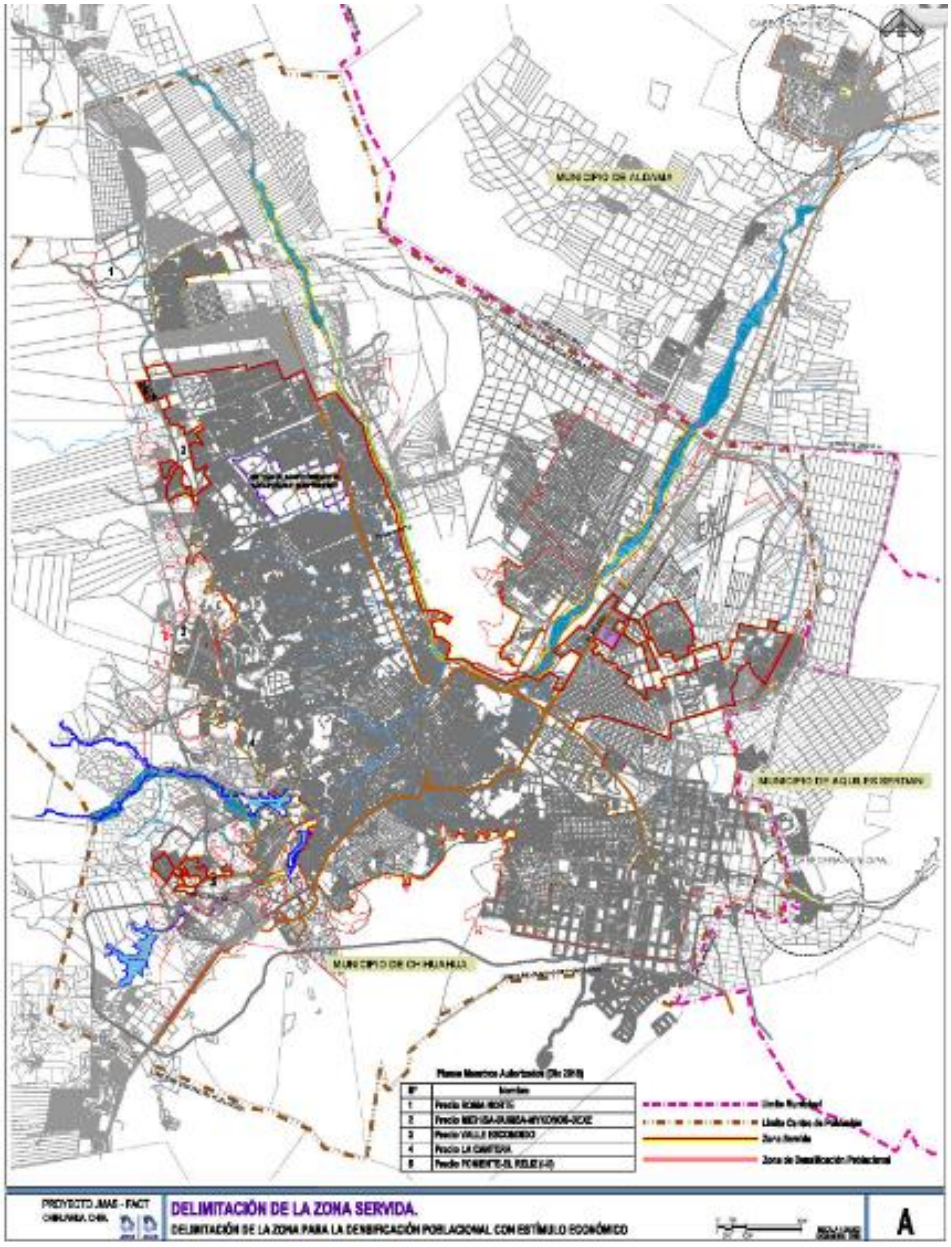


Figura 29. Zona servida y contigua para abasto de agua potable de la mancha urbana. Fuente: JMAS (2024).

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Para la zona rural, se identificaron localidades (Tabla 25), considerando las comunidades que por su ubicación y densidad de población pueden experimentar crecimiento de acuerdo con el análisis realizado en el informe 2.

Tabla 25. Estimación de población rural distribuidas en el municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia con información de INEGI y el PDU [39] [40].

Localidad	Población
El Sauz	1,474
San Isidro (Los Hoyos)	931
Colonia Nuevo Delicias	708
Ejido Nuevo Sacramento	462
Ejido Estación Terrazas y Minas del Cobre	445
El Charco	340
Colonia Agrícola Francisco Villa	337
La Casita	318
La Esperanza	260
Colonia Sacramento	244
Rancho Enmedio (Estación Müller)	213
El Vallecillo	213
Batalla de Sacramento	202
La Noria (San Isidro)	187
Granjas Familiares Sacramento	186

7.2. Agua Potable Uso Público Urbano Doméstico

En el informe 2, se examinó detalladamente la dotación y consumo de agua por tipo de usuario en el municipio y la zona urbana. En esta sección, se realiza una estimación segmentada por zonas urbana y rural para integrar la demanda del uso de agua potable principalmente.

El cálculo del gasto diario de agua se obtiene multiplicando la población (hab) por la dotación (l/hab/día). Aunque inicialmente se realiza en litros por día (l/día), para desarrollar la revisión y análisis, también se presentan los resultados en unidades como litros por segundo (l/s), metros cúbicos por segundo (m3/s), metros cúbicos por mes (m3/mes) o metros cúbicos por año (m3/año), según la utilidad.

Estas conversiones se basan en las siguientes unidades de equivalencia:

Unidades de tiempo:
1 día = 86,400 segundos
1 año = 365.25 días
1 mes = 365.25/12 = 30.4375 días

Unidades de volumen:
1000 litros (l) = 1 metro cúbico (m^3)

7.2.1. Zona Urbana

Para la demanda de agua potable en la zona urbana, se varia la dotación (l/hab/día), estas dotaciones se varían de acuerdo con:

- Dotación media: se basa en la estimación del consumo mensual per cápita para uso doméstico, establecido en 244 l/hab/día.
- Consumo meta: se fija en 160 l/hab/día.
- Dotación óptima recomendada por CONAGUA como sostenible: 220 l/hab/día.
- Dotación actual calculada a partir del volumen total producido en 2023 para abasto de agua (134,003,295 m^3) entre la población del censo de 2020 (925,762), resultando en 401 l/hab/día.

Estas variables se combinan para determinar la demanda de agua potable en la zona urbana, considerando diferentes escenarios y eficiencias.

Con esta premisa, se consideran las eficiencias físicas como sigue:

- 54% resultado del PIGOO (2023) [21], que representa la relación entre el volumen producido y el facturado.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

- 60% como eficiencia física promedio en zonas urbanas en el país.
- 65% como promedio en las zonas sectorizadas.
- Una eficiencia física meta del 70%.
- La eficiencia física óptima del 75%.

Estas eficiencias se utilizan para calcular la cantidad de agua efectivamente utilizada en comparación con la cantidad producida, lo que ayuda a determinar la eficiencia en la distribución y el consumo de agua en la zona urbana. De esta manera se puede realizar la proyección de la demanda de agua potable para la zona urbana al año 2040 como se puede observar en la Tabla 26.

Tabla 26. Proyección de la demanda de agua potable en la zona urbana al 2040. Fuente: elaboración propia.

		Año	2020	2025	2030	2035	2040
		Población	925,762	1,017,744	1,116,077	1,221,180	1,333,486
Consumo (l/hab/día)	Dotación (l/hab/día)	Eficiencia física %	Caudal requerido de suministro (l/día)				
160	234	54	2,503	2,752	3,018	3,302	3,605
220	321		3,442	3,784	4,149	4,540	4,957
119	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
217	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	224	60	2,400	2,639	2,894	3,166	3,457
220	308		3,300	3,628	3,979	4,353	4,754
132	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
241	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	216	65	2,314	2,544	2,790	3,053	3,334
220	297		3,182	3,498	3,837	4,198	4,584
143	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
261	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	208	70	2,229	2,450	2,687	2,940	3,210
220	286		3,064	3,369	3,694	4,042	4,414
154	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
281	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189
160	200	75	2,143	2,356	2,584	2,827	3,087
220	275		2,947	3,239	3,552	3,887	4,244
165	220		2,357	2,591	2,842	3,109	3,395
301	401		4,297	4,724	5,180	5,668	6,189

*220 l/hab/día Dotación optima recomendada por CONAGUA.

*401 l/hab/día Dotación actual calculada.

*160 l/hab/día Consumo meta

En la Figura 30 se presenta un análisis detallado de las dotaciones consideradas y su relación con el impacto de la eficiencia en el requerimiento de caudal necesario para abastecer la zona urbana. Este análisis es fundamental para comprender la diferencia entre gestionar la demanda de agua y simplemente basarse en la gestión de la oferta. En el análisis, se parte de un consumo establecido de 160 litros por habitante al día. Esta cifra representa la dotación base sobre la cual se calcula el caudal requerido, considerando también el porcentaje de pérdidas y eficiencia en la distribución del agua. Es importante destacar que este enfoque permite visualizar cómo la eficiencia en la distribución del agua influye significativamente en la cantidad total de caudal necesario para satisfacer la demanda urbana de agua.

Al comparar diferentes niveles de eficiencia en la distribución del agua, se observa claramente cómo pequeños cambios en la eficiencia pueden tener un impacto significativo en el caudal requerido. Por ejemplo, la diferencia en caudal necesario entre una eficiencia del 54% y una del 75% en el año 2020 es de 360 litros por segundo (lps), lo que ilustra la importancia de mejorar la eficiencia en la gestión del agua para garantizar un suministro adecuado y sostenible en el futuro.

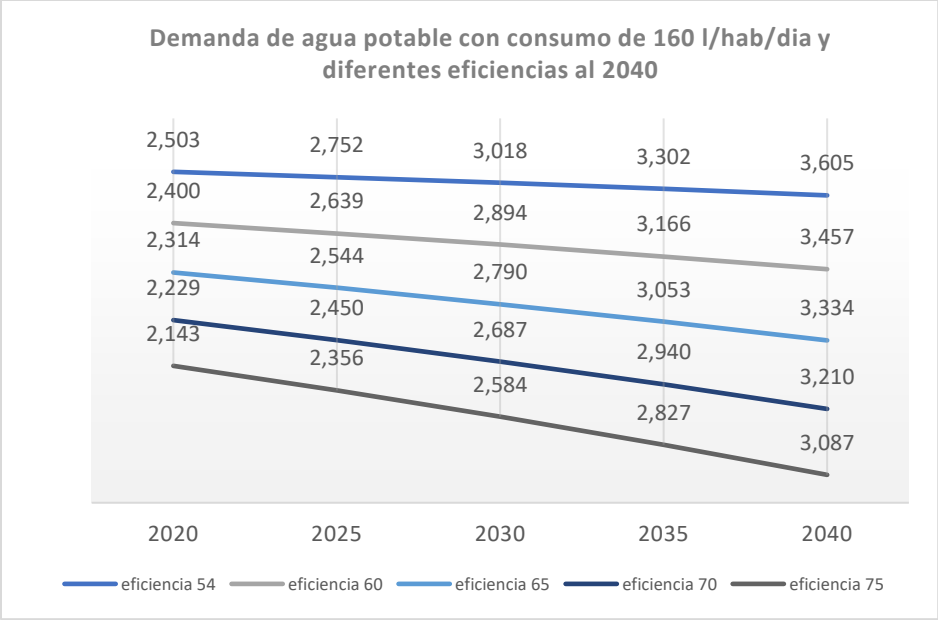


Figura 30. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con un consumo de 160 l/hab/día. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 31, se muestra el cálculo del caudal diario necesario para abastecer la zona urbana considerando un consumo de 220 litros por habitante al día. Para el año 2020, con una eficiencia del 54%, se requieren 3,442 litros por segundo (lps), mientras que con una eficiencia del 75% se

necesitan 2,947 lps, lo que representa una diferencia de 495 lps. Proyectando estos valores al año 2040, la diferencia entre ambas eficiencias aumenta a 713 lps.

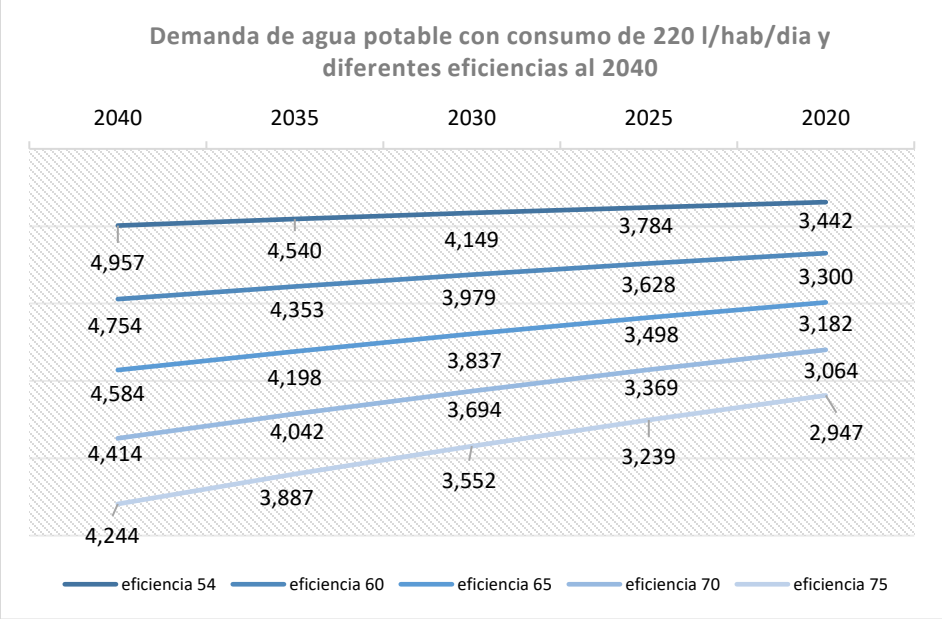


Figura 31. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con un consumo de 220 l/hab/día. Fuente: elaboración propia.

Si la dotación fuera de 220 litros por habitante al día con diferentes eficiencias físicas no habría diferencia entre los caudales a suministrar, ya que la variación se compensaría con el consumo del usuario como se observa en la Figura 32. Con una eficiencia del 54%, el consumo por habitante al día estaría entre 119 y 165 litros, mientras que con una eficiencia del 75%, sería similar. Esto indica que, si se aumenta la eficiencia y se mantiene la dotación, el consumo puede aumentar incluso con el crecimiento de la población, y la necesidad de incrementar el caudal a suministrar es sostenible. El incremento de caudal suministrado sería de 1,038 litros por segundo, lo que representa un 44% adicional de caudal requerido en 20 años, manteniendo la misma proporción que el crecimiento de la población.

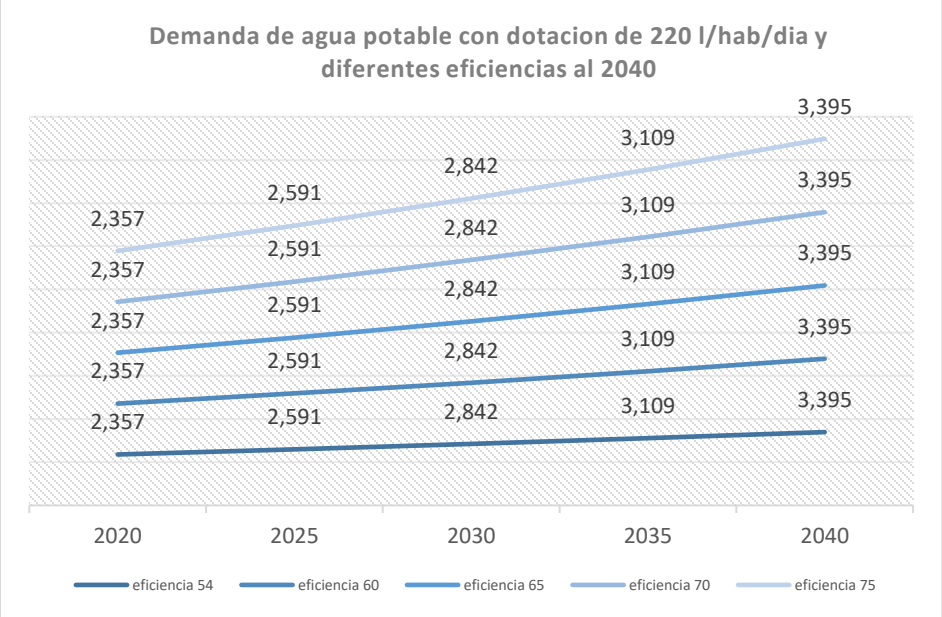


Figura 32. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con una dotación de 220 l/hab/día. Fuente: elaboración propia.

En el caso de mantener la dotación actual de 401 l/hab/día con las diferentes eficiencias físicas (Figura 33), el resultado es similar al ejercicio anterior, ya que la diferencia es absorbida por el consumo del usuario. Con una eficiencia del 54%, el consumo por habitante al día estaría entre 217 y 301 l/hab/día, mientras que con una eficiencia del 75%, sería similar. Esto indica que, si se aumenta la eficiencia y se mantiene la dotación, el consumo debe incrementarse con el crecimiento de población. Teniendo un incremento de caudal suministrado de 1,892 lps, que representa 44% de caudal adicional requerido en 20 años, siendo en la misma proporción que el crecimiento de la población.

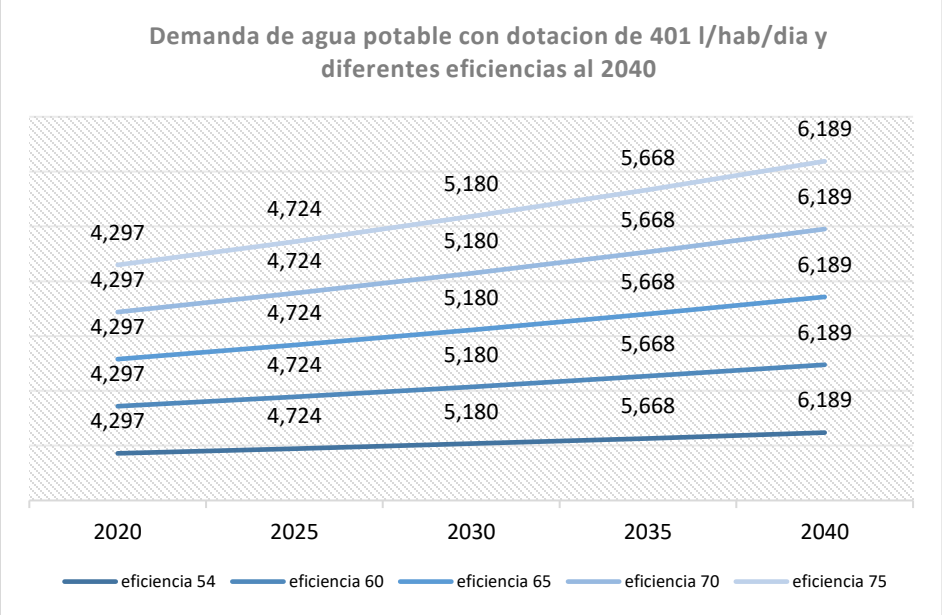


Figura 33. Caudal por suministrar a la mancha urbana para satisfacer la demanda con una dotación de 401 l/hab/día. Fuente: elaboración propia.

7.2.2. Zona Rural

En cuanto a la proyección de la demanda de agua potable para la zona rural, esta se basa en la tasa de crecimiento anual de la población rural en el municipio de Chihuahua, la cual ha disminuido en las últimas décadas.

De acuerdo con datos del INEGI [40] [41] desarrollados en el informe 2 del análisis sociodemográfico:

- En el año 2000, la tasa de crecimiento anual de la población rural era de 1.5%.
- En el año 2010, la tasa de crecimiento anual de la población rural era de 0.8%.
- En el año 2020, la tasa de crecimiento anual de la población rural era de 0.4%.

Esta disminución se debe a varios factores, como:

1) Disminución de la natalidad: La tasa de natalidad en las zonas rurales ha disminuido en las últimas décadas.
2) Migración a las zonas urbanas: Las personas de las zonas rurales migran a las zonas urbanas en busca de mejores oportunidades de empleo, educación y servicio

Se proyecta que la demanda de agua potable para la población rural aumentará a un ritmo sostenido del 0.4% en las siguientes dos décadas en las localidades previamente mencionadas. El resultado de esta proyección se puede observar en la Tabla 27.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 27. Proyección de la población de las localidades rurales para estimación de demanda de agua potable. Fuente: elaboración propia con información de INEGI [40] [41].

Población Total			
Localidad	**2020**	**2030**	**2040**
El Sauz	1,474	2,064	2,889
San Isidro (Los Hoyos)	931	1,303	1,825
Colonia Nuevo Delicias	708	991	1,388
Ejido Nuevo Sacramento	462	647	906
Ejido Estación Terrazas y Minas del Cobre	445	623	872
El Charco	340	476	666
Colonia Agrícola Francisco Villa	337	472	661
La Casita	318	445	623
La Esperanza	260	364	510
Colonia Sacramento	244	342	478
Rancho Enmedio (Estación Müller)	213	298	417
El Vallecillo	213	298	417
Batalla de Sacramento	202	283	396
La Noria (San Isidro)	187	262	367
Granjas Familiares Sacramento	186	260	365

Para realizar los cálculos, se agrupan las poblaciones estimadas de las localidades considerando horizontes temporales para el 2020, 2030 y 2040. Se utilizan tres dotaciones diferentes:

- 100 l/hab/día: Esta cifra es la cantidad estimada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como suficiente para una población que cuenta con un sistema de distribución de agua en tubería.
- 135 l/hab/día: Esta dotación es considerada óptima para una población semiurbana según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- 100 l/hab/día: Este nivel de consumo se considera óptimo para poblaciones con menos de 50,000 habitantes.

La proyección de la demanda y su impacto en el caudal suministrado para agua potable en la zona rural (Tabla 28), considero dos eficiencias físicas, al no existir información base de estas localidades, se fundamenta en:

- 50%: Esta es la eficiencia más comúnmente encontrada en el país.
- 65%: Esta eficiencia se considera más representativa dado que "al menos" existe información para realizar una gestión eficaz, aunque no haya información base específica de estas localidades.

Tabla 28. Proyección de la demanda de agua potable en la zona rural al 2040. Fuente: elaboración propia con información de INEGI [40] [41].

Año			2020	2030	240
Población			6,520	9,128	12,779
Consumo l/hab/día	dotación l/hab/día	Eficiencia física %	Caudal requerido de suministro (l/día)		
50	100	50	8	11	15
68	135		10	14	20
100	200		15	21	30
65	100	65	8	11	15
88	135		10	14	20
100	140		11	15	21

La demanda de caudal para el suministro de agua potable en la zona rural no se ve comprometida hasta el horizonte de planeación de 2040, independientemente de la dotación o eficiencia del sistema de distribución. Esto significa que la oferta actual es suficiente para cubrir las necesidades actuales y futuras. Esta afirmación se basa en los volúmenes autorizados en el REPDA, donde la suma de todos los aprovechamientos para las localidades rurales destinados al consumo urbano asciende a más de 123 lps.

En conclusión, para el abastecimiento de agua potable en el municipio de Chihuahua, el área de oportunidad se encuentra en la zona urbana. Se debe trabajar en la asignación de dotaciones por sectores, identificando sus características socioeconómicas, e incrementando la eficiencia en cada sector manteniéndola en un rango de 70 a 75%.

Esto implica administrar el suministro en sectores con niveles socioeconómicos altos y bajos. En los primeros, que tienen menor densidad de población, pero mayor consumo, el reto radica en asegurar que los micromedidores registren adecuadamente los volúmenes entregados, especialmente cuando los usuarios cuentan con almacenamientos domésticos como cisternas o aljibes. El desafío

es tener un registro eficiente y confiable del consumo de cada usuario, ya que las pérdidas de agua individualmente son significativas en magnitud.

En cuanto a los sectores de nivel socioeconómico bajo, el desafío está en las pérdidas de volumen de agua en la red y en la toma del usuario, debido a la alta densidad poblacional. Aunque las pérdidas individuales puedan parecer pequeñas, en conjunto representan un volumen considerable. Es esencial tener registros precisos del caudal suministrado para realizar estas estimaciones de eficiencia y gestionar los sectores de manera efectiva.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

7.3. Agua Potable Uso Comercial, Industrial, Escolar y Público.

Para el desarrollo de este capítulo, es necesario obtener dos parámetros clave: el volumen actual de consumo por sector y la tendencia de crecimiento. La multiplicación de estos dos elementos nos dará el volumen de consumo requerido en el horizonte de proyección a mediano y largo plazo, que en este estudio se considera para el periodo (2020-2040).

7.3.1. Zona Urbana

Para determinar la demanda actual de volumen, se emplea un criterio basado en la identificación de una proporción sectorial y en el valor del volumen anual explotado por la JMAS, obtenido de sus estadísticas presentadas en los PIGOO [21] de los años 2019 a 2023.

Para precisar esta relación proporcional sectorial, se consultaron el número de usuarios registrados y su proyección en el contexto del servicio de agua proporcionado por la JMAS. En la Tabla 29 se observan las proyecciones de acuerdo con las estadísticas del caudal facturado por el tipo de usuario al cual se le da el servicio.

Tabla 29. Estadísticas de caudal facturado por tipo de usuarios de la JMAS. Fuente: elaboración propia con información del PIGOO [21] y de la JMAS (2023).

Tipo de Usuario	2023	2022	2021	2020	2019
Comercial	274	259	243	238	228
Industrial	135	123	108	120	96
Escolar	44	44	41	43	41
Público	38	38	38	40	33

Conforme a la Tabla 29, se establece que no existe variación en el número de usuarios escolares y públicos. Por lo tanto, se proyecta una tasa de crecimiento de la población para los horizontes 2030 y 2040 basada en los censos del INEGI 2020 (1.35%). En el caso de los usuarios comerciales, se considera una tasa de crecimiento promedio anual del 5%, y para los usuarios industriales, una tasa de crecimiento promedio anual del 10%.

Para estimar el caudal requerido de suministro por tipo de usuario, se han considerado dos eficiencias: la actual, que se desprende del PIGOO 2023, y la óptima posible, las cuales se detallan en la Tabla 30.

Tabla 30. Proyección de la demanda de agua potable por tipo de usuario proporcionado por la JMAS Chihuahua al 2040. Fuente: elaboración propia con información del PIGOO [21] y de la JMAS (2023).

Tipo de Usuario	Eficiencia física %	2023	2030	2040
		Caudal requerido de suministro (l/día)		
Comercial	54	400	564	917
Industrial		197	385	1,000
Escolar		64	86	117
Público		55	74	101
Comercial	75	343	483	785
Industrial		169	330	856
Escolar		55	74	100
Público		48	64	86

Derivado de la homogeneidad de resultados en las diferentes décadas se consideró estandarizar estos valores optando por el valor promedio que corresponde a cada actividad o usuarios con respecto al volumen total que debe suministrar el organismo operador.

En 2023, el volumen total anual de agua explotada de acuerdo con datos de la JMAS fue de 134,003,295 m^3, lo que equivale a un caudal promedio de 4,249 lps. Este valor se pondera por actividad de acuerdo con la Tabla 30 para obtener la demanda de agua actual, como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Demanda anual actual de agua estimada por sector. Fuente: elaboración propia con información del PIGOO [21] y de la JMAS (2023).

Uso	Proporcionalidad (%)	Volumen (m^3/anual)
Comercial	9.4	12,060,297
Industrial	4.6	6,700,165
Escolar	1.5	2,680,066
Público	1.3	1,340,033

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

En cuanto al uso industrial dentro de la mancha urbana, donde el suministro de agua es independiente del organismo operador, se considera la Tabla 24 para la estimación de calidad y demanda por tipo de industria, la cual se ha realizado en este informe y contemplando una expansión. Se estiman las tasas de crecimiento anual proyectadas para cada una de las actividades industriales más representativas.

Además, se considera un factor externo como el nearshoring, que es la tendencia de las empresas a trasladar sus operaciones de producción a países cercanos a su mercado principal. Esta tendencia se ha intensificado en los últimos años debido a varios factores, entre los cuales se incluyen [42] [43]:

- Aumento de los costos laborales en China: Los costos laborales en China han experimentado un notable incremento en los últimos años, lo que ha llevado a que sea menos atractivo para las empresas producir allí.
- Guerra comercial entre Estados Unidos y China: La disputa comercial entre Estados Unidos y China ha resultado en un aumento de los aranceles para los productos fabricados en China, lo que ha encarecido la venta de esos productos en Estados Unidos para las empresas.
- Pandemia de COVID-19: La pandemia de COVID-19 ha resaltado la importancia de contar con una cadena de suministro diversificada, motivando a las empresas a buscar alternativas a China.

Se espera que el nearshoring tenga un impacto positivo en el crecimiento de las industrias en los países receptores, especialmente en Chihuahua, tanto en la capital como en Ciudad Juárez, como beneficiarios de esta tendencia. La tasa de crecimiento de las industrias dependerá de varios factores, entre ellos [44] [45]:

- El grado de nearshoring que se produzca: la tasa de crecimiento de las industrias será mayor si el grado de nearshoring es elevado.
- La competitividad de los países receptores del nearshoring: la tasa de crecimiento de las industrias será mayor en aquellos países que sean más competitivos en términos de costos, infraestructura y mano de obra calificada.
- Las políticas gubernamentales: los gobiernos pueden implementar políticas para promover el nearshoring, lo que puede aumentar la tasa de crecimiento de las industrias.

La tasa de crecimiento anual proyectada para actividades industriales considerando el nearshoring se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Tasa de crecimiento anual para estimar el volumen de demanda de agua proyectada para algunas actividades, considerando el nearshoring de 2020 a 2040. Fuente: elaboración propia.

Industria	Tasa de crecimiento anual proyectada (%) con nearshoring	Referencias
Automotriz	3.0 - 4.0	https://www.mckinsey.com/
Maquiladora	4.0 - 5.0	https://en.www.inegi.org.mx/
Alimentaria	2.5 - 3.0	https://www.fao.org/home/en
Química	3.0 - 4.0	https://cefic.org/
Metalúrgica	2.5 - 3.0	https://worldsteel.org/
Aeroespacial	4.5 - 5.0	https://www.boeing.com/
Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)	6.0 - 7.0	https://www.cisco.com/
Metalmecánica	2.5 - 3.5	https://www.gemini.com/cryptopedia/amm-what-are-automated-market-makers
Electrónica	3.5 - 4.5	https://www.iea.org/

En este caso, se considera el escenario que presenta el mayor desafío, con tasas de crecimiento más altas y volúmenes estimados diarios de mayor magnitud. La meta en términos de eficiencia en la distribución del agua en los parques industriales y sus procesos debe ser mantener al menos un 80% de eficiencia física. La Tabla 33 muestra la proyección de la demanda de agua para el sector industrial que es independiente al proporcionado por el organismo operador.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

Tabla 33. Proyección de la demanda de agua para el sector industrial independiente de la JMAS Chihuahua. Fuente: elaboración propia.

Industria	Tasa de crecimiento anual proyectada (%) con nearshoring	Demanda de agua a suministrar (lps)
Automotriz	4	278
Maquiladora	5	139
Alimentaria	3	69
química	4	28
metalúrgica	3	14
Aeroespacial	5	139
TICs	7	28
Metalmecánica	3.5	69
Electrónica	4.5	83

De acuerdo con el volumen autorizado y registrado en el REPDA para uso industrial de 10,113,906 m^3/año, independiente del otorgado por el organismo operador, se estima un caudal promedio de 320 lps. Sin embargo, las estimaciones actuales indican que se requieren 809 lps para cubrir la demanda actual de suministro a estas industrias, lo que resulta en un déficit de alrededor de 500 lps. Para el año 2040, se proyecta un aumento en este déficit, alcanzando aproximadamente 600 lps con respecto al uso autorizado.

Este déficit adicional deberá ser explotado principalmente de los acuíferos ATA y ACHS debido a su ubicación en la mancha urbana, lo que podría tener un impacto significativo en el suministro de agua potable a otros usuarios y generar competencias o conflictos por el recurso hídrico.

Una posible solución a este desafío es la utilización de agua residual tratada para cubrir parte de estos volúmenes requeridos. Sin embargo, este enfoque implica costos adicionales, ya que la mayoría de estas actividades industriales requieren agua de alta calidad, casi potable. El tratamiento de agua residual a un nivel terciario sería necesario para alcanzar los estándares de calidad requeridos, lo que conlleva inversiones significativas en infraestructura y operación de plantas de tratamiento.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

7.4. Zona Rural Agrícola

En cuanto a la actividad agrícola de riego que se emplaza en la conurbación de la mancha urbana, se ubica en el municipio de Chihuahua, especialmente en la zona centro-sur del ASE y en la parte ribereña al rio Chuvíscar en el ATA. Para determinar la demanda de caudales requeridos para esta actividad, se consideró los requerimientos de volúmenes por hectárea de acuerdo con el cultivo, anteriormente investigado y mencionado en este informe. Además, se ha tomado en cuenta el número de hectáreas actuales que se manifiesta en el SIAP [25], una eficiencia del 40% y un crecimiento del 4% para el año 2040. Se ha optado por considerar el requerimiento o dosis de agua por hectárea como máximo, para tener en cuenta el escenario más crítico.

Los requerimientos diarios de agua para un cultivo dependen de varios factores, entre ellos [29] [33] [34]:

- La etapa de crecimiento del cultivo: las plantas jóvenes necesitan más agua que las plantas maduras.
- El clima: los cultivos que se desarrollan en climas cálidos y secos requieren más agua que aquellos que se cultivan en climas fríos y húmedos.
- El tipo de suelo: los suelos arenosos necesitan más agua que los suelos arcillosos.
- El método de riego: el riego por goteo es más eficiente que el riego por inundación.

En general, los cultivos requieren más agua durante su etapa de crecimiento vegetativo y menos durante la etapa de maduración. Los requerimientos de agua por ciclo de cultivo también varían según factores como el clima, el suelo y el método de riego. Como regla general, los cultivos necesitan entre el 50% y el 75% de su requerimiento anual de agua durante el ciclo de crecimiento.

Es importante tener en cuenta que los valores de la Tabla 34 son aproximados y que la cantidad de agua que un cultivo necesita puede variar dependiendo de los factores mencionados anteriormente.

En el REPDA [7] se tiene un volumen autorizado registrado para el uso del agua en actividades agrícolas de 103,274,282.20 m^3/año. Sin embargo, considerando los cultivos y la cantidad de hectáreas destinadas a la siembra según el SIAP al 2022 [25], se estima que se requiere un volumen anual de 221,591,440 m^3. Esto supone un déficit considerable.

Si consideramos la dotación total, incluyendo el consumo del cultivo y la pérdida de volúmenes de agua debido a la ineficiencia del riego, se estima que la eficiencia promedio oscila entre el 20% y el 40% como máximo [29] [33] [34]. Proyectando un incremento en la superficie agrícola y una eficiencia física del 40%, el volumen anual requerido sería de aproximadamente 354,546,304 m^3. Esto representa casi tres veces lo autorizado, lo que subraya la necesidad de establecer límites en el crecimiento de las superficies agrícolas, cambiar cultivos y mejorar la eficiencia del riego. Además, es importante considerar la sustitución del agua de primer uso por agua residual tratada, lo cual dependerá de los cultivos específicos.

Tabla 34. Proyección de la demanda de agua para el sector agrícola al 2040. Fuente: elaboración propia.

Cultivo	Volumen de agua requerido anualmente (m^3) (Eficiencia Física del 40%)
Acelga	12,800
Alfalfa	69,504,000
Algodón	106,142,400
Avena forrajera	4,480,000
Avena grano	179,200
Betabel	17,280
Calabacita	22,400
Cebolla	1,244,160
Chile verde	537,600
Cilantro	30,400
Col	23,040
Crisantemo	17,920
Lechuga	4,800
Maíz forrajero	4,032,000
Maíz grano	28,128,000
Melón	89,600
Nuez	135,576,000
Sandía	403,200
Semilla avena	648,000
Semilla grano trigo	320,000
Semilla forrajera	528,000
Tomate rojo	40,320
Uva	2,099,200
Viveros de manzana	249,984
Viveros de nuez	201,600
Zanahoria	4,800
Zempoalxochitl (gruesa)	9,600

Se destacan algunos cultivos por su alto requerimiento de agua para la producción y su extensión de superficie, lo cual tiene un impacto significativo en el municipio (Figura 34). Por lo tanto, es fundamental implementar estrategias de medición, eficiencia y establecer límites en las superficies de cultivo. Estos cultivos incluyen la alfalfa, el algodón, la avena forrajera, el maíz forrajero, el maíz grano, la nuez y la uva.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

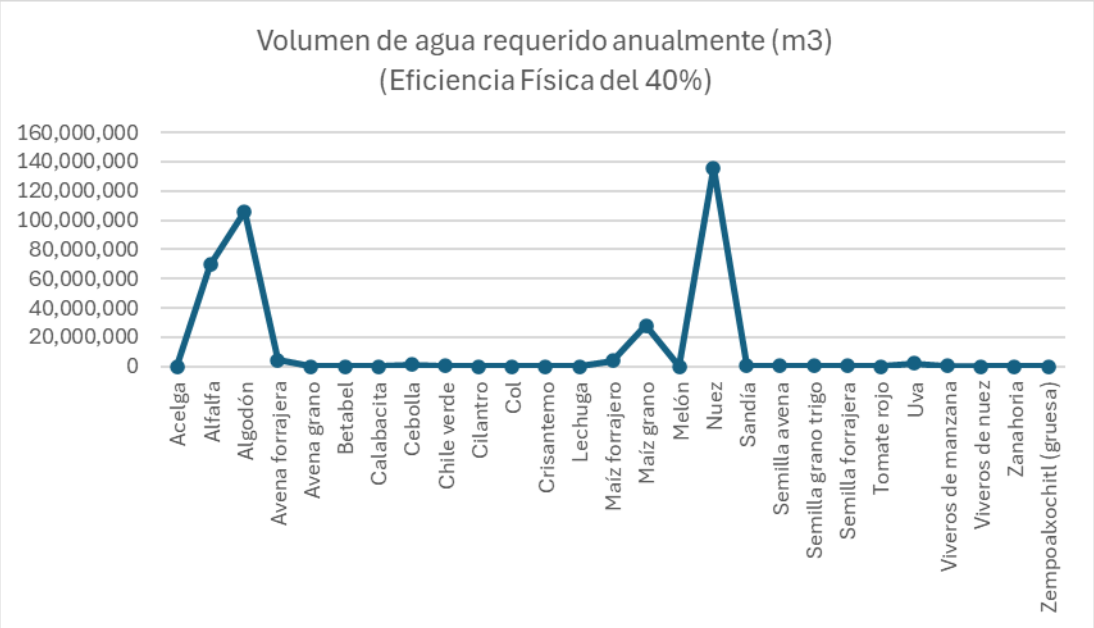


Figura 34. Volumen de agua anual requerido por los cultivos agrícolas en el Municipio de Chihuahua. Fuente: elaboración propia.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

8. Retos y Desafíos para el Escenario Óptimo Posible

En el presente capitulo se desglosa lo referente a la demanda de agua agrupada y segmentada por tipo de uso en el municipio de Chihuahua.

En los próximos informes, en específico el informe 11 Interpretación integral del estado que guarda el agua en el municipio de Chihuahua, 12 Propuesta de visión, objetivos estratégicos y específicos, prospectiva, cartera de proyectos y acciones e informe 13 Propuesta de sistema de información, monitoreo y evaluación del Plan y del estado que guarda el agua en el municipio de Chihuahua se podrá establecer:

I. **Desarrollo de infraestructura**: Se debe definir y planificar la infraestructura hídrica necesaria, como sistemas de abastecimiento de agua potable, redes de distribución, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de riego eficientes y medidas de control de inundaciones. Esto incluye la inversión en tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles para optimizar el uso de los recursos hídricos.

En cuanto a los datos y las fuentes de generación para su análisis y transformación en información, que permita no solo la planificación de la infraestructura, sino la gestión del recurso y la interacción de los actores en la gobernanza del recurso hídrico, es indispensable establecer mecanismo sistemáticos de monitoreo, estandarización de la generación de datos, implementar bases integradoras que permitan derivar productos para los distintos objetivos, en este caso, el municipio tiene como parte inicial el SIGMUN, que debe ser actualizado y modificado para que no sea solo una herramienta visual, sino que sea una herramienta de gestión y base de la información.

II. **Monitoreo y seguimiento**: desarrollo de programas de monitoreo y seguimiento continuos para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y realizar ajustes según sea necesario. Esto permitiría una gestión adaptativa que responda a cambios en las condiciones hidrológicas, climáticas y de demanda a lo largo del tiempo.

Para llevar a cabo, es necesario diseñar las redes de monitoreo y seguimiento, de las distintas variables y que exista un ente administrador que aloje dichos datos como el SIGMUN, pero que exista cooperación y colaboración con otras entidades para integrar información que tenga una periodicidad de actualización y en la visibilizarían de capas se indique su fecha de publicación, también es importante que cuente con mapas históricos de los mismos temas o capas, así como su posibilidad de descarga como la tendencia que se tiene en otras instituciones ejemplo (CONAGUA).

III. **Evaluación de recursos hídricos**: se realizará un análisis de los recursos hídricos disponibles en el municipio, incluyendo acuíferos, ríos, presas y fuentes superficiales. Esto implica recopilar datos sobre la cantidad y calidad del agua disponible, así como analizar las tendencias de disponibilidad y demanda a largo plazo.

Este apartado está estrechamente relacionado con el presente informe y se propone que, de manera obligatoria, se realice la actualización y, en su caso, la modernización de los estudios que se lleven a cabo. Estos estudios podrían basarse en un sistema de cooperación con

instituciones de educación superior, colegios y asociaciones de profesionales. Se sugiere que esta actualización y modernización se realicen mediante un fideicomiso destinado específicamente para la financiación de estos estudios.

IV. **Gestión integrada de recursos hídricos:** se desarrollará un marco de gestión integrada de los recursos hídricos que involucre a todas las partes interesadas relevantes, incluidos gobiernos locales, agencias de agua, comunidades locales, empresas y organizaciones civiles. Este enfoque garantizaría una coordinación efectiva, la participación pública y la toma de decisiones informada para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos.

Este marco es el resultado de los talleres "Hacia una visión integral del recurso hídrico del Municipio de Chihuahua para desarrollar los estudios base de la elaboración del Plan Municipal Hídrico", que se llevarán a cabo durante este estudio. Su objetivo es definir las estrategias legales y administrativas que deben implementarse con carácter obligatorio en el municipio de Chihuahua.

V. **Impactos antropogénicos:** existen varios impactos antropogénicos que afectan la gestión del agua.

- Extracción de agua subterránea: La extracción excesiva de agua subterránea ha provocado el descenso del nivel freático, dificultando el acceso al agua para el consumo humano, la agricultura y la industria. Este tema se analiza con más detalle en el informe 8 Integración del análisis de aguas subterráneas, donde se examina la situación del agua subterránea con base en la información y estudios existentes.
- Contaminación del agua: La contaminación del agua debido a aguas residuales, agroquímicos y residuos industriales ha deteriorado su calidad, volviéndola inadecuada para el consumo humano y la agricultura. Este tema se analiza en los informes 8 y 9, donde se aborda la situación de las fuentes superficial y subterránea. En el presente informe, se delinea la situación específica en los acuíferos ACHS, ATA y ASE, de acuerdo con los indicadores de la CONAGUA.
- Cambio climático: El cambio climático ha provocado una disminución de las precipitaciones y un aumento de la temperatura, lo que ha reducido la disponibilidad de agua y ha aumentado la demanda de agua. Esto se requiere vincular con las olas de calor, los patrones de uso de la población, sin embargo, se requiere concretar el punto II. Este impacto se desarrolla en el informe 5 Integración del análisis de riesgos y resiliencia hídrica.

Algunas variables necesarias para identificar y evaluar estos impactos son:

- Nivel del agua freática: Este indicador es crucial para determinar la disponibilidad de agua subterránea.
- Calidad del agua: Se evalúa a través de parámetros como pH, conductividad eléctrica, nitratos, coliformes fecales y otros contaminantes.
- Caudal de los ríos: Indica la cantidad de agua disponible en la cuenca hidrográfica.
- Precipitaciones: Miden la cantidad de agua que se repone en la cuenca hidrográfica.

- Temperatura: Indica la evaporación y evapotranspiración, procesos que reducen la disponibilidad de agua.

Es importante mencionar que se recomienda que la evaluación de estas variables se añada al SIGMUN para establecer productos de este análisis.
La medición de estas variables es crucial para comprender el impacto de la actividad humana en la gestión del agua, identificar áreas que requieren medidas de protección del recurso y desarrollar políticas y estrategias para su gestión sostenible. Es importante tener en cuenta que la gestión del agua es un problema complejo que requiere la colaboración de todos los actores involucrados, incluyendo el gobierno, la sociedad civil y el sector privado.

VI. Capacidades y alternativas de suministro o fuentes de abastecimiento de agua potable para el municipio.

En este apartado, se solicita información a la JCAS, JMAS Chihuahua y la Presidencia Municipal sobre posibles anteproyectos y situaciones relacionadas con el suministro de agua potable. Hasta la fecha, solo se cuenta con información no oficial proveniente de medios de comunicación.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

9. Conclusiones

Gran parte de la responsabilidad y las oportunidades de mejora recaen en los gestores y usuarios de tres usos principales del agua en el municipio: agua potable, agrícola e industrial.

En los tres usos, es fundamental no solo gestionar la demanda, lo que requiere mediciones y análisis de la información generada, sino también implementar políticas de gestión y operación sistemáticas y evolutivas. Para ello, se deben seguir los siguientes criterios:

I. Generar datos confiables para realizar análisis de información sistemáticos y estandarizados.
II. Establecer metas de eficiencia física, conocer la eficiencia actual e implementar un mecanismo realista para incrementar estas eficiencias segmentadas y mantenerlas.
III. Realizar investigaciones aplicadas sobre la cantidad y calidad del agua por tipo de usuario.
IV. Desarrollar capacidades en las instituciones de educación superior para comprender la realidad y colaborar con las instituciones gubernamentales y asociaciones profesionales para proponer alternativas posibles y realistas de implementación.
V. Implementar ciencia de datos, tecnología e instrumentación autónoma para alimentar las plataformas integradoras de variables.

Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua
Calle Victoria #14, sexto piso, Col. Centro, C.P. 31000, Chihuahua, Chih. Tel. 614 200 4820
https://implanchihuahua.org

10. Referencias

1. FAO. Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural: Un Marco Conceptual. [Online].; 2007 [cited 2024 02 12. Available from: http://www.fao.org/3/a-ak478s.pdf: http://www.fao.org/3/a-ak478s.pdf.

2. CEPAL. Avances en la Gestión Integrada del Agua Urbana y Rural en América Latina y el Caribe. [Online].; 2014 [cited 2024 02 12.

3. OECD. The Water Energy Food Nexus: A Strategic Framework for Action. [Online].; 2011 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/the-water-energy-food-nexus-at-fao---concept-note-fao-2014.pdf.

4. United Nations. United Nations Water. [Online].; 2015 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.unwater.org/publications/un-water-annual-report-2015.

5. Calderón FM. (GIRH) Alcances de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Sector Agrícola de México. FINGUACH. Revista De Investigación Científica De La Facultad De Ingeniería De La Universidad Autónoma De Chihuahua. 2019; 3(7).

6. Junta Central de Agua y Saneamiento de Chihuahua; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. PLAN ESTATAL HÍDRICO 2040 DE CHIHUAHUA. ; 2018.

7. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Consulta a la base de datos del REPDA. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx.

8. CONAGUA. Actualización de da Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Chihuahua-Sacramento (0830), Estado de Chihuahua. Ciudad de México:; 2020.

9. CONAGUA. Actualización de la Disponibilidad Media Anual De Agua en el Acuífero El Sauz Encinillas (0807), Estado de Chihuahua. Ciudad de México:; 2020.

10. CONAGUA. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Tabalaopa-Aldama (0835), Estado de Chihuahua. Ciudad de México:; 2020.

11. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley de Aguas Nacionales. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf.

12. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. [Online].; 2015 [cited 2023 12 11.

Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015#gsc.tab=0.

13. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). [Online].; 2023 [cited 2022 12 27. Available from: https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=repda.

14. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de la Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos. [Online].; 2011 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5192916.

15. CONAGUA. Ley Federal de Derechos (LFD). [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/831228/LEY_FEDERAL_DE_DERECHOS_2023.pdf.

16. Diario Oficial de la Federacion (DOF). ACUERDO por el que se dan a conocer las zonas de disponibilidad que corresponden a las cuencas y acuíferos del país para el ejercicio fiscal 2023, en términos del último párrafo del artículo 231 de la Ley Federal de Derechos vigente. [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5684460&fecha=31/03/2023#gsc.tab=0.

17. JMAS/IMTA. Exploración Geofísica mediante sondeos electromagnéticos y caracterización isotópica en Sierra Azul y Estacion Terrazas, Chihuahua. CONVENIO DE COLABORACION NO: JMAS/IMTA TH1125-2011. ; 2011.

18. Diario Oficial de la Federación (DOF). NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. [Online].; 2022 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0.

19. JMAS, Gobierno Municipal de Chihuahua, Fundación Produce y Fideicomiso para el cuidado del agua en el municipio de Chihuahua. Monitoreo Piezométrico de los Acuíferos El Sauz-Encinillas, Chihuahua-Sacramento y Tabalaopa-Aldama. Informe técnico. ; 2021.

20. JMAS/IMTA. Diagnóstico, modelación y planificación de sectores en la red de distribución de agua potable de Chihuahua, Chih. Convenio de colaboración: JMAS/IMTA/HC-0751. ; 2008.

21. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). PIGOO. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: http://www.pigoo.gob.mx/organismosoperadores.jsp.

22. JMAS. Acta Tarifaria de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua. ; 2023.

23. Secretaría de Economía. Data México. [Online].; 2023 [cited 2024 01 12. Available from: https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/chihuahua-ch?redirect=true.

24. Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico; Centro de Información Económica y Social (CIES). Perfil Económico 2023 Región Chihuahua. Chihuahua:; 2023.

25. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avance de Siembras y Cosechas. [Online].; 2022 [cited 2024 01 12. Available from: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do.

26. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/.

27. Sistema de Información Geográfica Municipal (SIGMUN). Sistema de Información Geográfica Municipal. [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: https://geoportal.mpiochih.gob.mx/sigmun/apps/webappviewer/index.html?id=abab1eab03774ce18c3610b842f11264.

28. Ojeda W, Jiménez I, Mariana M, Mauro I. Comeii - Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación. [Online].; 2020 [cited 2024 02 12.

29. Food and Agriculture Organization (FAO). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. [Online].; 2012 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.fao.org/3/i2800s/i2800s.pdf.

30. Gobierno Municipal de Chihuahua, Protección Civil Chihuahua, Centro Nacional de Prevención de desastres (CENAPRED). Atlas de Riesgos del Municipio de Chihuahua. Atlas de Riesgo. Chihuahua:; 2022.

31. Diario Oficial de la Federación (DOF). 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. [Online].; 2020 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5603318&fecha=22/10/2020#gsc.tab=0.

32. JCAS, JMAS, JMAS Juarez y UACH. Inventario Estatal de Fuentes de Suministro de Agua Potable en el Estado de Chihuahua. ; 2022.

33. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Online].; 2024 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.fao.org/home/en/.

34. Water footprint network. Water footprint network. [Online].; 2024 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.waterfootprint.org/.

35. World Resources Institute. World Resources Institute. [Online].; 2024 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.wri.org/.

36. Hernández-Cruz A, Sandoval-Solís S, Mendoza-Espinosa LG. An overview of modeling efforts of water resources in Mexico: Challenges and opportunities. Environmental Science and Policy. 2022;(136): 510-519.

37. Sánchez DH, Navarro-Gómez CJ, Rentería M, Sánchez-Navarro JR. Saving water by returning to a constant water supply in Chihuahua. Water International. 2022.

38. Gobierno Estatal de Nuevo Léon. Plan Hídrico Nuevo León 2050. ; 2023.

39. Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua. Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chihuahua Visión 2040. [Online].; 2021 [cited 2023 12 27. Available from: https://implanchihuahua.org/PDU2040.html.

40. INEGI. INEGI. [Online].; 2020 [cited 2023 12 28. Available from: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos.

41. INEGI. Censos Económicos. [Online].; 2019 [cited 2023 01 12. Available from: https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/.

42. Amiti M, Redding S, Weinstein D. THE IMPACT OF THE 2018 TRADE WAR ON U.S. PRICES AND WELFARE. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH; 2019.

43. USCC Report. China's Rising Labor Costs: Source, Sustainability, and Implications", del U.S.-China Economic and Security Review Commission. [Online].; 2023 [cited 2024 02 12. Available from: https://www.uscc.gov/.

44. Mendoza J, Hernández G. El papel del gobierno en el desarrollo de las relaciones de nearshoring en la frontera norte de México. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. .

45. Valderrama A, Yazmin A. Impacto del Nearshoring en México: Una visión desde la teoría de redes. Revista Mexicana de Investigación en Comunicación. 2023 Mar.

46. H. AYUNTAMIENTO de CHIHUAHUA. PLAN DE ACCION CLIMATICA MUNICIPAL (PACMUN®) MUNICIPIO DE CHIHUAHUA 2019. Chihuahua:; 2019.