

Uso de la tecnología convencional para la reducción de agua de consumo y gases de efecto invernadero a través de la recirculación del agua residual no doméstica: Piloto Industrial en Colombia. Economía Circular.

Use of conventional technology for the reduction of water consumption and greenhouse gases through the recirculation of non-domestic wastewater: Industrial Pilot in Colombia. Circular Economy.

Luis Eduardo Garcia Rodríguez¹ , Luis Germán Gonzalez Guzman²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6427-8525>

email: luigarcir@gmail.com

¹ Industrias Parber, Bucaramanga, Colombia.

² Servicentro Deprisa, Bucaramanga, Colombia.

RESUMEN

El uso del agua suministrada por los acueductos y/o agua subterránea en la actividad de lavado de autos es una práctica general a nivel mundial. Las estaciones de lavado de vehículos convencionales son uno de los sectores de servicios que más consume agua en su proceso productivo.

La mayoría de los establecimientos son convencionales y desconocen las ventajas que les traería recircular el agua residual. Se estima un volumen entre 250 y 500 litros de agua para realizar un lavado general de un automóvil y otros, este vertimiento genera un impacto negativo al medio ambiente debido a que estas aguas residuales terminan en cuerpos de aguas, ríos y quebradas.

A partir del año 2017 en el servicentro Deprisa ubicado en Bucaramanga (Colombia), se instaló un sistema piloto de Ecolavado electrofoilo para el tratamiento, aprovechamiento y recirculación del agua residual no doméstica y así eliminar el vertimiento al alcantarillado. Lo anterior permitió cumplir con el programa de uso eficiente y ahorro del agua estipulado en la ley de Colombia 373 de 1,997 y a su vez logró la certificación como negocio verde, emitido por la Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

El sistema piloto de recirculación instalado en el año 2017 logró reducir el agua de consumo un 80% y un impacto positivo en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono, generando beneficios ambientales y económicos.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, gerenciamiento hídrico, tratamiento de aguas.

Como citar: Garcia Rodríguez, L. E. & Gonzalez Guzman, L. G. (2022). Uso de la tecnología convencional para la reducción de agua de consumo y gases de efecto invernadero a través de la recirculación del agua residual no doméstica: Piloto Industrial en Colombia. Economía Circular. *Fuentes, el reventón energético*, 20(2), 75-90. <https://doi.org/10.18273/revfue.v20n2-2022007> 

ABSTRACT

The use of water from aqueducts and/or groundwater in the car washing activity is a general practice worldwide. Conventional car washes are one of the service sectors that consume the most water in their production process.

Most of the establishments are conventional and are unaware of the advantages of recirculating wastewater. It is estimated that between 250 and 500 liters of water are used to perform a general car wash and other activities; this discharge generates a negative impact on the environment because this wastewater ends up in bodies of water, rivers, and streams.

Starting in 2017 in the Deprisa servicenter located in Bucaramanga (Colombia), a pilot system of Ecolavado electrofoil was installed for the treatment, use and recirculation of non-domestic wastewater and thus eliminate the discharge to the sewage system. This enabled the company to comply with the program for efficient water use and savings stipulated in the Colombian Law 373 of 1997 and was certified as a green business by the Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

The pilot recirculation system installed in 2017 reduced water consumption by 80% and had a positive impact on reducing carbon dioxide emissions, generating environmental and economic benefits.

Keywords: Greenhouse gases, water management, water treatment.

INTRODUCCIÓN

El uso inadecuado del agua de consumo en el lavado de automóviles es una fuente con impactos negativos al medio ambiente y más cuando los sistemas de tratamiento de aguas residuales que tiene instalados no incluyen sistemas de recirculación.

En forma general la industria del lavado de autos debe cumplir con la resolución 631 del ministerio del medio ambiente del 2015, reglamentando el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010 el cual tiene por objeto disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.

Las cargas contaminantes de estas aguas residuales son una mezcla compleja que incluye hidrocarburos, detergentes, jabones, siliconas y muchos otros productos utilizados en el embellecimiento de automóviles [1-3]

El uso de sistemas de recirculación son una solución práctica para el tratamiento de agua residual no doméstica contaminada para reutilizarla nuevamente en el proceso de lavado, basados en la resolución 1256 del 23 de noviembre del 2021. La resolución 1256

manifiesta siempre que sea técnica y económicamente viable, todo usuario del recurso hídrico podrá hacer la recirculación de sus aguas residuales, sin que se requiera autorización ambiental. En este piloto se instalaron equipos convencionales y de fácil operación, así como químicos comerciales comunes como coagulantes, carbón activado con plata coloidal y polímeros.

El agua residual no doméstica que va hacia el alcantarillado es retomada e impulsada por una bomba sumergible de 1 hp desde la PTAR y transferida luego de su tratamiento y recirculación a un tanque de 2 m3.

SISTEMA PILOTO DE RECIRCULACIÓN

El Sistema piloto contiene diferentes etapas de tratamiento como se visualiza en la figura 1.

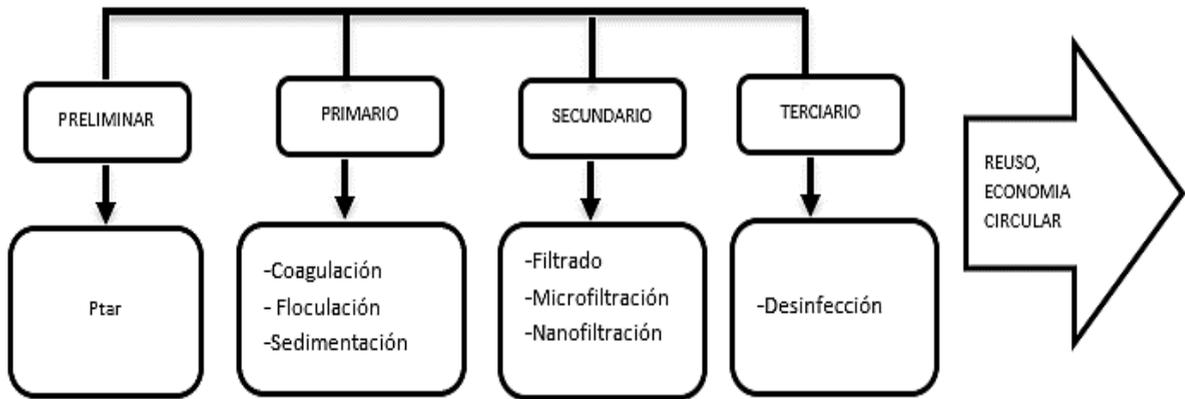


Figura 1. Etapas de tratamiento

El agua residual no doméstica es llevada por una bomba sumergible de 1 hp ubicado en el compartimiento de aforo “H” de salida hacia el alcantarillado de la PTAR (Figura 2), hacia la etapa primaria al cual elimina los sólidos en suspensión presentes en el agua residual.

Los principales procesos fisicoquímicos que pueden ser incluidos en el tratamiento primario son los siguientes: sedimentación, flotación, coagulación – floculación y filtración” [4-6]

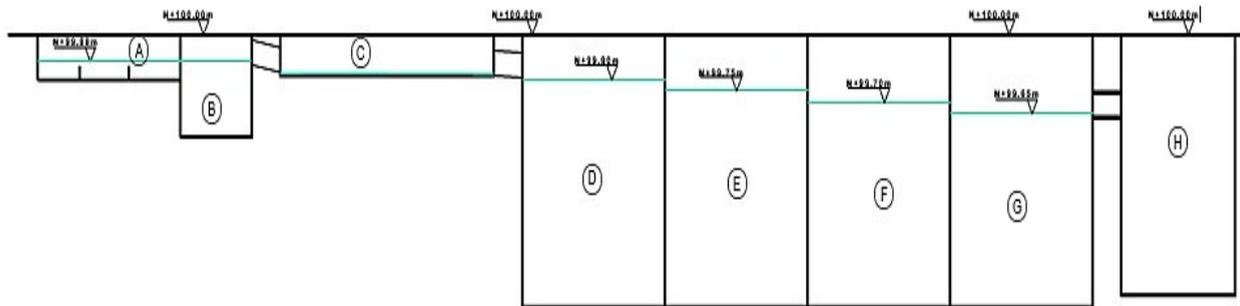


Figura 2. Corte lateral PTAR

En la etapa primaria del piloto industrial, el agua transferida desde la PTAR es ubicada en el tanque 1 (Figura 3), en el cual los contaminantes como los sólidos en suspensión, son separados por procesos fisicoquímicos. Para realizar este trabajo en la etapa preliminar se eligió como coagulante el policloruro de

aluminio (PAC), el cual tiene la capacidad de romper la estabilidad de los sólidos en suspensión estos sólidos inestables generaron flóculos que luego precipitaron en el sedimentador con la ayuda de un polímero de alta densidad ó floculante [7,8].



Figura 5. Carbón activado con plata coloidal

En general la granulometría usada de los carbones activados mesoporos y macro porosos en algunas de las etapas de filtración correspondieron a mallas entre 4x8 y 8x30.

Luego en su recorrido el agua residual no doméstica pasa por la unidad de Microfiltración en el punto 3 (Figura 3), la cual está compuesta por 3 microfiltros de 5 micras con carbón activado de cáscara de coco

impregnado de plata coloidal y luego pasa por la unidad de nanofiltración en el punto 4 (Figura 3). Posteriormente este volumen de agua tratada es llevado al punto 5 (tanque Nro. 2) en donde se aplica una cantidad mínima de hipoclorito para iniciar su utilización en el lavado del lavado. En la Figura 6 se pueden observar la apariencia del agua cruda y el agua recirculada.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA RECIRCULADA

Tabla 1. Resultados de los Análisis fisicoquímicos del agua recirculada

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO/TECNICA	FECHA DE ANÁLISIS
TIPO DE MUESTRA PUNTUAL				
ANÁLISIS DE CAMPO				
Temperatura	°C	31.2	SM 2550 B	2017-05-15
pH/T	Unidades pH/°C	6.66/30.7	SM 4500 H B / Electromecánico	2017-05-15
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS				
Demanda Química de Oxígeno. DQO	mg O ₂ / L	46.9	SM 5220 C / Reflujo cerrado - volumétrico	2017-05-24
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅	mg O ₂ / L	23.3	SM 5210 B / SM 4500 O G Incubación 5 días / Electrodo de membrana	2017-05-15
Detergente -Tensoactivos	mg SAAM/L	4.28	SM 5540 / Extracción liquido – liquido Colorimetría	2017-05-17
Hierro Total	mg F _e / L	0.02	SM 3500 F _e -B / Espectrofotométrico	2017-05-17
Grasas y aceites	Mg/L	<10	SM 5520 /Extracción liquido – liquido, Partición Gravimétrica	2017-05-18
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NPM / 100 ml	3000	SM 9221 B / Técnica de fermentación	2017-05-15
Coliformes Fecales	NPM / 100 ml	1000	SM 9221 E / Técnica de fermentación	2017-05-15

Fuente: SM Standard Methods for the Examination of water and Wastewater 22th Edition, 2012, AWWA, WEF



Figura 6. Apariencia del agua cruda y agua recirculada.

REDUCCION DE CONSUMO DE AGUA Y GASES EFECTO INVERNADERO

El piloto inició con un consumo promedio 154,000 litros de agua de consumo y luego se estabilizó en promedio de 29,000 litros, lo cual representa un ahorro

representativo en el recurso hídrico. En la figura 7 se visualizan los consumos mensuales descritos en el acueducto de Bucaramanga.



Figura 7. Consumos acueducto metropolitano de Bucaramanga.

A corte de Julio 2201, 4 años después, se evidenció el ahorro de 5,358,000 litros de agua de consumo. Este ahorro de agua de consumo alcanzaría para cubrir las

siguientes actividades cotidianas del ser humano como se visualiza en la tabla 2, ya que los escasos de agua de consumo afectan a 4 de cada 10 personas [10-13].

Tabla 2. Relación de personas beneficiadas por actividad.

Actividad.	Gastos por Actividad por persona (Litros)*	Personas beneficiadas por el ahorro.
Cocinar y beber.	6	893,000
Lavar Utensilios de cocina.	15.5	345,677
Aseo de la vivienda.	8.9	602,022
Lavado de ropa.	27.1	197,712
Lavado de dientes.	4	1,339, 500
Sanitario	19.9	269,246
Ducha	140	38,271

*Cartilla cultura del agua - escuela del agua. Ing. Jorge Martín Camargo.

Por otro lado, se observa otro beneficio ambiental al no verter esta misma cantidad de agua residual no doméstica (5,358,000 litros) a los cuerpos de agua, generando la no contaminación de los cuerpos de agua existentes.

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero despierta actualmente un creciente interés en el sector del agua, debido al significativo impacto que el cambio climático tendrá sobre la disponibilidad de recursos hídricos en algunas áreas. En esta oportunidad se evaluó la huella de carbono en términos de KgCO₂ ahorrados cuando recirculamos agua residual no doméstica

El factor de emisión para el suministro de agua de consumo es de 0.1427 kg CO₂/m³ [14-16]. Por lo anterior podemos determinar que el ahorro de 5,358,000 litro de agua de consumo genera una masa de 764.6 kg CO₂, equivalentes a 0.2084 toneladas de Carbono, que se dejarían de emitir, debido a que este volumen de agua no se consume.

Además, desde el punto de vista del vertimiento industrial recirculado tendríamos otro beneficio debido a que tampoco se vertería este volumen de 5,358,000 litros de agua residual no doméstica. Por lo anterior es posible cuantificar los impactos ambientales generados, para tales efectos, se usará como base de cálculo el mismo factor de emisión de agua de consumo de 1427 kg CO₂/m³ reduciendo la emisión de 764.6 kg CO₂, equivalentes a 0.2084 toneladas de Carbono.

Ahora bien, considerando que el proceso de recirculación tiene unos gastos energéticos aplicadas al fluido eléctrico usado para el movimiento rotatorio de las bombas, así como los insumos químicos, es posible utilizar la fórmula de balance de huella de carbono del proceso de recirculación que se encuentra explícita en la Figura 1.

Bombas de recirculación.

El volumen total de agua residual no doméstica recirculada fue de 2,034,000 litros en 4 años, correspondiente a 1,107 procesos en baches de 2,000 litros. Considerando 2 horas el tiempo total de las bombas en cada bache de tratamiento y basados en el factor de emisión eléctrica de 0,16438 Kg CO₂ / Kwh podemos afirmar que las emisiones emitidas fueron de 334 kg de CO₂.

Insumos Químicos.

En general y para efectos de cálculo utilizamos el valor más alto de este rango del índice de carbono de 400 - 740 kgCO₂/mT de la manufactura de la poliacrilamida hidrolizada [15-17], y asumiendo que todos los insumos (Coagulantes, floculantes, carbón activado, etc) en el proceso de recirculación tienen una dosificación en total de 200 ppm, podemos inferir que para los 2,034,000 litros que se recircula se generaron 301 Kg CO₂.

Resumiendo:

Kg CO₂ dejados de emitir por recirculación

=KgCO₂ por ahorro de agua de consumo+ KgCO₂ por No vertimiento

-KgCO₂ por consumo energético de bombas para la recirculación

- KgCO₂ por manufactura de Insumos Químicos Usados.

Kg CO₂ dejados de emitir por recirculación=764+764-334-301=893 Kg CO₂

Toneladas de Carbono Neto dejados de emitir

$$= 0.893 \text{ ton CO}_2 \times \frac{12 \text{ C}}{44 \text{ CO}_2} = 0.243 \text{ ton C}$$

Pérez et al. (2020), evalúa las hectáreas de bosque natural que se necesitarían para almacenar determinadas toneladas de carbono basados en la Tabla 3 [15].

Tabla 3. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010. Ideam.

Cobertura	C*
Bosque húmedo Montano	72.7
Bosque húmedo Montano bajo	147.5
Bosque húmedo Premontano	57.0
Bosque húmedo Tropical	132.1
Bosque muy húmedo Montano	62.7
Bosque muy húmedo Montano bajo	130.0
Bosque muy húmedo Premontano	91.5
Bosque muy húmedo Tropical	82.5
Bosque muy seco Tropical	49.1
Bosque pluvial Montano	53.2
Bosque pluvial Montano bajo	52.6
Bosque pluvial Premontano	106.8
Bosque pluvial Tropical	86.1
Bosque seco Montano bajo	108.0
Bosque seco Premontano	70.3
Bosque seco Tropical	48.1

*C es el carbono almacenado en toneladas por hectárea

INDICADOR AMBIENTAL

Se incorporó un nuevo indicador denominado Eficiencia Ambiental de Recirculación (EAR) que sirve para guiar el proceso. Este indicador se define como:

$$EAR = \frac{MA}{MK}$$

En donde MA se refiere al volumen de agua ahorrada en m3 y MK los kg de CO2 dejados de emitir al medio ambiente.

Para este caso el factor de este proceso fué de 6.

Tabla 4. Costo de la calidad ambiental.

Prevención.	Descubrimiento.	Error Interno.	Error Externo.
Capacitación.	Inspecciones.	Desperdicio de materiales.	Multa.
Mantenimiento.	Auditorias.	Tratamiento y control de desperdicios.	Remediación de contaminación.
Rediseño de procesos.	Monitoreos.	Espacio.	Pérdida de confianza de clientes.
Reuso y reciclaje.	Reportes	Tiempo.	Mala Imagen
Comunicación externa.			
X 1	X10	X100	X1000

COSTOS

El costo del sistema para recirculación (Figura 3) se estima en \$22,000,000 COP, el cual se pagó en 2 años con el ahorro económico obtenido por la reducción en el agua de consumo en un 80% y también con el ahorro del costo económico asociado al no pago anual de los análisis fisicoquímicos de vertimientos, que oscilan en 5 y 6 millones de pesos.

La relación de los materiales y accesorios de la planta de aprovechamiento y recirculación electrofoil y sus detalles, se visualizan en los anexos A, B, C, D, E, F.

Además, es importante actuar en etapas tempranas como la prevención para reducir el costo de la calidad ambiental de los proyectos como se visualiza en la tabla 4 [13,18-20].

RECONOCIMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL

La corporación de defensa y meseta de Bucaramanga (CDMB) a través de su ventanilla de negocios verdes otorgó al piloto la certificación al Ecolavado servicentro Deprisa en la vigencia de los años (2020

– 2021) y (2021-2022); lo cual avala este trabajo que impacta positivamente el medio ambiente a través de la recirculación de agua residual no doméstica (figura 8).



Figura 8. Certificados de Negocios Verdes.

CONCLUSIONES

1. Se evidencia un ahorro de 5,538,000 litros de agua de consumo del acueducto en sus 4 años de operación y mantenimiento, el cual garantiza la disponibilidad y el derecho humano al agua (Objetivo de sostenibilidad #6 – ONU), reduciendo en un 80% el agua de consumo y la captación de recurso hídrico.
2. Fue constatada una eliminación de vertimiento de 5,53 toneladas de agua residual no doméstica a los cuerpos de agua, lo cual impacta favorablemente el medio ambiente.
3. Hubo una reducción de 893 kg CO₂ generando un impacto positivo en la mitigación de gases efecto invernadero como precursor del calentamiento global. Lo anterior confirma que la recirculación es viable y permite alinear los procesos a los acuerdos de las políticas y compromisos adquiridos en la conferencia de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) sobre el medio ambiente y especialmente en Colombia, donde su compromiso es reducir en 51% la emisión de gases efecto invernadero para el año 2030.
4. Se incrementó el valor competitivo de servicentro Deprisa debido al otorgamiento de la certificación de Negocios Verdes por parte de la CDMB en los años 2020 y 2021, avalando este trabajo como referente en el oriente colombiano.

AGRADECIMIENTOS

A la Unión Europea, al ministerio del medio ambiente de la república de Colombia, a la ventanilla de negocios verdes de la CDMB por su acompañamiento, reconocimiento y certificación del piloto de aprovechamiento y recirculación de agua residual no doméstica, a la empresa Industrias Parber por su asesoría y aporte técnico en el diseño, construcción y puesta en marcha de la planta de recirculación “electrofloil” e insumos químicos y al dibujante técnico Camilo Andrés Gómez García por su aporte en los planos generales y detallados.

REFERENCIAS

- [1] Blanco-Camargo, D., Henríquez-Orozco, S., Fajardo-Ortiz, E. J., & Romero-Valbuena, H. (2020). Consumo de energía, crecimiento económico y emisión de dióxido de carbono en Colombia. *Fuentes, El reventón energético*, 18(1), 41–50. <https://doi.org/10.18273/revfue.v18n1-2020005>
- [2] Buitrago Z, Epalza J, Garcia L. (2020). Evaluación de la remoción de COD y BOD en aguas residuales del lavado de buses, usando coagulación, floculación y tratamiento biológico aeróbico. doi: 10.3303/CET2079064.
- [3] Cardozo J, (2017). Tesis Diseño de una planta de tratamiento de aguas, para lavado automotor, para la empresa translogam s.a.s. Fundación Universidad de América. Bogotá.
- [4] Decreto 3930 Republica de Colombia. (2010). Decreto 3930 de 2010. Bogotá: Gaceta oficial.
- [5] Fernández, J. A. M., Mendoza, W. A. B., & Consuegra, H. D. (2022). Análisis del potencial del uso de hidrógeno verde para reducción de emisiones de carbono en Colombia. *Fuentes: El reventón energético*, 20(1), 57-72.
- [6] Héline Chowa & Anh Le-Tuan Phama (2019). Eliminación efectiva de Sílice y sulfuro del agua térmica in situ en arenas bituminosas mediante electrocoagulación. Canadá <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120880>.
- [7] Hernández, J. M., Reyes, N. P., Martín, L. G., Galindo, L. S. C., Silva, R. S., Guerrero, W. A., & Martín, C. A. G. (2022). Análisis DOFA para la evaluación del potencial de energía eólica en Colombia. *Fuentes: El reventón energético*, 20(1), 45-56.
- [8] Ibañez-Gómez, L. F., Albarracín-Quintero, S., Céspedes-Zuluaga, S., Montes-Páez, E., Ando Junior, O. H., Carmo, J. P., ... & Guerrero-Martín, C. A. (2022). Process Optimization of the Flaring Gas for Field Applications. *Energies*, 15(20), 7655.

- [9] Manejo, tratamiento y reuso del agua en las estaciones de lavado de vehículos “los ángeles” Kennedy. Garcia y Burgos Jenny. Universidad distrital francisco de paula Santander, facultad de medio ambiente y recursos naturales, Bogotá. 2015.
- [10] Norma técnica ntc colombiana 3903. Procedimiento para el ensayo de coagulación-floculación en un recipiente con agua o método de jarras. Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19429, USA.
- [11] Organización Mundial de la Salud. (2011). Revisión anual mundial de saneamiento y agua potable (GLAAS) de la ONU-AGUA de 2010. Ginebra, Suiza: OMS UN-Water.
- [12] Pérez et al., 2020, Calentamiento en fondo y métodos híbridos de inyección cíclica de vapor: tecnologías del laboratorio al campo. Ecopetrol. Ciencia, Tecnología y Futuro Vol. 10, No. 2 diciembre 2020. págs. 49 – 60. Colombia. <https://doi.org/10.29047/01225383.257>.
- [13] Portal de ciencia y tecnología para la conservación del planeta. ALUNA 2020. <https://aluna.news/aguas/2020/lavar-al-rayo-mcqueen-un-problema-que-se-disminuye-gracias-a-los-lavaderos-sostenibles/>.
- [14] RAS 2000. Título C. Sistemas de potabilización - reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (págs. 25-85). Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico.
- [15] Resolución 0631 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Bogotá: Oficial. Resolución 2115. (2007). Capítulo IV. En M. D. SOCIAL, Resolución 2115 (págs. 7-12). Bogotá: Oficial. República de Colombia.
- [16] Rodríguez, Juan P et all, 2020, Revisión de los factores de emisión en las metodologías de huella de carbono en Colombia, Revista Espacios, Vol. 41 (47) 2020. Art 6.
- [17] SÁCHICA, J. A. (2020). Metodología para la optimización del consumo energético bajo el análisis de eficiencia financiera con un alto impacto en la reducción de emisiones de GEI. Caso exitoso de aplicación en el campo más grande de Colombia. Fuentes, El reventón energético, 18(2), 107–122. <https://doi.org/10.18273/revfue.v18n2-2020007>
- [18] Seoáñez Calvo, M. (1998). Aguas Residuales: Tratamiento por humedales artificiales Madrid: Mundi-Prensa Libros S.A.
- [19] Solano D, (2020). Tesis Diseño y análisis de un sistema de recuperación de aguas residuales de lavado de autos. Universidad de la costa. Barraquilla.
- [20] Yi Jing, C. F. (2009). A review on anaerobic – aerobic treatment of industrial and municipal Wastewater. Chemical Engineering Journal, 1- 18.

ANEXO A

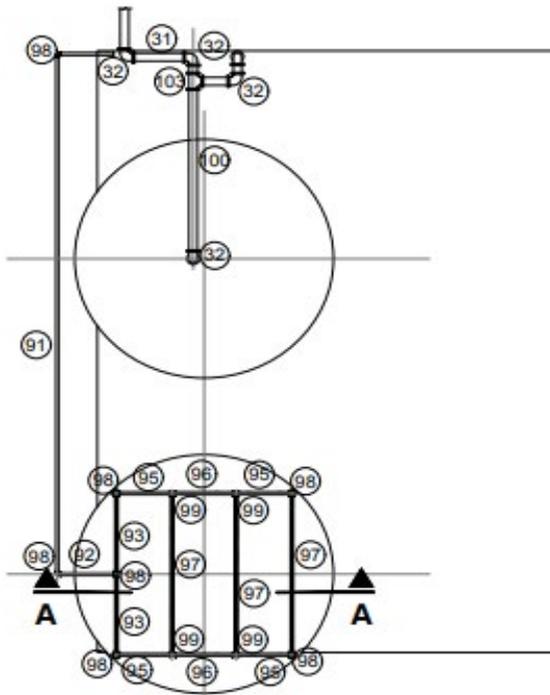
No. Plano	Descripción	Cantidad
1	Tanque de Tratamiento 2,000 Litros.	1
1	Tanque de almacenamiento 2,000 Litros.	1
3	Codo 45° Pvc 1"	2
4	Codo 90° Pvc 1"	19
5	Niple Pvc 1";0.20m	2
6	Hembra Pvc 1"	5
7	Macho Pvc 1"	5
8	Niple Pvc 1";0.50m	1
9	Niple Pvc 1";0.55m	1
10	U Universal Pvc 1"	11
11	Niple Pvc 1";0.30m	1
12	Niple Pvc 1";1.40m	1
13	Niple Pvc 1";1.60m	1
14	Niple Pvc 1";0.88m	6
15	Niple Pvc 1";0.21m	2
16	Válvula Pvc 1"	12
17	Niple Pvc 1";1.28m	1
18	Tee Pvc 1"x1"	9
19	Niple Pvc 1";0.31m	5
20	Niple Pvc 1";0.39m	1
21	Niple Pvc 1";0.37m	1
22	Niple Pvc 1";1.24m	1
23	Buje Pvc 1"x1 ¼"	1
24	Filtro Industrial	2
25	Buje Pvc 1"x1 ½"	7
26	Macho Pvc 1 ½"	9
27	U Universal Pvc 1 ½"	3
28	Válvula Pvc 1 ½"	3

29	Niple Pvc 1 ½";0.36m	2
30	Niple Pvc 1";0.3m	1
31	Niple Pvc 1 ½";0.22m	1
32	Codo 90° Pvc 1 ½"	8
33	Niple Pvc 1 ½";0.17m	2
34	Tee Pvc 1 ½"x1 ½"	4
35	Niple Pvc 1 ½";0.02m	2
36	Niple Pvc 1 ½";0.22m	1
37	Buje Pvc 1 ¼" x1 ½"	1
38	Niple Pvc ¼" 0.22m	1
39	Macho Pvc 1 ¼"	2
40	Filtro 10 micras	2
41	Macho Pvc ¾"	3
42	Filtro 5 micras	1
43	Buje Pvc 1 ¼" x 1"	1
44	Buje Pvc 1 ¾" x 1"	4
45	Niple Pvc 1";0.45m	2
46	Niple Pvc 1";0.13m	2
47	Niple Pvc ¾" 0.15m	2
48	Niple Pvc 1";0.09m	1
49	Niple Pvc ¾";0.21m	1
50	Tee Pvc ¾"x¾"	5
51	Niple Pvc ¾";0.12m	1
52	U Universal Pvc ¾"	6

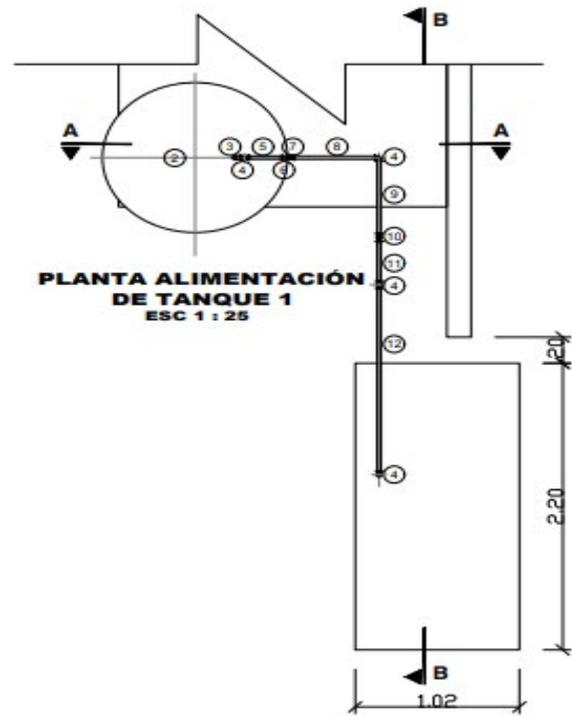
No. Plano	Descripción	Cantidad
53	Niple Pvc ¾";0.19m	1
54	Codo 90° Pvc ¾"	13
55	Niple Pvc ¾", 0.02m	7
56	Hembra Pvc ¾", 0.02m	3
57	Visor de fluido	1
58	Niple Pvc ¾", 0.09m	2
59	Niple Pvc ¾", 0.04m	2
60	Niple Pvc ¾", 0.10m	4
61	Válvula Pvc ¾"	11
62	Niple Pvc ¾";0.06m	1
63	Nano Filtro	1
64	Niple Pvc 1";0.23m	1
65	Niple Pvc ¾";0.71m	1
66	Niple Pvc ¾";0.08m	1
67	Niple Pvc 1";0.56m	1
68	Niple Pvc ¾";0.50m	1
69	Niple Pvc 1";0.11m	1
70	Niple Pvc ¾";0.42m	1
71	Niple Pvc ¾";0.25m	3
72	Niple Pvc 1";0.32 m	1
73	Niple Pvc ¾";0.17m	1
74	Niple Pvc 1";0.47m	1
75	Buje Pvc 1"x1 ½"	1
76	Hembra Pvc 1 ½"	1
77	Niple Pvc 1";0.87m	1
78	Niple Pvc 1";0.34m	1

79	Niple Pvc 1";0.14m	1
80	Niple Pvc 1";0.23m	1
81	Niple Pvc 1";0.49m	1
82	Niple Pvc 1";0.25m	1
83	Niple Pvc ¾";0.24m	1
84	Codo 45° Pvc ¾"	1
85	Niple Pvc ¾";0.07m	1
86	Niple Pvc ¾";0.30m	1
87	Niple Pvc ¾";0.55m	1
88	Niple Pvc ¾";0.82m	1
89	Niple Pvc 1";0.22m	4
90	Niple Pvc 1";0.48m	3
91	Niple Pvc ½";2.98m	1
92	Niple Pvc ½";0.23m	1
93	Niple Pvc perforada ½";0.36m	2
94	Niple Pvc ½";0.92m	1
95	Niple Pvc perforada ½";0.22m	4
96	Niple Pvc perforada ½";0.25m	2
97	Niple Pvc perforada ½";0.75m	3
98	Codo 90° Pvc ½"	7
99	Tee Pvc ½"	5
100	Niple Pvc 1 ½";2.98 m	1
101	Válvula de pie Pvc 1"	1
102	Medidor de presión	2
103	Tee Pvc ½"	1

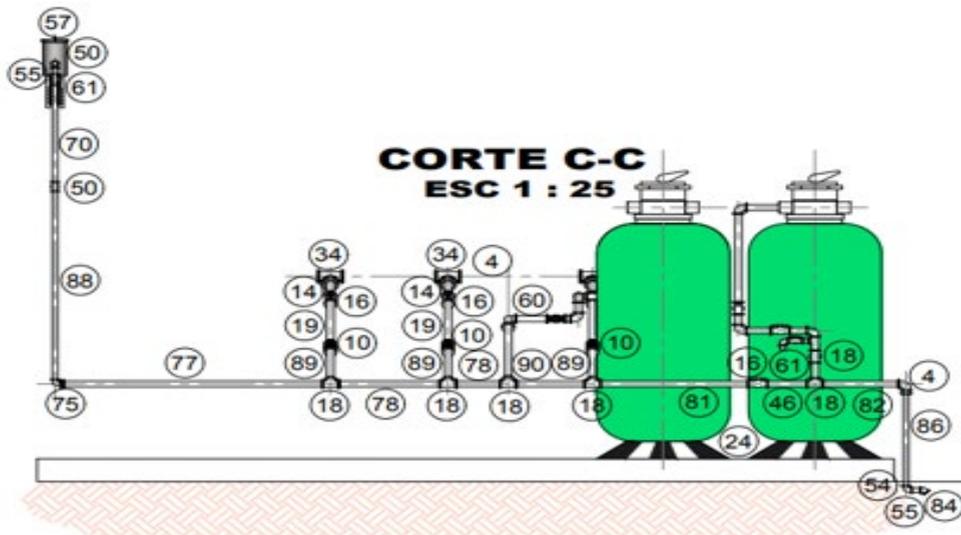
ANEXO B



**PLANTA DE AIREACION
DEL SISTEMA**
ESC 1 : 25

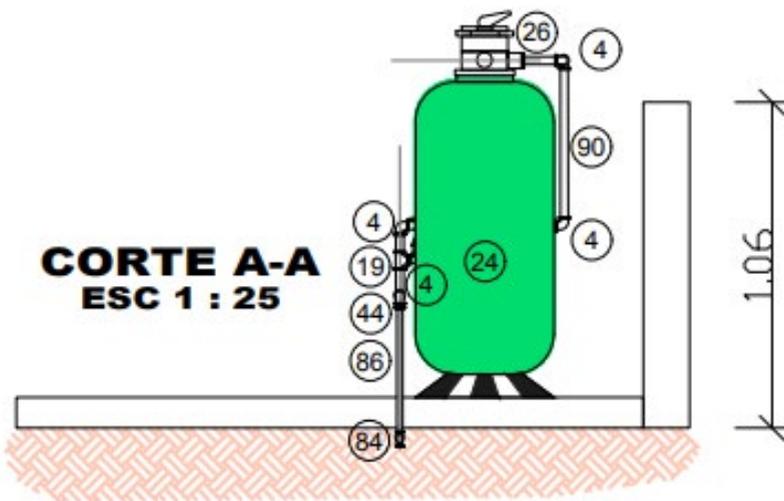
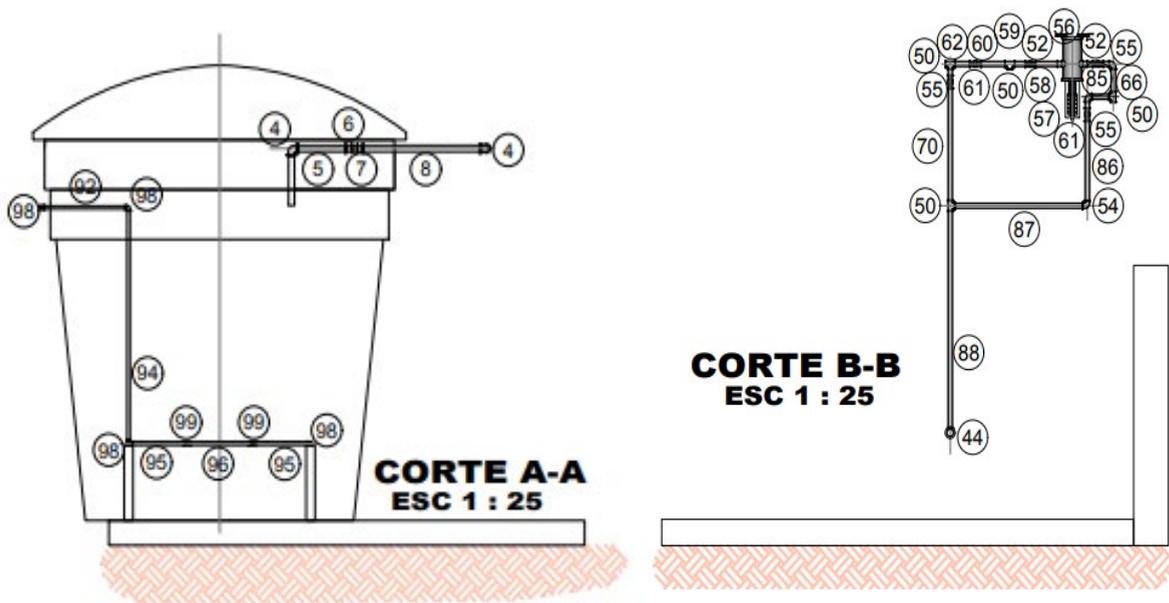


**PLANTA ALIMENTACION
DE TANQUE 1**
ESC 1 : 25

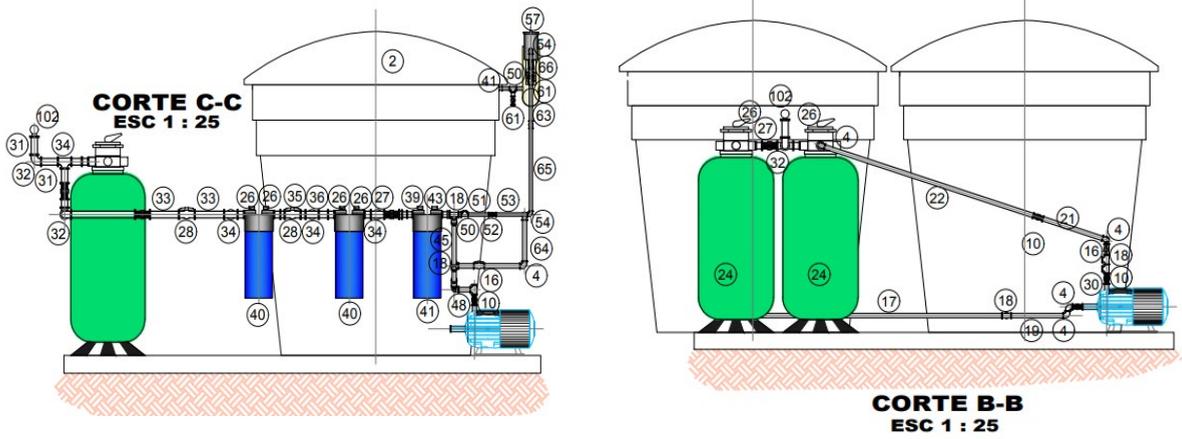


CORTE C-C
ESC 1 : 25

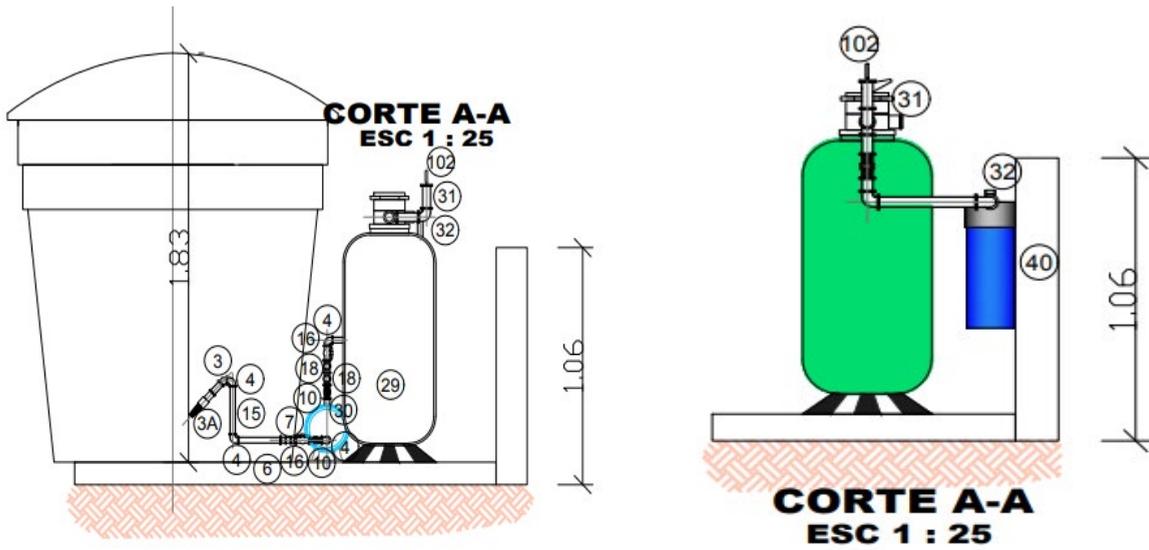
ANEXO C



ANEXO D



ANEXO E



ANEXO F

