

IV-067 - DIRECTRICES ESTRATÉGICAS PARA LA REGULACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA AL AÑO 2025

Francisco Alberto Delgadino

Ingeniero Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Magíster en Dirección y Administración Pública local de la Universidad Carlos III de Madrid, España. Docente universitario de grado y postgrado, director de equipos de investigación y Director del Instituto de Investigación de Servicios Públicos e Infraestructura (IISPI) de la Universidad Nacional de Córdoba. Director de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, con mención Administración de la UNC.

José María Rodríguez

Licenciado en Economía en la Universidad Nacional de Córdoba. Doctor en Ciencias Económicas, con orientación en Economía. Como consultor, se especializa en regulación y diseño de políticas públicas de los sectores de infraestructura. Lidera grupos de trabajo encargados de estimar y proyectar la demanda en sectores de agua potable y saneamiento, electricidad, gas y transporte, analizar y diseñar marcos regulatorios, realizar estudios integrales de revisión tarifaria, estimar el costo de capital y modelizar los aspectos económicos y financieros de empresas y sectores. Profesor de grado y posgrado en la Universidad Nacional de Córdoba.

Mariano Mosquera

Licenciado en Ciencia Política y Diplomado en Gestión Pública (Universidad Católica de Córdoba). Doctorando en Ciencia Política del Centro de Estudios Avanzados de la UNC. Docente de la Universidad de Buenos Aires e Investigador de la Universidad Nacional de Córdoba y la Universidad Católica de Córdoba. Director Académico del Diplomado en Gestión Municipal (Universidad Siglo XXI). Ha trabajado en procesos de asistencia técnica para gobiernos provinciales y municipales en Argentina y Latinoamérica.

Sebastián Albrisí

Ingeniero Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Magíster en Dirección de Empresas (MDE) en la Universidad Católica de Córdoba. Docente universitario de grado y postgrado, Co-Director de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, mención Administración de la UNC.

Juan Pablo Brarda

Ingeniero Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Maestrando de la Maestría en Gestión Integral de Recursos Hídricos, dictada conjuntamente por las Universidades Nacionales del Litoral, de Cuyo y de Córdoba, Maestrando de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Córdoba. Docente y tutor de alumnos de grado. Responsable de la capacitación de personal técnico de empresas privadas y de administraciones públicas en temas hidráulicos. Investigador, asesoramiento y consultoría en Hidráulica, Ingeniería sanitaria y drenaje urbano, a nivel local, provincial y nacional. Especialista en Recursos Hídricos y redes de saneamiento.

RESUMEN

El trabajo comprende el estudio y definición de las directrices estratégicas en cuanto a la regulación y gestión de los recursos hídricos y saneamiento para la provincia de Córdoba con un horizonte de 15 años, para lo cual se sigue una metodología de planificación de tipo científica, con definición de objetivos claros y una hipótesis inicial para llegar a las conclusiones. El estudio se inició en noviembre de 2010 y se concluyó en mayo de 2011, y consistió en una primera etapa de relevamiento de información básica disponible e identificación de los distintos elementos que se relacionen con el desarrollo provincial; luego, a partir de esta recopilación, y en una segunda etapa, se analizó la información y se generó una proyección de las variables socioeconómicas que permitió determinar la demanda futura, lo que facilitó la identificación de posibles restricciones al crecimiento provincial. Esto permitió arribar a un diagnóstico proyectivo para que, en la tercera etapa del trabajo, se elaboren las líneas estratégicas correspondientes. Se destaca la importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para sistematizar la información disponible, así como también comprender su poder como herramienta al servicio de la toma de decisiones en la planificación y gestión integral del territorio, debido a su componente I+D+I (Investigación + Desarrollo + Innovación). Se explican brevemente el significado de los proyectos y la planificación estratégica con un listado y ejemplos, respectivamente. Finalmente, se exponen experiencias y las conclusiones pertinentes.

PALABRAS CLAVE: Córdoba, infraestructura, recursos hídricos, planificación estratégica, gestión integrada, tecnologías.

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento describe los objetivos, alcances y metas planteadas a los fines de conocer la realidad actual y futura en materia de infraestructura relacionada a la regulación y gestión de los recursos hídricos en la provincia de Córdoba, Argentina.

El agua es definitivamente un bien, un capital, recurso, que juega un papel cada vez más importante en el consenso mundial. No se necesita imaginar conflictos, ni tampoco hacer conjeturas extrañas, simplemente asumir que hoy el agua está en crisis y, que ello implica tomar decisiones (individuales y colectivas) para lograr una gestión equitativa, eficiente y ambientalmente sostenible de los recursos hídricos.

Si bien el presente análisis no tiene en cuenta o no analiza los sistemas de riego de la Provincia de Córdoba, existe una fuerte competencia entre éstos sistemas y la provisión de agua para consumo.

El aprovechamiento prudente de los recursos hídricos implica la necesidad de reconocer que el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

El escenario actual se caracteriza por los crecientes niveles de desigualdad en el acceso equitativo al agua para la satisfacción de las necesidades básicas, tanto a nivel mundial como nacional, como así también el rápido deterioro de la calidad de la misma por la falta de cuidado por parte del hombre.

La distribución de los recursos hídricos es bastante irregular en el territorio de la Provincia, el agua en Córdoba se encuentra mal distribuida tanto en el tiempo como en el espacio. Vale destacar que el centro de la provincia, más precisamente el área denominada como “Gran Córdoba” concentra aproximadamente el 50% de la población total de toda la provincia. Por lo que los Recursos hídricos a los cuales se puede hacer uso por su cercanía (ríos Suquía y Xanaes) son los más explotados en términos relativos (el primero, estando casi agotado). El tema se destaca si se tiene en cuenta que las tasas de incremento poblacional más elevadas también están en esta región.

Los conflictos que devienen de la oferta y demanda del agua se agravan con una administración que muchas veces duplica o superpone acciones o a veces las carece, o también falta de articulación interinstitucional. También cuando tiene limitaciones en sus funciones o falta de instrumentos legales o políticos, para llevar a cabo una gestión eficiente.

Muchas veces las tarifas son apenas suficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua impidiendo el incremento de la cobertura de servicios de agua potable en condiciones de calidad adecuadas y de saneamiento.

La experiencia ha demostrado que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza.

PROPOSITO DEL TRABAJO

- Conocer de forma macro la realidad actual en materia de infraestructura de Saneamiento de toda la provincia de Córdoba identificando fortalezas y oportunidades, como así también debilidades y amenazas.
- Cuantificar a priori la oferta de recursos hídricos a nivel provincial e interprovincial y la demanda actual y futura, para con ello relacionar la oferta y demanda del recurso.
- Definir un conjunto de medidas estructurales y no estructurales que permitan cubrir las necesidades actuales y futuras de todos los habitantes de la Provincia para de esta forma aumentar la calidad de vida de los habitantes.

I. ALCANCES

El trabajo se desarrolla dentro del ámbito de la provincia de Córdoba, sin que ello implique analizar otras alternativas que vinculen a provincias vecinas.

El análisis se focaliza en estimar (en función de la demanda y de la proyección de población) el consumo de cada zona de la provincia para luego tratar de abastecer con agua potable y sistemas cloacales a cada una de ellas. Se tienen en cuenta aspectos relacionados a la calidad de agua superficial y subterránea, acueductos existentes, embalses, etc.

El estudio se realiza a nivel macro y no se consideran algunos aspectos relacionados, tales como sistemas de riego, así como hidroelectricidad y turismo. Se debe destacar que todos los sistemas de riego de la provincia de Córdoba presentan un alto grado de ineficiencia en su funcionamiento, ya sea por falta de mantenimiento, tecnologías obsoletas, mala operación y sistemas de aplicación del agua en la parcela en muchos casos muy degradados (Reyna, 2006). Asimismo se recalca que existe competencia marcada entre los sistemas de riego y los de provisión de agua para consumo. Este fenómeno puede observarse en la región centro norte y oeste. El análisis desarrollado en el presente trata aspectos o lineamientos generales. Cuantifica la oferta en función del módulo (m^3/s) de cada río y/o cuenca hidrográfica.

El estudio no abarcó análisis estadísticos de series de datos disponibles como Pluviográficos, Pluviométricos, Hidrométricos, etc. en función de estaciones meteorológicas dispuestas en toda la provincia de Córdoba.

Debido a la distribución geográfica de la población dentro de la provincia es necesario dividir el diagnóstico (principalmente en lo que se refiere a demanda de agua y sistemas de tratamiento) entre lo que se define como el Gran Córdoba o el Área Metropolitana de la Ciudad de Córdoba y el resto de la provincia.

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El desarrollo metodológico del estudio se dividió en las siguientes fases:

1. *Recopilación y evaluación de antecedentes:* la recopilación se basó fundamentalmente en la obtención de estudios, trabajos o proyectos relacionados con los recursos hídricos a nivel provincial existente principalmente en Reparticiones Públicas (Subsecretaría de Recursos Hídricos-SSRH), Universidades, etc.
2. *Descripción básica de los sistemas de aprovechamiento del recurso hídrico:* el objetivo de esta fase fue conocer las características del funcionamiento de cada sistema hídrico, evaluando: ubicación, disponibilidad, calidad, etc. en función de la información obtenida en la fase anterior.
3. *Descripción básica de la demanda para consumo humano del recurso hídrico:* la caracterización de la demanda de agua para consumo adquiere importancia para evaluar o comparar la disponibilidad del recurso con la necesidad por parte de la población de toda la provincia.
4. *Diagnóstico de la situación actual y futura:* basado en la interpretación de los dos ítems anteriores, se elaboró un diagnóstico donde la premisa es comparar y evaluar la disponibilidad hídrica entre la oferta y demanda de agua.
5. *Elaboración de un Sistema de Información Geográfica (GIS):* con toda la información recopilada se procedió a elaborar un GIS.
6. *Ánalisis y generación de alternativas:* analizada la conformación del sistema hídrico provincial, y luego de evaluar las diferentes conclusiones, se desarrollan las alternativas de acción para mejorar el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento cloacal para la provincia de Córdoba.

III. RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES

Para poder calificar y cuantificar los recursos hídricos en la provincia de Córdoba se recopilaron diversos antecedentes que analizan en distintos períodos la problemática hídrica en la provincia.

La mayoría de los documentos evaluados presentan obras tendientes a solucionar el abastecimiento de agua a la provincia de Córdoba. Otros tratan la calidad y disponibilidad del recurso.

A los fines de conocer la realidad actual de forma global en relación al saneamiento de la provincia de Córdoba, se procedió a recabar información en diferentes reparticiones de la provincia relacionadas al

Saneamiento. En primer lugar se realizó un relevamiento de información en la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia (SSRH).

Los datos disponibles en la SSRH se refieren a:

Agua Potable:

- Características institucionales de los prestadores por localidad o conjunto de poblaciones.
- Tipo de fuente de provisión de agua (Superficial, Subterránea o Acueducto -importación de agua). Calidad del recurso.
- Ubicación y características de los embalses o diques existentes.
- Instalaciones existentes (referido a si posee red de distribución, planta de tratamiento, sistema de almacenamiento, etc.).
- Red de acueductos existentes a nivel provincial.
- Mapeo general de calidad y cantidad de agua subterránea en la provincia.
- Programas recientes y futuros de saneamiento (ejemplo: Plan Agua Para Todos, etc.).
- Población servida actual y estimación futura de cada localidad o sistema.
- Cobertura en porcentaje con red de distribución.
- Producción máxima diaria o mensual.

Toda esta información fue procesada en planillas para una rápida y mejor interpretación, luego con la ayuda de un SIG (Sistema de Información Geográfica) es posible resumir, a través de gráficos, los distintos aspectos relacionados al diagnóstico de la situación actual en la provincia de Córdoba.

Por otro lado fueron consultadas diferentes Cooperativas de la región como la Cooperativa Integral de Villa Carlos Paz (Coopi) a los fines de brindar información referida a las necesidades y proyecciones actuales y futuras de la región que abastecen.

IV. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Para el desarrollo de esta etapa se elaboró una base de datos Georeferenciada (gdb) la cual se encuadra en el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Un SIG es una base de datos espacial que permite almacenar, consultar, analizar y presentar información Georeferenciada para su posterior publicación o generación de nueva información.

En función de lo dicho anteriormente se ha utilizado al SIG como una herramienta de análisis para determinar aspectos que tienen relevancia en el análisis y planificación de uno de los aspectos básicos en la infraestructura de Córdoba como lo es el servicio de Producción y Distribución de agua potable.

V. SISTEMAS HÍDRICOS DE EXPLOTACIÓN

Para la definición y caracterización de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se procedió a la definición de los Sistemas Hídricos de Explotación (SHE). Estos se corresponden con áreas o regiones dentro de la provincia que guardan cierta relación en cuanto a la fuente de abastecimiento, almacenamiento (embalse, dique, azud, etc.), distribución, etc. A su vez en la definición existe una relación fundamental con el criterio de Cuenca Hidrográfica.

En resumen los criterios utilizados para la definición de los Sistemas Hídricos de Explotación fueron:

- **Criterio Físico:** Cuenca Hidrográfica, Localización, Altura Topográfica.
- **Criterio de Explotación:** Fuente de Abastecimiento, Almacenamiento, Distribución.

En función de lo expuesto se dividió a la provincia de Córdoba en 8 Sistemas Hídricos de Explotación:

1. *Sistema Norte:* cuencas de los ríos del Noreste (ríos y arroyos Seco, de los Tártagos, Pisco Huasi, Macha, Río Pinto, Jesús Marfa, Carnero, Manzano, etc.). Azudes de Pisco Huasi y Villa Marfa de Río Seco
2. *Sistema Norte de la Mar Chiquita:* Zona del río Dulce y sus Bañados.
3. *Sistema Villa Dolores:* cuencas de los ríos de Traslasierras (ríos y arroyos Chancaní, Rugapampa, Panaholma, Mina Clavero, Los Sauces, Nono, Las Tapias, Las Chacras, Luyaba, etc.). Diques La Viña y Compensador La Viña.

4. *Sistema Cruz del Eje*: cuencas de los ríos del Noroeste (ríos y arroyos Ischilín, Copacabana, Cruz del Eje, Soto, Pichanas, Guasapampa, etc.). Diques Cruz del Eje, Pichanas, Los Alazanes, El Cajón y San Jerónimo. Azudes de Copacabana y Paso de las Campanas.
5. *Sistema de los Ríos Iero y 2do*: cuencas de los ríos Suquía, Xanaes. Diques Portecelo, La Falda, San Roque, La Quebrada, Los Molinos I y Los Molinos II.
6. *Sistema Río 3ero*: Cuenca del río Ctalamochita. Sistema de Acueductos de Agua Superficial y Subterránea desde Villa María hasta San Francisco y Morteros al Norte, Laboulaye al Sur y Marcos Juarez al Este. Diques Cerro Pelado, Arroyo Corto, Embalse Río III, Ing. Reolín, y Piedras Moras.
7. *Sistema del Río 4to*: cuenca del río Chocancharagua.
8. *Sistema del Río 5to*: cuenca del río Popopis y Bañados de la Amarga. Presas de Achiras y Las Lajas y El Chañar.

VI. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO

IX.i Generalidades

En la actualidad, en la provincia de Córdoba la titularidad de los servicios de agua potable les corresponde a las municipalidades de las distintas ciudades. Cada una de ellas puede llevar a cabo este servicio o concesionarlo a empresas privadas o cooperativas. Se pueden citar como ejemplo las ciudades de Villa María y Carlos Paz, donde el servicio es prestado por Cooperativas, o Río Cuarto a través de una sociedad Municipal. Excepción a esta regla son aquellas en las cuales previamente el servicio se venía prestando por medio de la Provincia y que luego fueron concesionados, como la ciudad de Córdoba, a la empresa Aguas Cordobesas S.A. (Reyna, 2006).

Se presentan a continuación algunos comentarios referidos a los diferentes usos del agua en la provincia. Cabe destacar que el alcance del presente estudio es referido a agua para consumo humano solamente dejando la evaluación del resto de las actividades relacionadas con el agua para desarrollos futuros.

• Agua Potable

Se involucra dentro de este punto tanto agua potable utilizada para uso doméstico, como para uso industrial, puesto que Córdoba no tiene industrias con gran consumo de agua (como papeleras, acerías, mineras, etc.).

A fin de determinar el volumen de agua necesario para abastecer a la población de agua potable se debe establecer:

*Población abastecida.

*Dotación de agua potable.

La población actual de la provincia de Córdoba es de aproximadamente 3.500.000 habitantes, y el consumo promedio de agua diario es de 380 l/hab/día para el caso de ciudades comprendidas dentro del Gran Córdoba o Área Metropolitana de Córdoba y 300 l/hab/día para el resto de las localidades del interior provincial. Las dotaciones adoptadas en este estudio se corresponden con campañas futuras de concientización para el cuidado del recurso en la región. De esta forma se logrará controlar los consumos abusivos.

El caudal promedio necesario para abastecimiento de agua potable es de alrededor de 14 m³/s.

• Riego

En relación al aprovechamiento del agua para riego, la provincia de Córdoba puede dividirse en dos grandes grupos: sistemas mayores (Capital, Cruz del Eje, Pichanas, Villa Dolores, Soto y Jesús María – Colonia Caroya) y sistemas menores (más de 20 distribuidos en el interior provincial). (Reyna, 2006).

Con respecto al tipo de información disponible acerca de estos sistemas, es dispar y variada. Los sistemas mayores de Cruz del Eje, Pichanas, Villa Dolores y Soto cuentan con un relevamiento realizado por la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Mención en Recursos Hídricos, de la Universidad Nacional de Córdoba en el año 2004.

En relación al sistema Capital, la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia cuenta con planos de los canales del sistema de riego.

- **Turismo**

Córdoba es una provincia de llanuras en la zona este y sur, y montañosa en la dirección norte-sur al oeste de la misma. Su atractivo turístico principal radica en las bellezas naturales de las sierras, con sus ríos y lagos. Los valles serranos constituyen desde antigua data uno de los atractivos de la Provincia de Córdoba. En ellos fue asentándose progresivamente, a partir de finales del siglo pasado y comienzos del siguiente, la actividad turística, localizada en una serie de interesantes poblaciones convertidas hoy en centros mayores de actividad, por su nivel de equipamiento y servicios. Los tres principales valles, identificados claramente con el turismo en Córdoba son el de Punilla, el de Calamuchita y el de Traslasierra.

Es importante destacar, además, un denso sistema de pequeños arroyos, ríos, embalses artificiales y la gran laguna salada de Mar Chiquita y sus bañados, por lo cual puede decirse que el agua es una parte esencial del paisaje cordobés (Reyna, 2006).

Para este tipo de uso la cuantificación del uso del recurso no es factible, ya que los impactos son en su mayoría cualitativos.

- **Hidroelectricidad**

La información que se dispone, relativa al uso del agua para la generación de electricidad, es algo escasa y antigua (Reyna, 2006).

Un gran número de presas y sistemas construidos dentro de la provincia tenían como uno de sus objetivos la generación de energía. Actualmente algunos no están en condiciones de cumplir con este objetivo y otros no lo realizan de manera eficiente, generando conflictos con los usos más prioritarios como son el de abastecimiento de agua potable y agua para riego.

- **Caudal ecológico**

El concepto de caudal ecológico parte de la base de que un cauce fluvial debe tener un caudal mínimo que garantice el desarrollo de una vida fluvial igual, o al menos parecida, a la que existía en el río antes de la construcción de una presa (Reyna, 2006).

Para definir el caudal ecológico, hay que tener en cuenta que:

1. Debe ser siempre superior al caudal medio del mes más seco
2. Como mínimo, debe ser el 10% del caudal medio del río

IX.ii Cuantificación de la Demanda para Consumo Humano

Para cuantificar la demanda de agua para consumo humano en cada población se utilizaron datos según Censo del año 2008.

IX.ii.a Horizonte de Diseño:

Se estableció al año 2025 como horizonte de diseño.

IX.ii.b Proyecciones de población

El objetivo básico es el conocimiento de la población esperable, expresada en términos de habitantes para un área o sector determinado y su agrupamiento en unidades habitacionales.

Se debe considerar tipos característicos de población diferenciando: i) Población permanente urbana, ii) Población permanente rural y iii) Población Temporal.

IX.ii.c Estudio de la Demanda. Dotaciones y Cálculo de Caudales

La demanda de agua potable tiene los siguientes componentes: i) Demanda Doméstica: Constituida básicamente por la demanda de las viviendas familiares, ii) Demanda No Doméstica: Constituida por las demandas de uso Industrial y Comercial y de Uso Público, iii) Fugas y Pérdidas en el Sistema: Constituida por diversos componentes que resultan en la necesidad de una mayor producción de agua en fuente que la que será efectivamente consumida por los usuarios.

- **Análisis de los Consumos**

El tamaño de un proyecto u obra hidráulica depende de las cantidades de agua a suministrar al inicio y al final del período de diseño, es por ello que se requiere de un cuidadoso estudio para calcular las demandas actuales y futuras en la región.

El consumo per capita se expresa en litro por habitante y por día (lts/hab.día) y se denomina *Dotación*.

En el sistema de conducción y distribución de agua potable inevitablemente se producen fugas y desperdicios que ocasionan que el volumen de agua que es necesario producir a nivel de fuente sea mayor que el volumen de agua que llega al usuario. Esta diferencia que comprende diversos rubros recibe el nombre de Agua No Contabilizada: ANC (Agua no contabilizada por fallas técnicas, fallas administrativas y fallas contables).

El Modelo de Demanda debe tratar de establecer las dotaciones de agua potable sobre la base del conocimiento de las características de la población a servir, sus actividades y su evolución futura. Estas dotaciones no son fijas en el tiempo y están notablemente influenciadas por factores diferentes como ser: Establecimiento del servicio, Nivel socioeconómico de la población y características de las viviendas, Actividades Económicas, Infraestructura existente, Tamaño de la localidad, Clima, Hábitos higiénicos, etc.

Es importante destacar que las dotaciones adoptadas en este estudio se corresponden con campañas futuras de concientización para el cuidado del recurso en la región. De esta forma se logrará controlar los consumos abusivos.

Se estima una cobertura del 100% de cada localidad involucrada en el estudio.

Las dotaciones utilizadas fueron: 380 y 300 lts/hab.día. En el primer caso se corresponde con el área metropolitana de la ciudad de Córdoba y Córdoba Capital.

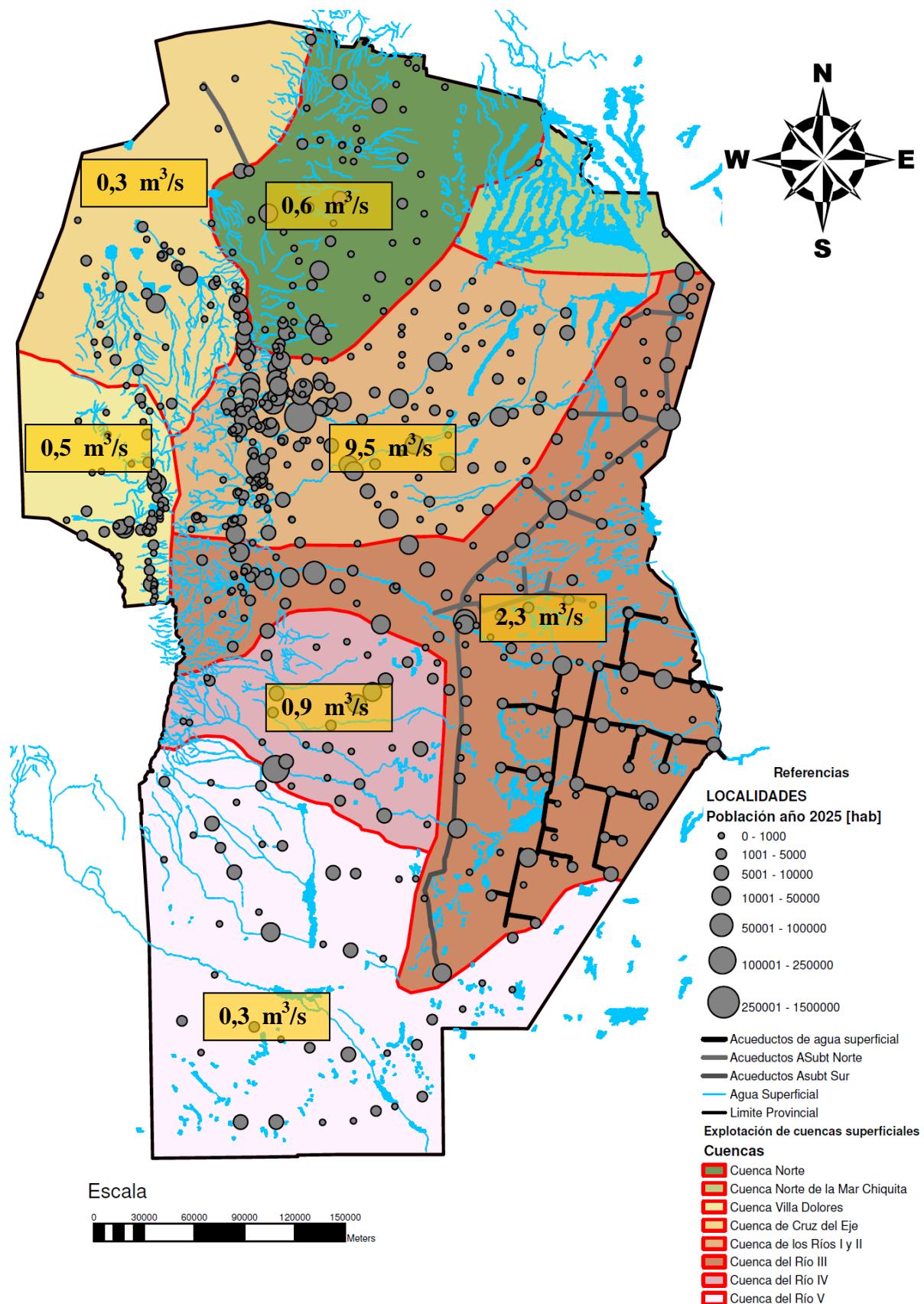


Figura 1: Sistemas de explotación y el consumo estimado de cada uno

VII. DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA PROVINCIA

Generalidades

Se detallan a continuación algunas de las características, con sus problemáticas asociadas, de los recursos hídricos de la provincia de Córdoba. Inicialmente debe destacarse que gran parte de la provincia, o por lo menos su centro más poblado y su área de influencia, se encuentra en la Región Semiárida, las lluvias no ocurren en forma uniforme durante el año sino que se concentran en el período del verano (80 % entre octubre y marzo).

Es por ello que se dice que el agua dentro de la provincia de Córdoba “se encuentra mal distribuida tanto en el tiempo como en el espacio”. La primera característica del recurso agua implica la regulación de los ríos por medio de embalses, a fin de poder abastecerse del recurso durante todo el año y por los períodos de sequía que plantean vulnerabilidades en las aportaciones de caudales crudos. Aun así surgen conflictos en los lugares donde la demanda varía demasiado durante el año. La segunda característica provoca el empleo de conducciones, acueductos, que permitan el transporte del agua a puntos en los cuales no se dispone del recurso, o el mismo se presenta de muy mala calidad (Reyna, 2006).

La Tabla 1 muestra todos los embalses de la provincia de Córdoba con sus características principales.

En aquellos lugares de la provincia en donde coinciden acuíferos de mala calidad y ausencia de otras fuentes de agua es que se desarrollan los sistemas de acueductos, los cuales transportan agua desde otros puntos de la provincia.

Por otro lado, se destaca que el río Dulce no es fácilmente aprovechable ya que innumerable cantidad de factores políticos, geográficos y económicos entre provincias hacen que el uso de dicho río se vuelva poco atractivo ya que requiere de una planificación interprovincial; los ríos Suquía y Xanaes son los más explotados en términos relativos (el primero, estando casi agotado); y el río Ctalamochita que es aprovechado en cantidad, aunque, por su caudal, podría explotarse aún más.

Todos los sistemas de riego de la provincia de Córdoba presentan un alto grado de ineficiencia en su funcionamiento, ya sea por falta de mantenimiento, tecnologías obsoletas, mala operación y sistemas de aplicación del agua en la parcela en muchos casos muy degradados.

Dentro de la provincia se dispone de acuíferos de agua subterránea de distintas características. En muchos casos los acuíferos se constituyen de agua de buena calidad y condiciones óptimas para su uso, presentándose en cantidades adecuadas para su explotación (Reyna, 2006).

Por otra parte, y desde el punto de vista de la administración y gestión del recurso, muchas veces las tarifas son apenas suficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua impidiendo el incremento de la cobertura de servicios de agua potable en condiciones de calidad adecuadas y de saneamiento. Es por ello que a nivel provincial se nota una ausencia marcada de políticas públicas tendientes al cuidado del recurso agua, no solo por la falta de planes tarifarios acordes a las necesidades actuales sino también por la falta de una organización administrativa que unifique criterios, esfuerzos y recursos para llevar adelante una política integral del recurso agua.

Como se expresara, la Constitución de 1994 establece que “corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio”, por ello el Recurso Hídrico corresponde al ámbito provincial, no Nacional ni Municipal, de esta forma el Organismo Provincial titular de los Recursos Hídricos es la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba. Por lo tanto en la definición de la fuente de abastecimiento, los Municipios y Comunas están supeditados al poder de dicha Subsecretaría, vale decir, que cada Municipio debe declarar ante la Autoridad la cantidad y calidad de agua que extrae ya sea de forma superficial, subsuperficial o subterránea.

Tabla 1: Características principales de los Embalses de la Prov. de Córdoba.

Embalse	Río	Altura [m]	Superficie [Ha]	Volúmen [Hm ³]	Módulo Anual [m ³ /s]	Propósito	Estado
Azud Villa María de Río Seco	Río Seco	7	7	0.1	-	b - e	Ejecutado
Pisco Huasi	Río Pisco Huasi	13.55	3.2	0.1	1	a - b	Ejecutado
Dique Pichanas	Río Pichanas	53.3	440	66	2	b - c	Ejecutado
Azud Paso de Las Campanas		16	5	0.5	2	b	Ejecutado
Dique Cruz del Eje	Río Cruz del Eje	40	1093	112	2.7	a - b - c - d	Ejecutado
Azud Copacabana	Río Copacabana	8.65	-	-	8	a - b - (d) - e	Ejecutado
Dique El Cajón	Río Dolores	39	145	8	0.6	a - c - e	Ejecutado
Dique Los Alazanes	Aº Los Alazanes	25	3.2	0.24	-	a	Ejecutado
Dique San Jerónimo	Río San Jerónimo	17.5	2.8	0.16	0.02	a	Ejecutado
Dique Portecelo	Río Grande de Punilla	15	3.2	0.1	0.8	a	Ejecutado
Dique La Falda		25	15	0.8	0.8	a - c	Ejecutado
Dique Los Nogales	Río Jesus María	45	-	-	2.1	a - b	Proyecto
Dique La Quebrada	Río Ceballos	47	30	3.3	0.2	a - c	Ejecutado
Dique San Roque	Río Primero	51.3	1501	201	10	a - b - c - d - e	Ejecutado
Presa Anisacate	Río Anisacate	99.5	654	150	4.3	a - b - c - (d)	Proyecto
Dique Los Molinos 1	Río Los Molinos	60	2111	307	9.5	a - b - c - d - e	Ejecutado
Dique Los Molinos 2		32	43	3.7	9.5	a - b - d	Ejecutado
Dique La Viña	Río Los Sauces	107	843	183	5.8	a - b - c - d	Ejecutado
Compensador La Viña		27.6	17	0.9	5.8	a - b	Ejecutado
Embalse Cerro Pelado	Río Tercero	104 ppal (50 - 6)	1240	370	-	c - d - e	Ejecutado
Embalse Aº Corto		44	395	35	-	d	Ejecutado
Embalse Río III		50	4600	560	27.6	a - c - d	Ejecutado
Embalse Río III 2º Usina		35	86	10	27.6	d	Ejecutado
Embalse Río III 3º Usina		47	160	13	27.6	d	Ejecutado
Dique Piedras Moras		57	589	47	27.6	a - b - c - d	Ejecutado
Presa La Tapa	Río Cuarto	-	-	-	1.5* ²	-	A construir
Presa Piedra Blanca		-	-	-	2.9* ²	-	A construir
Presa de Achiras	Aº Las Lajas	s/d	45	s/d	0.6	a - c - e	Ejecutado
Presa Las Lajas		26.9	25	1	0.4	a - c - e	Ejecutado
Presa La Baranquita	-	-	-	-	-	-	A construir
Presa Cipión	-	-	-	-	-	-	A construir
Presa Las Cortaderas	-	-	-	-	1.3* ¹	a - c	A construir
Presa Zelegüa	-	-	-	-	3.2* ¹	a - c	A construir
Presa El Chañar	Río Quinto	-	1290	-	4.5	a - c - e	Ejecutado
Presa Tigre Muerto	Aº Santa Catalina	-	-	-	-	-	Ejecutado

Referencias: a- Agua potable, b- Riego, c- Atenuación de crecidas, d- Generación Hidroeléctrica, e- Recreación, ()- Proyecto Futuro, *1- Caudales de Proyecto, *2- Caudales estimados.

Orográficamente, el territorio de la provincia de Córdoba se encuentra dividido por el macizo montañoso de las Sierras Pampeanas. La presencia de este cordón montañoso, permite denominar a la planicie circundante, como occidental y oriental. Estas montañas, son las nacientes de numerosos cursos y arroyos que posteriormente, forman los ríos que escurren hacia la llanura. Estos ríos, corren luego por las planicies infiltrándose en la cubierta sedimentaria, estancándose en zonas deprimidas o desembocando en otros ríos más caudalosos.

VIII. DEFINICIÓN DE LINEAS DE ACCIÓN Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En base al análisis de la información analizada anteriormente y al propósito general de este plan estratégico, podemos avanzar en el planteo del siguiente objetivo central para el sector, que guíe la definición de cualquier directriz estratégica y posteriores líneas de acción.

Para el planteo y justificación de este objetivo vamos a recalcar aquellos aspectos que consideramos centrales:

- Reconocer que el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- Existen crecientes niveles de desigualdad en el acceso equitativo al agua para la satisfacción de las necesidades básicas.

- La distribución de los recursos hídricos es bastante irregular en el territorio de la Provincia, el agua en Córdoba se encuentra mal distribuida tanto en el tiempo como en el espacio.
- Los problemas expuestos se agravan con una administración con falencias para gestionar el recurso, o también falta de articulación interinstitucional.

De este modo podemos plantear como objetivo estratégico central el siguiente:

Garantizar la accesibilidad del agua en calidad y cantidad suficiente para toda la población de la provincia de Córdoba, al mediano y largo plazo, así como también al saneamiento de los desechos cloacales, a través de la definición y puesta en marcha medidas estructurales y no estructurales, que contribuyan al mismo tiempo a generar equidad y mitigar la pobreza.

A continuación se definen las distintas alternativas de solución para las problemáticas antes expuestas. Las alternativas se dividirán por Sistema Hídrico de Explotación, donde en algunos casos podrá existir interconexión o relación entre Sistemas.

Para la elaboración de alternativas se requiere la definición de medidas Estructurales y no Estructurales.

Las medidas aquí enunciadas tienen el carácter de lineamientos de acción preliminares y solo servirán para obtener una idea de la infraestructura necesaria dentro de la provincia a los fines del saneamiento hídrico a nivel poblacional. Cada una de ellas requerirá luego un análisis detenido de la factibilidad de ejecución.

XI.i Sistemas de Provisión de Agua para Consumo

XI.i.a Alternativas de Solución: Sistema Norte

Sistemas de Microembalses: en este sistema se prioriza colectar el agua que baja de las sierras chicas de manera de generar microembalses a los fines de retener agua para luego abastecer a las poblaciones ubicadas inmediatamente aguas abajo. El sistema sería similar al actual Dique “La Quebrada” solo que abastecería a localidades de menores dimensiones. Se destaca que las cuencas de aporte de los embalses propuestos son sustancialmente mayores que la cuenca del propio dique La Quebrada.

Por ello será necesaria la construcción de 8 Diques de mediana a baja envergadura sobre las cuencas ubicadas según la siguiente imagen. Desde allí se colectará el agua para abastecer a las localidades ubicadas aguas abajo.

Estos diques servirán también para control de inundaciones de regiones agrícolas ubicadas aguas abajo.

Resumen de Obras Sistema Norte.

SISTEMA	MEDIDAS	NOMBRE DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	OBJETIVO
Sistema NORTE	Estructurales	Dique/Azud Salsipuedes	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud Agua de Oro	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud La Granja	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud Ascochinga Nº 2	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud Ascochinga Nº 1	Presa de Gravedad o Arco.	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud Jesús María	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud Río Pinto	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
		Dique/Azud Simbolar	Presa de Gravedad o Arco	Colectar el agua que baja de las Sierras Chicas de manera de generar micro embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo.
	No Estructurales	Programa de Medición Pluviográfico e Hidrométrico	Construcción de dos (2) Estaciones Pluviográficas y cuatro (4) Estaciones Hidrómetros sobre los Ríos que descienden de las Sierras Chicas.	Implementación de un Programa de Medición de las variables hidrológicas e hidráulicas en el sistema hídrico de la Región a través de la creación de Estaciones Pluviográficas, Pluviométricas e Hidrométricas.
		<ul style="list-style-type: none"> Generar Políticas que reduzcan el derroche de agua en la región creando Planes Tarifarios acordes a las necesidades y realidades del sector. Generar Campañas de Concientización del cuidado del agua a través de educación a fin de valorar el recurso hídrico. 		

XI.i.b Alternativas de Solución: Sistema Villa Dolores

Sistemas de Azudes: a los fines de dotar a las poblaciones de la región con un adecuado sistema de abastecimiento de agua, es que se propone realizar obras de captación del tipo azud con toma superficial o semienterrada (subálveo).

Las localidades principales están asociadas con una gran actividad turística por lo que será necesario realizar un análisis acabado del lugar donde se realizarán dichas obras de manera de no generar conflictos entre la actividad turística y el nuevo sistema de abastecimiento.

Acueductos: En función del diagnóstico realizado, surge la necesidad de interconectar las localidades de la región sur del Sistema Villa Dolores a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a las localidades según muestra el siguiente esquema. La fuente estará garantizada desde el Dique La Viña actualmente utilizado para Riego y abastecimiento de agua a la ciudad de Villa Dolores.

Resumen de Obras Sistema Villa Dolores.

SISTEMA	MEDIDAS	NOMBRE DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	OBJETIVO
Sistema VILLA DOLORES	Estructurales	Acueducto Dique La Viña-Rotonda Villa Dolores	Acueducto a Gravedad de Refuerzo a la región del Dpto. San Javier desde Dique La Viña hasta Rotonda Villa Dolores.	Acueducto de Refuerzo para abastecer la región del Dpto. San Javier hasta Comuna de La Ramada.
		Continuación Acueducto Rotonda Villa Dolores - Villa Dolores	Continuación Acueducto a Gravedad desde rotonda hasta Villa Dolores.	Acueducto de abastecimiento de agua a la región centro-sur del Dpto. San Javier. La obra permitirá la independencia de los sistemas de riego de los de abastecimiento para consumo.
		Continuación Acueducto Rotonda Villa Dolores - La Ramada	Continuación Acueducto a Gravedad desde rotonda hasta La Ramada al sur del Dpto. San Javier.	Acueducto de abastecimiento de agua a la región centro-sur del Dpto. San Javier. La obra permitirá la independencia de los sistemas de riego de los de abastecimiento para consumo.
		Programa de Medición Pluviográfico	Construcción de dos (2) Estaciones Pluviográficas en la región cercana a la localidad de La Paz y Yacanto.	Implementación de un Programa de Medición de las variables hidrológicas e hidráulicas en el sistema hídrico de la Región a través de la creación de Estaciones Pluviográficas y/o Pluviométricas.
	No Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> Generar Campañas de Concientización del cuidado del agua a través de educación a fin de valorar el recurso hídrico. Reducir las Pérdidas en los sistemas de Riego de la región incorporando tecnologías innovadoras y capacitación a los usuarios. 		

XI.i.c. Alternativas de Solución: Sistema Cruz del Eje (Noroeste)

Acueducto: En función del diagnóstico realizado surge la necesidad de interconectar las localidades de la región norte del Sistema Cruz del Eje a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a las localidades según muestra el siguiente esquema. La fuente estará garantizada desde el Dique Pichanas actualmente utilizado para Riego.

Resumen de Obras Sistema Cruz del Eje (Noroeste).

SISTEMA	MEDIDAS	NOMBRE DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	OBJETIVO
Sistema CRUZ DEL EJE (Noroeste)	Estructurales	Acueducto Dique Pichanas - Serrezuela	Acueducto desde Dique Pichanas hasta la localidad de Serrezuela al noroeste.	Interconectar las localidades de la región norte del Sistema a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio.
		Programa de Medición Pluviográfico	Construcción de una (1) Estación Pluviográfica en la región cercana a la localidad de Paso Viejo.	Implementación de un Programa de Medición de las variables hidrológicas e hidráulicas en el sistema hídrico de la Región a través de la creación de Estaciones Pluviográficas y/o Pluviométricas.
	No Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> Generar Campañas de Concientización del cuidado del agua a través de educación a fin de valorar el recurso hídrico. Reducir las Pérdidas en los sistemas de Riego de la región incorporando tecnologías innovadoras y capacitación a los usuarios. 		

XI.i.d Alternativas de Solución: Sistema de los Ríos Primero y Segundo

Teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia de eventos hidrológicos de sequías persistentes, simultáneamente a la presencia de altos requerimientos hídricos, en relación a la capacidad de regulación de la

cuenca, se hace necesario establecer políticas de gestión que maximicen el aprovechamiento sustentable del recurso, teniendo en cuenta los múltiples usos demandantes sobre el mismo (Moya, 2004).

Entre las alternativas estructurales se analiza el impacto derivado del incremento de la capacidad de regulación del sistema (Presas de Cuesta Blanca y Anisacate), la mejora en la integración del sistema hídrico (conductos de interconexión), o bien la modificación del área de cobertura de los subsistemas (Estación de bombeo).

En el caso de las alternativas no estructurales, estas analizan los beneficios de las aplicaciones de políticas que alienten al uso racional de los recursos (disminución de la demanda).

De manera reducida se plantean medidas del tipo Estructurales y no Estructurales:

ESTRUCTURALES	De Conducción e Interconexión	Nvo. Conducto La Calera - Unquillo
		Refuncionalización Sistema Sierras Chicas
		Refuncionalización Canal Los Molinos-Córdoba
		Canal Anisacate-Los Molinos
		Est. Elevadora Noroeste de la Ciudad de Córdoba
	De Potabilización	
		Repotenciación Planta Potabilizadora La Calera
	De Regulación y almacenamiento	Repotenciación Planta Potabilizadora Los Molinos (Bower)
		Proyecto Cuesta Blanca
NO ESTRUCTURALES	Proyecto Dique Río Yuspe	Proyecto Dique Río Yuspe
		Proyecto Anisacate
		Reducción en porcentual de los volúmenes hídricos demandados para agua potable y riego mediante la aplicación de políticas de regulación de los consumos o optimización de uso del recurso hídrico.

XI.i.d.2 Alternativa de abastecimiento a zona de Arguello desde Planta La Calera:

Otra alternativa que se puede estudiar, inicialmente a nivel de factibilidad en el corto plazo es utilizar la futura Repotenciación de Planta Potabilizadora La Calera (a los fines de abastecer a Saldan, Villa allende, Mendiola y Unquillo) y aprovechar su ubicación planialtimétrica de manera de aumentar el radio servido y abastecer a la zona de Arguello (actualmente provee Aguas Cordobesas S.A. desde Planta Suquía). El problema actual de la zona Arguello es la presión de aducción de la Estación Elevadora Arguello la cual en época de consumo medio a alto la presión de aducción desciende considerablemente y hace vulnerable el Sistema de Bombeo actual.

Esta alternativa persigue un doble objetivo, por un lado el de reducir considerablemente el caudal de abastecimiento de Planta Suquía (hoy trabaja a su capacidad máxima) y por el otro aprovechar el desnivel topográfico existente entre Planta La Calera y la región de Arguello, por lo que se podría eliminar el bombeo de Estación Elevadora Arguello o por lo menos reducir el caudal bombeado con lo cual los costos de operación se reducirían ampliamente.

Resumen de Obras Sistema de los Ríos Primero y Segundo.

SISTEMA	MEDIDAS	NOMBRE DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	OBJETIVO
Sistema DE LOS RÍOS PRIMERO Y SEGUNDO	Estructurales	Incremento capacidad Acueducto La Calera - Unquillo	Repotenciar el Acueducto recientemente construido desde Planta La Calera hasta Unquillo. Incluye Sistema de Impulsión.	Aumentar la capacidad de conducción del actual acueducto que conduce el agua desde Planta La Calera hasta la localidad de Unquillo abasteciendo a Saldan, Villa Allende, Mendiola y Unquillo. La obra incluye el Sistema de Impulsión necesario.
		Refuncionalización Red de Distribución Sierras Chicas	En base a Obra anterior optimizar el funcionamiento de la Red de distribución de las localidades del Radio Servido por la primera ejecutando cierres de malla, unificación de redes, control y automatización, etc.	Optimizar el funcionamiento del sistema de distribución de la región tratando de evitar derroches innecesarios de agua, reemplazando redes obsoletas, automatizando el funcionamiento de los sistemas.
		Repotenciación Planta Potabilizadora La Calera	Repotenciar la Planta Potabilizadora La Calera a los fines de cubrir la demanda futura de los habitantes de saldán, Villa Allende, Mendiola y Unquillo	La ubicación planialtimétrica de la Planta Potabilizadora La Calera y la cercanía con la fuente principal (Dique San Roque) permite cubrir la demanda creciente en la región de manera de garantizar el abastecimiento de agua potable a futuro.
		Refuncionalización Canal Los Molinos-Córdoba	Incremento de Capacidad Canal Los Molinos - Córdoba. Reconstrucción Canal, Reparación de Puentes, Protección y Refuncionalización Sifón Anisacate, Obras de Protección.	Reconstruir Canal Los Molinos-Córdoba a fin de aumentar la capacidad de conducción de agua hacia Planta Los Molinos (Bower) en la Ciudad de Córdoba
		Repotenciación Planta Potabilizadora Los Molinos (Bower)	Incremento de Capacidad de Potabilización Planta Los Molinos a 3 m3/s.	Aumentar la capacidad de potabilización de planta Los Molinos (Bower) a fin de ampliar el radio servido por dicha planta dentro de la Ciudad de Córdoba y aliviar el abastecimiento actual de Planta Suquía (funcionando actualmente en su capacidad límite).
		Est. Elevadora Noreste de la Ciudad de Córdoba	Construcción de Estación de Bombeo cuya capacidad se estima en 1,00 m3/s en la zona noreste de la ciudad de Córdoba abastecida desde Planta Los Molinos.	Estación que garantizará el suministro de agua desde Planta Los Molinos a todo el Noreste de la ciudad de Córdoba desde Bº Alta Córdoba hasta Av. de Circunvalación al este, zona que hoy se abastece desde Planta Suquía. Se reduce le radio servido de Planta Suquía.
		Acueducto de Conexión entre Planta Los Molinos y Est. Elevadora Noreste	Conducto de conexión a gravedad sobre la trama urbana entre Planta Los Molinos y Est. Elevadora Noreste. El mismo cruza el río Suquía.	El conducto garantiza la conexión entre Planta Los Molinos y Est. Elevadora Noreste a fin de abastecer los habitantes de la zona noreste de la ciudad de Córdoba desde Planta Los molinos (antes lo hacía desde Suquía).

	Proyecto Presa Anisacate	Presa de Gravedad de planta recta con vertedero sobre coronación.	Construcción del embalse para regulación de los caudales drenados en la cuenca alta del río Anisacate. Objetivo: Derivación de caudales hacia el canal Los Molinos-Córdoba, a través del denominado canal Anisacate, reforzando el sistema de aprovechamiento hídrico para el Gran Córdoba.
	Azud Derivador La Bolsa	Azud constituido por un macizo de hormigón con compuertas sobre margen derecha y vertedero sobre su izquierda.	Derivar caudales desde Presa Anisacate hacia Canal Anisacate
	Canal Anisacate-Los Molinos	Canal de sección recta, tolva, herradura.	Canal que vinculará el Azud nivelador La Bolsa con el Canal Los Molinos Córdoba. La unión entre ambos canales se realiza antes del cruce del canal Los molinos con el río Anisacate en una sección existente en la actualidad.
	Proyecto Presa Cuesta Blanca (Modificado)	Presa de Gravedad a planta recta. Volumen Embalsado 5 Hm3.	Regular los caudales provenientes de la cuenca alta del río San Antonio asegurando el abastecimiento de agua a las poblaciones de Carlos Paz, San Antonio de Arredondo, Mayu Sumaj, etc.
	Proyecto Dique Río Yuspe	Presa de Gravedad. Volumen Embalsado 5 Hm3.	Regular los caudales provenientes de la cuenca alta del río Yuspe asegurando el abastecimiento de agua a las poblaciones ubicadas aguas debajo de dicho cierre.
	Instalación de Medidores Domiciliarios en toda la ciudad de Córdoba y poblaciones del Subsistema Sierras Chicas	Instalación de Medidores Domiciliarios en la totalidad de la Ciudad de Córdoba y en Saldan, Villa Allende, Mendiola y Unquillo, además de Río Ceballos.	Reducir, en por lo menos un 30 % (según estudios antecedentes), el consumo para la región de la Ciudad y el Gran Córdoba.
Sistema DE LOS RÍOS PRIMERO Y SEGUNDO	No Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> Reducción en porcentual de los volúmenes hídricos demandados para agua potable y riego mediante la aplicación de políticas de regulación de los consumos u optimización de uso del recurso hídrico. Redefinición de un Plan de Tarifa acorde a las necesidades y al contexto de cada Sistema no solo para la ciudad de Córdoba sino también para las localidades dentro del Subsistema Sierra Chicas (Saldan, Villa Allende, Mendiola, Unquillo) Reducir las Pérdidas en los sistemas de Riego en el Cinturón Verde incorporando tecnologías innovadoras y capacitación a los usuarios. Generar Campañas de Concientización del cuidado del agua a través de educación a fin de valorar el recurso hídrico. Planificar Red de Monitoreo Continuo y creación de una Red Automatizada entre los sistemas mayores de abastecimiento a los fines de lograr el control, planificar anticipadamente cambios en los sistemas siempre de manera conjunta, etc. Creación de un Comité de Cuenca que englobe todo el Sistema descripto y que funcione como una Entidad Autárquica que garantice el cumplimiento de las medidas Estructurales y no Estructurales definidas en un Plan. 	

XI.i.e Alternativas de Solución: Sistema del Río Cuarto

Sistema de Acueductos: En función del diagnóstico realizado surge la necesidad de interconectar las localidades de la región sur (al sur del río Cuarto) a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a las localidades según muestra el siguiente esquema. La fuente estará garantizada desde diferentes tomas sobre el río Cuarto y en base a la construcción de dos Diques sobre el río Las Tapas y Piedras Blancas.

Diques sobre las Sierras de Comechingones: en este sistema se prioriza colectar el agua que baja de las sierras de manera de generar embalses a los fines de retener agua para luego abastecer a las poblaciones ubicadas inmediatamente aguas abajo.

Por ello será necesaria la construcción de 2 Diques de mediana envergadura sobre las cuencas ubicadas sobre el río Las Tapas y Piedras Blancas.

Estos diques servirán también para control de inundaciones de regiones agrícolas ubicadas aguas abajo.

Resumen de Obras Sistema Río Cuarto.

SISTEMA	MEDIDAS	NOMBRE DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	OBJETIVO
Sistema Río Cuarto	Estructurales	Presa Las Tapas	Presa de Gravedad o Arco Gravedad.	Colectar el agua que baja de las Sierras de Los Comechingones de manera de generar embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo a través de una Red de Acueductos.
		Presa Piedras Blancas	Presa de Gravedad o Arco Gravedad.	Colectar el agua que baja de las Sierras de Los Comechingones de manera de generar embalses a los fines de retener agua para abastecer a la población aguas abajo a través de una Red de Acueductos.
		Acueducto Achiras-Sampacho	Acueducto desde Presa Achiras hasta la localidad de Sampacho.	Interconectar las localidades de la región sur desde Presa Achiras a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio acorde a las necesidades actuales.
		Acueducto Sampacho-Rastreador	Acueducto desde localidad de Sampacho hasta la localidad de Rastreador por Camino Rural.	Interconectar las localidades de la región sur desde Presa Las Tapas y Piedra Blanca a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio acorde a las necesidades actuales.
		Acueducto Sampacho-Laboulaye	Acueducto desde localidad de Sampacho hasta Laboulaye por Ruta Provincial N° 24.	Interconectar las localidades de la región sur desde Presa Las Tapas y Piedra Blanca a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua. Asimismo podría funcionar en un futuro como impulsión si se pretendiera transportar agua desde el Río Paraná. Interconectar las localidades de la región norte del Sistema a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio.
		Programa de Medición Pluviográfico	Construcción de dos (2) Estaciones Pluviográficas en la región cercana a Piedras Blancas y Achiras y dos (2) Estaciones Hidrométricas, una al pie de sierra de Comechingones y la otra sobre los derrames ubicados al sudeste de la Provincia.	Implementación de un Programa de Medición de las variables hidrológicas e hidráulicas en el sistema hídrico de la Región a través de la creación de Estaciones Pluviográficas, Pluviométricas e Hidrométricas.
	No Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> Generar Campañas de Concientización del cuidado del agua a través de educación a fin de valorar el recurso hídrico. Generar un Comité de Cuenca de las presas sobre las Sierras de Los Comechingones al sur de la Provincia que ligue la red de Acueductos antes propuesta. 		

XI.i.f.Alternativas de Solución: Sistema del Río Quinto

Sistema de Acueductos: En función del diagnóstico realizado surge la necesidad de interconectar las localidades de la región sur (al sur del río Quinto) a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a las localidades según muestra el siguiente esquema. La fuente estará garantizada desde la Presa actual sobre

el Río Quinto denominada Presa El Chañar. En estos casos se deberá evaluar la real posibilidad de contar con suficiente caudal no solo en cantidad sino en calidad ya que la mayor porción de la cuenca hídrica se encuentra dentro de la provincia de San Luis.

Resumen de Obras Sistema Río Quinto.

SISTEMA	MEDIDAS	NOMBRE DE LA OBRA	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	OBJETIVO
Sistema RÍO QUINTO		Acueducto Chañar - Va Valeria	Acueducto desde Presa El Chañar hasta la localidad de Villa Valeria por Ruta Provincial N° 14.	Interconectar las localidades de la región sur desde Presa El Chañar a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio acorde a las necesidades actuales.
		Acueducto Va Valeria - Buchardo	Acueducto desde localidad de Villa Valeria hasta la localidad de Buchardo por Ruta Provincial N° 26.	Interconectar las localidades de la región sur desde Presa El Chañar a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio acorde a las necesidades actuales.
		Acueducto Va Valeria - Serrano	Acueducto desde localidad de Villa Valeria hasta la localidad de Serrano Ruta Provincial N° 4.	Interconectar las localidades de la región sur desde Presa El Chañar a los fines de dotar con suficiente calidad y cantidad de agua a esas localidades que hoy carecen del servicio acorde a las necesidades actuales.
		Programa de Medición Pluviográfico	Construcción de dos (2) Estaciones Pluviográficas en la región cercana a Presa El Chañar y una (1) Estación Hidrométrica en la región de los derrames ubicados al sudeste de la Provincia.	Implementación de un Programa de Medición de las variables hidrológicas e hidráulicas en el sistema hídrico de la Región a través de la creación de Estaciones Pluviográficas y/o Pluviométricas.
No Estructurales		<ul style="list-style-type: none"> Generar Campañas de Concientización del cuidado del agua a través de educación a fin de valorar el recurso hídrico. 		
		<ul style="list-style-type: none"> Generar un Comité de Cuenca que ligue la red de Acueductos antes propuesta. 		
		<ul style="list-style-type: none"> Consensuar políticas interprovinciales con la vecina provincia de San Luis a los fines de ordenar el uso de los recursos hídricos de la cuenca del Río Quinto como así también monitorear la degradación (antrópica) de la misma. 		

XI.ii. Resumen de las obras necesarias

A continuación se muestra un esquema con la totalidad de las obras necesarias a nivel provincial a los fines de satisfacer la demanda de agua para consumo para los próximos años. Se divide en dos a los fines de una correcta interpretación. Por un lado el sistema del área Metropolitana de Córdoba y la ciudad de Córdoba y por el otro al resto de la Provincia.

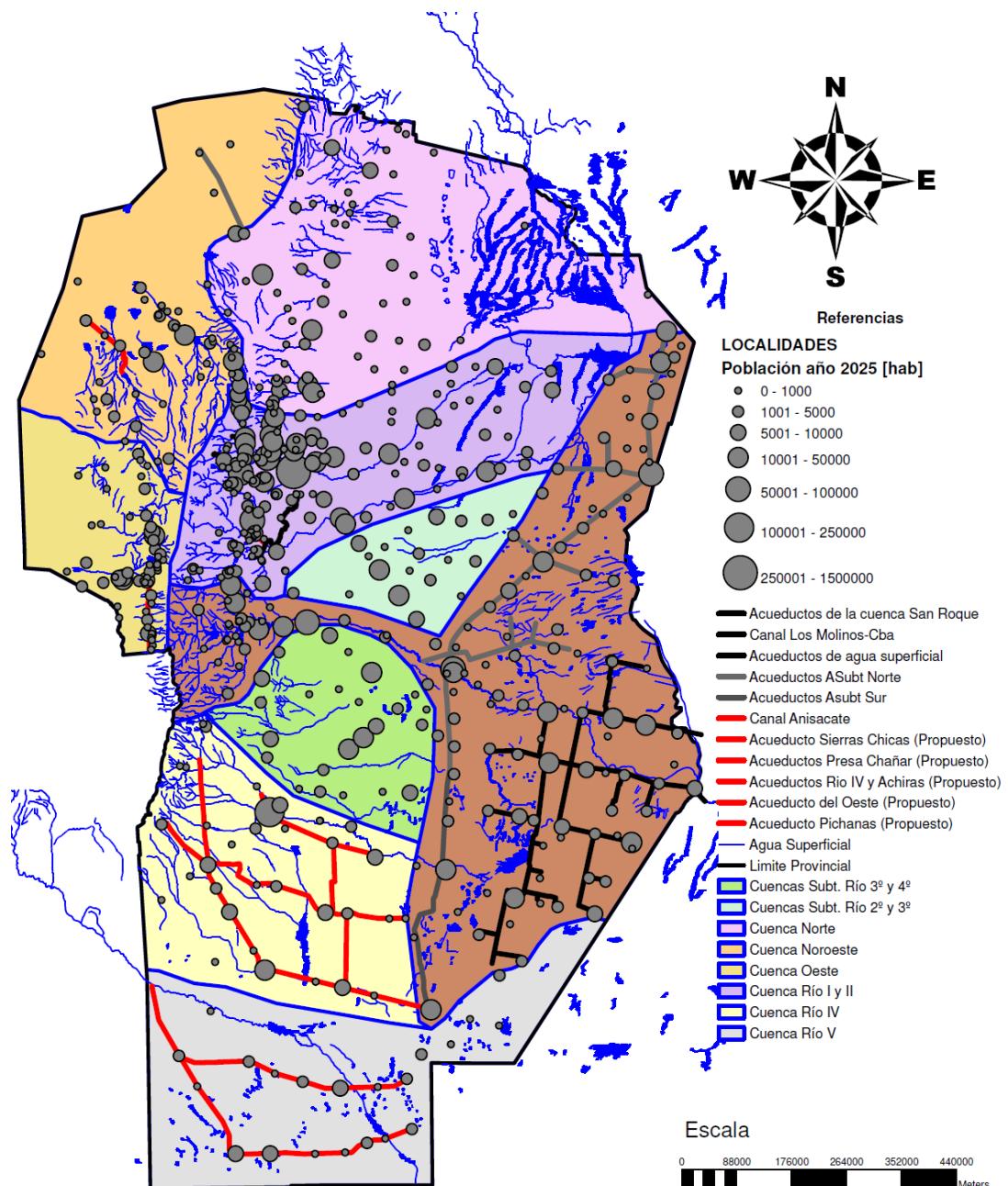


Figura 2: Resumen de obras principales a nivel Provincial.

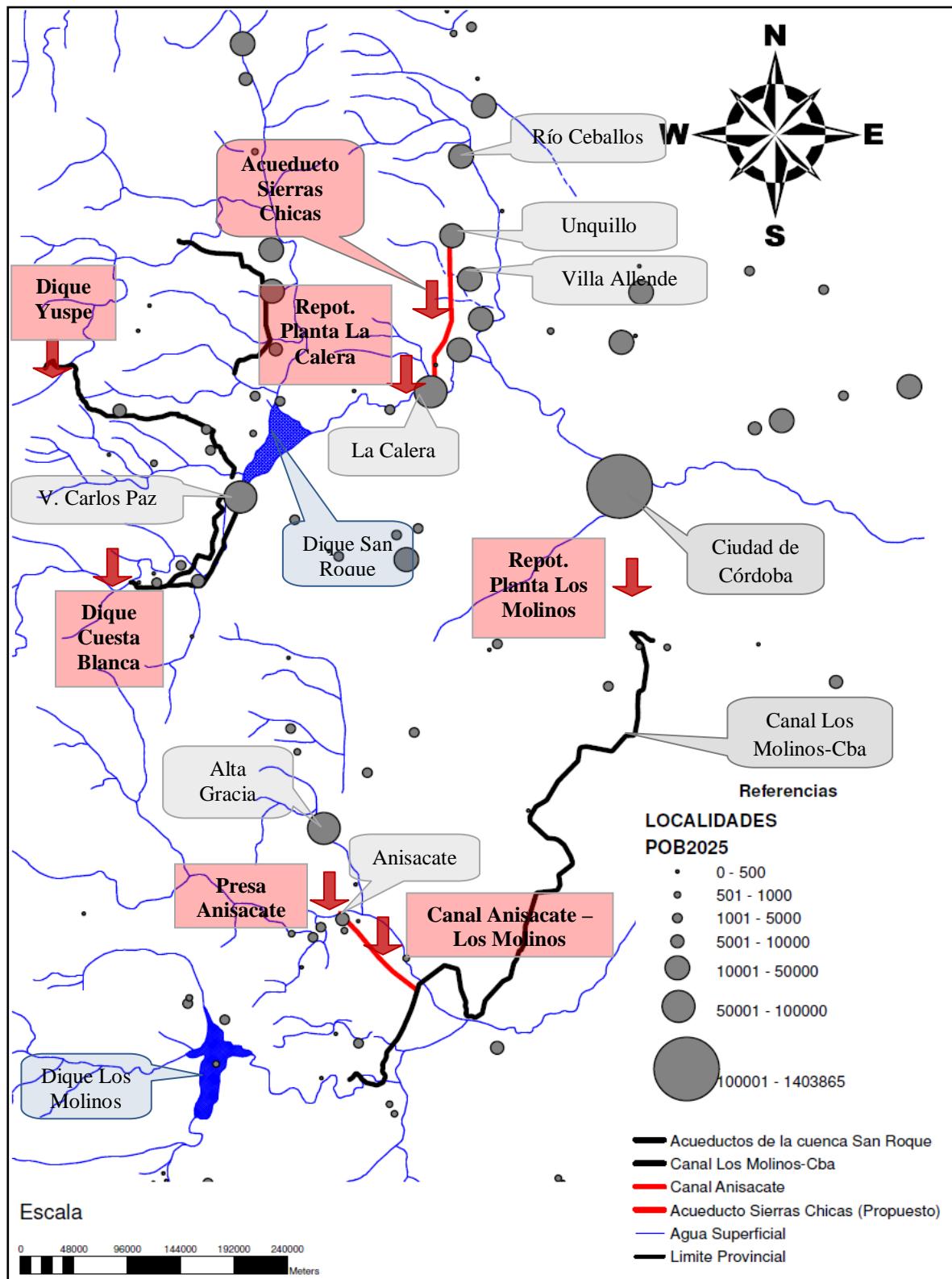


Figura 3: Resumen de obras principales dentro del área metropolitana Córdoba.

XI.iii. Sistema Alternativo de contar con Agua desde el Río Paraná

En los últimos tiempos se está hablando con mayor énfasis en “importar” agua a la provincia de Córdoba desde el Río Paraná. Lógicamente que desde el punto de vista de la disponibilidad de agua, contar con una fuente como la del Río Paraná sería sumamente importante. La gran desventaja radica en la distancia y el desnivel existente entre dicha fuente y la provincia de Córdoba, principalmente la ciudad de Córdoba distante 360 km aproximadamente y con un desnivel topográfico de más de 430 m.

En función de ello se realizó una prefactibilidad técnica de transportar agua desde el Río Paraná hasta la ciudad de Córdoba. Para ello se utilizó la traza de la actual Ruta Nacional N° 19 que comunica las ciudades principales de Santa Fe, San Francisco y Córdoba.

El caudal inicial de transporte se definió en $5 \text{ m}^3/\text{s}$ dejando para épocas posteriores incrementar dicho caudal en función de las necesidades posteriores y a nuevas políticas de gestión del recurso. Se definió ese caudal a los fines de garantizar el abastecimiento a la ciudad de San Francisco y la región provincial ubicada hacia el norte y a la ciudad de Córdoba.

De esta forma, la Ciudad de Córdoba quedaría abastecida parte con agua desde los sistemas actuales (Dique San Roque y Los Molinos) y parte con el nuevo Sistema Paraná-Córdoba.

En base al análisis realizado, se estableció que para salvar el desnivel existente será necesaria la construcción de nueve (9) Estaciones de Bombeo desde la toma propiamente dicha en el río Paraná hasta cercanías de la Ciudad de Córdoba.

De los cálculos efectuados, se desprende que la altura manométrica necesaria para garantizar el correcto transporte del agua es de aproximadamente 520 m. Esta diferencia tiene asociado un costo de bombeo extremadamente alto.

De todas maneras el principal problema no radica en el costo que tendría suministrar agua desde el Río Paraná sino la fuente de energía necesaria para garantizar el funcionamiento de los sistemas indispensables para transportar el agua hacia la provincia de Córdoba. Por ello se deberá pensar en nuevas obras de Generación de Energía.

El costo aproximado de la obra de abastecimiento es de U\$D 1.000.000.000.



Figura 4: Definición de Relieve en Argentina.

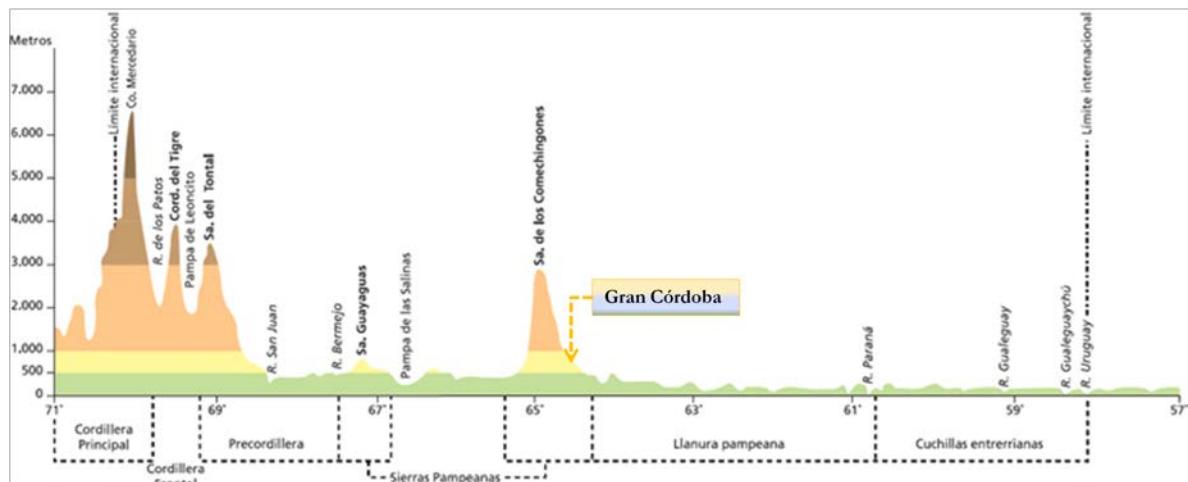


Figura 5: Corte transversal de este a oeste Argentina.

XI.iv Comentarios relacionados al transporte de agua desde el Río Paraná

Brevemente se enumeran algunos comentarios relacionados a “importar” agua del Río Paraná:

- Se podría pensar en bombeo agua durante las horas “no pico” o de “valle”. Vale decir durante la noche se podría bombeo hasta las cisternas de almacenamiento a los fines de cubrir luego (durante el día) la demanda de agua necesaria en las diferentes poblaciones.
- En relación al caudal a transportar se podría plantear transportar un caudal de base, a los fines de cubrir una demanda mínima diaria y el resto del caudal necesario proveerlo desde los sistemas genuinos o actuales.
- De todos modos, todas las consideraciones que se realicen y que tengan relación con transportar el agua desde el Río Paraná hasta la provincia de Córdoba, deberán estar acompañadas por un estudio y análisis minucioso de optimización del recurso hídrico dentro de la propia provincia de Córdoba, donde deberán intervenir todos los actores relacionados en la materia y donde se deberá involucrar al recurso tanto para agua para consumo como riego (optimizando éstos últimos).
- El proyecto deberá involucrarse a nivel interprovincial creando un Comité de Evaluación donde estén involucrados instituciones relacionadas con los recursos hídricos, económicos, legales, etc.,

IX. Resumen de Costos por SHE

Si se tiene en cuenta la población de cada Sistema Hídrico de Explotación (SHE) y se relaciona con el costo aproximado de las obras hídricas en cada uno se tiene la siguiente tabla. Lo que se pretende mostrar es el costo aproximado, al largo plazo, que tendrán las obras en relación a la cantidad de habitantes del sistema en el cual dichas obras garantizarán el abastecimiento de agua y saneamiento cloacal. A mayor relación mayor será el costo de obra en proporción (o compensación) a la población beneficiada, por el contrario si menor es la relación menor será el costo en proporción a la población beneficiada. Al año 2012, la relación entre el peso Argentino es 4,40 con respecto al Dólar estadounidense (1 U\$D=4,40 \$).

Relación entre Costo de Obras y cantidad de Habitantes por SHE.

Sistema (SHE)	Costo Total Obras	Cantidad de Población por SHE	Relación [\$/hab]	Observaciones
Sistema NORTE	\$ 252,581,011	192,602.00	1,311.41	Existe una combinación de obras de abastecimiento de agua y sistemas de recolección y tratamiento cloacal.
Sistema VILLA DOLORES	\$ 167,830,934	134,440.00	1,248.37	Existe una combinación de obras de abastecimiento de agua y sistemas de recolección y tratamiento cloacal.
Sistema CRUZ DEL EJE (Noroeste)	\$ 128,135,600	101,954.00	1,256.80	Existe una combinación de obras de abastecimiento de agua y sistemas de recolección y tratamiento cloacal.
Sistema DE LOS RÍOS PRIMERO Y SEGUNDO	\$ 1,681,531,660	2,256,808.00	745.09	Existe una combinación de obras de abastecimiento de agua y sistemas de recolección y tratamiento cloacal.
Sistema RÍO CUARTO	\$ 665,875,958	255,299.00	2,608.22	Aumenta la relación por generación de Red de Acueductos. Se consideran además Sistemas de Tratamiento Cloacal en localidades principales.
Sistema RÍO QUINTO	\$ 253,104,000	42,652.00	5,934.16	Aumenta la relación por generación de Red de Acueductos. Se consideran además Sistemas de Tratamiento Cloacal en localidades principales.
Sistema RÍO TERCERO	\$ 357,119,918	852,323.00	419.00	Solo se consideran obras de Saneamiento Cloacal ya que no es necesaria una intervención importante sobre dicho Sistema en relación al abastecimiento de agua.
TOTAL	\$ 3,506,179,081	PROMEDIO	1,931.87	

En ella se nota un promedio general de \$/hab 1930 siendo el mayor el del Sistema Río Quinto y Cuarto ya que se plantea realizar un sistema de acueductos para abastecer a todo el sur provincial. De la evaluación de dichos valores se manifiesta que la cantidad de población que se beneficiará con dichas obras es baja en relación a los montos de obra. Por ello se recomienda continuar con la evaluación de la propuesta para el sur provincial pero tratando de integrar el sistema de acueductos a una futura red de riego para la zona agraria. Otra alternativa a plantear será reemplazar el sistema de acueductos por un sistema de canalizaciones a cielo abierto recubiertas de hormigón, ésta quizás es una alternativa más económica que una red de acueductos con la desventaja del deterioro de la calidad del agua durante el transporte.

La tabla anterior no tiene en cuenta la obra relacionada con el Río Paraná.

CONCLUSIONES GENERALES

En función de lo desarrollado se concluye lo siguiente:

- Gran parte de la provincia, o por lo menos su centro más poblado y su área de influencia, se encuentra en la Región Semiárida, las lluvias no ocurren en forma uniforme durante el año sino que se concentran en el período del verano (80 % entre octubre y marzo). Es por ello que se dice que el agua dentro de la provincia de Córdoba “se encuentra mal distribuida tanto en el tiempo como en el espacio.
- Actualmente existen sistemas de explotación con problemas para asegurar el abastecimiento de agua. La zona más poblada del territorio es la central donde involucra la ciudad de Córdoba y su área Metropolitana. Allí es donde se generan los mayores problemas en cuanto a asegurar el

abastecimiento a su población. El importante crecimiento demográfico que experimenta la región central de la provincia no va acompañado, en tiempo y forma, por una planificación acertada de los recursos hídricos.

- Existen diferentes alternativas o posibilidades de aportar agua para consumo hacia la zona central de la Provincia, desde obras de mediana envergadura hasta algunas de gran magnitud.
- Todas las alternativas planteadas persiguen un mismo objetivo y arrojan excelentes resultados al mediano y largo plazo garantizando el abastecimiento a la región. Las obras planteadas se definen como Estructurales y No Estructurales.
- Por otro lado se puede plantear escalaronar el transporte de agua desde el Río Paraná e interconectar en la localidad de San Francisco o Las Varillas este nuevo acueducto al ya existente que abastece a toda la región este de la provincia desde la cuenca del Río Tercero. De esta forma se podría pensar en reemplazar la fuente del Acueducto Villa María Laboulaye hacia el sur, y Morteros hacia el norte, por agua desde el Río Paraná. En el primer caso, desde Laboulaye se podría bombear hacia el oeste e interconectar las poblaciones que hoy tienen problemas de abastecimiento al sur de la provincia de Córdoba.
- De todos modos todas las consideraciones que se realicen y que tengan relación con transportar el agua desde el Río Paraná hasta la provincia de Córdoba, deberán estar acompañadas por un estudio y análisis minucioso de Optimización del Recurso Hídrico dentro de la propia provincia de Córdoba, donde deberán intervenir todos los actores relacionados en la materia y donde se deberá involucrar al recurso tanto para agua para consumo como riego (optimizando éstos últimos).
- Cabe remarcar que los conflictos que devienen de la oferta y demanda del agua se agravan con una administración que superpone acciones (o a veces las carece), también puede existir una falta de articulación interinstitucional. El problema se agrava si presenta limitaciones en sus funciones o falta de instrumentos legales o políticos, para llevar a cabo una gestión eficiente.
- Las acciones o medidas estructurales y no estructurales se diseñan y materializan por medio de un proceso que se basa en la *evaluación* del recurso, y otros indicadores asociados, la *planificación*, la *implementación* o *gerenciamiento* y el *control*. Para desarrollar esas funciones y materializar las acciones se necesitan *capacidades institucionales, organizativas, tecnológicas y de recursos humanos*. Sólo un abordaje *holístico*, que integre todas esas dimensiones podrá lograr los objetivos de desarrollo, aprovechamiento y conservación, en un contexto de sustentabilidad y equidad intergeneracional
- Bajo este concepto bien vale citar una de las definiciones de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Ella puede ser manifestada como “un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (Comité Asesor Técnico GWP, 2000).
- Cuando la responsabilidad del agua potable es de una sola entidad, la del agua para riego de otra y la del medio ambiente de otra, la falta de vínculos intersectoriales conduce al desarrollo y gestión descoordinada del recurso hídrico, resultando en conflictos, desperdicios y sistemas insostenibles. Gestión integrada significa que todos los usos del agua se consideran simultáneamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bertoni y Vettorazzi, 2003.
2. Delgadino, 2009. Plan Director de Transporte para la Provincia de Córdoba.
3. Reyna, 2006. Plan de Gestión de los Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.
4. CAP – Comité Argentino de Presas.
5. Comité Asesor Técnico GWP, 2000.
6. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 .
7. Censo Provincial de Población 2008.
8. DIPAS – Dirección Provincial de Agua y Saneamiento-Córdoba.
9. National Aeronautics and Space Administration (NASA).
10. SSRH – Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba.