



Millcayac
ISSN: 2362-616X
revistamillcayac@gmail.com
Universidad Nacional de Cuyo
Argentina

Demanda de agua por parte del sector poblacional y escenarios de uso sostenible en Mendoza, Argentina

Duek, Alicia Elena; El Kassade, Yanina; Reale, Marisol Guadalupe

Demanda de agua por parte del sector poblacional y escenarios de uso sostenible en Mendoza, Argentina

Millcayac, vol. IX, núm. 17, 2022

Universidad Nacional de Cuyo, Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=525871894007>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Demanda de agua por parte del sector poblacional y escenarios de uso sostenible en Mendoza, Argentina

Demand for water by the population sector and sustainable use scenarios in Mendoza, Argentina

Alicia Elena Duek aduek@ina.gov.ar
Instituto Nacional del Agua, Argentina

 <https://orcid.org/0000-0002-5805-6803>

Yanina El Kassis yelkassisse@ina.gov.ar
Instituto Nacional del Agua, Argentina

 <https://orcid.org/0000-0003-1270-7380>

Marisol Guadalupe Reale mreale@ina.gov.ar
Instituto Nacional del Agua, Argentina

 <https://orcid.org/0000-0003-4902-6941>

Millcayac, vol. IX, núm. 17, 2022

Universidad Nacional de Cuyo,
Argentina

Recepción: 07 Julio 2022
Aprobación: 19 Agosto 2022

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=525871894007>

Resumen: Se estima que la demanda de agua actual por parte del sector poblacional en Mendoza es de 285,01 hm³/año, de los cuales el 59,12% corresponde a la demanda residencial, el 9,81% a la demanda comercial y 31,07% corresponde a las pérdidas por conducción y distribución. La mayor demanda poblacional de agua se concentra en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior con un 82,84% del total. La construcción de escenarios ha permitido conseguir estimaciones de ahorro de agua que van del 19% al 72% respecto de lo demandado actualmente.

Palabras clave: Demanda hídrica, Población, Mendoza, Escenarios, Sostenibilidad.

Abstract: It is estimated that the current demand for water by the population sector in Mendoza is 285.01 hm³/year, of which 59.12% refers to residential demand, 9.81% to commercial demand, and 31.07% corresponds to conduction and distribution losses. The greatest demand for water is concentrated in the basin of the Mendoza and lower Tunuyán rivers, with 82.84% of the total. The construction of scenarios has made it possible to achieve estimates of water savings ranging from 19% to 72% compared to current demand.

Keywords: Water demand, Population, Mendoza, Scenarios, Sustainability.

Introducción

En Mendoza el agua es el elemento primordial para el desarrollo (Duek, Alicia y Fasciolo, Graciela, 2014; Duek, Alicia et al., 2013; Llop, Armando et al., 2013) y una de las herramientas asociadas a su gestión sustentable es el balance hídrico, entendiendo por éste a la diferencia entre la oferta y la demanda de agua dentro de un sistema y en un período de tiempo determinado. En este caso, tales sistemas son las tres principales cuencas hidrogeológicas de la provincia: ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, río Tunuyán Superior y ríos Diamante y Atuel. Cabe destacar que, si bien los balances hídricos brindan información clave para la toma de

decisiones con respecto a la asignación del agua superficial y subterránea, entre y dentro de los sectores, en Mendoza no todas las demandas que lo conforman han podido estimarse con una precisión aceptable (Llop, Armando y Fasciolo, Graciela, 2011; Departamento General de Irrigación, 2008a; 2008b; 2008c; 2008d; Universidad Nacional de Cuyo, 2004; Centro Regional Andino, 2002). Particularmente, en lo que respecta a la demanda de agua por parte del sector poblacional, se carece de macro y micromedición en los servicios de aprovisionamiento de agua potable, por lo que las estimaciones de consumo se realizan de manera indirecta.

Asumiendo estas restricciones, el modo en que la sociedad gestiona los recursos hídricos en general y en particular aquellos direccionados a satisfacer sus necesidades de consumo e higiene, resulta trascendental para garantizar a las actuales y futuras generaciones una adecuada calidad de vida. El impacto del cambio climático, la escasez creciente de agua, la reticencia a realizar inversiones en las redes de agua potable y el rol que desarrollan los Estados en la prestación o regulación de este servicio, constituyen motivos suficientes para calcular la demanda poblacional por el servicio de agua potable.

Los objetivos de este trabajo son estimar la demanda actual de agua por parte del sector poblacional de Mendoza, desagregada para cada una de sus principales cuencas y construir escenarios de uso sostenible del recurso hídrico; de modo de morigerar los efectos de la escasez de tal recurso y los impactos del cambio climático.

Metodología

La estrategia metodológica es de tipo cuantitativa y para estimar la demanda de agua poblacional requiere de variables tales como población que cuenta con agua de red, población que solamente dispone de cañería en la vivienda, el consumo de agua per cápita, las pérdidas de conducción en acueductos y las pérdidas en las redes de distribución. Para ello, se emplearon datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (CNPHyV) llevado adelante por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) en el año 2010. En el caso de los coeficientes de consumo de agua per cápita, se realizó una revisión de la información disponible de la empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AySAM), como así también de estudios realizados por investigadores/as del ex Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA), el que perteneció al Instituto Nacional del Agua (INA).

La construcción de escenarios estuvo basada en consumos de agua per cápita potenciales y pérdidas potenciales por conducción y distribución. El término potencial es utilizado para indicar situaciones óptimas. Se analizaron comportamientos de diversos países que han impulsado cambios en el consumo per cápita, en el marco de la gestión de la demanda hídrica, encontrándose coeficientes de consumo relativamente bajos en España. También, se entrevistó a especialistas en la temática con el fin

de ajustar cada uno de los coeficientes seleccionados. A continuación, se especifican las variables y fuentes anteriormente mencionadas.

La demanda actual de agua por parte del sector poblacional de Mendoza, para cada cuenca hidrogeológica de esta provincia, se calculó como la suma de la demanda residencial (o doméstica) y la demanda comercial, tal como lo indica la Ecuación 1.

Ecuación 1: Demanda actual de agua poblacional.

$$\text{Demanda actual de agua}_{\text{pob.}} = \text{Demanda actual de agua}_{\text{res.}} + \text{Demanda actual de agua}_{\text{com.}}$$

El primer término de Ecuación 1, es decir la demanda actual de agua residencial pudo estimarse como la suma de la demanda por parte de la población que tiene agua de red y aquella demanda correspondiente a la población que, si bien no dispone de agua de red, dispone de cañería de agua en la vivienda (Ecuación 2).

Ecuación 2: Demanda actual de agua residencial.

$$\text{Demanda actual de agua}_{\text{res.}} = \text{Demanda actual de agua}_{\text{res.red}} + \text{Demanda actual de agua}_{\text{res.can.}}$$

A su vez, el primer término de la Ecuación 2 se calcula de acuerdo a la Ecuación 3.

Ecuación 3: Demanda actual de agua residencial de red.

$$\text{Demanda actual de agua}_{\text{res.red.}} = P_{\text{red.}} \times C_{\text{per cápita}} + P_{\text{c. y d.}}$$

Donde:

Demanda actual de agua_{res.red.}: Demanda actual de agua residencial por parte de la población que cuenta con agua de red en la vivienda, en hm³/año.

P_{red.}: Población que cuenta con agua de red en la vivienda, en cantidad de personas.

C_{per cápita}: Consumo de agua per cápita y por día, en litros por persona por día.

P_{c. y d.}: Pérdidas por conducción y distribución, en hm³/año.

Respecto del segundo término de la Ecuación 2, éste se calculó de acuerdo a lo señalado en la Ecuación 4.

Ecuación 4: Demanda actual de agua residencial con cañería de agua en la vivienda.

$$\text{Demanda actual de agua}_{\text{res.can.}} = P_{\text{can.}} \times C_{\text{per cápita}}$$

Donde:

Demanda actual de agua_{res.can.}: Demanda actual de agua residencial por parte de la población que cuenta con cañería de agua en la vivienda, en hm³/año.

P_{can} : Población que cuenta con cañería de agua en la vivienda, pero sin agua de red, en cantidad de personas.

$C_{per\ cápita}$: Consumo de agua per cápita y por día, en litros por persona por día.

Cabe subrayar que, para obtener la demanda actual de agua, expresada en hm³/año, fue necesario realizar las siguientes conversiones de unidades: de litros a hectómetros cúbicos y de días a años. Por lo tanto, los valores hallados se multiplicaron por 10⁻⁹ y por 365.

En los apartados siguientes se analizan algunas de las variables contenidas en las Ecuaciones 1, 3 y 4.

Población con agua por red o por cañería en la vivienda en Mendoza

El CNPHyV es la fuente de información secundaria que cuenta con datos más actuales de población con agua de red o por cañería en la vivienda. Es llevado adelante por el INDEC y el último disponible procesado es del año 2010. Los datos recopilados en dicho censo corresponden a la cantidad de hogares que contaban con cañería de agua en la vivienda, como así también a la cantidad de hogares que disponían de agua de red. De modo que, para convertir los valores expresados en hogares a cantidad de personas, se calculó un promedio ponderado de las personas por hogar, encontrándose un valor de 3,47 personas por hogar. Este promedio se aplicó para estimar la población que contaba con agua de red en su vivienda y aquella que, si bien no disponía de este servicio, tenía cañería de agua dentro de la misma. Los datos se procesaron por departamento y luego se agruparon por cuenca hidrogeológica (Tabla 1).

Tabla 1: Población con agua por red o por cañería en la vivienda en Mendoza, 2010. Por cuenca. En cantidad de hogares y de personas.

Tabla 1
Población con agua por red o por cañería en la vivienda en Mendoza 2010 Por cuenca En cantidad de hogares y de personas

Cuenca hidrogeológica	Total Hogares	Hogares con agua de red	Hogares con cañería pero sin agua de red	Personas con agua de red	Personas con cañería pero sin agua de red
Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	384829	333234	24058	1156051	83462
Río Tunuyán Superior	31053	22709	3203	78782	11112
Ríos Diamante y Atuel	78959	65901	3021	228623	10480
Total Mendoza	494841	421844	30282	1463456	105054

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010).

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010).

En Mendoza, al año 2010, existían 421844 hogares con agua de red y 30282 hogares sin agua de red, pero con cañería de agua, lo que se traduce en 1463456 y 105054 personas respectivamente. Se deduce que el 79% de la población que contaba con servicio de agua (1156051 habitantes) se concentraba en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, el 16% (228623 habitantes) correspondía a la cuenca de los ríos Diamante y Atuel y el 5% restante (78782 habitantes) pertenecía a la población de la cuenca del río Tunuyán Superior. Los valores recién mencionados fueron

utilizados en las variables de población que aparecen en las Ecuaciones 3 y 4. Resulta importante aclarar que queda excluido de este estudio un porcentaje de la población que no contaba con agua de red ni con cañería de agua en el hogar y que presumiblemente también consumía agua, aunque en menor medida. La población tenida en cuenta en esta investigación fue de 1568510, mientras que la total censada en el 2010 fue de 1738929, es decir, que un 9,8% no fue incluido, ya que no se cuenta con coeficientes de consumo para esta última fracción.

Consumo de agua per cápita

En lo que respecta al consumo de agua per cápita se consideraron los principales estudios efectuados por investigadores/as de Mendoza. Graciela Fasciolo (1990) coordinó un trabajo llevado adelante por Obras Sanitarias Mendoza en el que se realizó una encuesta de hogares para el mejoramiento del servicio de agua potable del Gran Mendoza. Se confeccionó la muestra según tres índices de nivel socioeconómico (alto, medio y bajo), de modo que se obtuvieron consumos de agua per cápita por día de 415, 277 y 234 litros para cada estrato, con un promedio ponderado de 281 litros per cápita diarios.

Por su parte, Ricardo Gabrielli (2003) aplicó una metodología equivalente en una investigación realizada en el marco del Plan Maestro para el Gran Mendoza de Obras Sanitarias Mendoza Sociedad Anónima. Se hallaron consumos de 471, 347, 328 y 257 litros de agua per cápita y por día para cuatro estratos, cuyo promedio ponderado fue de 318 litros per cápita diarios. La limitación de los estudios de Graciela Fasciolo (1990) y Ricardo Gabrielli (2003) es que la población muestreada se restringe al Gran Mendoza y, en el primer caso, al año 1990.

Juan Carlos Jefferies (2010) elaboró un informe vinculado a la intervención administrativa a Obras Sanitarias Mendoza Sociedad Anónima, en el cual obtuvo coeficientes de consumo per cápita para algunos de los departamentos de Mendoza. Se optó por trabajar con datos de esta última fuente, puesto que presenta dichos coeficientes para una serie de once años (1998-2008), además de que permite obtener consumos per cápita para cada una de las tres cuencas hidrogeológicas de la provincia. En base a ello, se calcularon los promedios ponderados en función de la población servida en cada departamento, encontrándose coeficientes de consumo diario de 306 litros de agua per cápita para la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, 191 litros per cápita para la cuenca del río Tunuyán Superior y 272 litros per cápita para la cuenca de los ríos Diamante y Atuel.

Pérdidas por conducción y distribución

Las pérdidas por conducción y distribución, expresadas en la Ecuación 3 hacen referencia a las pérdidas de conducción en acueductos y a las pérdidas en las redes de distribución. Dichas pérdidas, al igual que los

consumos de agua per cápita, fueron adoptadas del informe realizado por Juan Carlos Jefferies (2010), dado que utilizando esta fuente también se pueden estimar promedios ponderados para cada cuenca hidrogeológica. En todos los casos, las pérdidas se presentaron como un porcentaje del volumen de agua potable producido, el que debe adicionarse al consumo residencial. Las pérdidas por conducción y distribución estimadas fueron de 33%, 22% y 30% para las cuencas de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, del río Tunuyán Superior y de los ríos Diamante y Atuel respectivamente.

Demanda de agua por parte del sector comercial

La demanda de agua por parte del sector comercial (contenida en la Ecuación 1), también fue tomada del informe de auditoría de Juan Carlos Jefferies (2010). Allí se analizó la cantidad de cuentas residenciales y comerciales operadas por Obras Sanitarias Mendoza y se dedujo que los consumos de dichas cuentas representaban el 85% y 15% respectivamente. De esta manera, luego de estimar la demanda de agua por parte del sector residencial, resultó posible inferir la correspondiente al sector comercial. Cabe aclarar que, en todas las cuencas hidrogeológicas de la provincia, se adoptó el mismo porcentaje (15%).

Construcción de escenarios

Además de las estimaciones de demanda actual de agua por parte del sector poblacional (residencial y comercial), para cada una de las tres principales cuencas hidrogeológicas de Mendoza, se construyeron tres escenarios de uso sostenible del recurso hídrico.

Escenario I

Se supuso que el consumo de agua per cápita es el más bajo de los encontrados en la bibliografía internacional, de modo que se trataría de un consumo per cápita potencial. En España, en el año 2018 el consumo promedio de agua fue de 133 litros por habitante por día, un 2,2% menos que los registros del año 2016. La encuesta sobre el suministro y saneamiento del agua arrojó coeficientes de consumo de agua para cada comunidad autónoma de dicho país, encontrándose el menor consumo diario de 104 litros de agua por habitante en el País Vasco (Instituto Nacional de Estadística, 2020). Este último coeficiente fue adoptado para el primer escenario, el que se construyó sobre la base de disminución del consumo de agua potable per cápita. Bajo este supuesto la Ecuación 3 se sustituyó por la Ecuación 5, formulada a continuación.

Ecuación 5: Demanda potencial de agua residencial de red.

$$\text{Demanda potencial de agua}_{res. red.} = P_{red} \times CP_{per\ cápita} + P_{c. y d.}$$

Donde:

Demanda potencial de agua_{res. red} : Demanda potencial de agua residencial por parte de la población que cuenta con agua de red en la vivienda, en hm³/año.

P_{red} : Población que cuenta con agua de red en la vivienda, en cantidad de personas.

CP_{per cápita}: Consumo potencial de agua per cápita y por día, en litros por persona por día.

P_{c. y d.} : Pérdidas por conducción y distribución, en hm³/año.

Asimismo, la Ecuación 4 fue reemplazada por la Ecuación 6.

Ecuación 6: Demanda potencial de agua residencial con cañería en la vivienda.

$$\text{Demanda potencial de agua}_{res. can.} = P_{can.} \times CP_{per\ cápita}$$

Donde:

Demanda potencial de agua_{res. can} : Demanda potencial de agua residencial por parte de la población que cuenta con cañería de agua en la vivienda, en hm³/año.

P_{can.}: Población que cuenta con cañería de agua en la vivienda, pero sin agua de red, en cantidad de personas.

CP_{per cápita}: Consumo potencial de agua per cápita y por día, en litros por persona por día.

Es importante aclarar que, para alcanzar estas demandas de agua potenciales, expresadas en hm³/año, fue necesario convertir litros a hectómetros cúbicos y días a años. De manera que se debió multiplicar por los factores de conversión 10⁻⁹ y por 365.

Escenario II

Este escenario asumió que se ejecutarían obras que mejorarían las pérdidas físicas visibles y no visibles, por lo que se consideraron pérdidas potenciales por conducción y distribución. Por lo tanto, la Ecuación 3 fue sustituida por la Ecuación 7.

Ecuación 7: Demanda potencial de agua residencial con agua de red

$$\text{Demanda potencial de agua}_{res. red} = P_{red} \times C_{per\ cápita} + PP_{c. y d.}$$

Donde:

Demanda potencial de agua_{res. red} : Demanda potencial de agua residencial por parte de la población que cuenta con agua de red en la vivienda, en hm³/año.

P_{red} : Población que cuenta con agua de red en la vivienda, en cantidad de personas.

C_{per cápita}: Consumo de agua per cápita y por día, en litros por persona por día.

PP_{c. y d.} : Pérdidas potenciales por conducción y distribución, en hm³/año.

Al igual que en el escenario anterior, para obtener estas demandas de agua potenciales, expresadas en hm³/año, también fue necesario convertir

litros a hectómetros cúbicos y días a años. Por lo tanto, los caudales obtenidos debieron multiplicarse por 10^{-9} y por 365.

Se considera que las pérdidas potenciales representaban el 50% de los valores actuales para cada cuenca, esto es: 16,5%, 11% y 15% para las cuencas de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, del río Tunuyán Superior y de los ríos Diamante y Atuel respectivamente. Cabe subrayar que estos porcentajes coinciden con los consultados en entrevistas a especialistas en la temática (Armando Llop, comunicación personal, 28 de noviembre de 2019; Oscar Vélez, comunicación personal, 5 de marzo de 2020).

Escenario III

En lo que respecta al tercer escenario, éste se construyó adoptando simultáneamente los supuestos del primer y del segundo escenario, es decir, consumos de agua per cápita potenciales y pérdidas potenciales por conducción y distribución.

Resultados

Demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior

La demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior se estimó de acuerdo a lo precisado en el apartado 2. Según se muestra en la Tabla 1, en el 2010, habían 1156051 personas con agua de red en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior. Asimismo, existían 83462 personas que contaban con cañería de agua en la vivienda, aunque no de agua de red.

En lo referente a los coeficientes de consumo de agua per cápita, se calculó un promedio ponderado, en función de la población servida en cada localidad, de aquellos estimados por Juan Carlos Jefferies (2010), hallándose un coeficiente de consumo diario de 306 litros de agua per cápita para esta cuenca. Bajo el supuesto que el consumo es similar, este coeficiente fue aplicado tanto a la población con agua de red como también a aquella con cañería de agua en la vivienda.

Respecto de las pérdidas por conducción y distribución, se adoptaron las propuestas por Juan Carlos Jefferies (2010), las cuales en el caso de la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior fueron del 33%, correspondiendo el 3% a acueductos y el 30% a las redes de distribución.

Los resultados de la demanda actual de agua por parte del sector poblacional (residencial y comercial) en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior son exhibidos en la Tabla 2.

Tabla 2: Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda. Por departamento. En hm³/año

Tabla 2
Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda Por departamento En hm³/año

Departamento	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Capital	14,42	0,31	2,54	8,35	25,63
Godoy Cruz	21,60	0,15	3,81	12,52	38,08
Guaymallén	27,10	2,09	4,78	15,70	49,67
Junín	3,59	0,20	0,63	2,08	6,50
La Paz	0,91	0,04	0,16	0,53	1,64
Las Heras	17,84	1,71	3,15	10,34	33,04
Lavalle	2,28	0,38	0,40	1,32	4,38
Luján de Cuyo	10,54	0,99	1,86	6,11	19,51
Maipú	14,28	1,84	2,52	8,27	26,91
Rivadavia	5,09	0,43	0,90	2,95	9,37
San Martín	10,39	0,90	1,83	6,02	19,13
Santa Rosa	1,10	0,32	0,19	0,64	2,26
Total	129	9,35	22,79	74,83	236,11
hm ³ /año					
%	54,70%	3,96%	9,65%	31,69%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010)

La demanda de agua actual por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior fue de 236,11 hm³/año, de los cuales 138,35 hm³ correspondieron a la demanda residencial (58,66%), 22,79 hm³ a la demanda comercial (9,65%) y 74,83 hm³ representaban las pérdidas por conducción y distribución (31,69%).

Escenarios sostenibles de demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior

Según lo detallado en el apartado metodológico 2.5 se construyeron los tres escenarios de uso sostenible del recurso hídrico. La Tabla 3 muestra las demandas estimadas bajo los supuestos del primer escenario, considerando un consumo potencial de agua per cápita de 104 litros por habitante por día (Instituto Nacional de Estadística, 2020).

Tabla 3: Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 3
Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda En hm³/año

Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
hm ³ /año	42,45	2,86	7,49	24,60	77,39
%	54,85%	3,69%	9,68%	31,78%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020)

El volumen total de agua demandado por parte del sector poblacional bajo estos supuestos sería de 77,39 hm³/año, lo que significa una reducción del 67% respecto de la demanda actual. La diferencia entre la demanda actual y la demanda potencial que arroja este escenario, es decir, el ahorro de agua, asciende a 158,73 hm³/año. Tal ahorro implicaría la posibilidad de abastecer de manera adicional a 4181407 habitantes por

año, sin necesidad de incrementar la capacidad operativa de las plantas potabilizadoras.

Los resultados del segundo escenario pueden visualizarse en la Tabla 4. Se supusieron pérdidas potenciales por conducción y distribución del 16,5% para esta cuenca, las que representaban el 50% de las pérdidas actuales.

Tabla 4: Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 4
Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda En hm³año

Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior		Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	hm ³ /año	129	9,35	22,79	30,02	191,30
	%	67,51%	4,89%	11,91%	15,69%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010).

La demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, bajo los supuestos de este escenario se reduciría a 191,30 hm³/año, es decir, 19% menos respecto del volumen actualmente demandado. En este caso, el ahorro de agua sería de 44,81 hm³/año, lo que generaría la posibilidad de abastecer de manera adicional a 401126 habitantes por año, sin existir la necesidad de aumentar la capacidad de producción de las plantas potabilizadoras.

Por último, el tercer escenario implicaría un consumo de agua per cápita potencial y pérdidas por conducción y distribución potenciales: 104 litros por habitante por día (Instituto Nacional de Estadística, 2020) y pérdidas del 16,5% (Tabla 5).

Tabla 5: Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 5
Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior según tipo de demanda En hm³año

Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior		Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	hm ³ /año	42,45	2,86	7,49	9,87	62,66
	%	67,74%	4,56%	11,95%	15,75%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

En la Tabla 5 se observa que bajo estos supuestos se consiguen las menores demandas de agua, siendo el volumen anual demandado para la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior de 62,66 hm³, lo que implicaría una disminución del 73% respecto de la demanda hídrica actual. El ahorro de agua para este escenario sería de 173,45 hm³/año, de modo que se podría abastecer de manera adicional a 4569383 personas por año. Al igual que en los casos anteriores, esto se conseguiría

sin necesidad de aumentar la capacidad de producción de las plantas potabilizadoras.

Demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior

La demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior se estimó de acuerdo a lo precisado en el apartado 2. Según se observa en la Tabla 1, en esta cuenca, en el 2010 existían 78782 personas con agua de red y al mismo tiempo otras 11112 personas que si bien no tenían agua de red disponían de cañería de agua en la vivienda.

En relación a los coeficientes de consumo de agua per cápita, se calculó un promedio de los estimados por Juan Carlos Jefferies (2010) para el Departamento de Tunuyán. El promedio de 191 litros de agua per cápita por día, se aplicó a la totalidad de la población de la cuenca del río Tunuyán Superior.

En lo que respecta a las pérdidas por conducción y distribución también se adoptaron las propuestas por Juan Carlos Jefferies (2010), las cuales para la cuenca del río Tunuyán Superior fueron del 2% en acueductos y del 20% en las redes de distribución, considerando pérdidas actuales del 22%.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la demanda actual de agua por parte de los sectores residencial y comercial en la cuenca del río Tunuyán Superior, por departamento.

Tabla 6: Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda. Por departamento. En hm³/año.

Tabla 6
Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda Por departamento En hm³año

Departamento	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
San Carlos	1,58	0,22	0,28	0,51	2,59
Tunuyán	2,45	0,36	0,43	0,79	4,04
Tupungato	1,45	0,19	0,26	0,46	2,37
Total	5,49	0,77	0,97	1,77	9
hm ³ /año					
%	61%	8,60%	10,76%	19,63%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010).

La Tabla 6 muestra que la demanda de agua por parte del sector poblacional en esta cuenca fue de 9 hm³/año, correspondiendo 6,26 hm³ a la demanda residencial (69,6%), 0,97 hm³ a la demanda comercial (10,75%) y 1,77 hm³ representaban las pérdidas por conducción y distribución (19,63%).

Escenarios sostenibles de demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior

Se construyeron tres escenarios de uso sostenible del recurso hídrico según lo desarrollado en el apartado 2.5. El coeficiente de consumo

potencial de agua per cápita empleado fue de 104 litros por habitante por día (Instituto Nacional de Estadística, 2020).

Tabla 7: Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 7
Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda En hm³año

Cuenca del río Tunuyán Superior	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	2,99	0,42	0,53	0,99	4,93
	hm ³ /año				
	%	8,55%	10,70%	20,12%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

Bajo este supuesto, la Tabla 7 muestra que la demanda de agua por parte del sector poblacional sería de 4,93 hm³/año, lo que implicaría una reducción del 45% en relación a lo demandado actualmente en esta cuenca. La diferencia entre la demanda actual y la demanda potencial que arrojó este escenario, es decir, el ahorro de agua, asciendió a 4,06 hm³/año. Tal ahorro hubiera significado la posibilidad de abastecer de manera adicional a 107027 habitantes por año, sin necesidad de incrementar la capacidad operativa de las plantas potabilizadoras.

El segundo escenario supuso que se efectúan obras que mejoran las pérdidas físicas visibles y no visibles. Considerando pérdidas potenciales por conducción y distribución del 50% del valor actual, es decir del 11%, se obtienen los resultados de la Tabla 8.

Bajo estos supuestos, la demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior podría reducirse a 8,03 hm³/año, lo que implicaría una disminución del 11% en relación al volumen demandado actualmente. El ahorro de agua para este escenario sería de 0,97 hm³/año, de modo que se podría abastecer de manera adicional a 13899 personas por año. Esto se conseguiría sin necesidad de aumentar la capacidad de producción de las plantas potabilizadoras.

Tabla 8: Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 8
Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda En hm³año

Cuenca del río Tunuyán Superior	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	5,49	0,77	0,97	0,80	8,03
	hm ³ /año				
	%	9,64%	12,06%	9,94%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010)

Finalmente, el tercer escenario asumió que se implementarían de modo simultáneo las medidas de los dos escenarios anteriores, es decir, consumo de agua per cápita potencial de 104 litros por habitante por día (Instituto

Nacional de Estadística, 2020) y pérdidas por conducción y distribución potenciales del 11% (Tabla 9).

Tabla 9: Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 9
Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en la cuenca del río Tunuyán Superior según tipo de demanda En hm³año

Cuenca del río Tunuyán Superior	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	2,99	0,42	0,53	0,43	4,37
hm ³ /año					
%	68,36%	9,64%	12,06%	9,94%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

Como era de esperarse, bajo estos supuestos se obtuvieron las menores demandas de agua. La demanda hídrica anual por parte del sector poblacional en esta cuenca podría reducirse a 4,37 hm³, lo que implica una reducción del 51% respecto de lo demandado actualmente. En este caso, el ahorro de agua sería de 4,62 hm³/año, lo que posibilitaría abastecer de manera adicional a 121713 habitantes por año. Tal como en los escenarios anteriores, esto se lograría sin la necesidad de aumentar la capacidad de producción de las plantas potabilizadoras.

Demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel

Al igual que en las dos cuencas anteriores, la demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel se calculó siguiendo la metodología explicada en el apartado 2. De acuerdo a la Tabla 1, en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, en el 2010 existían 65901 hogares que disponían de agua de red y otros 3021 que, si bien no tenían agua de red, al menos disponían de cañería de agua dentro de las viviendas. Esto se traduce en 228623 y 10480 personas respectivamente.

En lo que se refiere a los coeficientes de consumo de agua per cápita, se calculó un promedio ponderado, en función de la población servida en cada departamento, de los estimados por Juan Carlos Jefferies (2010) en el marco de la auditoría realizada a Obras Sanitarias Mendoza, ya citada. Se encontró un coeficiente de consumo diario de 272 litros de agua per cápita para esta cuenca.

En cuanto a las pérdidas por conducción y distribución, en este caso también se adoptaron las propuestas por Juan Carlos Jefferies (2010), las que en el caso de la cuenca de los ríos Diamante y Atuel son del 26%, 23% y 33% para General Alvear, Malargüe y San Rafael respectivamente. En función de la población que cuenta con agua de red en cada una de estas localidades, se calculó un promedio ponderado para ser aplicado a toda la cuenca, resultando éste de 30,73%.

Los resultados de la demanda actual de agua por parte del sector poblacional (residencial y comercial) en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, por departamento, se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda. Por departamento. En hm³/año.

Tabla 10
Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda Por departamento En hm³año

Departamento	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Gral. Alvear	4,33	0,14	0,79	2,27	7,53
Malargüe	2,13	0,10	0,39	1,12	3,75
San Rafael	16,27	0,80	3,01	8,55	28,63
Total	22,72	1,04	4,19	11,94	39,90
hm ³ /año					
%	56,95%	2,61%	10,51%	29,93%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010).

La demanda actual de agua por parte de los sectores residencial y comercial en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, calculada para el 2010, fue de 39,90 hm³/año, de los cuales 23,76 hm³ representaban la demanda residencial (59,56%), 4,19 hm³ la demanda comercial (10,51%) y 11,94 hm³ correspondieron a las pérdidas por conducción y distribución (29,93%).

Escenarios sostenibles de demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel

De acuerdo a la metodología especificada en el apartado 2.5 se construyeron tres escenarios de uso sostenible del recurso hídrico. El coeficiente de consumo potencial de agua per cápita empleado fue de 104 litros por habitante por día (Instituto Nacional de Estadística, 2020).

Tabla 11: Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 11
Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda En hm³año

Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	8,68	0,40	1,53	4,53	15,14
hm ³ /año					
%	57,33%	2,63%	10,12%	29,92%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

Bajo los supuestos del primer escenario, la demanda de agua por parte del sector poblacional en esta cuenca sería de 15,14 hm³/año (Tabla 11), lo que implicaría una reducción del 62% respecto de la demanda hídrica actual. El ahorro de agua sería de 24,77 hm³/año, lo que posibilitaría abastecer de manera adicional a 652408 habitantes por año. Esto se

conseguiría sin la necesidad de incrementar la capacidad de producción de las plantas potabilizadoras.

Para el segundo escenario de uso sostenible del agua se asumió que se llevarían adelante obras que mejoran las pérdidas físicas visibles y no visibles, por lo tanto, en el modelo se consideraron pérdidas potenciales por conducción y distribución del 15,37%. Los resultados alcanzados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12: Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 12
Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda En hm³año

Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	22,72	1,04	4,19	4,89	32,85
	69,18%	3,17%	12,77%	14,88%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010).

Si se alcanzaran tales pérdidas potenciales de conducción y distribución, la demanda de agua por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel sería de 32,85 hm³/año, una reducción del 18% en relación al volumen actualmente demandado. La diferencia entre la demanda actual y la potencial que arroja este escenario, es decir, el ahorro de agua, sería de 7,05 hm³/año. Esto implicaría la posibilidad de abastecer de manera adicional a 70957 personas anualmente, sin alterar la capacidad operativa de las plantas potabilizadoras.

Por último, el tercer escenario supuso que se implementarían simultáneamente las medidas de los escenarios I y II, es decir, consumo de agua per cápita potencial y pérdidas por conducción y distribución potenciales: 104 litros por habitante por día (Instituto Nacional de Estadística, 2020) y pérdidas del 15,37% (Tabla 13).

Tabla 13: Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 13
Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel según tipo de demanda En hm³año

Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Demanda personas con agua de red	Demanda personas con cañería de agua	Demanda comercial	Pérdidas por conducción y distribución	Total demanda poblacional
Total	8,68	0,40	1,53	1,85	12,46
	69,64%	3,19%	12,29%	14,88%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

Se nota que bajo estos supuestos se alcanzaron las menores demandas de agua, siendo la demanda por parte del sector poblacional en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel de 12,46 hm³/año, lo que significaría un ahorro

del 69% en relación a la demanda hídrica actual. La diferencia entre la demanda actual y la de este escenario fue de 27,44 hm³/año, de modo que se podría abastecer adicionalmente a 722881 personas por año. Al igual que en todos los casos anteriores, esto se obtendría sin necesidad de acrecentar la capacidad de producción de las plantas potabilizadoras.

Demanda de agua por parte del sector poblacional de Mendoza

Hasta aquí se han estimado las demandas de agua por parte del sector poblacional (residencial y comercial) desagregadas para cada una de las cuencas hidrogeológicas de Mendoza. En este apartado se presentan tales demandas agregadas para toda la provincia y para cada uno de los escenarios construidos. Las demandas actuales de agua por parte de dicho sector fueron condensadas de las Tablas 2, 6 y 10 y agregadas en la Tabla 14.

Tabla 14: Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca. Por tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 14
Demanda actual de agua por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca Por tipo de demanda En hm³año

Tipo de demanda	Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Cuenca del río Tunuyán Superior	Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Total Mendoza
Demanda personas con agua de red	129,14	5,49	22,72	157,36
Demanda personas con cañería de agua	9,35	0,77	1,04	11,16
Demanda Comercial	22,79	0,97	4,19	27,95
Pérdidas por conducción y distribución	74,83	1,77	11,94	88,54
Total	236,11	9	39,9	285,01
	hm ³ /año			
	%	3,16%	14%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010).

La demanda total de agua por parte del sector poblacional en la provincia de Mendoza, al 2010, fue de 285,01 hm³/año. El 82,8% (236,11 hm³/año) de este volumen se encontraba concentrado en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, el 14% (39,9 hm³/año) correspondía al agua demandada por la cuenca de los ríos Diamante y Atuel y el 3,16% (9 hm³/año) restante pertenecía a la cuenca del río Tunuyán Superior.

Asimismo, en la Tabla 14 se expresan los volúmenes totales de agua por tipo de demanda. La demanda de agua por parte del sector residencial (agua de red y cañería en la vivienda) en toda la provincia ascendía a 168,52 hm³/año, lo que representaba el 59,13% respecto del total demandado por el sector. Por su parte, el sector comercial demandaba anualmente un volumen de 27,95 hm³ (9,81%). Mientras que las pérdidas por conducción y distribución fueron de 88,54 hm³/año, concentrando el 31,07% del total.

Cabe aclarar que las demandas de agua calculadas en esta investigación corresponden tanto a aquellas de origen superficial como subterráneo. Se revisó bibliografía y fuentes de información secundaria vinculadas a

esta temática pero no se encontró información desagregada por cuenca hidrogeológica de la provincia que permitiera realizar tales estimaciones. Se destacan algunos valores de producción de agua potable de origen superficial y subterráneo, informados por la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE) del Gobierno de Mendoza. Estos se hallan agregados para toda la provincia y únicamente están referidos al agua potabilizada por la empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AySAM). Del total del agua potabilizada por el principal operador, el 67,21% corresponde a agua de origen superficial mientras el 32,79% restante es de origen subterráneo. Esto quiere decir que en dicho informe queda excluida el agua demandada por los tres operadores municipales (Luján, Maipú y Tupungato), como así también la correspondiente a los más de 130 pequeños operadores, los que en su gran mayoría utilizan agua de origen subterráneo.

El primer escenario de uso sostenible del recurso hídrico construido para cada cuenca hidrogeológica, partió del supuesto de considerar consumos de agua per cápita potenciales. La Tabla 15 condensa los resultados mostrados en las Tablas 3, 7 y 11 y los presenta agregados para toda la provincia de Mendoza.

Tabla 15: Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca. Por tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 15
Demanda de agua para el escenario I por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca Por tipo de demanda En hm³año

Tipo de demanda	Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Cuenca del río Tunuyán Superior	Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Total Mendoza
Demanda personas con agua de red	42,45	2,99	8,68	54,11
Demanda personas con cañería de agua	2,86	0,42	0,40	3,68
Demanda Comercial	7,49	0,53	1,53	9,55
Pérdidas por conducción y distribución	24,60	0,99	4,53	30,12
Total	77,39	4,93	15,14	97,46
	hm ³ /año			
	%	5,06%	15,53%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

La demanda de agua por parte del sector poblacional de Mendoza para el escenario I sería de 97,46 hm³/año, lo que implicaría una reducción del 66% en relación al volumen actualmente demandado. El 79,41% de esta demanda (77,39 hm³/año) estaría concentrado en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, 15,53% (15,14 hm³/año) pertenecería a la cuenca de los ríos Diamante y Atuel y 5,06% (4,93 hm³/año) restante en la cuenca del río Tunuyán Superior.

El segundo escenario supuso mejoras en la totalidad de las redes de conducción y distribución, de modo que se adoptaron pérdidas potenciales en estos sistemas para cada cuenca. En la Tabla 16 se resumen las demandas desagregadas para cada cuenca, las que fueron estimadas en las Tablas 4, 8 y 12.

Tabla 16: Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca. Por tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 16
Demanda de agua para el escenario II por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca Por tipo de demanda En hm³año

Tipo de demanda	Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Cuenca del río Tunuyán Superior	Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Total Mendoza
Demanda personas con agua de red	129,14	5,49	22,72	157,36
Demanda personas con cañería de agua	9,35	0,77	1,04	11,16
Demanda Comercial	22,79	0,97	4,19	27,95
Pérdidas por conducción y distribución	30,02	0,80	4,89	35,71
Total	hm ³ /año 191,30	8,03	32,85	232,18
	% 82,39%	3,46%	14,15%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010) y de Jefferies (2010).

La demanda de agua por parte del sector poblacional en Mendoza, bajo los supuestos de este escenario, sería de 232,18 hm³/año, lo que quiere decir que el volumen actual podría reducirse un 19%. En la Tabla 16 también se muestra que las pérdidas por conducción y distribución serían de 35,71 hm³/año, mientras que las actuales fueron estimadas en 88,54 hm³/año (Tabla 14), lo que implicaría que se podrían contraer un 60%.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos en las Tablas 5, 9 y 13, se calcularon las demandas agregadas para el tercer escenario (Tabla 17). Se adoptaron simultáneamente las medidas del primero y del segundo escenario, esto quiere decir que se optimizarían las redes de conducción y distribución, al mismo tiempo que se alcanzarían los más bajos consumos de agua per cápita en todo el territorio de la provincia (pérdidas potenciales por conducción y distribución y consumos de agua per cápita potenciales).

Tabla 17: Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca. Por tipo de demanda. En hm³/año.

Tabla 17
Demanda de agua para el escenario III por parte del sector poblacional en Mendoza según cuenca Por tipo de demanda En hm³año

Tipo de demanda	Cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior	Cuenca del río Tunuyán Superior	Cuenca de los ríos Diamante y Atuel	Total Mendoza
Demanda personas con agua de red	42,45	2,99	8,68	54,11
Demanda personas con cañería de agua	2,86	0,42	0,40	3,68
Demanda Comercial	7,49	0,53	1,53	9,55
Pérdidas por conducción y distribución	9,87	0,43	1,85	12,16
Total	hm ³ /año 62,66	4,37	12,46	79,50
	% 78,82%	5,50%	15,68%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020).

En este escenario de óptima, la demanda de agua por parte del sector poblacional en toda la provincia sería de 79,5 hm³/año, lo que implicaría una disminución del 72% respecto de lo consumido actualmente. Esta demanda se concentraría en un 78,82% en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, 15,85% correspondería a la cuenca de los ríos Diamante y Atuel, mientras que el 5,5% restante a la cuenca del río Tunuyán Superior.

Además, se observa en la Tabla 17 que 57,79 hm³ (72,69%) corresponderían a la demanda de agua anual por parte del sector poblacional, 12,16 hm³ (15,3%) representarían las pérdidas por conducción y distribución y 9,55 hm³ (12,01%) harían referencia a la demanda comercial.

Por último, en la Tabla 18 se muestran los valores absolutos de los ahorros de agua de cada escenario, a nivel provincial, respecto de los volúmenes actualmente demandados.

Tabla 18: Ahorros de agua por parte del sector poblacional en Mendoza. Por tipo de escenario. En hm³/año.

Tabla 18
Ahorros de agua por parte del sector poblacional en Mendoza Por tipo de escenario En hm³año

Tipo de escenario	Ahorro de agua (hm ³ /año)
Escenario I	187,55
Escenario II	52,83
Escenario III	205,51

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INDEC (2010), de Jefferies (2010) y del Instituto Nacional de Estadística (2020)

Bajo los supuestos establecidos para los escenarios I, II y III, se concluye que las estimaciones de ahorro de agua serían respectivamente de 187,55, 52,83 y 205,51 hm³/año. Resulta notable la incidencia en el ahorro de agua al comparar el primer escenario y con el segundo, éste fue significativamente mayor cuando se optimizó el consumo de agua per cápita que cuando se mejoró la eficiencia en la conducción y la distribución.

Conclusiones

La demanda total de agua por parte del sector poblacional en Mendoza, para el año 2010 fue de 285,01 hm³/año, de los cuales el 59,12% (164,86 hm³/año) se refirió a la demanda residencial, el 9,81% (27,95 hm³/año) a la demanda comercial y 31,07% (88,54 hm³/año) correspondió a las pérdidas por conducción y distribución.

Asimismo, la mayor demanda de agua por parte de este sector se concentró en la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior con un 82,84% del total, seguida por un 14% correspondiente al agua demandada en la cuenca de los ríos Diamante y Atuel y un 3,16% restante perteneciente a la cuenca del río Tunuyán Superior.

Si se consiguiera reducir al mínimo posible los consumos de agua per cápita, la demanda anual sería de 97,46 hm³, lo que implicaría una disminución del 66% respecto al volumen demandado actualmente.

En cambio, si se realizaran obras destinadas a reparar la totalidad de las redes de conducción y distribución, el volumen de agua demandado por cada año sería de 232,18 hm³, es decir, que la demanda actual podría contraerse un 19%. Nótese el significativo ahorro generado al optimizar el consumo de agua per cápita respecto de las mejoras asociadas a la conducción y distribución.

Un manejo integral y sostenible del recurso hídrico demandado por parte del sector poblacional de la provincia de Mendoza requeriría que se adopten simultáneamente ambas medidas, esto es: la optimización de los consumos de agua per cápita en todas las cuencas de la provincia y el mejoramiento de la infraestructura asociada a la conducción y distribución del agua en todo el territorio mendocino. En este caso, la demanda de agua sería de 79,50 hm³/año, lo que implica un ahorro del 72% respecto de la demanda actual.

De cumplirse los supuestos de estos escenarios sería posible dotar a una población adicional de 4569383 habitantes de la cuenca de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, una cantidad de habitantes adicional de 121713 en la cuenca del río Tunuyán Superior y 722881 personas para el caso de la cuenca de los ríos Diamante y Atuel.

En el actual contexto de cambio climático y teniendo en cuenta que el mayor peso relativo en el ahorro de agua corresponde a los consumos per cápita, las acciones del Estado deberían apuntar principalmente a: i) instar a las empresas prestadoras del servicio de agua potable a implementar micromedición en los hogares; ii) hacer efectiva la función del Ente Regulador referida al diseño tarifario, tendiente a alcanzar la progresividad de las tarifas, con especial énfasis en los grandes prestadores y; iii) promover prácticas de uso sostenible del recurso hídrico mediante campañas de concientización ciudadana y aplicación de incentivos.

Referencias bibliográficas

- Centro Regional Andino (2002). Evaluación hidrogeológica de la cuenca del Valle de Uco. Informe técnico N°15. INA-CRA. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación (2008a). Plan director río Atuel. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación (2008b). Plan director río Diamante. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación (2008c). Plan director río Mendoza. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Argentina.

- Departamento General de Irrigación (2008d). Plan director río Tunuyán. Proyecto PNUD-FAO-ARG-00/08. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Gobierno de Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Argentina.
- Duek, Alicia y Fasciolo, Graciela (2014). Uso industrial del agua en Mendoza, Argentina: coeficientes para la industria alimenticia. En *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*, Volumen 5, Número 3, pp. 51-62.
- Duek, Alicia; Fasciolo, Graciela; Quiles, María y Zoia, Oscar (2013). Uso del agua en la industria alimenticia de Mendoza. En: *Actas XXIV Congreso Nacional del Agua*, (versión CD). San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan.
- Fasciolo, Graciela (1990). Encuesta de Hogares para el Mejoramiento del Servicio de Agua Potable en el Gran Mendoza. Informe Metodológico. Obras Sanitarias Mendoza. Mendoza. Informe inédito. Mendoza, Argentina.
- Gabrielli, Ricardo (2003). Plan Maestro de Obras Sanitarias Mendoza. En *Anales del XIII Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente de la Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (AIDIS)*. Buenos Aires, Argentina: AIDIS.
- Instituto Nacional de Estadística (2020). Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua 2018. España. Recuperado el 29 de marzo de 2021, de https://www.ine.es/prensa/essa_2018.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. República Argentina. Recuperado el 5 de diciembre de 2020, de http://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135
- Jefferies, Juan Carlos (2010). Organización y cobertura del servicio de agua potable. Informe AG-SER 1 N2 01. Auditoría general a Obras Sanitarias Mendoza Sociedad Anónima. Universidad Nacional de Cuyo. Informe inédito. Mendoza, Argentina.
- Llop, Armando; Fasciolo, Graciela; Duek, Alicia; Comellas, Eduardo y Buccheri, Mauricio (2013). El balance hídrico en las cuencas de Mendoza: aportes para su medición. En *Revista Proyección*, No. 14, p. 48-67.
- Llop, Armando y Fasciolo, Graciela (2011). Estado de los recursos hídricos en Mendoza. En *Informe Ambiental*. Mendoza: Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno de Mendoza (coord.). Publicado en CD.
- Universidad Nacional de Cuyo (2004). Informe Físico Ambiental Marco Estratégico para la Provincia de Mendoza. Diagnóstico Físico-Ambiental.

Notas de autor

Alicia Elena Duek es Ingeniera Industrial, Magíster en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y Doctora en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. Actualmente se desempeña como investigadora en la Subgerencia Centro Regional Andino dependiente del Instituto Nacional del Agua, donde desarrolla tareas de investigación, capacitación y asistencia técnica en temas vinculados a la gestión integrada de los recursos hídricos. Algunas publicaciones recientes son: i) Impactos

económicos de la gestión de las obras de infraestructura hídrica en la cuenca de la laguna La Picasa. Región pampeana argentina, en *Revista Estudios Rurales*. Universidad Nacional de Quilmes; ii) Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible, en *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*. Universidad de Santiago de Chile; iii) El agua en las industrias alimenticias de Mendoza (Argentina): estimación de los requerimientos hídricos y la potencialidad de reúso agrícola, en *Revista Ambiente & Agua*, Universidade de Taubaté.

Yanina El Kassisse es Bioquímica, con residencia en Bioquímica Toxicológica y Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Actualmente se desempeña como investigadora en calidad de agua en la Subgerencia Centro de Tecnologías del Uso del Agua dependiente del Instituto Nacional del Agua. Es la responsable del Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables, donde desarrolla tareas de asistencia técnica en temas de calidad de agua y sedimentos, participa en peritajes ambientales en causas judiciales. Asimismo, participa en proyectos de investigación en temáticas de calidad de agua. Ha sido coautora de trabajos publicados en revistas y congresos, así como también ha confeccionado numerosos informes técnicos.

Marisol Guadalupe Reale es Licenciada en Gestión Ambiental. Actualmente se desempeña como investigadora en calidad de agua en la Subgerencia Centro de Tecnologías del Uso del Agua dependiente del Instituto Nacional del Agua. Entre las tareas que desarrolla se encuentra prestar asistencia técnica en temas de calidad de agua y sedimentos, participar en peritajes ambientales en causas judiciales. Además, participa en proyectos de investigación en temáticas de normativa de agua y efluentes, evaluación del impacto en la calidad del agua por el proceso de dragado y fitorremediación. Ha sido coautora de trabajos publicados en revistas y congresos, así como también ha participado en la redacción de informes técnicos.