



GERENCIA CORPORATIVA DE SISTEMA MAESTRO
DIRECCIÓN RED MATRIZ DE ACUEDUCTO
DIRECCIÓN DE ABASTECIMIENTO

**ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD EXCEDENTARIA DE LOS
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE PARA EL SUMINISTRO
DE AGUA A MUNICIPIOS VECINOS**

INFORME TÉCNICO

Versión: 1

ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
 <p>Kevin Alberto Vargas Álvarez <i>Ingeniero División Planeación y Control</i></p>	 <p>Gino A. González Rodríguez <i>Jefe de División de Planeación y Control</i></p> <p>Ivonne Navarro Pérez <i>Jefe División Centro de Control</i></p>	<p>Germán García Marrugo <i>Director de Abastecimiento</i></p> <p>Mauricio Jiménez Aldana <i>Director Red Matriz de Acueducto</i></p> <p>Germán García Marrugo <i>Gerente Corporativo (E) de Sistema Maestro</i></p> <p>María Lucía Flórez Jiménez <i>Asesora Gerencia General</i></p>

FECHA	Julio 2022
-------	------------

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN	5
2.1. SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN “CHINGAZA-WIESNER”	6
2.2. SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN “AGREGADO NORTE - TIBITOC”	6
2.3. SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN “SUR”	7
2.4. RESUMEN SISTEMA DE PRODUCCIÓN	8
3. SISTEMA DE TRANSPORTE.....	9
3.1. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE A MUNICIPIOS DEL NORTE (SOPÓ-TOCANCIPÁ-GACHANCIPÁ) ..	11
3.2. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE AL PUNTO 2 DE SOPÓ.....	12
3.3. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE AL PUNTO DE AQUAPOLIS (SECTOR INDUSTRIAL DEL MUNICIPIO DE TOCANCIPÁ)	12
3.4. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE AL MUNICIPIO DE CAJICÁ	12
3.5. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE AL MUNICIPIO DE CHÍA	13
3.6. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE AL PUNTO DE COJARDÍN (SECTOR BORDE NORTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ)13	
3.7. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE A PUNTOS DE SUMINISTRO EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA	14
3.8. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE A MUNICIPIOS DEL OCCIDENTE Y BAJO TEQUENDAMA.....	16
3.9. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE DE LA CALLE 80.....	18
3.10. COMPONENTES DEL SUBSISTEMA DE TRANSPORTE AL PUNTO DE EMAR - SOACHA	19
4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	20
4.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA	21
4.2. CÁLCULO DE LOS COMPROMISOS DE SUMINISTRO	23
4.3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE RESPALDO.....	24
5. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA Y CAPACIDAD DE RESPALDO	24
5.1. SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN	24
5.2. SUBSISTEMA DE TRANSPORTE.....	26
6. PROYECCIONES DE SUMINISTRO	36
6.1. PRODUCCIÓN	36
6.2. TRANSPORTE	37
7. CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD EXCEDENTARIA.....	41
7.1. CAPACIDAD EXCEDENTARIA SISTEMA DE PRODUCCIÓN	41
7.2. CAPACIDAD EXCEDENTARIA SISTEMA DE TRANSPORTE	42
8. CONCLUSIONES.....	50
ANEXO 1. SOBRE LAS PROYECCIONES DE SUMINISTRO	52

1. INTRODUCCIÓN

Los nuevos contratos de suministro de agua al territorio deben estar regulados por la Resolución 943 de 2021 de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), por medio de la cual se establecen *“los requisitos generales aplicables a los contratos que suscriban los Prestadores de Servicios Públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado para el uso e interconexión de redes y para los contratos de suministro de agua potable e interconexión, se señala la metodología para determinar la remuneración y/o peaje correspondiente y se establecen las reglas para la imposición de servidumbres de interconexión”*.

Como parte de las obligaciones de los prestadores del servicio público domiciliario de acueducto que vayan a suscribir contratos de suministro de agua potable, esta Resolución establece que es necesario calcular la capacidad excedentaria de los subsistemas de producción y transporte de agua potable. En particular, en el capítulo 2 **artículo 2.4.2.2.5** de la citada Resolución, se describe la metodología que debe ser implementada para realizar el cálculo de la capacidad excedentaria de cada componente del sistema de acueducto. La capacidad excedentaria consiste en estimar el caudal remanente con base en una comparación entre los máximos caudales que pueden ser suministrados por la infraestructura existente versus el caudal que debe ser suministrado teniendo cuenta tanto las proyecciones de demanda de agua del área de servicio, como el uso que se le puede dar a cada componente del sistema para garantizar el abastecimiento de una zona de servicio, en caso de que se presenten contingencias.

De acuerdo con lo anterior, para que la EAAB pueda suscribir contratos de suministro de agua potable y/o interconexión, deberá realizar un análisis para los componentes de los subsistemas de producción y transporte que serían utilizados para garantizar el abastecimiento de estos puntos, con el objetivo de estimar la respectiva capacidad excedentaria y, de esta manera, garantizar que se cuenta con las condiciones necesarias para garantizar el abastecimiento de los puntos de suministro sin afectar el servicio de acueducto de sus áreas de prestación de servicio.

Este es un documento de trabajo de la EAAB, el cual será ajustado con un nuevo Estudio de Proyecciones de Demanda, que está en proceso de contratación, donde se actualizará las proyecciones de demanda de agua realizadas en Plan Maestro de Abastecimiento (PMA) realizado en el año 2016, y que tendrá en cuenta los resultados de las proyecciones de población realizadas por el DANE a partir del Censo del año 2018.

En este informe se presentan los cálculos de la capacidad excedentaria para los componentes de los subsistemas de producción y transporte que actualmente son utilizados para suministrar agua potable de la EAAB. Ya que tanto los beneficiarios como el proveedor deben dar cumplimiento a la resolución 943 de 2021 capítulo 2 **artículo 2.4.2.2.1 a el artículo 2.4.2.3.1** se hace necesario tener nuevos contratos de suministro de agua con la EAAB; proceso que, como se mencionó anteriormente, requiere del análisis de capacidad excedentaria, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 943 de 2021 capítulo 2 **artículo 2.4.2.2.5**

Es importante tener en cuenta que la capacidad excedentaria de la cual se puede disponer para poder aumentar los compromisos en un determinado punto de Venta de suministro de agua potable y/o interconexión, será la menor entre las capacidades excedentarias determinadas para el subsistema de transporte y el subsistema de producción. Por ejemplo, si existe capacidad excedentaria de transporte en un punto de un subsistema de transporte determinado con un valor de 100 L/s, pero a nivel del

subsistema de producción se cuenta con capacidad excedentaria de 80 L/s para ese sector, se deja como resultado el menor de los dos valores que es de 80 L/s.

La capacidad excedentaria del sistema de producción se estimó de manera global. Primero, se describe el sistema actual y se estima la capacidad máxima como la oferta de agua teniendo en cuenta las concesiones, optimizaciones y ampliaciones previstas en la infraestructura de dicho sistema. El caudal de compromisos se tomó como las proyecciones de caudal realizadas en el marco de la actualización del Censo del DANE -año 2018- y de los valores observados de punto de Venta de suministro de agua potable y/o interconexión durante 2020 y 2021. Finalmente, el caudal de respaldo se calculó teniendo en cuenta el disponible para atender contingencias -para el sistema de producción- y analizando la interconectividad del sistema -para los subsistemas de transporte-. Con estos tres valores, se aplicó la ecuación definida en la Resolución CRA 943 de 2021 Capítulo 2 artículo 2.4.2.2.5.

La capacidad excedentaria del sistema de transporte se estimó por cada subsistema de transporte y para cada uno de los elementos que involucra a cada punto de VAB. Para ello, se describió cada subsistema y se estimó la capacidad máxima de acuerdo con la capacidad hidráulica de cada elemento del mismo, teniendo en cuenta la capacidad de respaldo de cada uno. Para el caudal de compromisos se tomaron las proyecciones actualizadas mencionadas en el párrafo anterior.

Adicional a las capacidades excedentarias aquí calculadas, la capacidad de suministro de agua para los municipios o puntos de venta a empresas prestadoras del servicio estará condicionada a la infraestructura que construya el municipio o la empresa prestadora, de acuerdo con lo exigido en el Resolución 330 de 2017, como son tanques almacenamiento, estaciones de bombeo y redes de distribución.

Las variaciones comentadas anteriormente han sido uno de los determinantes para que la EAAB haya definido iniciar la contratación de un nuevo Estudio de Población y Demanda que alimente la actualización del PMA. En tanto se surte el proceso de contratación y se obtienen los resultados de la consultoría, se hace necesaria la elaboración de un escenario que contemple las nuevas tasas de crecimiento poblacional, más aún en un contexto en el que la mayoría de los contratos de suministro de agua potable e interconexión han expirado y los consumos actuales superan, de manera significativa, los pactados en los mismos.

2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) presta el servicio de acueducto directamente a la ciudad de Bogotá y a los municipios de Soacha y Gachancipá. Adicionalmente, suministra agua por contrato de suministro a los municipios de Sopó, Tocancipá, Cajicá, Chía, La Calera, Funza, Mosquera, Madrid y EMAR (Soacha) (ver Tabla 1). El caudal medio consumido por la ciudad y los municipios vecinos fue de $16,94 \text{ m}^3/\text{s}$ en el año 2021¹, que corresponde a la demanda de agua de alrededor de 9 millones de habitantes. El suministro a esta población es garantizado mediante un sistema de acueducto que cuenta con siete plantas de tratamiento y una red de 9.000 kilómetros de tuberías que se dividen en 37 sectores hidráulicos (36 en Bogotá más el sector S-30 correspondiente al casco urbano del municipio de Soacha).

Tabla 1. Listado de puntos con contrato de suministro (suministro de agua en bloque)

#	Nombre del punto	Municipio
1	FUNZA	Funza
2	MOSQUERA	Mosquera
3	MOSQUERA 3	
4	PLANADAS	
5	MADRID	Madrid
6	CHÍA	Chía
7	CAJICÁ	Cajicá
8	SOPÓ (Casco Urbano)	Sopó
9	SOPÓ (CLUBES)	
10	TOCANCIPÁ (Casco Urbano)	Tocancipá
11	AQUAPOLIS	Tocancipá
12	AGUAS DE LA SABANA	Cota, Tenjo y Funza
13	EMAR	Soacha
14	CALERA (Casco Urbano)	La Calera
15	CALERA 2 (Interveredal)	
16	COJARDÍN	Bogotá
17	OTRAS SALIDAS (NORTE)	

En la actualidad, el suministro de agua a esta población es garantizado mediante un sistema de acueducto que cuenta con siete plantas de tratamiento, cada una de las cuales depende de una determinada fuente de suministro. Es importante recalcar que cada uno de estos sistemas opera normalmente para abastecer un área de servicio; no obstante, las redes de acueducto se encuentran interconectadas, por lo que en

¹ De acuerdo con información de macromedición a la salida de las PTAPs (Plantas de Tratamiento de Agua Potable).

caso de que se presenten contingencias las plantas pueden entrar a apoyar el suministro de otras áreas de servicio.

1.1. Subsistema de Producción “Chingaza-Wiesner”

Este subsistema de producción está conformado por todos los componentes de almacenamiento, captación y aducción que conducen el agua cruda almacenada en el Embalse de Chuza, el Embalse de San Rafael y el subsistema río Blanco, hasta la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) Francisco Wiesner, la cual fue construida en el municipio de La Calera.

El sistema de captación y aducción desde el Embalse de Chuza está compuesto por una serie de túneles, canales y tuberías que se dividen en tres tramos con una longitud total aproximada de 37,8 km:

- a) Tramo Chuza – Ventana: corresponde al túnel Palacio – Río Blanco (18,4 km), a flujo a presión. En el sector Ventana se encuentra una válvula tipo Howel Bunger.
- b) Tramo Ventana – Simaya: con funcionamiento a flujo libre. En este tramo (10,1 km) se reciben las captaciones del sistema Río Blanco por medio de 4 pozos.
- c) Tramo Simaya – Wiesner: hasta el sifón, justo antes de la entrada a la PTAP Wiesner, el funcionamiento es a flujo libre a través de diversos canales, tuberías y túneles. La longitud total de este tramo es de 9,3 km, aproximadamente.

Por otra parte, el sistema de captación y aducción desde el Embalse San Rafael hasta la planta PTAP Francisco Wiesner consiste en un sistema de bombeo con capacidad aproximada de 22 m³/s y funciona como una fuente de contingencia en el suceso de mantenimiento o salida de operación de la conducción Chuza – Wiesner o por deterioro en la calidad de las fuentes del sistema Chingaza.

El tratamiento de la PTAP Wiesner se realiza mediante un sistema de filtración rápida que consiste en un tanque de llegada con un vertedero que permite rebosar al embalse de San Rafael los excesos de caudal, una estructura hidráulica de mezcla rápida, y un sistema de 16 filtros rápidos. Tiene una capacidad para tratar un caudal de diseño de 14 m³/s de los que, en condición de operación normal, se utilizan en promedio alrededor de 11,1 m³/s para abastecer a la ciudad de Bogotá y a los municipios de La Calera, Funza, Mosquera, Madrid, Soacha y Cota.

Con la actualización del Plan Maestro de Abastecimiento realizada en el año 2016 (INGETEC) se adelantó la revisión de la confiabilidad de tratamiento del sistema. Dicho estudio arrojó como resultado que, pese a que la capacidad de la planta es de 14 m³/s, dada las restricciones desde el punto de vista de caudales concesionados, calidades de las fuentes, capacidad de almacenamiento, capacidad de transporte y capacidad de los procesos unitarios de tratamiento, entre otros aspectos, la capacidad confiable de tratamiento del sistema Chingaza – Wiesner, era de 12 m³/s².

1.2. Subsistema de Producción “Agregado Norte - Tibitoc”

Se encuentra conformado por todos los componentes de almacenamiento, captación y aducción que conducen el agua cruda del río Bogotá hasta la planta de tratamiento de agua potable Tibitoc, ubicada en

² Con un nivel de confianza del 99%v del tiempo.

el municipio de Tocancipá. El río Bogotá es regulado por los embalses Sisga, Neusa y Tominé, que son propiedad de la CAR y del Grupo de Energía de Bogotá (GEB), y que conforman el sistema denominado “Agregado Norte”.

El agua del río Bogotá se desvía a una dársena de pre-sedimentación desde donde se impulsa el agua cruda alrededor de 98 metros, hasta la parte alta del Cerro Tibitoc, en donde se encuentra ubicada la planta de tratamiento. Durante contingencias, la dársena de pre-sedimentación también puede ser abastecida con agua proveniente del Embalse Aposentos, el cual capta y regula el caudal del río Teusacá.

El tratamiento de la PTAP Tibitoc se realiza mediante un sistema convencional constituido por un mezclador rápido mecánico, 7 floculadores mecánicos, 7 grandes tanques sedimentadores y 16 filtros. Tiene una capacidad para tratar un caudal de diseño de $12 \text{ m}^3/\text{s}$ de los que, en condiciones de operación normal, se utilizan alrededor de $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ para abastecer a la zona norte y occidente de la ciudad de Bogotá y a los municipios de Sopó, Gachancipá, Tocancipá, Chía y Cajicá. No obstante, actualmente tiene restricciones para el tratamiento debido a la calidad de agua de los ríos Bogotá y Teusacá.

De las conclusiones de la Actualización del Plan Maestro de Abastecimiento (PMA), INGETEC (2016), se estableció que la capacidad confiable de suministro del sistema Agregado - Norte era de $4,39 \text{ m}^3/\text{s}$, con una confiabilidad del 99%. Lo anterior, teniendo en cuenta los factores adversos en la calidad del agua de las fuentes que abastecen dicho sistema como son los ríos Bogotá y Teusacá, y las restricciones de cada uno de los procesos unitarios de remover dichos factores el 99% del tiempo, lo que necesariamente obliga a reducir los caudales de tratamiento.

1.3. Subsistema de Producción “Sur”

Este subsistema está conformado por todos los componentes de almacenamiento, captación y aducción que conducen el agua cruda del río Tunjuelo hasta las plantas de tratamiento de agua potable El Dorado y La Laguna, que están ubicadas en la localidad de Usme. El río Tunjuelo es regulado por los embalses Chisacá y La Regadera, los cuales conforman el sistema denominado “Agregado Sur”.

El agua del río Tunjuelo es captada en el embalse La Regadera y conducida hasta la planta Vitelma, mediante la aducción Regadera-Vitelma, que corresponde a una tubería en acero revestido de una longitud total de 22 Km y cuyo diámetro varía entre 27” y 36”. A la altura del kilómetro 10, aproximadamente, dicha aducción cuenta con una derivación que se conecta a la línea “Regadera-Dorado”, también construida en acero revestido y en un diámetro de 39”. Dicha línea tiene una longitud de 1,1 km y finaliza en la planta de tratamiento El Dorado. Actualmente, se encuentra inhabilitada la conducción entre la derivación del Dorado y la planta de Vitelma; no obstante, se adelantó la consultoría para proceder con su rehabilitación y optimización una vez se finalice la etapa de adquisición predial. De forma similar, se cuenta con una derivación en donde se conecta la línea “Regadera-Laguna”, la cual fue construida en acero, en un diámetro de 20” y con una longitud de 8,42 km, y abastece a la planta La Laguna.

El tratamiento de la PTAP El Dorado se realiza mediante un sistema convencional constituido por un rebose de entrada, un aireador, una canaleta Parshall, cuatro grupos de floculadores-sedimentadores, sedimentadores de alta tasa en acero inoxidable y 12 filtros con lavado aire-agua. Asimismo, la planta La Laguna cuenta con un sistema de tratamiento convencional compuesto por una canaleta Parshall, dos grupos de floculadores verticales, cada uno con tres cámaras de floculación, dos sedimentadores de alta

tasa, y 10 filtros convencionales de flujo descendente. La planta El Dorado tiene una capacidad para tratar un caudal de $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que La Laguna cuenta con una capacidad de producción de $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$. En condiciones de operación normal, la Planta El Dorado está tratando $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$.

La planta El Dorado es utilizada para abastecer a la localidad de Usme. La planta La Laguna puede abastecer parcialmente la misma zona de servicio; no obstante, solo es utilizada en caso de que se presenten contingencias con el sistema Dorado.

Por otra parte, la planta Vitelma está ubicada al suroriente de la ciudad de Bogotá. La planta puede ser abastecida mediante el Embalse La Regadera, a través de la conducción Regadera – Dorado - Vitelma, aunque necesita ser rehabilitada desde el Nudo B (Derivación a El Dorado) hasta la planta, pero también cuenta con una captación del Río San Cristóbal. La planta se encuentra fuera de funcionamiento, y sólo opera en caso de contingencias o emergencias con el agua proveniente del río San Cristóbal, para abastecer parcialmente a la zona suroriental de la ciudad.

Así mismo, al Subsistema Sur pertenece la planta Yomasa, que está ubicada en la zona suroriental de la ciudad de Bogotá y es abastecida por la quebrada del mismo nombre. Es una planta compacta, que cuenta con un canal de mezcla rápida para aplicación de productos químicos, un floculador orto-cinético, un sedimentador de alta tasa, tres filtros de antracita de flujo ascendente. Tiene una capacidad máxima de 20 L/s , que es utilizada para surtir una pequeña zona ubicada en el suroriente de la ciudad, que consume aproximadamente 11 L/s .

En el año 2016, en respuesta a una acción popular para atender la población del barrio Aguas Claras en la localidad de San Cristóbal, se construyó e inició operación la planta que lleva el mismo nombre la cual posee una capacidad máxima de tratamiento de 5 L/s .

Frente al caudal de suministro confiable continuo del Sistema Abastecimiento Sur, es importante informar que el mismo está afectado, principalmente, por la restricciones de los caudales concesionados por la fuente río Tunjuelo, la cual actualmente es de $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ y a las restricciones técnicas de transporte de la tubería de aducción Regadera-Dorado que tiene una capacidad confiable de transporte de aproximadamente $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$, razón por la cual la capacidad confiable de suministro de dicho sistema incluido todas las plantas se estableció en $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$.

1.4. Resumen sistema de producción

Al sumar los caudales de suministro confiable continuo de cada uno de los grandes sistemas de abastecimiento se determina que la oferta confiable de agua potable en el año 2016, fecha en la cual se actualizó el Plan Maestro de Abastecimiento, era de $16,89 \text{ m}^3/\text{s}$.

Como estrategia para garantizar en todo momento la oferta de agua potable frente a la demanda proyectada, se plantearon los proyectos de optimización de la infraestructura en el corto y mediano plazo, las cuales fueron incluidas dentro del Plan de Obras e Inversiones Regulado POIR.

La proyección de oferta de agua potable del corto y mediano plazo del sistema de abastecimiento, con la entrada de cada uno de los proyectos previstos en el plan de inversiones de la EAAB-ESP, es la siguiente:

Tabla 2. Proyección Oferta - Abastecimiento

	AÑO		
	2020	2025	2030
Total Oferta Abastecimiento (m³/s)	16,89	20,99	20,99

La oferta del sistema de abastecimiento dependerá de la ejecución de los siguientes proyectos:

Tabla 3. Proyectos - Abastecimiento

Proyecto	Año de ingreso ³	Caudal incremental (m ³ /s)
Optimización río Blanco fase I	2022	0,656
Optimización río Blanco fase II	2024	1,04
Optimización de la planta de tratamiento Francisco Wiesner	2025	0,39
Reúso agua de las plantas	2022-2023	0,17
Optimización de la planta de tratamiento de Tibitoc	2024	1,61
Optimización conducción Regadera-Dorado -Vitelma	2023	0,24

NOTA: Es pertinente indicar que los proyectos de río Blanco I, río Blanco II y Ampliación de la planta Francisco Wiesner son complementarios. El máximo provecho de la ampliación Wiesner se alcanza con los caudales a aportar por el sistema río Blanco.

3. SISTEMA DE TRANSPORTE

Para poder realizar el cálculo de la capacidad excedentaria, lo primero que se requiere es definir cuáles son los componentes que conforman al subsistema de transporte. En el caso particular del sistema de acueducto que abastece a la ciudad de Bogotá y a sus municipios vecinos, este subsistema corresponde a lo que la EAAB denomina el Sistema Matriz de Acueducto.

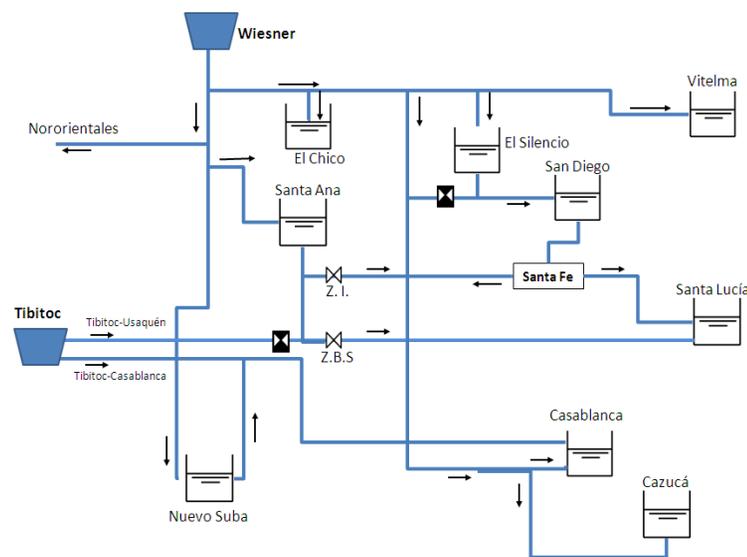
Este sistema está compuesto por las líneas expresas y matrices de distribución que permiten transportar el agua producida en las plantas de tratamiento hasta los tanques de almacenamiento. El Sistema Matriz de Acueducto también incluye tanto los tanques de almacenamiento, como las estaciones de bombeo y tuberías de impulsión que complementan las líneas expresas y matrices, y las diferentes estructuras de control que regulan cada uno de estos elementos. Adicionalmente, el Sistema Matriz cuenta con unas líneas que varían entre 16 pulgadas y 2,2 m de diámetro, y que son utilizadas para distribuir el agua

³ El año de ingreso en operación corresponderá a aquel para el cual desde el 1 de enero ya el proyecto se encuentre en operación.

almacenada en los tanques a cada uno de los 37 sectores hidráulicos en los que se ha dividido la ciudad de Bogotá y el municipio de Soacha.

En la siguiente figura se muestran los principales componentes del Sistema Matriz de Acueducto, los cuales corresponden a las líneas expresas y troncales, así como los respectivos tanques de almacenamiento que estas alimentan. Estos elementos se consideran como los de mayor importancia ya que son los encargados de abastecer a otros tanques de almacenamiento y a las líneas de distribución del Sistema Matriz y, por lo tanto, son los que garantizan el suministro a las mayores áreas de servicio. Dada su importancia dentro de la configuración general del sistema de acueducto y, por su manejo de altos caudales, estos elementos son los de mayor tamaño y/o extensión dentro del Sistema Matriz de Acueducto.

Figura 1. Líneas principales del subsistema de transporte de la EAAB



De acuerdo con el anterior análisis, las líneas expresas y troncales y los respectivos tanques de almacenamiento, son equivalentes a lo que la Resolución 943 de 2021 denomina “líneas principales” del subsistema de transporte, y por lo tanto, deben ser considerados dentro de los cálculos de la capacidad excedentaria de los puntos de suministro.

Por otra parte, otros de los componentes del subsistema de transporte que son importantes en el análisis de capacidad excedentaria corresponden a las líneas de distribución y a los tanques de almacenamiento que están encargados de abastecer directamente a cada uno de los puntos de suministro de agua.

En los siguientes numerales se describen estos componentes para los puntos actualmente abastecidos por contrato de suministro, que son los que en el corto y mediano plazo requieren de la actualización y

de la suscripción de nuevos contratos de suministro de agua, y que deberán seguir los lineamientos establecidos en la Resolución CRA 943 de 2021.

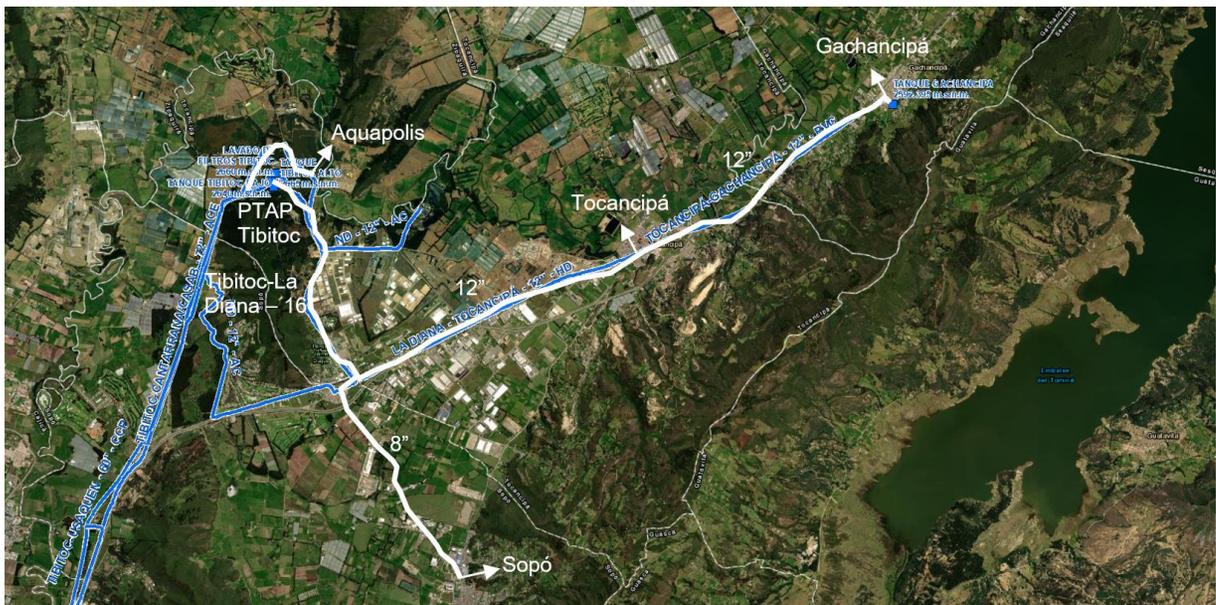
1.5. Componentes del subsistema de transporte a municipios del Norte (SOPÓ-TOCANCIPÁ-GACHANCIPÁ)

Como se observa en la Figura 2, la línea principal de este subsistema de transporte corresponde a la línea denominada “Municipios del Norte”, que tiene un diámetro de 16 pulgadas e inicia en la planta de tratamiento Tibitoc, ubicada en el municipio de Tocancipá. Esta línea tiene una longitud de 5 km y finaliza en el sector de Briceño (Predio La Diana) del municipio de Sopó.

En este punto, la línea de 16 pulgadas se conecta con dos tuberías: **i)** una de 8 pulgadas que va paralela a la vía principal hacia el casco urbano de Sopó y que es la que distribuye el agua que la EAAB le vende a este municipio, y **ii)** una línea en 12 pulgadas que va paralela a la Autopista Bogotá – Tunja que tiene una longitud de 5 km y finaliza en el casco urbano del municipio de Tocancipá. Adicionalmente, existe una línea de 8 pulgadas que va paralela a la línea de 12 pulgadas, la cual tiene cinco (5) derivaciones a lo largo de su trayecto que entregan agua a algunos puntos del municipio de Tocancipá; estas derivaciones fueron construidas en años anteriores por el mismo municipio.

En el extremo de la línea de 12 pulgadas se le entrega agua en bloque al municipio de Tocancipá y hay una conexión con otra línea de 12 pulgadas que continúa en paralelo a la Autopista Central del Norte y que le entrega agua a dos tanques del municipio de Gachancipá, ubicados a unos 5 km del punto de inicio de la línea. El antiguo tanque tiene un volumen de almacenamiento de 130 m³ y el nuevo, que fue construido en el año 2016 por el mismo municipio, tiene un volumen de 1.200 m³. La EAAB le suministra el agua directamente a cada uno de los usuarios del municipio de Gachancipá.

Figura 2. Componentes del subsistema de transporte – Municipios de Norte



1.6. Componentes del subsistema de transporte al punto 2 de Sopó

El municipio de Sopó cuenta con un segundo punto de suministro de agua de la EAAB que no depende del subsistema de transporte descrito anteriormente y por medio del cual se abastece una parte del sector suroccidental del municipio. Se trata de la línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas, que surge a esta parte del municipio mediante una derivación de 12 pulgadas que se encuentra ubicada a la altura de la Hacienda Presidencial de Hatogrande. Esta línea a su vez se conecta con una tubería de 3 pulgadas, la cual abastece al sector suroccidental de Sopó.

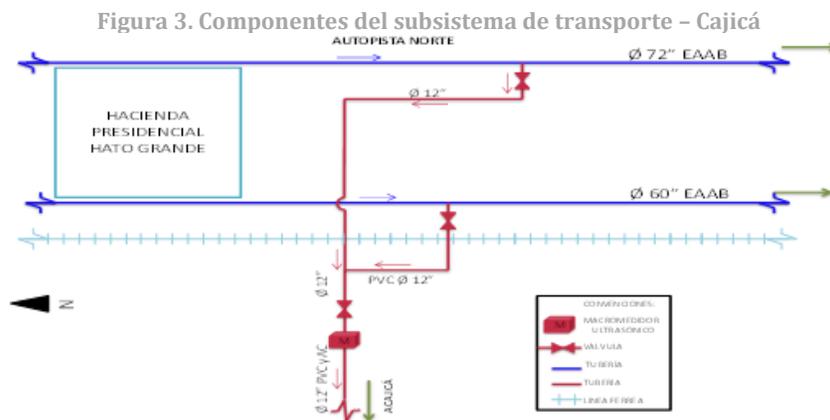
1.7. Componentes del subsistema de transporte al punto de Aquapolis (sector industrial del municipio de Tocancipá)

La EAAB le suministra agua en bloque a la empresa Aquapolis, la cual le presta el servicio de acueducto en la zona industrial de Tocancipá. El suministro a este punto es realizado a través de la línea Tibitoc-Casablanca de 60 pulgadas mediante una derivación de 8 pulgadas que se encuentra ubicada dentro del predio de la planta Tibitoc.

La línea de 8 pulgadas es de propiedad de Termozipa y fue construida en acero al carbón. Después de la conexión con la línea Tibitoc-Casablanca, recorre en sentido noroccidente los predios de la planta hasta llegar a la portería, cerca de la cual se encuentra el macromedidor que registra los consumos de Aquapolis. Posteriormente, la tubería va en sentido suroccidental, paralelo al corredor de la vía Briceño-Zipacquirá, hasta el predio de Termozipa.

1.8. Componentes del subsistema de transporte al municipio de Cajicá

El municipio de Cajicá consume agua que es suministrada a través de la línea Tibitoc-Casablanca de 72 pulgadas mediante una derivación de 16 pulgadas que se encuentra cerca de la Autopista Central del Norte, a la altura de la Hacienda Presidencial Hato Grande. Posteriormente, el agua es transportada por una tubería de 12 pulgadas, la cual está conectada con un línea de 12 pulgadas en PVC que sale de la línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas y que es la encargada de garantizar el suministro al municipio en caso de que se presenten contingencias en el sistema que depende de la línea de 72 pulgadas. La derivación de la línea Tibitoc-Usaquén se encuentra en diámetro de 12 pulgadas. El punto de unión entre estas dos tuberías se encuentra al occidente del corredor del Ferrocarril, desde donde continúa una única línea de 12 pulgadas hacia el casco urbano de Cajicá.

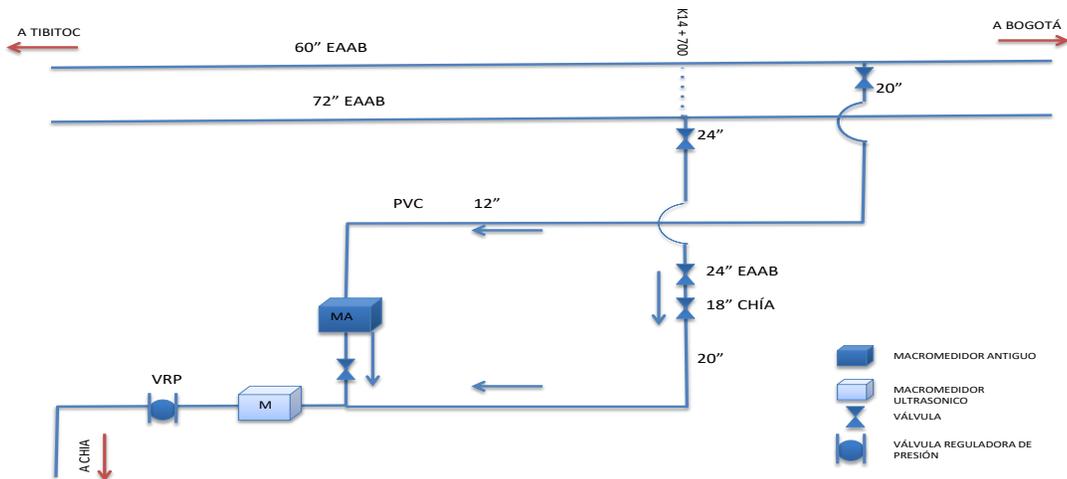


1.9. Componentes del subsistema de transporte al municipio de Chía

El municipio de Chía consume agua que es suministrada a través de la línea Tibitoc-Casablanca de 72 pulgadas, mediante una derivación de 24 pulgadas que se encuentra cerca de la Autopista Central del Norte, a la altura del sector de La Caro. Esta línea se conecta con una tubería de 18 pulgadas, utilizada para transportar el agua hasta el casco urbano del municipio.

Adicionalmente, se cuenta con una derivación en 20 pulgadas de la línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas, la cual se conecta con una tubería de 12 pulgadas que, a su vez, se conecta con la línea de 18 pulgadas mencionada anteriormente, aguas arriba de donde se encuentra el macromedidor del punto de venta de agua en bloque. Esta derivación es utilizada para garantizar el suministro del municipio cuando se presentan contingencias que limitan el caudal proveniente de la línea Tibitoc-Casablanca de 72 pulgadas.

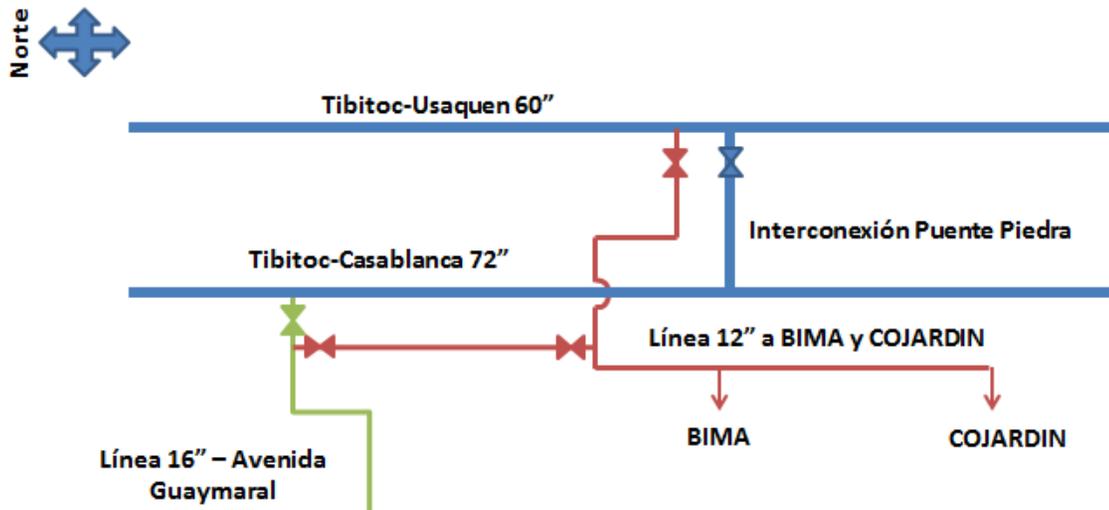
Figura 4. Componentes del subsistema de transporte - Chía



1.10. Componentes del subsistema de transporte al punto de Cojardín (sector Borde Norte de la ciudad de Bogotá)

La EAAB le suministra agua en bloque a COJARDÍN, empresa que presta el servicio de acueducto a la Parcelación El Jardín y a un sector adicional del Borde Norte, mediante una línea de 12 pulgadas que se conecta con la línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas, cerca de la Interconexión Puente Piedra. En la siguiente figura se muestra un esquema de la infraestructura utilizada para el suministro al punto de COJARDIN, en donde se puede observar que la línea de 12 pulgadas también cuenta con una interconexión con la línea de 16 pulgadas de la Avenida Guaymaral, la cual es utilizada para abastecer a las urbanizaciones San Simón y San Sebastián, y permite garantizar el suministro al punto, en caso de que se presenten contingencias que afecten la operación de la línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas.

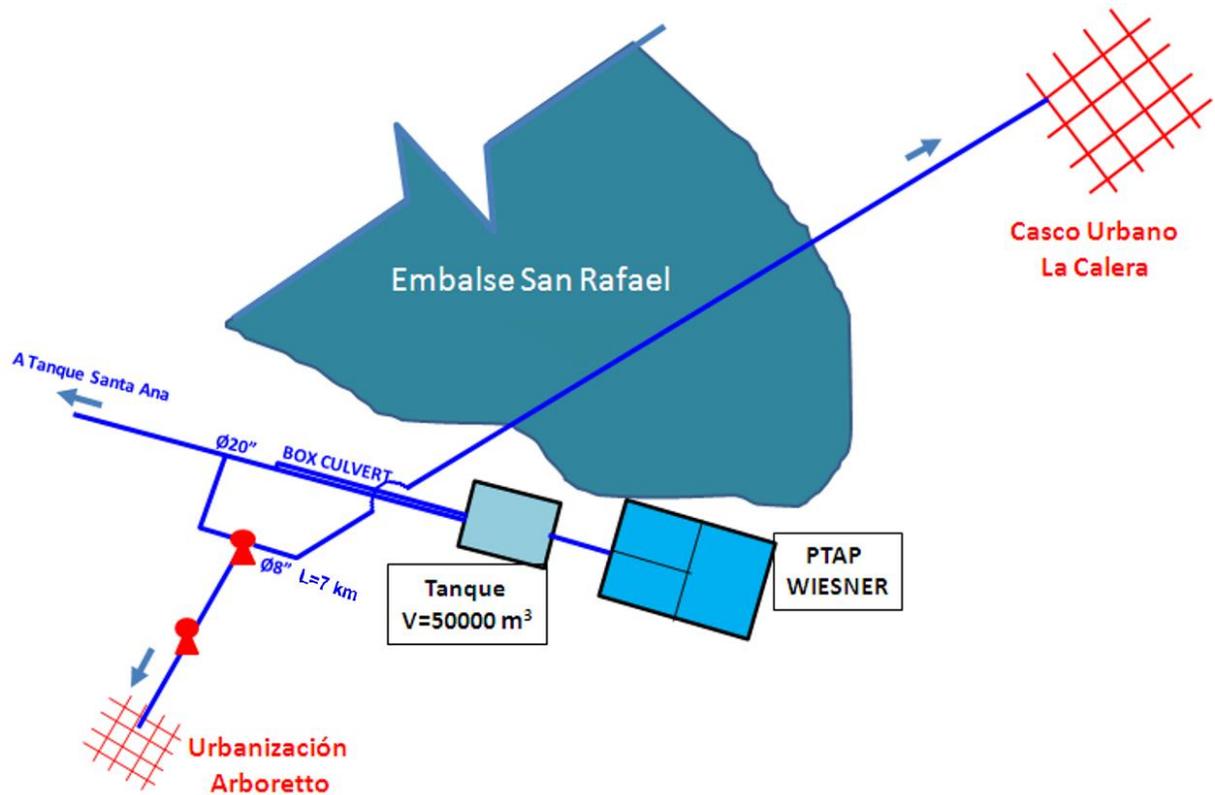
Figura 5. Componentes del subsistema de transporte – COJARDÍN



1.11. Componentes del subsistema de transporte a puntos de suministro en el municipio de La Calera

El municipio de La Calera actualmente cuenta con dos puntos de venta de agua en bloque: el del casco urbano del municipio y el de sistema Interveredal La Calera. Estos puntos se alimentan de una línea de 20 pulgadas que se conecta con el Box Culvert de salida de la planta de tratamiento Francisco Wiesner. Posteriormente, esta línea se conecta con una tubería de 12 pulgadas que tiene dos derivaciones: una línea en 8 pulgadas que le suministra agua al casco Urbano del municipio de la Calera y otra línea en 12 pulgadas que llega a un punto de captación, a partir del cual se alimenta al sistema denominado "Interveredal La Calera", el cual abastece a la Urbanización Arboretto, a través de Aguas de Bogotá. El casco urbano del municipio de la Calera, también recibe agua de una Quebrada denominada San Lorenzo, cuya operación está a cargo de ESPUCAL, Empresa de Servicios Públicos de la Calera.

Figura 6. Componentes del subsistema de transporte – La Calera



El punto de captación del Interveredal de La Calera está conectado con una estación de bombeo mediante una línea de 12 pulgadas en hierro dúctil que cuenta con una longitud de aproximadamente 65 metros. La estación se encuentra en la cota 2.789 m.s.n.m. y cuenta con dos bombas, cada una de las cuales tiene una capacidad máxima de 45 L/s. Una bomba actúa como suplencia.

A partir de este punto, el agua es impulsada hasta el tanque de almacenamiento No. 1 mediante una línea de 12 pulgadas, cuyos primeros 950 metros fueron construidos en hierro dúctil y los 590 metros restantes en PVC. El Tanque No. 1 se encuentra en la cota 2.966 m.s.n.m., tiene un volumen de almacenamiento de 87 m³ y es una estructura con forma rectangular que sirve como cárcamo de bombeo para la estación de bombeo No. 2. De acuerdo con los planos de construcción del proyecto del Interveredal de La Calera, el tanque No. 1 tiene una altura de 3,55 m.

La estación de bombeo No. 2 también cuenta con dos bombas, cada una de las cuales tiene una capacidad máxima de 45 L/s (una en suplencia). El agua es impulsada desde este punto hasta el Tanque No. 2 mediante una línea de 10 pulgadas, que tiene un longitud aproximada de 1.120 metros y fue construida en hierro dúctil. El tanque No. 2 se encuentra en la cota 3.122,5 m.s.n.m., tiene un volumen de almacenamiento de 180 m³ y según sus planos de construcción, es una estructura con forma rectangular, que cuenta con tres compartimentos y una altura de 4,80 m.

La línea de salida del tanque No. 2 hacia al tanque No. 3 cuenta con una derivación, que es la línea de conducción hacia la urbanización Arboretto, y es donde actualmente se tiene un macromedidor de la EAAB para registrar el consumo de los usuarios de este punto de venta de agua en bloque.

Dentro del diseño y construcción del sistema Interveredal La Calera se previó que el tanque No. 2 abastecería a otros dos tanques de almacenamiento. El primero de estos tanques (Tanque No. 3) se encuentra en la cota 3.098 m.s.n.m., y sería abastecido mediante una línea que ya fue construida y que tiene un diámetro de 6 pulgadas, material de PVC y una longitud aproximada de 2.270 m.

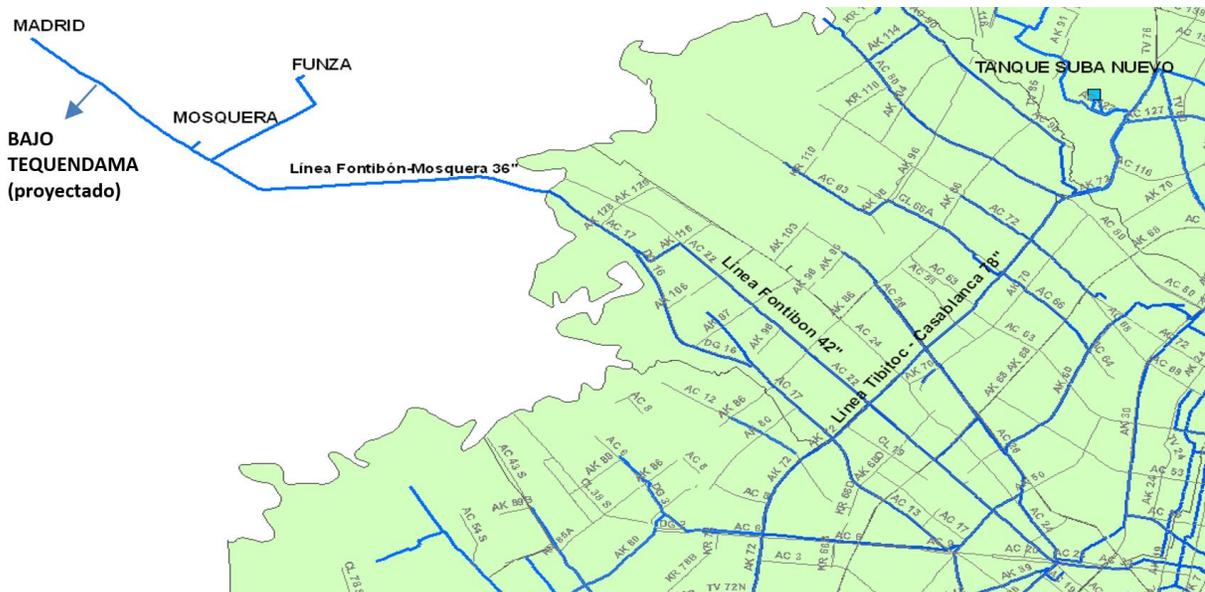
El Tanque No. 3 tiene un volumen de almacenamiento de 120 m³, y de acuerdo con sus planos de construcción, corresponde a una estructura de forma rectangular, con tres compartimentos y una altura de 4,80 metros. La salida de este tanque está conectada a una línea de aproximadamente 1.700 metros, de los cuales 175 metros están en tubería de 6 pulgadas en hierro dúctil, seguidos por 1.060 metros en tubería de 6 pulgadas en PVC, 300 metros en tubería de 6 pulgadas en hierro dúctil y 160 metros en tubería de 4 pulgadas en PVC.

Esta línea llega al tanque No. 4, el cual se encuentra en la cota 3.076,2 m.s.n.m. y tiene un volumen de 145 m³. De acuerdo con los planos de construcción, este tanque corresponde a una estructura de forma rectangular, con tres compartimentos y una altura de 4,6 metros.

1.12. Componentes del subsistema de transporte a Municipios del Occidente y Bajo Tequendama

Los municipios de Funza, Mosquera y Madrid consumen agua suministrada a través de la línea Tibitoc-Casablanca de 78 pulgadas, que se localiza en la Avenida Boyacá. A la altura de la Diagonal 22, esta línea cuenta con una derivación de 42 pulgadas que se denomina “Línea Fontibón”, por medio de la cual se surte a la zona norte del sector hidráulico S-03 (que hace parte de la localidad de Fontibón), así como a los municipios de Occidente. Posteriormente, a la altura de la Carrera 116, la línea Fontibón se desvía hacia la Calle 13 en un diámetro de 30 pulgadas, el cual se mantiene hasta la Carrera 128 con Calle 13. En este punto se conecta con la línea de acero Fontibón-Mosquera de 36 pulgadas (Línea Expresa a Municipios) y una longitud aproximada de 8 kilómetros, la cual tiene un trazado paralelo a la Calle 13, vía que conecta a Bogotá con los tres municipios de Occidente.

Figura 7. Componentes del subsistema de transporte – Municipios de Occidente y Bajo Tequendama



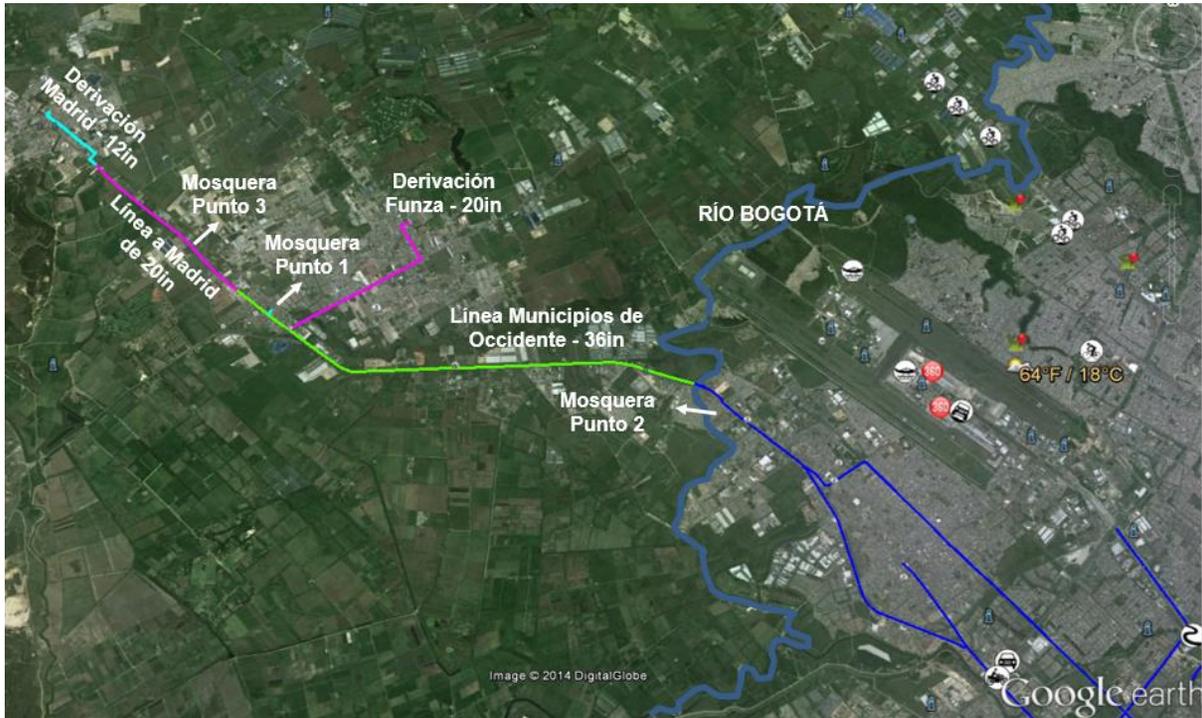
La línea Fontibón-Mosquera cuenta con tres derivaciones: i) la primera de estas alimenta al municipio de Funza y está ubicada a la altura de la Glorieta de Funza; de esta derivación alimenta una línea que tiene un diámetro de 20 pulgadas y aproximadamente 3 km de longitud; ii) la segunda línea es utilizada para surtir a Mosquera y se deriva del costado norte de la de Fontibón-Mosquera a la altura de la Carrera 1ª con Calle 3ª. El trazado de esta línea es paralelo a la Carrera 1 y finaliza en la Calle 4, en donde se encuentra la Planta de Tratamiento del municipio. Todo este tramo corresponde a una tubería de diámetro de 12 pulgadas y longitud aproximada de 110 m.

La línea Fontibón-Mosquera finaliza a la altura de la Carrera 7 con Calle 3, punto a partir del cual inicia la derivación utilizada para alimentar al municipio de Madrid. Esta última tiene un diámetro de 20 pulgadas, su trazado es paralelo a la Calle 3 y tiene una longitud de aproximadamente 3.1 km. En el extremo occidental de esta línea se conecta una tubería de 12 pulgadas, que tiene una longitud de 1.5 km y que lleva el agua hasta la planta del municipio.

En el año 2017 se construyó sobre esta línea una nueva derivación para el suministro de agua al sector occidental del municipio de Mosquera, la cual abastece a tres (3) nuevos tanques de almacenamiento, cada uno de 1.000 m³ de volumen.

Para los barrios denominados Planadas del municipio de Mosquera que se localizan cerca y al occidente del río Bogotá, se suministra el agua a través de una red menor de acueducto del sistema de distribución de la localidad de Fontibón.

Figura 8. Derivaciones utilizadas para surtir a los municipios de Occidente (existente)

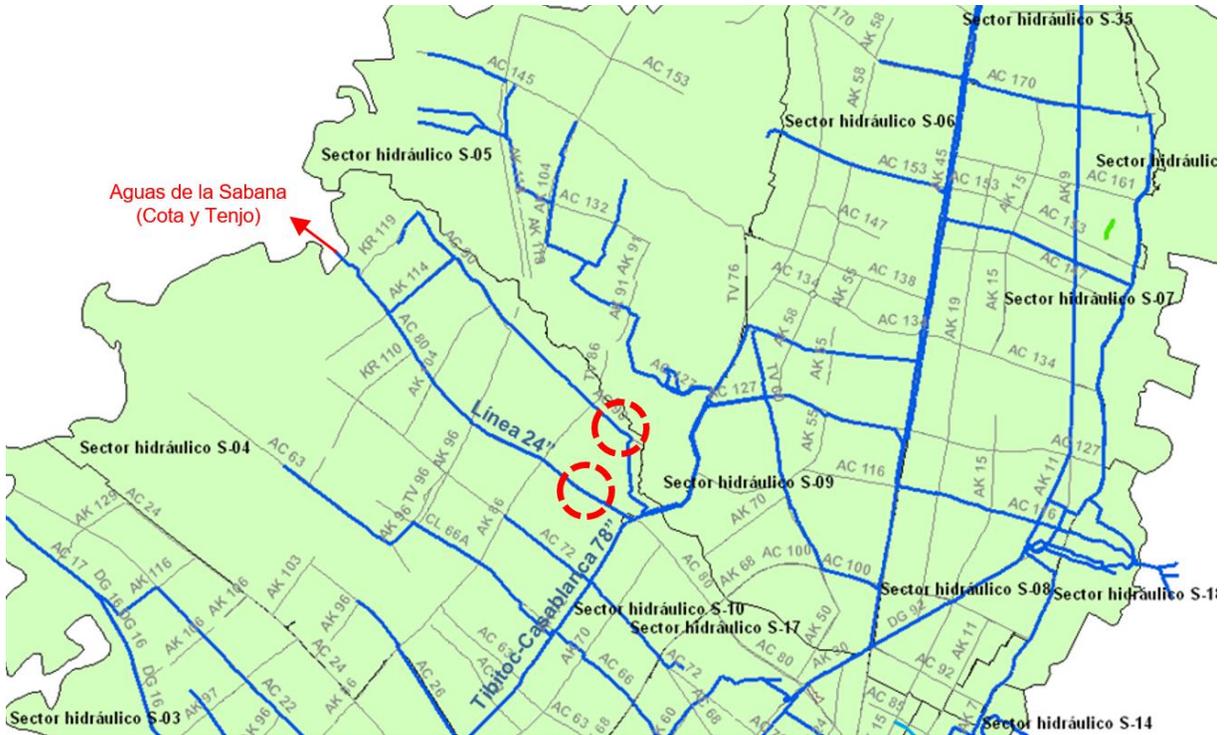


Para los municipios de La Mesa y Anapoima se proyecta de un Sistema de acueducto construido por la Gobernación de Cundinamarca, el cual no ha sido puesto en operación, actualmente está en proceso de rehabilitación, y que consiste en 50 km de tubería entre Madrid, La Mesa y Anapoima, una estación de Bombeo y dos tanques de almacenamiento.

1.13. Componentes del subsistema de transporte de la calle 80

El subsistema de la Calle 80 es abastecido a través de la línea Tibitoc-Casablanca de 78 pulgadas, la cual a su vez recibe agua del tanque Nuevo de Suba. A la altura de la Calle 80, esta línea cuenta con una derivación de 24 pulgadas, por medio de la cual se surte a la zona norte del sector hidráulico S-04 (que hace parte de la localidad de Engativá). Después de recorrer una longitud de aproximadamente 6 km, la línea finaliza a la altura de la Carrera 114, aunque el punto de medición de suministro de agua a Aguas de la Sabana se localiza en la carrera 119. Esta línea también se encuentra interconectada a través de una red de 16 pulgadas con la línea matriz Av. Tibabuyes de la calle 93, la cual tiene un diámetro de 24 pulgadas, y que se abastece según el esquema operacional a través de la línea de 30 pulgadas que va por la Avenida Boyacá proveniente de la Av. Boyacá con calle 127, o por la línea Tibitoc-Casablanca de 72 pulgadas. En la figura N° 9 se indican las 2 tuberías de 24" que suministran el agua al sector noroccidental de Engativá.

Figura 9. Componentes del subsistema de transporte - Calle 80



1.14. Componentes del subsistema de transporte al punto de EMAR - Soacha

La EAAB le suministra agua en bloque a la empresa EMAR, que presta el servicio de acueducto a un sector de la zona nororiental del municipio de Soacha. El suministro a este punto es realizado a través de la línea Autopista Sur de 36 pulgadas mediante una derivación de 12 pulgadas que se encuentra ubicada a la altura de la Transversal 14. La línea de 36 pulgadas de la Autopista Sur es abastecida por medio del tanque Cazucá, el cual a su vez es alimentado por medio de un sistema de túneles y líneas expresas que transportan el agua desde la PTAP Wiesner.

4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

El artículo 2.4.2.2.5 de la Resolución CRA 943 de 2021 establece que la capacidad excedentaria de un sistema de acueducto deberá ser estimada a partir de la capacidad máxima, los compromisos de suministro y la capacidad de respaldo de cada uno de los componentes de los subsistemas de producción y transporte de agua potable. Estas tres variables deben ser calculadas de acuerdo con las siguientes definiciones:

- **Capacidad máxima ($Q_{m\acute{a}xima}$):** Corresponde a “*la capacidad máxima de diseño (Caudal Medio Diario - QMD - o Caudal Máximo Horario - QMH -, según el componente o actividad), de acuerdo con las disposiciones y recomendaciones del Reglamento Técnico para el sector Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Para el caso de los subsistemas de producción, deberá calcularse la capacidad máxima de tratamiento o producción de agua potable. Adicionalmente, deberá explicitarse si los límites de la concesión de agua otorgada por la autoridad ambiental, impiden el aprovechamiento de la capacidad máxima de diseño de los componentes del subsistema. Para el caso de los subsistemas de transporte, deberá calcularse la capacidad máxima de transporte, en puntos distribuidos a lo largo de las líneas principales de estos subsistemas*”.
- **Compromisos de suministro ($Q_{suministro}$):** Debe ser calculada “*teniendo en cuenta la demanda actual y futura (caudal medio diario de operación o caudal máximo horario de operación, actual y futuro, según corresponda, para cada componente o actividad), incluyendo la demanda asociada a contratos de suministro de agua potable y/o de interconexión de acueducto y/o alcantarillado existentes*”.
- **Capacidad de respaldo ($Q_{respaldo}$):** Corresponde a “*aquella que, en caso de mantenimiento, caso fortuito o fuerza mayor, el prestador utilizará con el fin de atender un nivel de demanda mínima de su sistema. Esta capacidad debe determinarse con base en los análisis de vulnerabilidad y el plan de contingencias que se deben desarrollar de acuerdo con los criterios del Reglamento Técnico para el sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS*”

De acuerdo con lo anterior, la capacidad excedentaria del subsistema de transporte debe ser estimada con base en la siguiente ecuación:

$$Q_{excedentaria} = Q_{m\acute{a}xima} - (Q_{suministro} + Q_{respaldo})$$

Así mismo, es importante resaltar que la capacidad excedentaria de un subsistema de transporte no es estática, sino que es un parámetro que varía con el tiempo, en razón a que los componentes de estos sistemas pueden ser objeto de obras de ampliación u optimización, y a que la demanda de agua de la población servida varía a lo largo del tiempo. Por tal razón, para asegurar un cálculo adecuado de la capacidad excedentaria, cada parámetro que la define debe ser estimado para el mismo periodo de análisis; de lo contrario, la capacidad se estaría calculando a partir de valores que no son comparables entre sí. Por ejemplo, los compromisos de suministro del 2021 deben ser comparados con la capacidad máxima que se tenga ese año, y que puede incluir no solo la infraestructura existente en el 2020, sino las obras de optimización o expansión que se hayan ejecutado para entrar en operación en 2021.

Es importante tener en cuenta que para todos los cálculos de este informe, especialmente los referentes al caudal de suministro, se utilizó siempre el caudal medio diario, bajo el supuesto de que cada municipio cuenta con sus respectivos sistemas de almacenamiento, cumpliendo lo establecido en la Resolución 0330 de 2017. Los sistemas de almacenamiento se encargan de asumir las oscilaciones de demanda a lo largo del día. Esto último le permite al Proveedor (EAAB E.S.P.) suministrar un caudal constante equivalente al caudal medio diario, el cual debería ser regulado mediante estructuras de control de caudal a la entrada de sistemas de almacenamiento municipales.

En los siguientes numerales se describe, de forma detallada, la metodología que fue implementada para estimar cada una de estas tres variables en los subsistemas de producción y transporte a los puntos de suministro de la EAAB.

1.15. Cálculo de la capacidad máxima

1.15.1. Capacidad Máxima en el Sistema de Producción

De acuerdo con las características del sistema de abastecimiento de la ciudad de Bogotá y municipios vecinos, se estimó la capacidad máxima de tratamiento de acuerdo con la capacidad confiable continua de cada uno de los tres sistemas con los que cuenta Bogotá y los municipios vecinos: Sur, Agrado Norte y Chingaza-Wiesner, de conformidad con el análisis .

La capacidad máxima de cada sistema estará dada por el menor valor de capacidad confiable de operación entre la captación, aducción y tratamiento. Adicionalmente, en cada caso se involucran los siguientes aspectos: consideraciones operativas, disponibilidad hídrica y concesiones de agua. Las consideraciones operativas hacen referencia a limitaciones en el tratamiento ocasionado por fallas o daños en la infraestructura. La disponibilidad hídrica se estimó como el caudal medio de la fuente menos el caudal ecológico.

1.15.2. Capacidad Máxima en el Sistema de Transporte

1.15.2.1. Definición de condiciones límite para prestación del servicio

Para poder calcular la capacidad máxima de los componentes del subsistema de transporte, es necesario definir las condiciones límite en las que puede funcionar dicho subsistema. Para tal fin, se realizó una revisión de la normatividad interna de la EAAB, así como de las condiciones de servicio establecidas dentro de los Acuerdos Industriales, acuerdo interno de prestación de servicios entre las áreas industriales de La EAAB-ESP y los contratos de Venta de Agua en Bloque que actualmente están vigentes.

De acuerdo con la norma NS-033 de la EAAB, en donde se establecen los criterios de diseño para redes matrices, estas no deben trabajar con velocidades superiores a 2,5 m/s, con el objeto de evitar problemas como pérdidas de carga excesiva o daños en los revestimientos internos de las tuberías. Por otra parte, en la norma NS-034, la cual contiene los criterios de diseño de las conducciones y líneas expresas que hacen parte del Sistema Matriz de Acueducto, se establece que, en este tipo de líneas, se aceptan velocidades máximas de 4 o 6 m/s, dependiendo del recubrimiento interno de la tubería.

Por otra parte, respecto a las presiones de servicio, la norma NS-034 establece que *“se debe tener como mínimo una presión de 4,0 mca sobre la clave de la tubería en los puntos más elevados del perfil, para la condición más crítica de operación”*. Mientras que dentro del Acuerdo Industrial que fue establecido para

la entrega de agua potable entre la Dirección Red Matriz de Acueducto y la Gerencia Corporativa de Servicio al Cliente, se definió que *“la presión debía estar comprendida 18 y 50 mca, siempre que la presión sea controlable, de lo contrario, estará dada por la ubicación topográfica de las Plantas y Tanques de Almacenamiento”*.

En el caso de los contratos, lo que se encuentra establecido es un rango de presión entre 15 y 50 m.c.a., el cual fue definido a partir de los criterios de presión máxima y mínima que están contenidos en la norma NS-036, en donde se establecen los criterios de diseño de redes secundarias y menores de distribución.

Teniendo en cuenta que los subsistemas de transporte están compuestos por redes con diámetros de hasta 8 pulgadas, para efectos de este informe se establece que el criterio adecuado como mínima presión aceptable es el correspondiente a la norma de redes secundarias y menores, es decir, de 15 m.c.a. Por otra parte, teniendo en cuenta los criterios de las normas NS-033 y NS-034, para este documento se establece que para las líneas expresas y troncales del Sistema Matriz de Acueducto se considera aceptable manejar velocidades máximas de 4 m/s, mientras que el resto de las redes matrices, se deben operar con un valor de máximo 2,5 m/s.

1.15.2.2. Metodología de cálculo

Una vez definidas las condiciones límite de operación del sistema, fue necesario plantear una metodología de evaluación de la capacidad máxima de cada uno de sus componentes. Para tal fin, se utilizó el modelo hidráulico más actualizado del Sistema Matriz de Acueducto, a partir del cual se simularon distintos escenarios de operación y se estimaron las condiciones hidráulicas que se pueden presentar en campo.

Por tal razón, lo que se planteó como metodología de trabajo fue generar múltiples escenarios de operación de la Red Matriz de Acueducto, en los cuales se asignaban distintas demandas a cada uno de los puntos actuales de suministro de agua. Estos escenarios de operación fueron simulados con el modelo hidráulico, para posteriormente evaluar qué pasaba con las velocidades y presiones a lo largo de las líneas que transportan el agua hasta el punto de suministro. De esta manera, el escenario de operación en el que se lograra asignar las mayores demandas, antes de que se presentaran problemas de servicio por presiones menores a 15 m.c.a. o velocidades mayores a 2,5 m/s o a 4,0 m/s (dependiendo del tipo de línea evaluada), se consideraba como aquel que definía la máxima capacidad de transporte del respectivo subsistema de transporte.

Sobre esta metodología, es importante resaltar que los subsistemas de transporte a los puntos de suministro están comprendidos por varios componentes y que, por tanto, para cada escenario de demanda analizado, fue necesario evaluar las condiciones hidráulicas que se presentaban en cada uno de éstos. Sin embargo, lo que se tomaba como la máxima capacidad del subsistema, correspondía al máximo caudal que podía ser suministrado por la línea en donde se encontraba el punto de suministro, ya que esta línea siempre era la de menor diámetro y por lo tanto, era el componente que generaba la mayor restricción sobre la capacidad del subsistema.

Por ejemplo, en el caso del subsistema de transporte al punto de Aguas de la Sabana, se realizó un análisis del comportamiento tanto de la línea Tibitoc-Casablanca de 78 pulgadas, como de la línea de la Calle 80 de 24 pulgadas. En cada escenario de demanda simulado, se evaluó el cumplimiento de los criterios de

velocidad máxima y presión mínima; es decir, que se revisó que la velocidad de la línea Tibitoc-Casablanca siempre estuviera por debajo de los 2.5 m/s y que para la línea de la Calle 80 estuviera por debajo de los 2,5m/s; mientras que en ambos casos, las presiones debían estar por encima de los 15 mca. Una vez se identificó el escenario en el que se pudieron incluir las mayores demandas, antes de que se presentaran problemas en la calidad del servicio, se calculó el caudal medio diario de la línea de menor diámetro y este valor fue el que se definió como la capacidad máxima de este subsistema de transporte.

Es importante mencionar que el análisis de capacidad máxima no es estático, sino que se realizó para los años 2021 y 2030, teniendo en cuenta las obras de expansión u optimización que fueron definidas a nivel de factibilidad dentro del Plan Maestro del Sistema Matriz de Acueducto.

1.16. Cálculo de los compromisos de suministro

4.2.1. Sistema de producción

Como se mencionó anteriormente, el Sistema Matriz de Acueducto se encuentra interconectado de tal manera que se pueda garantizar el suministro de un área de servicio en contingencia, a través de otras áreas de servicio. Esto quiere decir que un área que normalmente es abastecida con agua de una determinada planta de tratamiento, puede ser abastecida con agua de otra planta, dependiendo del esquema de operación del sistema de acueducto de la EAAB. Es el caso del área de servicio de Wiesner la cual, en caso de contingencia, puede ser en parte abastecida por la planta Tibitoc o viceversa, o el caso de las plantas El Dorado y La Laguna, que pueden apoyar el área de servicio de Wiesner o viceversa.

Por tal razón, no se establece una proyección de compromisos de suministro por subsistema de producción, sino que lo que se hace es estimar los compromisos para la totalidad del sistema de producción de la EAAB, es decir, para los compromisos para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.

En este sentido, y para guardar coherencia entre datos, los cálculos de capacidad máxima, capacidad de respaldo y capacidad excedentaria para el Sistema de Abastecimiento de la EAAB, no son realizados de forma independiente para cada subsistema de producción, sino que el análisis es hecho para la totalidad del sistema. En el capítulo 6 se describe dicha proyección para los compromisos de suministro en más detalle.

4.2.2. Sistema de transporte

En el caso de los subsistemas de transporte, como se explicó anteriormente, el suministro final a los municipios es realizado a través de un único componente, condición que permite hacer un cálculo independiente para cada subsistema de transporte.

Como la Resolución CRA 943 de 2021 menciona, los compromisos de suministro deben ser estimados a partir de la demanda actual y proyectada. En el caso de los subsistemas de transporte de la EAAB, la demanda actual puede ser determinada con base en los datos de macromedición de los puntos actuales de suministro.

Por otra parte, la demanda futura es calculada usando como insumo las proyecciones del estudio realizado por la EAAB E.S.P. en el año 2021 y actualizado en 2022, el cual se resume en el capítulo 6.

4.3. Cálculo de la capacidad de respaldo

4.3.1. Sistema de producción

Teniendo en cuenta la oferta y demanda actual de las plantas, se concluyó que la capacidad de respaldo de producción correspondería al caudal disponible en Wiesner para tratar contingencias en la planta Tibitoc, y que, para las condiciones de demanda a 2021, tendría un valor de $2,0 \text{ m}^3/\text{s}^4$.

4.3.2. Sistema de transporte

En el caso del subsistema de transporte, la metodología de cálculo difiere debido a que, normalmente, se está analizando un único componente crítico de transporte, y no un conjunto de sistemas, como es el caso del sistema de producción. La capacidad de respaldo para todos los subsistemas de transporte se calculó como la capacidad de la infraestructura adicional que se tiene únicamente para atender contingencias en cada subsistema, utilizando los mismos criterios definidos en el capítulo 1.15.2. Esta capacidad de respaldo se presenta junto al cálculo de la capacidad máxima a continuación.

5. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA Y CAPACIDAD DE RESPALDO

1.17. Subsistema de producción

A continuación, se resumen los resultados de capacidad máxima de los subsistemas de producción con los que cuenta la EAAB para el año 2021. Como se observa, la capacidad máxima de cada sistema corresponde a la capacidad máxima del elemento que cuenta con la menor capacidad dentro de cada subsistema evaluado. A su vez, la capacidad de producción de cada elemento resulta del mínimo valor al evaluar la capacidad instalada de cada elemento, el caudal confiable de suministro de la fuente que los abastece (CCCF), la capacidad de producción dada las condiciones actuales de calidad de agua de la fuente, y los caudales concesionados por la autoridad ambiental.

Tabla 4. Estimación de capacidad máxima del sistema de producción de acuerdo con la Resolución CRA 759 de 2016 - Año 2021

Componente	Capacidad Instalada (m^3/s)	Limitantes de la capacidad máxima (m^3/s)		
		CCCF	Tratabilidad por calidad de agua	Caudal concesionado
1. Sistema Sur				
1.1 Aducción La Regadera - El Dorado	0,50 ⁽⁸⁾			

⁴ Se asume el valor de $2,00 \text{ m}^3/\text{s}$, toda vez que ha sido el valor promedio del caudal que se ha demandado desde la planta de tratamiento de Tibitoc en condiciones de operación y contingencia en el Sistema Chingaza. Dicha cifra es consecuente con el caudal de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ que adicionales que fueron otorgados desde el río Bogotá por la CAR para ser empleados en casos de contingencia y emergencias, según resolución CAR 0760 de 31 de marzo de 2011.

1.2 Aducción La Regadera - La Laguna ^(A)				
1.3 Aducción La Regadera – Vitelma ^(A)				
1.4 Aducción San Cristóbal – Vitelma ^(A)				
1.5 Aducción Yomasa	0,04 ⁽³⁾			
1.6 PTAP El Dorado	1,60 ⁽³⁾	1,12	0,48 ⁽¹¹⁾	
1.7 PTAP La Laguna	0,45 ⁽³⁾		-	
1.8 PTAP Vitelma ^(B)	1,40 ⁽³⁾		-	
1.9 PTAP Yomasa	0,04	0,025	0,02 ⁽¹¹⁾	
Laguna Los Tunjos				0,04 ⁽¹²⁾
Embalse La Regadera				0,54 ⁽¹³⁾
Río San Cristóbal				0,30 ⁽¹⁴⁾
Quebrada Yomasa				0,02 ⁽³⁾
Total Sistema Sur	2,19	1,145	0,5	0,56 ⁽¹⁵⁾
Capacidad máxima Sistema Sur		0,5		
2. Sistema Norte				
2.1 Captación El Espino - Aducción Tibitoc	13,74 ⁽⁷⁾			
2.3 PTAP Tibitoc	12,00 ⁽⁸⁾	10,53	4,39 ⁽¹¹⁾	
Río Bogotá				6,00 ⁽⁹⁾
Río Teusaca - Embalse Aposentos. Solo en caso de Contingencia.				1,50 ⁽¹⁰⁾
Total Sistema Norte	12	10,53	4,39	6
Capacidad máxima Sistema Norte		4,39		
3. Sistema Chingaza				
3.1 Captación - Aducción Chuza – Wiesner				
3.1.1 Tramo Chuza – Ventana	25,00 ^(1-A)			
3.1.2 Tramo Ventana – Simayá	25,00 ^(1-A)			
3.1.3 Tramo Simayá - P. Wiesner	30,00 ^(1-B)			
3.2 Captación - Aducción San Rafael - Wiesner	25,00 ⁽²⁾			
3.3 PTAP Francisco Wiesner	14,00 ⁽³⁾	14,32	12,00 ⁽¹¹⁾	
Embalse Chuza (Río Chuza, Río Guatiquía, Quebrada Leticia)				11,48 ⁽⁴⁾
Sistema Río Blanco				1,12 ⁽⁵⁾
Emb. San Rafael (Río Teusacá)				0,90 ⁽⁶⁾
Total Sistema Chingaza	14	12	12	13,5
Capacidad máxima sistema Chingaza		12		
Total Sistema de abastecimiento		16,89		

NOTAS:

- A. No se tiene información.
- B. No se consideró la PTAP Vitelma en el cálculo de la capacidad del sistema Sur, debido a que actualmente no se encuentra en operación.

FUENTES:

- (1) INGETEC S.A. (1998). Reparación Túnel Chuza-Simayá. Sistema Chingaza. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. (A. Numeral 1, B. Numeral 2.3)
- (2) INGETEC S.A. (2008). Estudio hidráulico de Parámetros. Formato 8. Arco de Descarga Periodos 2006-2007, 2007-2008, 2010-2011 y 2011-2012. Estudio hidráulico de soportes de parámetros y recálculo y cálculo de las series históricas de caudales medios mensuales asociados a la ENFICC. Informe Final. (2.2.3. Sistema Acueducto Bogotá (SanRafaelSapoTibitoc))
- (3) INGETEC S.A. (2014). Consultoría para la actualización del Plan Maestro de abastecimiento y la Elaboración del Plan Maestro de Alcantarillado para Bogotá y sus Municipios Vecinos. Capacidad Instalada PTAPs Sistema de Abastecimiento. Diagnóstico Visita técnica Dpto. Sanitaria.
- (4) Actos administrativos del sistema Chingaza.
- (5) Hidromecánicas Ltda. – Essere S.A. (2013). Consorcio Río Blanco. Contrato No. 1-02-25300-0013-2013. Consultoría para realizar la actualización del estudio y diseños detallados para la construcción de las obras de rehabilitación y optimización del sistema Río Blanco contemplados en plan de manejo ambiental del sistema Chingaza. Capítulo 1.2.2 definición caudales producidos, aprovechables, ecológicos y sociales por cuenca y sub cuenca. Tabla 1 2 Caudales medios mensuales multianuales. El caudal de 3,31 m³/s corresponde al valor propuesto en el estudio citado. La suma de los caudales concesionados actualmente corresponden a 2,02 m³/s.
- (6) CAR (1990). Resolución Número 0007. 8 de enero de 2004. Por la cual se modifica una concesión de aguas superficiales y se toman otras determinaciones.
- (7) INGETEC S.A. (2014). Consultoría para la actualización del Plan Maestro de abastecimiento y la Elaboración del Plan Maestro de Alcantarillado para Bogotá y sus Municipios Vecinos. Producto 2. Informe Diagnóstico del Sistema de abastecimiento Actual.
- (8) INGETEC S.A. (1995). Plan Maestro de Abastecimiento de Agua para Santa Fé de Bogotá. Contrato No. 434/93. Informe Final. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. (2.1.3 Caudal Disponible para el acueducto de Tibitoc)
- (9) INGETEC S.A. (2005). Consultoría para la actualización del plan de expansión del sistema de abastecimiento de agua para Bogotá y sus municipios vecinos en los aspectos relacionados con la optimización del sistema existente, expansión, rehabilitación y vulnerabilidad. CONTRATO No. 2-02-25300-332-2004 Informe No. 1 sistema de abastecimiento actual y su optimización. (A. Texto 4 Rev. 1 Numeral 2.1.5, B. Texto 4 Rev. 1 Numeral 4.1.1)
- (10) CAR (2011). Resolución Número 0760. 31 de marzo de 2011. Por la cual se da cumplimiento a un fallo de Nulidad y Restablecimiento del Derecho, proferido por el H. Consejo de Estado – Sala de Contencioso Administrativo – Sección Primera de fecha 29 de julio de 2010.
- (11) INGETEC S.A. (2014). Consultoría para la actualización del Plan Maestro de abastecimiento y la Elaboración del Plan Maestro de Alcantarillado para Bogotá y sus Municipios Vecinos. Documento PMAA-AB-4.
- (12) Caudal concesionado en la laguna Los Tunjos que se descarga del embalse Chisacá al embalse La Regadera.
- (13) El caudal concesionado de 0,54 m³/s corresponde a la suma concesiones Río Chisacá y Río Curubital, y es el valor máximo que puede ser captado en el embalse La Regadera.
- (14) Caudal concesionado en el río San Cristóbal.
- (15) Corresponde al valor de las concesiones que actualmente son aprovechadas por el sistema en la planta El Dorado (0,54 m³/s) y Yomasa. (0,02 m³/s).

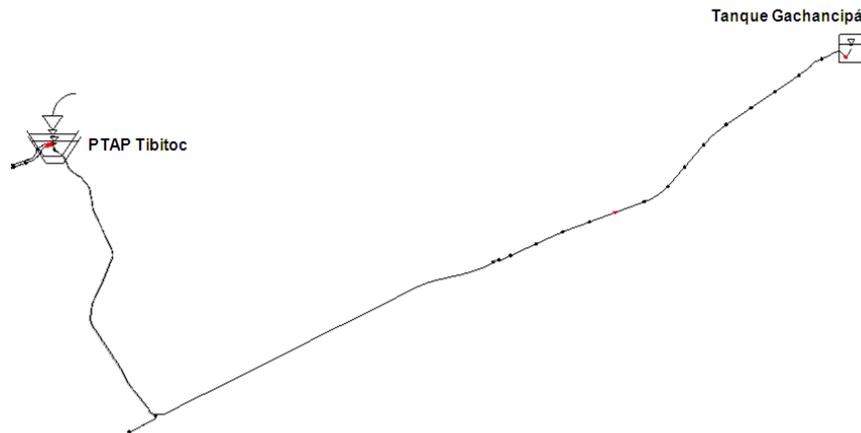
1.18. Subsistema de transporte

En los siguientes numerales se muestran los cálculos realizados para estimar la capacidad máxima de los componentes de los subsistemas transporte de la EAAB, los cuales se basan en la metodología descrita en el Capítulo 3 de este Informe, que a su vez se basa en los criterios establecidos en la Resolución CRA 943 de 2021 capítulo 2 **artículo 2.4.2.2.5**.

1.18.1. Capacidad máxima del subsistema de transporte a Municipios del Norte (Sopó – Tocancipá – Gachancipá)

Para estimar la máxima capacidad de este subsistema, se realizó un análisis utilizando el modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, el cual tenía como objetivo determinar cuál era la máxima demanda de agua que se podía entregar en cada punto de suministro del subsistema de transporte de Municipios del Norte, antes de generar problemas en la prestación de servicio, es decir, presiones de entrega por debajo de los 15 mca o velocidades que fueran mayores a 2,5 m/s, en los respectivos componentes del subsistema de transporte de Municipios del Norte.

Figura 10. Modelo hidráulico del subsistema de transporte a Municipios del Norte



Para el escenario con la **infraestructura existente**, la suma del máximo caudal medio que fue asignado a los puntos de suministro de Sopó, Tocancipá y Gachancipá, antes de que se presentarán presiones menores de 15 mca o velocidades mayores a 2.5 m/s en las líneas que componen al subsistema de transporte de Municipios del Norte, fue de **160 L/s**.

En caso de una falla de la Línea de 16 pulgadas Tibitoc – La Diana, que es la línea que suministra agua a los municipios de Sopó, Tocancipá y Gachancipá, el suministro se podría realizar a través de la Línea de 12 pulgadas Interconexión del Bajo Teusacá, la cual proviene de las tuberías de 72 pulgadas y 60 pulgadas que llevan el agua a la ciudad de Bogotá. Bajo esta condición habría suministro con baja presión durante el periodo de contingencia.

En el caso de falla de la Línea de 8 pulgadas La Diana – Sopó, que lleva el agua al municipio de Sopó y que es propiedad de este municipio, no se contaría con capacidad de respaldo.

En el caso de falla de la línea de 12 pulgadas La Diana – Tocancipá, que lleva el agua al municipio de Tocancipá, habría un suministro a través de la línea de 8 pulgadas La Diana – Tocancipá, que es propiedad de este municipio, con una condición operacional de baja presión; pero no habría suministro de agua para el municipio de Gachancipá.

En el caso de falla de la línea de 12 pulgadas Tocancipá – Gachancipá, no habría respaldo para el suministro de agua para el municipio de Gachancipá.

Falla	Sirve a	Alternativa de Servicio	Condición
Línea de 16 pulgadas Tibitoc – La Diana	Sopó, Tocancipá y Gachancipá	Línea de 12 pulgadas Interconexión del Bajo Teusacá	suministro con baja presión durante el periodo de contingencia

Línea de 8 pulgadas La Diana – Sopó	Sopó	No hay	N.A.
línea de 12 pulgadas La Diana – Tocancipá	Tocancipá	línea de 8 pulgadas La Diana – Tocancipá	presión; pero no habría nistro de agua para el cipio de Gachancipá.
línea de 12 pulgadas Tocancipá – Gachancipá	Gachancipá	No hay	N.A.

Teniendo en cuenta lo anterior, se estimó la capacidad de respaldo para todo este subsistema como el caudal máximo que puede transportar la línea de 12 pulgadas Interconexión del Bajo Teusacá (ante una eventual falla de la línea de 16 pulgadas Tibitoc – La Diana), antes de que se presentarán presiones menores de 10 mca (bajas presiones) en las líneas que componen al subsistema de transporte de Municipios del Norte, la cual es de **30 L/s**. Por lo tanto, el subsistema de transporte en cuestión tiene una capacidad máxima de **190 L/s** en total, de los cuales **160 L/s** de la línea Tibitoc-La Diana están disponibles para atender los compromisos de suministro y **30 L/s** de la línea del Bajo Teusacá son de respaldo, aclarando que estas dos líneas nunca deben operar simultáneamente.

Es importante mencionar que el segundo punto de suministro de agua de la EAAB al municipio de Sopó (Sopó Clubes), no depende del subsistema de transporte de municipios del norte, ya que se abastece a través de la línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas, mediante una derivación de 12 pulgadas, que se encuentra ubicada a la altura de la Hacienda Presidencial de Hatogrande, como se mencionó en capítulos anteriores. Esta línea a su vez se conecta con una tubería de 3 pulgadas, la cual abastece al sector suroccidental de Sopó.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

1.18.2. Capacidad máxima del subsistema de transporte a Aquapolis (Zona Industrial de Tocancipá)

El máximo caudal medio que pudo ser suministrado con la **infraestructura existente** al punto de Aquapolis, antes de presentar velocidades por encima de 2.5 m/s o presiones de entrega por debajo de los 15 m.c.a., fue de **33 L/s**, suponiendo que no hay restricciones en la tubería existente de propiedad de Termozipa; aunque la EAAB ha podido observar que esta tubería que es de propiedad del Beneficiario, tiene incrustaciones al interior de la misma.

Este subsistema cuenta con una capacidad de respaldo de **0 L/s**.

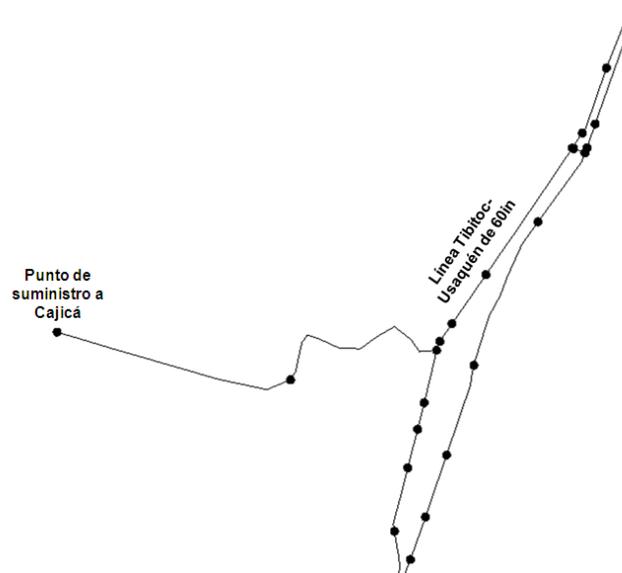
La EAAB tiene previsto realizar obras de renovación a este subsistema de transporte. Se proyecta una red nueva saliendo directamente desde la PTAP Tibitoc, garantizando así la presión mínima en el punto de suministro. Se planea sacar de servicio la red existente.

1.18.3. Capacidad máxima del subsistema de transporte a Cajicá

De forma similar al punto de Chía, el cálculo de capacidad máxima para el municipio de Cajicá fue realizado para el punto de conexión entre las líneas Tibitoc-Casablanca y Tibitoc-Usaquén, y el resto de elementos del subsistema de transporte a Cajicá. En particular, se utilizó el punto de conexión **existente** de la línea Tibitoc-Usaquén, ya que corresponden tanto a la red matriz, como a la derivación de menor diámetro (12 pulgadas).

Teniendo en cuenta las condiciones de velocidad máxima y los diferentes esquemas de operación de la planta Tibitoc y el Sistema Matriz, se calculó que el máximo caudal que podía ser transportado por la línea Tibitoc-Usaquén (que es la de menor de diámetro), es de $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Posteriormente, se realizó un análisis con el modelo hidráulico para determinar cuánto de este caudal es el máximo valor que puede ser destinado para uso de Cajicá, teniendo en cuenta la capacidad máxima de la línea de 12 pulgadas, así como el máximo caudal de suministro desde la salida de 16 pulgadas que se reduce a 12 pulgadas hasta llegar al macromedidor existente.

Figura 11. Modelo hidráulico del subsistema de transporte a Cajicá



Al correr el modelo hidráulico con la **infraestructura existente**, se encontró que el máximo caudal medio que puede ser suministrado a Cajicá por la derivación de **12 pulgadas**, antes de que se presenten problemas de presiones menores a 15 mca o velocidades mayores a 2.5 m/s, es de **160 L/s**; mientras que el máximo caudal medio que puede ser suministrado desde la línea de **16 pulgadas** reduce a **12 pulgadas** es de **160 L/s**.

Por lo tanto, este subsistema cuenta con una capacidad de respaldo de **160 L/s** que corresponden al caudal que puede tomarse de la conexión alterna de 16 pulgadas que se reduce a 12 pulgadas únicamente cuando falla la derivación de 12 pulgadas. En resumen, la capacidad máxima del subsistema es de **320 L/s**, de los cuales **160 L/s** son de respaldo y **160 L/s** están disponibles para atender los compromisos de suministro, es decir, operativamente nunca se deben operar ambas derivaciones de manera simultánea y nunca se debe comprometer un caudal mayor a **160 L/s** con la infraestructura existente.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

1.18.4. Capacidad máxima del subsistema de transporte a Chía

Del subsistema de transporte a Chía, los únicos elementos que son de propiedad de la EAAB son las líneas Tibitoc-Casablanca y Tibitoc-Usaquén. Por tal razón, para calcular la capacidad máxima de este subsistema, lo que se hizo fue establecer cuál es el máximo valor que puede ser suministrado a través del punto de conexión entre cada una de estas líneas y el resto de elementos del subsistema de transporte a Chía.

El cálculo de capacidad máxima fue realizado para el punto de conexión **existente** de la línea Tibitoc-Usaquén, ya que esta corresponde a la tubería de menor diámetro. El punto de conexión corresponde a la derivación de diámetro de 20 pulgadas, por lo que considerando una velocidad máxima de 2.5 m/s en dicha tubería, se tendría un caudal máximo de **506 L/s**.

Este subsistema cuenta con una capacidad de respaldo de **506 L/s** que corresponden al caudal que puede tomarse de la conexión alterna de 20 pulgadas desde la línea Tibitoc-Casablanca únicamente cuando falla la derivación de 20 pulgadas de la línea Tibitoc-Usaquén. En resumen, la capacidad máxima total del subsistema es de **1.012 L/s**, de los cuales **506 L/s** son de respaldo y **506 L/s** están disponibles para atender los compromisos de suministro, es decir, operativamente nunca se deben operar ambas derivaciones simultáneamente y no se puede comprometer un caudal mayor a **506 L/s**.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

1.18.5. Capacidad máxima del subsistema de transporte a Cojardín (Sector Borde Norte de la ciudad de Bogotá)

El máximo caudal medio que pudo ser suministrado con la **infraestructura existente** al punto de COJARDIN, antes de presentar velocidades por encima de 2.5 m/s o presiones de entrega por debajo de los 15 m.c.a., fue de **86 L/s**.

Adicionalmente, este subsistema cuenta con una capacidad de respaldo de **86 L/s** que corresponden al caudal que puede tomarse de la conexión alterna únicamente cuando falla la derivación principal. En resumen, la capacidad máxima del subsistema es de **172 L/s**, de los cuales **86 L/s** son únicamente de respaldo y **86 L/s** están disponibles para atender los compromisos de suministro, es decir, operativamente nunca se deben operar ambas derivaciones simultáneamente y nunca se debe comprometer un caudal mayor **86 L/s** con la infraestructura existente.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

1.18.6. Capacidad máxima del subsistema de transporte a La Calera y El Interveredal

- Casco Urbano:

Para el casco urbano del municipio de La Calera se obtuvo información del estudio del Plan Maestro de Acueducto que realizó Empresas Públicas de Cundinamarca -EPC- y ESPUCAL, en el cual se llevó a cabo un levantamiento detallado de la línea de conducción que transporta el agua de la EAAB y una simulación hidráulica de esta información. Esta información fue utilizada para actualizar el modelo hidráulico de la EAAB, y se confirmó la cifra de capacidad máxima determinada por ESPUCAL, que corresponde a un caudal medio de 18 L/s.

Ante una falla de este Sistema Interveredal, no se contaría con capacidad de transporte.

- Interveredal :

Por otra parte, para el cálculo de capacidad máxima del Interveredal, se tuvo en cuenta las capacidades máximas de regulación de los tanques de almacenamiento que conforman al sistema. Para determinar el máximo caudal que puede ser suministrado por el almacenamiento existente, se utilizó la metodología de la Resolución 330 de 2017, en donde se establece que la capacidad de almacenamiento “*debe ser igual a 1/3 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo*”, más un porcentaje adicional para provisión de control de incendios estructurales. Es decir:

$$V = \frac{1}{3} \times QMD \times T_{día} \times (1 + Factor_{riesgo})$$

Donde V es el volumen de almacenamiento en m³, Q_{MD} es el caudal máximo diario en L/s y T es el tiempo

Según lo anterior, el máximo caudal que puede ser suministrado por los tanques del Sistema Interveredal La Calera es:

$$\Rightarrow Qmd \text{ Tanque 2} = \frac{180}{\frac{1}{3} \times 1,2 \times 86.400 \times 1.15} = 0,0045 \text{ m}^3/\text{s} = 4,5 \text{ L/s}$$

$$\Rightarrow Qmd \text{ Tanque 3} = \frac{120}{\frac{1}{3} \times 1,2 \times 86.400 \times 1.15} = 0,0030 \text{ m}^3/\text{s} = 3,0 \text{ L/s}$$

$$\Rightarrow Qmd \text{ Tanque 4} = \frac{145}{\frac{1}{3} \times 1,2 \times 86.400 \times 1.15} = 0,0036 \text{ m}^3/\text{s} = 3,6 \text{ L/s}$$

Teniendo en cuenta lo anterior, **la oferta total de la infraestructura existente**, según los criterios del Resolución 330 de 2017, correspondería a la suma de las ofertas de los tres tanques del sistema, es decir a **11,1 L/s**. Este cálculo se basa en el supuesto de que cada tanque regula únicamente su área de servicio,

y que el volumen correspondiente a contingencias permitiría hacer un manejo de la situación para aquellos tanques que dependan de otros, como lo es el caso del tanque 3, que depende del tanque 4.

El caudal mencionado anteriormente fue estimado teniendo en cuenta las limitantes de almacenamiento de los tanques existentes, de acuerdo con los criterios establecidos en la Resolución 330 del 2017. En caso de requerirse, se podría realizar el suministro de un caudal mayor a los 10.8 L/s, siempre y cuando se adelante una **ampliación de los volúmenes de los tanques de almacenamiento del Sistema Interveredal**.

En la siguiente tabla se muestran los valores máximos estimados para cada sistema de La Calera. La suma de los valores asignados corresponde a la capacidad máxima que actualmente tiene el subsistema de transporte a los puntos de La Calera y el Interveredal.

Tabla 5. Máximo caudal medio asignado a los puntos de suministro de La Calera y Arboretto

Punto de suministro	Máximo Qmd asignado (L/s)
La Calera	18
Interveredal	11
TOTAL	29

Ante una falla de este Sistema Interveredal, no se contaría con una capacidad respaldo.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

1.18.7. Capacidad máxima del subsistema de transporte a Municipios de Occidente (Funza – Mosquera – Madrid) y Bajo Tequendama (Anapoima y La Mesa)

La capacidad máxima actual de transporte para los municipios de occidente es de **506 L/s**, de acuerdo con las simulaciones elaboradas.

En caso de que exista una falla en el sistema interconectado aguas arriba del sitio de suministro de la Línea Expresa a los Municipios de Occidente, se contaría con un respaldo de suministro de agua teniendo en cuenta que el sistema está interconectado y el suministro se realizaría, dependiendo de la falla, con baja presión.

Sin embargo, en el caso de que la falla se presente sobre la línea Expresa de 36 pulgadas, no habría capacidad de respaldo para estos municipios.

La Gobernación de Cundinamarca tiene construida una infraestructura de acueducto entre el municipio de Madrid y los Municipios del Bajo Tequendama -La Mesa y Anapoima-, la cual no está operando y

actualmente está proceso de rehabilitación. Esta infraestructura (Madrid – La Mesa – Anapoima) tiene una capacidad de 180 L/s, pero el contrato suscrito entre la EAAB – ESP y La Empresa Regional Aguas del Tequendama ESP tiene asignado un caudal promedio de 37,5 L/s, que corresponde según lo establecido en el contrato a un caudal de 150 L/s que se suministraría entre las 11:00 pm y 5:00 am.

Respecto a obras de ampliación previstas para este subsistema se puede manifestar que:

- i) La EAAB, a través del Convenio 001 de 2017 suscrito con EPC, desarrolló los “Estudios y diseños de la ampliación del subsistema de transporte de la Sabana Occidente y Tequendama, que transporta agua suministrada a la EAAB”, en donde se realizó el diseño detallado de los refuerzos necesarios para ampliar la capacidad de transporte del subsistema de transporte que actualmente abastece a los puntos de Funza, Mosquera y Madrid, así como el suministro futuro a los municipios del Bajo Tequendama, es decir, a Anapoima y La Mesa.
- ii) Los resultados de los estudios definieron el siguiente sistema de ampliación que se compone de una línea de refuerzo en 42 pulgadas que se abastecería de la línea Fontibón de 42 pulgadas que pasa por la Diagonal 22, y que se proyecta en la zona norte de la localidad de Fontibón, hasta conectarse con la línea de 36 pulgadas de Municipios de Occidente. Así mismo, se construiría una estación de bombeo, la cual serviría para impulsar con mayor energía el agua transportada por la línea existente de 36 pulgadas que abastece a los municipios de Occidente.
- iii) En el estudio también se plantea una línea en 30 pulgadas, para reforzar el servicio entre el inicio de la línea existente de 20 pulgadas y el punto de entrega a Madrid, que actualmente corresponde a la cola de servicio del subsistema de transporte. Así mismo, se plantearon una serie de derivaciones que conducirían el agua desde las líneas principales hasta los puntos de entrega de cada municipio, al final de las cuales, se proyectó la construcción de unas estructuras de control y unos tanques de almacenamiento.

Según lo establecido en este estudio, las obras de ampliación son las siguientes:

- **Etapa 1:** construcción de los bypasses para eliminar las restricciones hidráulicas que existían en los antiguos puntos de macromedición que hay en cada una de las derivaciones actuales a los municipios; y construcción de la conexión para el sistema del Bajo Tequendama. Este cambio aumentó la capacidad de transporte de **320 L/s** del subsistema hasta un caudal medio diario de **506 L/s**. En el año 2018 se eliminaron dichas restricciones hidráulicas.
- **Etapa 2:** construcción de las líneas de refuerzo de 42 y 30 pulgadas, y construcción de tanques de compensación en cada uno de los municipios de Funza, Mosquera y Madrid.
- **Etapa 3:** Construcción de la estación de bombeo, con dos bombas en operación y una de suplencia.
- **Etapa 4:** Instalación de una bomba adicional en la estación de bombeo, es decir, se tendría tres bombas en operación y una de suplencia.
- **Etapa 5:** Entrada en operación de una bomba adicional en la estación de bombeo, es decir, se tendría cuatro bombas en operación y una de suplencia.

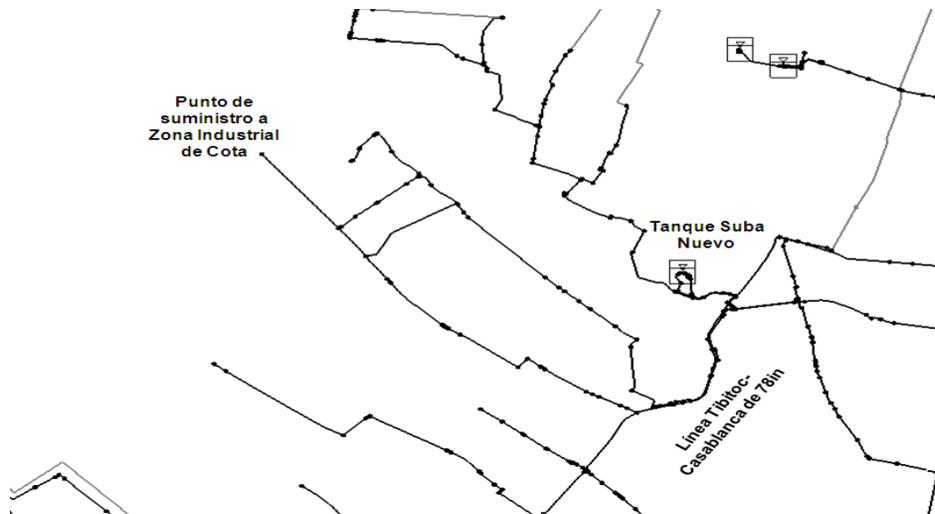
De estas cinco, únicamente se encuentra ejecutada la Etapa 1.

1.18.8. Capacidad máxima del subsistema de transporte de la Calle 80

Teniendo en cuenta que existe una interconexión entre las líneas de 24 pulgadas de la Calle 80 y la Calle 83, el análisis de capacidad máxima debe ser realizado con las dos líneas operando en conjunto, y dicho parámetro debe ser estimado para estas dos líneas, teniendo en cuenta que corresponderían a las tuberías de menor diámetro dentro de los elementos que conforman al subsistema de transporte de la Calle 80.

Para tal fin, se corrieron varios escenarios del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, en los cuales se incrementó la demanda en el área de servicio de las dos líneas de 24 pulgadas. Se encontró que el máximo caudal medio que podía ser transportado por estas líneas, antes de que se generaran presiones por debajo de los 30 mca o velocidades por encima de los 2.5 m/s, era de 940 L/s. Se resalta que en este caso se utilizó un criterio mayor de presión, teniendo en cuenta que estas líneas son utilizadas para abastecer redes menores de acueducto al interior de la ciudad.

Figura 12. Modelo hidráulico del subsistema de transporte de la Calle 80



De forma similar al subsistema de transporte de Municipios de Occidente, también fue necesario verificar si la línea Tibitoc-Casablanca tiene capacidad para transportar este caudal, ya que de esta línea depende el abastecimiento de las dos líneas de 24 pulgadas de la Calle 80 y Calle 83. En este caso, se evaluó el modelo hidráulico con las demandas esperadas para el año 2030 (proyecciones) más una demanda de 940 L/s repartida a lo largo de las dos líneas de 24 pulgadas.

Lo que se encontró fue que, bajo esta condición de demanda, el incremento del caudal medio de la línea Tibitoc-Casablanca no genera problemáticas en la prestación del servicio y que, por el contrario, permite asegurar que la línea cuenta con capacidad para transportar el caudal máximo al punto de Aguas de la Sabana.

De acuerdo con lo anterior, se concluye que la capacidad máxima de la **infraestructura existente** del subsistema de transporte en el punto de la Av. Boyacá es de **940 L/s**, teniendo en cuenta que la línea Tibitoc-Casablanca también puede transportar dicho caudal. Se aclara que este valor corresponde a la capacidad máxima de todo el subsistema de transporte de la Calle 80.

En el caso de que una de las dos líneas de 24" que suministran el agua al sistema calle 80, se tendría un respaldo de la otra línea, para lo cual habría suministro de agua con baja presión.

Si la falla ocurre después del punto de entrega que es en la calle 80 con carrera 114, no habría capacidad de respaldo.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

1.18.9. Capacidad máxima del subsistema de transporte al punto de EMAR (Soacha)

La línea de 12 pulgadas que pasa por la Transversal 14 corresponde a la tubería de menor diámetro del subsistema de transporte al punto EMAR, y por lo tanto, es la línea que debe ser utilizada para estimar la capacidad máxima del subsistema.

Para tal fin, se corrieron varios escenarios del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, en los cuales se incrementó la demanda del nodo correspondiente al punto de suministro de EMAR. Se encontró que el máximo caudal medio que podía ser transportado por la línea, antes de que se generaran presiones por debajo de los 15 mca o velocidades por encima de los 2,5 m/s, era de **100 L/s**.

En este caso fue necesario verificar si la línea Autopista Sur de 36 pulgadas, así como el Tanque Cazucá, cuyo sistema abastece al municipio de Soacha, en el cual se encuentra localizada la empresa EMAR, cuentan con capacidad para abastecer este caudal. Como parte de este proceso, se evaluó el modelo hidráulico con las demandas esperadas para el año 2030 (según las proyecciones y la información de nuevos macroproyectos entregada por la Gerencia de Servicio al Cliente), así como con la nueva infraestructura que entró en operación y que incluye el módulo adicional de almacenamiento de Cazucá y la nueva línea de distribución desde dicho módulo.

Este subsistema no cuenta con capacidad de respaldo.

Se aclara que la EAAB no tiene previsto realizar obras de ampliación a este subsistema de transporte; por lo que no se realizó un análisis para infraestructura proyectada.

6. PROYECCIONES DE SUMINISTRO

1.19. Producción

El Plan Maestro de Abastecimiento (PMA) de 2016 de la EAAB tuvo como insumo el Estudio de Población y Demanda actualizado ese mismo año. La publicación de los resultados del Censo de 2018 por parte del DANE planteó la necesidad de realizar una actualización de las proyecciones de suministro de caudal tanto para las Áreas de Prestación de Servicio -APS- como para los municipios a los cuales la Empresa suministra agua a través del suministro de agua potable y/ interconexión. Lo anterior, en razón de que la senda de crecimiento poblacional es una de las variables fundamentales para hacer la proyección de los caudales y, por tanto, cambios en la primera obligan a realizar ajustes en la última.

La **Tabla A1** resume la diferencia entre las proyecciones poblacionales empleadas en el PMA y el Censo del DANE de 2018. Como se puede observar, en este último estudio, Bogotá, que a 2020 representa más del 86% del suministro de la EAAB, acumula una diferencia promedio entre 2021 y 2030 de cerca de 0,5%, lo que representaría, teniendo en cuenta el caudal suministrado en 2020, una diferencia superior a los 700 LPS a 2030. Contrario a lo que sucede en Bogotá, para la mayoría de los municipios la tasa de crecimiento poblacional promedio para el mismo período es menor en el Censo 2018 que la empleada en el PMA 2016.

Las variaciones comentadas anteriormente han sido uno de los determinantes para que la EAAB haya definido iniciar la contratación de un nuevo Estudio de Población y Demanda que alimente la actualización del PMA. En tanto se surte el proceso de contratación y se obtienen los resultados de la consultoría, se hace necesaria la elaboración de un escenario que contemple las nuevas tasas de crecimiento poblacional, más aún en un contexto en el que la mayoría de los contratos de venta de agua en bloque han expirado y los consumos actuales superan, de manera significativa, los pactados en los mismos.

Para la elaboración del escenario actualizado de la senda del caudal a suministrar, se utilizó una metodología diferenciada para i) las APS que contaban con una población total superior a la de cualquiera de los municipios a los que la EAAB vende agua en bloque en y ii) los municipios a los que la EAAB vende agua en bloque, incluyendo las APS con una población inferior o igual a la del municipio con mayor población con el que la EAAB suministra agua en bloque. Para el primer grupo se proyectó el caudal observado en 2019⁵ con las tasas de crecimiento poblacional reportadas por el Censo 2018. Por otro lado, para estimar los caudales del segundo grupo, se realizaron proyecciones diferenciadas para los sectores residencial y no residencial. Para el primero se tomó la dotación residencial calculada a partir de la información reportada en el Sistema Único de Información de la Superservicios -SUI- y la población proyectada por el DANE⁶. Es importante anotar que para la estimación se tuvo en cuenta la población adicional registrada año a año en comparación con la reportada para 2021 -además de la atendida actualmente-, y no la totalidad de la misma, a menos que el municipio no tuviese fuentes propias y dependiese exclusivamente del caudal suministrado por la EAAB (caso que solo aplica para Cajicá y Chía), en cuyo caso se tuvo en cuenta la población total. Para calcular el consumo no residencial, se consideró que el mismo es una función del consumo residencial total de Bogotá más los municipios en cuestión⁷ y se distribuyó de acuerdo con la participación promedio observada para el periodo 2017-2019, de acuerdo con la información obtenida del SUI⁸.

Con la metodología mencionada, se proyecta que el caudal demandado a 2030 estará alrededor de los 19,5 m³/s.

1.20. Transporte

1.20.1. Demanda actual

La EAAB cuenta con equipos de medición que continuamente registran los caudales que son consumidos en cada uno de los sectores hidráulicos en los que se divide el Sistema Matriz de Acueducto, así como en los puntos de entrega de venta de agua en bloque. Con base en esta información es posible conocer la demanda actual de cada uno de los subsistemas de transporte que han sido analizados anteriormente:

⁵ Se tomó como base el año 2019 puesto que usar el dato 2020 podría subestimar las necesidades de agua al estar afectado por la pandemia.

⁶ Más específicamente, para cada municipio se tomó el mayor dato entre la dotación residencial 2019 ajustada por pérdidas y el promedio entre las mismas (143 l/h/d).

⁷ De acuerdo con información obtenida del SUI, por cada m³ consumido por el uso residencial, se consumen 0,3 m³ por parte del no residencial.

⁸ Remitirse al Anexo 1 para mayor detalle sobre la metodología empleada

Tabla 6. Caudales registrados por los macromedidores de la EAAB (promedio 2021)

PUNTO DE SUMINISTRO	PACTADO CONTRATO		Qmd consumido-promedio 2021 (L/s)	
	Volumen mensual (m ³)	Qmd (L/s)		
Sopó- Punto 1	103.680	40	43	45
Sopó- Punto 2	6.998	2,7	2	
Tocancipá	45.101	17,4	40	
Cajicá	100.051	38,6	176	
Chía	Lo consumido	Lo consumido	380	
Calera	89.942	34,7	13	
Int. Calera Arboretto	4.925	1,9	2	
Funza	168.480	65	120	
Mosquera- Punto 1	181.440	70	132	226
Mosquera- Punto 3	77.760	30	68	
Planadas (Mosquera 2)	No Aplica	No Aplica	26	
Madrid	220.061	84,9	128	
Aguas de la Sabana - Cota			42	
Aguas de la Sabana - Tenjo	563.760	217,5	28	80
Aguas de la Sabana - Funza			10	
EMAR-Soacha	67392	26	19	
Cojardin	17885	6,9	29	
Aquapolis	34992	13,5	5	
TOTAL	1.713.312	661	1.263	

Nota: la distribución de Aguas de la Sabana en cada uno de los municipios se hace a partir la participación de cada uno de ellos dentro del suministro total de la EAAB, de acuerdo a información brindada para el primer semestre de 2021.

Respecto a la demanda actual de los Municipios de Occidente, se debe tener en cuenta que se está asignando un caudal medio de 200 L/s a Mosquera por la línea de 36 pulgadas, el cual no incluye el consumo de la zona suroriental del municipio (barrio Planadas), ya que este no se alimenta de la línea de 36 pulgadas, sino que cuenta provisionalmente con una alimentación de las redes menores de la Localidad de Fontibón, con una demanda promedio de 26 L/s para el año 2021; es decir, el municipio de Mosquera tiene un consumo de 226 L/s.

También es importante mencionar que las líneas correspondientes a los subsistemas de transporte de Municipios de Occidente y la Calle 80 también transportan un caudal adicional, que es el que reparten en

el recorrido de los sectores hidráulicos S-03 y S-04. Estas líneas cuentan con unos macromedidores de caudal, los cuales están ubicados cerca de las respectivas derivaciones de la línea Tibitoc-Casablanca, es decir, en el costado occidental de la Avenida Boyacá con Calle 80 y con Calle 83, y en el costado occidental de la Avenida Boyacá con Diagonal 22.

En la siguiente tabla se presenta el caudal medio diario que fue obtenido a partir de un análisis estadístico de los registros tomados durante el 2021 en cada uno de estos tres macromedidores. Adicionalmente, se presenta el respectivo caudal que se consume en las áreas de servicio de cada línea dentro de la ciudad, el cual fue obtenido de restarle al caudal medido al inicio de la línea, el respectivo caudal del punto de venta de agua en bloque.

Tabla 7. Caudales registrados por los macromedidores de la EAAB, Promedio 2021

Subsistema	Punto de suministro	Caudal medio diario medido (L/s)	Línea	Caudal medio diario medido al inicio de la línea (L/s)	Caudal medio consumido en el área de servicio Bog.(L/s)
Municipios de Occidente	Funza	120	Fontibón, 42"	874	426
	Mosquera	200			
	Madrid	128			
	Bogotá	426			
Calle 80	Aguas de la Sabana	80	Sumatoria de Calle 80 y Calle 83, 24"	794	714
	Bogotá	714			

1.20.2. Estimación de los compromisos o proyecciones de suministro

Como se mencionó anteriormente, el cálculo de la capacidad excedentaria no es estático, sino que debe ser realizado para diferentes años, por lo que en el componente de los compromisos de suministro se debe incluir a las proyecciones de demanda para los años en los cuales se hace el análisis.

1.20.3. Proyecciones para los municipios del Norte, Cajicá, Chía y La Calera

En la siguiente tabla se presentan las proyecciones de demanda para Gachancipá y los demás municipios con los que se cuenta con contratos de venta de agua en bloque. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó. Estos valores salen de los registros de macromedición de la EAAB E.S.P. y de las proyecciones mostradas en el Anexo 1.

Tabla 8. Proyecciones de demanda - Otros municipios

AÑO	DEMANDA (LPS)					
	Gachancipá	Tocancipá	Sopó	Cajicá	Chía	La Calera*
2021	18	40	45	176	380	15
2030	42	89	76	240	496	36

*NOTA: Las proyecciones correspondientes al municipio de La Calera se hicieron para el municipio en general, sin discriminar entre el Interveredal y el casco urbano. Por esta razón, en este estudio también se analizan como un solo conjunto para la estimación de la capacidad excedentaria.

1.20.4. Proyecciones para Municipios de Occidente

En la siguiente tabla se presentan las proyecciones de demanda realizadas para municipios de Sabana Occidente y Bajo Tequendama (Anapoima y La Mesa), las cuales tienen en cuenta el compromiso actual de suministro con estos municipios, y que establece la entrega de un caudal de 150 L/s durante seis (6) horas, en horario nocturno (Equivale a un caudal medio 37,5 L/s). También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó para Funza, Mosquera y Madrid. Estos valores salen de los registros de macromedición de la EAAB E.S.P. y de las proyecciones mostradas en el Anexo 1.

Tabla 9. Proyecciones de demanda - Municipios de Occidente

Año	DEMANDA (LPS)					
	Funza	Mosquera(1)	Madrid	Total Occidente	Bajo Tequendama(2)	TOTAL
2021	120	200	128	448	0	448
2030	286	359	207	852	37,5	889

Notas: (1) Es importante tener en cuenta que la cifra que aparece en el año 2021 para el municipio de Mosquera no está considerando el caudal suministrado al sector de Planadas, debido a que este actualmente es suministrado a través de un subsistema alterno de transporte. Para el 2030, el caudal de Planadas sí se tomará desde el subsistema de Municipios de Occidente. (2) El valor de 37,5 LPS de los municipios del Bajo Tequendama, corresponde al valor del contrato suscrito entre la EAAB y la Empresa Aguas del Tequendama.

1.20.5. Proyecciones para el subsistema de la Calle 80

En la siguiente tabla se presentan las proyecciones de demanda para la Zona Industrial de Cota y para el casco urbano de Cota y Tenjo, que son los municipios a los que se les realiza el suministro a través del subsistema de transporte de la Calle 80. Adicionalmente, se incluye un porcentaje de la demanda del municipio de Funza, la cual también es abastecida, actualmente, por dicho punto de suministro, según información suministrada por el beneficiario -Aguas de la Sabana-. Así mismo, se incluye una columna con las proyecciones de la demanda para el área de servicio de las líneas de la Calle 80 y la Calle 93, estimada a partir de los datos de macromedición anteriormente y la tasa de crecimiento calculada para todo el sector hidráulico S-04. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó para Cota, Tenjo, parte de Funza y el Sector de Engativá calle 83 y calle 80. Estos valores salen de los registros de macromedición de la EAAB E.S.P. y de las proyecciones mostradas en el Anexo 1.

Tabla 10. Demanda observada y proyectada – Subsistema Calle 80

AÑO	DEMANDA (LPS)				TOTAL
	Cota	Tenjo	Funza	Engativá Calle 83 y 80	
2021	42	28	10	714	794
2030	93	55	10	717	875

De esta manera, se tiene el escenario de compromisos de suministro para el subsistema de la Calle 80 en el que se considera la suma de las proyecciones de demanda presentadas. Respecto al caudal correspondiente a Engativá Calle 80 y Calle 83, la EAAB E.S.P. estará monitoreando el comportamiento del crecimiento de la demanda.

1.20.6. Proyecciones para los puntos de Aquapolis, Cojardín y EMAR

En la siguiente tabla se muestra la proyección calculada para los compromisos de caudal para los puntos de Aquapolis, Cojardín y EMAR. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó según los datos de macromedición. Estos valores salen de los registros de macromedición de la EAAB E.S.P. y de las proyecciones mostradas en el Anexo 1.

Tabla 11. Proyecciones de demanda – Aquapolis, Cojardin y EMAR

AÑO	DEMANDA (LPS)		
	Aquapolis	Cojardín	EMAR
2021	5	29	19
2030	45	35	20

7. CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD EXCEDENTARIA

7.1. Capacidad excedentaria Sistema de Producción

Existe un remanente de capacidad que está contemplado para garantizar que no se presenten fenómenos de desabastecimiento en caso de que ocurran eventos no previstos que puedan generar incrementos súbitos de la demanda de agua. Como se mencionó anteriormente, este componente es el que, en este informe, es considerado como la capacidad de respaldo del sistema de producción.

En la Tabla 12 se resume, para cada año con el que la EAAB cuenta con proyecciones, el estimativo de capacidad máxima, compromisos de suministros y capacidad de respaldo del sistema de producción. Como se observa, del ejercicio se concluye que, a nivel de producción, bajo la definición de capacidad excedentaria de la Resolución 943 de 2021, capítulo 2 **artículo 2.4.2.2.5**, no se contaría con capacidad remanente para contratos adicionales de suministro, es decir, para aquellos proyectos que son diferentes

de los que fueron considerados dentro de las proyecciones de demanda de la EAAB. No obstante, es importante recalcar que, para las demandas proyectadas por la EAAB, existen una serie de proyectos de optimización y ampliación del sistema que permiten garantizar el suministro, incluso garantizando una capacidad de respaldo.

Al relacionar la oferta del sistema de abastecimiento, la demanda de agua potable y la capacidad de respaldo se obtiene el siguiente escenario de capacidad excedentaria del sistema de abastecimiento:

Tabla 12. Capacidad Excedentaria - Abastecimiento

	Año	
	2021	2030
Oferta (m3/s)	16,89	20,99
Demanda sistema completo (m3/s)	16,94	19,51
Capacidad de respaldo (m3/s)	2,00	2,00
Capacidad excedentaria (m3/s)	-2,05	-0,52

7.2. Capacidad excedentaria Sistema de transporte

En los siguientes numerales se resumen los valores de capacidad máxima, compromisos de suministros y capacidad de respaldo que fueron calculados para cada uno de los subsistemas de transporte de la EAAB. En cada caso, la capacidad excedentaria fue estimada con base en la Ecuación 1, la cual fue definida de acuerdo con la metodología establecida en la Resolución CRA 943 de 2021.

No obstante, la capacidad de suministro para estos municipios estará condicionada a la excedencia del sistema de abastecimiento (subsistema de producción), como también a los proyectos de infraestructura que construya el municipio, de acuerdo con lo exigido en el Resolución 330 de 2017, como son tanques, estaciones de bombeo y redes de distribución. Los sistemas de almacenamiento se encargan de asumir las variaciones de demanda a lo largo del día, específicamente las condiciones de máxima horaria. Esto último es responsabilidad de los municipios a los cuales se les entrega el suministro de agua a la entrada del municipio, pues actualmente lo está asumiendo la EAAB (Proveedor), ocasionando que las plantas de tratamiento de agua potable tengan variación diaria, lo cual no es una condición operacional normal.

1.20.7. Subsistema de municipios del Norte (Sopó, Tocancipá y Gachancipá)

En la siguiente tabla se muestran los valores de de capacidad máxima, compromisos de suministros y capacidad de respaldo estimados para el subsistema de municipios del Norte, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 13. Cálculo de capacidad excedentaria - Municipios del Norte

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	190	103	30	0	103	57
2030	190	207	30	47	160	0

Se debe tener en cuenta que actualmente existe incertidumbre con respecto a la demanda de agua del municipio de Tocancipá, teniendo en cuenta que el municipio construyó y puso en operación su propia planta de potabilización, lo cual ha generado una disminución en los consumos del agua que provee la EAAB para este municipio.

Como se puede observar, si llegaran a cumplirse las proyecciones de compromiso, es decir, si se presentara una problemática en la PTAP de Tocancipá o si se diera un incremento significativo en la demanda de los otros municipios, para el año 2030 no se contaría con capacidad excedentaria para el suministro de agua utilizando la infraestructura existente del subsistema de transporte, y sería necesario evaluar la necesidad de adelantar las obras de ampliación. Como consecuencia de lo anterior, se debe aclarar y concertar con el municipio de Tocancipá los caudales que se requerirán por parte de la EAAB con el objeto de optimizar la distribución de caudales con los otros dos municipios como son Sopó y Gachancipá, teniendo en cuenta que dependen actualmente del mismo subsistema de transporte Línea de 16 pulgadas Tibitoc - La Diana.

Así mismo, se debe tener en cuenta que lo que se está evaluando es en términos de caudal medio diario, y por tanto, es responsabilidad de los beneficiario contar con tanques de almacenamiento que permitan operación del sistema bajo estas condiciones, así como un almacenamiento para manejo de contingencias.

1.20.8. Subsistema del punto de Aquapolis

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte a Aquapolis, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 14. Cálculo de capacidad excedentaria - Aquapolis

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	33	5	0	0	5	28
2030	-	45	0	0	45	-

Se debe tener en cuenta que lo que se está evaluando es en términos de caudal medio diario, y por tanto, es responsabilidad del beneficiario contar con tanques de almacenamiento que permitan la operación del sistema bajo estas condiciones, así como un almacenamiento para manejo de contingencias. Se debe

tener en cuenta que la EAAB E.S.P. ha podido observar que esta tubería, que es de propiedad del Beneficiario (Termozipa), tiene incrustaciones al interior de la misma. Por esto último, se está planeando sacar de servicio dicha tubería y construir una nueva directamente desde la Planta de Tibitoc.

1.20.9. Subsistema del municipio de Cajicá

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte a Cajicá, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 15. Cálculo de capacidad excedentaria - Cajicá

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	320	176	160	16	160	0
2030	320	240	160	80	160	0

Como se puede observar, los resultados muestran que la derivación de 12 pulgadas no contará con capacidad excedentaria para transportar los caudales proyectados para el municipio, por lo cual sería necesario evaluar la necesidad de obras adicionales de ampliación para el suministro del municipio en el corto plazo. Así mismo, es responsabilidad del municipio contar con tanques de almacenamiento que permitan operación del sistema con caudales medios diarios, así como un almacenamiento para manejo de contingencias.

1.20.10. Subsistema de municipio de Chía

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte a Chía, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 16. Cálculo de capacidad excedentaria - Chía

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	1.012	380	506	0	380	126
2030	1.012	496	506	0	496	10

Como se puede observar, la infraestructura de la EAAB cuenta con capacidad para realizar el suministro de la demanda de agua del municipio en el corto y mediano plazo. Lo anterior, recordando que para el caso del municipio de Chía, el análisis de capacidad máxima fue realizado únicamente teniendo en cuenta la capacidad de las conexiones con la red matriz de acueducto de la ciudad de Bogotá, ya que las líneas de distribución de Chía son de propiedad del municipio, y no de la EAAB; y que además es responsabilidad del municipio contar con tanques de almacenamiento que permitan operación del sistema con caudales medios diarios, así como un almacenamiento para manejo de contingencias.

1.20.11. Subsistema del punto de Cojardín

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte al punto de COJARDIN, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 17. Cálculo de capacidad excedentaria - COJARDÍN

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	172	29	86	0	29	57
2030	172	35	86	0	35	51

Como se puede observar, el subsistema de transporte existente cuenta con capacidad excedentaria para suministrar la demanda proyectada en el corto y mediano plazo. No obstante, se debe tener en cuenta que lo que se está evaluando es caudal medio diario y, por tanto, es responsabilidad del beneficiario contar con tanques de almacenamiento que permitan operación del sistema bajo esta condición, así como un almacenamiento para manejo de contingencias.

1.20.12. Subsistemas del municipio de La Calera

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para los subsistemas de transporte a La Calera, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 18. Cálculo de capacidad excedentaria - La Calera

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	30	15	0	0	15	15
2030	30	36	0	6	30	0

NOTA: Las proyecciones correspondientes al municipio de La Calera se hicieron para el municipio en general, sin discriminar entre el Interveredal y el casco urbano. Por esta razón, en este estudio también se analizan como un solo conjunto para la estimación de la capacidad excedentaria.

Como se puede observar, la infraestructura de la EAAB no cuenta con capacidad para realizar el suministro de la demanda de agua del municipio en el mediano plazo, siempre que se mantengan estas proyecciones de demanda. Para el mediano plazo, será necesario realizar obras de ampliación de los sistemas que son utilizados para abastecer al municipio.

1.20.13. Subsistema de Municipios de Occidente y Bajo Tequendama

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte de Municipios de Occidente (incluye la demanda de Bajo Tequendama), y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Se analiza el subsistema en dos partes. La primera corresponde al subsistema de occidente completo incluyendo la demanda futura de Bajo Tequendama de 38 L/s. La segunda parte tiene en cuenta solo la capacidad del subsistema de transporte proyectado para llevar el agua hasta La Mesa y Anapoima.

Tabla 19. Cálculo de capacidad excedentaria – Municipios de Occidente y Bajo Tequendama

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	506	448	0	0	448	58
2030	506	889	0	383	506	0

Como se mencionó anteriormente, no es posible aprovechar la capacidad máxima del subsistema de Bajo Tequendama que está actualmente en proceso de rehabilitación y que es de 180 L/s.

La infraestructura de la EAAB no tendría la capacidad de abastecer el 100% de la demanda de agua de los municipios de Sabana Occidente y Bajo Tequendama; únicamente se podría realizar el suministro del caudal medio diario definido como capacidad máxima; y de requerirse caudales adicionales, es necesario que se realice la puesta en operación de las obras de proyectadas en el estudio de ampliación. No obstante, es importante tener en cuenta que lo anterior se encuentra supeditado a las condiciones de capacidad excedentaria de producción, así como a la construcción de tanques y estructuras que efectivamente permitan garantizar la operación del subsistema en términos de caudal medio diario, y que de paso permitan garantizar almacenamiento para manejo de contingencias en los sistemas propios de los beneficiarios.

1.20.14. Subsistema de la Calle 80

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte de la Calle 80, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 20. Cálculo de capacidad excedentaria - Calle 80

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	940	794	0	0	794	146
2030	940	875	0	0	875	65

Respecto al caudal correspondiente a la demanda de Engativá Calle 80 y Calle 83, la EAAB E.S.P. estará monitoreando el comportamiento del crecimiento de la demanda.

Como se puede observar en la Tabla 20, se planteó un escenario de compromiso de suministro. En este los compromisos consisten en los consumos del sector S-04, más la demanda que se proyecta para la zona industrial de Cota, más las demandas proyectadas para los municipios de Cota, Tenjo y una porción de Funza, que se abastecen actualmente a través del subsistema de la Calle 80.

Para este escenario se concluye que el subsistema de transporte existente cuenta con capacidad excedentaria para suministrar la demanda proyectada en el corto y mediano plazo. No obstante, se debe tener en cuenta que lo que se está evaluando es caudal medio diario, y por tanto, es responsabilidad del beneficiario contar con tanques de almacenamiento que permitan operación del sistema bajo esta condición, así como un almacenamiento para manejo de contingencias.

1.20.15. Subsistema del punto de EMAR

En la siguiente tabla se muestran los valores de capacidad máxima, compromisos de suministro y capacidad de respaldo que fueron estimados para el subsistema de transporte a EMAR, y para cada año considerado en el presente análisis. También se incluye el caudal medio real medido en 2021 que se entregó.

Tabla 21. Cálculo de capacidad excedentaria - EMAR

Año	CAUDAL (LPS)					
	Máxima (A)	Demanda (B)	Respaldo (C)	Déficit (B-D)	Compromiso (D)	Excedentaria A-(C+D)
2021	100	19	0	0	19	81
2030	100	23	0	0	23	77

Como se puede observar, el subsistema de transporte existente cuenta con capacidad excedentaria para suministrar la demanda actual y la demanda proyectada en el corto y mediano plazo..

1.20.16. Capacidad excedentaria – Resumen

En la Tabla 22 se presenta un resumen del resultado de capacidad máxima, demanda medida y proyectada, capacidad de respaldo, déficit, compromisos estimados y capacidad excedentaria para cada subsistema de transporte para el 2030.

Tabla 22. Resumen de Capacidad Excedentaria de Transporte – Año 2030

2030						
SUBSISTEMA	CAUDAL (LPS)					
	Máxima	Demanda	Respaldo	Déficit	Compromiso	Excedentaria
	(A)	(B)	(C)	(B-D)	(D)	A-(C+D)
Municipios del Norte	190	207	30	47	160	0
Cajicá	320	240	160	80	160	0
Chía	1.012	496	506	0	496	10
Calera	30	36	0	6	30	0
Municipios de Occidente	506	889	0	383	506	0
Calle 80	940	875	0	0	875	65
EMAR-Soacha	100	23	0	0	23	77
Cojardín	172	35	86	0	35	51
Aquapolis*	-	45	0	0	45	-

*Nota: Para Aquapolis se está planeando sacar de servicio dicha tubería y construir una nueva directamente desde la Planta de Tibitoc.

La Tabla 23 presenta el resumen de la capacidad excedentaria para el año 2030 en cada subsistema y sus componentes (puntos de suministro y/o interconexión) desde el punto de vista de transporte y producción. Como se mencionó anteriormente, la capacidad excedentaria definitiva siempre es la mínima entre transporte y producción. Se debe tener en cuenta que la capacidad excedentaria por componente es una fracción de la capacidad excedentaria del subsistema al cual pertenece dicho componente. Dicha fracción es flexible y se puede ajustar a conveniencia de la EAAB E.S.P. siempre y cuando la suma de todas las capacidades excedentarias de cada componente de un mismo subsistema sea exactamente igual a la capacidad excedentaria del subsistema completo.

Tabla 23. Resumen Capacidad Excedentaria (Envolvente) – Año 2030

2030						
SUBSISTEMA	Componente	RESUMEN (LPS)				
		Excedentaria Transporte	Excedentaria Producción	Excedentaria (Envolvente)		
Municipios del Norte	Sopó		0		0	0
	Tocancipá	0	0	0	0	0
	Gachancipá		0		0	0

Cajicá	Cajicá	0	0	0
Chía	Chía	10	0	0
Calera	Calera	0	0	0
Municipios de Occidente	Funza	0	0	0
	Mosquera	0	0	0
	Madrid	0	0	0
	La Mesa	0	0	0
	Anapoima	0	0	0
Calle 80	Aguas de la Sabana	65	12	0
	Engativá Calle 83 y 80	0	53	0
EMAR-Soacha	EMAR-Soacha	80	0	0
Cojardin	Cojardin	51	0	0
Aquapolis	Aquapolis	30	0	0

Tabla 24 se presenta el resumen del caudal disponible, la demanda proyectada y el compromiso de caudal estimado para el año 2030 en cada subsistema y sus componentes (puntos de Venta de Agua en Bloque y otros) desde el punto de vista de transporte. La capacidad disponible hace referencia a la capacidad máxima menos la capacidad de respaldo, es decir, es la capacidad de la cual realmente se puede disponer para el suministro de agua bajo condiciones de operación normal. Se debe tener en cuenta que la capacidad disponible por componente es una fracción de la capacidad disponible del subsistema al cual pertenece dicho componente. Dicha fracción es flexible y se puede ajustar a conveniencia de la EAAB E.S.P. siempre y cuando la suma de todas las capacidades disponibles de cada componente de un mismo subsistema sea exactamente igual a la capacidad disponible del subsistema completo. De esta manera, el compromiso estimado por componente es una aproximación teniendo en cuenta el mínimo entre la capacidad disponible y la demanda proyectada.

Tabla 24. Resumen Caudal Disponible - 2030

		2030					
SUBSISTEMA	Componente	RESUMEN (LPS)					
		Disponible Transporte	Demanda Proyección	Compromiso Estimado			
Municipios del Norte	Sopó		59	76	58		
	Tocancipá	160	69	252	89	160	70
	Gachancipá		32	42	32		
Cajicá	Cajicá	160	240	160			
Chía	Chía	506	496	496			
Calera	Calera	30	36	30			
Municipios de Occidente	Funza		122	286	122		
	Mosquera	506	217	889	359	506	217
	Madrid		130	207	130		

	La Mesa		26		26		26
	Anapoima		11		11		11
Calle 80	Aguas de la Sabana	940	171	875	158	875	158
	Engativá Calle 83 y 80		769		717		717
EMAR-Soacha	EMAR-Soacha		100		23		23
Cojardin	Cojardin		86		35		35
Aquapolis	Aquapolis		-		45		45

8. CONCLUSIONES

A partir de los resultados del cálculo de la capacidad excedentaria de la EAAB se concluye que:

- A nivel de producción, bajo la definición de capacidad excedentaria de la Resolución 943 de 2021, capítulo 2 **artículo 2.4.2.2.5**, no se cuenta con capacidad excedentaria. La proyección de suministro establecida por la EAAB-ESP se realiza para absorber los consumos actuales y futuros de los compromisos vigentes. No obstante, es importante recalcar que, para las demandas proyectadas por la EAAB, existen una serie de proyectos de optimización y ampliación del sistema que deben ejecutarse para garantizar el suministro y la capacidad de respaldo, como es el caso de Aquápolis, Cajicá y La Calera, por ejemplo.
- La capacidad de suministro de agua para los municipios está condicionada a la disponibilidad del sistema de abastecimiento (subsistema de producción) -ya relacionada en detalle en las respectivas tablas- como también a los proyectos de infraestructura que construya cada uno de los municipios, de acuerdo con lo exigido en el Resolución 330 de 2017, como son tanques de compensación, estaciones de bombeo y redes de distribución. Los valores de las demandas de agua y capacidad excedentaria calculados en este informe corresponden a caudales medios, para lo cual se requiere que todos los beneficiarios implementen proyectos de tanques de compensación que permitan las oscilaciones de los caudales máximos horarios. De no implementarse esta infraestructura el suministro de agua a través de las redes en horas de máximo consumo ocasionaría pérdida de presión hidráulica y, por consiguiente, afectaría la calidad del suministro a los usuarios finales. No obstante lo anterior, los beneficiarios deben implementar estructuras de control de caudal en los puntos de entrega de la EAAB, de acuerdo con los requerimientos del RAS.
- Los cálculos de capacidad excedentaria fueron realizados a partir de las proyecciones de demanda que la EAAB actualizó teniendo como referencia el Censo del DANE 2018 y los valores observados de venta de agua en bloque durante 2021. En la actualidad se encuentra contratada la actualización del Plan Maestro de Abastecimiento y del Estudio de Población y Demanda que lo alimenta. la Hasta tanto se cuente con los resultados de la consultoría, se seguirán utilizando las proyecciones del presente estudio o sus futuras actualizaciones.
- **Subsistema que abastece a los Municipios del Norte:** se debe implementar, de manera prioritaria, una estructura de control de caudal para el municipio de Tocancipá, teniendo en cuenta que este beneficiario, sin previo aviso, aumenta el caudal de consumo con valores que

superan de dos a tres veces el caudal medio. Lo anterior afecta la calidad de servicio a los municipios de Sopó y Gachancipá, dado que se sirven del mismo sistema o infraestructura de abastecimiento de la EAAB. Para el mediano plazo, de comportarse la demanda de agua según las proyecciones, sería necesario considerar el adelanto de las obras de ampliación que fueron previstas en el Plan Maestro de Red Matriz de Acueducto de Bogotá y Soacha, obras que estarían a cargo de los municipios.

- **Subsistema que abastece al punto de Aquapolis:** no cuenta con capacidad para abastecer la demanda de agua proyectada en el mediano plazo. La red existente presenta restricciones ocasionadas por deterioro al interior de la misma. Como solución se plantea una nueva red saliendo directamente desde la PTAP Tibitoc.
- **Subsistema que abastece Cajicá:** para el corto plazo, según los análisis de la demanda de agua y sus proyecciones, es necesario la implementación de obras de ampliación para el suministro del municipio, para lo cual se requiere que el municipio ejecute las obras o infraestructura de tanques y redes establecidos en el Resolución 330 de 2017.
- **Subsistema de transporte que abastece al municipio de Chía:** cuenta con capacidad para abastecer la demanda de agua proyectada en el mediano y largo plazo. No obstante, se requiere que el municipio ejecute las obras o infraestructura de tanques y redes establecidos en el Resolución 330 de 2017.
- **Subsistema que abastece al punto de Cojardín:** cuenta con capacidad para abastecer la demanda de agua proyectada en el mediano y largo plazo. No obstante, se requiere que la empresa ejecute las obras o infraestructura de tanques y redes establecidos en el Resolución 330 de 2017.
- **Subsistemas que abastecen a La Calera y al Interveredal:** no cuenta con capacidad para abastecer la demanda de agua proyectada en el mediano plazo. El municipio requiere evaluar la implementación de las obras o infraestructura de tanques y redes establecidos en el Resolución 330 de 2017.
- **Subsistema que abastece a los Municipios de Occidente (Funza, Mosquera y Madrid) y Bajo Tequendama (La Mesa y Anapoima):** se deben implementar, entre otros, los proyectos de tanques de compensación, dado que los caudales calculados corresponden a caudales medios diarios. Parte de esta infraestructura ya fue diseñada por la EAAB con recursos de EPC en el marco de un convenio suscrito entre las partes, cuya gestión de obtención de recursos financieros para la construcción de la misma está siendo gestionada por las Empresas Públicas de Cundinamarca ante el Ministerio de Vivienda. El subsistema de transporte proyectado para Bajo Tequendama tiene suficiente capacidad, pero su máximo aprovechamiento se encuentra limitado por el subsistema de Occidente.
- **Subsistema de transporte de la Calle 80:** los análisis realizados muestran que el sistema cuenta con capacidad para transportar los caudales proyectados para la Zona Industrial de Cota y parte de la demanda proyectada para los municipios de Cota, Tenjo y Funza. Sin embargo, un suministro mayor podría requerir la ejecución de unas obras de ampliación para garantizar el suministro en el largo plazo.

- **Subsistema de producción:** Es importante recalcar que, en cualquiera de estos casos, el municipio o empresa prestadora debe realizar la ejecución de la infraestructura exigida por la Resolución 330 de 2017, con lo que se garantizaría contar con almacenamiento para asegurar adecuada operación en condiciones de contingencias, así como con un sistema de regulación para que las variaciones diarias de la demanda no deban ser asumidas a través de la infraestructura matriz y los sistemas de abastecimiento de la EAAB.
- Existe un remanente de capacidad que está pensado para garantizar que no se presenten fenómenos de desabastecimiento en caso de que se presenten eventos no previstos que puedan generar incrementos súbitos de la demanda de agua. Como se mencionó anteriormente, este componente es el que en este informe es considerado como la capacidad de respaldo del sistema de producción.

ANEXO 1. SOBRE LAS PROYECCIONES DE SUMINISTRO

Tal y como se mencionó en el capítulo 6, uno de los principales insumos del Plan Maestro de Abastecimiento de la EAAB es el Estudio de Población y Demanda, también actualizado en 2016. La publicación de los resultados del Censo de 2018 por parte del DANE plantea la necesidad de realizar una actualización de las proyecciones de caudal tanto para las Áreas de Prestación de Servicio -APS- como para los municipios a los cuales la Empresa suministra agua a través del suministro de agua y/o interconexión. Lo anterior, en razón de que la senda de crecimiento poblacional es una de las variables fundamentales para hacer la proyección de los caudales y, por tanto, cambios en la primera obligan a realizar ajustes en la última, en particular si las diferencias son de la magnitud de las que se observan entre el Estudio de Población y Demanda y el Censo del DANE 2018. Esta actualización se realiza en tanto se cuenta con los resultados de la consultoría que está en proceso de contratación y que tendrá por objeto actualizar los mencionados estudios. La Tabla A1. resume las diferencias de las tasas de crecimiento poblacional entre el Estudio de Población y Demanda y las que plantea el Censo del DANE de 2018.

Tabla A1. Diferencias crecimientos poblacionales

Promedio geométrico 2021.2030

	PMA 2016	Censo 2018	Diferencia
Bogotá	0.36%	0.85%	0.49%
Soacha	3.67%	2.71%	-0.96%
Gachancipá	2.32%	2.31%	-0.01%
Anapoima	3.47%	1.85%	-1.61%
Cajicá	3.71%	2.29%	-1.42%
Chía	2.73%	2.48%	-0.25%
Cota	5.18%	2.27%	-2.91%
Funza	3.86%	2.67%	-1.19%
La Calera	4.32%	1.96%	-2.36%
La Mesa	2.03%	2.06%	0.03%
Madrid	2.66%	2.68%	0.01%
Mosquera	4.62%	2.71%	-1.91%
Sopó	1.79%	2.33%	0.54%
Tenjo	2.12%	1.97%	-0.14%
Tocancipá	4.71%	1.96%	-2.74%
Total municipios venta agua en bloque	3.78%	2.46%	-1.32%

Fuente: PMA 2016 y Censo DANE 2018. Cálculos propios

Para realizar la actualización de las proyecciones se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para proyectar los caudales de las APS de Bogotá y Soacha- se consideró el crecimiento poblacional de la población de la cabecera municipal. Para EMAR y Cojardín se realiza proyección con la metodología aplicada estas APS en el entendido de que hacen parte de municipios en los que la EAAB realiza prestación directa del servicio.
- Para los municipios a los cuales les vendemos agua en bloque y Gachancipá, se realizó una estimación por separado para el caudal residencial y el no residencial -correspondiendo el total a la suma de estos dos caudales-:

Caudal residencial:

Si el municipio depende exclusivamente del caudal de la EAAB:

$$\text{Suministro}_{R_{i,t}} = \frac{\text{Dotación}_{i,t} * \text{Población}_{i,t}}{1 - \text{PérdidasTécnicas}_{t,i}}$$

Si el municipio cuenta con caudal mixto (Caudal de la EAAB y fuentes propias):

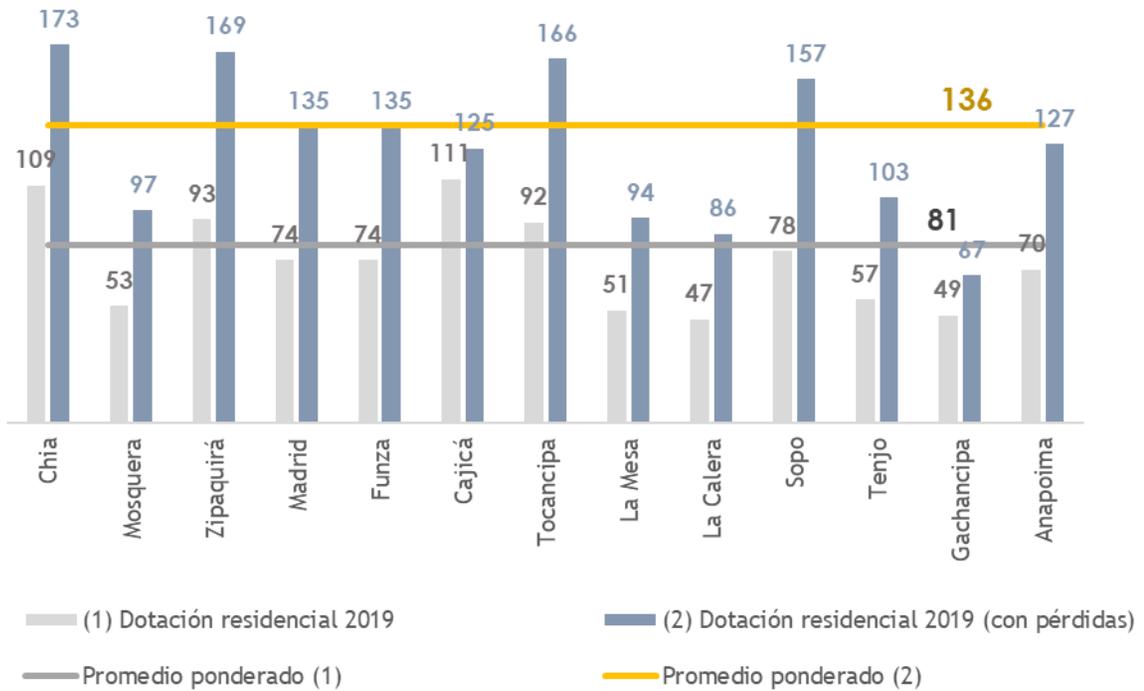
$$\text{Suministro}_{R_{i,t}} = \frac{\text{Dotación}_{i,t} * \text{Población}_{i,t}}{1 - \text{PérdidasTécnicas}_{t,i}} + \text{máx}\{\text{Sum}R_{i,2019}, \text{Sum}R_{i,2020}, \text{Sum}R_{i,2021}\}$$

Donde:

- $SumR_{i,t}$: suministro de agua para el componente residencial proyectado para el municipio i para el año t .
- $Dotación_i$: dotación residencial bruta para el municipio i . Las dotaciones -LHD (Litros por Habitante Día)- residenciales, se extrapolaron a partir de la información obtenida del Sistema Único de Información -SUI- y de ajustar y se ajustaron por un factor de pérdidas del 50%, con excepción para aquellos municipios en los que la EAAB suministra la totalidad del agua consumida. Adicionalmente, de ser esta dotación resultante inferior al promedio obtenido para los municipios estudiados, se toma el promedio ponderado (136 LHD⁹).
- $Población_{i,t}$:
Si el caudal es exclusivo: corresponde a la población proyectada por el DANE para el año t . Los municipios con caudal exclusivo son Chía y Cajicá.
Si el caudal es mixto: población del municipio i atendida por caudal de la EAAB para el año t . Para esta variable se consideraron las proyecciones poblaciones del Censo del DANE 2018 y se obtuvo la diferencia entre la población de 2021 y la estimada en los años siguientes. Lo anterior se traduce en que la EAAB está considerando la población adicional a la que hoy en día los municipios están surtiendo con fuentes propias y/o fuentes diferentes a las dispuestas por parte de la Empresa. Los municipios con caudal mixto son Funza, Cota, La Calera, Madrid, Mosquera, Sopó, Tenjo, Tocancipá y Soacha.
- $PérdidasTécnicas_{t,i}$: pérdidas técnicas en las que incurre la EAAB en el proceso de suministro al municipio i en el año t . Son del orden del 0%.

Figura A2. Dotaciones residenciales (LHD) municipios 2019

⁹ Para el cálculo del promedio se excluyó Cota, puesto que los resultados obtenidos para la dotación reflejan de manera clara un subregistro de información.



Fuente: SUI. Cálculos y elaboración propios.

Nota: se utiliza la información del 2019 con el fin de contar con la mayor cantidad de datos posible.

Caudal no residencial:

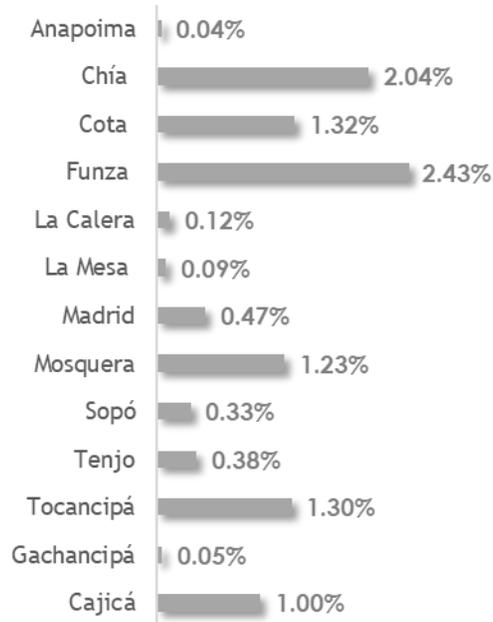
$$SuministroNR_{i,t} = RatioNR * PartNR_i * \sum_{i=1}^I SuministroR_{i,t}$$

Donde:

- $SuministroNR_{i,t}$: suministro de agua para el componente no residencial proyectado para el municipio i para el año t .
- $\sum_{i=1}^I SuministroR_{i,t}$: corresponde al suministro residencial agregado para el año t , considerando los municipios a los que la EAAB les suministra agua. Se calcula a partir de los $SuministroR_{i,t}$ individuales referidos arriba.
- $RatioNR$: promedio para los cocientes observados para el periodo 2010-2019 entre el consumo no residencial y residencial del agregado de los municipios a los que la EAAB le suministra agua. Este promedio es del orden de 0,3. Es decir, que por cada metro cúbico que consume el componente residencial, el componente no residencial consume 0,3 m³, de acuerdo con el cálculo realizado con base en la información disponible en el SUI.
- $PartNR_i$: participación del municipio i dentro del consumo no residencial total agregado. Se calcula a partir de la información reportada en el SUI y se toma el máximo valor entre la participación 2019 y el promedio de participaciones en el periodo 2017-2019. La Figura A3

muestra las participaciones por municipio (los municipios que se incluyeron para calcular el consumo agregado son los de la figura más Bogotá y Soacha).

Figura A3. Participación no residencial.



Empleando esta metodología, se obtienen las estimaciones marco a 2030 presentadas en el cuerpo del informe.