

Consultoría Reúso aguas residuales Tuluá Avance 1

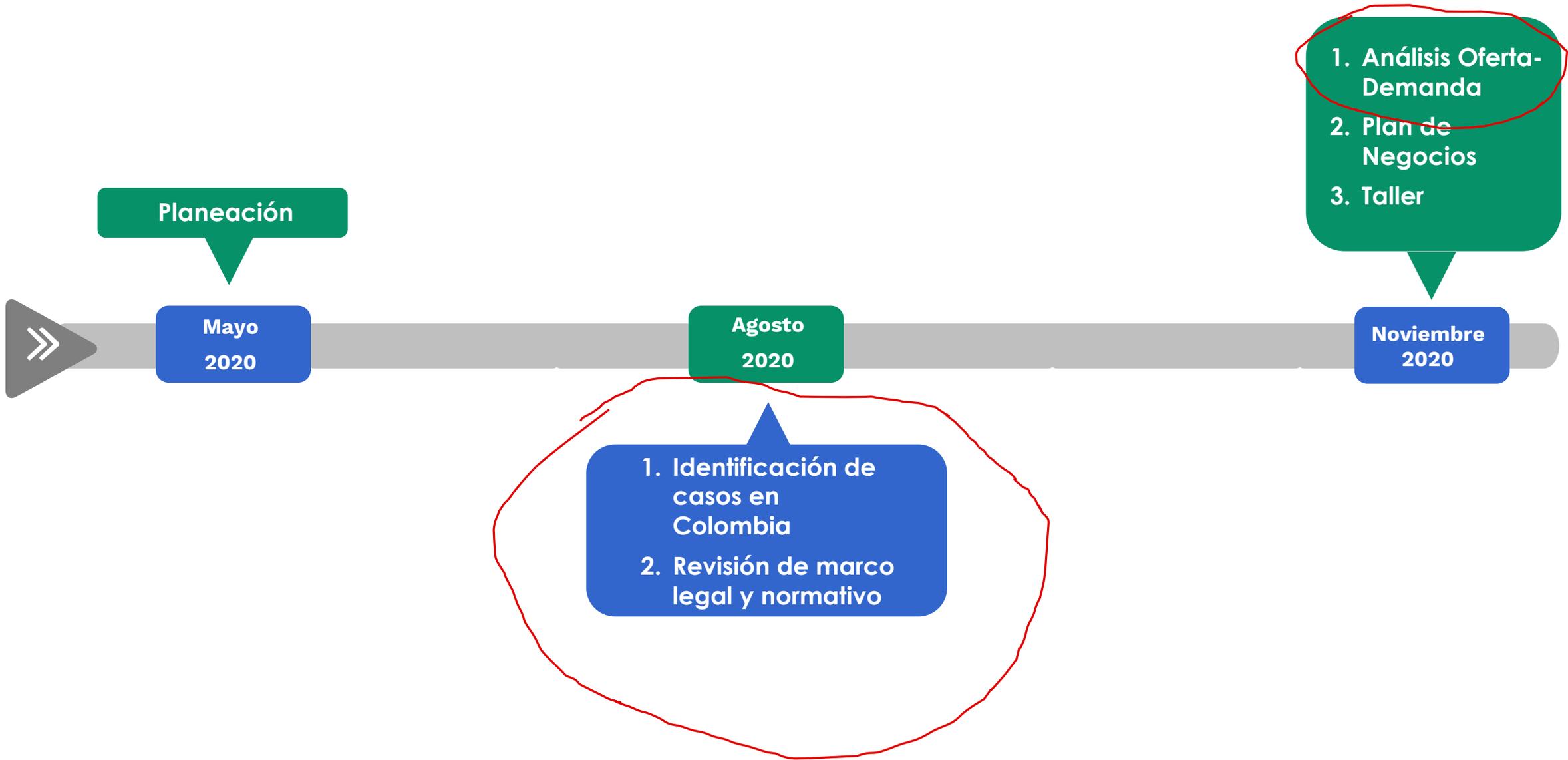
Consultor: Fernando
Benavente. Ingeniero
Civil, Master en
Economía

Junio, 2020

AVANCES

- ✓ Casos de estudio.
- ✓ Análisis legislación.
- ✓ Análisis Oferta/Demanda.
- ✓ Aspectos Técnicos

Cronograma



AVANCES

- ✓ Casos de estudio.
- ✓ Análisis legislación.
- ✓ Análisis Oferta/Demanda.
- ✓ Aspectos Técnicos

Casos de Estudio - Colombia

Planta Cañaveralejo, Valle del Cauca

- Caso experimental
- Buscó ver los efectos en el cultivo de utilizar aguas provenientes de la PTAR versus el uso de fertilizantes para el cultivo de caña de azúcar.
- Predio de 0,65 Has, dentro de las instalaciones de la PTAR, localizada en el sector nororiental de la Ciudad de Cali y sobre el margen del río del Cauca
- Actualmente depura un total de 5.71 m³/s., equivalente al 86% de las aguas residuales generadas en el Valle del Cauca.
- Conclusión: Calidad del agua proveniente de la PTAR es equivalente a la que se obtiene con fertilización química.
- El aguas de la PTAR alivia la presión sobre los mantos acuíferos y es menos invasiva al no utilizar fertilizantes.
- No se realizó una evaluación socio-económica y tampoco se diseñó un modelo de gestión.
- No se llegó a un precio de venta del agua

Casos de Estudio - Colombia

Proyecto de Reúso de Agua en Ibagué

- Quedó a nivel de proyecto en el año 2014
- Incluía colectores que IBAL tenía en su plan de inversiones
- PTAR en Ibagué que reuniría agua de rechazo proveniente de la minera y los afluentes domésticos de la ciudad generando una mezcla para su tratamiento final.
- La mezcla hace bajar los costos del tratamiento de las aguas domésticas y de las de la minera (simbiosis perfecta)
- La Colosa enviaría 350 l/s de agua alta en sulfatos PTAR de Ibagué.
- Del agua procedente de Ibagué se tomaría 150 l/s antes de añadir el agua procedente de la mina para darle un tratamiento aerobio con el objetivo de producir agua de alta calidad para reciclaje a la mina en épocas de estiaje u otro reúso que se le pudiera dar a este volumen.
- Se solucionar el déficit de tratamiento de Ibagué y por otra parte el aprovechamiento del efluente por parte de la minera en épocas de estiaje.
- Este proyecto surge y se intenta implementar desde el demandante del agua y no del oferente.
- Modelo de negocio con la incorporación de una empresa especializada que se encargará de la construcción y operación de la PTAR por un período de 20 a 30 años
- Ingresos provenientes de las tarifas recaudadas por IBAL y los aportes de la minera.
- Las tarifas de IBAL resultaban menores a una PTAR propia
- La minera aportaba la PTAR como medida de mitigación ambiental

Casos de Estudio - Colombia

Proyecto de Reúso de Agua en Giraldot

- Gradex. 1996. Estudio de impacto ambiental Distrito de riego Girardot-Tocaima. Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT), Bogotá

Casos de Estudio - Internacional

Antofagasta, Chile

- Antofagasta se encuentra en el norte de Chile, donde se concentra la principal actividad minera.
- Antofagasta es parte del desierto de Atacama, el más árido del mundo.
- BOT para el tratamiento de aguas residuales en el año 1994 y tiene un plazo de 30 años.
- El BOT consideró la comercialización de las aguas residuales a clientes industriales.
- Tarifa de US\$ 0,15 por m³ tratado y considera dentro del contrato el pago de un volumen mínimo asegurado.
- El Contrato incluye una planta de pretratamiento de 1.150 l/s y un emisario submarino de 1.5 km.
- Se rehabilitó una planta de tratamiento biológico de 120 l/s que son vendidas para uso industrial a dos empresa del rubro minero.
- En la actualidad se está estudiando construir una PTAR de 900 l/s para reúso.

Casos de Estudio - Internacional

Aguas Andinas (SUEZ), Santiago, Chile

- En los últimos años toda la zona central de Chile., está sufriendo una sequía prolongada.
- El caso de reúso es intercambio de agua de segundo uso por agua de primer uso. 17.280 m³/día de agua tratada de La Farfana a una empresa minera, a cambio de sus derechos de agua.
- Aguas Andinas utiliza estos derechos para la producción de agua potable.
- Actualmente, el transporte se realiza mediante el uso de camiones, a la espera de la construcción de una impulsión desde la planta de tratamiento hasta el punto de alimentación de la empresa minera.

Casos de Estudio - Internacional

Lerdo, Durango, México

- La zona es muy seca y de baja disponibilidad hídrica
- PTAR para tratar las aguas residuales de Ciudad Lerdo.
- SAPAL financia la operación con la venta de agua tratada a la termoeléctrica de Lerdo de CFE
- El agua para la CFE pasa por un tratamiento terciario.
- Esta PTAR no cuenta con una garantía federal
- Inició operación el año 2009 y el contrato se extiende por 20 años.
- El contrato SAPAL-CFE tiene una tarifa fija por m³ consumido por CFE, con un piso de 4.7 millones de m³/año (149 l/s).
- El precio de venta a CFE es el 80% del precio publicado en la Ley Federal de Derechos para el aprovechamiento de aguas nacionales para la Zona de Disponibilidad 2 de US\$ 0.91/m³).
- Se estimaba que el consumo de CFE llegué a 150 l/s (flujo requerido para amortizar la inversión) a finales de Agosto de 2012. Esto ocurrió hace pocos años, retrasándose el equilibrio financiero.
- Actualmente opera de acuerdo a lo requerido.

Casos de Estudio - Internacional

Valle de Guadalupe, Baja California, México

- La zona es muy seca y de baja disponibilidad hídrica
- Solución al problema de falta de recurso hídrico que limita considerablemente las potencialidades de desarrollo agroindustrial del Valle de Guadalupe.
- Abastecimiento de una zona de cultivos de alto rendimiento económico con aguas residuales de una urbe de gran tamaño
- El Gobierno estatal incentiva el reúso, entregando el caudal de 1.000 lps, a través de una licitación, para que un privado invierta y opere por 30 años la infraestructura necesaria y el privado acuerde libremente con los usuarios el precio de venta del agua.
- Contempla las obras necesarias para entregar en el Valle de Guadalupe un caudal de 1000 [l/s] de agua apta para riego: PTAR y un acueducto de más de 100 kms. de longitud.
- El financiamiento es asumido en un 100% por la firma ganadora y no existe, ningún tipo de aportes públicos.
- En etapa de negociación entre Proveedor y los vitivinicultores de las condiciones contractuales
- Se espera que este proyecto esté operativo entre los años 2024 y 2025.

Casos de Estudio – Factores críticos de éxito

- **Tipo de industria demandante.** Industrias de alta rentabilidad. Disposición al pago.
- **Oferta disponible.** Áreas donde el agua es un bien escaso.
- **Relación con tarifas a usuarios.** Desincentivo al capturar utilidades del negocio, para traspasársela a los usuarios finales.
- **Efecto social.** Agregar al proyecto el beneficio social (caso Ibagué).
- **Modelo de gestión.** Esquema que garantice que las inversiones a realizar serán adecuadamente remuneradas en el tiempo con riesgo acotado a la demanda y el pago de la tarifa.
- **Demanda.** Estable en el tiempo, asociada a proyectos de largo plazo y que sean dependientes del recurso. Proyectos de corto plazo y de fácil sustitución, como puede ser agricultura de baja gama, donde en forma fácil se puede migrar a terrenos urbanizables, no son adecuados para proyectos de reúso.

AVANCES

- ✓ Casos de estudio.
- ✓ Análisis legislación.
- ✓ Análisis Oferta/Demanda.
- ✓ Aspectos Técnicos

Análisis Legal

LEY 373 DE 1997 (Nacional)

- Establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
- Artículo 5o. Reúso obligatorio del agua. Permite y fomenta el reúso del agua.

DECRETO 1076 DEL MVCT DEL 26 DE MAYO DEL 2015

- Reglamento del sector ambiente y desarrollo sostenible.

RESOLUCIÓN 631 DEL MVCT DEL 17 DE MARZO DEL 2015

- Establece los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado.
- Establece los límites de vertimientos en 70/70 DBO y SST (mg/lt)

Análisis Legal

RESOLUCIÓN 0730 NO. 0731 DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA DEL 28 DE DICIEMBRE DEL 2015,

- Renueva permiso de vertimientos de la PTAR de Tuluá
- Fija tasa retributiva para CENTROAGUA
- Fija condiciones a CENTROAGUA respecto del funcionamiento de la PTAR
- Vence en diciembre del 2020
- Fija exigencia calidad en 80/80 en % de remoción

RESOLUCIÓN 1207 DEL MADS DEL 25 DE JULIO DEL 2014

- Dicta disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.
- Define “Usuario Generador del Agua Residual Tratada” y “Usuario Receptor del Agua Residual Tratada”
- “En ningún caso el Usuario Generador puede cobrar por las cantidades (volúmenes) de Agua Residual Tratada entregadas al Usuario Receptor”;
- “El Usuario Receptor es el responsable de garantizar el cumplimiento de los criterios de calidad para el reúso de acuerdo con los usos establecidos en la Concesión de Aguas”
- Interpretación: el usuario generador es el que ensucia el agua y lo vierte al alcantarillado, para que CENTROAGUA las trate, por lo que no habría problema en su comercialización.
- Lo anterior evita que el generador de las aguas quiera cobrar a CENROAGUA por la venta
- Establece los posibles usos para las aguas tratadas:
 - Agrícola: no permite para productos de consumo humano y animal. Se debe revisar.
 - Industrial: Se restringe a 5 usos. Se debe ampliar, por ejemplo lava autos.

Análisis Legal - Recomendaciones

- Norma que obligue, donde exista la disponibilidad, a ser utilizada por los usuarios públicos y privados en usos como riego de parques y jardines; lavados de carro; enfriamiento, regado de canchas de golf.
- Establecer un precio de referencia como un % del agua potable o agua de primer uso.
- A nivel de Ley de la Nación, establecer que la CRA no podrá capturar las utilidades del negocio, traspasándosela a la tarifa final de usuarios. Limitar sólo al no pago de la tasa retributiva.
- Establecer una regulación para el monitoreo, control y cobranza de descargas excedentes de contaminante al drenaje municipal con el objeto de mantener la buena calidad del agua residual municipal y cobrar adecuadamente los servicios de tratamiento adicional.
- Permitir que las empresas que tratan el agua, puedan cobrar por los excedentes una tarifa libre

AVANCES

- ✓ Casos de estudio.
- ✓ Análisis legislación.
- ✓ **Análisis Oferta/Demanda.**
- ✓ Aspectos Técnicos

Análisis de la Oferta

- Abastecimiento alternativo: El estudio de Balance de Oferta – Demanda de agua en la cuenca del Rio Tuluá, 2017, Dirección Técnica Ambiental del CVC, NO EXISTE DEFICIT HIDRICO en la zona, por lo cual hay disponibilidad de agua de primer uso.
- La PTAR de Tuluá trató 400 lps el año 2019, siendo su capacidad nominal (Promedio diario) de 713 lps con una carga de 17.205 kgs/día de DBO y 12.044 kgs/día de SST.

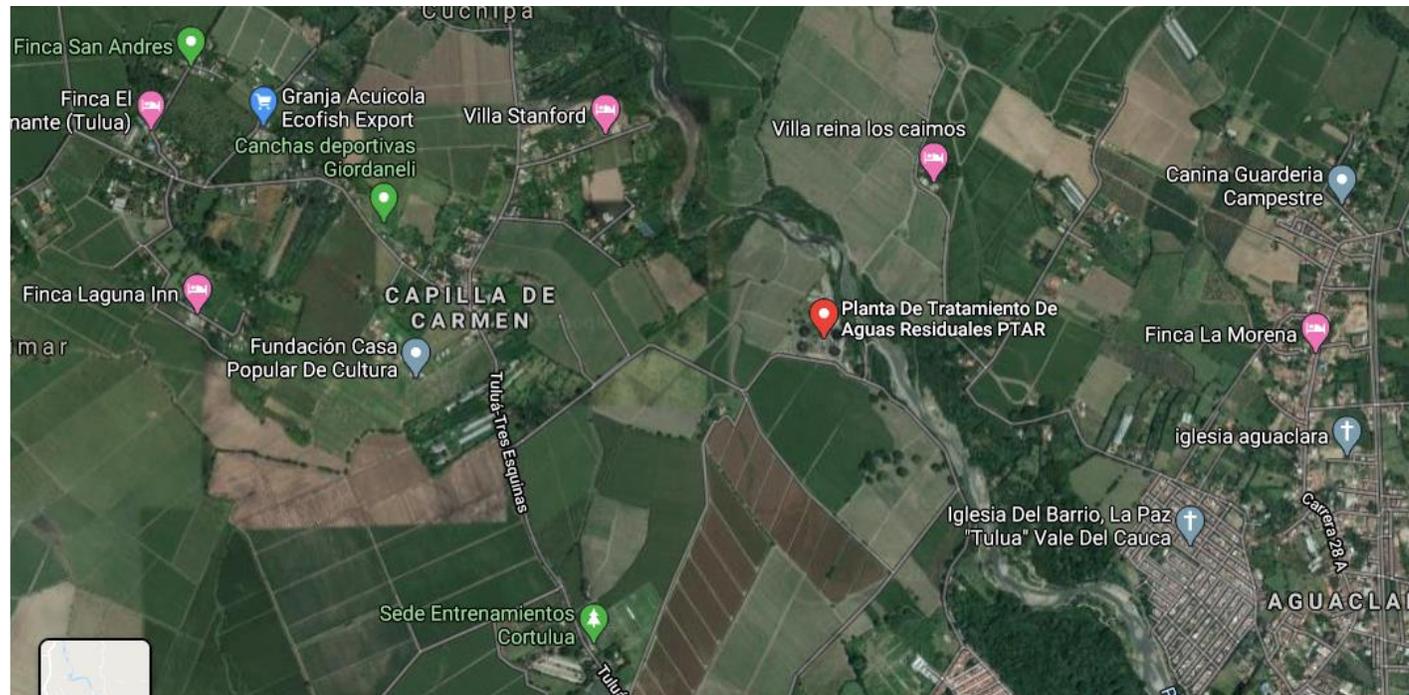
VOLUMEN AGUA TRATADA PTAR
AÑO 2019

MES	AFLUENTE PTAR	
	VOLUMEN TRATADO	
	m ³ /mes	LPS
ENERO	1,065,677.1	397.9
FEBRERO	995,154.6	411.4
MARZO	1,062,231.9	396.6
ABRIL	1,062,501.9	409.9
MAYO	1,172,061.9	437.6
JUNIO	1,090,468.2	420.7
JULIO	1,025,497.8	382.9
AGOSTO	1,036,657.5	387.0
SEPTIEMBRE	985,257.3	380.1
OCTUBRE	1,077,608.7	402.3
NOVIEMBRE	1,004,823.9	387.7
DICIEMBRE	1,042,285.2	389.1
PROMEDIO	1,051,685.5	400.2
TOTAL	12,620,226.0	



Análisis de la Demanda

- De conformidad con el estudio de Balance de Oferta – Demanda de agua en la cuenca del Rio Tuluá realizado en el 2017 por la Dirección Técnica Ambiental del CVC, la demanda de agua para uso agrícola corresponde al 55,5%, la ambiental al 37,0%, la industrial al 4,0%, la doméstica 3,2% y finalmente la pecuaria con 0,5%.
- El agua tratada en la PTAR se descarga al Rio Tuluá. Aguas abajo es tomada por agricultores para el riego de sus cultivos entre los que destacan el de la caña de azúcar.
- Alrededores de la PTAR se desarrollan actividades agrícolas con cultivos de caña y otros, se ubica el trapiche Victoria, la sede de entrenamiento de Cortuluá y fincas campestres de alquiler.



Análisis de la Demanda

Clientes potenciales

- **Clientes Agrícolas:** Los agricultores actualmente consumen la mayor parte del agua principalmente en riego rodado de cultivos como caña de azúcar. No se distinguen cultivos especializados en la zona.
- **Clientes Urbanos:**
 - El Club Campestre La Rivera tiene un consumo de 223 m³/mes (0.1 lps) y reporta la misma descarga. Por experiencia de este consultor para el riego un campo de 9 hoyos puede requerir un flujo promedio de 20.0 lps y uno de 18 hoyos 40.0 lps promedio.
 - Parques y Jardines públicos: Por experiencia de este consultor, una ciudad del tamaño de Tuluá podría requerir del orden de 20.0 a 60.0 lps para el riego de sus parques y jardines públicos, entre los que destacan las áreas centrales de las avenidas.
- **Clientes Industriales.**
 - Por la BD de CENTROAGUA se identifican como clientes potenciales a los clientes actuales cuyos consumos y/o descargas son mayores a 1.000 m³/mes. Se está depurando esta información para determinar la demanda potencial

AVANCES

- ✓ Casos de estudio.
- ✓ Análisis legislación.
- ✓ Análisis Oferta/Demanda.
- ✓ Aspectos Técnicos

Aspectos Técnicos

FECHA	AFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR	
	DBO ₅ (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	
	Concentración Media mensual	Concentración Media mensual	Concentración Máxima Art 8 Res 0631
ene-19	492.93	145.05	70.00
feb-19	355.94	94.83	70.00
mar-19	433.32	90.52	70.00
abr-19	561.61	122.66	70.00
may-19	342.27	80.94	70.00
jun-19	324.62	68.67	70.00
jul-19	370.14	76.39	70.00
ago-19	409.12	91.29	70.00
sep-19	276.31	58.92	70.00
oct-19	378.12	58.33	70.00
nov-19	398.31	56.93	70.00
dic-19	354.62	51.02	70.00
MEDIA	391.44	82.96	70.00

2019

En DBO CUMPLE 5 meses del año.
En SST CUMPLE 1 mes del año.

2018

En DBO CUMPLE 1 mes del año.
En SST CUMPLE 1 mes del año.

FECHA	AFLUENTE PTAR	EFLUENTE PTAR	
	SST (mg/L)	SST (mg/L)	
	Concentración Media mensual	Concentración Media mensual	Concentración Máxima Art 8 Res 0631
ene-19	272.00	98.00	70.00
feb-19	163.50	89.75	70.00
mar-19	137.00	69.00	70.00
may-19	130.00	87.00	70.00
jun-19	201.50	127.75	70.00
jul-19	292.00	113.50	70.00
ago-19	210.00	105.56	70.00
sep-19	146.88	78.54	70.00
oct-19	260.50	89.25	70.00
nov-19	262.00	91.50	70.00
dic-19	201.00	118.50	70.00
MEDIA	206.94	97.12	70.00

De lo anteriormente expuesto se concluye que **LA PTAR NO ESTA CUMPLIENDO CON LA NORMATIVIDAD APLICABLE** y debe primero ser reforzada en sus procesos para garantizar sostenidamente el cumplimiento de la calidad del efluente tratado.

Aspectos Técnicos

FECHA	AFLUENTE PTAR		EFLUENTE PTAR	
	DBO ₅ (mg/L)		DBO ₅ (mg/L)	
	Kg/día -Afluente	Kg/mes-Afluente	Kg/día -Efluente	Kg/mes-Efluente
ene-19	17,068.6	512,058.3	4,335.4	134,396.1
feb-19	15,248.8	426,967.1	3,207.9	89,821.4
mar-19	15,019.0	465,589.0	2,723.7	84,435.4
abr-19	10,831.5	324,945.6	2,768.8	83,063.8
may-19	13,070.8	405,194.8	2,704.0	83,824.9
jun-19	13,009.8	390,294.2	2,334.7	70,040.7
jul-19	13,221.1	409,854.1	2,184.0	67,704.9
ago-19	14,410.4	446,722.6	2,886.2	89,473.6
sep-19	10,403.6	312,107.3	1,740.5	52,215.5
oct-19	12,841.6	398,090.6	1,757.5	54,482.1
nov-19	17,030.3	510,909.5	1,953.7	58,611.6
dic-19	13,869.8	429,964.2	1,621.0	50,249.6
MEDIA	13,835	419,391	2,518	76,527

13,835 Kgs DBO₅/día en promedio a la entrada de la planta en el 2019.

Siendo consistentes con la remoción previa considerada en el pretratamiento del 10% se tendría una carga de:

13,835 Kgs DBO₅/Día x 0.9 = 12,451 kgs DBO₅/día.

12.451 kgs DBO₅/día (Actual)/17.205 kgs DBO₅/día (Diseño) = 72.37% de carga de diseño. Es decir que esta operando a un 72.37% de su capacidad de proceso en kgs/día de DBO₅ y no esta rebasada pero aun asi no cumple con el 85% de eficiencia prevista en el diseño sino que logra una eficiencia media global del 81%.

CONCLUSION:

Actualmente en cuanto a la DBO los reactores operan a un 86.8% de la carga de diseño obteniendo una eficiencia del 82% x 0.9 = 74%, y CUMPLIENDO EN LA PLANTA el 42% del tiempo en DBO y 8% del tiempo en SST.

Aspectos Técnicos

Cumplir con la normatividad actual de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales)

Primer paso: Control de descargas excedentes de contaminante al drenaje municipal. La DBO promedio anual a la entrada de la planta fue de 391.44 mg/l. Valor muy elevado para el agua residual municipal de Tuluá. Debiera ser del orden de 220.00 mg/l. Hay dos empresas que por su giro aportan en conjunto 40 LPS de descargas de alta carga que podrían ser responsables de esta sobrecarga. Controlar a estas empresas.

Segundo paso: Incrementar la capacidad de proceso de la PTAR de manera económica para cumplir con la normatividad actual, de ser necesario:

- ✓ Instalar DOS SEDIMENTADORES PRIMARIOS adicionales.
- ✓ Modificar los CLARIFICADORES SECUNDARIOS a fin de proveer un área de Biofloculación.

Alternativamente: incrementar la capacidad de proceso de las planta y cobrar a la empresa generadora la descarga excedente de contaminante.

Aspectos Técnicos

Descripción de Alternativas de proceso para lograr la calidad de agua para venta.

- Después de cumplir con la norma: llevar a 20/20 mg/l de DBO y SST, las alternativas de tratamiento sugeridas tanto para la planta piloto de 1.0 LPS y los módulos posteriores 1 y 2 de 20.0 LPS, y subsecuentes (Flujo a determinar en su oportunidad), pueden ser técnica y económicamente viables cualquiera de las siguientes:
 - Reactor Biológico de Mezcla Completa con Recirculación Celular + Desinfección por Cloro. La purga de lodos del clarificador secundario se envía a los digestores primario y secundario de la planta principal.
 - Reactor Biológico Convencional + Desinfección por Cloro. La purga de lodos del clarificador secundario se envía a los digestores primario y secundario de la planta principal.
 - Reactor Biológico Aeróbico en otras modalidades como MBR, MMBR, TF/SC. Contacto y Estabilización; + Desinfección por Cloro. La purga de lodos del clarificador secundario se envía a los digestores primario y secundario de la planta principal.

Consultoría Reúso aguas residuales Tuluá Avance 1

Consultor: Fernando
Benavente. Ingeniero
Civil, Master en
Economía

Junio, 2020