

APROXIMACION AL COSTO RELACIONADO A LA ELIMINACION DE LA  
PROPORCIÓN DE DETERGENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES

Presentado por:

ERIKA ALEJANDRA ALARCÓN CAMARGO

JENNY VIVIANA PULIDO CIENDÚA

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO

CONTADURIA PÚBLICA

SOGAMOSO

2015

APROXIMACION AL COSTO RELACIONADO A LA ELIMINACION DE LA  
PROPORCIÓN DE DETERGENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES

Presentado por:

ERIKA ALEJANDRA ALARCÓN CAMARGO

JENNY VIVIANA PULIDO CIENDÚA

MONOGRAFIA

ANDRES EUGENIO MATHEUS ROCHA

DIRECTOR

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO

ESCUELA DE CONTADURIA PÚBLICA

SOGAMOSO

2015

2

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, Wilian Alarcón, Claudia Camargo, Jairo Pulido y Libia Ciendúa por su apoyo incondicional, por su colaboración y entrega, porque creyeron en nosotras y en que podíamos cumplir con la realización de este proyecto y la culminación de nuestra carrera.

A nuestros familiares, que nos colaboraron y estuvieron siempre atentos y prestos para contribuir en cualquier aspecto relacionado con el proyecto y en el cual participaron directa o indirectamente.

A nuestros demás seres queridos, quienes de una u otra manera nos animaron y nos brindaron su apoyo moral en los momentos de mayor dificultad para no desfallecer en la culminación del proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros agradecimientos van primero que todo, a Dios por brindarnos la sabiduría y conocimiento para finalizar este proyecto; a nuestros padres por su ayuda, paciencia y sus consejos; a nuestro Director de proyecto el docente de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Andrés Eugenio Matheus porque a través de su orientación y de sus consejos siempre nos ayudó y nos motivó a seguir adelante con la realización y terminación del proyecto.

A nuestra docente y Contadora Pública Claudia Esperanza Amezcuita, al Ingeniero Jaime García, al docente Germán Báez, al Ingeniero David Roberto Olaya Escobar, al Ingeniero Civil Carlos Pacheco, al Ingeniero Civil Leonardo Preciado, al gerente de Red Vital Paipa Westly Alexander Barajas, al arquitecto Edwin Rodríguez; por compartir sus conocimientos que fueron de gran ayuda en la fase inicial de este proyecto y por su cooperación en la consecución de información importante y necesaria para el desarrollo del mismo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag
LISTA DE ANEXOS .....	13
INTRODUCCION .....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
2.1. Sistematización del problema.....	16
3. JUSTIFICACION .....	17
4. OBJETIVOS.....	18
4.1. Objetivo general.....	18
4.2. Objetivos Específicos.....	18
5. MARCO REFERENCIAL .....	19
5.1. Marco teórico .....	19
5.2.1. Impactos negativos ocasionados por el uso de detergentes. ....	20
5.2.2. Clasificación de las aguas residuales .....	24
5.2.3. Tratamiento de aguas residuales .....	24
5.3. Marco Conceptual .....	32
4. METODOLOGIA.....	34
6.1. Tipo de estudio .....	34
6.2 Método .....	34
6.3. Población .....	34
6.4. Marco Muestral .....	34
6.5. Muestreo .....	34
6.6. Recolección de información.....	36
1. DESARROLLO .....	37
7.1. CONSUMO DE AGUA PROMEDIO EN LOS HOGARES DEL SECTOR URBANO SEGÚN LOS ESTRATOS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE SOGAMOSO.....	37
7.2. CONSUMO PROMEDIO DE DETERGENTE EN LOS HOGARES DEL SECTOR URBANO SEGÚN LOS ESTRATOS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE SOGAMOSO.....	45
7.3. DETERMINACIÓN MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE COSTOS, DEL COSTO APROXIMADO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL EN LO	

CONCERNIENTE A LA ELIMINACIÓN DE DETERGENTE ARROJADO POR LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO. ....	48
7.3.1. EL FOSFORO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES EN EL AGUA. ....	61
7.3.2. FOSFORO EN EL AGUA RESIDUAL.....	63
7.3.3. TRATAMIENTOS PARA ELIMINAR EL FOSFATO .....	65
7.3.4. METODO DE PRECIPITACION QUIMICA PARA REDUCCION DE FOSFATOS EN AGUA RESIDUAL.....	78
7.3.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LA PRECIPITACIÓN QUÍMICA.....	81
8. CONCLUSIONES .....	104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	107

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Principales problemas originados por los detergentes.....	23
<b>Tabla 2.</b> Relación de los diferentes tipos de aguas residuales.....	24
<b>Tabla 3.</b> Tipos de tratamiento de agua residual.....	25
<b>Tabla 4.</b> Niveles de estratificación municipio de Sogamoso.....	37
<b>Tabla 5.</b> Consumo y vertimiento de agua mensual por estrato.....	43
<b>Tabla 6.</b> Agua potable producida.....	44
<b>Tabla 7.</b> Totales por estratos de detergente y lavalozas.....	47
<b>Tabla 8.</b> Características plantas de tratamiento de aguas residuales San Fernando.....	54
<b>Tabla 9.</b> Características plantas de tratamiento de aguas residuales Bello e interceptor Norte.....	56
<b>Tabla 10.</b> Aportes inversión a planta de tratamiento.....	77
<b>Tabla 11.</b> Presupuesto construcción planta de tratamiento de agua residual Sogamoso.....	77
<b>Tabla 12.</b> Cantidad de materiales para construcción de tanque de aireación	84
<b>Tabla 13.</b> Precio de materiales y mano de obra para construcción de tanque de aireación.....	85
<b>Tabla 14.</b> Materiales estructura.....	86
<b>Tabla 15.</b> Mano de obra.....	87
<b>Tabla 16.</b> Otros costos de fabricación.....	88
<b>Tabla 17.</b> Costo total infraestructura.....	88
<b>Tabla 18.</b> Normas de vertimiento.....	89
<b>Tabla 19.</b> Composición de las aguas residuales del municipio de Sogamoso en el año 2011.....	90

<b>Tabla 20.</b> Productos químicos para el proceso de precipitación.....	91
<b>Tabla 21.</b> Concentraciones de fosforo total antes de prueba de jarras.....	92
<b>Tabla 22.</b> Concentraciones de fósforo total después de prueba de jarras.....	93
<b>Tabla 23.</b> Dosis optima de coagulante.....	93
<b>Tabla 24.</b> Agentes químicos empleados en la eliminación de fosforo.....	94
<b>Tabla 25.</b> Costos coagulantes.....	98
<b>Tabla 26.</b> Mano de obra proceso precipitación química.....	98
<b>Tabla 27.</b> Otros costos de fabricación en el proceso precipitación química.....	99
<b>Tabla 28.</b> Costo total mensual del tratamiento por precipitación química: coprecipitación.....	100
<b>Tabla 29.</b> Costo correspondiente a cada suscriptor según el estrato.....	102

Costo correspondiente a cada suscriptor según el estrato.



## LISTA DE GRAFICOS

	<b>Pág</b>
<b>Grafico 1.</b> Cantidad consumo de agua estrato 1.....	39
<b>Grafico 2.</b> Cantidad consumo de agua estrato 2.....	39
<b>Grafico 3.</b> Cantidad consumo de agua estrato 3.....	40
<b>Grafico 4.</b> Cantidad consumo de agua estrato 4.....	41
<b>Grafico 5.</b> Cantidad consumo de agua estrato 5.....	41

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Sitio de disposición de llegada de aguas residuales.....	26
<b>Figura 2.</b> Tamizado.....	26
<b>Figura 3.</b> Rejas.....	27
<b>Figura 4.</b> Microfiltros.....	27
<b>Figura 5.</b> Coagulación.....	28
<b>Figura 6.</b> Tanque de aireación.....	29
<b>Figura 7.</b> Máquina de agitación.....	30
<b>Figura 8.</b> Tanque circular.....	31
<b>Figura 9.</b> Esquema básico de un proceso de fangos activados.....	67
<b>Figura 10.</b> Esquema proceso phoredox.....	68
<b>Figura 11.</b> Esquema proceso UCT.....	68
<b>Figura 12.</b> Esquema biofiltros sumergidos granulares.....	69
<b>Figura 13.</b> Esquema de sistema A/O.....	70
<b>Figura 14.</b> Sistema biológico VIP.....	70
<b>Figura 15.</b> Esquema de configuraciones de sistemas de tratamiento químico para la eliminación de fosforo.....	72
<b>Figura 16.</b> Esquema proceso phos-strip.....	73
<b>Figura 17.</b> Plano de la construcción de la planta de tratamiento de sogamoso.....	78
<b>Figura 18.</b> Diagrama de flujo pre precipitación para eliminación de fosfatos	79
<b>Figura 19.</b> Diagrama de flujo coprecipitación para eliminación de fosfatos...	80

**Figura 20.** Diagrama de flujo pos precipitación para eliminación de fosfatos.81

**Figura 21.** Planta de tratamiento de agua residual Sogamoso..... 82

**Figura 22.** Proceso de coprecipitación química. ....84

## LISTA IMÁGENES

	<b>Pág</b>
<b>Imagen 1.</b> Trampa de grasas.....	51
<b>Imagen 2.</b> Tanque de aireación.....	52
<b>Imagen 3.</b> Tanque sedimentación.....	52
<b>Imagen 4.</b> Planta de tratamiento en Cañaveralejo 1.....	56
<b>Imagen 5.</b> Planta de tratamiento en Cañaveralejo 2.....	57
<b>Imagen 6.</b> Planta de tratamiento en Cañaveralejo 3.....	57
<b>Imagen 7.</b> Humedales.....	71
<b>Imagen 8.</b> Reactor anaeróbico.....	75
<b>Imagen 9.</b> Espesadores digestores y acondicionadores de lodos.....	76
<b>Imagen 10.</b> Válvula de entrada de lodos.....	76

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág</b>
<b>ANEXO A.</b> Carta directora comercial de Coservicios S.A.....	116
<b>ANEXO B.</b> Respuesta directora comercial de Coservicios S.A.....	117
<b>ANEXO C.</b> Carta Gerente general de Coservicios S.A.....	118
<b>ANEXO D.</b> Carta empresa Redvital.....	119
<b>ANEXO E.</b> Cotización Aguas de Colombia S.A.S.....	120
<b>ANEXO F.</b> Tabulación de cantidades de lavalozza y detergente.....	121
<b>ANEXO G.</b> Artículos en ingles sobre fosfatos.....	128
<b>ANEXO H.</b> Formato de encuesta.....	129

## INTRODUCCION

Todo proyecto de investigación comienza con un problema el cual busca ser solucionado con el planteamiento de objetivos que ayudaran a ello, sin embargo no se sabe cuál será su solución final o que camino tomará, y es precisamente en el transcurso de la realización o desarrollo del proyecto donde muchas veces surgen varios hechos que hacen tomar decisiones de seguir adelante con los objetivos planteados inicialmente o de transformarlos haciendo una delimitación de estos, ya sea porque es escasa la información que se logra obtener o porque es tan extensa que no se puede manejar toda a la misma vez.

El presente proyecto, enfocado inicialmente a estimar una aproximación de los costos de eliminar el detergente en el tratamiento de las aguas residuales, se encontró con varios inconvenientes que conllevaron al surgimiento de dificultades para encontrar su solución, por tal motivo se tuvo que delimitar y es así como se determina dirigirlo hacia la eliminación del agua residual de un compuesto particular presente en el detergente y en el lavavajillas: el fosfato; el cual causa problemas ambientales en el agua disminuyendo la vida acuática presente en esta. Para lograr la disminución o remoción del compuesto en mención se pueden llevar a cabo diferentes procesos, para este proyecto en particular se tiene en cuenta solo el proceso químico a través de la aplicación de sales metálicas y así mismo se estiman los costos que implica teniendo en cuenta que estos pueden variar dependiendo de diversos factores.

Los objetivos específicos se presentan desarrollados uno a uno atendiendo a su explicación correspondiente y valiéndose de gráficos, imágenes o tablas que facilitan su comprensión para finalmente llegar a las conclusiones derivadas del desarrollo del presente proyecto.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La compañía de servicios de Sogamoso es una empresa de economía mixta que se encarga de: garantizar el acceso al agua con algún nivel de tratamiento previo, el servicio de alcantarillado y la recolección y disposición de basuras en el relleno sanitario las cuales provienen no solo del municipio de Sogamoso sino de los municipios vecinos.

Es de conocimiento general que Coservicios presta el servicio de acueducto y alcantarillado a la población de Sogamoso; sin embargo no se sabe si realiza algún tratamiento a las aguas residuales, resultado de las diferentes actividades que se llevan a cabo en los hogares, y el costo de realización del mencionado proceso.

En ese sentido aparece la pregunta respecto a qué pasa con las aguas servidas de las cuales la compañía de servicios públicos debe encargarse. Lo que se proyecta es levantar los datos que proporcionen una aproximación al costo en que se incurre para eliminar o reducir los detergentes mediante el tratamiento del agua residual proveniente de los sectores residenciales del casco urbano del municipio de Sogamoso.

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el costo aproximado de eliminar la proporción de detergentes de las aguas servidas de los usuarios del alcantarillado de la ciudad de Sogamoso, de modo de que llegue al río Chicamocha purificada?

### 2.1. Sistematización del problema

¿Qué cantidad total de agua es consumida por los usuarios de coservicios y así mismo que cantidad total en promedio es servida, teniendo en cuenta el consumo según la clasificación por estratos?

¿Qué cantidad promedio de detergentes es arrojada al sistema de alcantarillado?

¿Cuánto costaría aproximadamente el tratamiento del agua residual para eliminar en esta los detergentes arrojados por los usuarios del servicio de alcantarillado y cuál sería la metodología de costos que se aplicaría?



### 3. JUSTIFICACION

La empresa de servicios públicos de Sogamoso Coservicios S.A E.S.P cobra mensualmente por el servicio del alcantarillado una cantidad fija según el estrato al que pertenezca el usuario del servicio, igualmente debería cobrar por efectuar tratamiento a las aguas servidas de tal manera que mediante el rubro cobrado, el cual debería aparecer discriminado en el recibo del servicio correspondiente según lo establecido en la Resolución 287 de 2004, se dispongan de la mejor manera los residuos procurando que no lleguen al río a contaminar y que pueda ser reutilizada.

Para esto, la compañía debe tener en cuenta los costos respectivos de la aplicación del tratamiento, labor que tendría que ser realizada con el fin de evitar que el agua llegue contaminada al río Chicamocha, del cual se buscará establecer el costo aproximado de la implementación del tratamiento.

El propósito de este trabajo es determinar la cantidad de detergentes utilizados en promedio por las familias de Sogamoso y que es arrojado al alcantarillado, así como establecer el tipo de tratamiento que se haría al respecto para eliminarlos y determinar la cuantía de su realización.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Determinar el costo aproximado de eliminar la proporción de detergentes de las aguas servidas de los usuarios del alcantarillado de la ciudad de Sogamoso, de modo de que llegue al río Chicamocha purificada.

### **4.2. Objetivos Específicos**

Indagar la cantidad total de agua consumida por los usuarios de coservicios y así mismo la cantidad total en promedio servida, discriminando el consumo según la clasificación por estratos.

Establecer la cantidad promedio de detergente, que es arrojada al sistema de alcantarillado.

Determinar mediante una metodología de costos, el costo aproximado del tratamiento del agua residual en lo concerniente a la eliminación de detergente arrojado por los usuarios del servicio de alcantarillado.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1. Marco teórico

Se hizo visible que los detergentes eran productos más eficaces que los jabones y ayudarían a quitar la suciedad, además estos “contienen mezclas de surfactantes que les permiten trabajar en distintas condiciones; por eso son menos sensibles a la dureza del agua y la mayor parte de los surfactantes que contienen los detergentes se han desarrollado a partir de productos petroquímicos, derivados del petróleo, y oleoquímicos, a partir de distintos aceites y grasas”<sup>1</sup>, Pues estos productos repelen con el agua y son difíciles de limpiar, sin embargo los detergentes poseen compuestos que permiten formar puentes de agua y aceite, ayudando a remover la suciedad.

Además de utilizarse surfactantes en los detergentes también se incorporan sustancias como: “Agentes coadyuvantes (polifosfatos, silicatos o carbonatos) para ablandar el agua; perboratos, para blanquear manchas resistentes. Agentes auxiliares (sulfato de sodio y carboximetilcelulosa) que favorecen la eliminación del polvo; enzimas, para eliminar restos orgánicos; sustancias fluorescentes, para contrarrestar la tendencia al amarilleamiento del color blanco; estabilizadores de espuma; perfumes y colorantes”<sup>2</sup>, Y así hacer de los detergentes un producto de limpieza que sea utilizado en todas las ocasiones, en el lavado de pisos, paredes, estufas, baños, telas, ropas, etc.

“Muchos detergentes contienen abrillantadores ópticos. Estos compuestos llamados blancóforos (o tintes incoloros) absorben el componente ultravioleta invisible de la luz solar y lo emiten de nuevo como luz visible del extremo azul del espectro. La tela se ve más brillante, y la luz azul disfraza cualquier amarillamiento”<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> [Citado en: 24 agosto de 2013], disponible en internet: < <http://www2.uah.es/biomodel/model2/lip/jabondet.htm> >

<sup>2</sup> Ibid

<sup>3</sup> HILL, John W y KOLB, Doris K. Química para el nuevo milenio. 8 ed. México D.F. Pearson Educación, 1999. p. 489

Todos estos compuestos hacen parte de los detergentes para ayudar a quitar la suciedad, pero además de traer beneficios para las personas también ocasionan daños irreparables al medio ambiente debido al deterioro progresivo de los cuerpos de agua y a la misma salud de los seres humanos.

### **5.2.1. Impactos negativos ocasionados por el uso de detergentes.**

En cuanto a los efectos contaminantes originados por el uso de detergentes se puede decir que estos, son utilizados en los hogares y en las industrias y van a parar a las alcantarillas y de allí a diferentes cuerpos de agua aun cuando se cuente con una planta de tratamiento de agua residual PTAR. Cuando los detergentes son empleados en grandes cantidades se consideran fuente de contaminación del agua; se puede decir que la biodegradabilidad tanto de los detergentes como de los jabones depende de la cantidad que se encuentre en exceso en un cuerpo de agua.

El principal impacto negativo que los detergentes pueden ocasionar en el medio ambiente es en uno de los recursos naturales más valiosos que poseemos como seres humanos: el agua, “la contaminación del agua por productos químicos, como detergentes, es una gran preocupación en el contexto global. Muchos detergentes para ropa contienen aproximadamente de 35 % a 75 % de sales de fosfato. Los fosfatos pueden causar una variedad de problemas de contaminación del agua. Por ejemplo, el fosfato tiende a inhibir la biodegradación de las sustancias orgánicas. Además, algunos detergentes basados en fosfatos pueden causar la eutrofización”<sup>4</sup>

Se conoce como eutrofización al proceso que sufre un cuerpo de agua cuando acumula grandes cantidades de nutrientes disueltos (fosfatos, calcio y magnesio). Estos nutrientes lo que hacen es estimular el crecimiento de plantas acuáticas que perjudican principalmente a los animales que allí habitan

---

<sup>4</sup> [citado en 23 agosto de 2013], disponible en internet: < [http://www.ehowenespanol.com/contaminacion-quimica-aguas-causada-detergentes-diario-sobre\\_124932/](http://www.ehowenespanol.com/contaminacion-quimica-aguas-causada-detergentes-diario-sobre_124932/)>

puesto que las plantas acaban con el oxígeno presente y producen la muerte de los otros organismos.

Además, “los detergentes de tipo comercial contienen ciertos aditivos que se pueden convertir en graves contaminantes del agua. Entre los principales aditivos están pequeñas cantidades de perfumes, blanqueadores, abrillantadores ópticos, estos últimos son tinturas que le dan a la ropa un aspecto de limpieza;”<sup>5</sup> que disueltos en el agua producen espuma y esta va con sustancias que transmiten efectos contaminantes perjudiciales para las plantas, seres humanos y animales dañando lo que está a su alrededor.

En cuanto a los detergentes más utilizados están los sintéticos que son producidos con petróleo o grasas animales o vegetales o aceites y no forman espuma, son muy usados en los hogares para quitar las manchas de aceite y grasas, pero “la mayoría de los detergentes sintéticos son contaminantes persistentes debido a que no son descompuestos fácilmente por la acción bacteriana. A los detergentes que no son biodegradables se les llama detergentes duros y a los degradables, detergentes blandos”<sup>6</sup>.

Bogan<sup>7</sup> encontró que, aunque todos los detergentes se descomponen en cierta medida por el ataque biológico, la tasa de descomposición está relacionada con su estructura química.

Casi todos los detergentes actuales son biodegradables. Esto significa que pueden ser metabolizados rápidamente por microorganismos en una planta de tratamiento de aguas residuales antes de ser liberados hacia el ambiente. Para que un detergente sea biodegradable, la cadena larga de alquilo no debe tener ramificaciones. Los detergentes que se usaban en los años cincuenta y mediados de los sesenta tenían cadenas ramificadas, no eran fácilmente biodegradables y hacían espuma cuando el agua descargada de las plantas de aguas residuales se agitaba<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> DIKSON, T.R. Química: un enfoque ecológico. México D.F. LIMUSA, S.A., 2003. P.406.

<sup>6</sup> Ibid

<sup>7</sup> LEMEROW. N, L, Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Madrid. Díaz de santos, 1998. p.581.

<sup>8</sup> BAILEY, P, S Y BAILEY, C, A, Química orgánica, conceptos y aplicaciones. 5 ed. Pearson Educación. 1998. p.489.

“El uso de los compuestos tensoactivos en el agua, al ser arrojados a los lagos y ríos provocan la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua con lo cual se dificulta la vida acuática.”<sup>9</sup>

Algunos ejemplos del daño ocasionado en la naturaleza a causa del vertimiento de residuos de detergentes a los cuerpos de agua, son:

- El aire aislante que presentan las plumas de las aves se escapa, lo que origina que estas se mojen y lleguen a morir de frío e incluso ahogadas.
- Inhibición del proceso de la fotosíntesis en los vegetales acuáticos produciendo la muerte de la fauna y flora acuáticas.
- Dificultad al respirar y muerte en los peces debido a lesiones branquiales.

No se debe dejar de lado el daño ocasionado a la salud humana debido al uso de detergentes puesto que, según Enviroharvest Inc, *los detergentes pueden contener agentes cancerígenos e ingredientes que no son totalmente biodegradables*. Por lo tanto si el agua que consumen los seres humanos llega a ser contaminada con detergentes o residuos de estos pueden ocasionar graves problemas en su salud. Es común escuchar casos de irritaciones en la piel, náuseas, fiebre y dolores e infecciones estomacales que pueden derivar en la muerte. “A veces los niños pequeños ingieren detergentes para lavar ropa. Los detergentes con cargas de carbonato de sodio son más tóxicos que los que tienen cargas de fosfatos. Las cargas de carbonato pueden causar la muerte a los niños que ingieren grandes cantidades de esos detergentes”<sup>10</sup>.

En el siguiente cuadro se señalan los principales problemas originados por los desechos excesivos de detergentes:<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> [citado en 25 agosto de 2013], disponible en internet: < [http://www.aquamarket.com/sql/temas\\_interes/233.asp](http://www.aquamarket.com/sql/temas_interes/233.asp)>

<sup>10</sup> HILL, John W y KOLB, Doris, K. Química para el nuevo milenio. 8 ed. México D.F. Pearson Educación. 1999. P.489

<sup>11</sup> FAIGES, Jordi. Análisis y optimización del proceso de empaque de detergentes en polvo (Overpack & Scrap). Universidad Politécnica Catalunya. 2010. pdf, p. 73-74

**Tabla 1. Principales problemas originados por los detergentes.**

Espuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provoca problemas de operación en las plantas de tratamiento afectando la sedimentación primaria ya que engloba partículas haciendo que la sedimentación sea más lenta,</li> <li>• dificulta la dilución de oxígeno atmosférico en agua y recubre las superficies de trabajo con sedimentos que contienen altas concentraciones de surfactantes, grasas, proteínas y lodos.</li> </ul>
Toxicidad en la agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• si se utilizan para la irrigación de cultivos aguas negras que contengan detergentes, se pueden contaminar los suelos y por ende, los cultivos.</li> <li>• Se presenta la inhibición en cuanto al crecimiento de algunas plantas.</li> </ul>
Toxicidad en la vida acuática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es posible dar un valor límite de toxicidad debido a que la sensibilidad de cada organismo varía con relación a la especie, tamaño, tipo de detergente y otros factores físicos del medio ambiente.</li> </ul>
Eutrofización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituye un proceso natural de envejecimiento, en el que el lago sobrealimentado acumula grandes cantidades de material vegetal en descomposición en su fondo. Debido al excesivo crecimiento de las plantas acuáticas, estas cubren la superficie del cuerpo de agua e imposibilitan el libre intercambio de oxígeno y dióxido de carbono.</li> </ul>
Desperdicio de fósforos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• el fósforo es uno de los elementos vitales necesarios para el crecimiento de cultivos alimenticios y que se utilizan profusamente en fertilizantes que contienen fósforo en forma de fosfato.</li> <li>• las fuentes de fosfatos son limitadas y a futuro se podrían reducir al grado en que se pudiera afectar la producción de alimentos.</li> </ul>

**Fuente:** Análisis y optimización del proceso de empaque de detergentes en polvo (“Overpack & Scrap”)

Estudios previos de entidades reguladoras del cuidado de la calidad y uso del agua como CORPOBOYACA y el Ministerio de Medio Ambiente han determinado que todo municipio debe tener una entidad encargada del tratamiento que se realiza a los desechos que circulan por el sistema de alcantarillado antes de que lleguen a un drenaje o río con el fin de que no se de la contaminación de un cuerpo de agua y perjudique a comunidades cercanas.

### 5.2.2. Clasificación de las aguas residuales

A continuación se presenta una relación de la manera en que se clasifican las aguas residuales.

**Tabla 2. Relación de los diferentes tipos de aguas residuales.**

<p>AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc.</li> <li>• Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas.</li> </ul>
<p>AGUAS LLUVIAS O METEORICAS (ALL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias que fluyen desde los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno.</li> <li>• Los primeros flujos de ALL son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie.</li> <li>• La naturaleza de esta agua varía según su procedencia: zonas urbanas, rurales, semi rurales y aún dentro de estas zonas se presentan enormes variaciones según el tipo de actividad o uso del suelo que se tenga.</li> </ul>
<p>RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES (RLI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provenientes de los diferentes procesos industriales.</li> <li>• Su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un mismo proceso industrial, se presentan características diferentes en industrias diferentes.</li> </ul>
<p>AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS (ARA):</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas.</li> <li>• Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.</li> <li>• La descarga de esta agua es recibida directamente por los ríos o por los alcantarillados.</li> </ul>

**Fuente:** [Citado en 12 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

### 5.2.3. Tratamiento de aguas residuales

El agua residual proviene tanto de residencias como de instituciones del sector público o privado y establecimientos comerciales e industriales; igualmente se considera que el agua lluvia hace parte del agua residual.

Las aguas residuales contienen numerosos microorganismos patógenos que causan enfermedades afectando la salud humana principalmente el aparato digestivo, además debido a la descomposición orgánica que se genera en esta agua se producen malos olores, de allí la importancia de darles un adecuado



tratamiento que impida que se presenten estos efectos y por ende lograr que le agua disminuya sus contaminantes con el fin de darle un posible uso que no incida de manera negativa en la naturaleza ni en la salud humana.

### 5.2.3.1. Tipos de tratamiento.

Una primera clasificación asignada a los tipos de tratamiento de agua residual consiste en dividirlo de acuerdo a los métodos empleados: tratamiento físico, tratamiento químico y tratamiento biológico. Los métodos de tratamiento en los que prevalecen los fenómenos físicos se conocen como operaciones unitarias, mientras que aquellos métodos en los que la eliminación de los contaminantes se realiza basándose en procesos químicos o biológicos se conocen como procesos unitarios.

Tabla 3. Tipos de tratamiento de agua residual.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento físico</li> </ul>	<p>Aquel que no requiere adición de químicos para su tratamiento debido a la pendiente, ubicación, disposición y recorrido.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento químico</li> </ul>	<p>Realizado con la ayuda de sustancias químicas. Utilizado en su mayor parte en aguas industriales con altos contenidos de aluminio, cromo , magnesio, calcio, etc.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento biológico.</li> </ul>	<p>Se recurre a la presencia o ausencia de oxígeno para crear bacterias aeróbicas y anaeróbicas.</p>

Fuente: Propia.

“El tratamiento del agua residual se divide en cuatro etapas que se explican a continuación:

1. TRATAMIENTO PRELIMINAR: este tratamiento no representa un proceso en sí, básicamente lo que se busca con este tratamiento es impedir que los objetos que fluyen entre las aguas residuales lleguen a las unidades donde se realiza su tratamiento, en las

PTAR, y así evitar problemas en los tratamientos posteriores; para esto se utilizan tamices, rejillas, microfiltros, desmenuzadores, desarenadores, etc.

Figura 1. Sitio de disposición de llegada de aguas residuales.

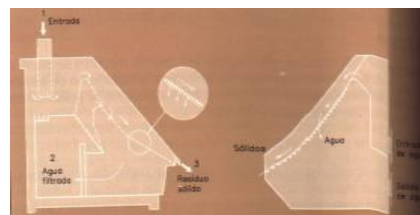


Fuente: [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

- Tamizado: los tamices autolimpiantes están contruidos con mallas dispuestas en una inclinación particular que deja atravesar el agua y obliga a deslizarse a la materia sólida retenida hasta caer fuera de la malla por sí sola. Se considera un equipo económico que requiere un mantenimiento mínimo, pero necesita un desnivel importante entre el punto de alimentación del agua y el de salida.

Figura 2. Tamizado.

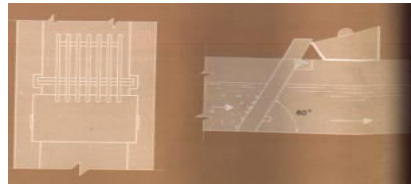


Fuente: [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

- Rejas: se utilizan para separar objetos de tamaño más importante que el de simples partículas que son arrastrados por la corriente de agua. Se utilizan solamente en desbastes previos. El objetivo es proteger los equipos mecánicos e instalaciones posteriores que podrían ser dañados u obstruidos. Su limpieza se efectúa mediante rastrillos manuales o automáticos.

**Figura 3. Rejas.**

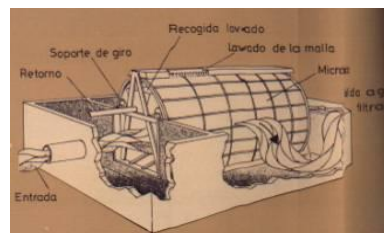


**Fuente:** [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

- **Microfiltración:** los microfiltros trabajan a baja carga, con muy poco desnivel, y están basados en una pantalla giratoria de acero o material plástico a través de la cual circula el agua. Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie interior del microfiltro que dispone de un sistema de lavado continuo para mantener las mallas limpias. Se utilizan en su mayor parte para la separación de las algas de aguas superficiales y como tratamiento terciario en la depuración de aguas residuales.

**Figura 4. microfiltros.**



**Fuente:** [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

**2. TRATAMIENTO PRIMARIO:** en este tratamiento el objetivo principal es remover aquellos contaminantes que se pueden llegar a sedimentar, tal es el caso de algunos sólidos suspendidos o sólidos sedimentables, de igual manera remover aquellos que pueden flotar como por ejemplo las grasas.

- **Sedimentación primaria:** se realiza en tanques rectangulares o cilíndricos en donde se remueve de un 60 a 65% de los sólidos sedimentables y de 30 a 35% de los sólidos suspendidos en las aguas residuales. En la sedimentación primaria el proceso es de tipo

floculento, es decir se forma una especie de “masa” y los lodos producidos están conformados por partículas orgánicas.

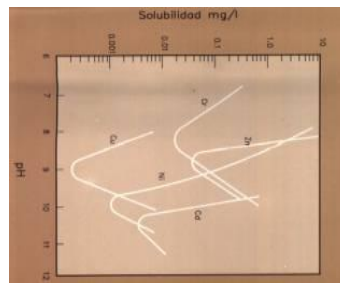
Un tanque de sedimentación primaria tiene profundidades que oscilan entre 3 y 4m y tiempos de detención entre 2 y 3 horas.

El agua residual en estos tanques es dejada en reposo para que se pueda efectuar la sedimentación de los sólidos sedimentables.

Las grasas y espumas que se forman sobre la superficie del sedimentador primario se remueven utilizando rastrillos que ejecutan un barrido superficial continuo.

- Precipitación química – coagulación: la coagulación en el tratamiento de las aguas residuales es un proceso de precipitación química en donde se agregan compuestos químicos con el fin de remover los sólidos.

Figura 5. Coagulación.



Fuente: [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

**3. TRATAMIENTO SECUNDARIO:** lo que se pretende en esta etapa remover la demanda biológica de oxígeno (DBO) soluble que escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos sedimentables.

Además de la materia orgánica presente en el agua residual también se encuentran gran cantidad de microorganismos como bacterias, hongos, protozoos, etc., que entran en contacto con la materia orgánica que les sirve como su alimento. Lo que hacen los microorganismos es convertir la materia orgánica biológicamente degradable en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  y nuevo material celular. Además de estos dos ingredientes básicos, es decir los microorganismos y la materia orgánica biodegradable, “se necesita

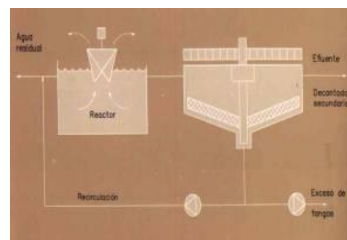
un buen contacto entre ellos, la presencia de un buen suministro de oxígeno, aparte de la temperatura, PH y un adecuado tiempo de contacto”<sup>12</sup>.

El anterior proceso se puede desarrollar empleando diferentes métodos como por ejemplo: lodos activados, biodisco, lagunaje, filtro biológico.

- Lodos activados: este proceso se clasifica como un tratamiento de tipo biológico que consiste en agitar y airear una mezcla de agua residual con lodos biológicos. Las bacterias utilizan el oxígeno proporcionado artificialmente para dividir los compuestos orgánicos que a su vez son empleados para su crecimiento.

Cuando los microorganismos van creciendo se agrupan formando los lodos activados; éstos más el agua residual se dirigen a un tanque de sedimentación secundaria en donde se sedimentan los lodos. Los efluentes del sedimentador se pueden descargar a una corriente receptora. Una parte de los lodos es devuelta al tanque con el fin de mantener una alta población bacteriana para permitir que la materia orgánica se oxide rápidamente.

Figura 6. Tanque de aireación.



Fuente: [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

- Biodisco: este proceso requiere un espacio menor al de los lodos activados, es fácil de operar y tiene un consumo energético inferior. El biodisco está formado por una estructura plástica de diseño especial,

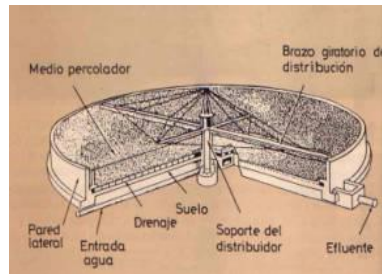
---

<sup>12</sup> Tratamiento de aguas residuales. [citado en: 25 agosto de 2013], disponible en internet: <  
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>>

preparado alrededor de un eje horizontal; normalmente se encuentra sumergido entre un 40 a un 90% en el agua a tratar. Este proceso consiste en que sobre el material plástico se desarrolla una película de microorganismos, cuyo espesor se autorregula por la fricción con el agua, en la parte menos sumergida, el contacto periódico con el aire exterior es suficiente para aportar el oxígeno necesario para la actividad celular.

- Lagunaje: el tratamiento se puede realizar en grandes lagunas con largos tiempos de retención (1/3 días) que les hace prácticamente insensibles a las variaciones de carga, pero que requieren terrenos muy extensos. La agitación debe ser suficiente para mantener los lodos en suspensión excepto en la zona más inmediata a la salida del efluente<sup>13</sup>.

Figura 7. Máquina de agitación.



Fuente: [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

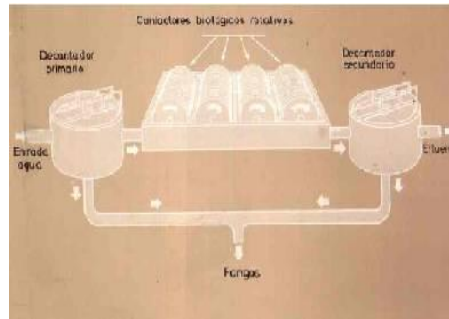
- Filtro biológico: está formado por un reactor, en el cual se sitúa un material de relleno sobre el cual crece una película de microorganismos aeróbicos con aspecto de fangos.

Lo que sucede en este proceso es que el agua residual se descarga en la parte superior mediante un distribuidor rotativo, si se trata de un tanque circular. Mientras el líquido va descendiendo a través del relleno entra en contacto con la corriente de aire ascendente y los

<sup>13</sup> RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. ALFAOMEGA S.A. Santafé de Bogotá .1999. p.148.

microorganismos; la materia orgánica se va descomponiendo lo mismo que con los lodos activados, suministrando más material y CO<sub>2</sub>.

Figura 8. Tanque circular.



**Fuente:** [Citado en 28 septiembre de 2013]. Disponible en internet <

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html> >

4. TRATAMIENTO TERCIARIO: este tratamiento busca remover contaminantes específicos, comúnmente son tóxicos o compuestos no biodegradables, igualmente busca una remoción complementaria de contaminantes que no se eliminaron en el tratamiento secundario.

Para el proceso de filtración en esta etapa se emplea arena, grava antracita o una combinación de ellas. Los filtros de arena fina son predilectos cuando hay que filtrar flóculos que se han formado químicamente y aunque su ciclo sea más corto pueden limpiarse con menos agua; mientras que la adsorción con carbón activo se utiliza para eliminar la materia orgánica residual que ha pasado el tratamiento biológico<sup>14</sup>.

En el municipio de Sogamoso la entidad encargada del tratamiento de las aguas residuales es COSERVICIOS S.A, la cual debería contar con una planta de tratamiento en completo funcionamiento de tal modo que se pueda eliminar los detergentes que van por el alcantarillado, sin embargo, hasta el momento se cuenta con una parte construida pero aún no se encuentra funcionando.

---

<sup>14</sup> Ibit, p.153.

Para conocer el valor de eliminar los detergentes en el tratamiento de aguas residuales, Coservicios S.A debe manejar un método de costos en el que identifique ese valor; se considera que durante el desarrollo de esta propuesta y en el proceso de buscar los diferentes aspectos implicados en el tratamiento de aguas residuales para eliminar la proporción de detergentes se identificará una metodología de costos apropiada que permita establecer el costo aproximado de este tratamiento.

## **5.2. Marco Conceptual**

Las aguas residuales o aguas servidas son los fluidos procedentes de vertidos cloacales, de instalaciones de saneamiento; son líquidos con materia orgánica, fecal y orina, que circulan por el alcantarillado. También hay presencia de otras sustancias que provienen de diferentes productos que, después de ser usados en los hogares, son vertidos al sistema de alcantarillado.

Dentro de esas sustancias está el detergente que es una sustancia tensioactiva y anfipática que tiene la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo. Al tensoactivo también se le conoce como surfactante y se hace referencia a éste como un compuesto químico capaz de reducir la tensión superficial del líquido en el que se disuelve.

El detergente como producto de limpieza está constituido con diferentes químicos que pueden ocasionar impactos negativos en los cuerpos de agua cuando se realizan vertimientos sin previo tratamiento, entiéndase por vertimiento la disposición controlada o no de un residuo líquido doméstico, industrial, urbano agropecuario, minero, etc. Para contrarrestar los efectos negativos de este tipo de sustancias en el medio ambiente existen diversos tipos de tratamientos que permiten removerlas, si no en su totalidad, en un cierto porcentaje. Estos tratamientos llevan implícito un costo que no es más que la inversión de dinero que una empresa hace, con el fin de producir un bien, comercializar un producto y/o prestar un servicio.



Cuando se buscan determinar los costos, en este caso, de un tratamiento específico son muchas las variables a tener en cuenta, por ejemplo: la cantidad de materiales a utilizar, las personas que participarán con su trabajo en la ejecución del tratamiento, que es lo que se conoce como mano de obra, y los demás factores que no son ni costos directos ni mano de obra, es decir, son costos indirectos de fabricación. Lo que se espera es que los costos sean lo más cercano posible a la realidad, sin embargo, cuando los factores a tener en cuenta son muy variables o se presenta dificultad en la consecución de datos precisos lo que se procede a realizar es una estimación lo que significa que no se busca obtener información exacta puesto que se utilizan datos aproximados.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1. Tipo de estudio**

Se realizó un estudio exploratorio, en el que se halló una aproximación a cerca de la cantidad de detergente que arrojan los usuarios de Coservicios S.A al servicio de alcantarillado.

### **6.2 Método**

El método que se utilizó es analítico deductivo permitiendo elaborar conclusiones de la información analizada y sistematizada.

### **6.3. Población**

La población de estudio es la comunidad Sogamoseña del sector urbano residencial que cuente con servicio de acueducto y alcantarillado de estratos 1, 2, 3, 4 y 5.

### **6.4. Marco Muestral**

Se determinó en las casas que tienen servicio de acueducto y alcantarillado inscritos en la empresa de servicios públicos de Sogamoso

### **6.5. Muestreo**

Aleatorio simple por conveniencia

Para determinar la muestra es necesario establecer qué tipo de población es la

que se va tomar como referencia y se encontró que es una población finita cualitativa, por lo que se hizo un muestreo aleatorio estratificado simple y el marco muestral fue por conveniencia, es decir que a los usuarios que se les realizó la encuesta fueron al azar y los más convenientes ya que no se tiene una base de datos de todos los usuarios de Sogamoso.

## Formula

### Tamaño óptimo en poblaciones finitas<sup>15</sup>

$$n = \frac{z^2 N * P * Q}{(N-1)E^2 + z^2 P * Q}$$

n : tamaño de la muestra

z: nivel de confianza

P: probabilidad

Q: variable de p

E: error de la estimación

N: Población

$$P = 50\% = 0,5$$

$$Q = 50\% = 0,5$$

$$E = 0,05$$

$$Z = 95\% = 1,96$$

$$n = \frac{(1,96)^2 * 27.287 * 0,5 * 0,5}{(27.287 - 1)(0,05)^2 + (1,96)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{3,8416 * 27.287 * 0,5 * 0,5}{(27.286)(0,1) + 3,8416 * 0,5 * 0,5}$$

---

<sup>15</sup> Martínez Ciro. Estadística aplicada. P. 85

$$n = \frac{26206,4348}{68,215 + 0,9604}$$

$$n = \frac{26206,4348}{69,1754} \quad n = 379$$

<b>ESTRATO</b>	<b>USUARIOS</b>	<b>Fr %</b>	<b>Fr</b>	<b>N=datos encuestados</b>
1	1.802	6,60	25	13
2	17.456	63,97	242	121
3	6.642	24,34	92	46
4	1.344	4,93	19	9
5	43	0,16	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>27.287</b>	<b>1.00</b>	<b>379</b>	<b>190</b>

## 6.6. Recolección de información

Información primaria: Se indagó la página web de Coservicios S.A, se efectuaron visitas, entrevistas a funcionarios de Coservicios y se aplicaron encuestas a la comunidad de Sogamoso estratos 1, 2, 3, 4 y 5.

Información secundaria: información recopilada en internet, en trabajos anteriores relacionados y otros documentos.

## 7. DESARROLLO

### 7.1. CONSUMO DE AGUA PROMEDIO EN LOS HOGARES DEL SECTOR URBANO SEGÚN LOS ESTRATOS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE SOGAMOSO.

La empresa de servicios públicos de Sogamoso Coservicios S.A tiene dividido los suscriptores de la ciudad de Sogamoso en cinco estratos socioeconómicos para prestar sus servicios y cobrar una tarifa por ello. Según información obtenida a diciembre de 2013<sup>16</sup>, el número de suscriptores por estrato se encuentra dado de la siguiente manera:

**Tabla 4.** Niveles de estratificación municipio de Sogamoso.

<b>Nivel de estratificación</b>	<b>N° de suscriptores sector urbano alcantarillado.</b>
Estrato 1	1.802
Estrato 2	17.456
Estrato 3	6.642
Estrato 4	1.344
Estrato 5	43
<b>TOTAL</b>	<b>27.287</b>

**Fuente:** creación de los autores.

---

<sup>16</sup> Coservicios S.A, Informe de gestión 2013, pág. 37, 38.

Para conocer la cantidad de agua consumida en promedio por los usuarios del servicio de acueducto y alcantarillado del sector urbano residencial de la ciudad de Sogamoso se parte de la muestra estadística obtenida y se procede a realizar algunas encuestas a la población en donde se toman los datos de un mes del año 2014 encontrados en el recibo de acueducto y alcantarillado que emite la empresa de servicios públicos, suponiendo que los datos que allí aparecen son aproximadamente similares a los de otros meses del año.

A partir de la información recolectada en las encuestas que se aplicaron a los suscriptores existentes en la base de datos de la compañía de servicios públicos de Sogamoso Coservicios S.A y de acuerdo a la muestra estadística, se pudo establecer lo siguiente:

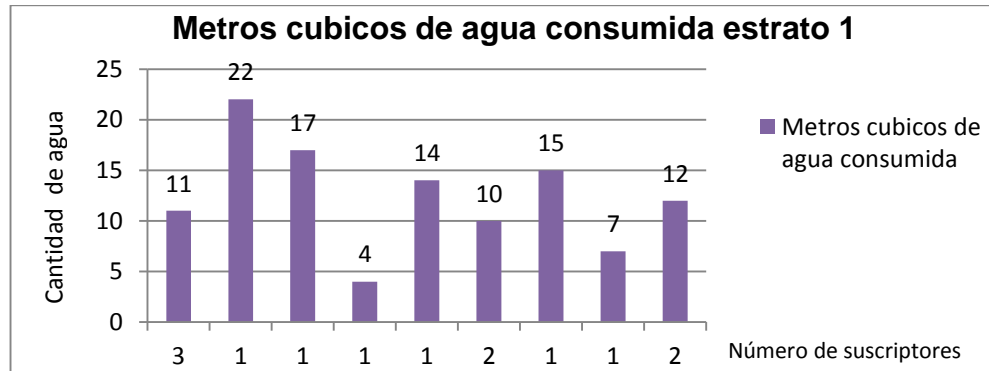
**ENCUESTA PARA LA APROXIMACION AL COSTO RELACIONADO A LA ELIMINACION DE LA PROPORCION DE DETERGENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

Realizada por estudiantes de la **UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGIA DE COLOMBIA.**

10. ¿Qué cantidad en metros cúbicos de agua consumió en promedio según su factura del mes anterior?

## ESTRATO 1

**Grafico 1.** Cantidad consumo de agua estrato 1.

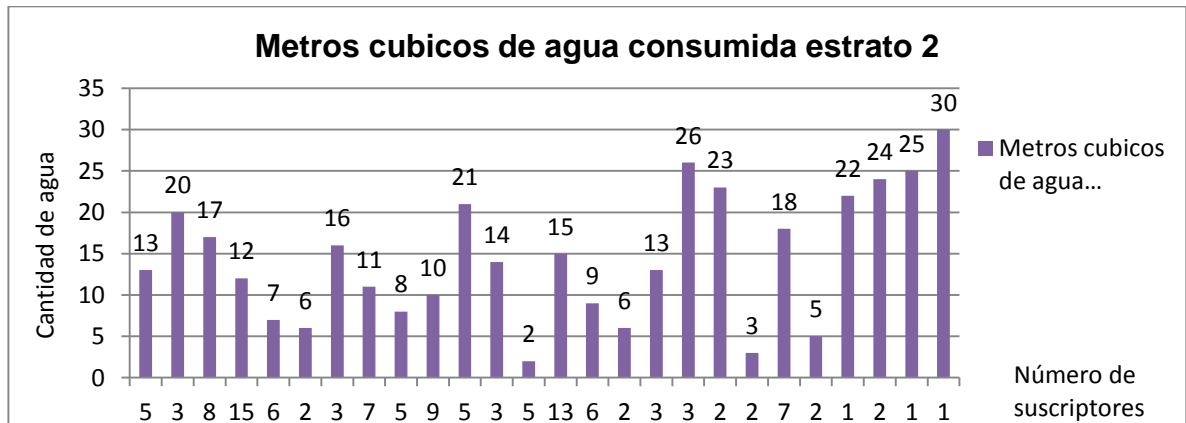


De un total de 13 encuestas realizadas a suscriptores pertenecientes al estrato 1 se obtuvo la información que nos muestra el grafico 1, presentando un promedio de 12 m<sup>3</sup> de agua consumida por este estrato.

Teniendo en cuenta que el número de suscriptores del estrato 1 es de 1.802 y que el consumo promedio de agua es de 12 m<sup>3</sup> se puede deducir que el consumo de agua total y así mismo vertida es de 21.624 m<sup>3</sup> para este estrato.

## ESTRATO 2

**Grafico 2.** Cantidad consumo de agua estrato 2.

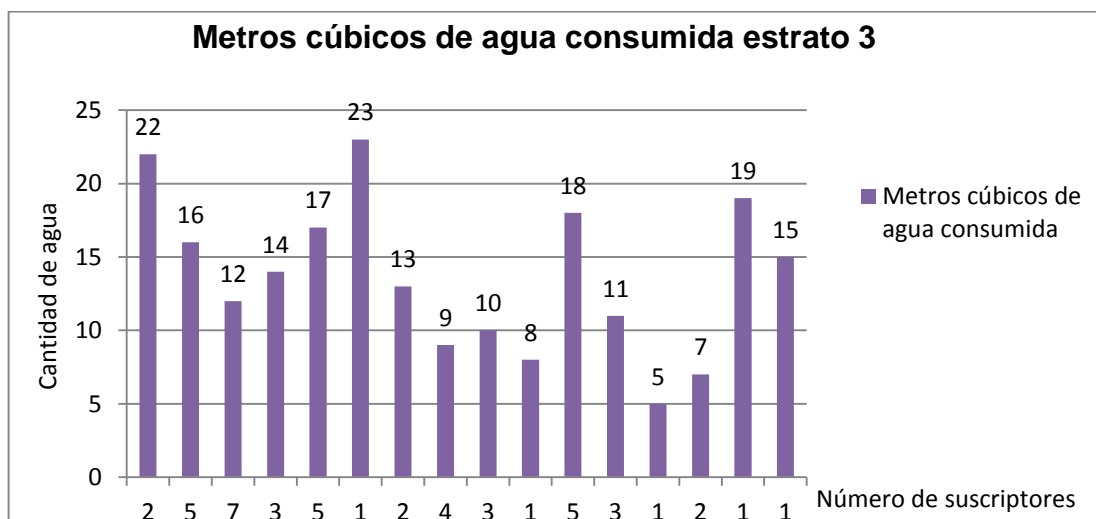


De un total de 121 encuestas realizadas a suscriptores pertenecientes al estrato 2 se obtuvo la información que nos muestra el grafico 2, presentando un promedio de 13,21 m<sup>3</sup> de agua consumida por este estrato.

Teniendo en cuenta que el número de suscriptores del estrato 2 es de 17.456 y que el consumo promedio de agua es de 13.21 m<sup>3</sup> se puede deducir que el consumo de agua total y así mismo vertida es de 230.594 m<sup>3</sup> para este estrato.

### ESTRATO 3

**Grafico 3.** Cantidad consumo de agua estrato 3.



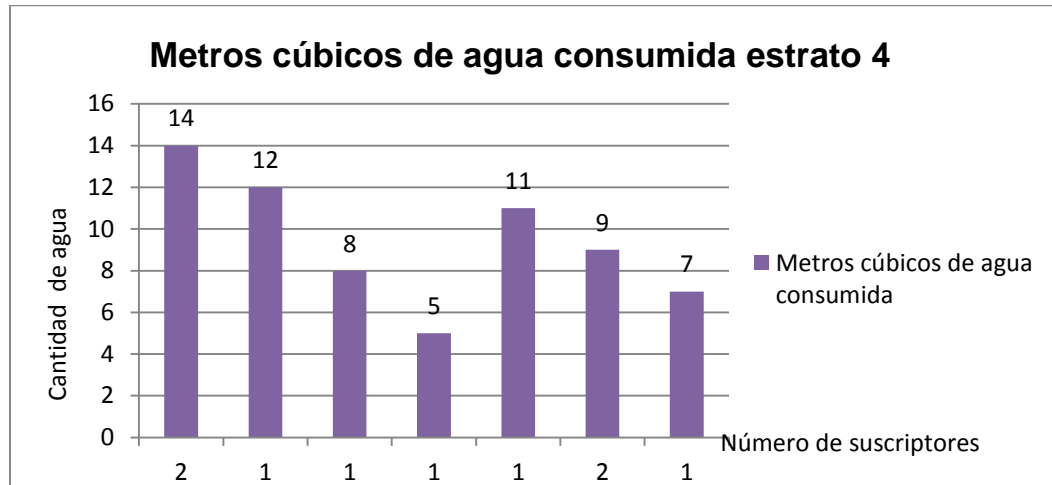
De un total de 46 encuestas realizadas a suscriptores pertenecientes al estrato 3 se obtuvo la información que nos muestra el grafico 3, presentando un promedio de 13,69 m<sup>3</sup> de agua consumida por este estrato.

Teniendo en cuenta que el número de suscriptores del estrato 3 es de 6.642 y que el consumo promedio de agua es de 13.69 m<sup>3</sup> se puede deducir que el consumo de agua total y así mismo vertida es de 90.929 m<sup>3</sup> para este estrato.



## ESTRATO 4

**Grafico 4.** Cantidad consumo de agua estrato 4.

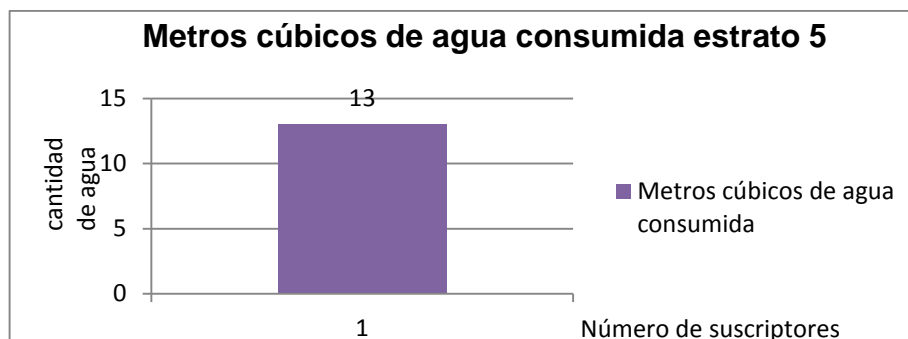


De un total de 9 encuestas realizadas a suscriptores pertenecientes al estrato 4 se obtuvo la información del gráfico 4, presentando un promedio de 9,89 m<sup>3</sup> de agua consumida por este estrato.

Teniendo en cuenta que el número de suscriptores del estrato 4 es de 1.344 y que el consumo promedio de agua es de 9,89 m<sup>3</sup> se puede deducir que el consumo de agua total y así mismo vertida es de 13.293 m<sup>3</sup> para este estrato.

## ESTRATO 5

**Grafico 5.** Cantidad de consumo de agua estrato 5.



De la encuesta realizada al suscriptor perteneciente al estrato 5 se obtuvo la información del gráfico N° 5, en el cual se presenta un promedio de 13 m<sup>3</sup> de agua consumida por este estrato.

Teniendo en cuenta que el número de suscriptores del estrato 5 es de 43 y que el consumo promedio de agua es de 13 m<sup>3</sup> se puede deducir que el consumo de agua total y así mismo vertida es de 559 m<sup>3</sup> para este estrato.

De acuerdo a la información anteriormente obtenida se calcula un total de agua consumida por los suscriptores del sector urbano del municipio de Sogamoso de 356.999 m<sup>3</sup> al mes.

Para el agua que es vertida al alcantarillado y que llega al río Chicamocha se encontró que “Hasta el 90 por ciento del agua que es extraída para el suministro doméstico vuelve a los ríos y acuíferos como agua residual”<sup>17</sup>, por lo que se estima que el 90% de la cantidad de agua consumida es vertida por los suscriptores del municipio de Sogamoso obteniéndose una cantidad total de 356.999 m<sup>3</sup> al mes \* 90% = 321.299 m<sup>3</sup> al mes.

A continuación se discrimina por estratos como aparece en la siguiente tabla:

---

<sup>17</sup> Desarrollo de departamento sostenible. Uso agrícola del agua. Depósito de documentos de la FAO.

Disponible en: < <http://www.fao.org/docrep/005/y3918s/y3918s03.htm> <

**Tabla 5.** Consumo y vertimiento de agua mensual por estrato.

<b>Estrato</b>	<b>Consumo promedio en m3</b>	<b>Consumo total en m3</b>	<b>Agua vertida m3</b>
1	12	21.624	19.462
2	13,21	230.594	207.535
3	13,69	90.929	81.836
4	9,89	13.293	11.964
5	13	559	503
<b>TOTAL</b>	<b>61,79</b>	<b>356.999</b>	<b>321.299</b>

Fuente: creación de los autores

A partir de la tabla se puede observar que el estrato 3 es el que presenta un promedio más alto de consumo de agua, pero si tenemos en cuenta el número de suscriptores, el estrato 2 es el que cuenta con más suscriptores por lo que se podría decir que sería el que vertería más agua al sistema de alcantarillado. Sin embargo se debe tener en cuenta que en algunos hogares de diferentes estratos el número de integrantes es mayor lo cual aumenta el consumo de agua.

Posteriormente se procedió a realizar averiguaciones en la Compañía de servicios públicos de Sogamoso respecto a la cantidad de agua consumida por los diferentes estratos socioeconómicos pero no fue posible obtener esta información a pesar de haberlo solicitado de manera formal y por escrito (ver anexo A), lo único que se suministró por parte de la compañía fueron los datos totales del consumo de agua sin discriminarlo por estratos ni sectores (ver anexo B); ante esta situación se recurre a indagar en la página web del Sistema Único de Información en la cual aparecen los reportes que las compañías de servicios públicos deben realizar con alguna periodicidad, sin embargo la Compañía de

servicios públicos de Sogamoso Coservicios S.A. E.S.P, al parecer, no contaba con estos datos actualizados por lo que nuevamente fue imposible obtener información del año 2014 o a diciembre de 2013.

Pese a lo ocurrido se indagó en la alcaldía del municipio de Sogamoso y se obtuvo alguna información cercana a la solicitada, sin embargo esta no es del todo concluyente puesto que en ella se aprecia la cantidad total de agua potable producida tanto para la ciudad de Sogamoso como para otros municipios aledaños, además en estos datos se refleja la cantidad de agua producida para todos los sectores de la ciudad y no solo para el sector urbano residencial<sup>18</sup>. Igualmente se debe tener en cuenta que durante el trayecto de suministro de agua a los hogares se pueden presentar fugas reportando pérdidas de 25-30%, por lo cual la cantidad de agua potable producida será diferente a la cantidad de agua consumida por los usuarios del servicio de acueducto y alcantarillado del sector urbano residencial de la ciudad de Sogamoso.

**Tabla 6.** Agua potable producida.

<b>Año</b>	<b>Agua potable producida m<sup>3</sup></b>
2013	10.939.270
2012	11.219.854
2011	11.652.563
2010	10.289.623
2009	8.783.899

Por lo anteriormente argumentado se recurre a tomar como punto de partida los datos suministrados por la población de la ciudad de Sogamoso en la encuesta realizada.

---

<sup>18</sup> Información de Coservicios reportada para DPN en el informe SICEP

## **7.2. CONSUMO PROMEDIO DE DETERGENTE EN LOS HOGARES DEL SECTOR URBANO SEGÚN LOS ESTRATOS EXISTENTES EN LA CIUDAD DE SOGAMOSO.**

De acuerdo a las encuestas realizadas a los 190 suscriptores se obtuvo la siguiente información:

### **ESTRATO 1.**

De las 13 encuestas realizadas a los suscriptores se pudo establecer que el total de lavalozas que se consume en este estrato es de 7.850 mililitros, con un promedio de 490,63 mililitros por encuestado y el total de detergente de ropa que se consume es de 20.550 gramos, con un promedio de 1.284,38 gramos (ver anexo F, tablas 29 Y 30).

Se deduce que si en este estrato son 1.802 suscriptores de acueducto y alcantarillado y el promedio de consumo de lavalozas mensual es de 490,63 mililitros y de detergente es de 1.284,38 gramos por hogar al agua llegan **884.106,25** mililitros de lavalozas y **2.314.452,76** gramos de detergente por parte de los hogares del estrato 1.

### **ESTRATO 2.**

De las 121 encuestas realizadas a los suscriptores se pudo establecer que el total de lavalozas que se consume en este estrato es de 60.800 mililitros, con un promedio de 510,92 mililitros por encuestado y el total de detergente de ropa que se consume es de 279.450 gramos, con un promedio de 2.166,3 gramos (ver anexo F, tablas 31 Y 32).

Se deduce que si en este estrato son 17.456 suscriptores de acueducto y alcantarillado y el promedio de consumo de lavalozas mensual es de 510,92 mililitros y de detergente es de 2.166,3 gramos por hogar al agua llegan **8.918.696,80** mililitros de lavalozas y **37.814.932,8** gramos de detergente por parte de los hogares del estrato 2.

### **ESTRATO 3.**

De las 46 encuestas realizadas a los suscriptores se pudo establecer que el total de lavalozas que se consume en este estrato es de 24.550 mililitros, con un promedio de 522,34 mililitros por encuestado y el total de detergente de ropa que se consume es de 94.400 gramos, con un promedio de 1.781,1 gramos (ver anexo F, tablas 33 Y 34).

Se deduce que si en este estrato son 6.642 suscriptores de acueducto y alcantarillado y el promedio de consumo de lavalozas mensual es de 522,34 mililitros y de detergente es de 1.781,1 gramos por hogar al agua llegan **3.469.385,11** mililitros de lavalozas y **11.830.066,2** gramos de detergente por parte de los hogares del estrato 3.

### **ESTRATO 4.**

De las 9 encuestas realizadas a los suscriptores se pudo establecer que el total de lavalozas que se consume en este estrato es de 4.700 mililitros, con un promedio de 522,22 mililitros por encuestado y el total de detergente de ropa que se consume es de 15.800 gramos, con un promedio de 1.436,36 gramos (ver anexo F, tablas 35 Y 36).

Se deduce que si en este estrato son 1.344 suscriptores de acueducto y alcantarillado y el promedio de consumo de lavalozas mensual es de 522,22 mililitros y de detergente es de 1.436,36 gramos por hogar al agua llegan

**701.866,67** mililitros de lavalozas y **1.930.467,84** gramos de detergente por parte de los hogares del estrato 4.

### **ESTRATO 5.**

De la encuesta realizada al suscriptor se pudo establecer que el total de lavalozas que se consume en este estrato es de 300 mililitros, con un promedio de 300 mililitros por encuestado y el total de detergente de ropa que se consume es de 1000 gramos, con un promedio de 1000 gramos (ver anexo F, tablas 37 Y 38).

Se deduce que si en este estrato son 43 suscriptores de acueducto y alcantarillado y el promedio de consumo de lavalozas mensual es de 300 mililitros y de detergente es de 1000 gramos por hogar al agua llegan **12.900** mililitros de lavalozas y **43.000** gramos de detergente por parte de los hogares del estrato 5.

De los resultados anteriores se obtuvo un total de consumo de lavalozas por parte de los hogares Sogamosos del sector urbano de 13.986.953,82 mililitros y de detergente de ropa de 53.932.919,6 gramos que es vertido a las aguas residuales y van a parar al río Chicamocha.

**Tabla 7.** Totales por estratos de detergente y lavalozas.

<b>ESTRATO</b>	<b>CANTIDAD TOTAL DETERGENTE</b>	<b>CANTIDAD TOTAL LAVALOZA</b>
1	2.314.452,76 g	884.106,25 ml
2	37.814.932,8 g	8.918.696,80 ml
3	11.830.066,2 g	3.469.385,11 ml
4	1.930.467,84 g	701.866,67 ml
5	43.000 g	12.900 ml
<b>TOTAL</b>	<b>53.932.919,6 g</b>	<b>13.986.953,82 ml</b>

Fuente: autores del proyecto.

### **7.3. DETERMINACIÓN MEDIANTE UNA METODOLOGÍA DE COSTOS, DEL COSTO APROXIMADO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL EN LO CONCERNIENTE A LA ELIMINACIÓN DE DETERGENTE ARROJADO POR LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO.**

Al inicio de esta investigación se encontró, como aparece en el marco teórico, que el detergente está constituido por varios compuestos, entre ellos están los siguientes: tensoactivo o surfactantes, agentes coadyuvantes, perboratos, agentes auxiliares, enzimas, sustancias fluorescentes, estabilizadores de espuma, perfumes, colorantes y fosfatos; por esa razón, para el estudio, se tenía establecido como detergente todos los productos de limpieza que estuvieran constituidos con algún compuesto de los ya mencionados, entre aquellos productos encontramos: el limpiapisos que contiene tensoactivo no iónico, el lavalozas que contiene coadyuvantes de limpieza, fosfato y surfactantes, el shampoo que contiene surfactantes y derivados del petróleo, blanqueador, desengrasante y desmanchante que contiene tensoactivo no iónico y aniónico, y el detergente en polvo.

Por tal razón, se buscó determinar los datos relacionados con la cantidad de detergente y sus asimilados consumidos mensualmente por los hogares para poder eliminarlo en el tratamiento de las aguas residuales, pero debido a que en la obtención de resultados se encontró con que como tal en Colombia no existe un proceso para eliminar algunos constituyentes del detergente, ni la legislación Colombiana exige a las empresas de servicios públicos implementar un proceso para eliminar estos compuestos, no se cuenta con datos ni información que sirva de base para realizar la estimación del costo de eliminar el detergente en las aguas residuales. Se haría necesario llevar a cabo procesos experimentales con el



fin de establecer el método adecuado. El primer asunto que salta a la vista es nuestra imposibilidad de hacerlo ya que nuestra formación no nos capacita para esta actividad que sólo la pueden realizar expertos en el tema y para lo cual se debería incurrir en gastos de consideración y tomaría un periodo de tiempo prolongado.

Por lo tanto, se procede a investigar en información de países como China, Estados Unidos, Holanda y otros países de Europa<sup>19</sup> y se logra determinar que uno de los mayores contaminantes en las aguas residuales en el mundo es el fosfato el cual está presente en los detergentes para el lavado de ropa y en el lavavajillas, generando consecuencias en el medio ambiente como lo es la eutrofización de los cuerpos de agua cuando se realizan descargas sin previo tratamiento ocasionando la muerte de peces y demás animales de vida acuática. Además, países como los anteriormente mencionados desde hace un tiempo cuentan con una legislación aplicable respecto al uso de fosforo en la fabricación de dichos productos de limpieza con el fin de mitigar el impacto negativo en el medio ambiente a causa de este compuesto.

Debido a esto, se decide hacer una delimitación a este proyecto para tratar de manera distintiva la estimación del costo de la eliminación del fosfato, proveniente

---

<sup>19</sup> Ecolabelling Denmark. Revision of Ecolabel Criteria for Laundry. European Ecolabel. Commission Decision. 2011.

Horth H, Glennie E , Davis L, et al. RECOMMENDATIONS FOR THE REDUCTION OF PHOSPHORUS IN DETERGENTS. FINAL REPORT. 2006.

Ortiz Erica. La experiencia de Holanda y Alemania en el uso de cargos por vertimientos de aguas residuales como instrumento para el control de la contaminación hídrica. ECONOMÍA y desarrollo. Volumen 4. 2005.

The Swedish Chemicals Agency . Phosphates in detergents. 2011.

Background to ecolabelling . Dishwasher detergents and Rinsing agents. Draft for consultation. Version 6.0. 2013.

F O C U S O N S U R F A C T A N T S. agosto 2011. Ibid, Enero 2008. Ibid, abril 2003. Ibid, mayo 2005.

del detergente y lavalozas, presente en las aguas residuales de la ciudad de Sogamoso; por lo cual solo se utilizarán los datos que arrojan las encuestas para determinar la cantidad de detergente para el lavado de ropa y de lavalozas que es consumido en los hogares.

Por otra parte, respecto al desarrollo del objetivo propuesto en un comienzo: determinar mediante una metodología de costos, el costo aproximado del tratamiento del agua residual en lo concerniente a la eliminación de detergente arrojado por los usuarios del servicio de alcantarillado, se realizaron algunas entrevistas con el Ingeniero civil Carlos Pacheco<sup>20</sup>, en las cuales se buscó conocer los procesos existentes en las plantas de tratamiento de agua residual del país para eliminar el tensoactivo de dichas aguas y no fue posible obtener información relacionada debido a que en el país no se cuenta con ningún procedimiento que se encargue de remover el tensoactivo, además Colombia es un país que dentro de su normatividad no tiene establecido un parámetro de remoción de tensoactivos por lo que es posible que en ninguna planta de tratamiento se tenga implementado un proceso de este tipo.

Se realizaron visitas a la planta de tratamiento de agua residual de la ciudad de Paipa y a través de internet se consultó acerca de las plantas de tratamiento de EPM en Medellín y Cañaveralejo en Cali, con el fin de conocer los procesos que allí se llevan a cabo y familiarizarnos un poco más con el tema de tratamientos de aguas residuales.

## PTAR PAIPA

En la planta de tratamiento de agua residual de la ciudad de Paipa se manejan hasta 50 lts/sg, dependiendo de las variaciones climáticas. El material de la infraestructura es concreto.

---

<sup>20</sup> Director de planeación y desarrollo Compañía de servicios públicos de Sogamoso Coservicios S.A E.S.P, diciembre 2014.

En la primera etapa se cuenta con un tratamiento preliminar y primario en donde se cuenta con unas rejillas, un desarenador y una trampa de grasas.

**Imagen 1.** Trampa de grasas.



Fuente: proyectistas, tomada de planta de tratamiento de agua residual de Paipa.

Posteriormente el agua pasa a una canaleta Parshall en donde se mide el agua que entra a la PTAR, es decir el caudal de agua a tratar. El agua es almacenada en un tanque de homogenización y se tienen tres bombas sumergibles, las cuales son alternadas para su funcionamiento, y dirigen el agua hacia unos tamices que impiden el paso de material grueso o residuos con el fin de que no obstaculicen el tratamiento del agua.

Después de esto, el agua pasa a un tanque de aireación en donde, por medio de unos difusores de aire, se oxigenan las bacterias para que estas puedan cumplir con su función metabolizadora y reducir el contenido de materia orgánica. Los difusores se activan de manera automática trabajando durante 10 minutos y se dejan descansar durante 9 minutos. Se requiere de tres días para tener la cantidad de bacterias necesarias para el tratamiento y estas pueden vivir durante 48 horas.

El lodo que se acumula por decantación en el fondo del tanque de aireación debe ser dirigido a otro tanque con el fin de evitar que se vuelva a contaminar el agua.

**Imagen 2.** Tanque de aireación.



Fuente: proyectistas, tomada de ídem.

El agua descontaminada pasa a un ultimo tanque en el que se sedimentan los solidos flotantes.

**Imagen 3.** Tanque sedimentador.



Fuente: proyectistas, tomada de ídem.

## <sup>21</sup>MEDELLIN – EPM

En la ciudad de Medellín se consultaron tres plantas de tratamiento de agua residual PTAR a cargo de EPM.

- Planta de tratamiento de aguas residuales San Fernando.

Primera gran planta de tipo secundario en el país, localizada en el municipio de Itagüí. Entró en operación en su primera fase en mayo del año 2000, con capacidad instalada de 1.8 m<sup>3</sup>/s, hoy se tratan del orden de 1.3 m<sup>3</sup>/s. Esta planta está concebida, con sus futuras expansiones, para tratar un caudal máximo de 4.8 m<sup>3</sup>/s. Allí se trata aproximadamente el 20% de las aguas residuales generadas en el sur del área metropolitana del Valle de Aburrá, provenientes de los municipios de Sabaneta, Envigado Itagüí y La Estrella, y en un futuro Caldas. Dicha Planta tuvo un valor total para su construcción y puesta en operación por valor aproximado de USD\$ 130 millones de dólares y también fue financiada con un crédito otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo, BID.

---

<sup>21</sup> Empresa pública de Medellín, [citado en 12 enero de 2015]. disponible en internet: <http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Agua.aspx> ,

**Tabla 8.** Características Planta de tratamiento de aguas residuales San Fernando.

Caudal promedio de diseño	1.8 m <sup>3</sup> /s
Caudal máximo	3.6 m <sup>3</sup> /s promedio diario
Cargas esperadas	32.7 toneladas de DBO5/día y 59.1 ton/día de SST por diseño. En año 2011 removimos 26.5 ton /d de DBO5 y 35.1 ton/d de SST
Tipo de tratamiento	secundario, por medio de lodos activados
Tratamiento de lodos	Los lodos primarios sin espesamiento y los secundarios espesados se estabilizan mediante el proceso de Digestión anaerobia y en la actualidad se obtiene un 30% de la energía eléctrica de la total demandada por la instalación y se obtiene todo el calor necesario para calentar los "huevitos"
Generación de biosólidos	27787 Ton húmedas /año Diarias: 90 toneladas (un poco más en al año 2011: 28220ton base húmeda al año)
Interceptores	Existen 34 km de interceptores construidos, uno lleva el agua a San Fernando y el otro la transporta hasta Moravia, donde la recogerá el Interceptor Norte

Fuente: <http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Agua.aspx>

- Planta de tratamiento de aguas residuales El Retiro.

La planta se construyó para sanear el río Pantanillo, a través del cual se transporta agua para el consumo humano del área metropolitana del Valle del Aburrá. Hace parte del Programa de saneamiento del río Medellín y sus quebradas afluentes", pues allí EPM ha adquirido experiencia en la operación de plantas de aguas residuales desde 1986.

Tipo de proceso: tratamiento secundario de aguas residuales

- Planta de tratamiento de aguas residuales Bello e Interceptor Norte.

Mediante este proyecto se transportarán las aguas residuales de los municipios de Medellín y Bello hasta el sitio en donde recibirán tratamiento de tipo secundario, antes de ser descargadas al río Medellín.

Al reducir la carga orgánica que recibe el río se logrará el objetivo de calidad del agua, establecido por la autoridad ambiental -Área Metropolitana del Valle de Aburrá-, de elevar el contenido de oxígeno disuelto hasta un nivel mínimo de 5 mg/l en promedio a la altura de ríos descontaminados de grandes ciudades del mundo.

Esto permitirá la recuperación de espacios en las riberas que podrán ser dedicados a la recreación sin contacto directo y a desarrollos urbanísticos y paisajísticos; también se disminuirán las enfermedades de origen hídrico y se permitirá su uso en actividades industriales.

Dicha Planta será tres veces mayor a lo que es hoy la planta San Fernando.

**Tabla 9.** Características Planta de tratamiento de aguas residuales Bello e Interceptor Norte

Caudal promedio de diseño	5.0 m <sup>3</sup> /s
Caudal máximo	6.5 m <sup>3</sup> /s promedio diario
Cargas esperadas	123 t/d DBO5 y 120 t/d sólidos suspendidos
Tipo de tratamiento	secundario, por medio de lodos activados
Tratamiento de lodos	Los lodos primarios y secundarios serán espesados, estabilizados por medio de digestión anaeróbica y deshidratados. Se utilizará el biogás para generación de energía eléctrica (30% de la demanda de la planta)
Generación de biosólidos	Aprox. 100000 Ton húmedas /año Diarias: 300 toneladas
Interceptores	Con el proyecto se construirán 7.7 km de interceptores y más de 8 km de Ramales Colectores

Fuente: [citado en 13 de enero de 2015]. Disponible en internet. <  
<http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Aqua.aspx> >

## Cañaveralejo

**Imagen 4.** Planta de tratamiento en cañaveralejo.



Fuente: [citado en 25 abril de 2015]. Disponible en internet: <  
<https://www.google.com.co/search?q=imagenes+de+plantade+tratamiento+de+agua+residual+en+cañaveralejo>  
 o >



**Imagen 5.** Planta de tratamiento en Cañaveralejo.



Fuente: [citado en 25 abril de 2015]. Disponible en internet: <

<https://www.google.com.co/search?q=imagenes+de+plantade+tratamiento+de+agua+residual+en+cañaveralejo> >

**Imagen 6.** Planta de tratamiento en cañaveralejo.



Fuente: [citado en 25 abril de 2015]. Disponible en internet: <

<https://www.google.com.co/search?q=imagenes+de+plantade+tratamiento+de+agua+residual+en+cañaveralejo> >

En caso de que se decidiera desarrollar el proyecto como se tenía planteado inicialmente se requeriría contar con personal especializado en el tema de químicos y laboratorios para realizar pruebas experimentales que permitan un acercamiento al objetivo principal del proyecto, puesto que en Colombia no hay experiencias concernientes a tratamientos específicos para la remoción de detergentes ni en particular para los tensoactivos. Además, el tiempo a invertir tendría que ser extenso y se necesitaría de un monto de recursos económicos considerables con los que difícilmente se contaba.

Como consecuencia de las dificultades obtenidas se realizó una investigación para determinar qué otro compuesto relacionado con el detergente es de los mayores contaminantes en el agua, como se había mencionado anteriormente, para lo cual se hicieron algunas lecturas y traducciones de artículos de revistas, informes y trabajos de otros países tales como: Recommendations for the Reduction of Phosphorus in Detergents: Final Report, Revision of Ecolabel Criteria for Laundry Detergents 2008 – 2010: Background Report, Dishwasher detergents and Rinsing agents y Phosphates in Detergents entre otros, los cuales aparecen en el anexo G y se citan más adelante extrayendo la información más importante. En dichos documentos se encontró como problema de contaminación en el agua el fosfato que contienen los detergentes de lavado de ropa y los lavavajillas. Como se mencionó antes, estos países desde hace un tiempo cuentan con una legislación aplicable respecto al uso de fósforo en productos de limpieza o se encuentran luchando por prohibir su utilización en la fabricación de estos con el único objetivo de mitigar el impacto negativo que causan en el agua.

Entre estas investigaciones encontramos que:

- Los fosfatos ya están prohibidos en los detergentes para ropa en algunos países Europeos y limitada por la legislación o las acciones voluntarias en otros países (por ejemplo, Noruega, Suecia, Suiza, República Checa,

Francia, Alemania, Italia, Austria, Se espera, además, Países Bajos, Bélgica y Polonia) y están restringida a través de la modificación prevista del Reglamento 648/2004 / CE<sup>22</sup>.

- Según informes de la comisión Europea los Fosfatos actualmente no están limitados por el Reglamento 648/2004 / CE (febrero de 2011), sino se tiene una propuesta de modificación del Reglamento para la regulación del contenido de fosfatos y compuestos de fósforo en detergentes domésticos, está propuesta sugiere que los productos que contengan más de un 0,5% en peso de fósforo no serán puestos en el mercado después del 1 de enero de 2013<sup>23</sup>.
- Noruega tiene un requisito legal nacional en relación con el fósforo en los productos químicos, incluidos los detergentes para lavavajillas, lo que limita el fósforo al 3,8% en peso. Suecia tiene un nuevo reglamento sobre los fosfatos, que entró en vigor el 1 de julio de 2011 y, por tanto, los fabricantes se han visto obligados a eliminar los fosfatos de los detergentes para lavavajillas<sup>24</sup>.
- Los criterios del etiquetado ecológico de la UE para los detergentes para lavavajillas totalmente prohíben los fosfatos. El Etiquetado Ecológico Nórdico en cambio, ha optado por restringir la cantidad de fósforo en los productos. El nuevo límite de 0,20 g / lavado significa que los fosfatos no pueden ser usados como el agente complejante principal, ya que se requiere mucho más fosfato para ello que los permisos de límite. El límite de 0,20 g / lavado significa que una dosis máxima de 20 g / lavado puede

---

<sup>22</sup> Ecolabelling Denmark. Revisión of ecolabel criteria for laundry. european ecolabel. 23 april. 2011. pg 15

<sup>23</sup> Ibid p.16.

<sup>24</sup> Nordic Ecolabelled. Dishwasher detergents and Rinsing agents. Version 6.0 17 september. 2013. P.17.

contener alrededor de 0,79 g de fosfato (del tipo STPP) / lavado o aprox. 0,96 g de fosfonato / lavado (o combinaciones de las dos)<sup>25</sup>.

- El uso de detergentes de fosfato ya ha sido prohibido en varias ciudades chinas, después de los estudios muestran que aproximadamente el 50% del fósforo que se encuentran en las aguas residuales domésticas proviene de productos de limpieza tales como detergentes. El país espera prohibir por completo la sustancia para el año 2005<sup>26</sup>
- Estimaciones suecas realizadas antes de la introducción de detergentes sin fosfatos, han demostrado que alrededor de un tercio del fósforo en las aguas residuales humanas pueden ser atribuidas a fósforo en detergentes (1 g / persona y día) (SSNC 1998)<sup>27</sup>.
- El 15 jun 2011, los eurodiputados pidieron a la Comisión que amplíe una propuesta de prohibición de fosfatos en los detergentes para la ropa a los lavavajillas domésticos, en un esfuerzo para ayudar a mejorar la calidad del agua y la vida acuática, que se dañó por fosfatos vertidos en las aguas residuales. Los fosfatos se utilizan en los detergentes para luchar contra el agua dureza y facilitar la limpieza, pero cuando se libera en lagos y ríos, provocar una proliferación de algas que a su vez los peces presa y otras especies por matarlos de hambre de oxígeno.  
El Comité de Medio Ambiente acogió favorablemente la propuesta de la Comisión de prohibir el uso de fosfatos en los detergentes domésticos desde 01 de enero 2013 y pidió la prohibición se extienda a los detergentes para lavavajillas domésticos de 2015. Dada la falta actual de alternativas

---

<sup>25</sup> Ibid. P 18 – 19.

<sup>26</sup> HAPPI, Household & Personal Products Industry, Feb 2003, 40 (2), 24

<sup>27</sup> The Swedish Chemicals Agency. Phosphates in detregents. February 2011.

técnicas y económicas adecuadas para los fosfatos en lavavajillas detergentes, la Comisión sólo ha "alentado" a la industria a desarrollar detergentes sin fosfatos para lavavajillas. Los detergentes son la tercera fuente de aporte de fosfatos a las aguas superficiales, por detrás de la agricultura y las aguas residuales<sup>28</sup>.

- En Alemania, la limitación de fosfatos en detergentes, decretada por ley, muestra una reducción significativa de fósforo y por lo tanto de las concentraciones de fósforo en las aguas residuales. Hoy en día se puede contar con una cantidad específica de fósforo de alrededor de 2,5 g/día

Esta información recopilada sirvió como base para delimitar este proyecto enfocándolo hacia la remoción de los fosfatos que contienen los detergentes y lavalozas, que finalmente resultan en el agua residual para posteriormente ser vertidos a las fuentes hídricas ocasionando la contaminación y el deterioro de la vida acuática. A continuación se pretende exponer el problema de los fosfatos y las consecuencias que generan en el medio ambiente.

### **7.3.1. EL FOSFORO Y SUS CONSECUENCIAS AMBIENTALES EN EL AGUA.**

El nitrógeno y el fósforo son los compuestos inorgánicos más importantes para el control de la calidad de las aguas residuales. La mayor parte del nitrógeno y del fósforo total del agua residual urbana se encuentra en su fracción soluble, para el caso del fósforo, en polifosfatos y ortofosfatos<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> European parliament [online]. [citado en 16 junio 2011], disponible en internet: < Press release from: European Parliament, website: [www.europarl.europa.eu/parliament.do](http://www.europarl.europa.eu/parliament.do) >

<sup>29</sup> depuración biológica de las aguas residuales [online]. Capítulo 3. Revisión bibliográfica. [citada en 24 febrero de 2015.] disponible en internet:

El fósforo y sus compuestos contribuyen al crecimiento de algas en las aguas superficiales puesto que estos funcionan como nutrientes para las plantas y como consecuencia de esto se produce la eutrofización dependiendo de la cantidad de fosfato presente en el agua.

A lo que se llama eutrofización “es al crecimiento excesivo de algas lo cual perjudica al ecosistema pues estas no permiten que la luz llegue a las profundidades del agua y esto puede provocar la muerte de peces y especies que lo habitan”<sup>30</sup>.

Un cauce de agua eutrófica se caracteriza porque tiene poca diversidad de especies, por el contrario, las algas son escasas en un cauce de agua cuando esta tiene baja concentración de nutrientes, es decir, se tiene agua oligotrófica.

“Tan sólo 1 gramo de fosfato-fósforo (PO<sub>4</sub>-P) provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas. Cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición dan como resultado una demanda de oxígeno de alrededor de 150 gramos. Las concentraciones críticas para una eutrofización incipiente se encuentran entre 0,1-0,2 mg/l PO<sub>4</sub>-P en el agua corriente y entre 0,005-0,01 mg/l PO<sub>4</sub>-P en aguas tranquilas.”<sup>31</sup>

En la directiva EU 91/271/CEE se establecen unos valores límite para el vertido de compuestos de fosfato a las aguas receptoras. Estos límites se dan dependiendo del tamaño de la EDAR<sup>32</sup> (Estación Depuradora de Aguas Residuales):

---

<<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;jsessionid=0721589C0C9B70770622381EBB061358.tdx1?sequence=8>>

<sup>30</sup> Sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de nutrientes [online]. Universidad rey juan Carlos, Mayo 2007. [citado en marzo 12 de 2015] disponible en internet <<http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/page/31>>

<sup>31</sup> Interempresas. Eliminación y determinación de fosfato. [citado en marzo 15 de 2015] Disponible en internet <<http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/37743-Eliminacion-y-determinacion-de-fosfato.html>>

<sup>32</sup> Ídem.

- 2 mg/l P total (10.000 – 100.000 habitantes equivalentes)
- 1 mg/l P total (> 100.000 h-e).

Algunas actividades humanas contribuyen al proceso de eutrofización, tal es el caso del uso de fertilizantes, los efluentes de origen industrial y los efluentes de aguas residuales urbanas haciendo énfasis en el uso de detergentes pues “el 50% o más del fósforo procede de detergentes sintéticos”<sup>33</sup>.

Se tiene conocimientos de que uno de los casos más famosos relacionado con la contaminación por fosfatos es el del lago Erie, uno de los Grandes Lagos, del cual se decía que se estaba muriendo alrededor de los años 60. “Sus problemas provenían, fundamentalmente, de un exceso de entrada de fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) provenientes de sus tributarios, como consecuencia del uso intensivo de detergentes, la incorporación de aguas residuales y la escorrentía de terrenos de cultivo que empleaban fosfatos como fertilizantes”<sup>34</sup>.

### 7.3.2. FOSFORO EN EL AGUA RESIDUAL

Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por contaminación orgánica. Actualmente existe una fuente contaminante de fósforo artificial, por el uso de los detergentes polifosfatados.

---

<sup>33</sup> depuración biológica de las aguas residuales urbanas [online]. Capítulo 3. Revisión bibliográfica. [citado en febrero 26 de 2015] disponible en: < <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;jsessionid=0721589C0C9B70770622381EBB061358.tdx1?sequence=8> >

<sup>34</sup> Química de las aguas naturales [online]. Tema 8. [citado en mayo 13 de 2015] disponible en internet: < <http://www.ugr.es/~mota/Parte2-Tema08.pdf> >

En el agua residual el fósforo se encuentra en 3 formas: ortofosfatos solubles, polifosfatos inorgánicos y fosfatos orgánicos. el fósforo, que supone el 3-6% de la DBO del efluente en una concentración de 8-15 ppm, se encuentra como fósforo orgánico, polifosfato orgánico e inorgánico y ortofosfato. El primero es insoluble y, por degradación biológica, se transforma en fosfato soluble en forma de ión ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), y el segundo, se convierte en ortofosfatos mediante hidrolización en solución acuosa. El polifosfato y fosfato orgánico engloban el 70% del fosforo contenido en el agua residual.

El fósforo total es la suma de los compuestos de las tres formas de fósforo. Las aguas residuales domésticas tienen una concentración de fósforo total de aproximadamente 5-15 mg/L.

“Se calcula que alrededor del 50% de los fosfatos de las aguas provienen de los detergentes, el porcentaje restante se deriva de compuestos fosforosos de desechos humanos y animales y fertilizantes de fosfato”<sup>35</sup>, y que entre el 10 y el 30% del fósforo presente en el agua se elimina durante el tratamiento biológico secundario (Metcalf Eddy, 1995).

En el agua residual parte del fósforo es insoluble y queda retenido en los procesos de decantación, la otra parte es soluble y después del tratamiento biológico se encuentra en forma de ortofosfatos. Durante este tratamiento parte del mismo se incorpora a la fracción proteica de las células de fango activado pasando a formar parte del fango biológico en una proporción del 1% al 2% de dicho fango. Esta incorporación reduce la concentración del fósforo en el agua entre el 15% y el 20%, que sumado a la reducción habida en la decantación primaria produce un valor del 25 al 30%.

---

<sup>35</sup> Análisis y optimización del proceso de empaque de detergentes en polvo (“Overpack & Scrap”). Memoria. P. 72.



La concentración de fósforo en el agua después de un tratamiento convencional oscila entre 6 y 11 mg/L de P, para conseguir valores inferiores es necesario recurrir a tratamientos complementarios de eliminación, pudiendo ser estos de tipo físico-químico o bien de carácter biológico.<sup>36</sup>

El Fósforo en su forma pura tiene un color blanco. “El fósforo blanco es la forma más peligrosa de fósforo que es conocida. Cuando el fósforo blanco se encuentra en la naturaleza este puede ser un peligro serio para nuestra salud. En la mayoría de los casos la gente que muere por fósforo blanco ha sido por tragar accidentalmente veneno de rata”<sup>37</sup>

Esta puede ser una causa más para realizar un tratamiento en el agua residual que tenga como finalidad la remoción del fosforo antes de ser vertido a un agua receptora, pues se sabe que no solo tiene impactos en el medio ambiente sino también en la salud de los humanos.

### **7.3.3. TRATAMIENTOS PARA ELIMINAR EL FOSFATO**

La eliminación del fósforo puede realizarse de dos formas, química y biológicamente. En ambos casos, el fósforo insoluble, aproximadamente el 10% del fósforo total, es eliminado en la decantación primaria y, posteriormente, en la secundaria, se eliminarán los ortofosfatos (15-20% del fósforo total) incorporados a las células del fango activado.

---

<sup>36</sup> j. Suarez, a. Jácome. Eliminación de fosforo en los procesos de depuración de aguas residuales. Universidad Coruña. Sistemas de saneamiento. Enero 2007. pág. 2

<sup>37</sup> Oyarzo V. Mauricio. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes.

### **7.3.3.1. Procesos biológicos:**

Este tipo de procesos consisten en la necesidad de unas condiciones tanto anaerobias como aerobias para que las bacterias presentes en las aguas residuales puedan realizar su función. Para que dichas bacterias puedan retener una mayor cantidad de fósforo de la que normalmente necesitarían para su metabolismo es necesario mantenerlas en condiciones aerobias pero para que estas se desarrollen adecuadamente se deben mantener, previamente, en un medio anaerobio en el cual se da la degradación de la materia orgánica produciendo ácidos orgánicos volátiles.

“En la descomposición anaerobia de la materia orgánica contenida en las aguas residuales urbanas, se producen una serie de ácidos volátiles grasos que son empleados por bacterias defosfatantes para transformar los polifosfatos presentes en fosfatos disueltos. Posteriormente, en medio aerobio, la materia orgánica se mineraliza y el fósforo es reabsorbido por las células en una cantidad considerablemente mayor que la liberada en la zona anaerobia, por lo que el contenido en fósforo de los fangos decantables aumenta un 5-7%.”<sup>38</sup>

- Fangos activados: estos procesos son de los más utilizados para eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) en los últimos tiempos gracias a que son sencillos en cuanto a su diseño y operación.

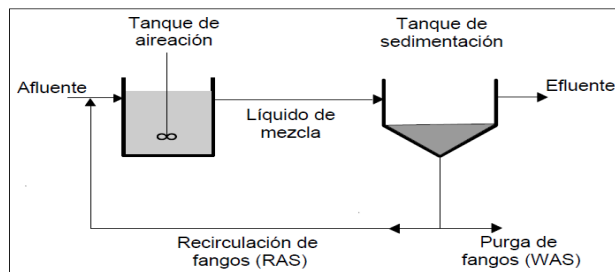
El proceso de fangos activados es el sistema de tratamiento biológico más habitual en el tratamiento de aguas residuales. Se realizaron experimentos con un cultivo biológico en suspensión en un tanque aireado y se implantó la idea de recircular la biomasa suspendida formada durante la aireación. Esta suspensión fue llamada fangos activados.

---

<sup>38</sup> Eliminación de nitrógeno y fósforo [online]. Revista ambientum, noviembre 2002. [Citado en abril 14 de 2015] disponible en internet: <[http://www.ambientum.com/revista/2002\\_40/DSNTRFCC2.asp](http://www.ambientum.com/revista/2002_40/DSNTRFCC2.asp)>

Para la eliminación biológica de fósforo combinada con la de nitrógeno, se añade una zona anaerobia, sin embargo, con este tipo de procesos se presentan algunas restricciones puesto que se presenta una gran producción de fangos.

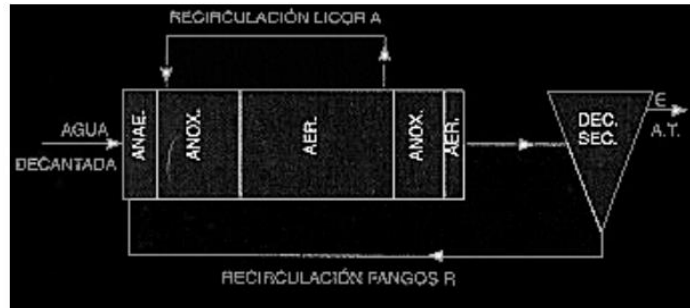
**Figura 9.** Esquema básico de un proceso de fangos activados.



**Fuente:** Depuración biológica de las aguas residuales urbanas. [Citado en 25 marzo de 2015]. Disponible en internet: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;jsessionid=0721589C0C9B70770622381EBB061358.tdx1?sequence=8> >

- Proceso phoredox: este sistema está constituido por cuatro reactores alternados: reactor anoxico, reactor aerobio, reactor anoxico, reactor aerobio; a estos cuatro se les añade un quinto reactor: el reactor anaerobio. En este caso la recirculación principal de fango no se envía al primer reactor anoxico sino que se envía nuevamente al reactor anaerobio.

**Figura 10.** Esquema proceso phoredox

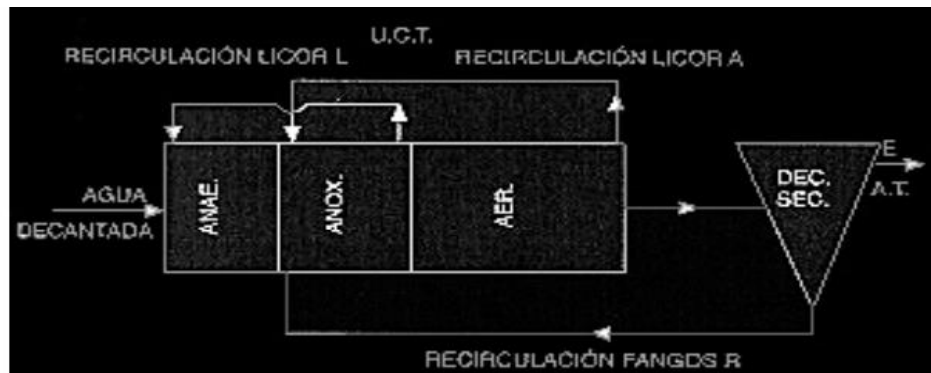


Fuente: [citado en 30 abril de 2015]. Disponible en internet: < <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/fosforo.pdf> >

- Proceso UCT: sus siglas hacen referencia a University of Cape Town (Universidad de Ciudad del Cabo).

Este sistema a diferencia del anterior trabaja solo con tres reactores: anaerobio-anóxico-aerobio y la recirculación principal es dirigida a la entrada del tanque anoxico, además, se cuenta con una recirculación anexa que se realiza con el fin de aumentar la desnitrificación y una segunda recirculación auxiliar que tiene como objetivo alimentar el reactor anaerobio con el licor resultante a la salida del reactor anoxico.

**Figura 11.** Esquema proceso UCT

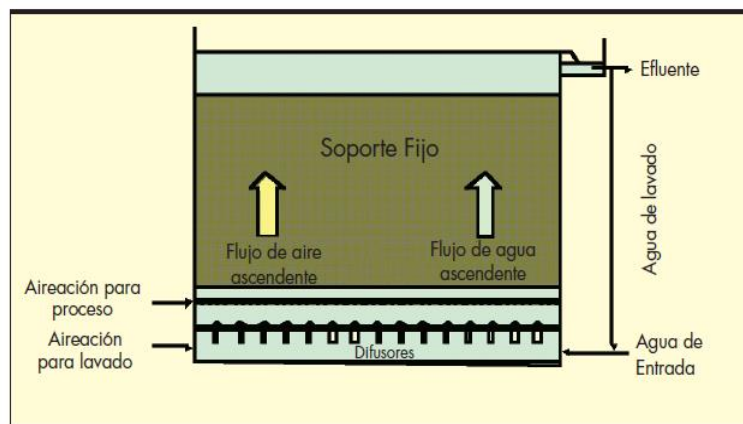


Fuente: [citado en 30 abril de 2015]. Disponible en internet: < <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/fosforo.pdf> >

- Tecnología biopelícula: con esta tecnología se encuentran dos tratamientos que a continuación se mencionan.
  - Biofiltros sumergidos granulares: se basa en el uso de reactores en los que el agua residual que se va a someter a tratamiento fluye de manera vertical de abajo hacia arriba a través de un medio granular de 3 o 4 metros de altura aproximadamente.
 

En este medio granular se forma una biopelícula de bacterias que se mantienen aerobias debido a la aireación por medio de difusores. Como el medio granular no presenta gran porosidad sirve como medio filtrante prescindiendo de la decantación secundaria.

**Figura 12.** Esquema biofiltros sumergidos granulares



Fuente: [citado en 30 abril de 2015]. Disponible en internet: <  
[http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua\\_articulo/Ingcivil/P-081-092.pdf](http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/Ingcivil/P-081-092.pdf) >

- Procesos con soporte móvil: esta tecnología consiste en el crecimiento de la biopelícula en un medio plástico que se mantiene en movimiento en un tanque por medio de la agitación por un sistema de aireación.

- Sistema A/O: Este sistema es muy sencillo y consta de un reactor anaerobio antes del tanque de aireación.

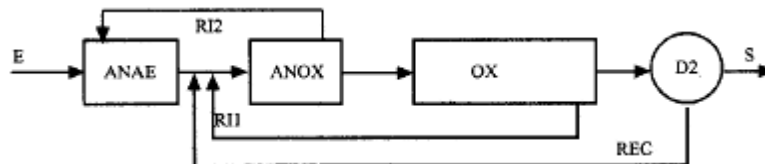
**Figura 13.** Esquema de Sistema A/O



Fuente: [citado en 30 abril de 2015]. Disponible en internet: < <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/fosforo.pdf> >

- Proceso VIP (Virginia initiative plant): este sistema incluye una secuencia de zonas anaerobia, anóxica, y aerobia seguidas de un decantador secundario. El fango recirculado desde el decantador se vierte al reactor anóxico y no a la zona anaerobia, a fin de evitar la entrada de oxígeno a este último.

**Figura 14.** Sistema biológico VIP.



Fuente: [citado en 30 abril de 2015]. Disponible en internet: < precipitación química del fosfato mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas.pdf >

- Humedales: se considera que el sistema de tratamiento para la eliminación del fósforo por medio de humedales es algo complicada. La eliminación del fosforo a través de humedales no logra remover más de 10 a 20%.

“En muchos estudios se ha observado que después de la puesta en marcha de humedales se obtiene una buena eficiencia de eliminación del fósforo para después reducirse rápidamente en poco tiempo debido a que el medio granular limpio tiene capacidad de adsorción, pero esta se va perdiendo rápidamente”<sup>39</sup>

#### **Imagen 7. Humedales.**



Fuente: [citado en 13 abril de 2015]. Disponible en internet: < [http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/images/stories/vista\\_humedal\\_1.jpg](http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/images/stories/vista_humedal_1.jpg) >

#### **7.3.3.2. Procesos químicos:**

- Precipitación química: La precipitación química se usa para eliminar las formas inorgánicas del fosfato mediante la adición de un coagulante y la mezcla de agua residual y coagulante.

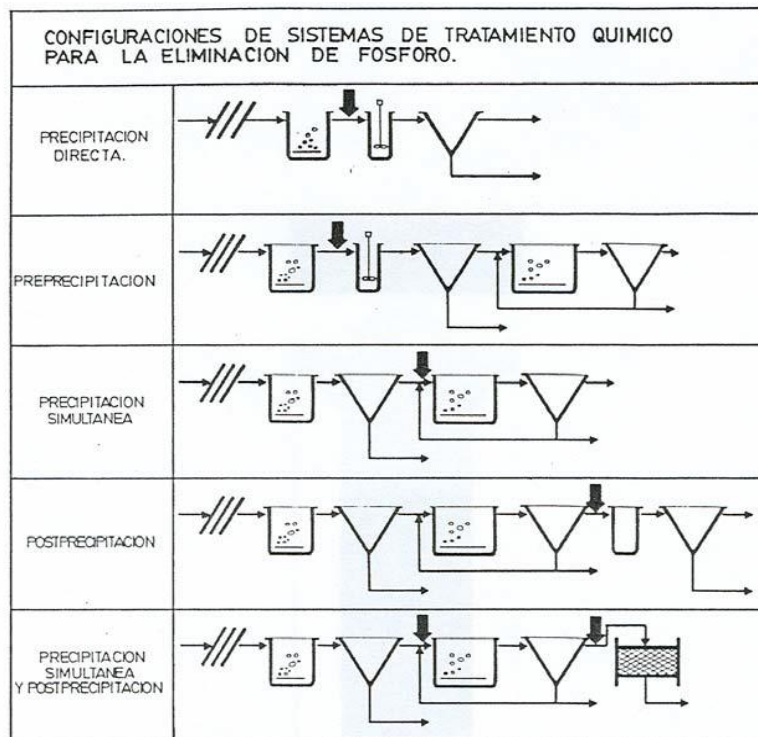
---

<sup>39</sup> García S. Joan, Corzo H. Angélica. Depuración con Humedales Construidos. Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de Flujo Subsuperficial. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2474/1/JGarcia\\_and\\_ACorzo.pdf](https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2474/1/JGarcia_and_ACorzo.pdf)

El método químico consiste en adicionar sales de hierro, aluminio o calcio con el objetivo de obtener fosfatos e hidróxidos de fósforo que decantan rápidamente.

Los productos químicos que se han utilizado para eliminar el fósforo incluyen las sales metálicas y la cal. Dentro de estas sales se encuentran el cloruro de hierro y el sulfato de aluminio que son las más comunes. También se utilizan el sulfato de hierro y el cloruro ferroso, que se pueden obtener como subproductos en la fabricación de aceros.

**Figura 15.** Esquemas de configuraciones de sistemas de tratamiento químico para la eliminación de fósforo.



Fuente: eliminación de fósforo en los procesos de depuración de aguas residuales. *J. Suárez, A. Jácome. Master en ingeniería del agua.*

<ftp://ceres.udc.es/Master en Ingenieria del Agua/master%20antiguo antes%20del%202012/Segundo Curso/Tratamientos Avanzados del Agua/master TEMA N ELIMINACION DE FOSFORO.pdf>

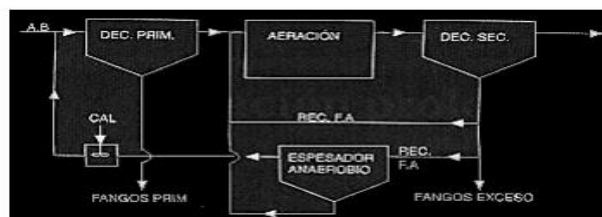


Los métodos biológicos de eliminación de fósforo, tienden a desplazar a los químicos pues se basan en la circulación alternativa de los microorganismos presentes a través de condiciones aerobias y anaerobias. El desplazamiento del que se habla, está dado porque se busca evitar incurrir en costos relacionados con los reactivos químicos, sin embargo se conoce que estudios existentes recomiendan el uso de procesos de tipo químico que sirvan de refuerzo a los tratamientos biológicos que se tienen implementados.

### 7.3.3.3. Procesos mixtos (biológico + químico)

- Proceso phos-strip: este proceso consiste en que, como se ha visto en los sistemas de tipo biológico, se cuenta con una serie de reactores pero en este sistema una parte del circuito de recirculación de fangos se deriva hacia un espesador anaerobio, en este espesador las materias en suspensión se retienen durante un periodo de tiempo de 10 a 12 horas. Posterior a esto se obtiene un sobrenadante que normalmente es llevado a un tanque de floculación y coagulación en que se le adiciona cal y ese líquido se lleva a un decantador primario para recoger el precipitado de fosforo. Igualmente se da una extracción de fangos con poca cantidad de fosforo pero que contiene fangos activos y por lo tanto es llevado o recirculado al reactor aerobio.

**Figura 16.** Esquema proceso phos-strip



Fuente: [citado en 30 abril de 2015]. Disponible en internet: <  
<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/fosforo.pdf> >

Después de haber estudiado los anteriores tratamientos que se realizan al agua residual en diferentes plantas existentes, se realizó una visita a la PTAR que se está construyendo en Sogamoso en la que nos contaron diferentes aspectos, de los cuales presentamos el siguiente resumen:

La construcción de la PTAR de Sogamoso inició en el año 2009 y hasta el momento se encuentra construida en un 96%. Está diseñada para tratar las aguas del casco urbano del municipio de Sogamoso cuyo caudal es de 360 lts/sg. La cantidad de agua que llegará a la planta de tratamiento para ser tratada es de 196 lts/sg. Hasta el momento se han efectuado contratos por valor de \$8.500.000.000 de pesos. Las fuentes de financiación de la planta son: la gobernación de Boyacá, el municipio de Sogamoso, CORPOBOYACA, el fondo de regalías y Coservicios.

Esta planta de tratamiento está diseñada para una duración o vida útil de 30 años.

En la PTAR se realizará remoción del 50% de la carga de DBO y 40% de DQO mediante dos trenes de carga. El agua se va a tratar durante las 24 horas y para esto se establecerán tres turnos a operar por parte de los trabajadores.

El tratamiento preliminar está conformado por:

- Un canal de entrada con unas rejillas donde se removerán las partículas grandes y de ahí el agua pasa al tanque de compensación
- Desarenador: Va a remover las partículas gruesas, el tiempo de retención en este paso es de 3 horas y el proceso en salir dura 15 minutos para llevarlo al reactor.

En el tratamiento primario se tienen dos reactores anaerobios tipo RAMLFA, estos reactores separan los lodos, grasas, espumas y gases y maneja un tiempo de retención de 5 horas. Su diseño es para una temperatura de 10° C a 15°C, entre más alta sea la temperatura el porcentaje de remoción que se obtiene es mayor.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que las bacterias contenidas en el reactor dependen de la temperatura y estas se pueden morir.

Respecto a la producción de lodos, el reactor tarda de 2 a 3 meses para producirlos.

### **Imagen 8.** Reactor anaerobio



**Fuente:** proyectistas, tomado de: planta de tratamiento de agua residual de Sogamoso.

Posteriormente el agua pasa a un tratamiento secundario constituido por un reactor aerobio y un clarificador, los cuales aún no se tienen construidos. En el momento en que se tenga construido el reactor anaerobio se efectuará un retorno de lodos.

Después de esto se da un tratamiento a los lodos en el cual se disponen en un tanque llamado espesador de lodos y luego se dirige a un digestor de lodos en donde se le inyecta aire superficial para finalmente pasar a un tanque de acondicionamiento en donde se le agrega cal o polímeros.

A continuación se llevan los lodos a un filtro prensa donde se lleva a cabo, mecánicamente, un proceso de compactación y deshidratación. Por último, el producto obtenido es dispuesto en el relleno sanitario.

**Imagen 9.** Espesadores, Digestores y acondicionadores de lodos.



**Fuente:** proyectistas, tomado de: planta de tratamiento de agua residual de Sogamoso.

**Imagen 10.** Válvula de entrada de lodos



**Fuente:** proyectistas, tomado de: planta de tratamiento de agua residual de Sogamoso.

No se tiene planeado implementar un tratamiento terciario para el agua residual por ende el agua tratada será vertida al río Chicamocha después de realizado el tratamiento secundario; sin embargo, se vislumbra la posibilidad de que Acerías Paz del Río pueda utilizar esta agua puesto que ya no cuentan, hasta el momento de elaboración de este trabajo, con la concesión que les permitía hacer uso del agua proveniente del Lago de Tota.

También se encontraron estudios realizados en el año 2011 en el que se estima el costo de la planta de tratamiento de agua residual en el municipio de Sogamoso en COP\$ 8,164 millones, la cual estaría financiada con recursos de diversas entidades, se observa que la mayor inversión la realizara el Fondo Nacional de

Regalías con un 35% y la Gobernación de Cundinamarca con un 22%, comparado con la inversión realizada por el Municipio de Sogamoso de 6 % y el 10% por parte de la empresa de servicios públicos COSERVICIOS, que son los que reciben todos los beneficios económicos, ambientales y sociales del proyecto tal como se indica a continuación:

**Tabla 10.** Aportes inversión a planta de tratamiento.

Entidad	Aporte \$COP	% De participación
GOBERNACION DE BOYACA	\$ 1.800.000.000	22%
CORPOBOYACA	\$ 1.200.000.000	15%
MUNICIPIO DE SOGAMOSO - RECURSOS PROPIOS	\$ 499.599.568	6%
COSERVICIOS S.A.	\$ 798.651.595	10%
MUNICIPIO DE SOGAMOSO - RECURSOS EMPRESTITO	\$ 1.000.000.000	12%
FONDO NACIONAL DE REGALIAS	\$ 2.865.837.059	35%

**Fuente:** Orjuela B. Marisol, Peña V. Henry, Quiñones R. Edgar, Romero M. Oscar, Sánchez V. Milton, IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COMO APOORTE PARA LA DESCONTAMINACION DE LA CUENCA DEL RIO CHICAMOCHA. Universidad militar nueva granada. Junio 2011

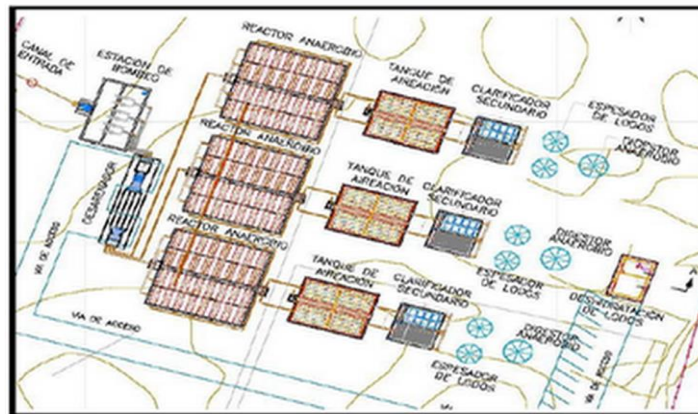
**Tabla 11.** Presupuesto construcción planta de tratamiento de agua residual Sogamoso.

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR \$COP	% De participación
1	CANAL DE ENTRADA	\$ 45.381.723	0,56%
2	DESARENADOR ELEVADO	\$ 316.681.469	3,88%
3	RECINTO ELECTRICO	\$ 88.019.810	1,08%
4	ESTACION DE BOMBEO	\$ 1.080.299.485	13,23%
5	REACTOR ANAEROBIO	\$ 2.532.696.258	31,02%
6	MANEJO Y TRATAMIENTO DE LODOS	\$ 1.502.950.482	18,41%
7	CERRAMIENTO PERIMETRAL EN MALLA ESLABONADA Y PORTERÍA, VIAS Y URBANISMO	\$ 600.539.782	7,36%
8	RED PRIMARIA, ILUMINACION EXTERIOR PTAR, CONTROL Y POTENCIA, LABORATORIO	\$ 1.323.420.185	16,21%
9	INTERVENTORIA TECNICA, FINANCIERA Y ADMINISTRATIVA	\$ 299.599.568	3,67%
10	GERENCIA DEL PROYECTO PARA TODO EL PROYECTO	\$ 374.499.460	4,59%
<b>TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>		<b>\$ 8.164.088.221</b>	

**Fuente:** Orjuela B. Marisol, Peña V. Henry, Quiñones R. Edgar, Romero M. Oscar, Sánchez V. Milton, IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COMO APOORTE PARA LA DESCONTAMINACION DE LA CUENCA DEL RIO CHICAMOCHA. Universidad militar nueva granada. Junio 2011

En el estudio mencionado se planteó el siguiente diseño de planta de tratamiento de agua residual:

**Figura 17.** Plano de la construcción de la planta de tratamiento en Sogamoso



**Fuente:** Orjuela B. Marisol, Peña V. Henry, Quiñones R. Edgar, Romero M. Oscar, Sánchez V. Milton, IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COMO APOORTE PARA LA DESCONTAMINACION DE LA CUENCA DEL RIO CHICAMOCHA. Universidad militar nueva granada. Junio 2011

Con la información anteriormente descrita se puede establecer que en la PTAR de Sogamoso se efectúa un tratamiento biológico mediante un reactor anaerobio en el cual se elimina parte de los fosfatos y que, en un futuro se implementaría un reactor aerobio para recircular los lodos, por lo tanto se decide escoger como alternativa para la remoción de fosfatos en el agua residual el método de precipitación química, método al que se buscará estimar el costo para así cumplir con el objetivo principal del presente proyecto. La razón principal, por la que se elige este tratamiento es porque sirve de complemento al tratamiento biológico con el que se cuenta.

#### **7.3.4. METODO DE PRECIPITACION QUIMICA PARA REDUCCION DE FOSFATOS EN AGUA RESIDUAL**

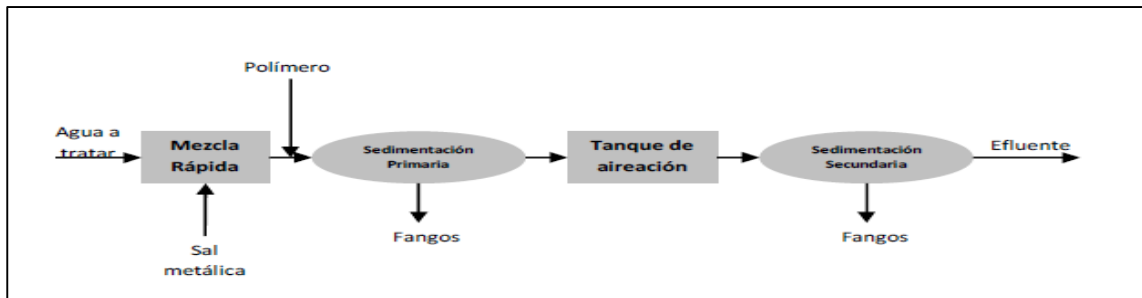
Como se mencionaba antes la precipitación química de fosfato consiste en la aplicación de productos como sales de hierro, aluminio o cal como un precipitante

o coagulante para que se produzca la desfosfatación. El reactivo precipitante del fósforo se puede agregar en tres puntos del proceso:

- a. Durante el tratamiento primario (pre-precipitación), se da antes de la decantación primaria.

Pre-precipitación: se aplica a la adición de productos químicos para la precipitación del fósforo al agua residual bruta previo a las instalaciones de sedimentación primaria. El fósforo precipitado se elimina con el fango primario. Se utilizan dosis de reactivos muy superiores al resto de modalidades, es como mínimo el doble del necesario para realizar solamente la desfosfatación. Además, en este tratamiento es casi siempre necesario recurrir a una dosificación complementaria de un ayudante de coagulación<sup>40</sup>.

**Figura 18.** Diagrama de flujo pre precipitación para eliminación de fosfatos



**Fuente:** Oyarzo Mauricio. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes. Facultad de ingeniería química. 2007.

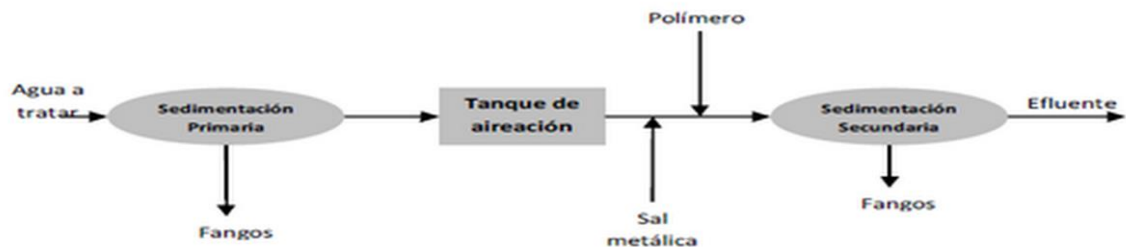
- b. En el tanque de aireación (precipitación simultánea o coprecipitación).

Coprecipitación. Se define como coprecipitación a la adición de productos químicos para la formación de precipitados que se eliminarán junto con los fangos biológicos. Los reactivos se pueden añadir

<sup>40</sup> Oyarzo Mauricio. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes. Facultad de ingeniería química. 2007. P 65.

(1) al efluente de la Sedimentación primaria,  
 (2) al licor mezcla de los fangos activos, o  
 (3) al efluente de un proceso biológico antes de la sedimentación secundaria.  
 Es el sistema más utilizado. Requiere bajas inversiones. Permite utilizar Fe(II).  
 Poca influencia negativa en el tratamiento del fango. Se pueden conseguir  
 efluentes con 1 mg/L de P total<sup>41</sup>.

**Figura 19.** Diagrama de flujo coprecipitación para eliminación de fosfatos



**Fuente:** Oyarzo Mauricio. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes. Facultad de ingeniería química. 2007.

c. En un tanque de reacción adicional aguas abajo del tanque de aireación (postprecipitación).

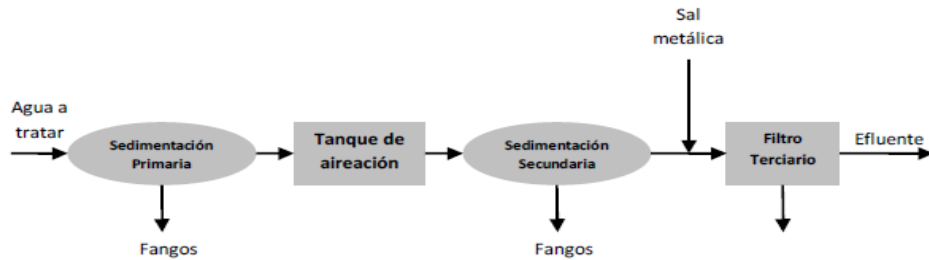
Postprecipitación. La postprecipitación es la adición de reactivos al efluente del decantador secundario y la posterior eliminación de los precipitados, que suele hacerse mediante filtración del efluente o en instalaciones de decantación complementarias. A menudo precisa de la adición de un coadyuvante<sup>42</sup>.

<sup>41</sup> Ídem.

<sup>42</sup> Ídem.



**Figura 20.** Diagrama de flujo pos precipitación para eliminación de fosfatos



Fuente: Oyarzo Mauricio. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes. Facultad de ingeniería química. 2007.

Si al efluente de un sistema de coprecipitación se le somete a una filtración, previa adición de una pequeña dosis de reactivo y de coadyuvante, se pueden obtener efluentes finales con P total entre 0 y 0.5 mg/L. La dosis de reactivo es menor que si se utiliza postprecipitación y filtración. La cantidad de fango producida es menor y el sistema tiene una gran estabilidad.

Por consiguiente se opta por seleccionar como alternativa de tratamiento por precipitación química para eliminar el fosfato el proceso de coprecipitación, pues es el más factible para la eliminación y el menos costoso.

### **7.3.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL TRATAMIENTO POR PRECIPITACIÓN QUÍMICA**

Para determinar el costo de este tratamiento se encontró que la metodología de costos apropiada que se implementará es por costos directos, en la que se requiere conocer el precio de los materiales involucrados, de la mano de obra y los costos indirectos de fabricación y, así mismo, las cantidades requeridas para cada concepto mencionado. Además, se considera que este método es el más apropiado puesto que se trata de la prestación de un servicio y no de una empresa

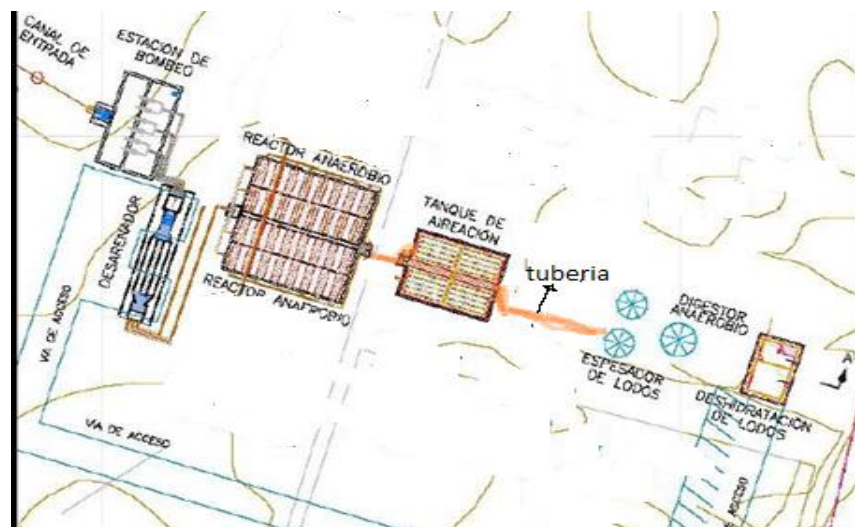
manufacturera y que sólo se está planteando realizar la estimación del costo para un tratamiento específico mas no para una planta de tratamiento de agua residual en su totalidad.

Para la estimación de este costo se tendrá en cuenta lo relacionado con la infraestructura requerida y el proceso a efectuar.

### 7.3.5.1. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA.

La infraestructura está conformada por un tanque de aireación en el que se llevará a cabo el proceso de precipitación química. El tanque en su interior contará con una serie de difusores de aire de membrana que se encargarán de agitar el agua con la solución química a aplicar. El tanque de aireación estará conectado mediante una tubería para agua residual a un reactor anaerobio y a los tanques de tratamiento de lodos.

**Figura 21.** Planta de tratamiento de agua residual Sogamoso.



**Fuente:** Orjuela B. Marisol, Peña V. Henry, Quiñones R. Edgar, Romero M. Oscar, Sánchez V. Milton, IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COMO APOORTE PARA LA DESCONTAMINACION DE LA CUENCA DEL RIO CHICAMOCHA. Universidad militar nueva granada. Junio 2011

Se estima que el terreno en donde se va a construir el tanque según los estudios correspondientes que se realizarían arrojará que el suelo es uniforme y tiene la capacidad y resistencia para soportar el tipo de tanque que se construirá, por lo cual no necesitará de relleno.

Los aspectos que integran el costo de infraestructura se presentan a continuación:

#### **7.3.5.1.1. PRELIMINARES**

Descapote (está conformado por: la limpieza del terreno en el que se incluye maquinaria, remoción de tierra, vehículos). El precio en el mercado por metro cuadrado está en \$6.520 pesos.

El área para la construcción del tanque es de 500 m<sup>2</sup> (25 m x 20 m)

Valor descapote= \$6.520 \* 500 m<sup>2</sup> = \$3.260.000

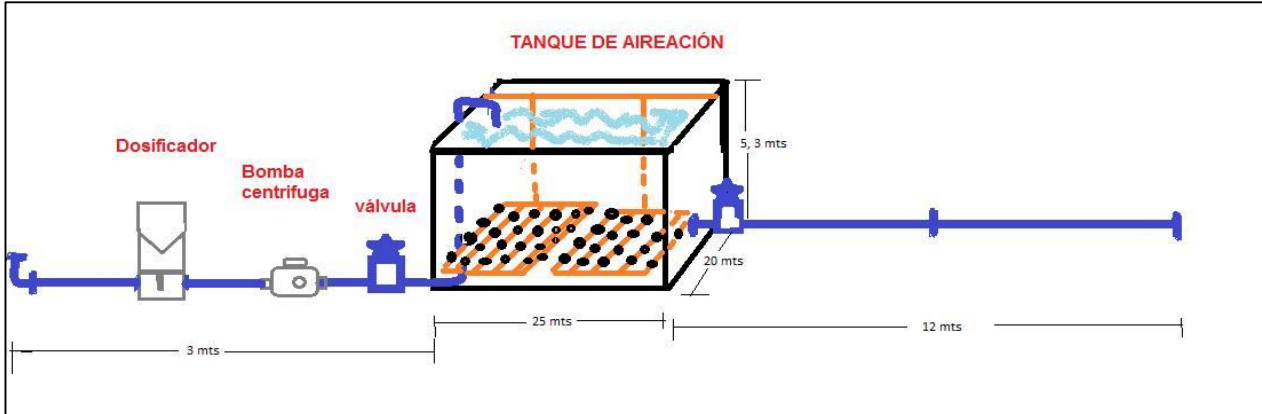
#### **7.3.5.1.2. TANQUE DE AIREACION<sup>43</sup>**

Después de haber consultado con un arquitecto que se encargaría de la construcción del tanque y de informarle la capacidad que debe tener este tanque, él procedió a realizar sus correspondientes cálculos los cuales arrojaron que el tanque tendría unas medidas de 25 m x 20 m x 5,30 m de alto y 0,30 m (30 cm) de espesor (ancho de los muros) para realizarse el tratamiento. A continuación se presenta un esquema de la infraestructura para la realización del tratamiento.

---

<sup>43</sup> Rodriguez Edwin. Arquitecto. Egresado de la Universidad Católica de Colombia. 18 años de experiencia de construcción de obras civiles y edificaciones.

**Figura 22.** Proceso de coprecipitación química.



Elaborado por: autores del proyecto.

#### **7.3.5.1.2.1. Materiales tanque de aireación**

Para calcular el valor de lo que cuesta la construcción del tanque primero se debe conocer los materiales que se necesitan y la cantidad requerida a utilizar, para lo cual se realizan los siguientes cálculos:

**Tabla 12.** Cantidad de materiales para construcción tanque de aireación.

<b>CONCRETO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Medidas</b>	<b>Cantidad</b>
Piso tanque	25 m x 20 m x 0,30m	150 m <sup>3</sup>
Muros	(25 m x 2) x 5,30 m x 0,30 m	79,5 m <sup>3</sup>
	(20 m x 2) x 5,30 m x 0,30 m	63,6 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>293,1 m<sup>3</sup></b>
<b>Acero figurado (varilla N° 10 - 1")</b>		
para todo el tanque	294 m <sup>3</sup> x 152 kg/ m <sup>3</sup>	44.688 kg
<b>Formaleta</b>		
Muros	(25 m x 2) x 5,8 m x 2	580 m <sup>2</sup>
	(20 m x 2) x 5,8 m x 2	464 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>1044 m<sup>2</sup></b>

A partir de las cantidades obtenidas en la tabla anterior y el valor unitario por material se procede a calcular el valor total de la construcción del tanque a continuación:

**Tabla 13.** Precio de materiales y mano de obra para construcción tanque de aireación.

Descripción	Cantidad	Valor	Valor total
Concreto de baja permeabilidad	294 m <sup>3</sup>	450.000 por m3	\$ 132.300.000
Mano de obra del concreto (incluye armado de formaleta, quitarla y limpiarla, aplicar la mezcla)	294 m <sup>3</sup>	200.000 por m3	\$ 58.800.000
Acero figurado (varilla N° 10 - 1")	44.688 kg	\$2.000 por kg	\$ 89.376.000
Mano de obra del acero	102.900 kg	\$350 por kg	\$ 36.015.000
Formaleta	1044 m <sup>2</sup>	\$5.500 por m <sup>2</sup>	\$ 5.742.000
Costo total = Descapote + (Concreto + Mano de obra) + (Acero figurado + Mano de obra) + Formaleta		\$3.260.000+(132.300.000+\$58.800.000)+(\$89.376.000+\$36.015.000)+\$5.742.000	\$ 325.493.000
AIU del 20%	20%	\$ 325.493.000	\$ 65.098.600
<b>TOTAL COSTO CONSTRUCCION DEL TANQUE</b>			<b>\$ 390.591.600</b>

### 7.3.5.2. COSTOS INICIALES

#### **MATERIALES ESTRUCTURA. (Representado en pesos colombianos)**

La estructura está compuesta por la cantidad de materiales para el tanque, los accesorios que se necesitan para realizar el tratamiento y la tubería, de acuerdo a las medidas obtenidas para tal construcción y los precios en el mercado de cada elemento, obtenidos en cotizaciones y consultas en páginas de internet de empresas proveedoras de estos, estableciéndose los siguiente valores:

**Tabla 14.** Materiales estructura.

Descripción.	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tubos en acero al carbón 12” de 6 mts	4	\$1.500.000 \$250.000 metro lineal	\$6.000.000
Codos acero al carbón 12”	4	\$569.792	\$2.279.168
Válvulas compuesta elástica 12”	2	\$3.411.050	\$6.822.100
Bomba centrifuga Pentax gran caudal serie CH-300 M	1	\$1.326.436	\$1.326.436
Dosificador volumétrico de tornillo giratorio.	1	\$9.628.000	\$9.628.000
Difusores de aire de disco con membrana.	828	\$104.400	\$86.443.200
Soplador industrial	1	\$484.500	\$484.500
Tubo pvc 6” (incluye instalación)	73	\$238.230 \$39.705 mt lineal	\$17.390.790
Uniones pvc 6”	69	\$15.000	\$1.035.000
Tubo fibra de vidrio 9” de 6 metros	11	\$150.000	\$1.650.000
Concreto 3000 psi baja permeabilidad	294 m <sup>3</sup>	\$450.000	\$132.300.000
Acero figurado (Varilla) kg	44.688 kg	\$2.000	\$89.376.000
Formaleta	1.044 m <sup>2</sup>	\$5.500 c/m <sup>2</sup>	\$5.742.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 360.477.194</b>

Elaborado por: autores del proyecto.

## MANO DE OBRA

Para la mano de obra de la estructura los contratistas de la construcción se encargan de está, pagándole su seguridad social y todo lo de ley a los trabajadores, por lo que tienen estimado un valor unitario por material dependiendo de la medida de estos, representados en la siguiente tabla:

**Tabla 15.** Mano de obra. (Consultado con arquitecto e ingeniero civil)

Descripción.	Cantidad.	Unidad.	Valor unitario	Valor total
<b>Personal construcción de tanque.</b>				
• Concreto (Incluye armado de la formaleta, encofrado, desencofrado y limpieza, vaciado de la mezcla.)	294 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	\$ 200.000	\$58.800.000
• Acero figurado.	102.900 kg	kg	\$ 350	\$36.015.000
• Instalación tubería 12" acero al carbón.	10	Punto de soldadura	\$300.000	\$3.000.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 97.815.000</b>

Elaborado por: autores del proyecto.

## OTROS COSTOS DE FABRICACION

Estos costos están representados por los siguientes conceptos:

**Tabla 16.** Otros costos de fabricación.

Descripción.	Cantidad.	Valor unitario	Valor total
Estudio de suelos			\$3.000.000
Localización y replanteo		\$1.200.000	\$1.200.000
Descapote	500 m <sup>2</sup>	\$6.520	\$3.260.000
Planta de emergencia 132 KW 165 KVA con instalación.	1	\$44.261.360	\$44.261.360
AIU de la construcción del tanque. ADMINISTRACION (5%) IMPROVISTOS (8%) UTILIDAD (7%)		\$16.274.650 \$26.039.440 \$22.784.510	\$65.098.600
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 116.819.960</b>

Elaborado por: autores del proyecto.

Con los datos obtenidos en las anteriores tablas se puede establecer un valor total de toda la infraestructura como aparece a continuación:

**Tabla 17.** Costo total inicial de infraestructura.

Descripción	Valor
Infraestructura	<b>\$ 360.477.194</b>
Mano de obra	<b>\$ 97.815.000</b>
CIF	<b>\$ 116.819.960</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 575.112.154</b>

Elaborado por: autores del proyecto.

### 7.3.5.3. PROCESO DE PRECIPITACION QUÍMICA

Como se mencionó con anterioridad, el proceso de precipitación química, más exactamente el proceso de coprecipitación, es el método que se tendrá en cuenta



para estimar el costo de remoción de fosforo en las aguas residuales para el presente trabajo. Este es un proceso utilizado para remover los fosfatos del agua residual mediante la aplicación de diferentes sales metálicas. Vale la pena recalcar que las aguas residuales transportan cierta cantidad de fósforo producto del uso de detergentes en los que se utiliza este compuesto para su fabricación y que dicho compuesto es un factor contaminante en los cuerpos hídricos.

De acuerdo con la normatividad colombiana relacionada con vertimientos a cuerpos de agua se establecen unos parámetros a tener en cuenta, sin embargo se observa que el fósforo no es tenido en cuenta como un parámetro.

**Tabla 18.** Normas de vertimiento.

**De las normas de vertimiento.**

**Artículo 72.** Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas:

Referencia	Usuario existente	Usuario nuevo
Ph	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	≤ 40°C	≤ 40°C
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remoción ≥ 80% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales	Remoción ≥ 50% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
<b>Demanda bioquímica de oxígeno:</b>		
Para desechos domésticos	Remoción ≥ 30% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Para desechos industriales	Remoción ≥ 20% en carga	Remoción ≥ 80% en carga

Fuente: [citado en 18 de marzo de 2015]. Disponible en internet < <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617> >

El hecho de que no se tenga como punto de referencia la cantidad de fosforo vertido a los cuerpos de agua, hace suponer que dentro la normatividad nacional

se le resta importancia a la contaminación por dicho compuesto a pesar de que es bien sabido que cuando se hace la caracterización del agua residual se obtiene la cantidad de fosforo presente en esta. Tal es el caso de la composición de las aguas residuales del municipio de Sogamoso realizada en el 2011 y se presenta a continuación:

**Tabla 19.** Composición de las aguas residuales del municipio de Sogamoso en el año 2011.

Parámetro	Promedio ponderado caracterización*	Promedio ponderado caracterización**	Composición promedio
Caudal medio, l/s	318.82	294.64	307
Temperatura, °C	18.21	18.21	18.2
pH, un	7.25	7.25	7.3
DQO, mg/l	336.46	332.57	335
DBO <sub>5</sub> , mg/l	174.25	171.95	173
Grasas y Aceites	44.24	44.08	44
Fósforo Total	4.75	4.72	5
Nitrógeno Total	37.07	36.91	37
SST, mg/l	140.32	133.78	137
SSV, mg/l	113.11	106.87	110
S sedimentables, ml/l	1.72	1.64	1.7
Caudal promedio futuro, l/s	-	-	384
Población actual, hab			123868
Población futura, hab	-	-	179718
Aporte DBO <sub>5</sub> , g/(hab.día)	45.59+	41.58+	44+
Aporte DQO, g/(hab.día)	88.03+	80.41+	84+
Aporte SS, g/(hab.día)	36.71+	32.35+	35+
Carga DBO <sub>5</sub> , kg/día	4666	4256	7441
Carga DQO, kg/día	9011	8231	14379
+Carga SS, kg/día	3758	3311	5895
* Media aritmética			
** Media geométrica			
+ Aporte calculado con base en el 85% de cobertura actual del alcantarillado			
Fuente: Estudio de factibilidad y diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) [1]			

Con lo anteriormente explicado se vislumbra la importancia de remover el fósforo presente en el agua residual a pesar de que no exista una norma que así lo señale y para tal caso se plantea hacerlo mediante la precipitación química.

Para el proceso de precipitación química se tendrán en cuenta los siguientes productos químicos:

**Tabla 20.** Productos químicos para el proceso de precipitación.

Producto	Presentación	Valor unitario <sup>44</sup>
Sulfato de aluminio	Kilo	2.000
Sulfato ferroso	Kilo	2.000
Cal	10 kilos (bulto)	10.000

Elaborado por: autores del proyecto.

- Sulfato de aluminio<sup>45</sup>.  
Ph: Rango de pH para la coagulación óptima: 5-7,5.  
Dosis: en tratamiento de aguas residuales, de 100 a 300 g/m<sup>3</sup>, según el tipo de agua residual y la exigencia de calidad.
- Sulfato ferroso:  
Ph: Rango de pH para la coagulación óptima, alrededor de 9,5.  
Dosis: se necesitan de 200 a 400 g/m<sup>3</sup> de reactivo comercial FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O

Para efectuar la adición de las sales metálicas se tiene en cuenta la información recolectada durante el desarrollo del proyecto referente a los ensayos de pruebas

<sup>44</sup> ServiQuimicos E.U. Gerente General Mariela Jiménez. Cra 9ª No. 16-01 Sogamoso-Boyacá.

<sup>45</sup> Wikilibros. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento físico-químico. Disponible en: < [http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_aguas\\_residuales/Tratamiento\\_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmico](http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Tratamiento_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmico) >

de jarras en los que se determinan las dosis óptimas de producto químico y se realizan los cálculos pertinentes dependiendo de la cantidad de agua residual que llegara al tanque, la concentración de fosforo y la sal metálica a utilizar.

Para el sulfato de aluminio se presenta la siguiente tabla en la cual aparecen los valores de fósforo total encontrados en las muestras realizadas en una PTAR en cuatro puntos diferentes (AB= agua bruta, S.PT = Salida pretratamiento, LM = Licor mezcla, S.D.S = Salida de decantador secundario)

Para el presente proyecto, antes de realizada la adición del sulfato de aluminio, se realizó una muestra al caudal en el que se encontró que el fosforo total presente en el agua residual es de 5 (tabla N° 19) y que a partir de este valor se empiezan hacer las pruebas para encontrar la cantidad a adicionar a nuestro proceso.

Según el experimento encontrado en el proceso investigativo, se pudo obtener lo siguiente:

**Tabla 21.** Concentraciones de fosforo total antes de prueba de jarras.

<b>Fósforo Total</b>	<b>A.B.</b>	<b>S.PT.</b>	<b>L.M.</b>	<b>S.D.S.</b>
<b>Promedio</b>	7,67	7,27	47,0	6,72
<b>Desviación Estándar</b>	0,3	0,1	3,9	0,5
<b>Intervalo de Confianza <sup>(1)</sup></b>	0,1	0,1	1,1	0,1
<b>Máximo</b>	7,87	7,34	50,1	7,43
<b>Mínimo</b>	7,20	7,18	39,40	6,12

**Fuente:** Oyarzo V. Mauricio. 2007. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes. pág. 75

**Tabla 22.** Concentraciones de fósforo total después de prueba de jarras.

Dosis de $Al^{+3}$ (mg/L)	A.B.	S.PT.	L.M.	S.D.S.
5	7.6	7.0	45.2	6.2
10	7.3	6.8	43.8	5.9
15	6.5	5.9	23.2	5.6
20	5.7	5.5	17.1	4.8
25	4.9	4.7	14.8	4.1
30	4.5	4.4	14.3	3.8

**Fuente:** Oyarzo V. Mauricio. 2007. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Universidad de Magallanes. pág. 79

Con los datos presentados en la tabla anterior se puede observar que con una dosis de sulfato de aluminio de 30mg/lit se obtuvo una concentración de fósforo de 4.4 en la salida del pretratamiento por lo cual partimos de este dato para comenzar a realizar las estimaciones pertinentes para establecer la dosis óptima en el presente proyecto.

En nuestro caso, como se decía, el promedio de fosforo total es de 5 y se estima que las variaciones en promedio después de la prueba de jarras es de 0.3 disminuyendo a medida que aumenta la dosis de coagulante en 5 mg/lit, para lo cual se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 23.** Dosis optima de coagulante.

Dosis (mg/lit)	Fosforo S.PT
30	4.4
35	4.1
40	3.8
45	3.5
50	3.2
55	2.9

60	2.6
65	2.3
70	2.0
75	1.7
80	1.4
85	1.1
90	0.8
95	0.5
100	0.3
105	0.0

Fuente: autores del proyecto

En la que se deduce que la dosis a aplicar en el agua para el proceso de co-precipitación en el que se logrará eliminar a cero el fósforo es de 105 mg/lit.

En el caso del sulfato ferroso II y la cal nos vamos a guiar de la tabla N°24 de la que se escogen las dosis menores de cada solución puesto que en el proyecto que se realizó de precipitación química con las dosis que aparecen en la tabla 24 se tenía una concentración más alta de fósforo y la composición del agua era diferente.

**Tabla 24.** Agentes químicos empleados en la eliminación de fósforo.

REACTIVOS	DOSIS (mg/l)
Sulfato de aluminio (granulado o solución)	144 – 161
Cloruro de aluminio (solución 40%)	65
Aluminio de sodio (solución 40%)	57
Sulfato ferroso II (granulado)	126 – 135
Cloruro férrico III (solución 30 – 40%)	79 – 131
Sulfato de hierro III (solución 40%)	97
Sulfato cloruro de hierro III (solución 40%)	91
Cal (polvo)	50 – 150
Hidróxido de calcio (polvo)	50 - 150

**Fuente:** j. Suarez, a. Jácome. Eliminación de fósforo en los procesos de depuración de aguas residuales. Universidad Coruña. Sistemas de saneamiento. Enero 2007 pág. 6

### 5.3.5.2.1. Costos del proceso de coprecipitación química

Los costos del proceso de coprecipitación química están conformados por el material (insumo), mano de obra y otros costos de fabricación.

#### MATERIAL

Para el presente proyecto de eliminación de fosfatos en el agua residual se tiene establecido estimar el costo teniendo en cuenta la aplicación de los coagulantes mencionados con anterioridad: sulfato de aluminio, sulfato ferroso o cal, puesto que son de los más utilizados. Con cada uno de estos productos se debe determinar la dosis a aplicar, pues con cada producto es diferente y depende del agua a tratar.

#### Calculo de la dosis aplicar para el agua a tratar:

En la visita que se realizó a la PTAR de Sogamoso nos informaron que el agua que ingresa y pasa a tratamiento es medida en litros, por lo que para el caso del tratamiento de la precipitación química del agua residual se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en las encuestas respecto a la cantidad de agua total consumida en un mes por todos los suscriptores de la ciudad de Sogamoso del sector urbano residencial. De esta cantidad se estima que el 90% es agua vertida y llega a la PTAR. Se procede a realizar la conversión de los 321.299 m<sup>3</sup> de agua vertida en un mes a litros para saber la cantidad de agua a tratar y la dosis a aplicar de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \longrightarrow 1000 \text{ lts} \\ 321.299 \text{ m}^3 \longrightarrow x \end{array}$$

$$X = \frac{321.299 \text{ m}^3 * 1000 \text{ lts}}{1 \text{ m}^3} = 321.299.000 \text{ lts al mes}$$

La cantidad de agua vertida en un mes y a tratar es de 321.299.000 lts, en un día es  $321.299.000 \text{ lts} / 30 \text{ días} = 10.709.967 \text{ lts diarios}$ .

Después de obtenerse la cantidad a tratar se procede a calcular la dosis aplicar en un día y en un mes así:

- Con la aplicación de sulfato de aluminio se estableció la dosis de coagulante de 105 mg/lit, como se observó con anterioridad, por lo que obtenemos el siguiente resultado:

En un día se tienen 10.709.967 lts de agua residual por 105 mg/lit de sulfato de aluminio = 1.124.546.535 mg de solución aplicar al día.

En un mes = 1.124.546.535 mg de solución aplicar al día \* 30 días = 33.736.396.050 mg aplicar mensualmente.

Estos productos químicos a utilizar como coagulantes son vendidos en el mercado en kilos por lo que se realiza una conversión de los mg a kg así:

Diarios:  $1.124.546.535 \text{ mg} / 1000 \text{ mg} / 1000 \text{ gr} = 1.125 \text{ kg}$  aplicar al día.

Mensuales:  $33.736.396.050 \text{ mg/mes} / 1000 \text{ mg} / 1000 \text{ gr} = 33.736 \text{ kg}$  aplicar en el mes.

- Con la aplicación de sulfato ferroso II la dosis establecida de coagulante es de 126 mg/lit, obteniéndose para el agua a tratar un total de:



En un día se tienen 10.709.967 lts de agua residual por 126 mg/lit de sulfato ferroso II = 1.349.455.842 mg de solución aplicar al día.

En un mes 1.349.455.842 mg de solución aplicar al día \* 30 días =40.483.675.260 mg aplicar al mes.

Pasándolo a kilos:

Diarios: 1.349.455.842 mg/mes / 1000 mg/ 1000 gr = 1.349 kg al día.

Mensualmente: 40.483.675.260 mg/mes / 1000 mg/ 1000 gr = 40.484 kg al mes.

- Con la aplicación de cal la dosis de coagulante es de 50 mg/lit, obteniéndose para el agua a tratar un total de:

En un día se tiene 10.709.967 lts de agua residual por 50 mg/lit de cal = 535.498.350 mg de solución aplicar al día.

En un mes sería 10.709.967 mg de solución al día \* 30 días =16.064.950.500 mg aplicar al mes.

Pasándolo a kilos

Diarios: 535.498.350 mg/mes / 1000 mg/ 1000 gr = 535 kg al día.

Mensualmente: 16.064.950.500 mg/mes / 1000 mg/ 1000 gr = 16.065 kg al mes.

Después de calcular la dosis a utilizar se procede a deducir el costo de los coagulantes que son aplicados al tratamiento de la coprecipitación de la siguiente manera:

**Tabla 25.** Costos coagulantes.

Coagulante	Cantidad al mes	Valor unitario por kilo	Valor total
Sulfato de aluminio	33.736 kg/mes	\$2000	\$ 67.472.000
Sulfato ferroso	40.484 kg/mes	\$2000	\$ 80.968.000
Cal	16.065 kg/mes	\$1000	\$ 16.065.000

Elaborado por: autores del proyecto

## MANO DE OBRA

Se deduce el valor de la mano de obra de la operación del proceso de precipitación química estimando que son 3 operarios y cada uno labora en turnos de 8 horas. La estimación realizada se hace asumiendo que se les pagará sus correspondientes recargos nocturnos y dominicales además de todo lo de ley como aparece en la siguiente tabla:

**Tabla 26.** Mano de obra proceso precipitación química.

TRABAJADORES	TURNO	Sueldo	Días trabajados	valor hora	N° horas al mes	Auxilio de transporte	Recargo nocturno	dominicales diurnos	dominicales nocturno.	TOTAL DEVENGADO	4.0%	4%	TOTAL DEDUCIDO	NETO A PAGAR
operario 1	6 am-2 pm	\$ 1.100.000	30	\$ 4.583	240	\$ -	\$ -	\$ 256.667		\$ 1.356.667	\$ 54.267	\$ 54.267	\$ 108.533	\$ 1.248.133
operario 2	2 pm- 10 pm	\$ 1.100.000	30	\$ 4.583	240	\$ -	\$ -	\$ 256.667		\$ 1.356.667	\$ 54.267	\$ 54.267	\$ 108.533	\$ 1.248.133
operario 3	10 pm-6 am	\$ 1.100.000	30	\$ 4.583	240	\$ -	\$ 385.000	\$ -	\$ 308.000	\$ 1.793.000	\$ 71.720	\$ 71.720	\$ 143.440	\$ 1.649.560
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3.300.000</b>	<b>90</b>	<b>\$ 13.750</b>	<b>720</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 385.000</b>	<b>\$ 513.333</b>	<b>\$ 308.000</b>	<b>\$ 4.506.333</b>	<b>\$ 180.253</b>	<b>\$ 180.253</b>	<b>\$ 360.507</b>	<b>\$ 4.145.827</b>

### APORTES PARAFISCALES

CONCEPTO	PORCENTAJE	VALOR
SENA	0,000%	
COMFABOY	4,000%	\$ 180.253
I.C.B.F	0,000%	\$ -
APORTES A SALUD	8,500%	\$ 383.038
APORTES A PENSIC	12,000%	\$ 540.760
APORTES A RIESG	6,96%	\$ 313.641

### APROPIACIONES DE NOMINA

CONCEPTO	PORCENTAJE	VALOR
CESANTIA	8,33%	\$ 375.378
INTERESES A LA CESANTIA	1,00%	\$ 45.063
PRIMA DE SERVICIOS	8,33%	\$ 375.378
VACACIONES	4,17%	\$ 187.914

**TOTAL \$ 6.547.252**

Elaborado por: autores del proyecto

A partir de la nómina realizada se logró establecer un costo de mano de obra de: \$ 6.547.252

### Otros Costos de fabricación

Para los CIF se tienen en cuenta la prueba de jarras que es un estudio de laboratorio que se hace para determinar la dosis óptima a aplicar en el agua y el valor del transporte de los productos químicos.

**Tabla 27.** Otros costos de fabricación.

<b>Descripción</b>	<b>Valor total</b>
Estudio de laboratorio prueba de jarras	\$ 400.000
Transporte productos químicos	\$ 20.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 420.000</b>

Elaborado por: autores del proyecto

Finalmente se obtiene el costo total de la realización del tratamiento por precipitación química del agua residual para eliminar el fosforo de acuerdo al coagulante.

Estos costos están compuestos por el material, la mano de obra y otros costos de fabricación, para estos dos últimos los valores serán los mismos con cualquiera de los 3 coagulantes. Dentro de los otros costos de fabricación se incluye el valor de la amortización de la infraestructura para la que se estima una vida útil de 20 años, también se incluye el costo de oportunidad de arrendamiento del terreno como podemos observar a continuación:

**Tabla 28.** Costo total mensual del tratamiento por precipitación química: coprecipitación.

Descripción	Formulación	Sulfato de aluminio	Sulfato ferroso	Cal
Material		\$ 67.472.000	\$ 80.968.000	\$ 16.065.000
Mano de obra en V/E		\$ 6.547.252	\$ 6.547.252	\$ 6.547.252
CIF				
Análisis laboratorio		\$ 420.000	\$ 420.000	\$ 420.000
Amortización infraestructura (v/r construcción / 240 meses)	\$575.112.154 / 240	\$ 2.396.301	\$ 2.396.301	\$ 2.396.301
Costo de oportunidad arrendamiento de terreno.		\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
<b>Total CIF</b>		<b>\$ 4.016.301</b>	<b>\$ 4.016.301</b>	<b>\$ 4.016.301</b>
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 78.035.553</b>	<b>\$ 91.531.553</b>	<b>\$ 26.628.553</b>

Elaborado por: autores del proyecto

Partiendo de los costos totales estimados que aparecen en la tabla anterior para cada coagulante y la cantidad de agua vertida obtenemos el costo unitario por metro cubico de agua, asi:

- Con sulfato de aluminio  
Costo unitario =  $\$ 78.035.553 / 321,299 \text{ m}^3 = \$ 242,88/\text{m}^3$
- Con sulfato ferroso  
Costo unitario =  $\$ 91.531.553 / 321,299 \text{ m}^3 = \$ 284,88/\text{m}^3$
- Con cal  
Costo unitario =  $\$ 26.628.553 / 321,299 \text{ m}^3 = \$ 82,88/\text{m}^3$

Los costos estimados sirven de referencia para determinar el costo de realizar el tratamiento de precipitación química en cualquier planta de tratamiento de aguas residuales dependiendo de la cantidad de agua vertida.

A partir de los resultados obtenidos se puede decir que desde el punto de vista de costos el proceso de coprecipitación resulta más económico con la aplicación de cal, pero si lo vemos desde el punto de vista ambiental es más recomendable aplicar sulfato de aluminio puesto que se tiene conocimiento de que el empleo de cal en este tipo de tratamientos aumenta la producción de lodos lo cual podría presentar algún inconveniente en cuanto a la disposición de estos que, por lo general, son dispuestos en rellenos sanitarios. “La estabilización alcalina con adición de cal presenta la ventaja de una inversión menos costosa y es más fácil de operar que los otros procesos. Sin embargo, este proceso tiene la gran desventaja de que los biosólidos producidos pueden regresar a su estado inestable si el pH cae después del tratamiento, lo que ocasiona el crecimiento de nuevos microorganismos, además incrementa la masa de los biosólidos a disponer”<sup>46</sup>

Igualmente, partiendo de los costos estimados, se podría establecer el presupuesto que se necesitaría para efectuar el tratamiento tendiente a reducir el fósforo en el agua residual y el posible costo en que incurriría cada suscriptor del servicio de alcantarillado para la realización del tratamiento aquí planteado.

---

<sup>46</sup> Limón Macías, Juan Gualberto. LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ¿PROBLEMA O RECURSO?. Especialidad: Ingeniería Química. 08 de Julio de 2013. Guadalajara, Jalisco. pag 19. Disponible en: [http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc\\_ingreso\\_gualberto\\_limon\\_trabajo\\_de\\_ingreso.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_limon_trabajo_de_ingreso.pdf)

Por ejemplo, si en el estrato 1 se consume en promedio 12 m<sup>3</sup> de agua y el 90% es vertida, es decir 10,8 m<sup>3</sup>, y en el tratamiento de coprecipitación química se utiliza sulfato de aluminio que tiene un costo por metro cubico de agua de \$ 242,88 este estrato tendría que asumir un posible costo de \$ 2.623 por la cantidad de agua vertida al sistema de alcantarillado, lo mismo sucedería con cada estrato como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 29.** Costo correspondiente a cada suscriptor según el estrato.

Estrato	Coagulante	Promedio agua consumida m3	Promedio agua vertida m3	Costo unitario de tratamiento por m3 de agua	Costo asumido por el suscriptor
1	sulfato de aluminio	12	10,8	\$ 242,88	\$ 2.623
	sulfato ferroso	12	10,8	\$ 284,88	\$ 3.077
	Cal	12	10,8	\$ 82,88	\$ 895
2	sulfato de aluminio	13,21	11,89	\$ 242,88	\$ 2.888
	sulfato ferroso	13,21	11,89	\$ 284,88	\$ 3.387
	Cal	13,21	11,89	\$ 82,88	\$ 985
3	sulfato de aluminio	13,69	12,32	\$ 242,88	\$ 2.992
	sulfato ferroso	13,69	12,32	\$ 284,88	\$ 3.510
	Cal	13,69	12,32	\$ 82,88	\$ 1.021
4	sulfato de aluminio	9,89	8,9	\$ 242,88	\$ 2.162
	sulfato ferroso	9,89	8,9	\$ 284,88	\$ 2.535
	Cal	9,89	8,9	\$ 82,88	\$ 738
5	sulfato de aluminio	13	11,7	\$ 242,88	\$ 2.842
	sulfato ferroso	13	11,7	\$ 284,88	\$ 3.333
	Cal	13	11,7	\$ 82,88	\$ 970

Fuente: creación de los autores.

Cabe aclarar que para el estrato 1 y 2 se establece un subsidio, por lo cual el costo asumido por suscriptor sería menor al que aparece en la tabla, además el valor a cobrar depende de la cantidad de agua consumida en cada hogar.

Se podría deducir que de esta manera se puede llegar a una cultura del cuidado medioambiental puesto que los usuarios o suscriptores del servicio tomarían conciencia del impacto económico que les generaría tener que realizar una contribución monetaria por el hecho de derrochar un recurso tan valioso como lo es el agua y contaminar los cuerpos de agua utilizando de manera desproporcionada sustancias perjudiciales para estos.

Por otra parte, el costo de realizar el proceso de la coprecipitación, con cualquiera de los tres productos químicos, lo podría asumir la empresa de servicios públicos que se encargue de realizar el tratamiento a las aguas residuales sin tener que cobrárselo a los suscriptores del servicio, puesto que este tipo de empresas son más de carácter público que privado por lo que su objetivo principal es contribuir con los municipios y la comunidad de la mejor manera, mas no para generar utilidades y sacar provecho de estas.

Es muy importante resaltar que, además de los datos de carácter financiero obtenidos durante el desarrollo de este proyecto, la parte no financiera recolectada es significativa y muy enriquecedora por lo que se puede decir que la investigación arroja un resultado muy valioso en el que se observa la relevancia de la información cualitativa.

Con lo anterior se infiere que no solo basta con tener en cuenta la información de carácter financiero dentro de una empresa para la toma de decisiones sino que se requiere de información no financiera que permita visualizar de mejor manera las situaciones a las que se enfrenta una compañía, es decir, procurar que los procesos y la toma de decisiones en una empresa se lleven a cabo dentro de un sistema de contabilidad administrativa.

## 8. CONCLUSIONES

Para el adecuado desarrollo de un proyecto es necesario acudir a diferentes fuentes de información, por ejemplo información directa de entidades que tienen que ver con el problema planteado y la cual es de gran ayuda para un progreso satisfactorio de un proyecto; sin embargo, el acceso a la información de las empresas es muy limitado lo que ocasiona inconvenientes que dificultan el avance del mismo.

Si desde los hogares se tomara conciencia respecto a las consecuencias que genera en el medio ambiente el uso desmedido de detergentes, se promovería el consumo moderado de este tipo de productos de limpieza y por ende se disminuiría los impactos negativos que produce el fosfato en los cuerpos de agua.

Si existiera una entidad que ejerciera mayor seguimiento a los procesos de tratamiento realizados en las PTAR y verificaran el cumplimiento de la normatividad Colombia sobre ello, sería menor la contaminación que se generaría en los ríos y más viable el uso de este tipo de agua para regar los cultivos.

Los costos estimados en el presente proyecto pueden variar dependiendo del caudal a manejar, las características del agua a tratar, la zona donde se pretenda realizar el proceso y la variación de precios en el mercado de los diferentes productos y materiales utilizados.

Para realizar el proceso de precipitación química, la sal metálica a aplicar depende del Ph del agua a tratar.



A través de la realización de este proyecto se adquirieron ciertos conocimientos respecto a temáticas que se manejan en diversos campos distintos al de la contaduría pública tal es el caso de las diferentes ingenierías y esto es precisamente en lo que nos podemos basar para ratificar que nuestra profesión se relaciona con muchas otras profesiones. Se puede decir que la contaduría es necesaria en todos los ámbitos profesionales existentes.

La contabilidad ambiental es una rama de la contabilidad, eje central de la profesión de la contaduría, que cada vez cobra mayor importancia dentro de esta profesión pues con el transcurrir del tiempo se hace más necesario conocer lo que sucede con nuestro medio ambiente y los impactos que las diferentes actividades empresariales, sociales y económicas causan en ellos; por lo que proyectos como este sirven para comprender la importancia de nuestra profesión inclusive en el campo ambiental.

## 9. RECOMENDACIONES

Se deberían implementar acciones por parte del gobierno para verificar el cumplimiento de la normatividad que regula el uso de fósforo en la fabricación de detergentes y lavalozas teniendo en cuenta la información existente relacionada con los impactos negativos que este elemento, en el vertimiento de aguas residuales, genera en los cuerpos de agua.

Generar conciencia en el sector industrial respecto a la importancia del cuidado del medio ambiente, incentivando a las empresas productoras de detergentes para que reemplacen el fósforo en la fabricación de sus productos por otros elementos menos contaminantes.

Promover el uso moderado de productos de limpieza como el detergente y el lavalozas en los hogares, mediante campañas informativas en las que se den a conocer las consecuencias nocivas que los componentes de estos productos generan en el medio ambiente y los costos que tendrían que asumir los usuarios del servicio de alcantarillado en caso de que se pretenda remover estas sustancias del agua.

Seguir fortaleciendo alianzas en las que participen la universidad, la profesión, la sociedad y las empresas con el fin de buscar mecanismos que ayuden a crear conciencia dentro de las empresas respecto al papel del contador público para que no sea tenido en cuenta únicamente en la parte financiera de una empresa o para los aspectos tributarios sino que, más que eso, para la toma de decisiones aportando valor a la misma y así cambiar la creencia de que cuando un contador se involucra en campos diferentes a estos es con el fin de reportar al Estado toda la información privada que posee una empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Análisis y optimización del proceso de empaque de detergentes en polvo (“Overpack & Scrap”). Memoria. P. 72.

[Citado en 24 agosto de 2013], disponible en <  
<http://www2.uah.es/biomodel/model2/lip/jabondet.htm> >

[Citado en 25 agosto de 2013], disponible en <  
[http://www.aguamarket.com/sql/temas\\_interes/233.asp](http://www.aguamarket.com/sql/temas_interes/233.asp)>

[Citado en 23 agosto de 2013], disponible en <  
<http://www.azulambientalistas.org/jabones.html>>

BAILEY, Philip S Y BAILEY, Christina A. Química orgánica, conceptos y aplicaciones. 5 ed. Pearson educación. 1998, p.489.

CARVAJAL, Elsa Victoria y ESPARRAGOZA, Rafael Alberto. ANÁLISIS DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL COLOMBIANA PARA EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO. Trabajo de grado Ingeniero Sanitario y Ambiental. Floridablanca. Universidad Pontificia Bolivariana. FACULTAD DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. 2008, P. 42-43.

COLOMBIA. Congreso de Colombia. Ley 142 (11, julio, 1994). Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá D.C., 1994. N° 41.433. P.1-596.

COLOMBIA. Congreso de Colombia. Ley 99 (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá D.C., 1993. N° 41.146.

COLOMBIA. Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico, CRA. Resolución 284 (25, mayo, 2004). Por la cual se establece la metodología tarifaria para regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. Diario oficial. Bogotá D.C., N° 45573.

COLOMBIA. Ministerio de Agricultura. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C: ministerio, 1984. P. 1-45.

Cost estimate of phosphorus removal at wastewater treatment plants. A Technical Support Document prepared for Ohio Environmental Protection Agency By Tetra Tech. Mayo 2013.

Depuración biológica de las aguas residuales. Revisión bibliográfica. Disponible en:

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;jsessionid=0721589C0C9B70770622381EBB061358.tdx1?sequence=8>

DIKSON, T.R. Química: un enfoque ecológico. México D.F, LIMUSA, S.A, 2003. Pag 406.

[Citado en 23 agosto de 2013], disponible en <  
[http://www.ehowenespanol.com/contaminacion-quimica-aguas-causada-detergentes-diario-sobre\\_124932/](http://www.ehowenespanol.com/contaminacion-quimica-aguas-causada-detergentes-diario-sobre_124932/)>

[Citado en 23 agosto de 2013], disponible en <  
<http://www.enfermeraspabellonyesterilizacion.cl/trabajos/detergentes.pdf> >

E.Ronzano y J.L. Dapena. Eliminación de fósforo en las aguas residuales. Disponible en: < <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/fosforo.pdf> >

Ecolabelling Denmark. Revisión of ecolabel criteria for laundry. european ecolabel. 23 april. 2011. pg 15

Empresa pública de Medellín, [citado en 12 diciembre de 2014], disponible en <http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Agua.aspx>

FAIGES, Jordi. Análisis y optimización del proceso de empaque de detergentes en polvo (Overpack & Scrap). Universidad Politécnica Catalunya. 2010. pdf, p. 73-74

F. Jiang, M.B. Beck, R.G. Cummings, K. Rowles, and D. Russell. Estimation of costs of phosphorus removal in wastewater treatment facilities: adaptation of existing facilities. Febrero 2005.

[Citado en 25 agosto de 2013], disponible en <  
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/interesantes/tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html>>

García S. Joan, Corzo H. Angélica. Depuración con Humedales Construidos. Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de

Flujo Subsuperficial. Disponible en: < [https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2474/1/JGarcia\\_and\\_ACorzo.pdf](https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2474/1/JGarcia_and_ACorzo.pdf) >

HAPPI, Household & Personal Products Industry, Feb 2003, 40 (2), 24

HILL, John William Y KOLB, Doris k. Química para el nuevo milenio. 8 ed. México D.F. Pearson Educación. 1999. Pag 489.

Informe de gestión, Coservicios S.A. 2013, pág. 37, 38.

Interempresas. Eliminación y determinación de fosfato. Disponible en internet < <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/37743-Eliminacion-y-determinacion-de-fosfato.html> >

[Citado en 23 julio de 2013], disponible en < [www.ingenieroambiental.com/?pagina=3281](http://www.ingenieroambiental.com/?pagina=3281) >

LARREA URCOLA, Luis. 2012. Pasado, presente y futuro de tecnologías para la eliminación de nutrientes en EDAR. Disponible en: < [http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua\\_articulo/Ingcivil/P-081-092.pdf](http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/Ingcivil/P-081-092.pdf)>

LEMEROW. N, L, Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Madrid. Díaz de santos, 1998. p.581.

Limón Macías, Juan Gualberto. LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ¿PROBLEMA O RECURSO?. Especialidad: Ingeniería Química. 08 de Julio de 2013. Guadalajara, Jalisco. pag 19. Disponible en:

[http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc\\_ingreso\\_gualberto\\_Imon\\_trabajo\\_de\\_ingreso.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_Imon_trabajo_de_ingreso.pdf)

Lista de precios de planta de tratamiento. Valle del Cauca. 2013. [Citado en 03 de junio de 2015]. Disponible en:

[https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CDcQFjAFahUKEwjI4zPkYbGAhXCmlAKHTRLAG8&url=http%3A%2F%2Fwww.valledelcauca.gov.co%2Fdescargar.php%3Fid%3D11186&ei=IrV4Vcn-8KxggS0loH4Bg&usg=AFQjCNHaEiO1YIhpZJypA\\_3IETYgjV9HyA&bvm=bv.95277229,d.eXY](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CDcQFjAFahUKEwjI4zPkYbGAhXCmlAKHTRLAG8&url=http%3A%2F%2Fwww.valledelcauca.gov.co%2Fdescargar.php%3Fid%3D11186&ei=IrV4Vcn-8KxggS0loH4Bg&usg=AFQjCNHaEiO1YIhpZJypA_3IETYgjV9HyA&bvm=bv.95277229,d.eXY)

MEJIA, Oscar. Publicado mayo 2013, [citado en 23 agosto de 2013], disponible en < <http://www.buenastareas.com/ensayos/Desinfectantes/26182532.html>>

Nordic Ecolabelled. Dishwasher detergents and Rinsing agents. Version 6.0 17 september. 2013. P.17.

Orjuela B. Marisol, Peña V. Henry, Quiñones R. Edgar, Romero M. Oscar, Sánchez V. Milton, IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES COMO APORTE PARA LA DESCONTAMINACION DE LA CUENCA DEL RIO CHICAMOCHA. Universidad militar nueva granada. Junio 2011.

Oyarzo V. Mauricio. Precipitación química del fósforo mediante la adición de sulfato de aluminio en plantas de tratamiento de aguas. Trabajo de grado en ingeniería química. Universidad de Magallanes. Facultad de ingeniería. Departamento de ingeniería química 2007. 100-126 p.

RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Santafé de Bogotá. ALFAOMEGA S.A. 1999, p. 148 Y 153.

[Citado en 23 agosto de 2013], disponible en <  
<https://sites.google.com/site/proyecyodetergente/-el-detergente>>

[Citado en 23 agosto 2013], disponible en <[http://sogamoso-boyaca.gov.co/Entidades\\_descentralizadas.shtml?apc=lbxx-1-&x=1628698](http://sogamoso-boyaca.gov.co/Entidades_descentralizadas.shtml?apc=lbxx-1-&x=1628698)>

The Swedish Chemicals Agency. Phosphates in detregents. February 2011. Disponible en: <  
[https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Faktablad/QandA\\_Phosphates\\_in\\_Detergents.pdf](https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Faktablad/QandA_Phosphates_in_Detergents.pdf) >

[Citado en 14 junio 2014], disponible en < Press release from: European Parliament, website: [www.europarl.europa.eu/parliament.do](http://www.europarl.europa.eu/parliament.do) >

[Citado en febrero 26 de 2015] disponible en: <  
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;jsessionid=0721589C0C9B70770622381EBB061358.tdx1?sequence=8> >

[Citado en marzo 12 de 2015] disponible en <  
<http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/page/31> >

[Citado en abril 14 de 2015] Revista Ambientum. Disponible en: <  
[http://www.ambientum.com/revista/2002\\_40/DSNTRFCC2.asp](http://www.ambientum.com/revista/2002_40/DSNTRFCC2.asp)>

[Citado en abril 25 de 2015] disponible en: < <http://www.lenntech.es/eliminacion-del-fosforo.htm#ixzz3a3NpKEU8> >



[Citado en abril 28 de 2015] Ambientum.com el portal profesional del medio ambiente. Disponible en: <  
[http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/Determinacion\\_compuestos\\_de\\_fosforo.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_compuestos_de_fosforo.asp) >

[Citado en abril 29 de 2015] disponible en:  
<[http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/curso/uni\\_03/u3c3s6.htm#Anchor4](http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/Demos/Simulacion/modulos/curso/uni_03/u3c3s6.htm#Anchor4) >

[Citado en mayo 04 de 2015] J, Suárez. A, Jácome. Enero de 2007. Universidad de la Coruña. Master en ingeniería del agua. Disponible en: <  
[ftp://ceres.udc.es/Master\\_en\\_Ingenieria\\_del\\_Agua/master%20antiguo\\_antes%20del%202012/Segundo\\_Curso/Tratamientos\\_Avanzados\\_del\\_Agua/master\\_\\_\\_TEMA\\_N\\_\\_\\_ELIMINACION\\_DE\\_FOSFORO.pdf](ftp://ceres.udc.es/Master_en_Ingenieria_del_Agua/master%20antiguo_antes%20del%202012/Segundo_Curso/Tratamientos_Avanzados_del_Agua/master___TEMA_N___ELIMINACION_DE_FOSFORO.pdf) >

[Citado en mayo 13 de 2015] disponible en: < <http://www.ugr.es/~mota/Parte2-Tema08.pdf> >

[Citado en junio 10 de 2015] disponible en: <  
<http://www.satelimportadores.com/33-accesorios-acero-al-carbon-acc-3000-ac> >

Recommendations for the reduction of phosphorus in detergents. Final report. Working for the Danube and its people. November 2006.

Satel importadores de ferretería. [Citado en 03/jun/15]. Disponible en:

<http://www.satelimportadores.com/33-accesorios-acero-al-carbon-acc-3000-ac>

Wikilibros. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento físico-químico. Disponible en: <  
[http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_aguas\\_residuales/Tratamiento\\_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmico](http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Tratamiento_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmico) >

**ANEXOS**

**ANEXO A**

**CARTA DIRECTORA COMERCIAL DE COSERVICIOS S.A**

Sogamoso, Septiembre 26 de 2014

Ingeniera Ema Teresa Socha  
Directora Área Comercial de Coservicios S.A E.S.P

*Bocanegra J. W.*  
*Administración de Documentos*

ASUNTO	ANEXOS	CASA A
<i>OF</i>		<i>GV</i>
NUMERO	FECHA	HORA DE RECIBO
<i>2918</i>	<i>126 SEP 2014</i>	
RECIBIDA	FRAMITADO POR	
<i>Wude</i>		

Respetuoso saludo.

La presente es con el fin de solicitar información relacionada con el promedio de consumo de agua de los usuarios de Coservicios del municipio de Sogamoso, sector urbano residencial, discriminado por estratos y el total correspondiente al mes de julio del 2014 o de los 12 meses del año 2013, igualmente solicitamos el dato de la varianza de ese consumo de los mismos meses, dicha información será utilizada con fines académicos por dos estudiantes pertenecientes al programa de Contaduría Pública de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Seccional Sogamoso para el desarrollo de un proyecto titulado: Aproximación al costo relacionado a la eliminación de la proporción de detergentes en el tratamiento de aguas residuales.

Agradecemos de antemano la atención brindada a nuestra solicitud.

*Erika Alarcón*

Erika Alejandra Alarcón Camargo.  
Código. 201020384

*Jenny Viviana Pulido Ciendúa*

Jenny Viviana Pulido Ciendúa.  
Código. 201021670

Con copia al Señor Gerente Leonardo Andrés Plazas y a la Dirección de planeación y desarrollo  
Ing. Carlos Pacheco

## **ANEXO B**

# RESPUESTA DIRECTORA COMERCIAL DE COSERVICIOS S.A



Compañía de Servicios Públicos de Sogamoso S.A. E.S.P.  
"Empresa Regional Orgullo Sogamoseño"

27 OCT 2014

6655

Sogamoso,

Señoritas  
ERIKA ALARCON Y/O JENNYT VIVIANA PULIDO  
Calle 23 A 11-32  
Celular 3123816488  
Ciudad

Referencia: Respuesta oficio radicado COSERVICIOS 201400600028672 del 26-09-14.

Respetadas señoritas:

EMMA TERESA SOCHA QUIROGA, en mi calidad de Directora de la Dirección Comercial de COSERVICIOS S.A. E.S.P., por expresa delegación del Representante Legal y teniendo en cuenta la Petición de la referencia en la que solicita información relacionada con el promedio de consumo de agua de los usuarios de Coservicios S. A.-E.S.P. del municipio de Sogamoso, sector urbano residencial discriminado por estratos y el total correspondientes al mes de julio de 2014.

Sin embargo de acuerdo a lo anterior, me permito informarle que no se tiene discriminada la información solicitada por sector urbano rural anexo valor facturado de los años 2012 y 2013, para los servicios de acueducto y alcantarillado.

MESES	CONSUMO EN M3 FACTURADO PERIODO ENERO - DICIEMBRE 2012 - 2013			
	2012		2013	
	ACUEDUCTO	ALCANTARILLADO	ACUEDUCTO	ALCANTARILLADO
Enero	522,916	457,415	556,925	486,014
Febrero	529,232	462,154	526,438	456,442
Marzo	535,481	460,072	560,700	480,621
Abril	548,123	483,581	548,946	477,823
Mayo	540,719	472,570	551,331	478,620
Junio	565,150	492,190	549,555	479,414
Julio	537,392	472,276	554,910	482,042
Agosto	535,160	467,378	548,441	480,665
Septiembre	536,876	469,466	545,952	476,367
Octubre	526,222	460,500	570,802	500,644
Noviembre	564,937	494,201	586,020	517,803
Diciembre	614,570	536,705	575,955	496,698
<b>TOTAL</b>	<b>6,556,778</b>	<b>5,727,508</b>	<b>6,675,775</b>	<b>5,813,153</b>

Cordialmente,

EMMA TERESA SOCHA QUIROGA  
Directora Comercial



Proyecto | Estación | Písta

Sogamoso, Boyacá -Centro Administrativo, tercer piso - PBX 7702110 Fax (8)770 58 33  
E-mail: coservicios@coserviciosesp.com.co  
www.coserviciosesp.com.co



## ANEXO C

### CARTA GERENTE GENERAL DE COSERVICIOS S.A

*Recepción J. V.*  
*Administración de documentos*

ASUNTO	ANEXOS	PASA A
<i>Oficio</i>		<i>General</i>
NÚMERO	FECHA	LUGAR DE RECIBO
<i>2066</i>	<i>10 JUL 2014</i>	Sogamoso, julio 10 de 2014
RECIBIDA	TRAMITADO POR	
<i>Tian</i>		

Señor.  
Leonardo Andrés Plazas Vergel  
Gerente Coservicios S.A E.S.P

Respetuoso saludo.

La presente es con el fin de solicitar información relacionada con las cantidades de agua que es consumida y vertida correspondiente a los meses de enero de 2014 a junio de 2014, la cual será utilizada con fines académicos por dos estudiantes pertenecientes al programa de Contaduría Pública de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Seccional Sogamoso. A continuación nos permitimos citar la información requerida:

1. Cantidad de agua consumida por los usuarios del servicio de acueducto del municipio de Sogamoso pertenecientes al casco urbano, discriminando las cantidades según los estratos del sector residencial por mes.
2. Cantidad de agua vertida por los usuarios del servicio de alcantarillado del municipio de Sogamoso pertenecientes al casco urbano, discriminando las cantidades según los estratos del sector residencial cada mes.

Igualmente nos gustaría saber si es posible obtener información de los costos de la planta de tratamiento de aguas residuales en lo concerniente a: el valor del reactor que se utilizara, el valor de la instalación del reactor, el valor de la mano de obra que se utilizara, los materiales que se necesitaron para construir el reactor o el valor del traslado si ya se adquirió armado.

Agradecemos de antemano la atención brindada a nuestra solicitud.

*Erika Alarcón*  
Erika Alejandra Alarcón Camargo.  
C.C. 1057590674

*Jenny Viviana Pulido Ciendúa.*  
Jenny Viviana Pulido Ciendúa.  
C.C. 1055313260

## ANEXO D

### CARTA EMPRESA REDVITAL

Sogamoso, Enero 14 de 2015

SEÑORES  
RED VITAL  
PAIPA

**Motivo:** solicitud visita planta de tratamiento de aguas residuales

Respetados señores,

Nosotras Erika Alejandra Alarcón Camargo identificada con C.C. 1057590674 de Sogamoso y Jenny Viviana Pulido Ciendúa identificada con C.C. 1055313260 de Tibasosa, estudiantes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia nos dirigimos a ustedes con el fin de solicitar el permiso de ir a visitar la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la ciudad de Paipa con fines de obtener algunas bases para el desarrollo de nuestro proyecto de grado titulado Aproximación al costo relacionado a la eliminación de la proporción de detergentes en el tratamiento de las aguas residuales, solamente asistiremos las dos.

Agradecemos su atención

Esperamos una pronta respuesta

Cordialmente

  
Erika Alarcón

C.C. 1057590674

  
Viviana Pulido

C.C. 1055313260



**ANEXO E**  
**COTIZACION AGUAS DE COLOMBIA S.A.S**

Sogamoso 02 de febrero de 2015

**SEÑORES**

**Aguas de Colombia S.A.S**

**Asunto:** Cotización planta de tratamiento de aguas residuales

Reciban un cordial saludo.

La presente es con el fin de poner en conocimiento de ustedes que actualmente nos encontramos llevando a cabo un proyecto académico como parte de los requisitos de grado para la culminación del programa de pregrado de Contaduría Pública de la UPTC seccional Sogamoso, somos dos estudiantes: Erika Alejandra Alarcón Camargo y Jenny Viviana Pulido Ciendúa, el proyecto en mención se titula: Aproximación al costo relacionado con la eliminación de la proporción de detergentes en el tratamiento de las aguas residuales, para lo cual solicitamos el favor, si es posible, nos faciliten el costo aproximado de la construcción de una planta de tratamiento de agua residual que permita y tenga como característica la remoción de detergentes (tensoactivos) teniendo en cuenta que la población es de 115.000 habitantes.

Gracias por su atención.

Cordialmente

Alejandra Alarcon

c.c. 1057590674 de sogamoso

Viviana Pulido

c.c. 1055313260 de tibasosa

**ANEXO F**  
**TABULACION DE CANTIDADES DE LAVALOA Y DETERGENTE**

**ENCUESTA PARA LA APROXIMACION AL COSTO RELACIONADO A LA ELIMINACION DE LA PROPORCION DE DETERGENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

Realizada por estudiantes de la **UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGIA DE COLOMBIA.**

- ¿Cuánto lavaloa gasta mensualmente?

**Tabla 29.** Cantidades consumo lavaloa por el estrato 1.

	<b>CANTIDADES</b>	<b>NÚMERO DE SUSCRIPTORES</b>	<b>TOTAL CONSUMO</b>
A	200 ml pote pequeño	1	200 ml
B	300 ml pote mediano	2	600 ml
C	400 ml tarro pequeño	6	2400 ml
D	600 ml pote grande	5	3000 ml
E	750 ml tarro mediano	1	750 ml
F	900 ml tarro grande	1	900 ml
G	no utiliza	0	
	<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>7.850 ml</b>

8. ¿Cuánto detergente gasta mensualmente?

**Tabla 30.** Cantidades consumida de detergente por el estrato 1.

	<b>CANTIDADES</b>	<b>NÚMERO DE SUSCRIPTORES</b>	<b>TOTAL CONSUMO</b>
A	250 g bolsa pequeña	2	500 g
B	450 g	1	450 g
C	500 g	3	1500 g
D	900 g	1	900 g

E	1000 g	4	4000 g
F	2,4 kg bolsa grande	3	7200 g
G	3 kg bolsa económica	2	6000 g
H	4 kg	0	0
I	4,5 kg bolsa super grande	0	0
J	no utiliza	0	
TOTAL		13	20.550 g

3. ¿Cuánto lavalozas gasta mensualmente?

**Tabla 31.** Cantidades consumo lavalozas por el estrato 2.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	TOTAL CONSUMO
A	200 ml pote pequeño	17	3400 ml
B	300 ml pote mediano	18	5400 ml
C	400 ml tarro pequeño	25	10000 ml
D	600 ml pote grande	27	16200 ml
E	750 ml tarro mediano	20	15000 ml
F	900 ml tarro grande	12	10800 ml
G	no utiliza	2	
TOTAL		121	60.800 ml

8. ¿Cuánto detergente gasta mensualmente?

**Tabla 32.** Cantidades consumida de detergente por el estrato 2.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	TOTAL CONSUMO
A	250 g bolsa pequeña	2	500 g
B	450 g	3	1350 g
C	500 g	10	5000 g
D	900 g	11	9900 g
E	1000 g	20	20000 g

F	2,4 kg bolsa grande	48	115200 g
G	3 kg bolsa económica	18	54000 g
H	4 kg	6	24000 g
I	4,5 kg bolsa super grande	11	49500 g
J	no utiliza	1	
	TOTAL		279.450 g

3. ¿Cuánto lavalozza gasta mensualmente?

**Tabla 33.** Cantidades consumo lavalozza por el estrato 3.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	TOTAL CONSUMO
A	200 ml pote pequeño	6	1200 ml
B	300 ml pote mediano	7	2100 ml
C	400 ml tarro pequeño	10	4000 ml
D	600 ml pote grande	11	6600 ml
E	750 ml tarro mediano	7	5250 ml
F	900 ml tarro grande	6	5400 ml
G	no utiliza	0	
	TOTAL	47	24.550 ml

8. ¿Cuánto detergente gasta mensualmente?

**Tabla 34.** Cantidades consumida de detergente por el estrato 3.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	TOTAL CONSUMO
A	250 g bolsa pequeña	1	250 g
B	450 g	1	450 g
C	500 g	5	2500 g
D	900 g	4	3600 g
E	1000 g	16	16000 g
F	2,4 kg bolsa grande	19	45600 g

G	3 kg bolsa económica	3	9000 g
H	4 kg	2	8000 g
I	4,5 kg bolsa super grande	2	9000 g
J	no utiliza		
TOTAL			94.400 g

3. ¿Cuánto lavalozza gasta mensualmente?

**Tabla 35.** Cantidades consumo lavalozza por el estrato 4.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	TOTAL CONSUMO
A	200 ml pote pequeño	1	200 ml
B	300 ml pote mediano	1	300 ml
C	400 ml tarro pequeño	3	1200 ml
D	600 ml pote grande	1	600 ml
E	750 ml tarro mediano	2	1500 ml
F	900 ml tarro grande	1	900 ml
G	no utiliza	0	
TOTAL		9	4.700 ml

8. ¿Cuánto detergente gasta mensualmente?

**Tabla 36.** Cantidades consumida de detergente por el estrato 4.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES	TOTAL CONSUMO
A	250 g bolsa pequeña		0
B	450 g		0
C	500 g	1	500 g
D	900 g	3	2700 g
E	1000 g	3	3000 g
F	2,4 kg bolsa grande	4	9600 g
G	3 kg bolsa económica		0

H	4 kg		0
I	4,5 kg bolsa super grande		0
J	no utiliza		
	TOTAL		15.800 g

3. ¿Cuánto lavalozza gasta mensualmente?

**Tabla 37.** Cantidades consumo lavalozza por el estrato 5.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES
a	200 ml pote pequeño	
b	300 ml pote mediano	1
c	400 ml tarro pequeño	
d	600 ml pote grande	
e	750 ml tarro mediano	
f	900 ml tarro grande	
g	no utiliza	

8. ¿Cuánto detergente gasta mensualmente?

**Tabla 38.** Cantidades consumida de detergente por el estrato 5.

	CANTIDADES	NÚMERO DE SUSCRIPTORES
a	250 g bolsa pequeña	
b	450 g	
c	500 g	
d	900 g	
e	1000 g	1
f	2,4 kg bolsa grande	
g	3 kg bolsa económica	
h	4 kg	

i	4,5 kg bolsa super grande	
j	no utiliza	

## **ANEXO G**

### **ARTICULOS EN INGLES SOBRE FOSFATOS**

**FOCUSONSURFACTANTS, January 2008**

[anexos\1-s2.0-S1351421008700271-main.pdf](#)

**FOCUSONSURFACTANTS, January 2011**

[anexos\1-s2.0-S1351421011700075-main.pdf](#)

**FOCUSONSURFACTANTS, april 2003**

[anexos\1-s2.0-S135142100300413X-main.pdf](#)

**FOCUSONSURFACTANTS, May 2005**

[anexos\1-s2.0-S135142100570679X-main.pdf](#)

**PHOSPHATES IN DETERGENTS**

[anexos\QandA Phosphates in Detergents.pdf](#)

**DISHWASHER DETERGENTS AND RINSING AGENTS**

[anexos\Maskinoppv E bkg v6.pdf](#)

REVISION OF ECOLABEL CRITERIA FOR LAUNDRY

[anexos\EuropeanComissionEcolabellingDenmark.pdf](#)

RECOMMENDATIONS FOR THE REDUCTION OF PHOSPHORUS IN  
DETERGENTS

[anexos\1.8 Detergent FnRep28Nov06-f2.pdf](#)

## **ANEXO H** **FORMATO DE LA ENCUESTA**

### **ENCUESTA PARA LA APROXIMACION AL COSTO RELACIONADO A LA ELIMINACION DE LA PROPORCION DE DETERGENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

Realizada por estudiantes de la **UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGIA DE COLOMBIA.**

Marque con una x la opción que según su criterio corresponda, y donde sea necesario el número.

1. ¿Estrato al que pertenece según el recibo de acueducto?

a. 1                                      b. 2                                      c. 3                                      d. 4                                      e. 5

2. ¿Cuánto limpia pisos gasta mensualmente?

a. 150 ml bolsa pequeña\_\_\_\_    b. 200 ml bolsa mediana\_\_\_\_    c. 500 ml tarro  
pequeño\_\_\_\_                      d. 900 ml tarro mediano\_\_\_\_    e. 1 litro\_\_\_\_                      f. 2  
litros\_\_\_\_                      g. no utiliza.

3. ¿Cuánto lava loza gasta mensualmente?



- a. 200 ml pote pequeño\_\_\_\_ b. 300 ml pote mediano\_\_\_\_ c. 400 ml tarro pequeño\_\_\_\_  
d. 600 ml pote grande\_\_\_\_ e. 750 ml tarro mediano\_\_\_\_  
f. 900 ml tarro grande\_\_\_\_ g. no utiliza

4. ¿Cuánto shampoo gasta mensualmente?

- a. 12 ml sobre\_\_\_\_ b. 30 ml sobre\_\_\_\_ c. 170 ml sobre\_\_\_\_  
d. 200 ml sobre\_\_\_\_ e. 275 ml tarro pequeño\_\_\_\_ f. 350 ml tarro grande\_\_\_\_  
g. 400 ml tarro\_\_\_\_ h. 550 ml tarro\_\_\_\_ i. 1 litro\_\_\_\_  
j. no utiliza\_\_\_\_

5. ¿Cuánto blanqueador gasta mensualmente?

- a. 450 ml tarro pequeño\_\_\_\_ b. 500 ml\_\_\_\_ c. 930 ml\_\_\_\_  
d. 1000 ml tarro mediano\_\_\_\_ e. 1800 ml tarro grande\_\_\_\_ f. 2000 ml\_\_\_\_  
g. 3800 ml\_\_\_\_ h. no utiliza\_\_\_\_

6. ¿Cuánto desmanchante gasta mensualmente?

- a. 30 ml sobre\_\_\_\_ b. 100 ml sobre\_\_\_\_ c. 210 g sobre\_\_\_\_  
d. 450 gr (polvo)\_\_\_\_ e. 400 ml\_\_\_\_ f. 450 ml\_\_\_\_  
g. 900 ml tarro\_\_\_\_ h. 1, 8 litros tarro\_\_\_\_ i. no utiliza\_\_\_\_

7. ¿Cuánto desengrasante gasta mensualmente?

- a. 500 ml\_\_\_\_ b. 1000 ml\_\_\_\_ c. 1500 ml\_\_\_\_ e. no utiliza\_\_\_\_

8. ¿Cuánto detergente gasta mensualmente?

- a. 250 g bolsa pequeña\_\_\_\_ b. 450 g\_\_\_\_ c. 500g\_\_\_\_ d. 900 g\_\_\_\_  
e. 1000 g\_\_\_\_ f. 2,4 kg bolsa grande\_\_\_\_ g. 3 kg bolsa económica\_\_\_\_  
h. 4 kg\_\_\_\_ i. 4,5 kg bolsa súper grande\_\_\_\_ j. no utiliza\_\_\_\_

9. marque con una x los servicios públicos que le presta coservicios

- a. acueducto si\_\_\_\_ no\_\_\_\_ b. Alcantarillado si\_\_\_\_ no\_\_\_\_ c. aseo si\_\_\_\_ no\_\_\_\_

10. ¿Qué cantidad en metros cúbicos de agua consumió en promedio según su factura del mes anterior?

---

11. número de personas que viven en la casa

---

12. ¿Le preocupa la contaminación del río Chicamocha?

Si \_\_\_ porque\_\_\_\_\_

no\_\_\_

13. ¿Cree que Coservicios debe invertir parte de la tarifa de alcantarillado en la purificación del agua servida (usada)?

si\_\_\_\_\_

no\_\_\_\_\_ y sabe si coservicios le hace algún tipo de tratamiento a las aguas residuales

---