

Memorando Técnico No. 9-2

Para: Unión Temporal PTAR Canoas y Acueducto de Bogotá

De: Consorcio CDM Smith - INGESAM

Fecha: Julio 01 de 2016

Objeto: Presentar de forma comparativa la estimación de los costos asociados a las alternativas posibles para suplir la demanda de agua de la PTAR Canoas.

1 Introducción

Considerando la demanda de agua para el funcionamiento de la PTAR Canoas expuesta en el Memorando 8-1 "Demanda de agua", a través del presente Memorando se plantea poner en perspectiva dos alternativas para el suministro del agua de servicio de la planta, cuyas calidades no serán alcanzadas en el efluente primario de la fase 1.

De manera fundamental, este Memorando tiene como objetivo presentar una comparación inicial de dos alternativas, de manera tal que se tengan bases para tomar una decisión informada hacia la opción más factible.

Para tal efecto, se presentan las cifras actualizadas de consumo de agua presentadas previamente en el Memorando 8-1 "Demanda de Agua":

Tabla 1 Estimativo demanda de agua PTAR Canoas

Tipo de agua	Demanda promedio		Demanda pico	
	m ³ /d	L/s	m ³ /d	L/s
Agua potable	8,3	0,10	13	0,15
Agua protegida (agua potable)	1.420	16	1.969	23
Agua de servicio	12.001	139	14.598	169
Total agua potable	1.428	17	1.981	23
Total agua servicio	12.001	139	14.598	169

2 Alternativas Consideradas

La primera alternativa considerada para suplir las demandas de agua potable y de agua de servicio corresponde a la instalación de una red de agua potable que permita que la planta de Canoas pueda ser abastecida a través del prestador de servicio público correspondiente. La segunda alternativa considera la instalación de un sistema de tratamiento del efluente primario de la PTAR Canoas que permita llegar a las calidades de agua requeridas del agua de servicio (segunda dilución de polímero, rociadores de lavado de rejas finas, humidificación de biofiltros, etc...). Es claro que, en cualquier caso, para esta segunda alternativa, al no poder llegar a las calidades del agua potable a partir del efluente primario de Canoas, se requeriría suplir esta demanda con otra red de abastecimiento de agua potable de menores dimensiones a la que se requiere para la alternativa 1.

A continuación, se presenta una descripción de las dos propuestas

2.1 Red de agua potable

La alternativa 1, corresponde a la instalación de una red de agua potable para suplir la demanda total de la PTAR Canoas. Para la información del tipo de red y diámetros instalados al sur de Soacha, se consultó un plano SIG de la infraestructura de acueducto existente en esta localidad. Se asume además que la EAB garantiza en los puntos más extremos de sus redes de acueducto las presiones mínimas de servicio exigidas por el RAS.

A través de esta opción se proyecta una conducción de $\varnothing 18''$ desde la red matriz de Soacha, existente sobre la carrera 5, realizando la conexión a la altura de la calle 11 sur, hasta la PTAR Canoas.

La longitud de la acometida o extensión de acueducto desde Soacha hasta la PTAR Canoas se calculó a partir del trazado de esta ruta elaborado en el Google Earth, el cual se aprecia en la Figura No.1 adjunta. De esta misma aplicación se obtuvo la cota de terreno en el punto de conexión.

Los criterios y supuestos adoptados para la alternativa 1 fueron los siguientes:

- ✓ Velocidad: superior a 0,5 m/s e inferior a 2 m/s.
- ✓ Presión mínima disponible en el punto de conexión: 15 m.
- ✓ Presión mínima requerida para llenado del tanque: 5 m.
- ✓ Tipo de tubería: PVC.

Para el cálculo de pérdidas se utiliza la expresión de Hazen Williams con un coeficiente de rugosidad de 150 para PVC o polietileno.

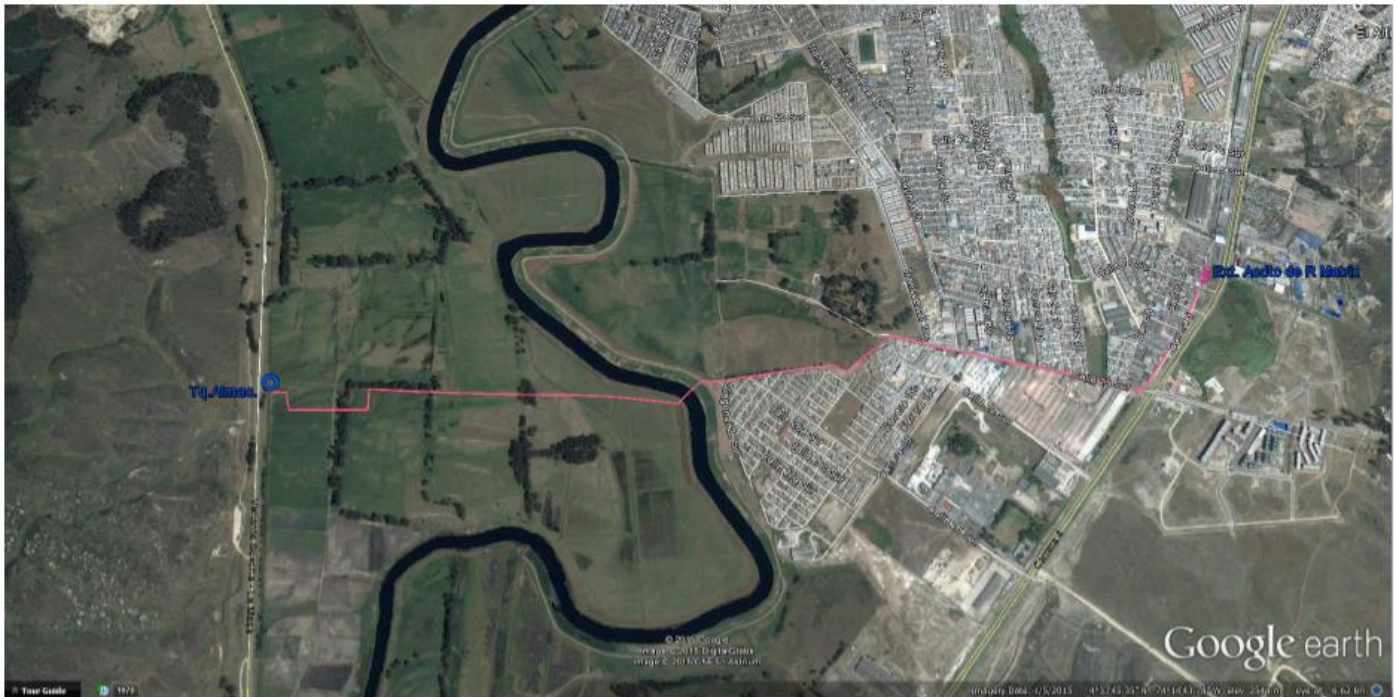
Para la determinación del diámetro de la conducción, se utilizó el caudal total medio demandado para la Fase I de la PTAR Canoas, a saber:

- Agua potable + agua de servicio
- Demanda promedio agua potable: 1428 m³/d
- Demanda agua de servicio: 12001 m³/d
- Demanda de agua total Fase I: 13429,32 m³/d = 0,16 m³/s
- Pérdidas J: 0,002454253 m/m

Tabla 2 Resumen cálculos hidráulicos Alternativa 1

Característica	Valor	Unidad
TA- Tanque Almacenamiento, localizado en vecindad del almacenamiento de biogás CT:	2551,5	m
Cabeza mínima a disponer en TA:	2556,5	m
Longitud extensión acueducto desde red matriz RM a tanque: L RM-TA:	3648	m
Diámetro extensión RM-TA:	18"	pulgada
Velocidad:	1,19	m/s
Pérdidas Hf a TA sin considerar accesorios:	8,95	m
Cota de terreno en el punto de conexión:	2555	m
Presión adoptada en el punto de conexión:	15	m.c.a.
Cota en punto de conexión:	2570	m
Cota en punto de conexión menos pérdidas:	2561,05	m
Cabeza disponible:	4,55	m.c.a.

Figura 1 Trazado suministro de agua potable desde red matriz de Soacha a PTAR Canoas - Alternativa 1



2.2 Sistema de tratamiento de efluente primario

La opción que se ha analizado para estructurar la alternativa de construir un sistema anexo de tratamiento de aguas residuales ha considerado una corriente de entrada con las mismas características esperadas del efluente primario de la PTAR Canoas en la fase 1. Otra alternativa que pudiera haber sido tomada en consideración es la de utilizar el agua cruda pre-tratada como afluente de los sistemas de tratamiento, sin embargo, esta opción ha sido descartada ya que de forma anticipada se puede decir que tanto su tamaño como sus costos asociados serían considerablemente mayores.

Consecuentemente, se evalúa el escenario de captar parte del efluente de los sedimentadores primarios, cuyo contenido de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y de SST (Sólidos Suspendidos Totales) será respectivamente 40% y 60% menor respecto al agua cruda de la PTAR Canoas.

La siguiente Tabla resume las calidades del agua cruda pre-tratada y del efluente primario:

Tabla 3 Posibles afluente de los sistemas de tratamiento anexos

Parámetro	Agua Cruda Pretratada	Efluente Primario
SST (mg/l)	245	100
SSV (mg/l)	185	75
BOD (mg/l)	265	160
TKN (mg/l)	70	70
P (mg/l)	10	8
Alcalinidad	225	185
Temperatura (rango en °C)	10 a 25	10 a 25
pH	6,5 a 7,5	6,3 a 7,5

Para el sistema de tratamiento anexo se contemplan de manera preliminar combinaciones de las siguientes operaciones unitarias:

- Lodos activados convencionales (LAC)
- Sedimentación secundaria (SS)
- Espesamiento secundario (ES)
- Cernido para pulimiento (CN)

La Figura 2 resume los procesos que se han combinado para estructurar la alterativa 2. Se presenta un sistema de lodos activados con sedimentación secundaria para obtener el agua de servicio requerida para la PTAR Canoas:

Figura 2 Esquema general del Sistema de tratamiento de Alternativa 2



Adicionalmente, se considera una etapa de espesamiento secundario para los lodos generados en el sistema biológico, con el objetivo de minimizar los costos de bombeo de los lodos de desecho generados en estos sistemas biológicos y mezclarlos luego con los lodos primarios generados en la fase 1 antes de la hidrólisis térmica (THP). Para efectos del presente análisis, se considerará que el tipo de espesamiento se realizará en un espesador secundario por gravedad (ES).

Finalmente, tal como se ha mencionado anteriormente, la alternativa 2 debe incorporar el suministro de agua potable a partir de una red secundaria que atienda la demanda exclusiva de agua potable de la planta y así complementar la planta de tratamiento del efluente primario que atendería solamente las demandas de agua de servicio.

Esta red supliría los requerimientos de agua para consumo humano, sistema contra incendio, agua para preparación de polímero y agua para calderas a través de una conducción de $\varnothing 16''$, que se extendería desde la red matriz de Soacha, existente sobre la carrera 5, realizando la conexión a la altura de la calle 11 sur, hasta la PTAR Canoas.

La longitud de la acometida o extensión de acueducto desde Soacha hasta la PTAR Canoas se calculó a partir del trazado de esta ruta elaborado en el Google Earth (ver Figura 1 como referencia). Con esta misma aplicación se obtuvo la cota de terreno en el punto de conexión.

Criterios y supuestos adoptados:

- ✓ Velocidad: superior a 0,5 m/s e inferior a 2 m/s.
- ✓ Presión mínima disponible en la red en el punto de conexión: 15 m.
- ✓ Presión mínima requerida para llenado del tanque: 5 m.
- ✓ Tipo de tubería: PVC
- ✓ El RAS estipula que el tiempo de llenado del tanque de reserva (almacenamiento) no debe ser superior a 12 horas.

En este caso para determinar el diámetro de la conducción, se manejó el cálculo como el de una acometida de acueducto, estimando en primera instancia el volumen de almacenamiento requerido para suplir la demanda de agua para consumo humano de un día normal de consumo, más el volumen de almacenamiento de agua para el sistema contra incendio.

Se adoptó un tiempo de llenado de 12 horas.

El caudal de la acometida se calculó teniendo en cuenta el caudal de llenado del tanque de almacenamiento y para el cálculo de pérdidas se utiliza la expresión de Hazen Williams con un coeficiente de rugosidad de 150 para PVC o polietileno.

Para la determinación del diámetro de la conducción, se utilizó el caudal pico demandado para la Fase I de la PTAR Canoas, a saber:

- Demanda total de agua potable para un día: 13,18 m³
- Volumen tanque de almacenamiento agua potable: 2.900 m³
- Almacenamiento total consumo humano + sistema contra incendio: 864,89 m³
- Caudal llenado del tanque: 0,06713 m³/s
- Pérdidas J: 0,00087183 m/m

La Tabla que se presenta a continuación resume las características de esta opción.

Tabla 4 Resumen cálculos hidráulicos - Complemento Alternativa 2

Característica	Valor	Unidad
TA- Tanque Almacenamiento, localizado preliminarmente en vecindad del almacenamiento de biogás CT :	2551,5	m
Cabeza mínima a disponer en TA :	2556,5	m
Longitud extensión acueducto desde red matriz RM a tanque: L RM-TA	3648	m
Diámetro extensión RS-TA	16"	pulgada
Velocidad	0,63	m/s
Pérdidas H _f a TA sin considerar accesorios:	3,18	m
Cota de terreno en el punto de conexión	2555	m
Presión adoptada en el punto de conexión:	15	m.c.a.
Cota en punto de conexión	2570	m
Cota en punto de conexión menos pérdidas	2566,82	m
Cabeza disponible	10,32	m.c.a

6 Conclusiones y recomendaciones

El análisis preliminar para el costo de las alternativas presentado permitió establecer que en el corto plazo, consumir agua potable de la red sería la opción más económica para suplir la necesidad de aguas de servicio y protegida en la PTAR Canoas.

Sin embargo, en el largo plazo una planta convencional con reúso sería la alternativa más atractiva para suplir dicha demanda en la PTAR Canoas, esto en comparación con la inversión y costos de agua de suministro con agua potable para cubrimiento de estas demandas y considerando que la construcción de la fase 2 se retrase en el tiempo.

La decisión final dependerá entonces del momento en que se construya la fase 2. Esto teniendo en cuenta que, de acuerdo a la estimación preliminar, aproximadamente a partir del séptimo año de operación de la PTAR fase 1, es más económico usar efluente del sistema de tratamiento propuesto.

Si la construcción de la fase 2 y su entrada en operación ocurriesen antes de este periodo, entonces no tendría sentido pensar en una planta de reúso. No podría justificarse su inversión dado el tamaño de esta ni siquiera como planta piloto para la futura fase 2.