

# Preparación y composición de agua residual sintética para ser alimentada en vermifiltros a escala laboratorio

Javier Mateo Portillo Díaz

Oscar David Silva Moreno

Estudiantes del Programa de Ingeniería Ambiental

Universidad Mariana

## Resumen

Se simula un agua residual doméstica con ingredientes de fácil consecución para la creación y estabilización de un agua residual sintética, la cual cumple con las características típicas de un vertimiento generado en el municipio de Sandoná-Nariño. En esta fase fue necesario realizar una caracterización del vertimiento para determinar los parámetros fisicoquímicos, los cuales fueron simulados en el agua residual sintética mediante la elaboración de un sustrato que incorpora una serie de componentes orgánicos e inorgánicos. Para conocer los parámetros iniciales con las que se encontraba el agua residual sintética, se preparó una muestra inicial de agua con los pesos mencionados de cada ingrediente, concluida la dilución, se tomó una muestra para analizar los parámetros de DBO, DQO, pH, conductividad, turbiedad y sólidos totales. Luego de saber estos resultados y obtener una concentración de cada parámetro, se ajustó la dosificación de cada ingrediente hasta que cumpla con las características típicas del vertimiento ubicado en el municipio de Sandoná. El agua residual sintética se preparó diariamente por 24 días, de tal manera que se obtuviera un agua residual que cumpla con las características típicas del vertimiento y se estabilice con el tiempo. Posteriormente, se hizo uso de esta agua residual sintética para alimentar tres vermifiltros, con el fin de evaluar la eficiencia en la remoción de la carga orgánica

**Palabras clave:** agua residual sintética, parámetros fisicoquímicos, tratamiento de aguas residuales.

## Introducción

El agua residual doméstica está compuesta de:

Componentes físicos, químicos y biológicos; es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos suspendidos o disueltos

(...). La mayor parte de la materia orgánica (...) consiste en residuos alimenticios, heces, materia vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. (Parra y Chiang, 2013, p. 39).

Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual es de un 40- 60 % de proteínas, 25-50 % de carbohidratos, 10 % de grasas - aceites y úrea, procedente de la orina de los seres vivos (Metcalf & Eddy, 1998). También se consideran pequeñas moléculas orgánicas sintéticas como agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas. (Manzanares y Ricaldi, 2017, p. 18).

Durante el estudio de aguas residuales domésticos a nivel laboratorio se presentan diversas dificultades, siendo alguna de ellas su peligrosa manipulación ya que estas mismas puedan tener agentes patógenos, su variabilidad de características fisicoquímicas y bacteriológicas debido a las condiciones de transporte siendo estas muy largas, temperaturas variables y su contaminación por otros entes. (pp. 6-7).

Para el estudio de aguas residuales domésticas en reactores a escala piloto se vuelve complicado, debido a las grandes variaciones de sus características y principalmente debido a la presencia de microorganismos patógenos. Así mismo, la dificultad de transporte de grandes muestras para ser llevadas al laboratorio para alimentar los reactores, más aún en nuestro caso, por ser un proceso continuo. Y principalmente, por la manipulación del agua residual doméstica por la presencia de microorganismos patógenos. (p. 47).

Por lo anterior, se propone la elaboración de un sustrato sintético de agua residual de preparación sencilla y con ingredientes comunes de fácil consecución, de manera que se asemeje a los parámetros de pH, sólidos totales, DBO, DQO, turbiedad y conductividad, característicos del vertimiento en consideración.

## Materiales y Métodos

### Zona de estudio

Se hizo visitas de reconocimiento de la quebrada Magdalena desde su desembocadura, identificando así las actividades y procesos que se realizan a lo largo de la quebrada, de igual manera, se identificó los puntos de vertimiento que son descargados sobre la fuente superficial. Posterior a esto, se seleccionó el sector bajo de la quebrada Magdalena como zona de estudio, dado que, en este tramo, a partir de las visitas de campo y reconocimiento GPS del lugar, se identificó un vertimiento con una alta carga contaminante, el cual vierte las aguas residuales de cuatro barrios del municipio de Sandoná, entre los que se encuentran: el barrio Hernando Gómez, Meléndez, Campo Alegre y Centenario. Este vertimiento maneja un caudal de 7-9 l/s directamente sobre la quebrada, y sin ningún tipo de tratamiento previo, generando un alto grado de contaminación sobre la fuente hídrica.

### Agua residual sintética

Se utilizó un agua residual sintética que cumpliera con las características similares al agua residual doméstica vertida sobre el sector medio bajo de la quebrada Magdalena, municipio de Sandoná, dado que no existe una metodología específica para la preparación de esta agua residual sintética. Se tomó como referencia el compuesto sintético propuesto por Torres, Foresti y Vazoller (1996), como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición sustrato

| Componente  |
|---|
| Gelatina  |
| Glucosa   |
| Leche en Polvo  |
| MgSO <sub>4</sub> – 7H <sub>2</sub> O (Sulfato de Magnesio)         |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (Fosfato diácido)                   |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Sulfato de Amonio) |
| NaHCO <sub>3</sub> (Bicarbonato de Sodio)                           |

Fuente: Torres, Foresti y Vazoller (1996).

Se utilizó este sustrato, ya que sus ingredientes son de fácil consecución, el cual se compone de elementos orgánicos

e inorgánicos, pero con una carga nula de organismos patógenos. Los rangos en los que puede oscilar cada parámetro se los determinó teniendo en cuenta el valor mínimo y máximo presentados en la caracterización del vertimiento. Este método fue aplicado por Torres et al. (1996), quienes prepararon un residuo sintético tratando de mantener una concentración de DQO total de 500 mg/l, la cual presentó variaciones entre 400-665 mg/l y valor medio de 536±54, con un coeficiente de variación de 10 %.

## Resultados

### Caracterización del vertimiento

Se realizó dos muestreos compuestos de 8 horas, con el fin de determinar cómo es la variación de los parámetros fisicoquímicos del agua en las diferentes horas del día, midiendo parámetros *in situ* como temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y turbiedad. Los procedimientos para determinar los parámetros fisicoquímicos se desarrollaron en los laboratorios de la Universidad Mariana sede Alvernia, para determinar DBO, DQO, nitritos, sólidos totales y sólidos suspendidos volátiles, los cuales representan los parámetros más importantes para determinar la caracterización del vertimiento.

### Muestreo compuesto

Para realizar la preparación de la muestra compuesta de los dos muestreos se calculó el volumen de cada muestra para un volumen total de 7 l, a partir de la cual se determinaron los parámetros fisicoquímicos correspondientes a DBO, DQO, nitritos, sólidos totales y sólidos suspendidos volátiles.

### Parámetros *in situ*

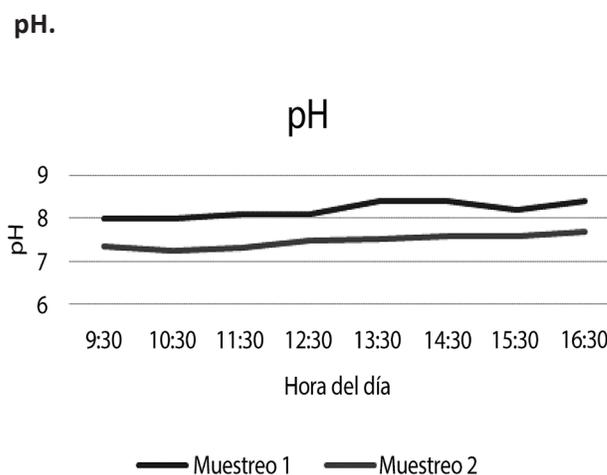


Figura 1. Variación del pH respecto al tiempo.

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 1, se observa que los datos obtenidos en los dos muestreos tienden a aumentar progresivamente, sin embargo, no hay presencia de variaciones grandes en las diferentes horas del día. El muestreo 1 presenta valores más elevados de pH en comparación con el muestreo 2, este aumento en los valores está relacionado con el día en que se realizó el muestreo, dado que al ser un día festivo, hay un aumento significativo en el número de turistas que visitan el municipio, por ende, la generación de residuos tanto orgánicos (desechos de comida, desechos fecales, etc.), así como también la utilización de productos químicos (detergentes, limpiadores, etc.), son producto del aumento en las actividades del comercio.

#### Turbiedad.

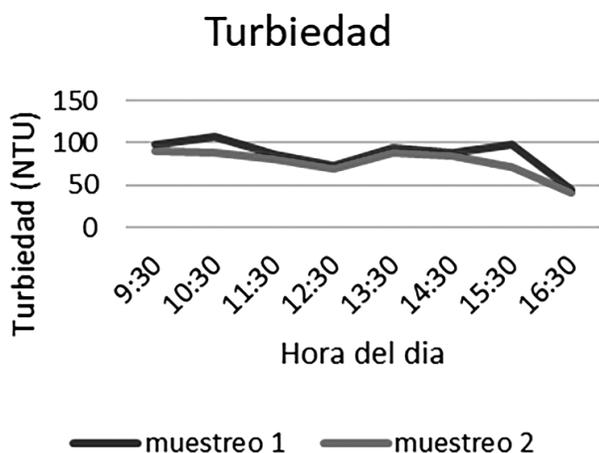


Figura 2. Variación turbiedad respecto al tiempo.

Fuente. Elaboración propia.

El agua residual de tipo doméstica contiene una elevada carga orgánica y de microorganismos, muchos de estos pueden adherirse a las distintas partículas y sólidos que se encuentran presente en el agua residual, generando una mayor turbiedad, que la caracteriza por ser desagradable a partir de su color y mal olor (Blanco, Escobar, Blanco y López, 2013).

La Figura 2 permitió observar que el muestreo 1 al igual que el muestreo 2, presenta altos contenidos de turbiedad. Esto se atribuye a la presencia de un alto contenido de materia orgánica generada por:

Partículas de comida y animales crudos en la cocina, y las partículas del suelo, pelo y fibras de las aguas de lavandería son ejemplos de material sólido presente en las aguas grises. Estas partículas y coloides causan turbidez en el agua e incluso pueden resultar en la obstrucción física de las tuberías. (Niño y Martínez Medina, 2013, p. 34).

#### Conductividad.

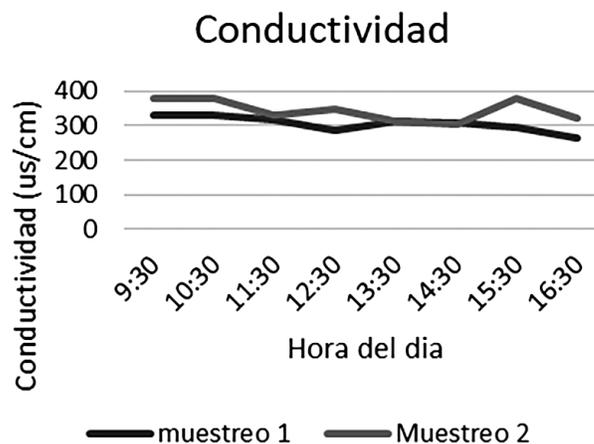


Figura 3. Variación conductividad respecto al tiempo.

Fuente. Elaboración propia.

La conductividad se utiliza para determinar una medida aproximada de la concentración de sustancias inorgánicas en una muestra y su valor es mayor a medida que la concentración de minerales aumenta, por otro lado, es utilizada para substituir la medida de los sólidos disueltos totales y determinación de la salinidad. (López, 2017, p. 17).

Según la Figura 3, se aprecia que en ambos muestreos los valores de conductividad son más altos a las 10:30 de la mañana y 3:30 de la tarde. El aumento de la conductividad refleja una mayor concentración de sólidos disueltos, debido a la gran cantidad de materia orgánica presente en el agua.

De acuerdo con Gómez (2011), la conductividad de las aguas residuales oscila entre 500 y 1.500 us/cm, en la Figura 3 se puede observar que los datos se encuentran por debajo del rango mencionado. Esto se debe a la baja presencia de sales de origen inorgánico, dado que la presencia de minerales en el colector es nula y predomina la presencia de sólidos coloidales. Según CONAGUA, (2014), la mayoría de los ácidos, bases y sales inorgánicas son mejores conductores que las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas y por lo tanto conducen muy poco la corriente.

## Oxígeno disuelto.

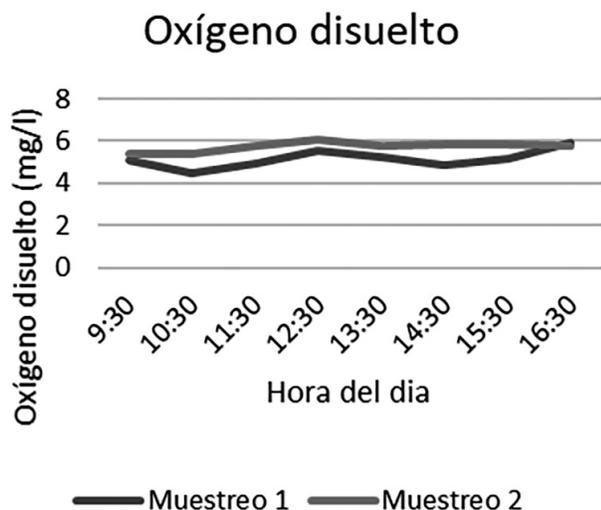


Figura 4. Variación oxígeno disuelto respecto al tiempo.  
Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a la Figura 4, se puede observar que la concentración de oxígeno disuelto es mayor a la esperada, ya que normalmente las concentraciones de oxígeno disuelto tienden a ser bajas. De acuerdo con Cruz (2009), en su investigación los valores de oxígeno disuelto en aguas residuales son relativamente bajos; tienden a 0 mg/l y disminuyen con la temperatura.

La presencia de valores más altos de lo esperado se debe a que, a lo largo del tramo del vertimiento este presenta algún tipo de reaeración por la presencia de resaltes hidráulicos y alta pendiente, que permiten oxigenar el agua y evitar que el oxígeno disminuya de forma abrupta. Esta afirmación la corrobora Rubio, Amézquita y Martínez (2017), ya que a lo largo de su investigación ocurre un hecho similar, en la que se presencia un aumento en la concentración de oxígeno disuelto, el cual es atribuido por el incremento en la velocidad de escurrimiento, debido a la mayor pendiente, lo que permite mayor oxigenación, obteniendo valores de oxígeno disuelto de 5,65 mg O<sub>2</sub>/l

### Determinación de parámetros fisicoquímicos

A partir de la muestra compuesta obtenida para cada muestreo, se realizaron muestras por triplicado, que permitieran brindar mayor confiabilidad de los datos. De esta manera, se determinaron los parámetros fisicoquímicos del agua residual de los dos muestreos, los cuales consisten en DBO, DQO, sólidos totales, sólidos fijos y sólidos. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Determinación parámetros fisicoquímicos

| Parámetro         | Unidad               | Muestra compuesta |             |
|-------------------|----------------------|-------------------|-------------|
|                   |                      | Valor             |             |
|                   |                      | Muestreo 1        | Muestreo 2  |
| DBO               | mg O <sub>2</sub> /l | 101 ± 0,96        | 104 ± 7,86  |
| DQO               | mg O <sub>2</sub> /l | 186 ± 52          | 180 ± 23,09 |
| Sólidos totales   | mg/l                 | 245 ± 39,75       | 187 ± 21,83 |
| Sólidos fijos     | mg/l                 | 68 ± 51,97        | 65 ± 28,50  |
| Sólidos volátiles | mg/l                 | 161 ± 44,80       | 122 ± 6,93  |

Fuente: Elaboración propia.

**Sólidos totales.** Por medio de la caracterización del vertimiento se obtuvo los resultados que se presenta en la Tabla 2, los cuales permitieron identificar que la cantidad de sólidos totales en el primer muestreo, que se realizó el día domingo, obtuvo una concentración de 245 mg/l, mientras que el segundo muestreo, realizado el día jueves, obtuvo una concentración menor de 187 mg/l, esta diferencia se debe principalmente a las distintas actividades de limpieza que se realiza en los hogares y otras acciones que se lleva a cabo por motivos comerciales, dado que en el municipio de Sandoná el día domingo es el principal día comercial y turístico.

Además, Cueva (2012) menciona que, los sólidos totales presentes en el agua residual de los vertimientos son debidos principalmente a la materia orgánica e inorgánica que se encuentra suspendida y disuelta, lo cual provoca la formación de lodos y facilita las condiciones anaerobias; por esta razón se puede afirmar que las concentraciones de sólidos totales en cada uno de los muestreos corresponden a la materia orgánica e inorgánica que está suspendida y disuelta en el agua residual, lo que provoca aumento del color y de la turbiedad, disminuyendo el paso de la luz solar.

**DQO.** Mediante los resultados de DQO que se evidencia en la Tabla 2, se identifica que la DQO determinada para el primer muestreo realizado el día domingo tuvo una concentración de 186 mg/l, mientras que en el segundo

muestreo realizado el día jueves presentó una menor concentración de 180 mg/l, estos resultados se deben principalmente a la mayor realización de actividades de limpieza en los hogares y por otras acciones que se llevan a cabo por motivos comerciales.

Según Cifuentes, Escudero, Medus y Bohn (2013), los valores de DQO para las aguas residuales son más altos que los valores de DBO, esto se debe a la presencia de compuestos que necesitan ser oxidados por vía química, dado que los microorganismos encargados de la degradación biológica no tienen la capacidad de metabolizar y asimilar este tipo de compuestos, además, la presencia de valores DQO altos se debe principalmente a la utilización de detergentes y demás productos químicos utilizados en actividades domésticas.

Asimismo, con la determinación del factor de biodegradabilidad (relación DBO/DQO), para el colector caracterizado en el casco urbano del municipio de Sandoná fue de 0.56, esto indica que el agua tiene una buena biodegradabilidad, así que es viable implementar un sistema de tratamiento biológico, porque es más fácil remover materia orgánica y nutrientes presentes en el agua residual doméstica (Marín, Chinga, Velásquez, González y Zambrano, 2015).

**DBO.** Orozco (2005) afirma que, los principales contaminantes de las aguas residuales domésticas que influyen en el valor de DBO son las heces y la orina humana, seguido de los residuos orgánicos de la cocina;

estas presentan un alto contenido de materia orgánica biodegradable y de microorganismos que por lo general son patógenos.

**Agua residual sintética.** Para la preparación del agua residual sintética, se estableció rangos en los cuales debe oscilar la síntesis del agua, de manera que cumpla con las características típicas del vertimiento. Los rangos fueron instaurados tomando valor mínimo y máximo de los dos muestreos en consideración (ver Tabla 3).

Tabla 3. Rangos para la preparación del agua residual sintética

| Parámetro       | Rango     | Unidades |
|-----------------|-----------|----------|
| pH              | 6,5 – 8,5 |          |
| DBO             | 101 – 104 | mg/l     |
| DQO             | 180 – 186 | mg/l     |
| Sólidos Totales | 187 – 245 | mg/l     |
| Conductividad   | 377 – 263 | us/cm    |
| Turbiedad       | 45,3 – 99 | NTU      |

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la preparación de cada sustrato, se obtuvo valores para cada uno de los parámetros fisicoquímicos de estudio (ver Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos ARS

| Parámetro       | Sustancias (g/l) |              |               |                 |       |      |
|-----------------|------------------|--------------|---------------|-----------------|-------|------|
|                 | Turbiedad        | pH           | Conductividad | Sólidos totales | DBO   | DQO  |
| Mezcla / unidad | NTU              | Mezcla de pH | μS/cm         | mg/l            | mg/l  | mg/l |
| Mezcla 1        | 180,1            | 7,26         | 250           | 630             | 156,9 | 360  |
| Mezcla 2        | 95,3             | 7,23         | 285           | 574             | 210,3 | 440  |
| Mezcla 3        | 78,5             | 7,48         | 265           | 620             | 263,7 | 360  |
| Mezcla 4        | 54,3             | 7,27         | 240           | 124             | 211,8 | 320  |
| Mezcla 5        | 63,2             | 7,35         | 215           | 478             | 211,5 | 360  |

|           |      |      |     |      |       |     |
|-----------|------|------|-----|------|-------|-----|
| Mezcla 6  | 72,7 | 7,26 | 225 | 278  | 221   | 320 |
| Mezcla 7  | 61,9 | 7,61 | 194 | 295  | 160   | 280 |
| Mezcla 8  | 54,7 | 7,96 | 213 | 356  | 153   | 200 |
| Mezcla 9  | 65,8 | 7,22 | 283 | 1524 | 169,2 | 200 |
| Mezcla 10 | 60,4 | 6,83 | 247 | 370  | 150,9 | 220 |
| Mezcla 11 | 42,5 | 6,84 | 285 | 470  | 155,1 | 160 |
| Mezcla 12 | 24,3 | 7,92 | 240 | 250  | 111,2 | 160 |
| Mezcla 13 | 33,2 | 7,24 | 279 | 243  | 101,6 | 180 |
| Mezcla 14 | 26,1 | 7,42 | 285 | 237  | 108,5 | 220 |
| Mezcla 15 | 16,5 | 7,38 | 293 | 235  | 106,3 | 200 |
| Mezcla 16 | 26,9 | 7,22 | 289 | 215  | 105,1 | 200 |
| Mezcla 17 | 34,7 | 7,37 | 297 | 220  | 103,7 | 180 |
| Mezcla 18 | 49,7 | 7,26 | 291 | 205  | 102,9 | 160 |
| Mezcla 19 | 64,6 | 7,24 | 301 | 215  | 103,8 | 180 |
| Mezcla 20 | 78,5 | 7,26 | 295 | 222  | 104,1 | 180 |
| Mezcla 21 | 92,1 | 7,27 | 310 | 235  | 103,8 | 180 |

Fuente: Elaboración propia.

Se preparó mezclas que permitieran simular un agua residual sintética, de manera que se cumpliera con los rangos presentados en la Tabla 3; este proceso se realizó durante 21 días, con el fin de estabilizar el agua residual sintética y cumplir con los parámetros fisicoquímicos del vertimiento evaluado, donde se obtuvo finalmente una caracterización con valores dentro del rango del ARD real, en los parámetros turbidez, pH, conductividad E, sólidos totales, DBO y DQO.

De la misma manera, en la Tabla 4 se observa que al inicio hubo concentraciones mayores a las deseadas; con el transcurrir de los días el sustrato se fue ajustando hacia los límites y valores requeridos para obtener un agua residual que se asemeje al vertimiento de la quebrada Magdalena. A partir de la mezcla 14 se obtiene unos buenos resultados respecto a los rangos esperados para el agua residual sintética, sin embargo, el valor de turbiedad es bajo, por ende, se decide adicionar un material inerte como la bentonita, la cual permite

generar una mayor cantidad de turbiedad hasta alcanzar la concentración deseada.

### Conclusiones

El agua residual sintética preparada presenta valores similares a los parámetros fisicoquímicos del vertimiento generado en el municipio de Sandino.

La caracterización del vertimiento permite establecer rangos y valores, en los cuales la preparación del agua residual sintética se debe encontrar, para que se obtenga un agua residual con unas características adecuadas y similares del vertimiento en consideración.

### Referencias

Blanco, M., Escobar, F., Blanco, H. y López, E. (2013). Caracterización de las aguas residuales de un asentamiento poblacional clase media. Caracas.

- Cifuentes, O., Escudero, D., Medus, S. y Bohn, A. (2013). Demanda biológica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) en descargas antrópicas vertidas a un estuario. En S. Puliafito, D. Allende y C. Panigatti (Eds.) *Contaminación Atmosférica e Hídrica en Argentina Tomo II* (pp. 703-720). Buenos Aires, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- CONAGUA. (2014). Indicadores de calidad del agua.
- Cruz, J. (2009). *Elaboración de los componentes 2, 3, 4 establecidos en el Artículo 4 de la Resolución 1433 de 2004, para la formulación de un plan de saneamiento y manejo de vertimientos psmv de un centro poblado* (informe final). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga. Recuperado de [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/476/digital\\_17599.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/476/digital_17599.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cueva, M. (2012). *Evaluación de la calidad del agua del río Yacuambi, en el tramo comprendido desde la formación del río Tutupali hasta la intersección del río Yacuambi con el río Zamora, en la provincia de Zamora Chinchipe* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de la Loja, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3855/3/Cueva.pdf>
- Gómez, E. (2011). *Control analítico de los parámetros de una EDAR* (proyecto de grado). Universidad Zaragoza, España. Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/5930/files/TAZ-PFC-2011-255.pdf>
- López, E. (2017). *Caracterización de variables fisicoquímicas en lodos y emisiones gaseosas de un colector de desechos de camal en la comunidad de Pacto* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14475/TRABAJO%20DE%20TITULACI%3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manzanares, F. y Ricaldi, A. (2017). *Remoción de materia orgánica de agua residual sintética con filtros aerobios en medio sintético reciclable a escala piloto* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3778/Manzanares%20Palacios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marín, J., Chinga, C., Velásquez, A., González, P. y Zambrano, L. (2015). Tratamiento de aguas residuales de una industria procesadora de pescado en reactores anaeróbicos discontinuos. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, 25(1), 27-42. doi: <https://doi.org/10.18359/rcin.431>
- Niño, E. y Martínez, N. (2013). *Estudio de las aguas grises domésticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Recuperado de file:///C:/Users/UMARIANA/Downloads/NinoRodriguezElkinDario2013.pdf
- Orozco, A. (2005). *Bioingeniería de aguas residuales*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Parra, I. y Chiang, G. (2013). Modelo integrado de un sistema de biodepuración en origen de aguas residuales domiciliarias. Una propuesta para comunidades periurbanas del centro sur de Chile. *Gestión y ambiente*, 16(3), 39-51.
- Rubio, A., Amézquita, L. y Martínez, E. (2017). *Determinación de la capacidad de asimilación del vertimiento de la Ptar del municipio de Tenjo Cundinamarca en la quebrada Churuguaco mediante el modelo QUAL2KW* (trabajo de especialización). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de file:///C:/Users/UMARIANA/Downloads/Capacidad%20de%20asimilaci%C3%B3n%20Qda.%20Churuguaco.pdf
- Torres, P., Foresti, E. y Vazoller, R. (1996). Composición y uso de agua residual doméstica en reactores a escala de laboratorio. Recuperado de [https://pdfs.semanticscholar.org/3998/fa6b7ce807b703698efd93e19202cac39f00.pdf?\\_ga=2.227726873.507727672.1579124487-1993341462.1574778564](https://pdfs.semanticscholar.org/3998/fa6b7ce807b703698efd93e19202cac39f00.pdf?_ga=2.227726873.507727672.1579124487-1993341462.1574778564)