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

INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS SOCIODEMOGRÁFICO EN EL ÁMBITO DEL USO DEL AGUA

INFORME II

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 SEGUNDO INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS SOCIODEMOGRÁFICO EN EL ÁMBITO DEL USO DEL AGUA

1. Introducción 10
1.1. Antecedentes 11
1.2. Objetivo, Procedimiento y Estructura del Informe 12
1.3. Metodología 12
2. Análisis Poblacional e Indicadores Sociodemográficos 13
2.1. Composición por Edad y Sexo 18
2.2. Cultura 19
2.3. Educación 21
2.4. Salud 35
2.5. Características de Vivienda 45
3. Infraestructura, Sistema de Agua Potable y Servicio de Drenaje 49
3.1. Infraestructura y Equipamiento de Agua Potable 49
3.2. Servicio de drenaje 70
4. Proyección de Población 2040 para el Municipio de Chihuahua 76
4.1. Registro Histórico de Población 76
4.2. Proyección de Población 2040 para la Ciudad de Chihuahua 80
4.3. Análisis de Consumo 84
4.4. Análisis de Dotación y Consumo 91
4.5. Proyección de la Demanda de Agua Potable al año 2040 97
5. Disponibilidad hídrica 104
5.1. Agua Superficial 107
5.2. Agua Subterránea 108
5.2.1. Acuífero Chihuahua-Sacramento 110
5.2.2. Acuífero Tabalaopa – Aldama 112
5.2.3. Acuífero El Sauz-Encinillas 114

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. Consideraciones Finales 117

7. Referencias 118

Índice de Figuras

Figura 1. 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..... 15

Figura 2. Distribución poblacional por AGEBS de la Ciudad de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI. 17

Figura 3. Distribución de rangos de edad de los habitantes del municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 19

Figura 4. Causas de la migración al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 21

Figura 5. Porcentajes de población que asisten o no a la escuela en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 22

Figura 6. Porcentajes de población que asisten o no a la escuela en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (8). 23

Figura 7. Grado de escolaridad de la población a nivel municipal en el estado de Chihuahua en el año 2020. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI 2020 (2)..... 24

Figura 8. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población a nivel municipal en el estado de Chihuahua por rango de edad en el año 2020. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI 2020 (2)..... 25

Figura 9. Porcentaje de variación en la cantidad de instituciones por nivel educativo en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP (9). 26

Figura 10. Porcentaje de mujeres alumnas en el año 2010, por nivel educativo en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP (9). 28

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 11. Porcentaje de mujeres alumnas en el año 2023, por nivel educativo en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP (9). 29

Figura 12. Matricula de alumnos por género en el ciclo 2022-2023 para el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP (9). 30

Figura 13. Matricula por ciclo para el municipio de Chihuahua (sostenimiento público y privado). Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP (9). 31

Figura 14. Distribución espacial de las personas que saben leer y escribir entre 8 a 14 años. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 32

Figura 15. Distribución espacial de las personas que no saben leer y escribir de 15 y más años. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 33

Figura 16. Distribución espacial de las personas con al menos un grado aprobado de educación superior. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 34

Figura 17. Porcentaje de población con servicios de salud en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 35

Figura 18. Porcentaje de población por tipo de afiliación de servicio de salud en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 36

Figura 19. Ubicación de pozos destinados al abastecimiento de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Inventario estatal de fuentes de suministro de agua potable en el estado de Chihuahua (17). 40

Figura 20. Porcentaje de viviendas con suministro de agua por red o pipa. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (2). 46

Figura 21. Porcentaje de viviendas con suministro de agua por red o pipa. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020 (2). 47

Figura 22. Porcentajes de antigüedad de la red de agua potable de la cd. De Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones de la JMAS. 50

Figura 23. Mapa de los polígonos por características catastrales en el municipio de Chihuahua. Fuente: Suelo artificializado y huella urbana, IMPLAN 2020 (28). 52
Figura 24. Mapa de diferentes tipos de suministro de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales del tipo de suministro de agua de la JMAS. 54
Figura 25. Acueductos principales para el suministro de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 56
Figura 26. Mapa de la infraestructura hidráulica del municipio de Chihuahua, incluye tanques, pozos y la red de agua potable. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 58
Figura 27. Zona de influencia de los principales tanques de la red de agua potable en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 59
Figura 28. 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. 61
Figura 29. Mapa de Ubicación de válvulas en la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 63
Figura 30. Zona ubicación de usuarios con servicio de agua potable 24/7 en el 2018. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 64
Figura 31. Mapa de Ubicación de los registradores de operación del sistema de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 67
Figura 32. Distritos hidrométricos del sistema de agua potable en los cuales se implementa la gestión de presiones. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 69
Figura 33. 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. 72
Figura 34. Ubicación de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAGUA (33). 73

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 35. 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. 74

Figura 36. Proyección de tendencia de la tasa de la población con la Norma Técnica NT-011-CNA-2001. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 del INEGI (2). 78

Figura 37. Proyección de tendencia de la tasa de la población con la Norma Técnica NT-011-CNA-2001. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 del INEGI (2). 81

Figura 38. Imagen de disminución del uso agrícola correspondiente a su fuente (izquierda agua subterránea, derecha agua superficial). Fuente: SINA, 2023 (16). 89

Figura 39. Porcentajes por uso de agua en el municipio de Chihuahua (izquierda aprovechamientos, derecha volúmenes de extracción). Fuente: Elaboración propia con información del SINA (16) e INEGI (2). 90

Figura 40. Porcentajes por tipo de usuario en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del JMAS y PIGOO-IMTA (41). 92

Figura 41. Dotación a los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del JMAS y PIGOO-IMTA (41). 93

Figura 42. Tendencia de variabilidad y crecimiento de la población en la ciudad de Chihuahua Fuente: Elaboración propia con información del INEGI (2). 93

Figura 43. Mapa de calor del consumo al mes de los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS y el PIGOO (41). . 95

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. Localidades y porcentajes de población distribuidas en el municipio de Chihuahua. Fuente: INEGI [2] y Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 [4]. 14
Tabla 2. Cantidad de habitantes y porcentaje de población no mestiza en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [2]. 20
Tabla 3. Porcentajes de analfabetismo de la población en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [2]. 22
Tabla 4. Cantidad de escuelas, alumnos y docentes por nivel educativo en el municipio de Chihuahua para los años 2010 y 2023. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [9]. 27
Tabla 5. Indicadores de la SEECh para el ciclo 2021-2022 en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [9]. 30
Tabla 6. Medición de la calidad del agua de los principales cuerpos de agua del municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, CONAGUA 2022 [18]. 41
Tabla 7. Clasificación por parámetro de muestreo en agua subterránea en el periodo 2012 a 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, CONAGUA 2022 [18]. 42
Tabla 8. Clasificación de viviendas habitadas y deshabitadas en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [2]. 45
Tabla 9. Clasificación de la infraestructura en las viviendas del municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [2]. 48
Tabla 10. Conducciones que abastecen a la Ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 57
Tabla 11. Resumen de porcentaje de tuberías instaladas según el diámetro en la red de agua potable. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 66
Tabla 12.Resumen de porcentaje de tuberías instaladas según el diámetro en la red de alcantarillado en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS. 71
Tabla 13.Registro de crecimiento de población del municipio de Chihuahua por Fuente de información. 77
Tabla 14.Resultados de proyección de población por distintos métodos. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población del INEGI [2], y los resultados de los estudios del Programa Estatal de Población 2017-2021 [36] y Proyección de Población por Municipios CONAPO [37]. 79
Tabla 15. Registro de Crecimiento de población la ciudad de Chihuahua por fuente de información. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población del INEGI [2]. 81

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 16.Resultados de proyección de población por distintos métodos. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población del INEGI [2], y los resultados de los estudios del IMPLAN y PDU de la Cd. de Chihuahua [38]. 83
Tabla 17. Registros en el REPDA [40] para uso público urbano de aguas superficiales en el municipio de Chihuahua. 86
Tabla 18. Registros en el REPDA [40] para uso público urbano de aguas en el Municipio de Chihuahua. 88
Tabla 19. Consumos por tipo de usuarios para el mes de diciembre del 2022. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA [41]. 96

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
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
AGEM	Área Geoestadística Básica Urbana
SEECH	Servicios Educativos del Estado de Chihuahua
SEP	Secretaría de Educación Pública
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
PEMEX	Petróleos Mexicanos
SEDENA	Secretaría de Defensa Nacional
INSABI	Instituto de Salud para el Bienestar
SS	Secretaria de Salud
IMPAS	Instituto Municipal de Prevención y Atención a la Salud
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

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
l/hab/día	Litro habitante día
Qmed	Gasto medio diario
Qmd	Gasto máximo diario
Qmh	Gasto máximo horario
DMA	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea
DNC	Descarga Natural Comprometida
R	Recarga Media Anual
VEAS	Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas
DMA	Disponibilidad Media Anual
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

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

CAPÍTULO SEGUNDO: INTEGRACIÓN DEL ANÁLISIS SOCIODEMOGRÁFICO EN EL ÁMBITO DEL USO DEL AGUA

Incorporar el estudio sociodemográfico en la gestión del agua es crucial para entender la complejidad de la relación entre la sociedad y los recursos hídricos. El segundo capítulo se dedica a examinar detalladamente factores clave como la dinámica poblacional, características residenciales, influencias culturales, niveles de educación, salud comunitaria, infraestructura disponible y consumo de agua per cápita. Mediante este enfoque integral, se pretende desvelar la interacción dinámica entre estos elementos y la disponibilidad de agua, estableciendo una base robusta para la creación de estrategias de gestión sostenible del agua alineadas con las necesidades específicas de la comunidad en estudio.

Este análisis sociodemográfico no solo proporciona una comprensión más detallada de la situación local, sino que también se posiciona como una herramienta indispensable para la formulación de políticas y acciones dirigidas a una gestión eficiente y equitativa del agua, un recurso esencial.

1. Introducción

El agua, fundamental para la existencia de la vida, ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo económico y comercial desde los albores de la civilización. A lo largo de la historia, la ingeniería y la construcción de infraestructuras artificiales han contribuido significativamente a la gestión y aprovechamiento de este recurso, impulsando el crecimiento de poblaciones y la industrialización.

Esto ha conllevado un aumento en la demanda de agua, así como a la expansión de las zonas urbanas en lugares con escasez hídrica, generando la necesidad de desarrollar mayor infraestructura para satisfacer las demandas de la población [(1)].

La evolución y diversificación de la demanda de agua resaltan la relevancia de los censos como instrumentos vitales para entender la cantidad, estructura y distribución de la población. Los censos proporcionan datos detallados sobre las características demográficas, socioeconómicas y culturales, así como información sobre las condiciones de las viviendas, incluyendo materiales de construcción, servicios y equipamientos [(2)].

Esta información censal permite identificar grupos específicos de población, facilitando la atención de sus necesidades particulares en vivienda, educación, salud, servicios de agua potable, electricidad y drenaje, entre otros aspectos. En México, la información censal es fundamental, proporcionando datos esenciales para distribuir recursos económicos a las entidades federativas y municipios, proyectar la población, medir niveles de pobreza y marginación, así como para definir los límites de zonas metropolitanas, entre otros propósitos.

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 censos, debido a su naturaleza, emergen como iniciativas estratégicas y cruciales que apoyan la implementación y evaluación de políticas públicas, además de proveer información vital para la toma de decisiones en diversos sectores, dirigida tanto a autoridades gubernamentales de todos los niveles como a la sociedad en general, incluyendo académicos, organizaciones civiles y el sector privado.

Dentro de este marco, las proyecciones sobre el volumen, crecimiento y estructura poblacional se establecen como herramientas indispensables para la planificación en los ámbitos demográfico, económico y social. Estas proyecciones son esenciales para anticipar necesidades sociales y económicas futuras, y fundamentales para estimar requerimientos en sectores clave como la educación, el empleo, la vivienda, la salud y la seguridad social, además de su impacto en la distribución territorial.

Es importante destacar que el análisis de datos históricos poblacionales no tiene como objetivo predecir el futuro, sino más bien esbozar escenarios posibles, probables o deseables basados en ciertas condiciones. Para mejorar la precisión de estas proyecciones demográficas, es necesario actualizar continuamente los datos con nueva evidencia sobre los patrones y tendencias de cambio demográfico.

1.1. Antecedentes

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) es el organismo actual encargado de la elaboración de censos de poblacionales en México, los cuales se realizan desde 1895, aunque la institución inicio operaciones en 1983, donde en el operativo censal llevado a cabo en 1990, incorporo desde entonces un mayor desglose geográfico para la publicación de sus resultados [(2)].

En 2020, el INEGI ejecutó el decimocuarto censo de población, marcando una serie histórica que se extiende desde 1895. A lo largo de estos años, México ha realizado catorce censos, cada uno contribuyendo a la actualización continua de datos demográficos y socioeconómicos. Además, en su empeño por mantener actualizadas las estadísticas entre periodos censales, el INEGI inició en 1995 el primer Conteo de Población y Vivienda, seguido por el segundo en 2005 y la encuesta Intercensal en 2015, proyectos que ofrecen una visión detallada de las características habitacionales a nivel nacional [(2)].

En el ámbito internacional, estos esfuerzos censales son vitales para monitorear los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [(3)] que México se comprometió a cumplir en el Consenso de Montevideo, así como para cumplir con compromisos relacionados con los Derechos Humanos. Estos datos no solo son fundamentales para la planificación nacional, sino que también contribuyen significativamente a las agendas globales de desarrollo y derechos humanos

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

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 este informe, el objetivo principal es llevar a cabo la integración del análisis sociodemográfico en el ámbito del uso del agua, incluyendo el análisis de población, vivienda, cultura, educación, salud, infraestructura, equipamiento, consumo per cápita y disponibilidad hídrica

Este objetivo se enmarca en un objetivo específico delineado en los términos de referencia bajo la numeración 2. Consiste en analizar de manera específica el ámbito sociodemográfico en relación con el uso del agua en la zona de estudio. Abordando diferentes aspectos clave que influencian la demanda y el comportamiento del recurso hídrico en la zona de estudio.

1.3. Metodología

La metodología se ejecutó siguiendo este procedimiento: se comenzó con la recopilación exhaustiva de información preexistente, que incluyó planos, análisis previos, estudios y datos específicos del municipio de Chihuahua. Estos datos fueron elaborados por diversas entidades gubernamentales, académicas y particulares.

Es importante destacar 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.

El análisis se dividió en varios aspectos clave:

- Se llevó a cabo un análisis detallado de la población, contemplando aspectos como su tamaño, distribución geográfica, tasas de crecimiento y proyecciones futuras. Este análisis proporciona información esencial para evaluar la demanda de agua potable y anticipar su posible impacto en la disponibilidad hídrica.
- El ámbito educativo y de salud también fue objeto de análisis, ya que estos factores inciden en la percepción y gestión del agua en la comunidad.
- Se analizó el ámbito de salud pública relacionada con la gestión de servicios de agua potable.
- Se incorporó un estudio específico de la vivienda, examinando la infraestructura hídrica existente y su capacidad para satisfacer las necesidades de la población.
- Se evaluaron aspectos relacionados con la infraestructura y equipamiento vinculados al agua, tales como sistemas de tratamiento, distribución y saneamiento. Esto permitió valorar la capacidad de la infraestructura existente para satisfacer la demanda presente y futura.

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

- Además, se analizó la cultura local y las prácticas asociadas con el agua, identificando posibles patrones de consumo y comportamientos que influyen en el uso responsable del recurso.
- Finalmente, se exploró la disponibilidad hídrica en la zona, teniendo en cuenta tanto la oferta de agua superficial como subterránea, así como la posible existencia de fuentes alternativas de abastecimiento.

2. Análisis Poblacional e Indicadores Sociodemográficos

La población del Municipio de Chihuahua se estima en un total de 937,674 habitantes, según el último censo realizado por el INEGI [(2)] en 2020. Esto representa aproximadamente el 25.1% de la población total del Estado. Esta población se encuentra distribuida en una superficie de 8,382 km^2, lo que da como resultado una densidad de población de aproximadamente 111.87 habitantes por km^2. Dentro del municipio, se pueden identificar 391 localidades, que se dividen en una zona clasificada como urbana, que corresponde a la ciudad de Chihuahua, y 390 zonas rurales.

En estas áreas rurales, se estima una concentración de aproximadamente el 1.27% de la población total del Municipio, mientras que, para la ciudad de Chihuahua, se valora una concentración mucho mayor, representando el 98.73% de la población total que habita en el Municipio de Chihuahua. En la Tabla 1 se puede observar las localidades con mayor concentración de habitantes dentro del Municipio 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 1. Localidades y porcentajes de población distribuidas en el municipio de Chihuahua. Fuente: INEGI [(2)] y Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 [(4)].

Localidad	Población	Población %
Total del Municipio	**937,674**	**100%**
Chihuahua	925,762	98.73%
El Sauz	1,474	0.16%
San Isidro (Los Hoyos)	931	0.10%
Colonia Nuevo Delicias	708	0.08%
Ejido Nuevo Sacramento	462	0.05%
Ejido Estación Terrazas y Minas del Cobre	445	0.05%
El Charco	340	0.04%
Colonia Agrícola Francisco Villa	337	0.04%
La Casita	318	0.03%
La Esperanza	260	0.03%
Colonia Sacramento	244	0.03%
Rancho Enmedio (Estación Müller)	213	0.02%
El Vallecillo	213	0.02%
Batalla de Sacramento	202	0.02%
La Noria (San Isidro)	187	0.02%
Granjas Familiares Sacramento	186	0.02%

En la Figura 1 se puede apreciar la distribución urbana y rural dentro del Municipio de Chihuahua, así como las entidades municipales colindantes.

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

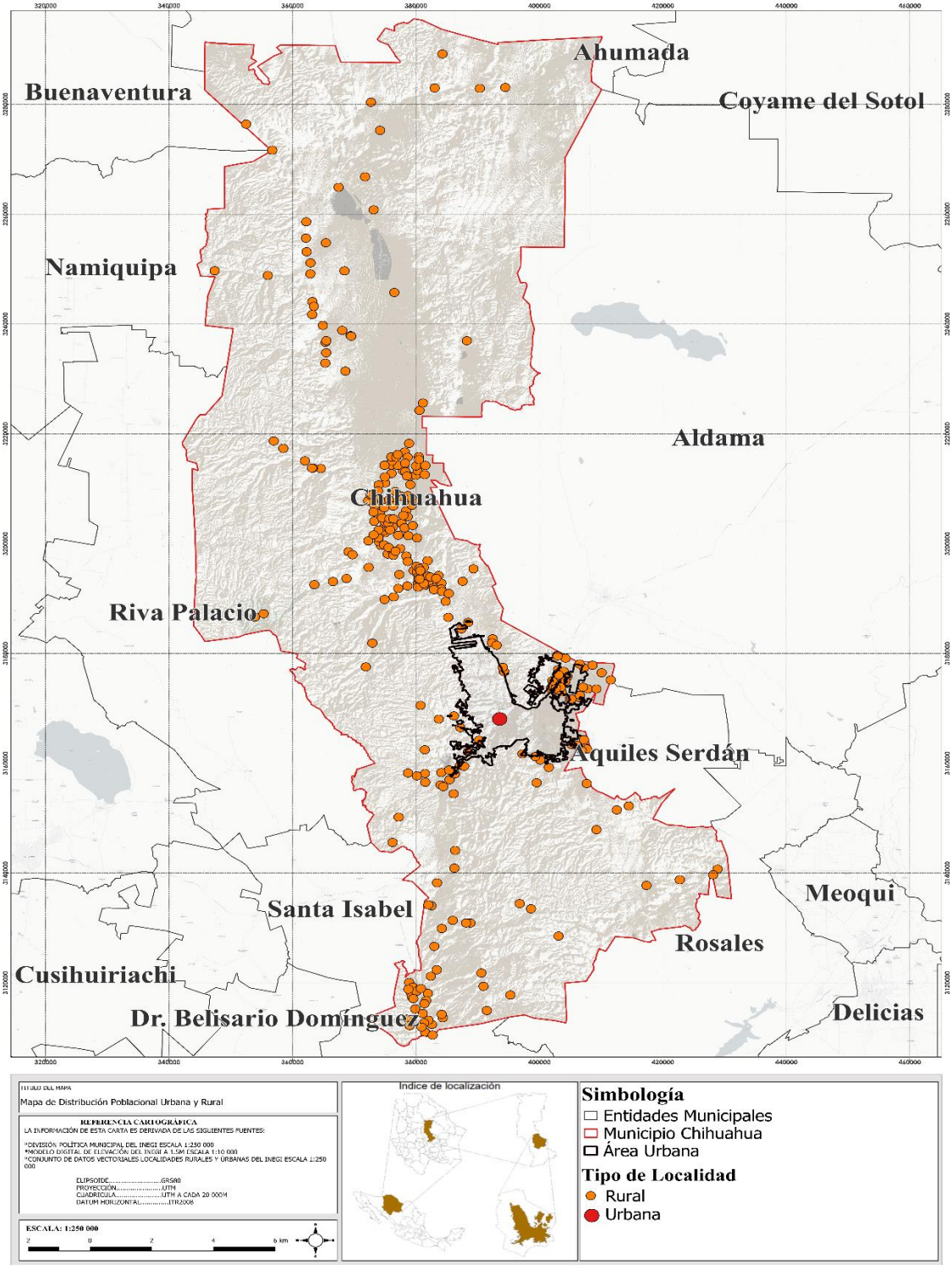


Figura 1. Distribución de geográfica de las localidades en el municipio de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI (2010).

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 2 se puede observar la densidad de población de la ciudad de Chihuahua, distribuida por la desagregación de área geoestadística básica urbana (AGEB) de INEGI.

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

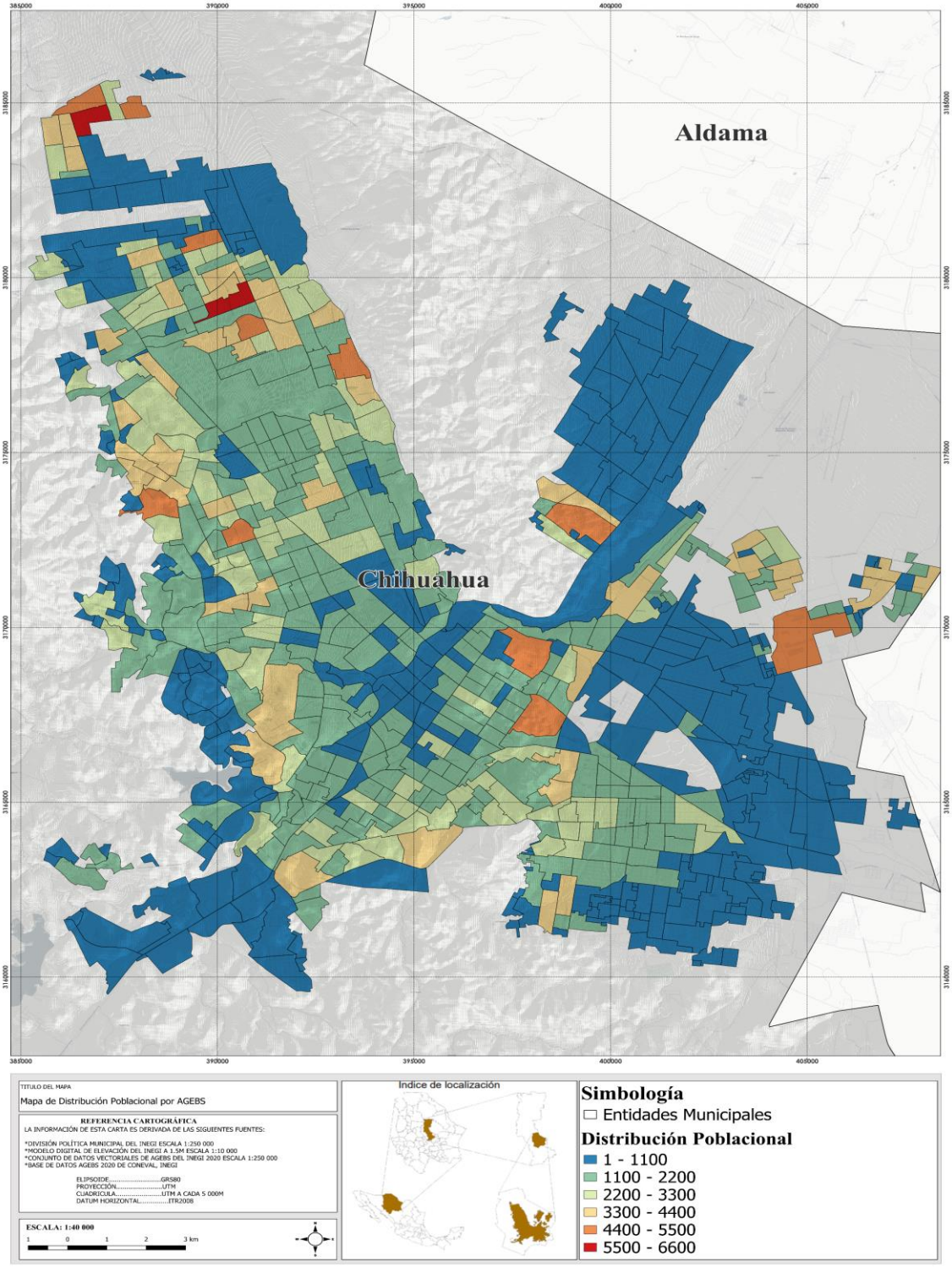


Figura 2. Distribución poblacional por AGEBS de la Ciudad de Chihuahua. Elaborado por el autor con base en la información proporcionada por IMPLAN Chihuahua e INEGI (2020).

2.1. Composición por Edad y Sexo

La población, su tamaño y composición, experimentan variaciones a lo largo del tiempo debido a cambios en las tasas de mortalidad, fecundidad y patrones migratorios. Estos cambios, a su vez, están influenciados por una serie de factores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales. En el caso del Municipio de Chihuahua, se destaca como el segundo más poblado del estado, según los datos de los censos de Población y Vivienda. En concreto, la población ha experimentado un crecimiento significativo, pasando de 819,543 habitantes en 2010 a 937,674 habitantes en 2020, lo que representa un aumento del 14.41% en la cantidad de habitantes en el municipio [(5)].

Del total de 937,674 habitantes en el Municipio de Chihuahua, se calcula que 480,434 pertenecen al género femenino, lo que representa aproximadamente el 51.24% de la población total del municipio. Por otro lado, se estima que el género masculino cuenta con un total de 457,240 habitantes, lo que equivale al 48.76% de la población total. Esto se traduce en una relación hombres-mujeres de 95 hombres por cada 100 mujeres. Cabe destacar que esta proporción de género se ha mantenido constante en el municipio desde 2010 [(2)].

Dentro de este conjunto de habitantes, se estima que casi el 98% reside en la ciudad de Chihuahua, que es la cabecera municipal y la capital del estado. El resto de la población, un poco más del 2%, vive en las demás comunidades del municipio, la mayoría de las cuales son pequeñas y se ubican en entornos rurales. La única localidad que supera los mil habitantes es El Sauz. Se estima que la mediana de edad de los residentes en el municipio es de 31 años, lo que indica que la mitad de la población es joven y tiene menos de 30 años. Esto se refleja claramente en la Figura 3, donde se puede apreciar que la mayoría de los habitantes se encuentran en el rango de edad de 15 a 29 años.

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

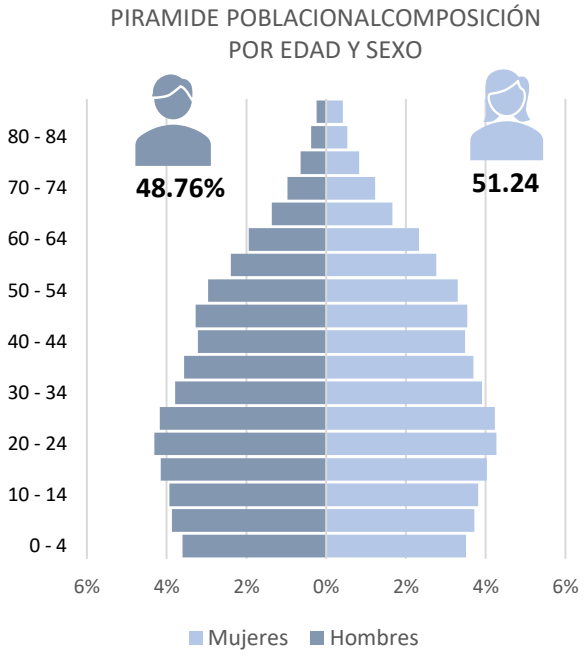


Figura 3. Distribución de rangos de edad de los habitantes del municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].

2.2. Cultura

Según el pionero en antropología Edward B. Tylor, la cultura o civilización abarca un todo complejo que incluye conocimientos, creencias, arte, moral, derecho, costumbres y cualquier otro hábito o capacidad adquiridos por el ser humano. En esencia, la cultura consiste en patrones o reglas de valores, comportamientos y creencias sociales, tanto explícitos como implícitos, que han sido adquiridos y transmitidos a lo largo del tiempo [(6)].

La cultura mejora significativamente nuestras vidas al contribuir a la creación de comunidades innovadoras, inclusivas y resilientes. Reconocer la importancia del patrimonio cultural y respaldar sectores culturales dinámicos son prácticas esenciales para fortalecer las sociedades frente a desafíos futuros, como el cambio climático, la pobreza, la desigualdad, la brecha digital y emergencias y conflictos cada vez más complejos [(7)].

Una de las componentes en el municipio es la coexistencia de diversas culturas o razas, este componente en una comunidad se denomina multiculturalismo o diversidad cultural. Este término se refiere a la presencia y aceptación de diferentes grupos culturales, étnicos o raciales dentro de una sociedad o comunidad. El multiculturalismo reconoce y valora las diferencias en

las tradiciones, costumbres, idiomas y valores de cada grupo, promoviendo la convivencia armoniosa y respetuosa entre las diversas identidades culturales presentes. Este enfoque aboga por la inclusión y la igualdad, fomentando la comprensión mutua y la apreciación de la diversidad como un activo enriquecedor para la sociedad. En Chihuahua, existen comunidades de distintas nacionalidades por la vocación industrial de manufactura y por ser la capital del Estado, que tiene la mayor extensión territorial fronteriza con Estados Unidos. Sin embargo, no se tiene una cifra oficial de la cantidad de habitantes por nacionalidad, aunque destacan canadienses, chinos, estadounidenses y franceses.

En cambio, si se tiene un seguimiento de la diversidad cultural mexicana, donde en el municipio de Chihuahua prevalece los mestizos casi el 98%. En la Tabla 2 se puede observar la estimación de la población indígena y afrodescendiente respecto a la población total del Municipio.

Tabla 2. Cantidad de habitantes y porcentaje de población no mestiza en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].

Rasgos culturales	N.º Habitantes	Porcentaje % del total de habitantes del Municipio
Población que habla lengua indígena	17,195	1.83%
Población que no habla español de los hablantes de lengua indígena	196	1.14%
Lenguas indígenas más frecuentes		
Tarahumara	13,808	80.30%
Tepehuano del norte	636	3.70%
Otros		
Población que se considera afromexicana, negra o afrodescendiente	17,048	1.82%

De acuerdo con la Tabla 2 la población de habla indígena se contabiliza en 17,195 habitantes, equivalentes al 1.83% de la población total del Municipio, de estos últimos se valora que solo 196 habitantes no hablan español, estimando el 1.14% de la población indígena, por otra parte, se estima que 13,808 habitantes, o el 80.3% hablan Tarahumara, mientras 636 habitantes de habla indígena se comunican en Tepehuano del norte [(2)].

La ciudad de Chihuahua ocupa el quinto lugar en migración interna en México. En 2020, Chihuahua recibió 22,000 personas migrantes, lo que la convierte en una de las principales ciudades de destino del país. Las principales entidades de origen de los migrantes que llegan a Chihuahua son Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz.

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 lo que respecta a la migración externa, la ciudad de Chihuahua se encuentra en el noveno lugar. Durante el mismo año, 14,000 personas de Chihuahua emigraron a Estados Unidos, consolidándola como una de las principales ciudades de origen de la migración mexicana hacia Estados Unidos.

Los factores que impulsan tanto la migración interna como la externa en México son diversos, pero los principales incluyen la búsqueda de mejores oportunidades de empleo, acceso a la educación y una mayor calidad de vida, tal como se ilustra en la Figura 4.

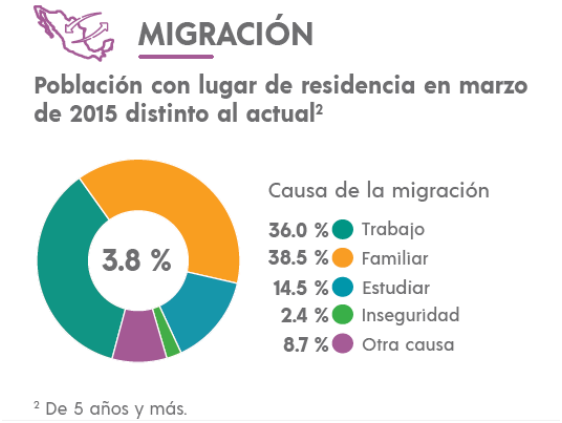


Figura 4. Causas de la migración al municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].

2.3. Educación

Según los datos recopilados en el censo de población y vivienda para el municipio [(2)], se registra una participación en el sistema educativo de 135,137 habitantes con edades comprendidas entre los 3 y los 14 años, lo que representa el 88.8% de la población dentro de este rango etario. La distribución de la asistencia al sistema educativo se presenta en la Figura 5, por rango de edades clasificadas en tres grupos.

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

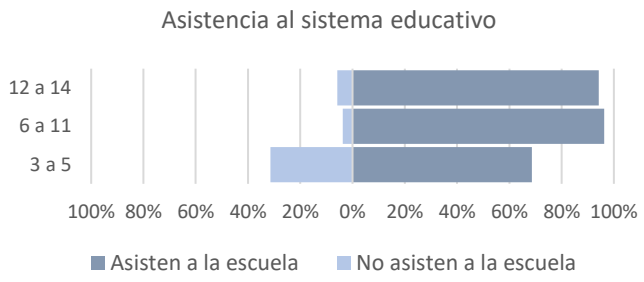


Figura 5. Porcentajes de población que asisten o no a la escuela en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].

Según los datos del censo de 2020 realizado por el INEGI [(2)], en la Tabla 3 se puede observar una notable reducción en el índice de analfabetismo en la población mayor de 15 años en la ciudad de Chihuahua. En el año 2010, este porcentaje se situaba en un 1.31%, mientras que para el año 2020, ha disminuido a menos del 1%. En concreto, el porcentaje de alfabetización en la población de 15 años y más se cifra en un 99.48%, lo que significa que prácticamente el 99.48% de la población en este grupo de edad sabe leer y escribir, mientras que solo el 0.52% se considera analfabeta.

Tabla 3. Porcentajes de analfabetismo de la población en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].

Analfabetismo	N.º Habitantes	Porcentaje %
Población de 8 a 14 años alfabeta	99,151	98.50%
Población de 8 a 14 años analfabeta	1,505	1.50%
Población de 15 años y más alfabeta	722,048	99.48%
Población de 15 años y más analfabeta	3,757	0.52%

Respecto a la escolaridad, según los datos del INEGI para el año 2020, se observa que el 39.7% de la población del municipio tiene una educación básica, mientras que el 33.6% de la población posee un nivel educativo superior. La Figura 6 muestra el porcentaje de los diferentes niveles de escolaridad en el Municipio.

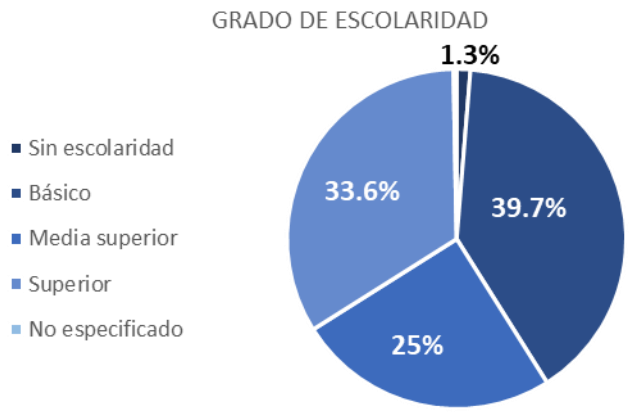


Figura 6. Porcentajes de población que asisten o no a la escuela en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [8].

La Figura 7 presenta información sobre el grado de escolaridad de la población por municipio, utilizando datos del Censo de Población y Vivienda de 2020. Esta información se visualiza a través de un mapa coroplético, en el cual cada municipio se representa con un color específico que corresponde a un rango de valores en relación con el nivel educativo de su población en comparación con el total. Por ejemplo, los colores más oscuros indican municipios donde, en promedio, la población ha asistido a la escuela durante 12 a 15 años. En contraste, el municipio de Chihuahua se encuentra en un rango de escolaridad promedio de 9 a 12 años, lo que equivale a nivel secundaria.

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

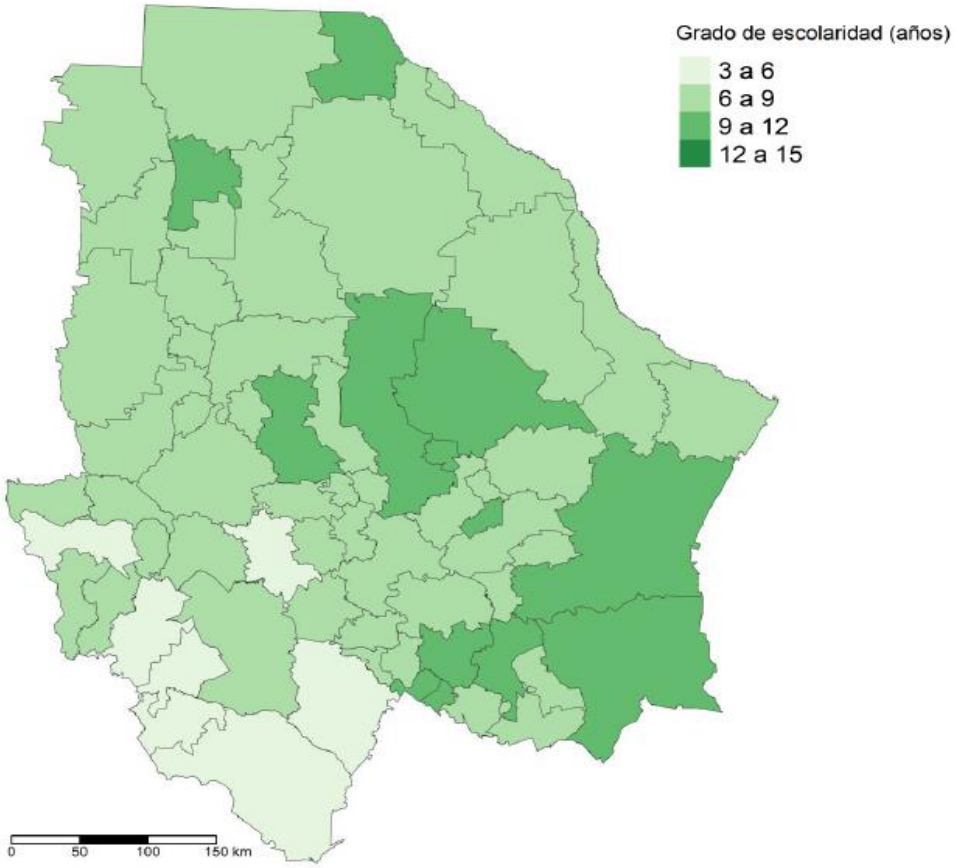


Figura 7. Grado de escolaridad de la población a nivel municipal en el estado de Chihuahua en el año 2020. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI 2020 [2].

La Figura 8 presenta el porcentaje de asistencia a la escuela de la población en tres rangos de edad: 3 a 5 años, 6 a 11 años y 12 a 14 años, en los municipios del estado de Chihuahua. En particular, en el municipio de Chihuahua, los porcentajes de asistencia según los grupos de edad son los siguientes: para los niños de 3 a 5 años, varía entre el 60% y el 70%; en el caso de los infantes de 6 a 11 años, alcanza un impresionante 95% al 100%, mientras que, para los adolescentes de 12 a 14 años, se encuentra en un rango de 90% a 95%.

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

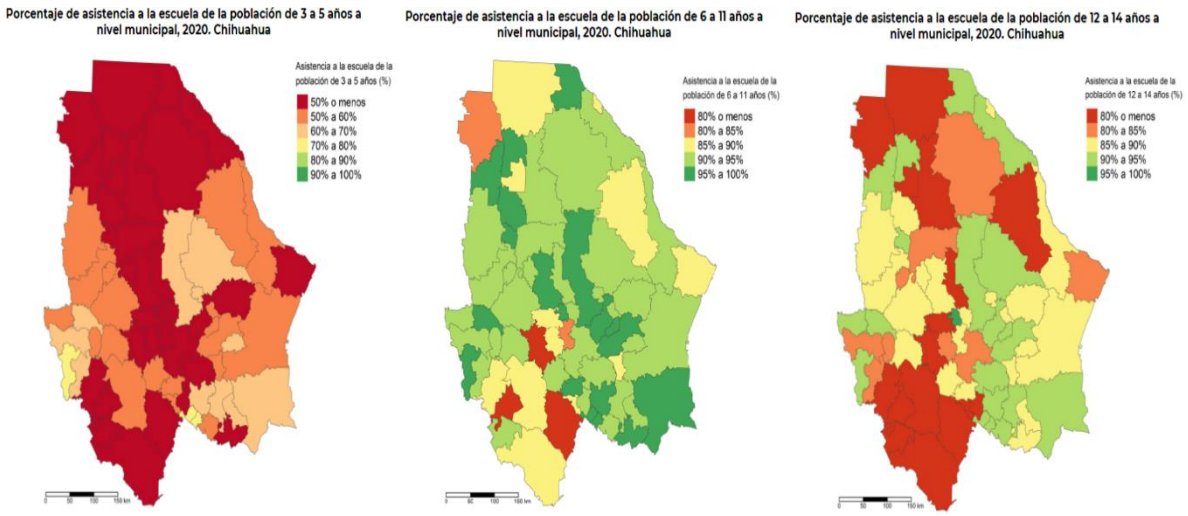


Figura 8. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población a nivel municipal en el estado de Chihuahua por rango de edad en el año 2020. Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI 2020 [(2)].

La Figura 8 revela que el municipio de Chihuahua muestra niveles de asistencia a la escuela en los rangos de educación básica que pueden considerarse "aceptables". No obstante, es importante señalar que existe un área de oportunidad para abordar la deserción y la marginación escolar.

Según la clasificación del Departamento de Estadística y Administración de los Sistemas de Gestión Escolar de los Servicios Educativos del Estado de Chihuahua (SEECh), los Centros de Trabajo en el municipio de Chihuahua se agrupan de la siguiente manera:

- Educación preescolar
- Educación primaria
- Educación secundaria
- Educación media superior
- Educación superior
- Centros de Investigación

En la Figura 9 se ilustra el cambio en el número de escuelas e instituciones educativas por nivel educativo durante el periodo comprendido entre 2010 y 2023. Es evidente que los niveles educativos superior y de investigación han experimentado un notorio incremento. Este aumento tiene un impacto significativo en el nivel de escolaridad de la población 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

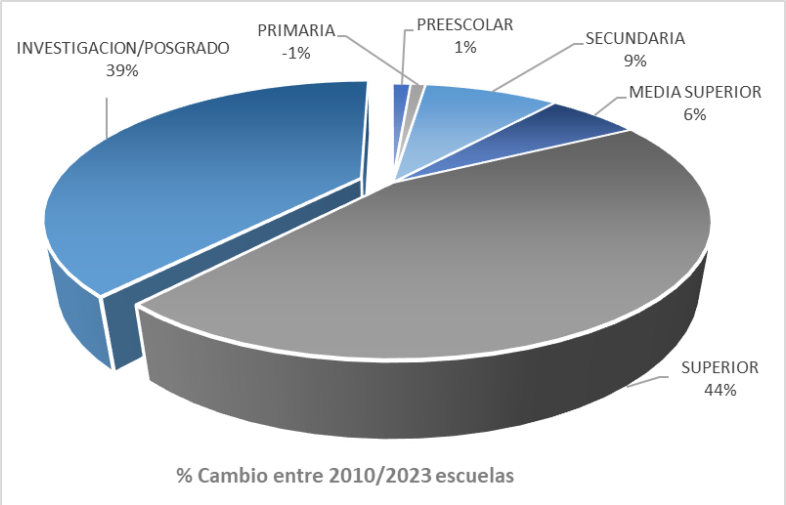


Figura 9. Porcentaje de variación en la cantidad de instituciones por nivel educativo en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [9].

En este sentido el análisis de las cifras que presenta la Secretaria de Educación Pública (SEP), muestra que se incrementó el 5.3% los habitantes entre alumnos y docentes relacionados con el sector educativo, como lo muestra la Tabla 4.

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 4. Cantidad de escuelas, alumnos y docentes por nivel educativo en el municipio de Chihuahua para los años 2010 y 2023. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [(9)].

Año	Nivel educativo	Escuelas	Alumnos	Docentes[1]
2010	PREESCOLAR	352	32,400	1,425
2023		360	29,602	1,319
2010	PRIMARIA	370	94,274	3,623
2023		363	86,978	3,382
2010	SECUNDARIA	107	41,100	2,507
2023		125	42,094	2,776
2010	MEDIA SUPERIOR	97	37,599	2,146
2023		108	48,009	3,145
2010	SUPERIOR	60	47,241	4,436
2023		110	54,949	6,078
2010	INVESTIGACION/ POSGRADO	22	4,319	1,938
2023		38	4,554	1,308
SUBTOTAL 2010			**256,933**	**16,075**
SUBTOTAL 2023			**266,186**	**18,008**
TOTAL 2010			273,008	
TOTAL 2023			284,194	

Los datos presentados en la Tabla 4 adquieren una gran relevancia cuando se considera que 284,194 habitantes del municipio están vinculados a algún nivel del sector educativo, lo que representa más del 30% de la población total del municipio. Este hecho sugiere que la implementación de una estrategia de educación adaptada al contexto local, con un enfoque en el tema del agua, podría tener un impacto significativo en la percepción y abordaje de los problemas relacionados con el agua en el municipio.

En la Figura 10, se muestra el porcentaje de mujeres matriculadas como alumnas en el año 2010. En promedio, este porcentaje se sitúa en torno al 49%, y es importante destacar que el nivel de investigación/posgrado es donde se registró la menor presencia de mujeres, con un 42% de inscripciones.

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

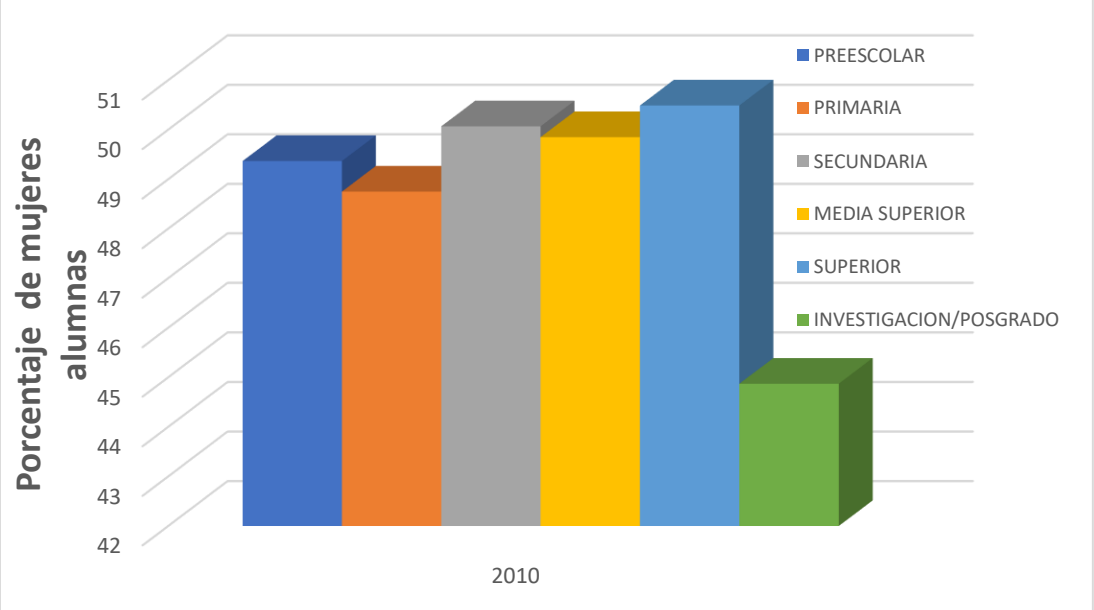


Figura 10. Porcentaje de mujeres alumnas en el año 2010, por nivel educativo en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [9].

Para el 2023, el porcentaje de mujeres en el alumnado es en promedio 48%, sin embargo, en el último nivel educativo de investigación/posgrado el porcentaje disminuyo en casi 5%, lo cual es notorio en la Figura 11.

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

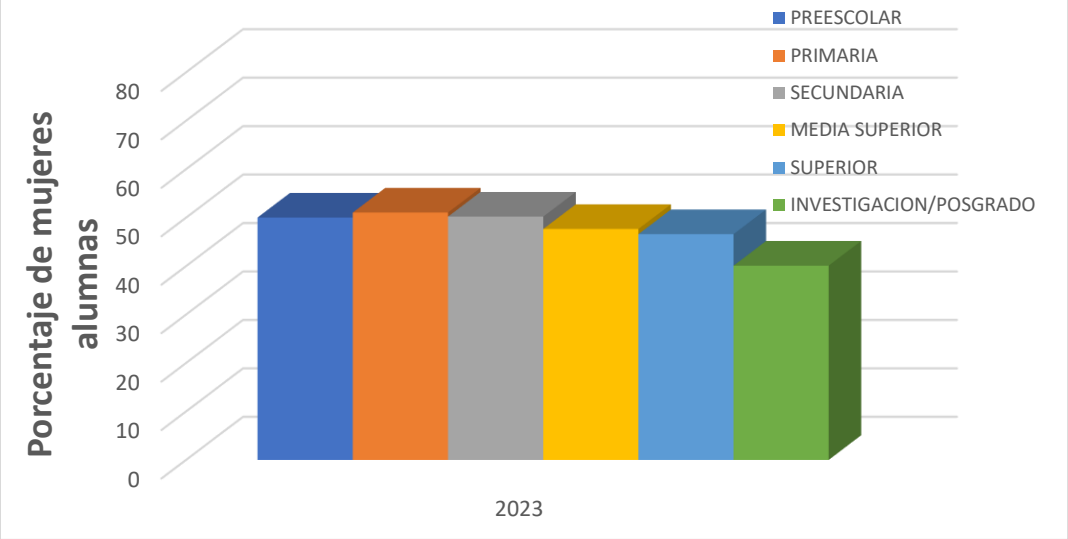


Figura 11. Porcentaje de mujeres alumnas en el año 2023, por nivel educativo en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [9].

En lo que respecta a la distribución de docentes por género, es importante destacar que, en el nivel preescolar, las mujeres constituyen casi el 99% de los docentes. Sin embargo, se observa una disminución en el número de maestras para el año 2023, con casi 100 maestras menos en comparación con 2010, contando con 1309 y 1415 respectivamente.

En el nivel de primaria, las mujeres representan aproximadamente el 75% de los docentes. Similar a la situación en preescolar, se nota una disminución en el número de maestras para el año 2023, con una reducción de alrededor de 100 maestras en comparación con 2010.

En cuanto al nivel de educación media superior, los porcentajes de docentes por género se mantienen constantes en un 50% tanto en 2010 como en 2023, así como en la cantidad de docentes.

En el nivel de secundaria, los porcentajes por género muestran una inversión con respecto a 2010, siendo mayor para las mujeres en ese año. Además, se observa un aumento en la cantidad de profesores asignados a secundaria, con un incremento de 200 profesores.

En la Tabla 5, se presentan los indicadores correspondientes al ciclo 2021-2022 de la SEECh. Destaca que las mujeres tienen un mayor porcentaje de finalización de la educación media y media superior, mientras que, en la educación primaria, son las mujeres las que presentan una tasa de deserción más alta. En cuanto al índice de reprobación, se destaca que son los hombres quienes tienen una tasa de reprobación más alta en los tres niveles educativos.

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. Indicadores de la SEECh para el ciclo 2021-2022 en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [(9)].

MUNICIPIO DE CHIHUAHUA	EFICIENCIA TERMINAL		ABANDONO ESCOLAR		REPROBACIÓN	
	HOM	MUJ	HOM	MUJ	HOM	MUJ
EDUCACIÓN PRIMARIA	**99.25%**	**98.71%**	**0.05%**	**0.09%**	**1.05%**	**0.77%**
EDUCACIÓN SECUNDARIA	**92.36%**	**95.20%**	**4.58%**	**2.95%**	**2.89%**	**1.79%**
MEDIA SUPERIOR	**57.90%**	**73.54%**	**14.27%**	**9.48%**	**34.18%**	**25.85%**

La Figura 12 presenta la matrícula de estudiantes para el ciclo 2022-2023, según las estadísticas proporcionadas por la SEECh. En esta representación, se observa que hay un mayor número de mujeres matriculadas en los niveles de media superior y superior.

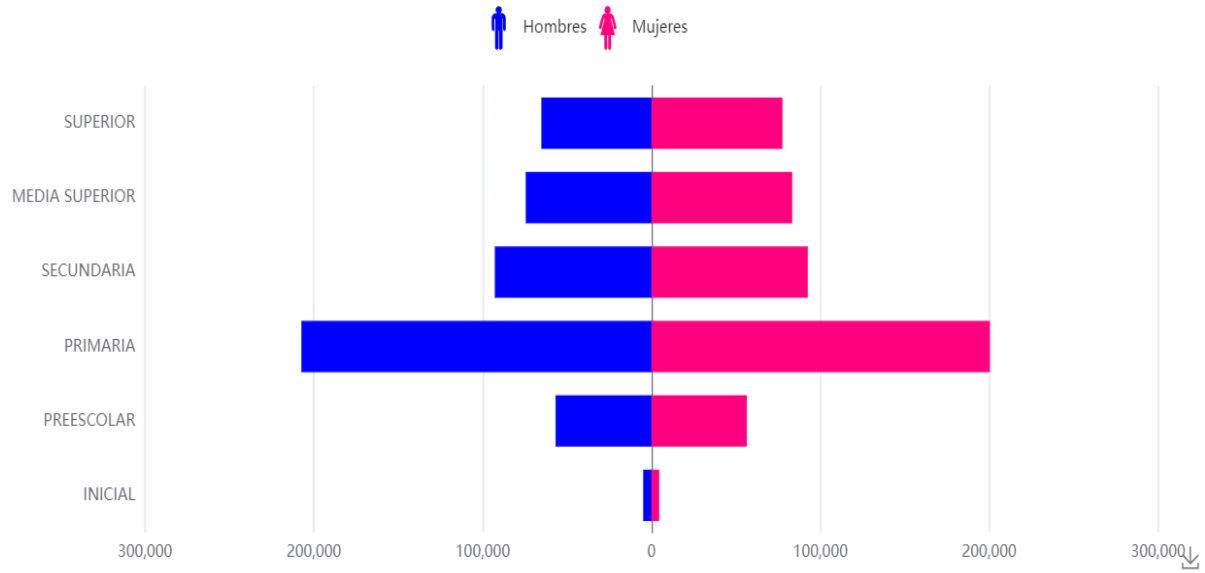


Figura 12. Matricula de alumnos por género en el ciclo 2022-2023 para el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [(9)].

En la Figura 13 se ve la evolución en los últimos ciclos escolares para los niveles: preescolar, primaria y secundaria, en los tres niveles se aprecia que en el ciclo 2020-2021 hubo una disminución; sin embargo, el nivel preescolar fue el más afectado.

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

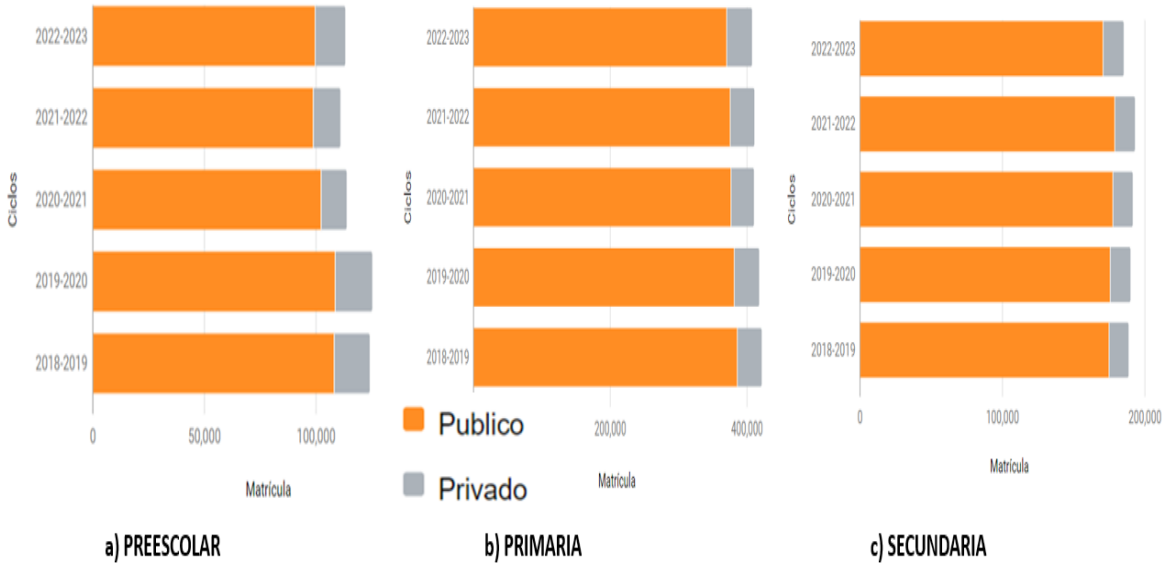


Figura 13. Matricula por ciclo para el municipio de Chihuahua (sostenimiento público y privado). Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP [9].

La Figura 14 ofrece una representación de la concentración de la población en la ciudad de Chihuahua según rangos de edad. En esta visualización, se destaca que las personas de entre 8 y 14 años que saben leer se distribuyen de manera uniforme en toda la zona urbana. La densidad más alta de individuos con estas características se muestra mediante tonalidades más oscuras en el gráfico.

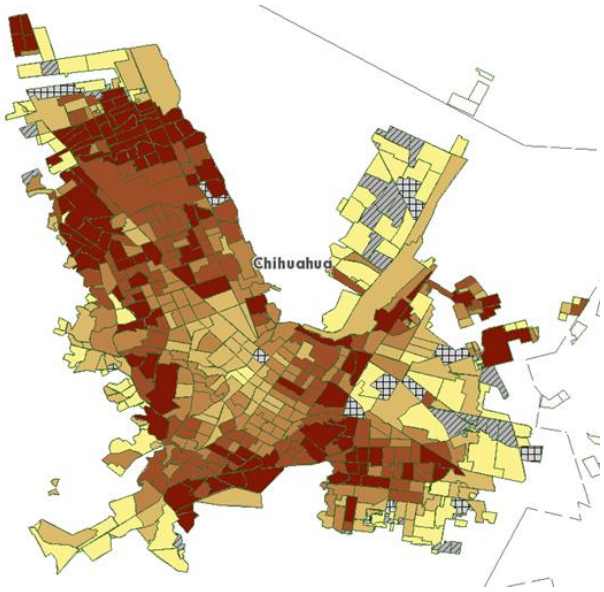


Figura 14. Distribución espacial de las personas que saben leer y escribir entre 8 a 14 años. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [2].

En la Figura 15, se evidencia que, de las dos regiones con mayor densidad poblacional, la zona centro-sur presenta el índice más alto de residentes de 15 años o más que no cuentan con educación formal. En contraste, en la zona norte se identifica una zona más limitada con una proporción de población en esta situación, aunque de menor extensión.

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

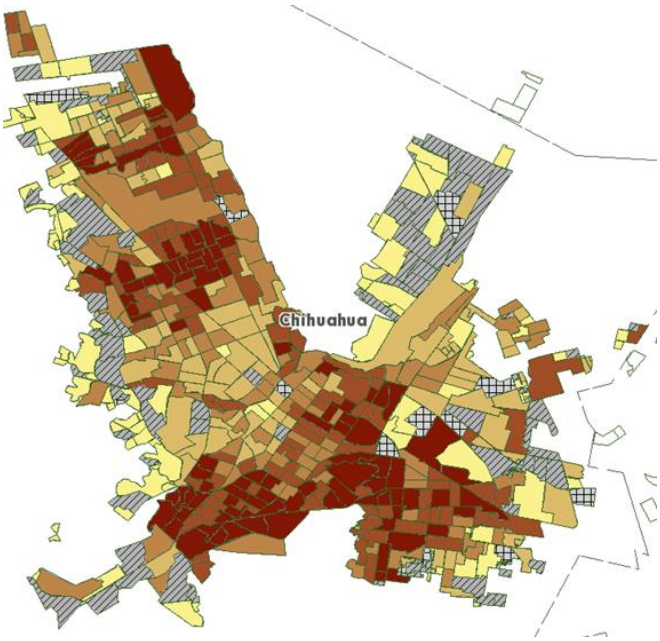


Figura 15. Distribución espacial de las personas que no saben leer y escribir de 15 y más años. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [2].

La Figura 16 resalta claramente la zona de la ciudad donde se concentra la población de 25 años en adelante que ha completado al menos un grado en educación superior. Esta área específica se encuentra en las regiones correspondientes a la zona centro-norte y norte de la ciudad.

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

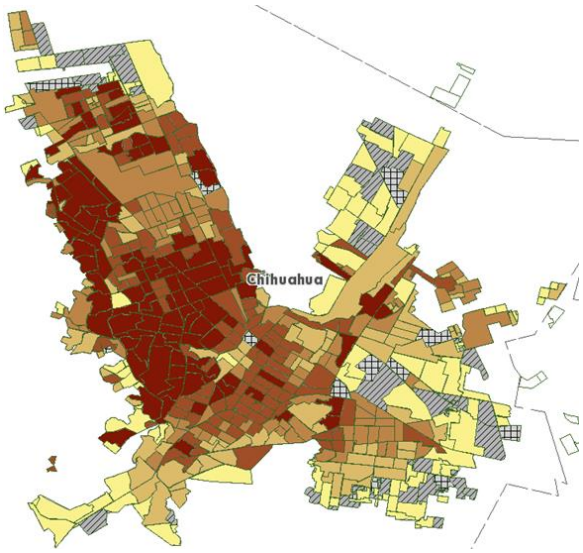


Figura 16. Distribución espacial de las personas con al menos un grado aprobado de educación superior. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].

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

2.4. Salud

El sistema de salud se divide en dos sectores: el público y el privado. El primero incluye instituciones de seguridad social como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de Defensa Nacional (SEDENA), entre otras, que brindan servicios a los trabajadores del sector formal de la economía. También engloba a instituciones que atienden a la población sin seguridad social, como el Instituto de Saludo para el Bienestar (INSABI), la Secretaría de Salud (SS) [10] así como servicios estatales o municipales, como el Instituto Municipal de Prevención y Atención a la Salud (IMPAS), que tiene como objetivo ampliar y fortalecer el acceso a los servicios generales de salud para el Municipio [11].

Para el Censo de Población y Vivienda 2020, el INEGI [2] estimó que el 88.77% de la población cuenta con afiliación a un servicio de salud, lo que equivale a un total de 832,400 habitantes. En este sentido, se observa que el sector público proporciona servicios de salud a al menos el 90.35% de los habitantes, mientras que el sector privado abarca un 5.54%.

Cabe mencionar que de los segmentos de afiliación destaca el número de afiliados al IMSS con un 66.33% de los habitantes afiliados a un servicio de salud.

En la Figura 17 figuras podemos observar el porcentaje de afiliación y en la Figura 18 los principales proveedores de los servicios de salud para el Municipio.

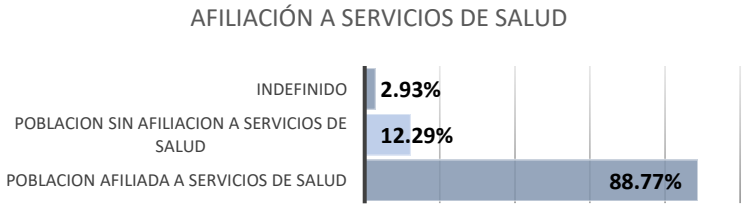


Figura 17. Porcentaje de población con servicios de salud en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [2].

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

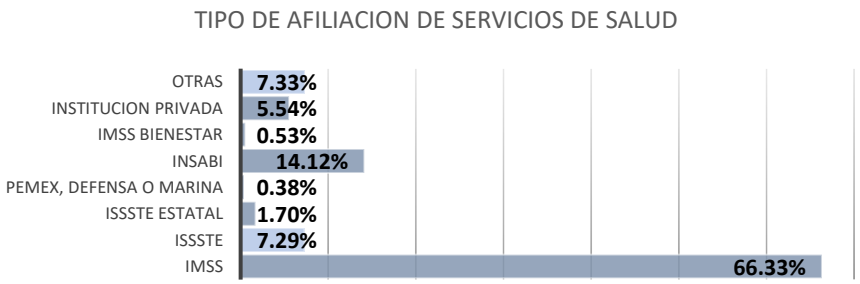


Figura 18. Porcentaje de población por tipo de afiliación de servicio de salud en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [2].

De acuerdo con los datos de la Secretaria de Economía con datos de la Secretaria de Salud, en el municipio de Chihuahua existen 279 unidades de salud.

Las enfermedades que se relacionan con la ingesta de agua contaminada son aquellas que se transmiten a través del agua. Estas enfermedades pueden ser causadas por microorganismos, como bacterias, virus, protozoos y parásitos, o por sustancias químicas. Las enfermedades transmitidas por el agua más comunes son:

- ***Enfermedades diarreicas***: estas enfermedades se caracterizan por la presencia de diarrea, vómitos, fiebre y dolor abdominal. Pueden ser causadas por bacterias como E. coli, Salmonella, Shigella o Campylobacter; virus como rotavirus, norovirus o adenovirus; o protozoos como Giardia o Cryptosporidium.
- ***Fiebre tifoidea***: esta enfermedad es causada por la bacteria Salmonella typhi. Los síntomas incluyen fiebre alta, dolor de cabeza, dolor abdominal, diarrea y cansancio.
- ***Cólera:*** esta enfermedad es causada por la bacteria Vibrio cholerae. Los síntomas incluyen diarrea acuosa profusa, vómitos, calambres abdominales y deshidratación.
- ***Hepatitis A***: esta enfermedad es causada por el virus de la hepatitis A. Los síntomas incluyen fiebre, náuseas, vómitos, dolor abdominal, ictericia y cansancio.
- ***Poliomielitis***: esta enfermedad es causada por el virus de la poliomielitis. Los síntomas pueden ser leves, como fiebre, dolor de cabeza y malestar general, o graves, como parálisis muscular.

El Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) [12], documentó para el año 2022, el municipio de Chihuahua ocupó el lugar 17 a nivel nacional en casos de enfermedades diarreicas, con un total de 12,345 casos. El municipio con mayor número de casos de enfermedades diarreicas fue Ciudad de México, con 126,256 casos.

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 a casos de fiebre tifoidea, el municipio de Chihuahua ocupó el lugar 15 a nivel nacional, con un total de 1,234 casos. El municipio con mayor número de casos de fiebre tifoidea fue Ciudad de México, con 4,151 casos.

Finalmente, en cuanto a casos de hepatitis A, el municipio de Chihuahua ocupó el lugar 14 a nivel nacional, con un total de 2,345 casos. El municipio con mayor número de casos de hepatitis A fue Ciudad de México, con 9,122 casos.

Estos datos muestran que el municipio de Chihuahua tiene una incidencia relativamente alta de enfermedades transmitidas por el agua. Sin embargo, es importante señalar que la incidencia de estas enfermedades ha ido disminuyendo en los últimos años. Por ejemplo, en 2021, el municipio de Chihuahua ocupó el lugar 18 en casos de enfermedades diarreicas, el lugar 16 en casos de fiebre tifoidea y el lugar 13 en casos de hepatitis A.

En el municipio de Chihuahua, las enfermedades transmitidas por el agua más comunes son las enfermedades diarreicas, la fiebre tifoidea y la hepatitis A. Según datos de la Secretaría de Salud del Estado de Chihuahua, en 2022 se reportaron 12,345 casos de enfermedades diarreicas, 1,234 casos de fiebre tifoidea y 2,345 casos de hepatitis A.

Esta disminución de la incidencia puede deberse a una serie de factores, como las mejoras en el tratamiento del agua potable, la educación en materia de higiene y la mejora de las condiciones sanitarias.

Este tipo de enfermedades transmitidas por el agua se pueden prevenir mediante medidas de higiene, como el lavado de manos, el tratamiento del agua antes de consumirla y la eliminación adecuada de las excretas.

Cabe señalar que este tipo de enfermedades son más frecuentes donde la fuente de abasto es de agua superficial. De acuerdo con la NOM-127-SSA1-2021 [(13)] que se refiere al agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Por eso se hace énfasis en el cumplimiento de las tablas: ***Especificaciones sanitarias microbiológicas y*** **Especificaciones** ***sanitarias de fitotoxinas.*** En cuanto a la tabla de ***Especificaciones sanitarias químicas*** los parámetros que se ven más en agua superficial que en subterránea, por estar más vulnerable a la contaminación externa y que generalmente proviene de actividades agrícolas e industriales y falta de saneamiento de las aguas residuales domesticas son: ***Cianuros totales, Nitrógeno amoniacal (N-NH3), Nitrógeno de nitratos (N-NO3-), Nitrógeno de nitritos (N-NO2-), Sólidos disueltos totales y Sulfatos (SO4=).***

Derivado que la fuente de abasto para todas las actividades socioeconómicas en el municipio de Chihuahua es casi el 100% de agua subterránea, la salud debe estar más vinculada a la ingesta acumulativa y pueden ser de forma inmediata o a largo plazo.

Los metales pesados pueden causar problemas de salud inmediatos, como:

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

- Náuseas, vómitos, diarrea
- Dolor de cabeza, mareos
- Dificultad para respirar
- Daño renal
- Daño neurológico

Los metales pesados también pueden causar problemas de salud a largo plazo, como:

- Cáncer
- Defectos de nacimiento
- Enfermedades cardíacas
- Enfermedades neurológicas

La gravedad de los problemas de salud depende de la cantidad de metales pesados presentes en el agua, la duración de la exposición y la sensibilidad individual. A continuación, se ejemplifican algunos metales y su vinculación con daños a problemas de salud, como:

- ***Daño renal***: el arsénico, el flúor y el mercurio pueden causar daño renal, lo que puede provocar insuficiencia renal.
- ***Problemas neurológicos***: el arsénico, el flúor, el mercurio y el plomo pueden causar problemas neurológicos, como daño cerebral, entumecimiento, hormigueo y convulsiones.
- ***Cáncer***: el arsénico, el mercurio y el plomo son carcinógenos conocidos que pueden causar una variedad de tipos de cáncer, como cáncer de pulmón, cáncer de piel, cáncer de hígado y cáncer de riñón.
- ***Defectos de nacimiento***: el arsénico, el mercurio y el plomo pueden causar defectos de nacimiento en los bebés.

Las personas que viven en el municipio de Chihuahua y que consumen agua potable proveniente de pozos privados deben tener en cuenta la posibilidad de que el agua contenga arsénico o flúor en concentraciones superiores a los límites permisibles [(13)].

La presencia de metales pesados en el agua potable se ha convertido en un problema significativo. Según un estudio efectuado en el 2022 por la Universidad Autónoma de Chihuahua [(14)], que analizó 202 fuentes de suministro, se determinó que el 33.66% de estos excede los límites establecidos para el Arsénico (As), mientras que el 59.90% rebasa los límites permitidos para el Flúor (F) de acuerdo con las regulaciones vigentes. Además, el 31.18% de los suministros presenta niveles elevados tanto de Arsénico como de Flúor de forma simultánea.

A pesar de que este y la mayoría de los estudios realizados sugieren la posible peligrosidad en la ingesta de agua, es importante destacar que no se realiza un diagnóstico basado en el muestreo en los puntos de entrega, sino en los de suministro. Idealmente, se debería llevar a

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

cabo un análisis en los puntos de entrega para obtener una imagen precisa de la posible peligrosidad. Esto se debe a que, en muchas ocasiones, especialmente en la ciudad de Chihuahua, el organismo operador mezcla agua de diferentes fuentes, como pozos, en tanques de almacenamiento y distribución. Como resultado, la concentración de sustancias en el agua que se consume puede diferir de la que se encuentra en la fuente original.

Es importante señalar que la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) de Chihuahua cumple con la NOM-179-SSA1-2020 [(15)], que establece el control de calidad del agua distribuida por los sistemas de abastecimiento de agua. Sin embargo, es responsabilidad de la JMAS proporcionar agua potable únicamente a la red de su propiedad que atiende a la zona urbana.

En el municipio de Chihuahua, se extraen anualmente 158.68 millones de metros cúbicos (Mm^3) de agua subterránea de un volumen total de 274.16 Mm^3 destinado para fuentes de agua potable, según los registros del REPDA para el año 2022. En lo que respecta a la captación de agua superficial, el REPDA autorizó un total de 15.600 Mm3 al año para uso potable, concesionados a la JMAS Chihuahua [(16)]. Estos recursos hídricos se distribuyen en 3 puntos de captación que suman 15.727 Mm^3 al año, los cuales abastecen a las comunidades rurales del municipio y propiedades privadas. La ubicación de estos puntos se muestra en la Figura 19 y se encuentran dispersos por toda la región, lo que dificulta su monitoreo y control debido a la falta de recursos económicos para llevar a cabo análisis de calidad del agua.

No obstante, es relevante destacar que, en el año 2022, la Junta Central de Agua y Saneamiento (JCAS) del Estado de Chihuahua, en colaboración con la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), realizó un inventario de las fuentes de agua potable por municipio, permitiendo el acceso para muestrear la calidad del agua y medir la piezometría [(17)].

Es importante resaltar que en el municipio de Chihuahua existen 391 comunidades, lo que significa que se pudo obtener información sobre la fuente de abastecimiento de agua potable únicamente para el 45% de estas comunidades. La Figura 19 muestra la ubicación de los puntos identificados como fuentes de agua potable en este estudio, de los cuales se clasifican de la siguiente manera: 208 pozos, 3 norias, 3 galerías filtrantes y 2 manantiales, sumando un total de 216 puntos identificados.

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

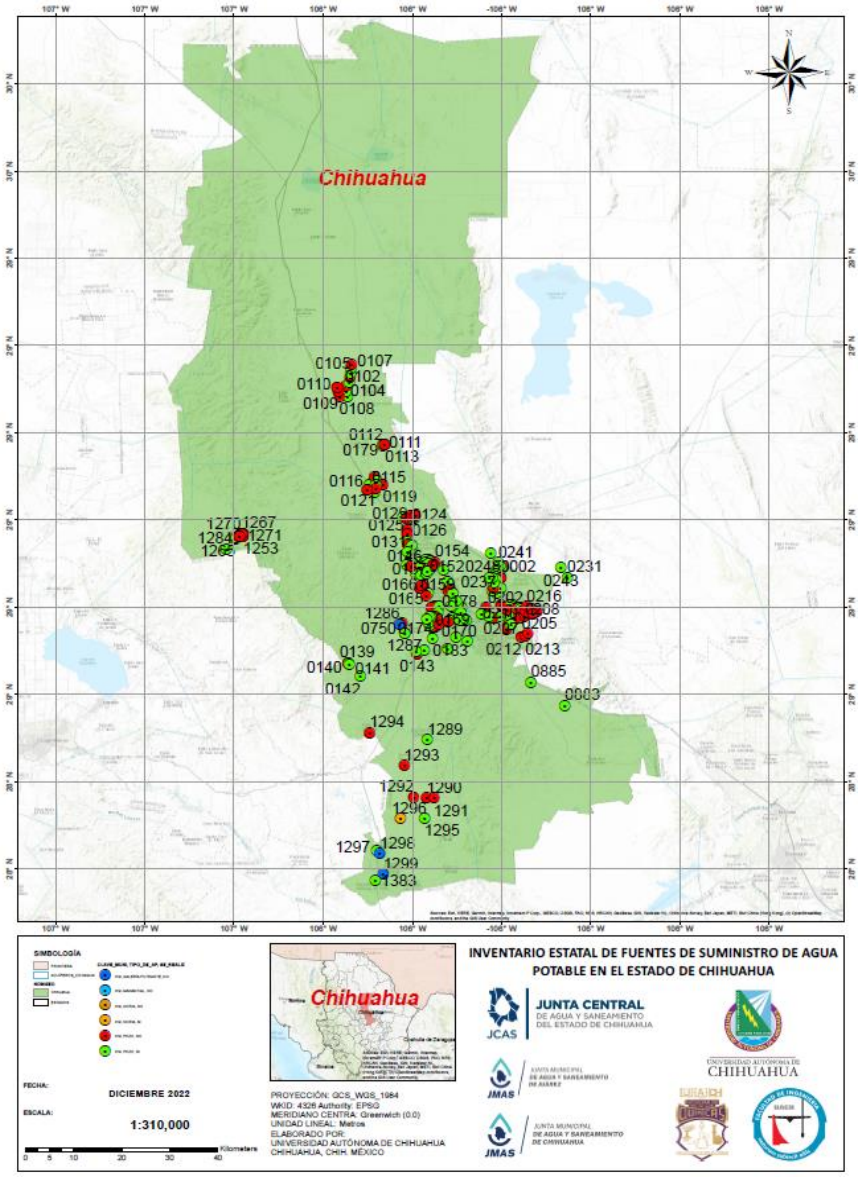


Figura 19. Ubicación de pozos destinados al abastecimiento de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Inventario estatal de fuentes de suministro de agua potable en el estado de Chihuahua [17].

La CONAGUA lleva a cabo, a través de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, el monitoreo de los principales cuerpos de agua del país. La red está constituida por cuerpos de agua lóticos, lénticos, costeros y subterráneos. Se incluyen parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de acuerdo con el tipo de cuerpo de agua, en la Tabla 6 se muestran los puntos que se incluyen en la red del municipio de Chihuahua.

Tabla 6. Nombre y ubicación de los principales cuerpos de agua donde se realizan muestreos de calidad en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, CONAGUA 2022 [(18)].

CLAVE SITIO	NOMBRE DEL SITIO	CUERPO DE AGUA	TIPO DE CUERPO DE AGUA	SUBTIPO CUERPO AGUA
DLCHI325	SAN MARCOS 1	PRESA SAN MARCOS	LÉNTICO	PRESA
DLCHI326	SAN MARCOS 2	PRESA SAN MARCOS	LÉNTICO	PRESA
DLCHI342	SAN MARCOS 3	PRESA SAN MARCOS	LÉNTICO	PRESA
DLCHI343	SAN MARCOS 4	PRESA SAN MARCOS	LÉNTICO	PRESA
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	ACUÍFERO EL SAUZ-ENCINILLAS	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	ACUÍFERO EL SAUZ-ENCINILLAS	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	ACUÍFERO EL SAUZ-ENCINILLAS	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	ACUÍFERO EL SAUZ-ENCINILLAS	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	ACUÍFERO CHIHUAHUA-SACRAMENTO	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI352	RIO CHUVISCAR 4	RIO CHUVISCAR	LÓTICO	RÍO
DLCHI353	PAPELERA DE CHIHUAHUA, S.A. DE C.V. (AGUAS ARRIBA)	AFLUENTE DE DESCARGA RIO CONCHOS Y CU	LÓTICO	RÍO
DLCHI354	PAPELERA DE CHIHUAHUA, S.A. DE C.V. (AGUAS ABAJO)	AFLUENTE DE DESCARGA RIO CONCHOS Y CU	LÓTICO	RÍO
DLCHI357	PRESA LUIS L. LEON 10	PRESA L. LEON	LÉNTICO (HUMEDAL	PRESA
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	ACUÍFERO TABALAOPA-ALDAMA	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI359	RIO CHUVISCAR 2	RIO CHUVISCAR	LÓTICO	RÍO
DLCHI360	RIO CHUVISCAR 5	RIO CHUVISCAR	LÓTICO	RÍO
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	ACUÍFERO TABALAOPA-ALDAMA	SUBTERRÁNEO	POZO
DLCHI364	PRESA CHIHUAHUA 2	PRESA CHIHUAHUA	LÉNTICO	PRESA
DLCHI365	ARROYO - CONFLUENTE CHUVISCAR PRESA CHIHUAHUA 1	ARROYO	LÉNTICO	PRESA
DLCHI366	PRESA CHUVISCAR 3	PRESA CHUVISCAR	LÉNTICO	PRESA
DLCHI367	PRESA CHUVISCAR 2	PRESA CHUVISCAR	LÉNTICO	PRESA
DLCHI368	PRESA CHUVISCAR 1	PRESA CHUVISCAR	LÉNTICO	PRESA
DLCHI369	PRESA EL REJON 2	PRESA EL REJON ZN	LÉNTICO	PRESA
DLCHI370	PRESA EL REJON 1	PRESA EL REJON	LÉNTICO	PRESA

La Tabla 7 presenta los resultados proporcionados por el Sistema Nacional de Información del Agua, a cargo de CONAGUA. Estos resultados muestran la evolución en el periodo de 2012 al 2022 en los acuíferos del municipio de Chihuahua, así como la clasificación de su condición en términos de la idoneidad para la ingesta de agua en función de parámetros específicos.

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 7. Clasificación por parámetro de muestreo en agua subterránea en el periodo 2012 a 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, CONAGUA 2022 [(18)].

clave	sitio	acuifero	subtipo	periodo	alc	c_alc	conduc	c_conduct
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	131.88	Media	296.3	Buena para riego
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	113.775	Media	296	Buena para riego
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	168.01	Alta	293	Buena para riego
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	148.7	Media	264	Buena para riego
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	POZO	2012-2022	115.6	Media	231.5	Excelente para riego
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	232.24	Alta	669.5	Buena para riego
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	330.8	Alta	1025	Permisible para riego

clave	sitio	acuifero	subtipo	periodo	sdt	c_sdt_ra	c_sdt_salin
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	218	Excelente para riego	Potable - Dulce
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	224	Excelente para riego	Potable - Dulce
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	208	Excelente para riego	Potable - Dulce
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	192	Excelente para riego	Potable - Dulce
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	POZO	2012-2022	158	Excelente para riego	Potable - Dulce
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	504	Cultivos sensibles	Potable - Dulce
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	768	Cultivos sensibles	Potable - Dulce

clave	sitio	acuifero	subtipo	periodo	fluoruros	c_fluoruros	dur	c_dur
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	3.1987	Alta	91.7516	Potable - Moderadamente suave
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	0.4113	Media	115.95	Potable - Moderadamente suave
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	0.5511	Media	134.39	Potable - Dura
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	0.5179	Media	116.9704	Potable - Moderadamente suave
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	POZO	2012-2022	0.26815	Baja	88.045	Potable - Moderadamente suave
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	0.96375	Potable - Optima	247.85	Potable - Dura
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	0.7597	Potable - Optima	460.2752	Potable - Dura

clave	sitio	acuifero	subtipo	periodo	as_	c_as_	cd	c_cd
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	0.01161429	Apta como FAAP	<0.003	Potable - Excelente
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	POZO	2012-2022	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente

clave	sitio	acuifero	subtipo	periodo	cr	c_cr	hg	c_hg
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	<0.0005	Potable - Excelente

clave	sitio	acuifero	subtipo	periodo	pb	c_pb	semaforo
DLCHI344	CASETA OJO LAGUNA	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Rojo
DLCHI345	EL SAUZ-ENCINILLAS 2	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Verde
DLCHI346	EL SAUZ-ENCINILLAS 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Verde
DLCHI347	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 3	EL SAUZ-ENCINILLAS	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Verde
DLCHI348	CHIHUAHUA-SACRAMENTO 2	CHIHUAHUA-SACRAMENTO	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Verde
DLCHI358	TABALAOPA-ALDAMA 3	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Verde
DLCHI361	TABALAOPA-ALDAMA 1	TABALAOPA-ALDAMA	POZO	2012-2022	<0.005	Potable - Excelente	Amarillo

Este monitoreo es importante, y un área de oportunidad para establecer acciones y políticas públicas, por lo cual es relevante y recomendable realizar periódicamente los índices de peligrosidad

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

(IP), calidad (ICA), exposición (IE) y vulnerabilidad (IVP) de la población por la calidad del agua de consumo. A continuación, se define los requerimientos para realizarlos [19]:

El índice de peligrosidad mide el riesgo de que el agua potable se contamine con microorganismos patógenos. Para calcular este índice se requiere de la siguiente información [19,20]:

- Concentración de bacterias coliformes fecales en el agua: Las bacterias coliformes fecales son un indicador de la contaminación fecal.
- Presencia de otros microorganismos patógenos, como virus, protozoos y parásitos: La presencia de estos microorganismos puede causar una variedad de enfermedades, como enfermedades diarreicas, fiebre tifoidea y hepatitis A.
- Condiciones sanitarias de la zona de captación del agua: Las condiciones sanitarias de la zona de captación del agua pueden influir en el riesgo de contaminación.

El índice de calidad mide la calidad del agua potable, teniendo en cuenta la presencia de microorganismos patógenos, sustancias químicas y otros contaminantes. Para calcular este índice se requiere de la siguiente información [19,20]:

- Concentración de bacterias coliformes fecales en el agua: Las bacterias coliformes fecales son un indicador de la contaminación fecal.
- Presencia de otros microorganismos patógenos, como virus, protozoos y parásitos: La presencia de estos microorganismos puede causar una variedad de enfermedades, como enfermedades diarreicas, fiebre tifoidea y hepatitis A.
- Concentración de sustancias químicas, como metales pesados, pesticidas y otros contaminantes: Las sustancias químicas pueden causar una variedad de problemas de salud, como daño renal, problemas neurológicos, cáncer y defectos de nacimiento.

El índice de exposición mide la probabilidad de que la población se exponga al agua potable contaminada. Para calcular este índice se requiere de la siguiente información [19,20]:

- Población que consume agua potable de la fuente: La población que consume agua potable de la fuente es la población que está potencialmente expuesta a la contaminación.
- Consumo de agua potable: El consumo de agua potable es la cantidad de agua que consume la población diariamente.

El índice de vulnerabilidad mide la capacidad de la población para hacer frente a los efectos de la contaminación del agua. Para calcular este índice se requiere de la siguiente información [19,20]:

- Edad de la población: La edad de la población es un factor de vulnerabilidad, ya que los niños y los ancianos son más susceptibles a los efectos de la contaminación del agua.
- Estado de salud de la población: El estado de salud de la población es un factor de vulnerabilidad, ya que las personas con problemas de salud subyacentes son más susceptibles a los efectos de la contaminación del agua.

- Hábitos de higiene de la población: Los hábitos de higiene de la población pueden influir en la exposición a la contaminación del agua.
- Condiciones socioeconómicas de la población: Las condiciones socioeconómicas de la población pueden influir en la capacidad de la población para hacer frente a los efectos de la contaminación del agua.

En México, los índices de peligrosidad, calidad, exposición y vulnerabilidad de la población por la calidad del agua de consumo se calculan y publican anualmente por la CONAGUA [19]. Cabe resaltar que los índices se realizan por fuente que se suministra y se debe aplicar un mecanismo complejo cuando son mezclas de agua de dos o más fuentes.

En el municipio de Chihuahua, ocasionalmente se han calculado los índices de peligrosidad, calidad, exposición y vulnerabilidad de la población por la calidad del agua de consumo como parte de investigaciones, pero no como una sistematización de política púbica de control.

Es importante señalar que los resultados pueden variar según la zona del municipio. Por ejemplo, las zonas rurales del municipio pueden tener un mayor riesgo de contaminación del agua que las zonas urbanas. Es por ello por lo que la JCAS como entidad responsable del suministro de agua potable en las zonas rurales y la JMAS en la zona urbana, están trabajando para mejorar la calidad del agua potable en el municipio de Chihuahua. Algunas de las acciones que se están tomando incluyen:

1. Incrementar la cobertura de la red de agua potable: esto reducirá la cantidad de personas que dependen de pozos privados, que pueden estar contaminados.
2. Mejorar la infraestructura de tratamiento de agua: esto ayudará a eliminar los contaminantes del agua.
3. Educar a la población sobre la importancia del agua potable segura: esto ayudará a reducir la exposición de la población a la contaminación del agua.

Con estas acciones, se espera que la calidad del agua potable en el municipio de Chihuahua continúe mejorando en los próximos años.

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

2.5. Características de Vivienda

El Municipio de Chihuahua dispone de un total de 332,743 viviendas particulares, de las cuales se estima que 300,786 están habitadas, lo que equivale a una tasa de ocupación del 88.83%. Por otro lado, se contabilizan un total de 37,824 viviendas particulares desocupadas, representando el 11.17% del total de viviendas (Tabla 8).

Además, se registra un promedio de 3.11 habitantes por vivienda y un promedio de 0.7 ocupantes por cuarto.

Tabla 8. Clasificación de viviendas habitadas y deshabitadas en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [(2)].

Tipo de vivienda	N.º Viviendas	Porcentaje %
Viviendas particulares habitadas	300,786	88.83
Viviendas Particulares deshabitadas	37,824	11.17

Por otro lado, resulta fundamental comprender las características que definen cada tipo de vivienda mencionada anteriormente. Esto nos permite identificar las necesidades específicas, así como evaluar las fortalezas y debilidades de la infraestructura social existente.

Es importante destacar que el derecho a una vivienda digna está respaldado por la Declaración de los Derechos Humanos y el Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales, al cual México se unió en 1981. Estos documentos establecen que una vivienda adecuada debe cumplir una serie de condiciones particulares antes de considerarse como tal. Estas condiciones se resumen en aspectos como la seguridad, la disponibilidad de servicios materiales, las instalaciones e infraestructura, la asequibilidad, la habitabilidad, la accesibilidad, la ubicación y la adecuación cultural [(21)].

El enfoque principal de este estudio se centra en garantizar la disponibilidad del recurso hídrico y prevenir los riesgos que este pueda plantear para el Municipio de Chihuahua. Por lo tanto, se han considerado los siguientes parámetros de caracterización de vivienda como parte de esta evaluación.

En el Municipio, se encuentran un total de 296,553 viviendas particulares habitadas que cuentan con todos los servicios esenciales, incluyendo electricidad, agua entubada de la red pública y drenaje. Esto representa el 89.12% del total de viviendas habitadas en la región. Por otro lado, se identifican 76 viviendas particulares habitadas que carecen de cualquier tipo de servicio mencionado, lo que equivale al 0.02% de las viviendas habitadas [(2)].

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 lo que respecta al suministro de agua entubada, se reportan 297,444 viviendas particulares habitadas que disponen de este servicio, ya sea dentro de la vivienda o en el patio o terreno, representando el 89.39% del total de viviendas habitadas. Adicionalmente, se estima que 289,643 viviendas particulares habitadas tienen acceso a agua entubada a través del servicio público, lo que equivale al 87.05% de las viviendas. Por otro lado, se identifican 2,460 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda, lo que representa el 7.4% de las viviendas habitadas [(2)]. Estos datos se encuentran detallados en la Figura 20 para una mejor visualización.

Figura 20. Porcentaje de viviendas con suministro de agua por red o pipa. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de INEGI [(2)].



Asimismo, se registra un total de 298,791 viviendas particulares habitadas que cuentan con un sistema de drenaje, lo que representa el 89.8% del total. Se estima que 1,052 viviendas carecen de un sistema de drenaje, equivalente al 0.32%. Además, se han identificado 700 viviendas, lo que equivale al 0.21%, que cuentan con letrinas, como pozos u hoyos [(2)].

Es importante destacar que los indicadores de vivienda proporcionados por el INEGI [(2)] y la Comisión Nacional de Población (CONAPO) sugieren que, en el municipio de Chihuahua, se estima un total de 300,786 casas particulares habitadas, con un promedio de 3.1 ocupantes por vivienda. De este conjunto de hogares, el 97.9% tiene acceso a agua entubada, el 76.3% cuenta con un tinaco, y un 8.1% dispone de una cisterna o aljibe en su propiedad, como se muestra en la Figura 21.

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

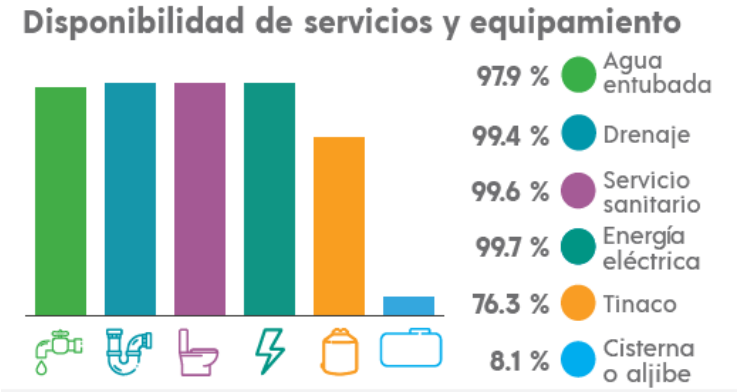


Figura 21. Porcentaje de viviendas con suministro de agua por red o pipa. Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEGI 2020 [(2)].

Estos indicadores resultan insuficientes para evaluar el impacto en la demanda y la gestión del servicio de suministro de agua, que es necesario satisfacer por parte de las entidades responsables. En el caso de la ciudad de Chihuahua, la JMAS de Chihuahua, y en el ámbito rural, las juntas rurales o comités de vecinos son los encargados de esta tarea.

Es crucial considerar aspectos adicionales, como la capacidad de almacenamiento en los hogares que cuentan con sistemas de almacenamiento doméstico. Además, en el caso de los domicilios que reciben agua a través de la distribución en pipa, es importante analizar la frecuencia y el volumen de agua que se les suministra. Para aquellos habitantes que obtienen agua a través de la red del organismo operador, se debe también evaluar la frecuencia y la calidad del servicio que se les proporciona, teniendo en cuenta aspectos como el tiempo y la regularidad de los horarios de servicio.

En la Tabla 9 se resume los indicadores sobre las infraestructuras de las viviendas que manejan las encuestas de INEGI y CONAPO.

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. Clasificación de la infraestructura en las viviendas del municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [(2)].

Característica de la vivienda	N.º Viviendas	Porcentaje %
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	296,553	89.12%
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje	76	0.02%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	297,444	89.39%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua	289,643	87.05%
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	2,460	0.74%
Viviendas particulares habitadas que disponen de tinaco	229,266	68.90%
Viviendas particulares habitadas que disponen de cisterna o aljibe	24,464	7.35%
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	298,617	89.74%
Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo)	700	0.21%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	298,791	89.80%
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	1,052	0.32%
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	1,604	0.48%

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. Infraestructura, Sistema de Agua Potable y Servicio de Drenaje

3.1. Infraestructura y Equipamiento de Agua Potable

La infraestructura y el equipamiento relacionados con el suministro de agua potable y los servicios de drenaje desempeñan un papel fundamental en el desarrollo social y económico de un país. Es innegable que el acceso al agua potable es esencial para la vida, mientras que los sistemas de drenaje sanitario son vitales para prevenir enfermedades y proteger el medio ambiente. Por otro lado, la infraestructura de drenaje pluvial contribuye a mitigar los efectos de las inundaciones.

Sin embargo, en México, la cobertura de agua potable y drenaje aún es insuficiente. Según datos de la CONAGUA en 2023 [16], solo el 16 % de la población en México tenía acceso a agua potable de forma continua (24/7), lo que ha llevado a un aumento en la gestión comunitaria del recurso hídrico. Estas deficiencias tienen un impacto negativo en la salud y el bienestar de la población, ya que la falta de acceso a agua potable segura puede dar lugar a enfermedades diarreicas, que son una de las principales causas de mortalidad en niños menores de 5 años. Por otro lado, la ausencia de sistemas de drenaje sanitario adecuados puede resultar en la contaminación del agua y el suelo, lo que a su vez puede generar problemas de salud y daños ambientales.

Para mejorar la cobertura de agua potable y drenaje, es necesario realizar inversiones significativas en infraestructura y equipamiento. De acuerdo con datos de la CONAGUA [22], el promedio de antigüedad de la red hidrosanitaria en México es de 30 años, lo que significa que la mayoría de las redes de agua potable y drenaje en el país tienen más de tres décadas de antigüedad. Aunque no se dispone de estadísticas específicas para Chihuahua, se estima que el 32% de su infraestructura tiene una antigüedad superior a los 30 años, el 11% tiene entre 20 y 30 años, el 40% entre 10 y 20 años, y el 17% tiene menos de 10 años de antigüedad, según el programa de sustitución y rehabilitación de redes de agua potable de la JMAS Chihuahua (Figura 22). Estos datos ponen de relieve la necesidad de modernizar y mejorar la infraestructura hidrosanitaria en el 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

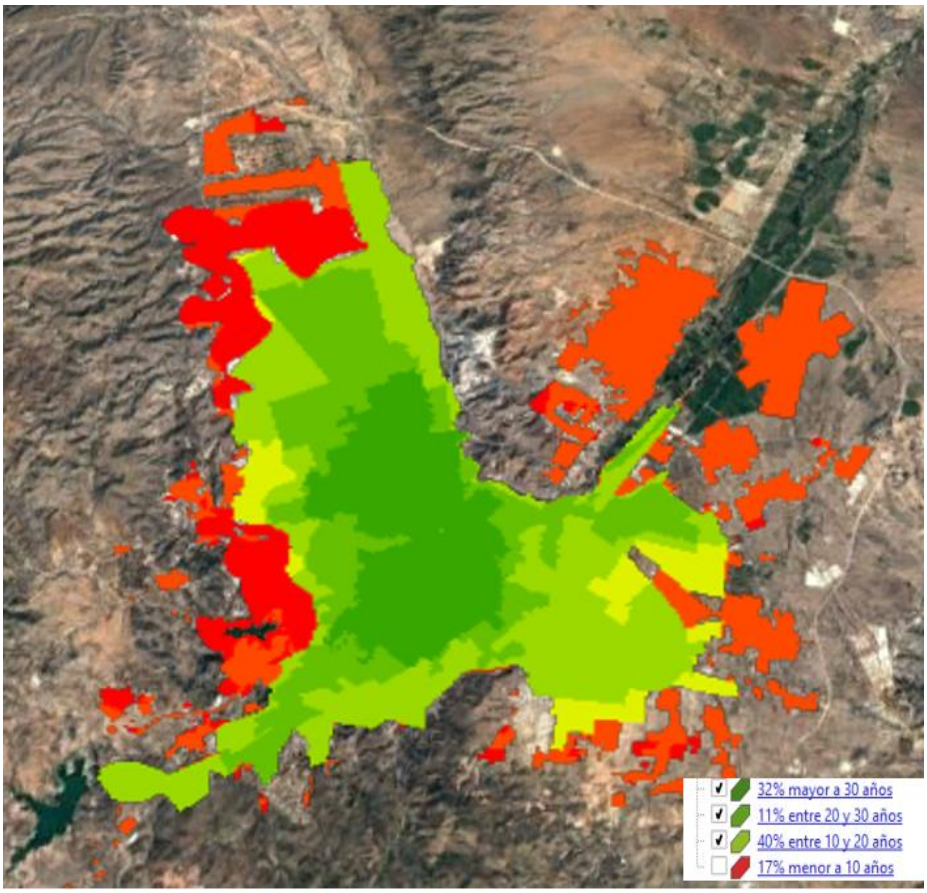


Figura 22. Porcentajes de antigüedad de la red de agua potable de la cd. De Chihuahua. Fuente: JMAS (2023).

El envejecimiento de la red hidrosanitaria es un problema importante, ya que puede causar una serie de problemas, como [23]:

1. Pérdidas de agua: Las redes hidrosanitarias envejecidas pueden tener fugas, lo que puede causar pérdidas de agua. Las pérdidas de agua pueden representar un desperdicio de recursos hídricos y un aumento en los costos de operación.
2. Contaminación: Las redes hidrosanitarias envejecidas pueden estar contaminadas con bacterias, virus y otros microorganismos. Esta contaminación puede causar enfermedades en la población.

Para mitigar los problemas causados por el envejecimiento de la red hidrosanitaria, es necesario realizar inversiones en rehabilitación y modernización. Estas inversiones pueden incluir [24]:

a) Rehabilitación de tuberías: Las tuberías envejecidas pueden ser reparadas o reemplazadas.

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

b) Mejora de las conexiones domiciliarias: Las conexiones domiciliarias mal selladas pueden causar fugas. Las conexiones domiciliarias deben ser revisadas y reparadas o reemplazadas.
c) Instalación de sistemas de detección de fugas: Los sistemas de detección de fugas pueden ayudar a identificar y reparar las fugas rápidamente.

En el caso de la infraestructura de alcantarillado y drenaje sanitario, es menos la información existente, es hasta los años recientes que la JMAS de Chihuahua, ha impulsado de forma permanente la sustitución de tramos de alcantarillado sanitario.

La infraestructura y el equipamiento de agua potable y servicio de drenaje son una inversión en el futuro de México. Al invertir en esta infraestructura, estamos contribuyendo a mejorar la salud, el bienestar y el desarrollo social y económico de nuestro país [(25)].

En las localidades rurales, no existe un sistema que garantice el cumplimiento de los volúmenes de extracción de agua. En su lugar, cada comunidad se encarga de administrar el recurso hídrico a través de Comités del Agua o el Ayuntamiento, dividiendo el suministro por zonas o colonias. En algunos casos, también se utiliza un sistema de racionamiento basado en turnos de tiempo. Estas prácticas se han vuelto más comunes debido a la creciente crisis del agua que ha estado empeorando desde 2009 [(26)].

Según el Índice de Competitividad Estatal del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) 2023, la inversión en infraestructura de agua potable y alcantarillado en el municipio de Chihuahua fue de $194.5 millones de pesos en 2022 [(27)]. Esto representa el 0.4% del PIB municipal.

El IMCO estima que la inversión necesaria para sustituir el envejecimiento de la infraestructura de agua potable y alcantarillado en el municipio de Chihuahua es de $1,000 millones de pesos [(27)]. Esta inversión se necesitaría para reemplazar tuberías envejecidas, rehabilitar sistemas de alcantarillado sanitario y mejorar la eficiencia de la operación de los sistemas.

Para ampliar la infraestructura de agua potable y alcantarillado para atender el crecimiento de la población, el IMCO estima que se necesitaría una inversión de $500 millones de pesos [(27)]. Esta inversión se necesitaría para construir nuevas redes de agua potable y alcantarillado, así como para ampliar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

En total, el IMCO estima que la inversión necesaria para mejorar la infraestructura de agua potable y alcantarillado en el municipio de Chihuahua es de $1,500 millones de pesos. Esta inversión se necesitaría para garantizar el acceso a agua potable segura y al servicio de drenaje eficiente para toda la población.

Cabe señalar que la inversión y la priorización del tipo de infraestructura hidrosanitaria, en el municipio de Chihuahua tiene que estar acorde a su clasificación catastral, de acuerdo con el IMPLAN

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

existen zonificaciones primarias y secundarias las cuales determinan los polígonos de área urbana y reserva de crecimiento (Figura 23).

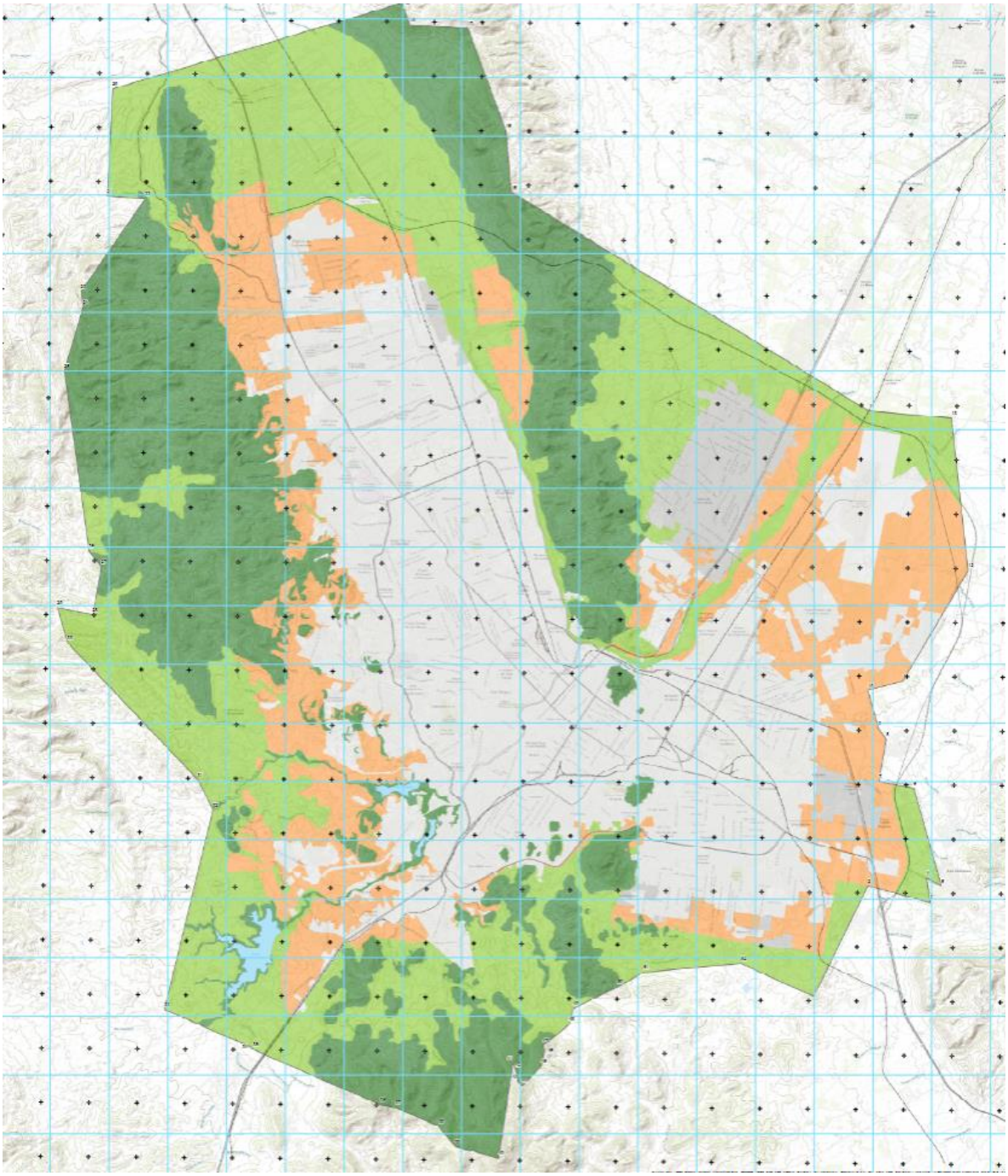


Figura 23. Zonificación primaria Plan de Desarrollo Urbano del centro de población Chihuahua. Fuente: Suelo artificializado y huella urbana, IMPLAN 2021 [28,29].

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

Estas características catastrales impactan en identificar necesidades y priorizar la inversión, así como en la cobertura en crecimiento y/o rehabilitación de la infraestructura en: agua potable, alcantarillado y drenaje, saneamiento. Para lo cual se debe clasificar la atención de servicios a la infraestructura hidrosanitaria como: operación, mantenimiento, sustitución y crecimiento. A continuación, se presenta la radiografía que corresponde a lo urbano y que es responsabilidad de la JMAS Chihuahua.

La infraestructura del suministro de la red de agua potable para ciudad de Chihuahua se encarga de abastecer una superficie de 273.26 km^2, equivalente al 92.6% de la superficie total de la ciudad, mientras que tan solo 21.73km^2 son abastecidos mediante el empleo de camiones de tipo pipa o cisterna, como se muestra en la Figura 24.

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

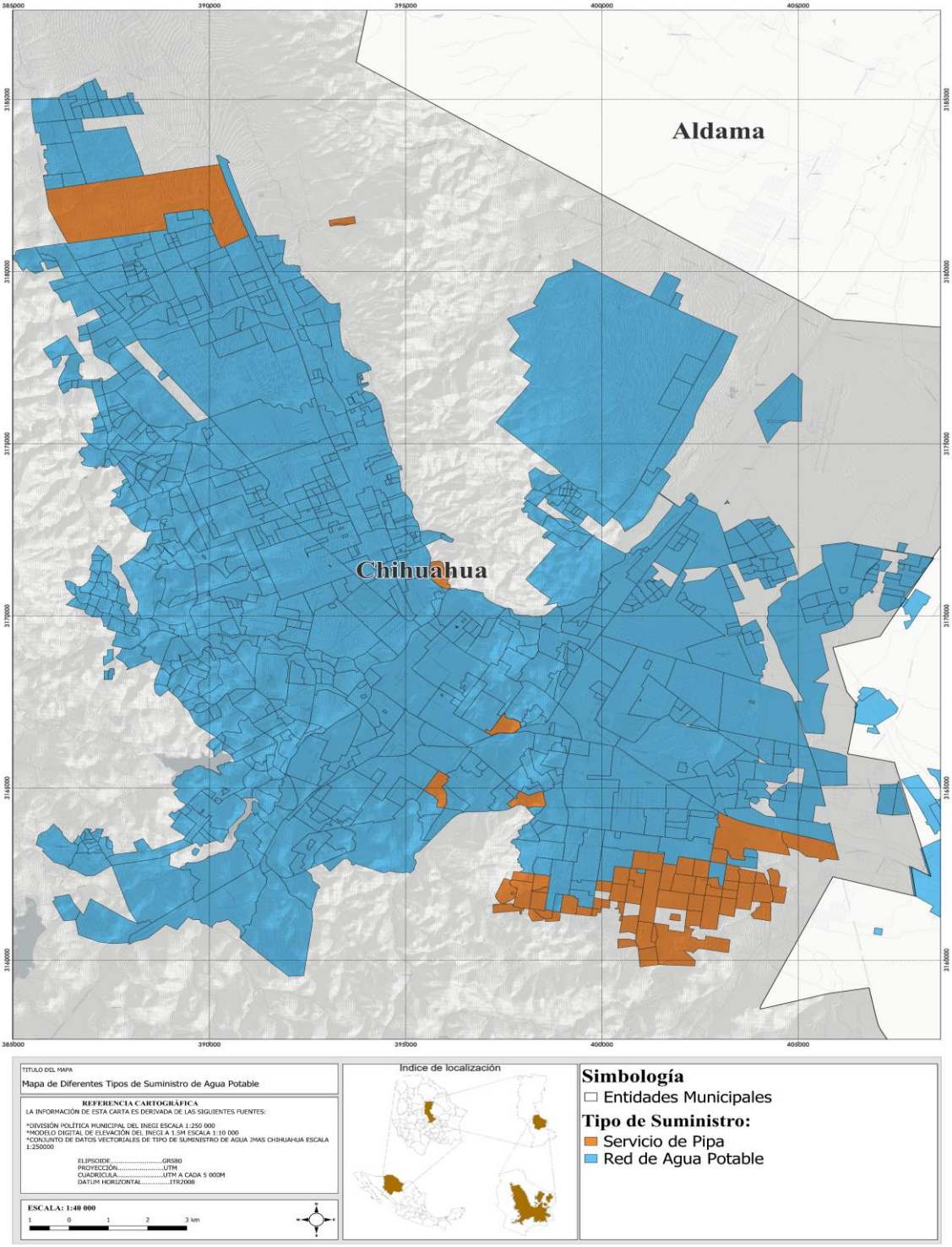


Figura 24. Mapa de diferentes tipos de suministro de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales del tipo de suministro de agua de la JMAS (2023).

La superficie abastecida por agua incluye una red de agua potable con una longitud de 3926.01 km. Esta red mayoritariamente se compone de tuberías con diámetros de 3 y 4 pulgadas, ya que estas tuberías secundarias se utilizan para conectar las tomas de los usuarios.

El sistema de agua potable, de forma primaria, se divide en dos partes principales:

a) Los pozos, desde donde se extrae el agua del subsuelo.

b) Las tuberías de conducción, que tienen diámetros mayores a 4 pulgadas; estas tuberías transportan el fluido desde los pozos hasta los tanques de almacenamiento y distribución.

En ambos sistemas, tanto el primario como el secundario de la red de agua potable, se emplean rebombeos. Estos rebombeos agregan energía o presión para llevar el fluido de un lugar a otro. Algunos de estos rebombeos son tipo cárcamo, mientras que otros son tipo booster, y pueden constar de una sola bomba o hasta 6 equipos.

En cuanto a los pozos, aproximadamente 56 de ellos proporcionan suministro directo a una zona de forma individual o aislada. Los demás pozos se agrupan en baterías y de allí se conduce el agua hacia diferentes acueductos, que funcionan como conducciones principales para la distribución del fluido. Algunos de estos acueductos incluyen el Acueducto El Sauz, Sacramentos Norte, Sacramento Viejos, Tabaloapa-Nombre de Dios, Tabaloapa-Aldama, Ojos del Chuviscar y Puertas de Chihuahua, como se observan en la Figura 25.

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

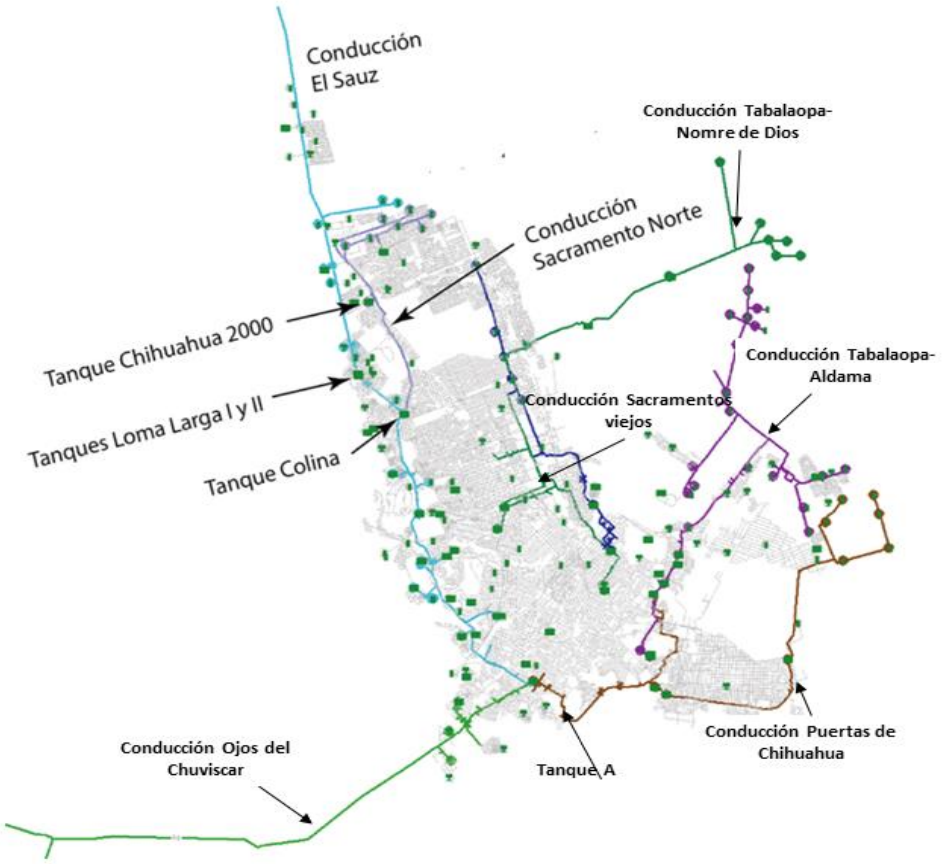


Figura 25. Acueductos principales para el suministro de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: JMAS (2023).

Las baterías de pozos del sistema de agua potable se dividen en varias categorías según su antigüedad de inclusión en el sistema. Entre estas categorías se encuentran Ojos del Chuviscar, Tabalaopa-Aldama, Tabalaopa-Nombre de Dios, Sacramento Viejos, Sacramento Norte, Panamericana - Tabalaopa Aldama, Tabalaopa Nombre de Dios y El Sauz Etapa I y II. Los pozos más recientes pertenecen a la batería Puerta Chihuahua, la cual tiene en promedio unos 20 años desde su perforación [29] [30] [31]. Estas baterías de pozos cumplen un papel crucial en la distribución de agua dentro del sistema de abastecimiento del municipio de Chihuahua.

En la Tabla 10 se presentan los gastos promedio por conducción y los pozos que incorporan caudal en cada una de ellas, el número de colonias abastecidas y la zona de influencia, así como las baterías de pozos que abastecen directamente a la Ciudad o a sus sistemas de almacenamiento y distribución.

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 10. Conducciones que abastecen a la Ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS.

Conducción	Pozos	Gasto (l/s)	Colonias	Zona de Influencia	Diámetro (in)	Tanques que abastece
Ojos del Chuvíscar	4	220	25	Sur Este	20	6
Panamericana	5	109	18	Oeste	12	3
Sacramentos Viejos	4	124	20	Sur Este	18	4
Tabalaopa Aldama	13	264	40	sur	20	8
Sacramentos Norte	8	193	64	norte	18	4
Tabalaopa Nombre de Dios	6	190	48	Este de norte a sur	20	5
Sáuz Etapa I y II	33	894	177	Nor Este	36 y 30	16
Puerta de Chihuahua	7	460	48	Sur Este	36	6
Pozos Lagunas, Paseos y Aeropuertos	7	131	12	Sur Este	10	6
Pozos Arroyos y Picachos	8	132	24	Norte	10	3
Pozos CIMAS y Hacienda	4	61	18	Norte Oeste	12	3
Pozos Chapo Parcela y La Salle	3	36	8	Este	12	4
Pozos Aislados en Mancha Urbana	34	1152	45	variable	variable	varios

En cuanto a la capacidad de almacenamiento y distribución, la Figura 26 presenta la distribución espacial de los 101 tanques y los 173 pozos activos, además de la red de agua potable que suministra el vital líquido a la mancha urbana de 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

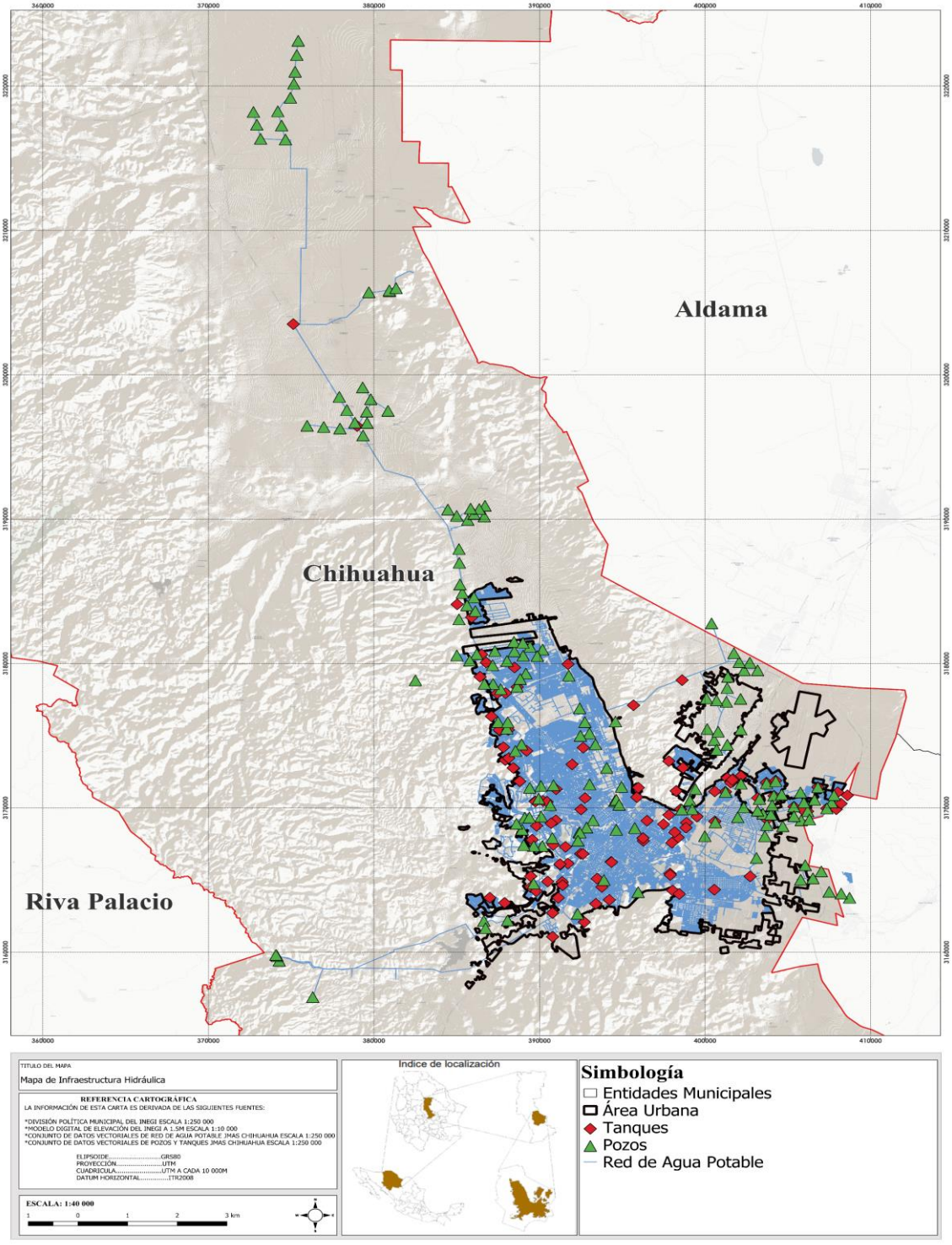


Figura 26. Mapa de la infraestructura hidráulica del municipio de Chihuahua, incluye tanques, pozos y la red de agua potable. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

En cuanto al volumen de almacenamiento y su zona de influencia dentro del municipio de Chihuahua, es posible identificar los tanques más relevantes que se encuentran detallados en la Figura 27, la cual también exhibe las áreas que abarcan estos tanques.

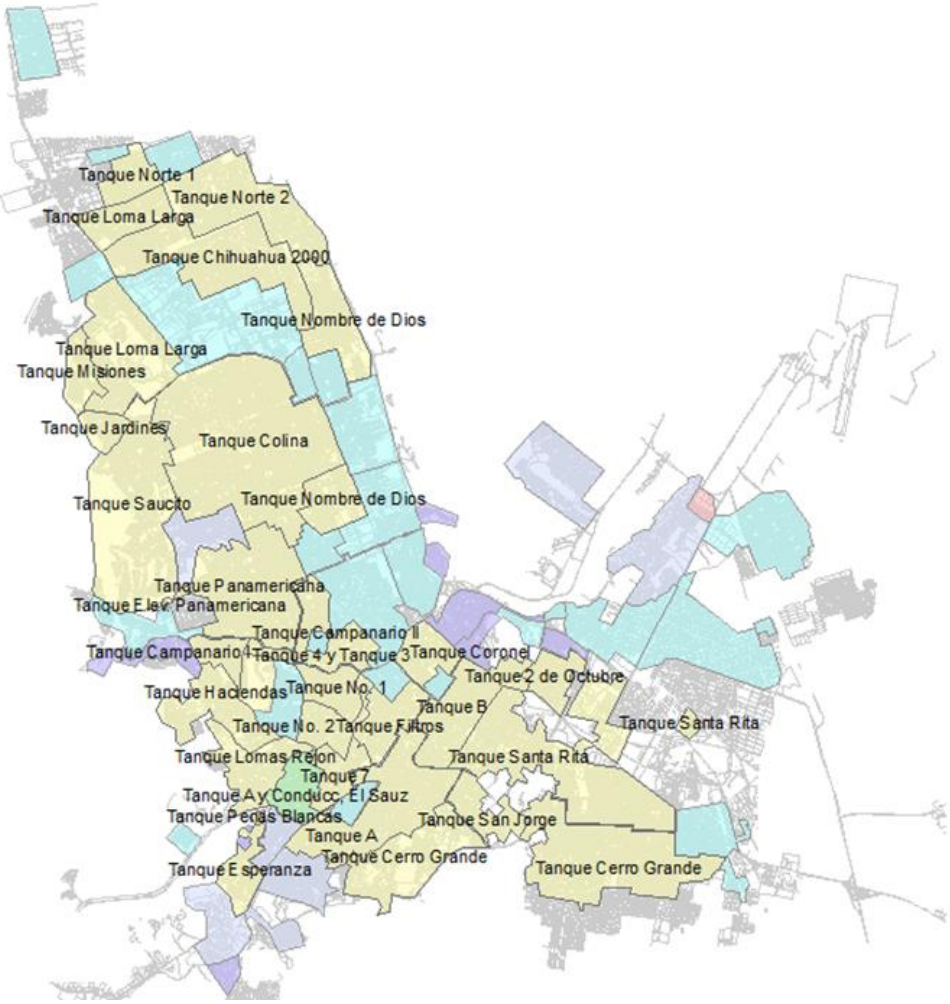


Figura 27. Imagen de la zona de influencia de los principales tanques de la red de agua potable en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

Los principales tanques de almacenamiento están construidos principalmente con concreto y mampostería, con capacidades variables que oscilan desde 2400 m^3 en los tanques San Jorge, Norte 1 y 2, y Filtros 1 y 2, hasta 10,000 m^3 en los tanques Loma Larga 1 y 2.

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

Además de estos tanques, el sistema de abastecimiento de la ciudad cuenta con un total de 81 estaciones de rebombeo que desempeñan un papel crucial en el suministro de agua potable a las zonas con elevaciones más altas, superando las capacidades de las conducciones. Estas estaciones se dividen en dos tipos: el bombeo desde cárcamos o tanques de almacenamiento, y el bombeo directo desde la red de distribución tipo Booster. La Figura 28 ilustra la ubicación predominante de estas estaciones de rebombeo, concentrándose en el oeste para abastecer a los tanques elevados y proporcionar servicio a los fraccionamientos situados por encima de la cota de 1,560 metros sobre el nivel del mar (msnm), así como en el sur para suministrar volumen a los tanques elevados ubicados en la planicie.

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

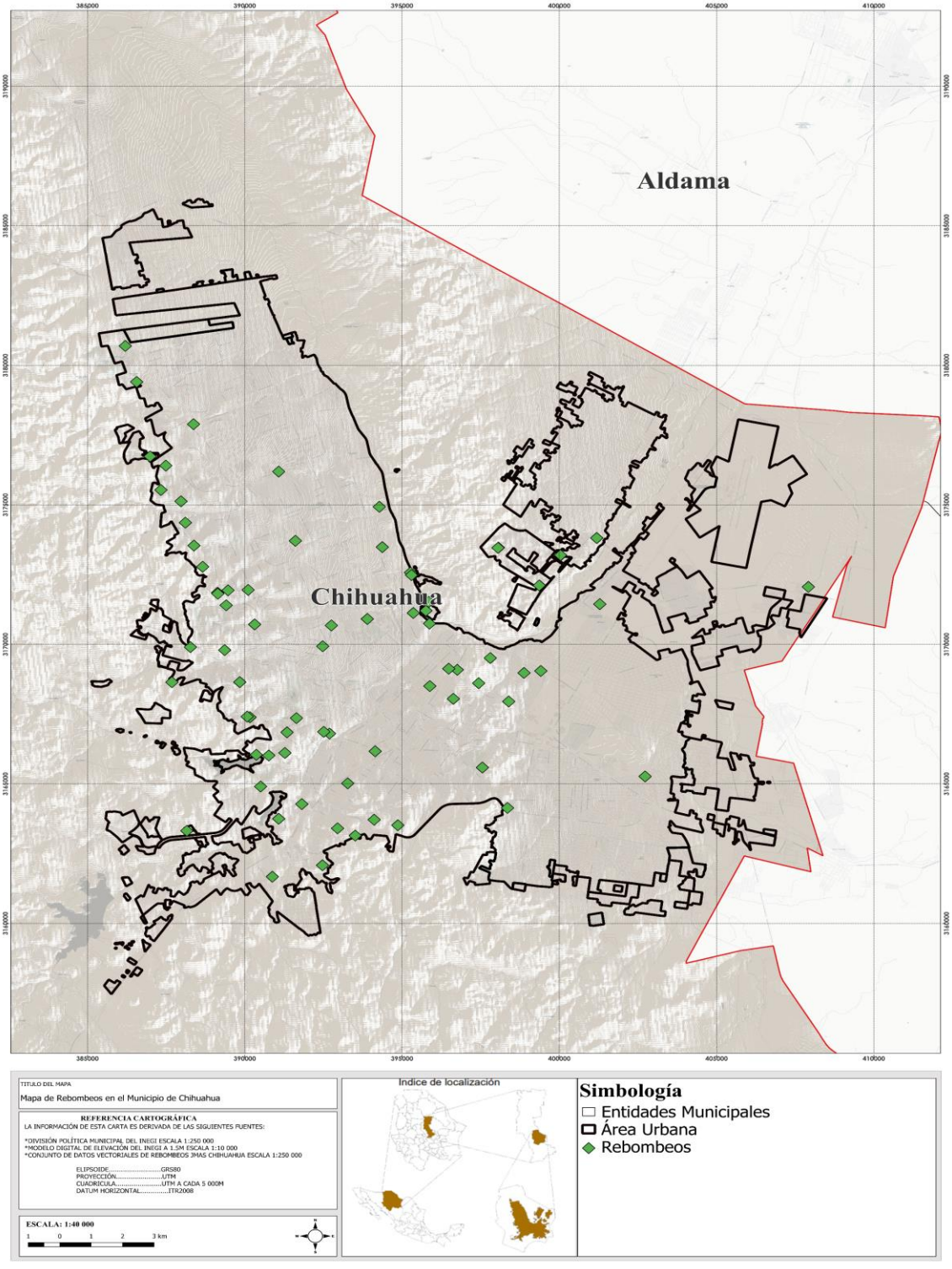


Figura 28. Mapa de ubicación de rebombeos de la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

La operación de la red de agua potable se ha vuelto cada vez más compleja debido a varios factores clave:

1. El crecimiento de la mancha urbana en áreas situadas por encima de la cota de 1560 msnm. Hasta el año 2000, esta elevación marcaba el límite y la base para el suministro de agua potable en la ciudad. Sin embargo, después de ese año, se autorizó el desarrollo de zonas por encima de esta elevación. En particular, la zona poniente, que se encuentra en expansión, requiere rebombeo y al menos un tanque de regulación y distribución para su funcionamiento.
2. En la década de los ochenta, debido al crecimiento acelerado de la ciudad y la falta de nuevas fuentes de abastecimiento y de infraestructura primaria para distribuir agua, el organismo operador comenzó a utilizar el suministro intermitente o tandeo como estrategia de operación.
3. La falta de capacidad económica y técnica para reemplazar la tubería que ha superado su vida útil.

Para distribuir eficazmente el agua, el organismo operador divide la ciudad en zonas o áreas de influencia, principalmente asociadas a los tanques de almacenamiento. Esto requiere la instalación de instrumentos como válvulas que limitan y controlan el flujo de agua. En total, se han instalado 14,095 válvulas que desempeñan un papel esencial en la operación del sistema de distribución. Además de regular el flujo, estas válvulas también cumplen funciones específicas, como el aislamiento de sectores, la prevención de excesos de presión, la protección contra el vaciado de tuberías y el mantenimiento del flujo en un solo sector, entre otras. La Figura 29 muestra la distribución espacial de estas válvulas en la ciudad.

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

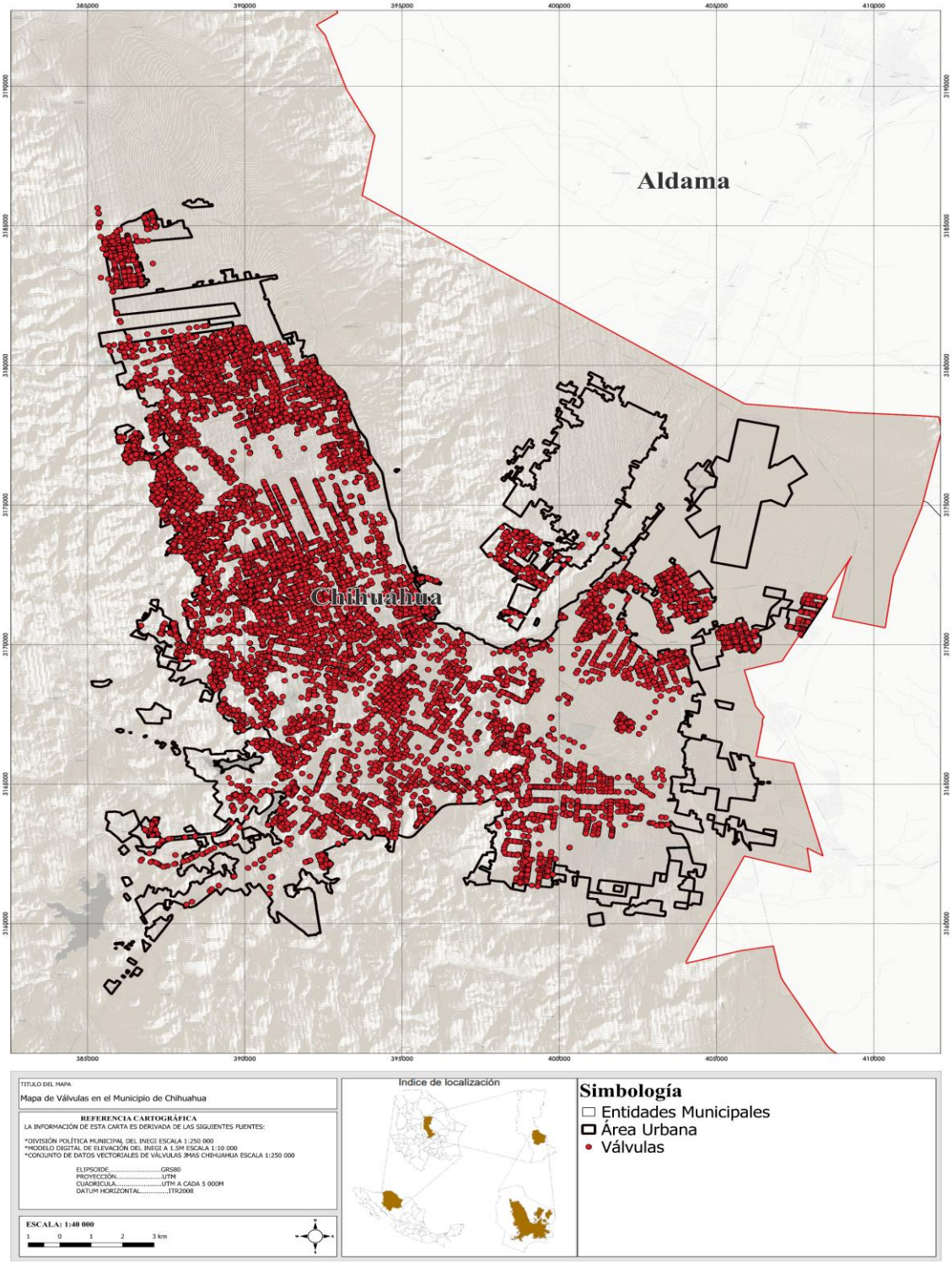


Figura 29. Mapa de ubicación de válvulas en la red de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

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

En el año 2018, la JMAS llevó a cabo un diagnóstico exhaustivo del servicio de agua potable. Este estudio involucró la utilización de equipos autónomos equipados con registradores de datos, que se desplegaron en el terreno con el propósito de evaluar de manera precisa la calidad del servicio proporcionado a la población. El objetivo principal de esta evaluación era comprender la situación actual y buscar soluciones efectivas para mejorar, optimizar y garantizar la equidad en el suministro de agua. Esto se hizo considerando tanto la cantidad como la duración de tiempo durante la cual los usuarios tenían acceso a una presión y un caudal adecuados para el funcionamiento de sus instalaciones domésticas.

Los resultados de este diagnóstico revelaron que solamente el 12% de los usuarios registrados disfrutaba de un servicio de agua continua o 24/7. La ubicación del servicio de suministro continuo se presenta en detalle en la Figura 30 que se muestra a continuación.

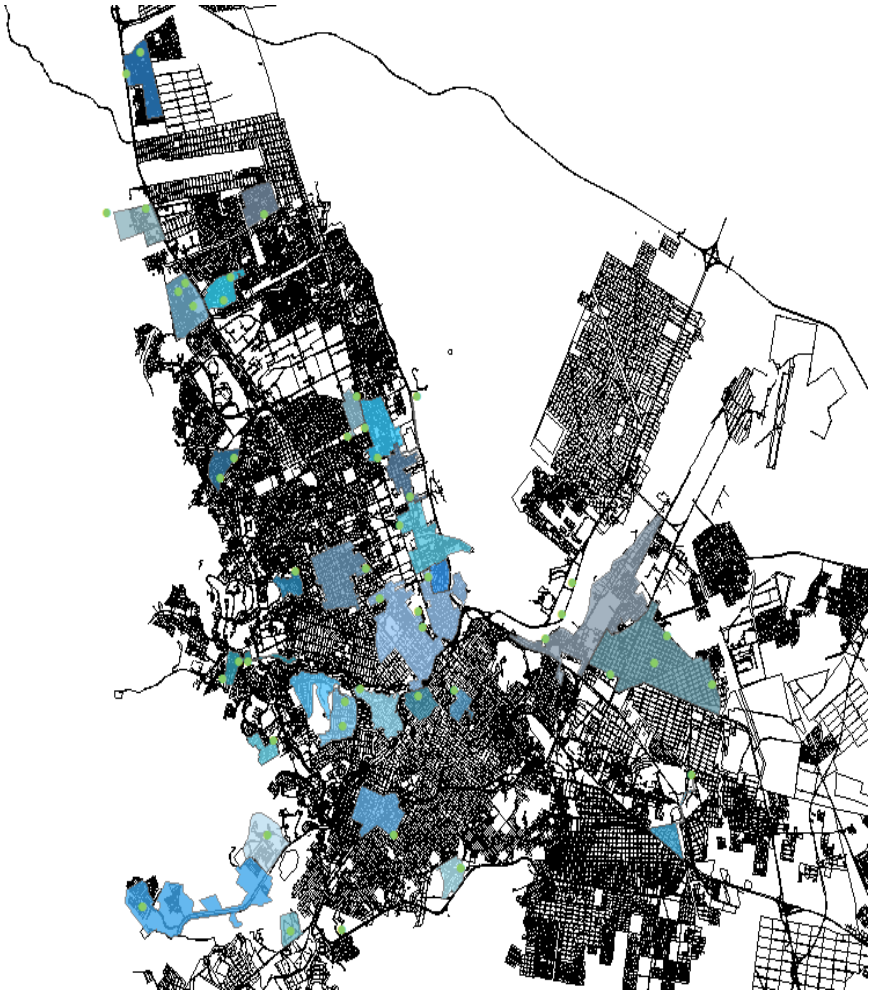


Figura 30. Imagen de la zona ubicación de usuarios con servicio de agua potable 24/7 en el 2018. Fuente: JMAS (2023).

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

A raíz de los resultados obtenidos, el organismo operador (JMAS) emprendió un proceso de reordenamiento en la distribución y prestación de servicios de agua potable. El objetivo principal de esta iniciativa era recuperar los volúmenes de agua que se perdían debido a la operación, que incluía el llenado y vaciado de tuberías, así como abordar las fugas que se originaban como consecuencia de esta operación. También se buscaba abordar el debilitamiento y envejecimiento de la red de distribución que había sido identificado hasta diciembre de 2023.

Para enfrentar la complejidad de la fragmentación de horarios de servicio en las áreas afectadas por el tandeo y lograr un mayor control en la operación, se implementaron estrategias como la sectorización y la gestión de presiones. Esto permitía una mayor capacidad de reacción en situaciones de contingencia.

Para llevar a cabo este proceso, se realizó un resumen de las características de las tuberías instaladas en la red de agua potable, que abarcaban desde tuberías con un diámetro de 1.5 pulgadas hasta aquellas de 42 pulgadas de diámetro (Tabla 11).

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 11. Resumen de porcentaje de tuberías instaladas según el diámetro en la red de agua potable. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS.

Diámetro (pulgadas)	Porcentaje (%)
1.50	0.04
2.00	2.75
2.50	10.50
3.00	46.98
4.00	7.66
6	5.81
8	10.90
10	2.22
12	2.88
14	1.12
16	0.34
18	2.38
20	1.73
24	2.01
36	2.62
42	0.07
Total	100.00

Como resultado de la estrategia de reordenamiento e integración de tecnología autónoma para la medición, en la actualidad la JMAS ha instalado un total de 210 registradores de caudal y presión de forma permanente. Estos dispositivos desempeñan un papel fundamental al monitorear los volúmenes de flujo y mantener la presión adecuada en la red de agua potable. Su ubicación precisa se muestra en la Figura 31.

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

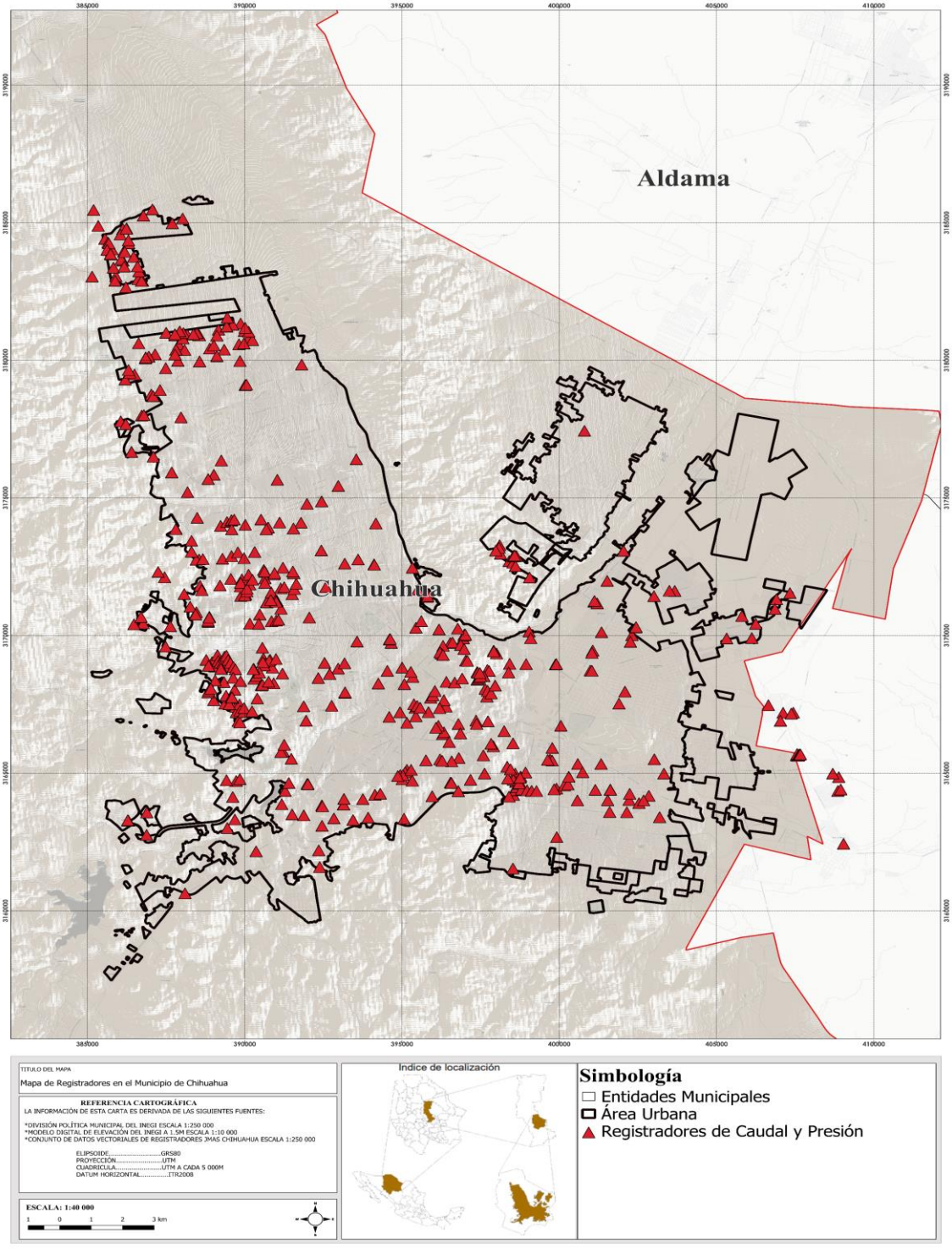


Figura 31. Mapa de Ubicación de los registradores de operación del sistema de agua potable en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS (2023).

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

La distribución del agua en la ciudad se lleva a cabo mediante la subdivisión en 79 zonas de influencia, las cuales se definen en función del tanque de almacenamiento correspondiente en cada área, y en algunos casos, del pozo que abastece directamente a los usuarios. Cada una de estas zonas se encuentra delimitada por válvulas de seccionamiento, lo que permite un control preciso.

Cuando surge un problema de suministro en alguna zona, se permite la transferencia de agua desde las zonas adyacentes mediante la apertura de las válvulas de seccionamiento correspondientes.

Debido a diversos factores como la topografía, la infraestructura existente, las condiciones climáticas y la disponibilidad de recursos, el suministro de agua potable en la ciudad se realiza en períodos establecidos en colonias o zonas de influencia con el objetivo de distribuir el servicio de manera equitativa en toda la ciudad.

Hasta finales de 2023, la JMAS ha implementado 218 distritos, en los cuales se han registrado 164,763 cuentas de usuarios. Esto ha representado un aumento del 36% en el total de cuentas con servicio continuo. La Figura 32 muestra la ubicación de los polígonos de los distritos implementados, donde se gestiona la presión de manera eficiente.

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

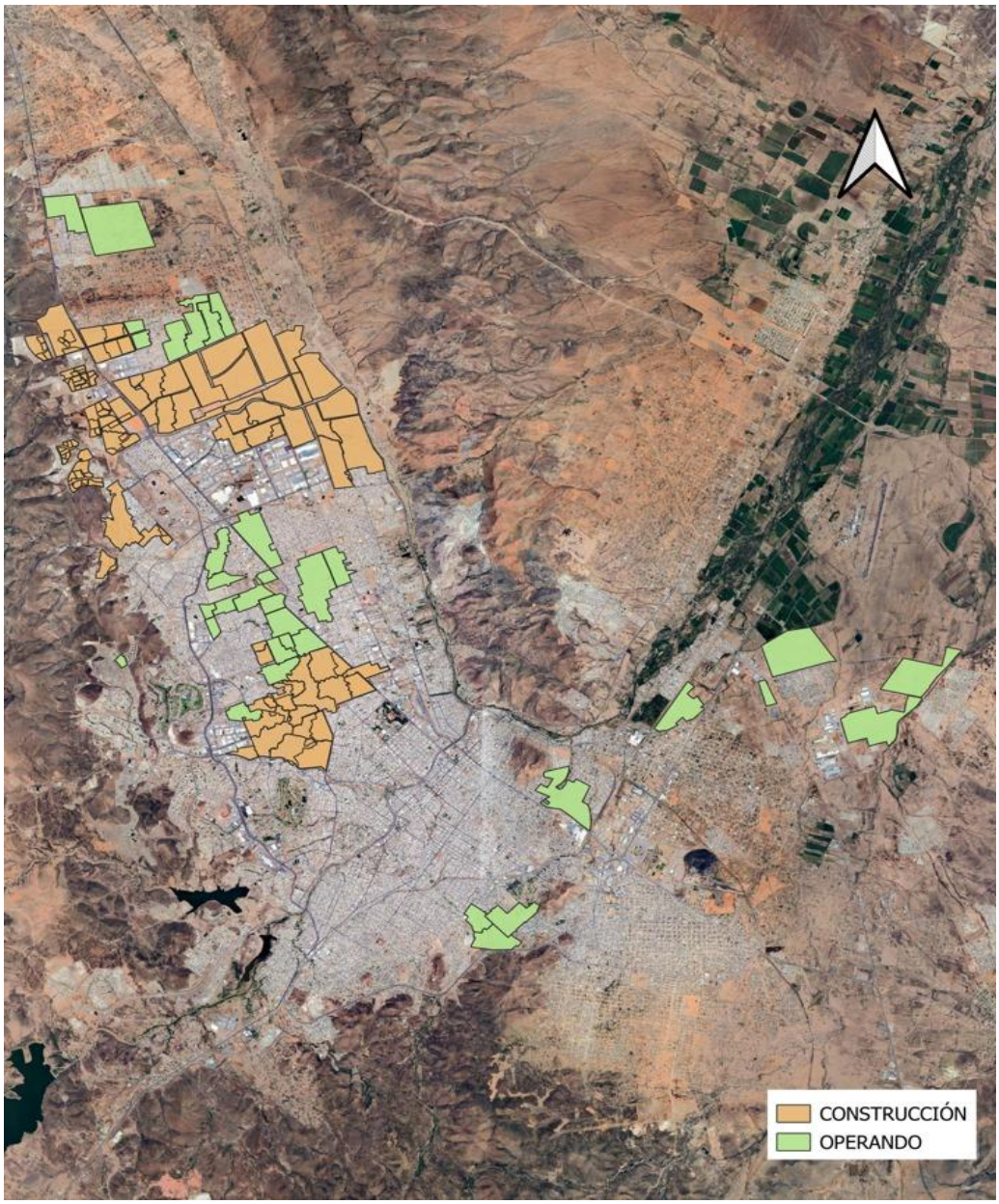


Figura 32. Distritos hidrométricos del sistema de agua potable en los cuales se implementa la gestión de presiones. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS.

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

3.2. Servicio de drenaje

En lo que respecta al sistema de alcantarillado que se tiene en el municipio de Chihuahua, gestionado por el organismo operador (JMAS) de la ciudad, se extiende a lo largo de una longitud total de 2,777.24 km. Las atarjeas, que forman parte secundaria del sistema de alcantarillado, tienen diámetros de 8 pulgadas y sirven como puntos de conexión de las viviendas de los usuarios al sistema. Estas atarjeas se conectan a colectores que varían en diámetro desde 10 pulgadas o más y finalmente descargan en las dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) municipales, denominadas PTAR Norte y PTAR Sur. La PTAR Norte tiene una capacidad de tratamiento de 1200 lps, mientras que la PTAR Sur tiene una capacidad de 2500 lps.

La JMAS de Chihuahua informa que la cobertura de alcantarillado en la ciudad alcanza el 97%, lo que significa que el 97% de las aguas residuales de la ciudad son tratadas en estas PTAR. La Tabla 12 presenta un resumen de la distribución por diámetro del sistema de alcantarillado en la ciudad.

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 12.Resumen de porcentaje de tuberías instaladas según el diámetro en la red de alcantarillado en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la JMAS.

Diámetro (in)	Porcentaje (%)
4	0.004
6	1.198
8	81.764
10	3.395
12	3.078
14	0.271
15	1.341
16	0.305
18	2.552
20	0.212
24	3.100
30	0.931
36	0.536
38	0.025
42	0.443
48	0.200
60	0.356
84	0.147
96	0.142
Total	**100.00**

En líneas generales, el sistema de alcantarillado y saneamiento de la ciudad de Chihuahua cumple con los rigurosos estándares de calidad establecidos por la CONAGUA [(32)]. Este sistema continúa expandiéndose y mejorándose constantemente, lo que asegura la preservación del medio ambiente y la salud pública de los residentes de la ciudad. Puede apreciarse la extensión de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario en la Figura 33.

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

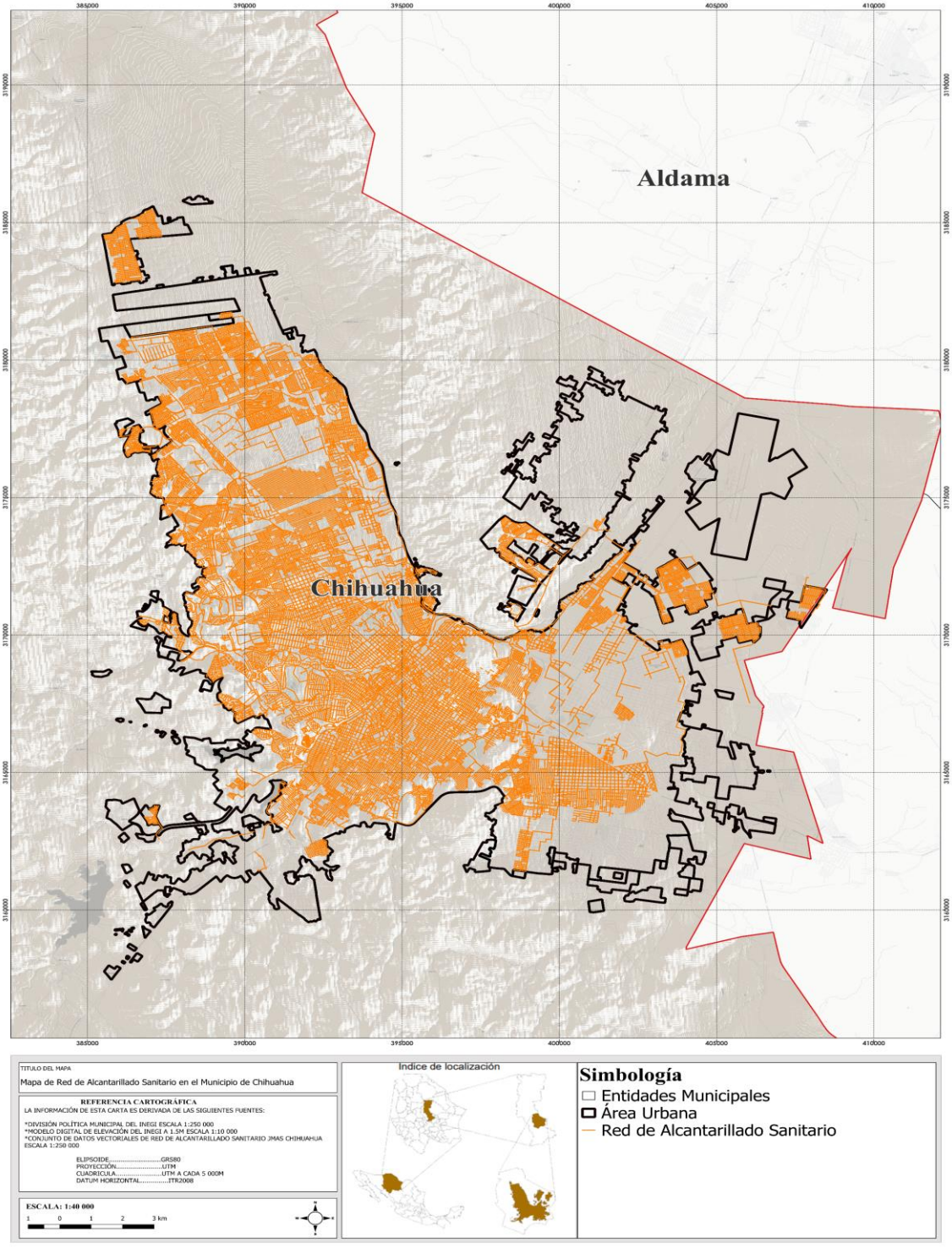


Figura 33. Mapa de la red de alcantarillado sanitario en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de red de alcantarillado sanitario JMAS (2023).

En el municipio de Chihuahua, según datos proporcionados por CONAGUA [33] para el año 2022, se encuentran operativas 5 plantas de tratamiento de aguas residuales (Figura 34). Entre estas plantas, las tres gestionadas por la JMAS utilizan un proceso de tratamiento secundario con lodos activados, con capacidades y caudales tratados específicos.



Figura 34. Imagen de la ubicación de plantas de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAGUA [33].

La ciudad de Chihuahua se ha destacado como una de las pioneras en México en la reutilización del agua residual tratada, comenzando esta práctica a finales de la década de los noventa con la PTAR Norte. Actualmente, la ciudad cuenta con una extensa red de agua tratada que se extiende a lo largo de 324.15 km, conectando las PTAR Norte y Sur. Esta red se encarga de la distribución de agua tratada en gran parte de la ciudad, la cual se destina principalmente a actividades y usos que no requieren de agua potable de alta calidad, como el riego de áreas verdes, campos de golf y la construcción de terracerías. Para incentivar su uso, el organismo operador (JMAS) ha establecido tarifas más bajas por volumen de agua tratada en comparación con el agua potable. A partir de enero de 2024, el costo por m^3 de agua potable es de $21.1, mientras que el agua tratada tiene un costo de $9.27 por m^3. La infraestructura encargada de brindar este servicio se muestra en la Figura 35.

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

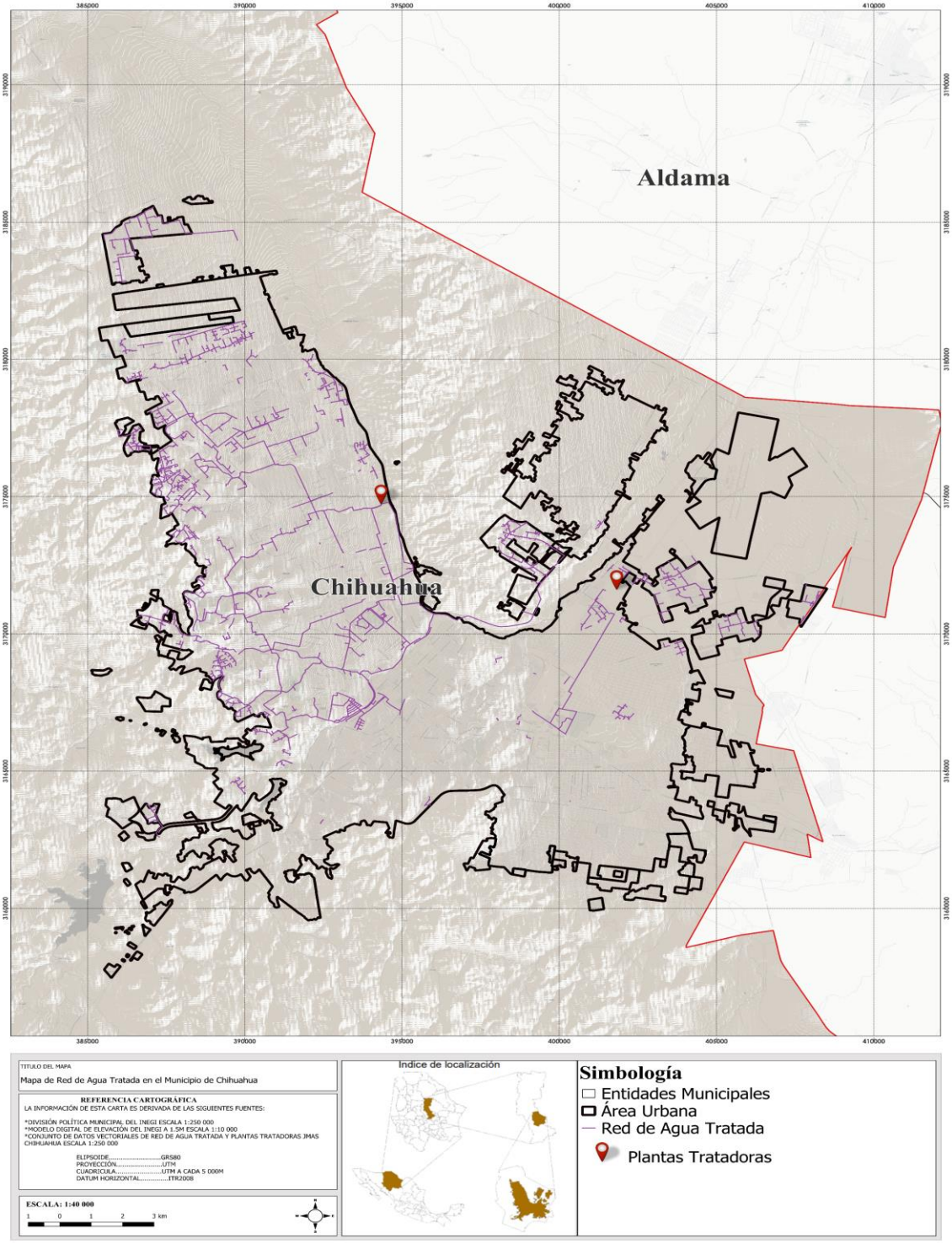


Figura 35. Mapa de la red de distribución de agua residual tratada en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir del conjunto de datos vectoriales de la red de agua tratada y plantas de tratamiento de la JMAS (2023).

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

Es importante destacar que actualmente no se cuenta con un registro completo o catastro de la infraestructura presente en las 391 comunidades que conforman el municipio de Chihuahua. No obstante, es evidente que estas comunidades disponen de alguna infraestructura relacionada con el suministro de agua. Por lo tanto, es altamente recomendable establecer una metodología efectiva para generar y dar seguimiento a esta información de manera sistemática y actualizada.

Dentro del REPDA se identifican 201 registros correspondientes a comunidades en el municipio de Chihuahua que obtienen su abastecimiento de agua de pozos. Estos pozos están registrados a nombre de la presidencia municipal de Chihuahua. En resumen, de estos 201 pozos que abastecen a un número igual de comunidades en el municipio, se obtiene un volumen total de 1,016,000.00 m^3 al año.

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. Proyección de Población 2040 para el Municipio de Chihuahua

El incremento en la población de una región guarda una estrecha relación con la creciente demanda de bienes y servicios esenciales. Entre estos servicios, destacan la electricidad y el suministro de agua potable, ya que en gran medida influyen en la calidad de vida y el bienestar de los residentes. Aunque el crecimiento económico suele ser capaz de satisfacer la creciente demanda de muchos productos y servicios, algunos de ellos, como el agua, se encuentran limitados por la disponibilidad de recursos naturales, lo que los hace especialmente sensibles al aumento demográfico [(34)].

Por lo que la disyuntiva de este estudio es realizar una proyección de población hacia el año 2040, con el objetivo de predecir los volúmenes del consumo de agua en el Municipio de Chihuahua.

4.1. Registro Histórico de Población

A partir de los datos recopilados de los censos de población realizados por el INEGI (Tabla 13), sin tomar en cuenta los conteos de población realizados los años 1995 y 2005, con el fin de tener 10 años consecutivos por cada valor, se determinó la tasa de crecimiento poblacional para el Municipio de Chihuahua para cada década según la siguiente formula de la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 *Métodos de proyección de población* [(35)], también utilizada por el CONAPO.

$$Tc\% = ((P_{i+n}/P_i)^{\frac{1}{n}} - 1)100$$

Donde:

Tc% = Tasa de crecimiento

P_{i+n} = Población que habrá "n" periodos de tiempo "i".

P_i = Población que existe al iniciar cada periodo de tiempo

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 13.Registro de crecimiento de población del municipio de Chihuahua.

Registro histórico de población del Municipio de Chihuahua		
Año	**Población**	**Tasa de crecimiento %**
1960	186,089	
1970	277,099	4.06%
1980	406,830	3.91%
1990	530,783	2.70%
2000	671,790	2.38%
2010	819,543	2.01%
2020	937,674	1.36%

En la Figura 36, se analizaron los datos obtenidos donde se aprecia una clara tendencia descendente para la tasa de crecimiento a cada 10 años, posteriormente se comparó el comportamiento de los valores con una tendencia logarítmica de una función de tipo exponencial, potencial y recta equivalente.

Donde, la correlación (r^2) más cercana a 1 es la de la función por la recta equivalente con 0.957, por otra parte, también se podría esperar un posible cambio del comportamiento de la tasa de población pudiéndose asemejar a la de la función exponencial con una correlación de r^2 de 0.944.

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

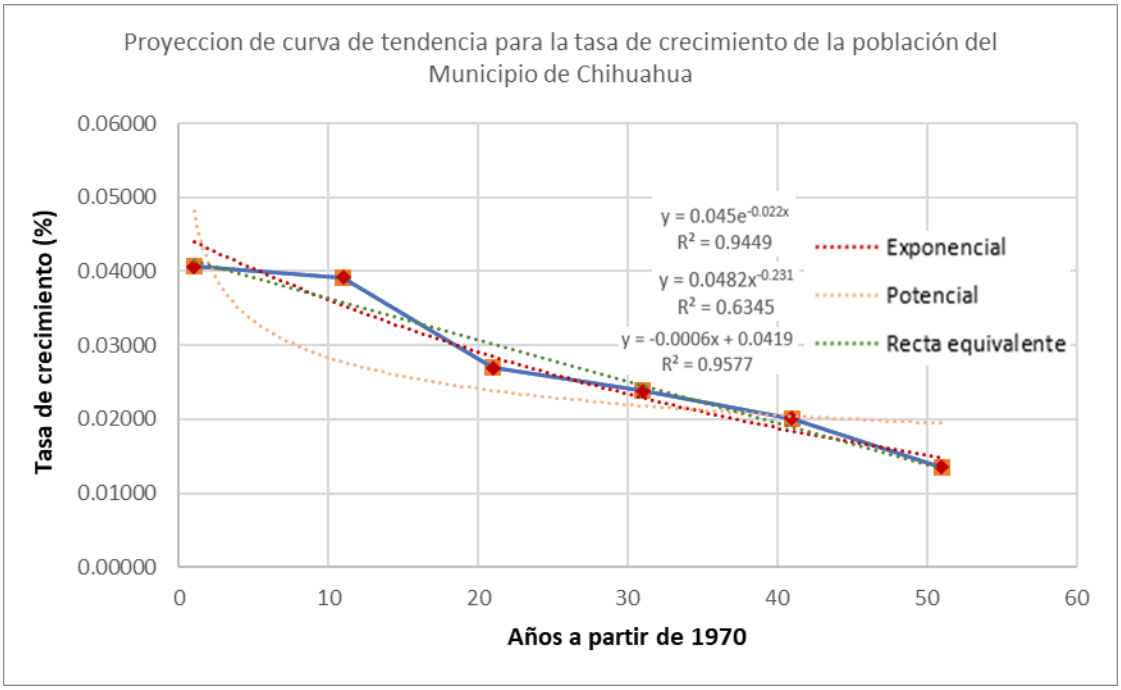


Figura 36. Proyección de tendencia de la tasa de la población con la Norma Técnica NT-011-CNA-2001. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 del INEGI [2].

Posteriormente se determinó el valor de población para cada año desde el 2021 hasta el 2040 mediante la siguiente formula de la Norma NT-011-CNA-2001 [35], los resultados se muestran en la Tabla 14.

$$P_{i+n} = P_i(1 + Tc)^n$$

Donde:

Tc% = Tasa de crecimiento

P_{i+n} = Población que habrá *"n"* periodos de tiempo *"i"*.

P_i = Población que existe al iniciar cada periodo de tiempo

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.Resultados de proyección de población por distintos métodos. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población del INEGI [(2)], y los resultados de los estudios del Programa Estatal de Población 2017-2021 [(36)] y Proyección de Población por Municipios CONAPO [(37)].

Proyección de población del Municipio de Chihuahua para el 2040					
Año	**Población función exponencial**	**Población función potencial**	**Población Recta equivalente**	**COESPO, 2017**	**CONAPO**
1960	186,089	186,089	186,089		
1970	277,099	277,099	277,099		
1980	406,830	406,830	406,830		
1990	530,783	530,783	530,783		
2000	671,790	671,790	671,790		
2010	819,543	819,543	819,543		897,876
2020	937,674	937,674	937,674	954,487	939,772
2021	950,374	955,817	947,707		
2022	962,967	974,229	957,279		
2023	975,448	992,916	966,373		
2024	987,816	1,011,880	974,974		
2025	1,000,069	1,031,126	983,066	987,184	970,162
2026	1,012,203	1,050,658	990,636		
2027	1,024,218	1,070,481	997,669		
2028	1,036,111	1,090,598	1,004,154		
2029	1,047,879	1,111,013	1,010,079		
2030	1,059,523	1,131,731	1,015,432	1,013,190	993,554
2031	1,071,040	1,152,757	1,020,205		
2032	1,082,428	1,174,094	1,024,387		
2033	1,093,688	1,195,747	1,027,973		
2034	1,104,817	1,217,721	1,030,954		
2035	1,115,814	1,240,020	1,033,325		
2036	1,126,679	1,262,648	1,035,082		
2037	1,137,412	1,285,611	1,036,220		
2038	1,148,010	1,308,912	1,036,738		
2039	1,158,475	1,332,557	1,036,635		
2040	1,168,806	1,356,550	1,035,909		

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

Comparando los resultados con las proyecciones de población estimadas por el Programa Estatal de Población [36] y la Proyección de Población por Municipios (CONAPO) [37] los valores del resultado obtenido por la tendencia de la recta equivalente se asemejan mucho a los obtenidos en las proyecciones de estudio de la COESPO, además de ser los más cercanos a la unidad en el valor de correlación r^2, cabe mencionar que por este método se estaría proyectando una estabilización de la población para el Municipio para el año 2038, disminuyendo de 1,036,738 a 1,035,909 para el año 2040 según su tendencia y una tasa de decrecimiento esperada de -0.07%.

4.2. Proyección de Población 2040 para la Ciudad de Chihuahua

Al ser la ciudad de Chihuahua, la localidad del municipio con el 98.73% de la concentración de la población en el municipio; se procedió a realizar una proyección de población con el fin de estimar sus necesidades hídricas a futuro (Tabla 15).

Registro histórico de población

A partir de los datos recopilados de los censos de población realizados por el INEGI, sin tomar en cuenta los conteos de población realizados los años 1995 y 2005 (Tabla 15), con el fin de tener 10 años consecutivos por cada valor, se determinó la tasa de crecimiento de población para la ciudad de Chihuahua para cada década según la siguiente formula de la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 [35] *Métodos de proyección de población*, también utilizada por el Consejo Nacional de población (CONAPO).

$$Tc\% = ((P_{i+n}/P_i)^{\frac{1}{n}} - 1)100$$

Donde:

Tc% = Tasa de crecimiento

P_{i+n} = Población que habrá "n" periodos de tiempo "i".

P_i = Población que existe al iniciar cada periodo de tiempo

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. Registro de Crecimiento de población la ciudad de Chihuahua por fuente de información. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población del INEGI [(2)].

Registro histórico de población para la ciudad de Chihuahua			
Año	**Población**	**Tasa de crecimiento %**	**Fuente**
1960	150,430		VIII Censo general de población 1960
1970	257,027	5.50%	IX Censo general de población 1970
1980	385,603	4.14%	X Censo general de población y vivienda 1980
1990	516,153	2.96%	XI censo general de población y vivienda 1990
2000	657,876	2.46%	XII Censo general de población y vivienda 2000
2010	809,232	2.09%	Censo de población y vivienda 2010
2020	925,762	1.35%	Censo de población y vivienda 2020

En la Figura 37 se analizaron los datos obtenidos donde se aprecia una tendencia descendente para la tasa de crecimiento poblacional, posteriormente se comparó el comportamiento de los valores con una tendencia logarítmica de una función de tipo exponencial, potencial y recta equivalente.

Donde, la correlación (r^2) más cercana a 1 es la de la función exponencial con 0.989, donde la tasa de crecimiento poblacional para el año 2040 se esperaría en 0.89%.

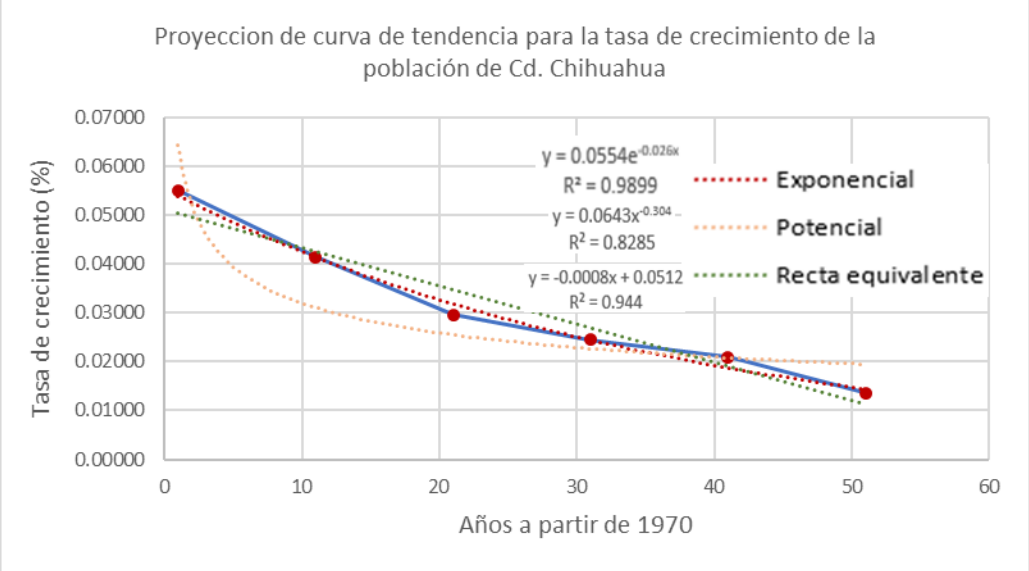


Figura 37. Proyección de tendencia de la tasa de la población con la Norma Técnica NT-011-CNA-2001. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020 del INEGI [(2)].

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

Posteriormente se determinó el valor de población para cada año hasta el 2040 mediante la siguiente formula de la Norma NT-011-CNA-2001 [35], los resultados se muestran en la Tabla 16.

$$P_{i+n} = P_i(1 + Tc)^n$$

Donde:

Tc% = Tasa de crecimiento

P_{i+n} = Población que habrá *"*n*"* periodos de tiempo *"*i*"*.

P_i = Población que existe al iniciar cada periodo de tiempo

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 16.Resultados de proyección de población por distintos métodos. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de los censos de población del INEGI [(2)], y los resultados de los estudios del IMPLAN y PDU de la Cd. de Chihuahua [(38)].

Proyección de población para la ciudad de Chihuahua para el 2040					
Año	**Población función exponencial**	**Población función potencial**	**Población Recta equivalente**	**IMPLAN (2016)**	**Plan de desarrollo urbano de la cd. de Chihuahua 2040 (2016)**
1960	150,430	150,430	150,430		
1970	257,027	257,027	257,027		
1980	385,603	385,603	385,603		
1990	516,153	516,153	516,153		
2000	657,876	657,876	657,876		
2010	809,232	809,232	809,232		
2020	925,762	925,762	925,762	911,109	957,482
2021	938,897	943,670	938,630		
2022	952,193	961,819	951,020		
2023	965,334	980,212	962,908		
2024	978,319	998,853	974,270		
2025	991,143	1,017,744	985,084	948,706	1,024,907
2026	1,003,806	1,036,889	995,329		
2027	1,016,304	1,056,292	1,004,984		
2028	1,028,637	1,075,955	1,014,029		
2029	1,040,802	1,095,883	1,022,445		
2030	1,052,798	1,116,077	1,030,216	977,517	1,101,054
2031	1,064,624	1,136,542	1,037,324		
2032	1,076,280	1,157,282	1,043,756		
2033	1,087,763	1,178,299	1,049,496		
2034	1,099,074	1,199,597	1,054,534		
2035	1,110,212	1,221,180	1,058,858	1,006,849	1,169,276
2036	1,121,177	1,243,050	1,062,458		
2037	1,131,969	1,265,213	1,065,326		
2038	1,142,588	1,287,671	1,067,457		
2039	1,153,035	1,310,427	1,068,845		
2040	1,163,309	1,333,486	1,069,486	1,037,061	1,242,688

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

Comparando el resultado obtenido por la tendencia de la curva de la función exponencial tenemos para el 2040 una proyección para la población de la ciudad de Chihuahua de 1,163,309 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional del 0.89%, 79,379 habitantes menos que en el estimado por el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chihuahua Visión 2040, estudio realizado el año 2016.

4.3. Análisis de Consumo

El objetivo del Plan Municipal Hídrico (PMH) es garantizar y coadyuvar en la sostenibilidad del uso y consumo del agua en el municipio de Chihuahua, es por ello se describe y analiza la información del municipio dentro del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA); la ley y la CONAGUA clasifican y definen los usos del agua, ya sea superficial o subterránea.

En la Ley de Aguas Nacionales (LAN) [(39)] se establece una distinción entre dos tipos de usos del agua:

1. **Usos Consuntivos:** Estos usos implican que el agua se consume o se modifica en términos de calidad durante su utilización. Ejemplos de estos usos incluyen la agricultura, la ganadería, la industria, el consumo doméstico y los servicios.
2. **Usos No Consuntivos:** En estos usos, el agua se aprovecha sin que su calidad se vea modificada, y no se consume durante su utilización. Ejemplos de estos usos comprenden la generación de energía hidroeléctrica, actividades recreativas, navegación y la preservación del equilibrio ecológico, entre otros.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) define estos usos de acuerdo con la actividad principal en la que se utiliza el agua. En el municipio para el año 2022, se registran los siguientes usos consuntivos, no solo porque alteran la calidad del agua captada o extraída, sino también porque durante su uso se producen pérdidas de volumen de agua [(16)] [(40)]:

- **Uso Agrícola:** Este uso está relacionado con el riego de cultivos y otras actividades agrícolas. Se cuentan con 634 títulos que amparan la extracción de 102,249,791.20 m^3/anuales, de los cuales 589 son para el aprovechamiento de agua subterránea, con un volumen autorizado de 92,331,757.14 m^3/anuales y 9,918,034.06 m^3/anuales para captaciones de agua superficial.
- **Uso de Servicios:** En este caso, se dispone de 123 títulos que amparan la extracción de 3,480,904.00 m^3/anuales, todos correspondientes a aprovechamientos de agua subterránea.
- **Uso Ganadero:** Este uso se relaciona con el suministro de agua para el ganado. Se cuentan con 112 títulos que amparan la extracción de 564,039.50 m^3/anuales, de los cuales 27 son aprovechamientos de agua superficial con un volumen autorizado de 72,152.5 m^3/anuales.

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

- **Uso Industrial:** Incluye el agua utilizada en procesos industriales y manufactureros. Se disponen de 62 títulos que amparan la extracción de 10,111,330.00 m^3/anuales, todos correspondientes a aprovechamientos de agua subterránea.
- **Uso Doméstico:** Este uso se refiere al suministro de agua para fines residenciales y comunales. Se cuentan con 60 títulos que amparan la extracción de 89,869.00 m^3/anuales, todos correspondientes a aprovechamientos de agua subterránea.
- **Uso Público Urbano:** Relativo al abastecimiento de agua para el consumo humano en áreas urbanas. Se disponen de 224 títulos que amparan la extracción de 174,216,948 m^3/anuales, de los cuales 14 son aprovechamientos de agua superficial con un volumen autorizado de 15,682,000 m^3/anuales.

Los detalles adicionales se desglosan en la siguiente Tabla 17.

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 17. Registros en el REPDA [(40)] para uso público urbano de aguas superficiales en el municipio de Chihuahua.

Titular	Título	Fecha de registro	Volumen de aguas superficiales (m^3/año):
Presidencia Municipal De Chihuahua, Loc.: San Vicente	06CHI123759/24HKGE98	19/11/1998	2,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua, Loc.: Ruelas	06CHI123760/24HKGE98	19/11/1998	2,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua, Loc.: Horcasitas	06CHI123761/24HKGE98	19/11/1998	10,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: San Juan	06CHI122196/24HOGE98	06/11/1998	2,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: El Sordo (El Alamito)	06CHI122197/24HOGE98	06/11/1998	5,000.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: El Clavo	06CHI122198/24HOGE98	06/11/1998	2,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: Las Varas	06CHI122199/34HOGE98	06/11/1998	6,875.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: El Jardin	06CHI122200/24HOGE98	06/11/1998	18,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: Ejido Bellavista	06CHI122201/34HOGE98	06/11/1998	22,500.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: Chupaderos (Los Ojitos)	06CHI122202/34HOGE98	06/11/1998	2,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: Mancha Blanca (Las Choyas)	06CHI122203/34HOGE98	06/11/1998	2,625.00
Presidencia Municipal De Chihuahua Loc.: La Cruz (Minillas)	06CHI122204/24HOGE98	06/11/1998	2,625.00
Mpio. Chihuahua J.M.A.S. De Chihuahua	2CHH100310/24HMSG94	05/07/1996	15,600,000.00

En cuanto a los aprovechamientos de agua subterránea para destino como uso público urbano, son 211, de los cuales 201 están a cargo de la Presidencia Municipal de Chihuahua para distintas comunidades.

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

Por otro lado, se tiene registro para uso público urbano de 4 títulos a cargo de la JMAS, los cuales tienen un volumen autorizado de 170,326,684 m^3/anuales. En la Tabla 18 se presentan los títulos que no están a cargo de la JMAS o de la Presidencia Municipal 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 18. Registros en el REPDA [40] para uso público urbano de aguas en el Municipio de Chihuahua.

Titular	Título	Fecha de registro	Volumen de extracción de aguas nacionales (m^3/año)
Comite De Agua Potable Ejido Ojo Laguna	828315	27/10/2020	30,000.00
Junta Rural De Agua Y Saneamiento El Charco	829797	23/09/2020	50,000.00
Junta Rural De Agua Potable Colonia Mexico	821151	21/04/2020	66,000.00
Junta Central De Agua Y Saneamiento	06CHI139340/24HMGE06	30/11/2006	47,300.00
Comite De Agua Potable Ejido Labor De Terrazas, Comunidad El Sartenejo	06CHI136067/24HMGE06	02/05/2006	28,125.00
Comite Pro-Mejoras Y Servicios De La Colonia Los Nogales De Robinson Chihuahua, A.C.	06CHI137945/24HMGE04	28/09/2004	146,000.00
Comite De Agua Potable, Loc.: Colonia Division Del Nte. Secc.	06CHI120183/24HMGE99	27/12/1999	125,000.00
Misión Pro-Indigena A.C.	2CHI112254/24HMGE97	27/01/1998	5,500.00
Granjas Familiares Sierra Azul A.C.	2CHI111674/24HMGE97	13/06/1997	44,713.00
Comunidad Rancho De Aguilares	2CHI110103/24HPGE97	27/05/1997	3,125.00
Jesus Edmundo Saenz Cano	2CHI109528/24HMGE96	18/02/1997	25,000.00
Ej.Cienega De Los Padres	2CHI106093/24HMGE95	26/12/1996	87,500.00
Union De Comerciantes Y Productores De La Central De Abastos A.C.	2CHI106558/24HMGE96	02/09/1996	45,000.00
Comite Pro-Mejoras Col. Aeropuerto	2CHI107414/24HMGE96	17/07/1996	827,820.00
Comite Pro-Mejoras Col. Aeropuerto	2CHI107415/24HMGE96	17/07/1996	912,500.00
Asociacion Civil Colonia Valle De	06CHI107141/24HMDL11	24/06/1996	200,000.00
Junta Rural De Agua Potable, El Sauz	2CHI108625/24HMGE96	06/06/1996	215,000.00
C. De Agua Pot. Y Alcantarillado Cienega De Los Padres	2CHH103094/24HMGE94	17/01/1995	2,650.00

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

- **Otros Usos**: Pueden incluir usos específicos no contemplados en las categorías anteriores. Para este uso se tienen registrados 164 títulos, con un volumen autorizado de 9,118,597.55 m^3; en los cuales se incluye la generación de energía eléctrica.

Según el análisis efectuado por CONAGUA en el período de 2015 a 2020, se observa una variación en el uso agrícola del agua en el municipio de Chihuahua. En este contexto, se ha registrado una disminución en la utilización de agua superficial, mientras que, en contraposición, se ha experimentado un aumento en la extracción de agua subterránea, tal como se ilustra en la Figura 38.

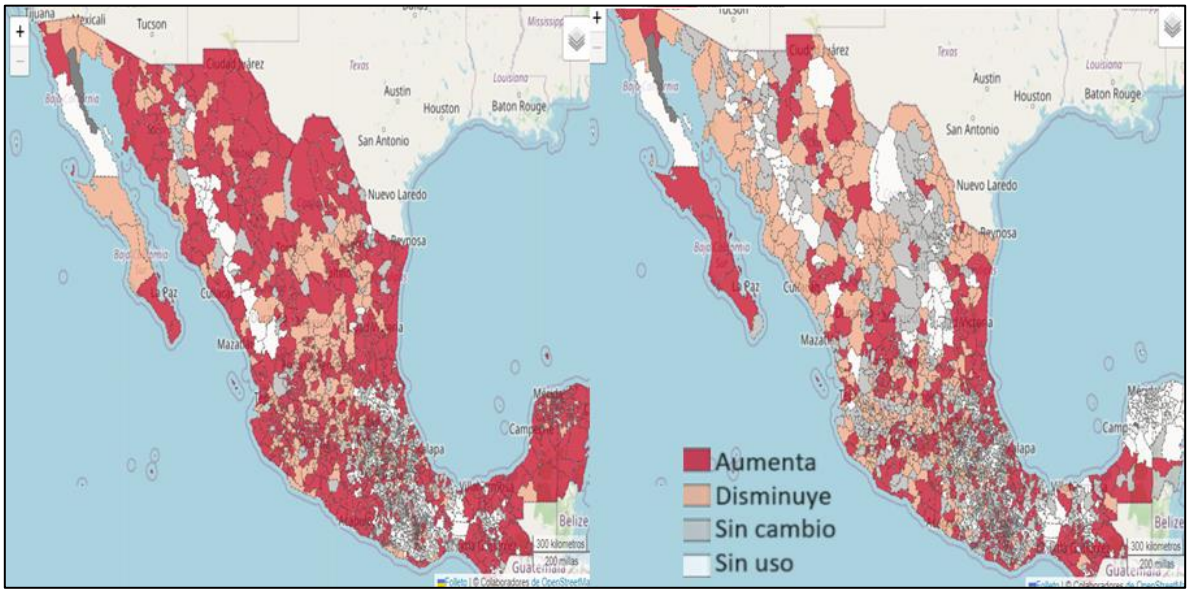


Figura 38. Imagen de disminución del uso agrícola correspondiente a su fuente (izquierda agua subterránea, derecha agua superficial). Fuente: SINA, 2023 [16].

En lo que respecta al uso industrial, es importante destacar que la única fuente que respalda esta actividad es el agua subterránea. Según CONAGUA, en el municipio de Chihuahua, se ha observado un incremento del 8% en esta categoría. Similarmente, el uso doméstico muestra una tendencia similar. La Figura 39 presenta los porcentajes correspondientes al número de aprovechamientos y los volúmenes de extracción por cada tipo de uso en el municipio [2].

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

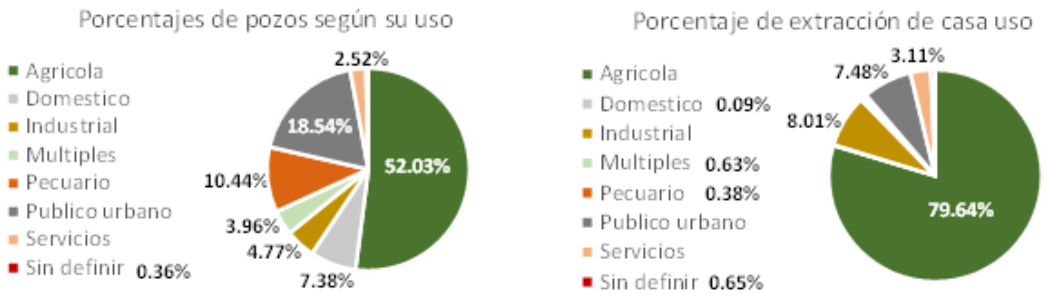


Figura 39. Porcentajes por uso de agua en el municipio de Chihuahua (izquierda aprovechamientos, derecha volúmenes de extracción). Fuente: Elaboración propia con información del SINA [16] *e INEGI* [2].

4.4. Análisis de Dotación y Consumo

En términos generales, la dotación de agua se refiere a la cantidad de agua asignada o proporcionada a un usuario o sector específico para satisfacer sus necesidades, teniendo en cuenta posibles pérdidas durante el proceso, a fin de garantizar el consumo necesario.

De acuerdo con los volúmenes de agua autorizados registrados por CONAGUA [22] para diversos usos, el más significativo es el uso público urbano, seguido por el agrícola y, en tercer lugar, el industrial. A continuación, se detalla la diferencia entre dotación y consumo en los distintos usos:

a) Uso Doméstico/público urbano:

Dotación: Implica el suministro de agua para hogares y comunidades. La dotación se establece según las necesidades per cápita, la eficiencia del sistema, las condiciones geográficas/climáticas y el tamaño de la población. Los principales factores que influyen en el consumo de agua doméstico son:

- Población: El número de personas impacta directamente en el consumo de agua.
- Nivel de vida: El estándar de vida también influye, ya que suele asociarse con un mayor uso de agua.
- Hábitos de consumo: Los patrones de consumo son relevantes y pueden afectar la cantidad de agua utilizada.
- Disponibilidad de agua: Si el recurso es limitado, la dotación se reduce.

b) Uso Agrícola:

Dotación: Se refiere a la cantidad de agua asignada para la irrigación de cultivos. La dotación agrícola se calcula considerando la necesidad hídrica de los cultivos, la eficiencia del sistema de riego y las condiciones climáticas.

Consumo: Incluye el agua que realmente es utilizada por las plantas y la que se evapora durante el riego.

c) Uso Industrial:

Dotación: Se refiere al suministro de agua para procesos industriales. La dotación industrial se determina según los requerimientos específicos de cada actividad industrial y la eficiencia del sistema de producción.

Consumo: Incluye el agua utilizada directamente en los procesos productivos y puede involucrar el agua consumida químicamente o incorporada a productos finales.

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 este contexto de volúmenes destinados para consumo en distintos usos en el municipio de Chihuahua, este capítulo se enfocará más en el uso y consumo humano (público urbano), en espera de contar con mayor información para realizar el análisis a detalle y de forma integrada de los demás consumos por los distintos usos en el municipio.

Consumo Per cápita por tipo de usuario (público urbano)

Según la clasificación de la JMAS, los usuarios a los que se brinda servicio se dividen en las siguientes categorías: domésticos, comerciales, industriales, escolares y edificios que prestan servicio público. En la Figura 40, se muestra la representación histórica de la distribución de estos tipos de usuarios.

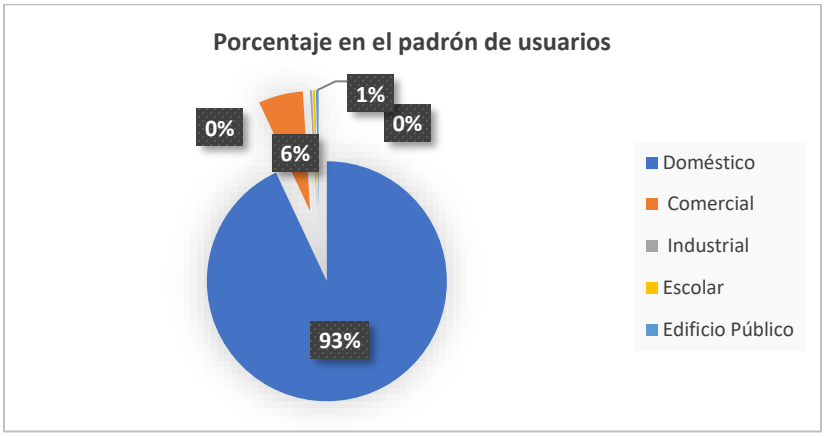


Figura 40. Porcentajes por tipo de usuario en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del JMAS y PIGOO-IMTA [41].

Históricamente, el tipo de usuario que ha recibido la mayor cantidad de servicio por parte del organismo operador (JMAS) es el doméstico, seguido por los usuarios comerciales e industriales. Los usuarios de edificios públicos y escolares tienen una representación similar en términos de magnitud. En la Figura 41, se muestra la evolución histórica de la dotación en la ciudad de Chihuahua para los usuarios domésticos. Esta dotación se calcula como la relación entre el volumen producido y suministrado y el número de habitantes, que se determina a partir del número de cuentas registradas en la JMAS y el índice de hacinamiento definido por el INEGI para cada intervalo de tiempo.

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

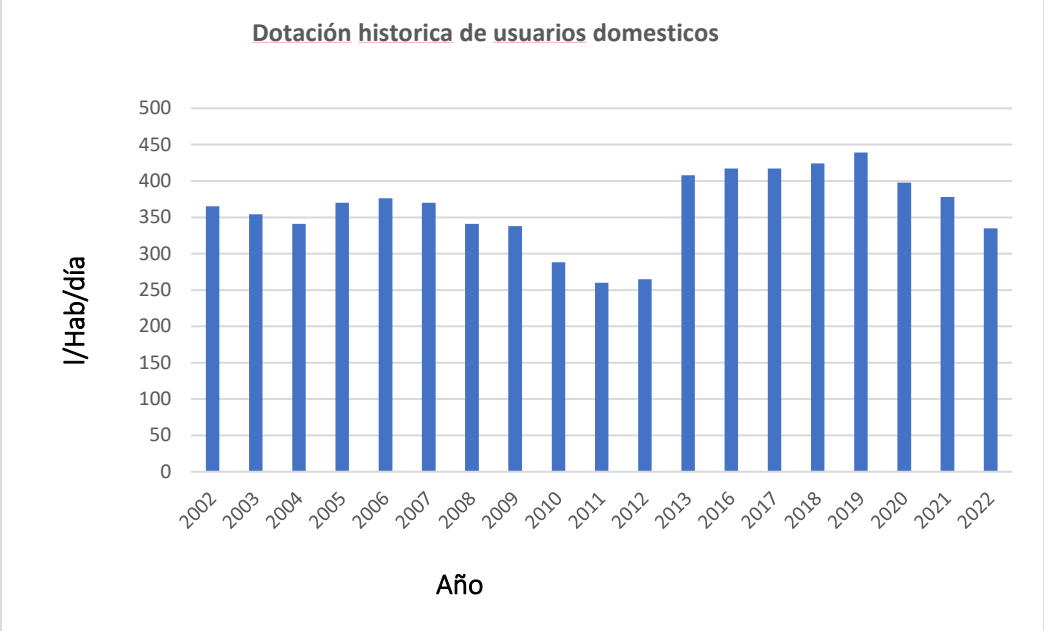


Figura 41. Dotación a los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia con información del JMAS y PIGOO-IMTA [41].

La mayor dotación en los últimos 20 años es en el 2019, con magnitud de 439 l/hab/día, en los años 2011 y 2012 se tienen las dotaciones menores con magnitud de 260-265 l/hab/día respectivamente. Como se puede observar la tendencia de dotación tiene variabilidad desde el 2002 al 2018, lo cual no responde a la tendencia de crecimiento de población como se muestra en la Figura 42.

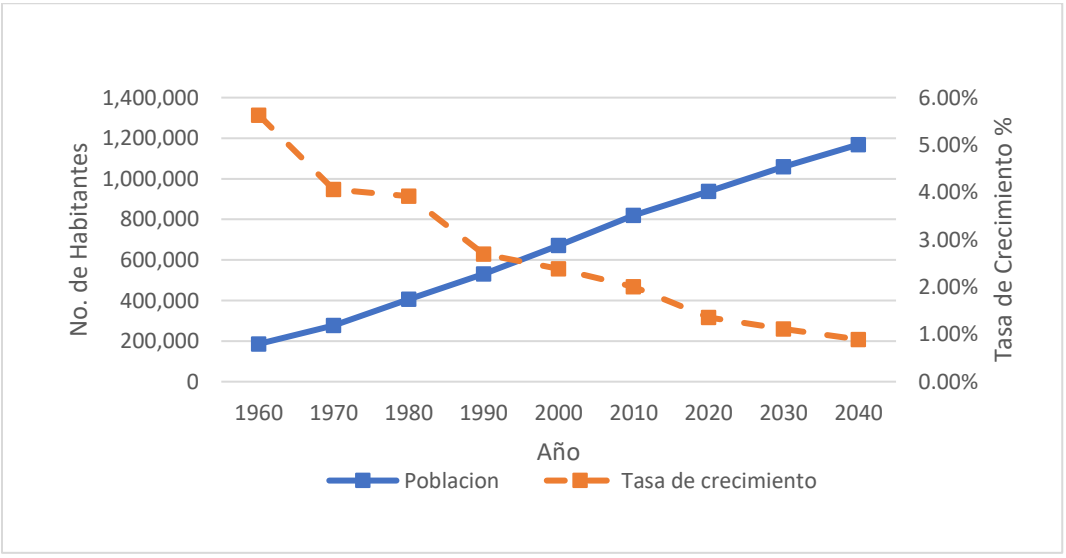


Figura 42. Tendencia de variabilidad y crecimiento de la población en la ciudad de Chihuahua Fuente: Elaboración propia con información del INEGI [2].

En la Figura 41, se evidencia claramente que el año 2019 marcó un punto de inflexión en la tendencia alcista, ya que comenzó a disminuir la dotación. Esto se atribuye a los primeros resultados del reordenamiento de la red de agua potable, incluyendo la sectorización y la gestión de presiones. Se observa una tendencia anual a reducir la dotación en aproximadamente 25 l/hab/día.

Para el cálculo del consumo per cápita se obtuvieron los consumos por tipo de usuario para el mes de diciembre del 2022, así como el número de usuarios. El consumo per cápita para usuarios de tipo doméstico es de 23 m^3/usuario/mes, si se considera un índice de hacinamiento de 3.11 hab/casa, el consumo per cápita para uso doméstico es de 244 l/hab/día. En la Figura 43 se muestra un mapa de calor donde se concentran los usuarios de acuerdo con su consumo mensual.

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

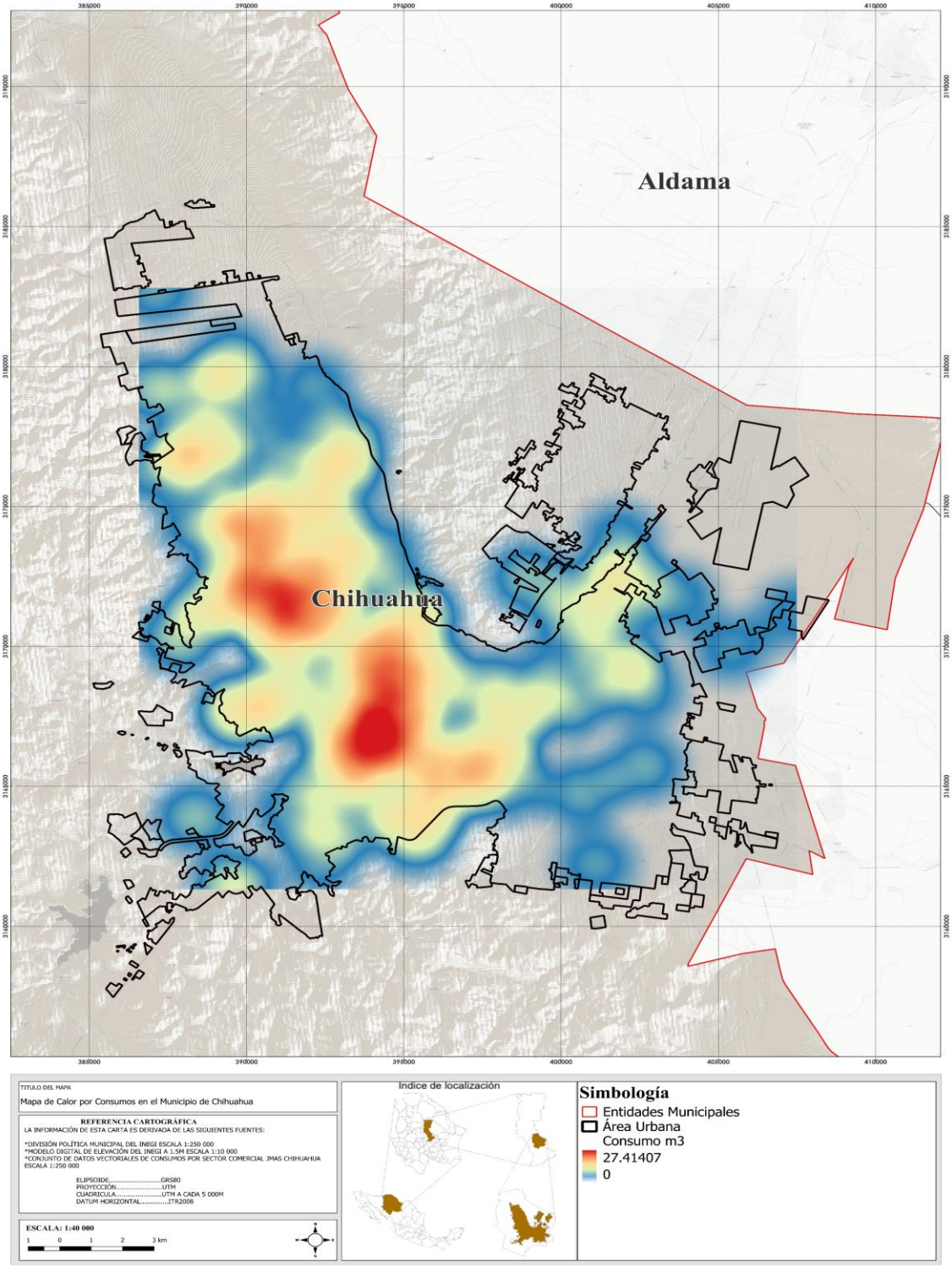


Figura 43. Mapa de calor del consumo al mes de los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS (2023).

El consumo per cápita para los usuarios comerciales es de 1,124 l/comercio/día, mientras que para el de uso industrial es de 36,172 l/industria/día. Para el tipo escolar, se registra un consumo de 3,186 l/escuela/día y para los servicios públicos, el consumo asciende a de 5,798 l/servicio público/día, como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Consumos por tipo de usuarios para el mes de diciembre del 2022. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA [(41)].

Tipo de usuario	Usuarios	Consumo			Consumo	
		(m^3/mes)	m^3/usuario/mes	m^3/hab/mes	per cápita	Unidades
Doméstico	325,216	7,398,765	23	7	244	l/hab/día
Comercial	21,876	1,983,522	91	91	1,124	l/comercio/día
Industrial	1,340	1,454,115	1,085	1,085	36,172	l/industria/día
Escolar	1,134	128,063	113	96	3,186	l/escuela/día
Servicios públicos	1,289	197,241	153	174	5,798	l/servicio público/día

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

4.5. Proyección de la Demanda de Agua Potable al año 2040

La proyección de la dotación y el gasto de suministro para la Ciudad de Chihuahua se realizó para el año 2040, teniendo como base el pronóstico de crecimiento de la población presentado en la **sección 4.1.**

Los **consumos teóricos** por tipo de usuario y el total para la ciudad se obtuvieron a partir de los datos de población de CONAPO [37] y los volúmenes teóricos establecidos por CONAGUA [32], así como del Padrón de Usuarios del Organismo Operador (JMAS).

Por otro lado, los **consumos reales** por tipo de usuario y el total para la ciudad se calcularon utilizando las proyecciones de población y los volúmenes entregados a la población. Estos volúmenes incluyen los valores medidos (para usuarios con este servicio) y los valores estimados de volúmenes entregados a usuarios con servicio de cuota fija.

En la Figura 44 se presenta el comportamiento del consumo en la ciudad de Chihuahua para usuarios domésticos en los últimos 20 años. Se observa un incremento en el consumo a partir del año 2019, lo cual puede atribuirse a una reducción en las pérdidas y, por lo tanto, a una mayor cantidad de agua efectivamente utilizada por los usuarios, resultado del reordenamiento del sistema de agua potable.



Figura 44. Consumo de los usuarios domésticos en la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS y el PIGOO [41].

En la Tabla 20 se muestran la clasificación del padrón de usuarios y su tipo de facturación para el 2022 de la JMAS publicados en el PIGOO.

Tabla 20. Número de cuentas/usuarios por tipo de facturación que presenta el organismo operador (JMAS) para el año 2022. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA [41].

TIPO DE SERVICIO	No. cuentas con Servicio Medido (SM)	No. De cuentas con Cuota Fija	Cuentas Totales
Domésticas	309,650	15,566	325,216
Comerciales	19,971	1,905	21,876
Industriales	946	394	1,340
Escolar	1,072	62	1,134
Servicios	1,221	68	1,289
TOTALES	**332,860**	**17,995**	**350,855**

El Consumo per cápita Doméstico se consideró igual a 244 l/hab/día para el año 2022, lo equivalente a 23 m^3/usuario/mes, con éste, además de los Además de los Consumos Comercial, Industrial y de Servicios Públicos, obtenidos a partir de datos estadísticos, se debe tener en cuenta un porcentaje de pérdidas. En este caso, es importante considerar lo que el IMTA [41] define como eficiencia física 2 (EF2). A continuación, se describe este indicador y se explica la diferencia con la eficiencia física 1 (EF1).

- La EF1 mide la relación entre la cantidad de agua que se produce y suministra a la red y la cantidad de agua que se pierde debido a fugas, roturas y otros factores. Este indicador se expresa en forma de porcentaje.
- Por otro lado, la EF2 mide la relación entre la cantidad de agua que se produce y suministra a la red y la cantidad de agua que realmente se consume y se factura a los usuarios. También se expresa como un porcentaje.

La principal diferencia entre la EF1 y la EF2 radica en que la EF1 abarca todas las pérdidas de agua en la red, incluyendo las pérdidas en las redes de distribución y de transporte. En cambio, la EF2 se centra únicamente en las pérdidas de agua en las redes de distribución, excluyendo las pérdidas en las redes de transporte.

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 Figura 45 muestra el comportamiento histórico del porcentaje de EF2, que para el año 2022 se sitúa en un 53%. Esto significa que el 47% del agua producida y suministrada se pierde debido a diversas razones.

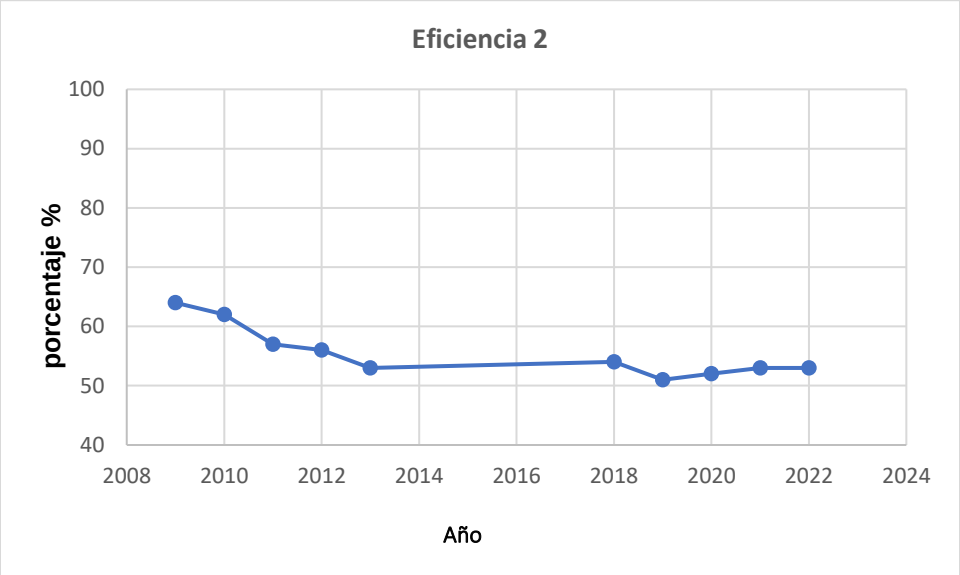


Figura 45. Eficiencia Física 2 (EF2) del sistema de agua potable obtenida por el organismo operador (JMAS). Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por la JMAS y el PIGOO [41].

Para calcular la proyección de lotes comerciales, industriales y de servicios públicos, se asumió que su crecimiento sería proporcional al que ha experimentado la Ciudad. Utilizando una proporcionalidad, se estimaron los lotes correspondientes para los años siguientes. Este mismo proceso se aplicó para calcular los lotes industriales y de servicios públicos. Para los lotes comerciales se tiene un consumo per cápita promedio de 91 m^3/comercio/mes o 1,124 l/comercio/día, para los lotes industriales su consumo per cápita promedio de 1,085 m^3/industria/mes o 36,172 l/industria/día y para los lotes de servicios públicos se tiene un consumo per cápita promedio de 174 m^3/servicio público/mes o 5,798 l/servicio público/día, para las instalaciones escolares se tiene un consumo per cápita promedio de 96 m^3/escuela/mes o 3,186 l/escuela/día.

El Consumo Total de agua en la Ciudad es la suma de todos los consumos y es igual a:

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

$C_T = C_D + C_C + C_I + C_E + C_{SP}$ Donde, C_T representa el Consumo Total en m³/d, C_D es el Consumo Doméstico en m³/d, C_C es el Consumo Comercial en m³/d, C_I es el Consumo Industrial en m³/d y C_{SP} es el Consumo de los Servicios Públicos en m³/d, C_E es el Consumo escolar en m³/d.

Siendo el Consumo total igual a 372,057 m³ al día, los componentes para este resultado se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Consumo en m³ por día de acuerdo con las proyecciones estimadas. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA [41].

Tipo de usuario	Consumo (m³/dia)
Doméstico	246,626
Comercial	66,117
Industrial	48,470
Escolar	4,269
Servicios públicos	6,575
Total	**372,057**

Las pérdidas de agua potable se consideran que tienen un comportamiento descendente, considerando acciones que permitan de forma gradual ir reduciendo en un punto porcentual anualmente [23] hasta llegar a un 30% en el año 2040.

La Demanda de Agua Potable (en m³/d) se calcula con la ecuación siguiente [32]:

$$Demanda = \left(\frac{C_T}{1 - \frac{\%\ \text{de}\ \text{pérdidas}}{100}} \right)$$

La dotación calculada para la ciudad de Chihuahua es de 335 l/hab/día para el 2022; proyectándose que para el 2040 la dotación a usuarios domésticos a 275 l/hab/día. Para poder determinar la demanda de agua que tendrá el organismo operador (JMAS) es necesario conocer el Gasto Medio Diario (Q_{med} en l/s), considerando que la dotación será impactada con la disminución de los

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

volúmenes de agua perdidos actualmente y recuperados por eficiencia y ordenamiento de la red, se calcula con la ecuación siguiente [32]:

$$Q_{med} = \frac{Dotación \ \ \text{Población}}{86400}$$

El Gasto Máximo Diario Q_{Md} (en l/s) se obtiene de multiplicar el Gasto Medio Diario por el Coeficiente de Variación Diaria CV_d igual a 1.40 [32].

$$Q_{Md} = CV_d \quad Q_{med} = 1.40 \quad \text{Q}_{\text{med}}$$

El Gasto Máximo Horario Q_{Mh} (en l/s) se obtiene de multiplicar el Gasto Máximo Diario por el Coeficiente de Variación Horaria CV_h igual a 1.55 [32].

$$Q_{Mh} = CV_h \quad Q_{Md} = 1.55 \quad \text{Q}_{\text{Md}}$$

Del análisis de comportamiento de demanda de agua en función de los datos del organismo operador (JMAS), durante la época de invierno, la demanda de agua de la población se corresponde con el **Gasto Medio Diario**.

No obstante, en épocas de mayor demanda, como el verano debido a condiciones climáticas, esta demanda aumenta significativamente, llegando a alcanzar el **Gasto Máximo Diario**. Por lo tanto, en el análisis de proyección de la demanda de agua, se calculan dos tipos de gasto: el Gasto Medio Diario, que debe ser suministrado durante el invierno para satisfacer la demanda de agua, y el Gasto Máximo Diario, destinado a cubrir la demanda de agua generada por las variaciones estacionales, especialmente en verano.

Esta dualidad tiene un impacto en la operación del sistema, ya que se presentan "usuarios ficticios" que requieren un tipo de enfriamiento por aire lavado. Es importante considerar esto como un área de mejora y oportunidad en términos de diseño de edificaciones, almacenamiento de agua y equipamiento de confort.

En el siguiente escenario, se contempla una disminución en la dotación de agua, un aumento en la población de acuerdo con las proyecciones realizadas y se mantiene constante la oferta, como se muestra en la Tabla 22.

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 22. Balance entre la demanda y oferta para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA [41].

Tipo de caudal		2022	2025	2030	2040
Demanda	Gasto Medio Diario/invierno (l/s)	3640	3570	3501	3400
	Gasto Máximo Diario/verano (l/s)	5096	4998	4901	4760
	Gasto máximo horario (l/s)	7899	7747	7597	7378
Oferta	Gasto Máximo Suministrado (l/s)	4222	4222	4222	4222
Comparativo entre el Gasto Suministrado	Balance en Invierno (l/s)	**582**	**652**	**721**	**822**
	Balance en Verano (l/s)	**-874**	**-776**	**-679**	**-538**

En el siguiente escenario se considera que la dotación se mantiene, la población incrementa de acuerdo con las proyecciones de la sección 4.2 y la oferta se mantiene (Tabla 23).

Tabla 23. Balance entre la demanda y oferta para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia, con información de la JMAS y PIGOO-IMTA [41].

Tipo de caudal		2022	2025	2030	2040
Demanda	Gasto Medio Diario/invierno (l/s)	3640	3678	3790	4021
	Gasto Máximo Diario/verano (l/s)	5096	5150	5306	5629
	Gasto máximo horario (l/s)	7899	7982	8225	8726
Oferta	(Gasto Máximo Suministrado (l/s)	4222	4222	4222	4222
Comparativo entre el Gasto Suministrado	Balance en Invierno (l/s)	**582**	**544**	**432**	**201**
	Balance en Verano (l/s)	**-874**	**-928**	**-1084**	**-1407**

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 primer escenario, se destaca el impacto significativo de la disminución de la dotación, lo que equivale a un aumento en la eficiencia. Esto podría prolongar la sostenibilidad del suministro de agua a la ciudad y retrasar la necesidad de incrementar la oferta de nuevas fuentes de agua.

Por otro lado, en el segundo escenario, se observa una diferencia significativa en comparación con el primero. En ausencia de un impacto en la dotación, se vuelve imperativo buscar nuevas fuentes de agua.

Ambos escenarios muestran que es posible satisfacer la demanda de invierno. Sin embargo, en el caso del verano, se evidencia un déficit debido a los "usuarios ficticios" mencionados anteriormente. Esto ha llevado a que el sistema opere actualmente en un patrón híbrido: suministro continuo en invierno y tandeo en verano. Este patrón podrá disminuir a medida que se reordene el sistema, se mejore la eficiencia y se implementen alternativas más adecuadas para el enfriamiento y la optimización del almacenamiento doméstico. No obstante, es esencial que los usuarios adquieran una mayor conciencia y responsabilidad en cuanto al uso y consumo del agua.

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. Disponibilidad hídrica

En este capítulo, se introducirá de manera concisa el tema de la disponibilidad de agua, ya que en capítulos posteriores se realizarán estimaciones que serán fundamentales para determinar la integración de los componentes de este aspecto.

La disponibilidad natural del agua depende fundamentalmente del equilibrio entre la cantidad de agua que ingresa al sistema a través de la precipitación y las pérdidas causadas por la evaporación en los cuerpos de agua y la evapotranspiración vegetal. La diferencia entre la precipitación y la evaporación puede dar lugar al escurrimiento superficial, la acumulación en cuerpos de agua superficiales o la recarga de acuíferos subterráneos [16] [42].

Existen varios factores que influyen en la disponibilidad hídrica, entre ellos:

Clima: La cantidad de precipitación y las condiciones climáticas tienen un impacto directo en la disponibilidad hídrica.

Topografía: La geografía del área, incluidas las características del suelo y la topografía, puede afectar la acumulación y el flujo del agua.

Uso del Suelo: Las actividades humanas, como la agricultura, la urbanización y la deforestación, pueden afectar la disponibilidad hídrica al cambiar los patrones naturales de escorrentía y absorción del agua.

Gestión del Agua: La eficiencia en la gestión del agua, la conservación y la infraestructura hídrica también son factores críticos.

La CONAGUA [16] define la disponibilidad hídrica como la cantidad de agua que se puede aprovechar para satisfacer las necesidades de los usuarios. Se calcula teniendo en cuenta la precipitación, la escorrentía, la recarga de acuíferos y las extracciones de agua.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) [39] establece que la disponibilidad hídrica es la cantidad de agua que se puede aprovechar para usos consuntivos o no consuntivos, sin poner en peligro la salud humana o el equilibrio de los ecosistemas.

La diferencia entre la definición de la CONAGUA y la LAN es que la LAN incluye los usos no consuntivos, como el uso recreativo o la generación de energía.

El agua renovable es el agua que se puede recuperar por procesos naturales, como la precipitación, la escorrentía o la recarga de acuíferos. El agua no renovable es el agua que no se puede recuperar por procesos naturales, como el agua subterránea fósil.

Por lo tanto, podemos suponer que, para garantizar la sostenibilidad de una región, es fundamental basarse en el uso de agua renovable, que representa la cantidad máxima de agua que puede ser

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

aprovechada anualmente en una región. Esta cifra se refiere al agua que se renueva gracias a la lluvia y al agua procedente de otras regiones o países.

Según los datos proporcionados por CONAGUA [16] la disponibilidad de agua renovable está disminuyendo, y varios factores contribuyen a esta situación. Entre ellos se incluyen el uso excesivo del agua y las pérdidas de volumen, que afectan la renovación de los componentes del ciclo hidrológico natural, así como el cambio climático. El aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones están reduciendo la escorrentía y la recarga de los acuíferos.

Los datos del SINA [16] relacionados con el agua renovable para el municipio de Chihuahua muestran una disminución de 1091.74 m^3/hab/año en 2011 a 989.48 m^3/hab/año en 2021. Es importante destacar que esta cifra es la segunda más baja a nivel nacional, solo superada por los municipios ubicados en las cuencas cerradas del norte, también en el estado de Chihuahua.

El componente inicial para determinar la disponibilidad es la precipitación. La precipitación pluvial desempeña un papel fundamental en el ciclo hidrológico, ya que es la principal fuente de agua renovable en el planeta. Es relevante mencionar que la distribución mensual de la precipitación agrava los problemas relacionados con la disponibilidad del recurso.

El SINA [16] registra una precipitación normal en el municipio durante el período de 1991 a 2020, distribuida mensualmente como se muestra en la Figura 46. En este período, se observan rangos de precipitación acumulada anual de 201 a 400 mm, con una precipitación anual promedio de 323.16 mm.

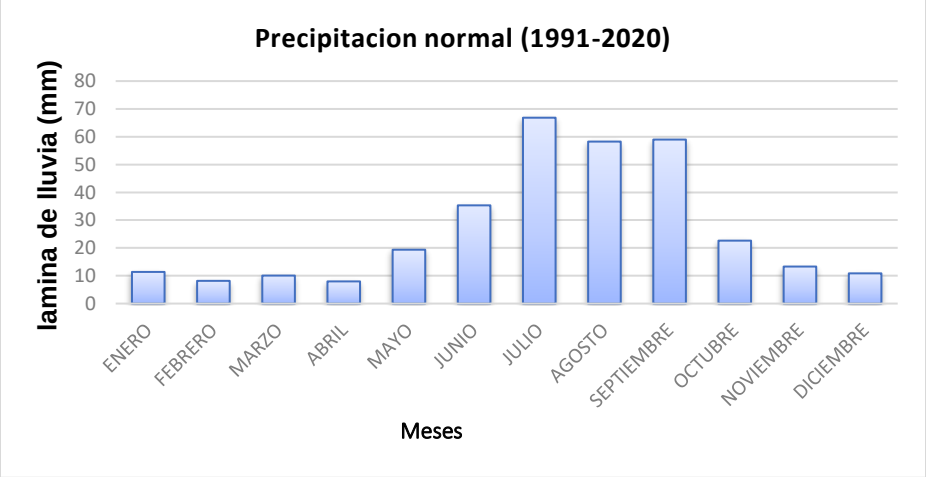


Figura 46. Distribución mensual de la precipitación en el municipio de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información del SINA [16].

Es importante destacar que más allá de la cantidad acumulada anual, lo más indicado para identificar y evaluar el agua renovable, es la distribución mensual/diaria, ya que esto nos define

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 tipo de tormenta y la posibilidad de que esta lluvia se convierta en escurrimiento e infiltración hacia el subsuelo para ser recarga de acuíferos. En el caso del municipio, las tormentas típicas son de corta duración, pero alta intensidad, lo que favorece la escorrentía en los arroyos, algunos de los cuales son clasificados como efímeros e intermitentes. La diferencia radica en que los arroyos efímeros solo tienen flujo durante la tormenta, mientras que los intermitentes pueden mantener un flujo en sus cauces durante un período breve después de la lluvia. Estos últimos ofrecen la posibilidad de una infiltración que puede contribuir a la recarga de aguas subterráneas.

Es importante mencionar que CONAGUA establece la disponibilidad hídrica según límites hidro-administrativos, como cuencas y acuíferos. Según el Sistema de Información del Agua (SINA), en lo que respecta a la cuenca en la que se encuentra el municipio, se describe como **sin disponibilidad**, como se resume a continuación.

Cuenca: Río Conchos 3

Descripción: Las cuencas hidrológicas que integran la subregión hidrológica Seis Tributarios, corresponden a las cuencas de los ríos que están establecidos en el inciso c) del párrafo B del Artículo 4 del Tratado sobre Aguas Internacionales de 1944 [(16)].

Área: 6566 km²

Subregión: Seis Tributarios

Clave región hidrológica: RH024

Región hidrológica: Bravo-Conchos

Clave RHA: VI

Región hidrológico-administrativa: Río Bravo

Veda vigente: Si

Fecha de DOF veda vigente: 15 de diciembre de 1955

Nombre veda vigente: Acuerdo que declara veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones con aguas nacionales provenientes del Río Bravo del Norte en su margen derecha, que sirva de límite entre los Estados Unidos Mexicanos y los de Norteamérica.

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

5.1. Agua Superficial

Las principales captaciones de aguas superficiales en el municipio de Chihuahua se distribuyen en cuatro ubicaciones clave. Tres de estas captaciones se encuentran aguas arriba, en la parte poniente de la mancha urbana, sobre los tributarios del Río Chuvíscar. Estas son la Presa El Rejón, la Presa Chuvíscar y la Presa Chihuahua, con capacidades de almacenamiento de 6.6, 2.4 y 32.3 Mm^3, respectivamente. Inicialmente diseñadas para la regulación de avenidas, las dos primeras se consideran sin capacidad hidráulica debido a su estado azolvado. La Presa Chihuahua, situada sobre el Río Chuvíscar, tiene como objetivo prevenir inundaciones en la ciudad de Chihuahua.

La cuarta captación se encuentra en la parte nor-poniente de la mancha urbana, a unos 30 km, en terrenos ejidales, en el cauce del Río Sacramento, conocido como San Marcos. Con una capacidad de 9.0 Mm^3, esta captación está destinada a la irrigación agrícola.

Debido al régimen de precipitación de la región, se considera que estas fuentes son inseguras e irregulares para el abasto de agua potable. Además, todos los embalses fueron construidos a principios de los años 1900 y, al no haber recibido mantenimiento, se encuentran prácticamente inoperables.

Para el suministro de agua potable, la única captación superficial que se utiliza proviene de la Presa Chihuahua, ubicada a 8.5 km al suroeste de la Ciudad. La capacidad operativa instalada de esta fuente es de 250 lps.

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

5.2. Agua Subterránea

En este capítulo resume la información que la CONAGUA presenta como los valores de disponibilidad, descarga natural comprometida y recarga de los acuíferos, con fecha de publicación 2023 para los acuíferos que subyacen al municipio de Chihuahua. Estos acuíferos específicos se muestran en la Figura 47 a continuación.



Figura 47. Acuíferos que abastecen a la población de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información del SINA [16].

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015 [43] "Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales" la cual en su fracción relativa a las aguas subterráneas menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

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

A continuación, se presentan las definiciones de los términos utilizados:

Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA): La DMA representa el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de un acuífero, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida. Un valor positivo indica la cantidad de agua disponible para diversos usos sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas, mientras que un valor negativo señala un déficit.

Descarga Natural Comprometida (DNC): La DNC es un volumen que representa una fracción de la descarga natural de un acuífero. Se calcula sumando los volúmenes de agua concesionados de manantiales y caudales base de ríos alimentados por el acuífero, junto con las descargas necesarias para la conservación del uso ambiental y la prevención de la inmigración de agua de mala calidad.

Recarga Media Anual (R): La R es el volumen de agua que recibe un acuífero en un intervalo de tiempo específico. Se obtiene dividiendo la recarga total deducida del balance de aguas subterráneas entre el número de años del intervalo de tiempo.

Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS): Se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), así como los volúmenes en proceso de registro y titulación. Para acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción equivale a la suma de los volúmenes estimados, aunque no titulados ni registrados, y los volúmenes concesionados de la parte vedada del acuífero.

Cálculo de la Disponibilidad Media Anual (DMA) según la NOM-011 [43]**:** La DMA se determina mediante un balance que define precisamente la recarga (R) y deduce el valor de la descarga natural comprometida (DNC) y el volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS). La expresión específica para el cálculo se establece en la NOM-011-CONAGUA-2015, asegurando la consistencia con las regulaciones de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento.

Cabe señalar que la limitación del área de estudio/acuífero está definida por el "Acuerdo por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua" [40].

Es importante destacar que los tres acuíferos mencionados en relación con el municipio de Chihuahua están designados como Zonas de Veda, cada una con diferentes limitaciones y clasificaciones. La veda impone restricciones al aumento de la extracción de agua por parte de

usuarios existentes y a la concesión o asignación de nuevos derechos de extracción, de acuerdo con los términos establecidos en cada decreto. Los decretos emitidos para declarar una Zona de Veda describen con precisión la delimitación geográfica en la que se aplica esta regulación.

5.2.1. Acuífero Chihuahua-Sacramento

Recarga Total Media Anual (R): La Recarga Total Media Anual (R) del acuífero comprende la suma de los volúmenes ingresados al mismo, tanto por recarga natural como inducida. En este caso, su valor asciende a 56.6 hm³/año.

Descarga Natural Comprometida (DNC): Para el acuífero Chihuahua – Sacramento, no se registran descargas naturales comprometidas, resultando en DNC = 0.0.

Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS): En el caso del acuífero Chihuahua-Sacramento, el volumen de extracción es de 122.49 hm³ anuales según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA): En el caso del acuífero Chihuahua-Sacramento, la DMA se calcula como sigue: DMA = R – DNC – VEAS, resultando en un déficit de -65.898960 hm³/año, indicando que no existe un volumen disponible para nuevas concesiones y, por el contrario, existe un déficit de 65,898,960 m³ anuales.

Es importante señalar que el cálculo de la recarga media anual se refiere a la porción del acuífero granular con aprovechamientos de agua subterránea e información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que su valor sea mayor, pero actualmente no es factible incluir en el balance los volúmenes de agua que circulan a mayores profundidades ni en las rocas fracturadas subyacentes a los depósitos granulares. A medida que se disponga de más información, especialmente en relación con la piezometría y pruebas de bombeo hacia los piedemontes, se podrá realizar una evaluación posterior para su actualización.

En consecuencia, la condición del acuífero es ***sin disponibilidad y sobreexplotado*** (Figura 48).

Resumen del Acuífero Chihuahua-Sacramento:

Recarga total media anual (R): 56.6 hm³/año

Descarga natural comprometida (DNC): 0 hm³/año

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS): 122.498960 hm³/año

Disponibilidad media anual (DMA) positiva: 0 hm³/año

Disponibilidad media anual (DMA) negativa (Déficit): -65.898960 hm³/año

Fecha de publicación en DOF: 2020-09-17

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

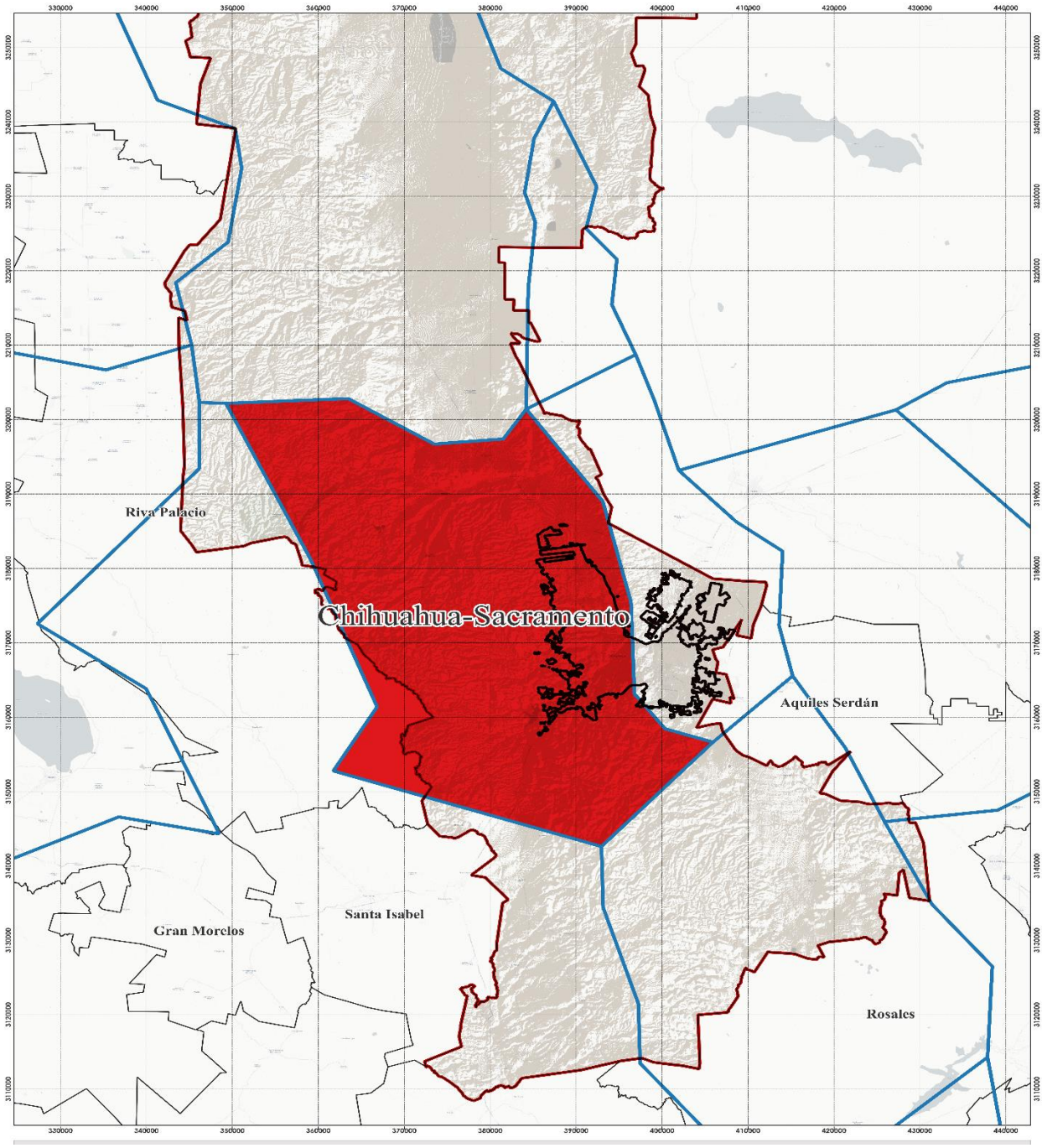


Figura 48. Mapa del Acuífero Chihuahua-Sacramento. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [44] *y CONAGUA* [42].

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

5.2.2. Acuífero Tabalaopa – Aldama

Recarga Total Media Anual (R): La Recarga Total Media Anual (R) del acuífero representa la suma de todos los volúmenes que ingresan al mismo. En este caso específico, su valor es de 76.5 hm³/año, distribuidos entre 70.2 hm³/año de recarga natural y 6.3 hm³/años correspondientes a la recarga por retornos de riego.

Descarga Natural Comprometida (DNC): Para el acuífero Tabalaopa-Aldama, se registra una descarga natural comprometida de 4.3 hm³/año, destinada hacia el acuífero vecino Aldama-San Diego.

Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS): Para el acuífero Tabalaopa-Aldama, el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 76.37 hm^3 anuales, según el REPDA a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA): Para el acuífero Tabalaopa-Aldama, la DMA se calcula como sigue: DMA = R – DNC – VEAS, resultando en un déficit de -4.17 hm³/año, indicando que no existe un volumen disponible para nuevas concesiones y, por el contrario, existe un déficit de 4.17 hm^3 anuales

En consecuencia, la condición del acuífero es ***sin disponibilidad y subreexplotado*** (Figura 49).

Resumen del Acuífero Tabalaopa-Aldama:

Recarga total media anual (R): 76.5 hm³/año

Descarga natural comprometida (DNC): 4.3 hm³/año

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS): 76.373 hm³/año

Disponibilidad media anual (DMA) positiva: 0 hm³/año

Disponibilidad media anual (DMA) negativa (Déficit): -4.173895 hm³/año

Fecha de publicación en DOF: 2020-09-17

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

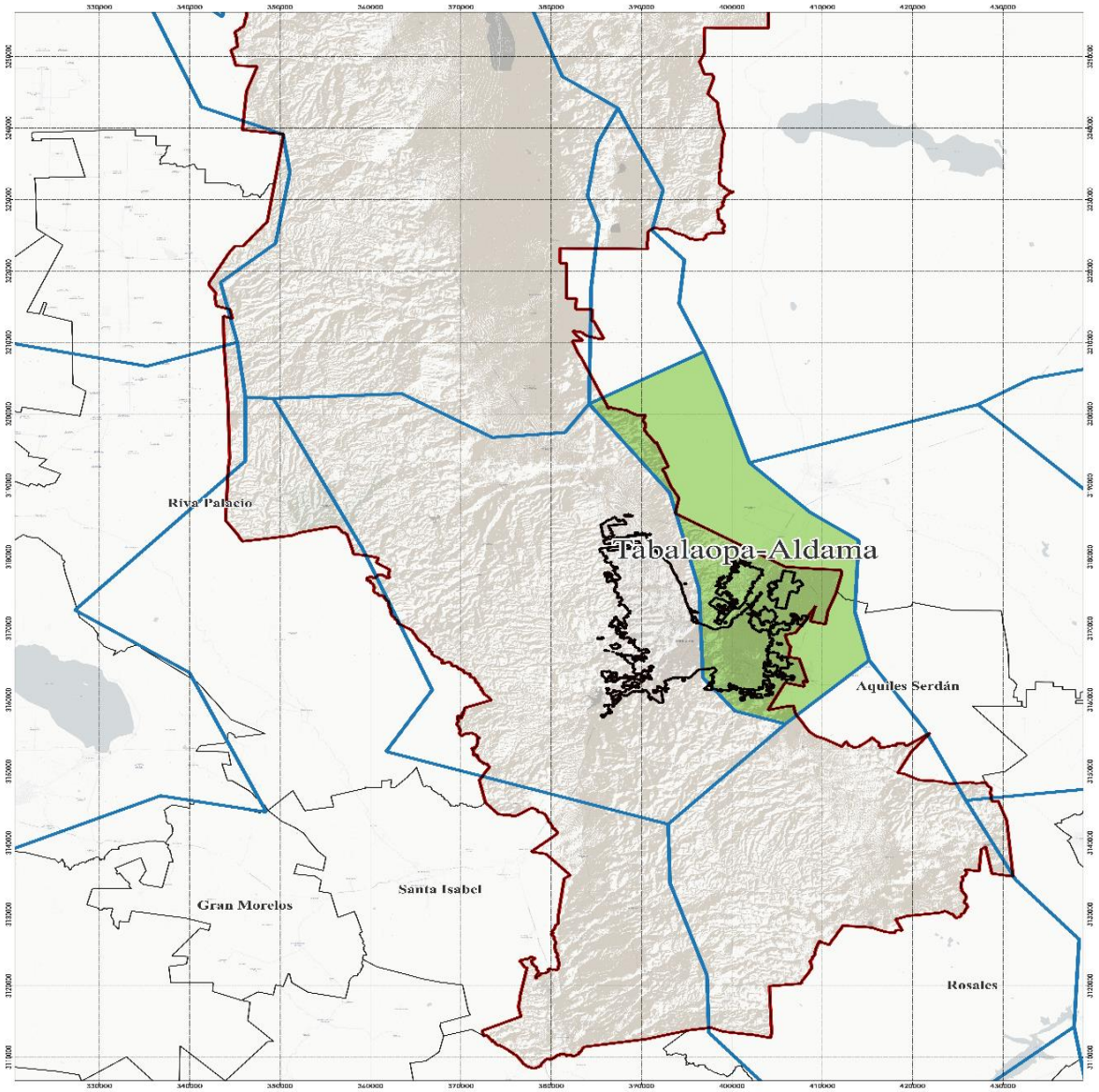


Figura 49. Mapa del Acuífero Tabalaopa - Aldama. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [44] y CONAGUA [42].

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

5.2.3. Acuífero El Sauz-Encinillas

Recarga Total Media Anual (R): La Recarga Total Media Anual (R) del acuífero representa la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, ya sea mediante recarga natural o inducida. En este caso, su valor asciende a 62.4 hm³/año, distribuidos entre 41.3 hm³ correspondientes a recarga natural y los restantes 21.1 hm³ a recarga inducida.

Descarga Natural Comprometida (DNC): Para el caso del acuífero Sauz-Encinillas, no se registran descargas naturales comprometidas, por lo que DNC = 0.0.

Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas (VEAS): Para este acuífero, el volumen de extracción es de 121 hm³ anuales, según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas (DMA): La Disponibilidad Media Anual (DMA) constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en el acuífero, adicional a la extracción concesionada y a la descarga natural comprometida, sin amenazar los ecosistemas. Siguiendo la metodología de la norma mencionada, se obtiene restando el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Para el acuífero Sauz-Encinillas, la DMA se calcula como sigue: DMA = R – DNC – VEAS, resultando en un déficit de 58.66 hm³ anuales.

En consecuencia, la condición del acuífero es ***sin disponibilidad y sobreexplotado (Figura 50).***

Resumen del Acuífero El Sauz-Encinillas:

Recarga total media anual (R): 62.40 hm³/año

Descarga natural comprometida (DNC): 0 hm³/año

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS): 121.06 hm³/año

Disponibilidad media anual (DMA) positiva: 0 hm³/año

Disponibilidad media anual (DMA) negativa (Déficit): -58.66 hm³/año

Fecha de publicación en DOF: 2020-09-17

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

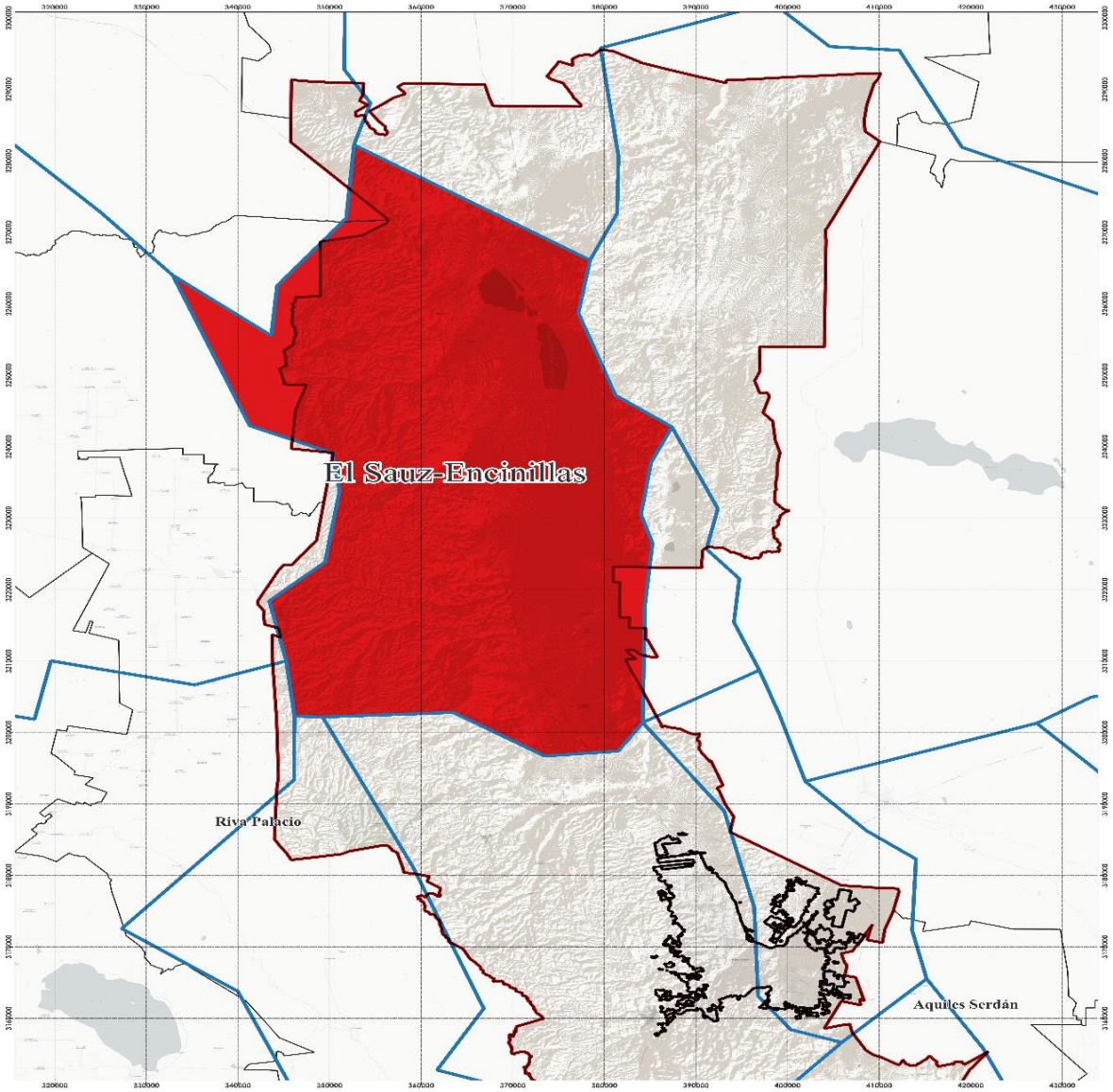


Figura 50. Mapa del Acuífero Sauz - Encinillas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI [44] y CONAGUA [42].

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

Según el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Chihuahua [45] la disponibilidad hídrica media anual en el municipio es de 580 Mm^3. Esta disponibilidad se distribuye de la siguiente manera:

- Precipitación: 350 Mm^3
- Escorrentía: 120 Mm^3
- Recarga de acuíferos: 110 Mm^3

La mayor parte de la disponibilidad hídrica del municipio se destina al uso agrícola, que representa el 70% del consumo total. El uso doméstico representa el 25% del consumo total, y el uso industrial representa el 5%.

El POELMCH [45] señala que la disponibilidad hídrica del municipio podría disminuir en un 20% para el año 2050 debido al cambio climático. Este cambio se debe a que el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones podrían reducir la escorrentía y la recarga de acuíferos.

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. Consideraciones Finales

En este segundo capítulo, se ha llevado a cabo una evaluación exhaustiva de diversos factores cruciales que incluyen la dinámica poblacional, las características residenciales, las influencias culturales, los niveles de educación, la salud comunitaria, la infraestructura disponible y el consumo de agua per cápita. Estos aspectos han proporcionado una visión integral de la relación entre la dinámica sociodemográfica y el estado actual de la disponibilidad de agua en la zona de estudio.

El análisis detallado realizado aquí ha establecido una sólida base sobre la cual se podrán desarrollar estrategias efectivas para la gestión sostenible del agua. Cabe destacar que, en futuros informes derivados de este estudio, se profundizará aún más en aspectos cruciales. En el informe 3, titulado "Integración del análisis socioeconómico en el ámbito del uso del agua", se examinará cómo la dinámica poblacional, el crecimiento y las proyecciones de población influyen en la parte socioeconómica, abarcando temas como el empleo, la competitividad, la seguridad, la gobernanza del agua, el turismo, la recreación y las actividades productivas en los ámbitos agrícola, ganadero e industrial. Así, se podrá comprender cómo la población de estudio interactúa con el recurso hídrico y cómo esto impacta en el desarrollo socioeconómico de la región. Además, en el informe 4, titulado "Integración del análisis urbano y rural en el ámbito del uso del agua", se utilizarán las proyecciones de población y el análisis de dotación, consumo y demanda presentados en este documento para llevar a cabo un análisis completo del uso del recurso hídrico. Este análisis se centrará en las localidades urbanas y rurales, los impactos antropogénicos, los escenarios tendenciales, óptimos y posibles, así como la disponibilidad y el uso del agua en el municipio de Chihuahua.

Dada la importancia de las fuentes de agua subterránea, también se empleará el análisis de disponibilidad hídrica de agua subterránea presentado en este informe para complementar las acciones encaminadas a lograr un equilibrio y recuperación de los acuíferos en el informe 8, denominado "Integración del análisis de aguas subterráneas". En este último, se analizará con mayor profundidad el estado actual y los posibles escenarios futuros, incluyendo las obras y acciones necesarias para lograr el equilibrio y la eventual recuperación de los acuíferos principales que abastecen actualmente al municipio de Chihuahua.

Este enfoque integral permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas para garantizar una gestión efectiva y sostenible del recurso hídrico en la región.

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. Referencias

1. Monforte G, Cantú P. Escenario del agua en México. CULCyT. 2009;(30): 31-40.

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

3. Naciones Unidas (ONU). Naciones Unidas México. [Online]. [cited 2023 12 27. Available from: https://mexico.un.org/es/sdgs.

4. Gobierno Municipal de Chihuahua. Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024. Plan. Chihuahua: Gobierno Municipal de Chihuahua.

5. Fondo de Población de las Naciones Unidas, UNFPA. Población y Desarrollo. [Online].; 2021 [cited 2023 12 27. Available from: https://mexico.unfpa.org/es/topics/poblaci%C3%B3n-y-desarrollo-2.

6. México Desconocido. Cultura de México. [Online].; 2021 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.mexicodesconocido.com.mx/cultura-de-mexico.html.

7. UNESCO. Cultura. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.unesco.org/es/culture.

8. INEGI. Panorama Sociodemográfico de México. [Online].; 2020 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825197711#:~:text=El%20INEGI%20presenta%20el%20Panorama,y%20las%20viviendas%20de%20M%C3%A9xico.

9. SEP. Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.planeacion.sep.gob.mx/.

10. Gómez O, Sesma S, Becerril V, Knaul F, Arreola H, Frenk J. Sistema de salud de México. [Online].; 2008 [cited 2023 12 27. Available from: https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5043/10023.

11. Instituto Municipal de Prevención y Atención a la Salud (IMPAS). IMPAS. [Online].; 2022 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.municipiochihuahua.gob.mx/CCS/Prensa/Conoce_los_servicios_que_brinda_el_Instituto_Municipal_de_Prevenci%C3%B3n_y_Atenci%C3%B3n_a_la_Salud.

12. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE). Salud, acciones y programas, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. [Online].; 2022 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

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

18. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Calidad del agua en México. [Online].; 2022 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua.

19. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Índice de peligrosidad, calidad y vulnerabilidad de la población por la calidad del agua de consumo. México: CONAGUA; 2023.

20. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía para la calidad del agua potable. Ginebra:; 2023.

21. ONU-HABITAT. Elementos de una vivienda adecuada. [Online].; 2019 [cited 2023 12 27. Available from: https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adecuada.

22. CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. ; 2019.

23. VAG. Guideline for the reduction of physical water losses, a pressure management approach, Eschborn: Deutsche Gesellschaft Für. ; 2011.

24. ANEAS. Agua y Saneamiento de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C. [Online].; 2020 [cited 2023 Junio 08. Available from: https://www.aneas.com.mx/aguaysaneamiento.

25. CONAGUA, OECD, and IMTA. Financing water resources management in Mexico. [Online].; 2010 [cited 2023 January 19. Available from: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/OECD.pdf.

26. INEGI. Panorama censal de los organismos operadores de agua en México. [Online].; 2019 [cited 2023 03 02. Available from: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198800.pdf.

27. Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). Índice de Competitividad Estatal. ; 2022.

28. Instituto de Planeación Integral del Municipio de Chihuahua. Diagnóstico de la Forma, Estructura Urbana y Usos de Suelo. ; 2020.

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

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

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

32. CONAGUA. MAPS - Basic Data for Drinking Water and Sewerage Projects. [Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Datos Básicos Para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado.]. Cd. México:; 2015.

33. Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). Inventario de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. [Online].; 2022 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-de-plantas-municipales-de-potabilizacion-y-de-tratamiento-de-aguas-residuales-en-operacion.

34. Salazar A, Pineda N. Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. Región y sociedad. 2010; 22(47).

35. Comisión Nacional del Agua (CNA). Cálculo de la demanda de agua potable, métodos de proyección de población. [Online].; 2001 [cited 2023 12 25. Available from: http://info.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/ley/nom/cna/nt-009-cna-2001.pdf.

36. Consejo Estatal de Población Chihuahua. Programa Estatal de Población. [Online].; 2017 [cited 2023 12 27. Available from: https://ceg.chihuahua.gob.mx/PED/EJE5/MedianoP/COESPO.PDF.

37. Consejo Nacional de Población (CONAPO). Proyecciones de la Población de los municipios de México, 2015-2030. [Online].; 2019 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.gob.mx/conapo/articulos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030-215756.%20Proyecciones%20de%20la%20Poblacin%20de%20los%20municipios%20de%20Mxico.

38. 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.

39. 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.

40. 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.

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

42. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Disponibilidad por Acuíferos. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html.

43. 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.

44. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Geografía y Medio Ambiente. [Online].; 2023 [cited 2023 11 14. Available from: https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/.

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

45. Gobierno Municipal de Chihuahua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y ASES Ecological and Sustainable Services. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Chihuahua. ; 2021.

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

47. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Publicación de disponibilidad de aguas superficiales. [Online].; 2023 [cited 2023 12 27. Available from: https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicacion-de-disponibilidad-de-aguas-superficiales.