

**ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NECESARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN
PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS RESIDUALES DEL
ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO Y SU
IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL.**

**LORENA ARAMBURO TOMBÉ
VERÓNICA VANEGAS RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE NORTE DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE ADMINISTRACIÓN
PROGRAMA ACADÉMICO DE CONTADURÍA PÚBLICA
SANTANDER DE QUILICHAO
2016**

**ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NECESARIOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN
PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS RESIDUALES DEL
ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO Y SU
IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL.**

**LORENA ARAMBURO TOMBÉ
VERÓNICA VANEGAS RODRÍGUEZ**

**Proyecto en modalidad de Monografía presentado, para
Optar el Título de Contador Público**

Tutor:

JHONNY GRAJALES QUINTERO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE, SEDE NORTE DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE ADMINISTRACIÓN
PROGRAMA ACADÉMICO DE CONTADURÍA PÚBLICA
SANTANDER DE QUILICHAO
2016**

Nota de Aceptación

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Valle para optar título de Contador Público.

Adolfo Adrián Álvarez Rodríguez
Director.

Rubiela Quintero Castillo
Coordinadora.

Jhonny Stiven Grajales Quintero
Tutor.

Maximo Gentil Gomez Fernandez
Jurado

Héctor Fabio Ponce Gutierrez
Jurado

Santander de Quilichao, Abril 20 de 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por guiarme en todo el transcurso de mi vida y darme los mejores padres del mundo. A quienes les otorgo de manera muy especial este logro, por ser las personas que me inculcaron las bases de amor, responsabilidad y los deseos de superación para cumplir mis metas.

A mis familiares, profesores y amigos que de alguna manera siempre estuvieron en el momento exacto para brindarme su apoyo durante este proceso.

LORENA ARAMBURO TOMBE

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios todo poderoso por darme la vida, acompañarme y guiarme en cada momento, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, y brindarme la sabiduría para enfrentar cada reto impuesto en el transcurso de mi vida.

Agradezco a mi padre Libardo Aramburo y mi madre Leticia Tombe, por confiar en mí y apoyarme en cada momento de mi carrera, brindándome la mejor educación y valores para ser una persona de bien.

Por último, agradezco a los profesores y demás amigos y compañeros que de una u otra manera siempre estuvieron en un momento determinado para apoyarme en el transcurso de la carrera y el proceso de la elaboración del trabajo.

“Quiero alabarte, Señor, con todo el corazón, y contar todas tus maravillas”.
Salmos 9:1

LORENA ARAMBURO TOMBE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado principalmente a Dios por darme vida, salud y fortaleza para seguir adelante guiándome en cada paso y permitirme haber llegado a este momento de mi formación profesional.

A mi madre Aura Rodríguez Ordoñez por ser la persona más importante en mi vida, por haberme formado con sus buenos hábitos y valores, por demostrarme su apoyo y cariño, por ser una guerrera y por enseñarme a salir adelante sin importar los obstáculos.

A mi hijo Juan Diego Peña por su apoyo, por sus traspasadas con mi grupo de trabajo y por las veces que no pudo tener a su mamá de tiempo completo.

A mis hermanos y mi padrastro por su apoyo en todo momento por su gran ejemplo de superación, unión y cooperación.

Y a mis compañeros, por formar ese equipo tan unido lleno de alegría y colaboración, por las muchas traspasadas vividas, y porque sin el equipo que formamos, hubiera sido más difícil lograr esta meta.

VERONICA VANEGAS RODRIGUEZ.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por bendecirme cada día y llenar mi vida de aprendizajes y experiencias, por guiarme y por darme fuerza y valor para poder culminar esta etapa de mi vida profesional.

Doy gracias a mi madre por su apoyo incondicional en todo momento, por ser una madre ejemplar quien no desfallece ante situaciones difíciles, y por enseñarme a salir adelante sin importar las adversidades. Gracias madre.

A mi hijo Juandi por su amor y comprensión, por soportar difíciles momentos y mi ausencia en muchas ocasiones. También por llenar mi vida de alegrías cuando más lo he necesitado.

A mis hermanos Frank, Geral, Pipe y Dani por ser parte importante en mi vida por su apoyo, confianza y cariño.

A Ever por su apoyo y preocupación para que saliera adelante con mi carrera.

A mis compañeros de estudio Luisa Giraldo, Soco Perdomo, Diego Diaz, Yesenia Osorio, Andrea Gomez y Cesar Trujillo por los momentos vividos alegrías y tristezas compartidas, por la unión y la amistad.

A Lorena Aramburo por haber sido una buena compañera de trabajo de grado, por tenerme paciencia y por darnos mutuo apoyo en los momentos de desesperación.

Y, por último, gracias a todos los profesores por haberme brindado sus conocimientos para mi desarrollo profesional.

VERONICA VANEGAS RODRIGUEZ.

CONTENIDO

Pág.

1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	12
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2.1. Descripción del Problema	15
1.2.2. Formulación del problema	16
1.2.3. Sistematización del problema	16
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. JUSTIFICACIÓN	17
1.5. MARCO DE REFERENCIA	19
1.5.1. Marco teórico	19
1.5.1.1. La Contabilidad Ambiental	19
1.5.1.2. La Economía Ambiental	21
1.5.1.3. El Impacto Ambiental	24
1.5.2. Marco Conceptual	25
1.5.3. Marco Legal	27
1.5.3.1. Ley 99 de 1993	27
1.5.3.2. Ley 142 de 1994	28
1.5.3.3. Ley 632 de 2000	29
1.5.3.4. Ley 689 de 2001	30
1.5.4. Marco Contextual	32
1.5.4.1. Empresa Emquilichao ESP	33
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
1.6.1. Tipo de Estudio	36
1.6.2. Método de Investigación	37
1.6.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información	37
1.6.3.1. Fuentes Primarias	37
1.6.3.2. Fuentes Secundarias	37
1.6.3.3. Técnicas de Recolección de Información	38
1.6.4. Análisis y Tratamiento de la Información	38
1.6.5. Etapas Metodológicas para la Investigación	38
1.6.5.1. Primera Fase	38
1.6.5.2. Segunda Fase	38

1.6.5.3. Tercera Fase.....	39
2. DESCRIPCIÓN DEL FINANCIAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODO, EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO	40
2.1. <i>FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DEL LODO RESIDUAL DE UNA PTAP.....</i>	<i>40</i>
2.2. <i>RECURSOS NECESARIOS EN LA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODO EN EL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO</i>	<i>53</i>
2.2.1. Descripción de los recursos requeridos para la Planta de Tratamiento de Lodos Residuales del Acueducto	54
2.2.1.1. Depreciaciones y Revaluaciones.	57
2.2.1.2. Mano de Obra.	58
2.2.1.3. Gastos por Prestaciones Sociales.....	59
2.2.1.4. Gastos Administrativos.....	60
2.2.1.5. Suministros de Oficina.	61
2.2.1.6. Consumo de energía electrica y teléfono.	61
2.2.1.7. Gastos de Mantenimiento.	63
2.2.1.8. Flujo Neto del Proyecto	63
2.2.1.9. Evaluación Económica y Social.....	64
2.2.1.10. Costos de Inversión.....	64
2.2.1.11. Costos de Operación.....	65
2.2.1.12. Beneficios.....	66
2.2.1.13. Presupuesto de Costos de Operación.....	67
2.2.1.14. Presupuesto de Inversiones	69
2.2.1.15. Flujo Neto de Operación	69
2.2.1.16. Flujo Financiero Neto del Proyecto	70
3. INCIDENCIA SOCIAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS DEL ACUEDUCTO, DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO	74
3.1. <i>INCIDENCIA SOCIAL DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO</i>	<i>74</i>
3.1.1. Etapa de implementación y/o instalación de equipos	74
3.1.2. Etapa de operación	74
3.1.3. Mejora de la disposición final del lodo	75
3.1.4. Obligaciones de EMQUILICHAO ESP.....	76
3.1.5. Salud y Seguridad Laboral	76
4. INCIDENCIA AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS EN EL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO.	79

<i>4.1. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODO PROCEDENTE DEL ACUEDUCTO MUNICIPAL DE SANTANDER DE QUILICHAO</i>	79
4.1.1. Impacto Ambiental Positivo de la Planta de Tratamiento de Lodos Residuales	81
4.1.2. Impacto Ambiental Negativo de la Planta de Tratamiento de Lodos Residuales	82
4.1.3. Cambios en la participación ciudadana	83
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Tipos de Lodos	43
Tabla 2: Composición típica de lodos de alúmina y hierro (valores promedio)	46
Tabla 3: Formas de Tratamiento del Lodo	53
Tabla 4: Inversiones Iniciales del proyecto	55
Tabla 5: Costos de contaminación estimados por DQO y SST (en millones de pesos por año).....	57
Tabla 6: Costos depreciación planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto.	58
Tabla 7: Costos por afiliación al Sistema General de Seguridad Social (SGSS), de los empleados de la planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao. Año 2016	60
Tabla 8: Gastos administrativos para el proyecto de la planta de tratamiento de lodos del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.....	61
Tabla 9: Gastos por consumo de energía eléctrica y teléfono planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.....	62
Tabla 10: Características equipo de bombeo para la planta de tratamiento lodos residuales del acueducto.	62
Tabla 11: Costos de Operación del Proyecto planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.	65
Tabla 12: Beneficio derivado por pago del Canon Ambiental por Demanda Química de Oxígeno (DQO) y por Sólidos Suspendidos Totales (SST).	66
Tabla 13: Beneficio derivado por pago del Canon Ambiental por Sólidos Suspendidos Totales (SST).	67
Tabla 14: Presupuesto Costos de Operación para la planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.....	68

Tabla 15: Presupuesto de Inversiones para el proyecto de la Planta de Tratamiento de Lodos del Acueducto, municipio de Santander de Quilichao. 69

Tabla 16: Flujo Neto de Operación del Proyecto Planta de Tratamiento de Lodos del Acueducto, Santander de Quilichao 70

Tabla 17: Flujo neto de efectivo. Planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao. 71

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Fotografía del Acueducto de Santander de Quilichao vista frontal	35
Figura 2: Fotografía del Acueducto de Santander de Quilichao.....	35
Figura 3: Esquema de instalación decantación por flotación	51
Figura 4: Máquina con filtros de banda.....	52

INTRODUCCIÓN

En este documento, se describen los recursos necesarios, y el impacto ambiental y social, generados por la construcción de una planta para el tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao. La planta potabilizadora genera agua de muy buena calidad para el consumo humano, sin embargo, para este proceso se utilizan una serie de tratamientos que generan lodos y Emquilichao que es la compañía encargado de llevar a cabo dicho procedimiento no cuenta con un método adecuado para la disposición final de dichos lodos.

De esta forma se busca contribuir a la Sostenibilidad Ambiental y económica del municipio, aportando desde la investigación, nuevos caminos de valoración y control para la realidad ambiental que vive el municipio. Por lo tanto se estudian elementos teóricos vinculados al tema de investigación con el fin de delimitar el objeto de la misma.

Así, este documento se compone de cuatro capítulos, de los cuales, los tres últimos contienen el desarrollo secuencial de objetivos específicos que se requieren para fundamentar la investigación. En el primer capítulo, se desarrolla un marco referencial que permite tener las bases teóricas, normativas, conceptuales y contextuales que se requieren para el desarrollo del tema.

En el segundo capítulo, se hace una descripción detallada del financiamiento que requiere la construcción de una planta para el tratamiento de lodos, generados por la potabilización del agua en el Municipio de Santander de Quilichao. Además, se contemplan diversos factores técnicos e ingenieriles para el diseño de un plano para el procesamiento y manejo del lodo. Adicionalmente, se abordan las inversión necesaria para el desarrollo del mismo, que comprende elementos tales como: la mano de obra calificada, el equipo de bombeo del lodo, el equipo de laboratorio, el equipo de oficina, los gastos operativos y los gastos administrativos.

El tercer capítulo expone la incidencia social de la construcción de la planta para el tratamiento del lodo en el acueducto del Municipio de Santander de Quilichao. Se suscitan temas como: la demanda de mano de obra calificada y no calificada, la eliminación de una fuente de contaminación hídrica del río Quilichao, la reducción de riesgos y afecciones por enfermedades y el mejoramiento de la presentación del acueducto.

Finalmente, en el cuarto capítulo, se da a conocer la incidencia ambiental que tiene la construcción de la planta para el tratamiento de lodo en el acueducto del Municipio de Santander de Quilichao, resaltando las mejoras ambientales a través de la calidad bacteriológica del agua del río Quilichao, benéfica para el riego de cultivos y control de olores. Así mismo, el mejoramiento del entorno natural, dado

por la mitigación de la contaminación de aguas subterráneas a causa de elementos contaminantes no removidos por el sistema de tratamiento y la degradación de elementos potencialmente fitotóxicos que generan malos olores por mantenimiento inadecuado o el deterioro del suelo por incremento de la tasa de salinización y saturación del agua.

Igualmente este documento señala la carencia de conocimiento de muchas de las empresas públicas sobre, cómo generar un aporte positivo o restaurador al medio ambiente y cómo contar con un sistema de cuentas ambientales que identifique el impacto ambiental que producen. Esto, con el fin de evitar el incumplimiento de la normatividad establecida y el desgaste de los recursos naturales sin ninguna reparación a la naturaleza.

1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

En vista de que en los últimos años se han venido haciendo campañas para recuperar el medio ambiente y ayudar a su preservación. La contaduría, pese a que es un área netamente numérica, busca analizar su influencia y/o aporte en los aspectos sociales y ambientales a nivel mundial.

Es por esta razón, que este proyecto de investigación que lleva por título “Análisis de los Recursos Necesarios para la Construcción de una Planta para el Tratamiento de Lodos Residuales del Acueducto del Municipio de Santander de Quilichao y su Impacto Social y Ambiental”, busca contribuir al mejoramiento del medio ambiente por medio del lavado apropiado de los tanques utilizados para la potabilización del agua y el control de los residuos que son devueltos a la principal fuente hídrica del municipio de Santander de Quilichao.

Por lo tanto, se contemplan los siguientes antecedentes para comprender la problemática propuesta y dar sustento a la investigación. En primer lugar está el artículo titulado: “*Contabilidad para la Sostenibilidad Social y Ambiental*” de Mejía y Vargas, la cual hace una descripción y una diferenciación entre la contabilidad tradicional y la nueva contabilidad; siendo la primera una herramienta enfocada al capital, los inversionistas y los impuestos, mientras que la segunda nace de las exigencias de las nuevas generaciones, por lo cual se considera una contabilidad preocupada por la generación y sostenibilidad de las riquezas integrales de una empresa tales como la riqueza ambiental, social y económica.¹

También se observa en este artículo que la riqueza ambiental se puede definir como el conjunto de recursos que posee una organización económica y que la contabilidad ambiental tiene la función de calificar y cuantificar dichos recursos, logrando así la generación, distribución y sostenibilidad de los mismos. Por tal motivo se aplica el conocimiento del desarrollo sostenible, que dicho de otra forma, es “la utilización racional de los recursos por parte de la generación presente sin comprometer las necesidades que tendrán las generaciones futuras.”²

¹ MEJÍA SOTO, Eutimio y VARGAS MARÍN, Luis Alberto. Contabilidad para la sostenibilidad ambiental y social. *Lúmina* 13, Enero - Diciembre, 2012, p, 48-70. Disponible en internet: : <http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/economicas/lumina/recursos/13/1.pdf>.

² *Ibíd.* p, 52

Por otra parte, Carlos Chan Sánchez, en su artículo: *“Evaluación de la Problemática Ambiental y su Influencia Económica”* expone que “el problema ambiental radica en el mal uso de los recursos que la sociedad hace, y que son muy pocas las empresas que se detienen a analizar el deterioro ambiental, ya que esto implicaría un aumento de los costos y gastos ambientales que muchas de ellas no están dispuestas a asumir por el hecho de sacrificar parte de su utilidad”³.

Al respecto, Chan Sánchez comenta que:

“El sector empresarial no ha tomado conciencia de la importancia que tiene el medio ambiente para continuar generando recursos, por lo tanto la mayoría de las empresas ha venido explotando la naturaleza sin pensar que esos recursos llegarán a acabarse en algún momento, evitando asumir costos que para ellas deberían ser innecesarios por que la naturaleza se puede recuperar sola, algo de lo que totalmente están equivocados puesto que para las empresas que más afectan el medio ambiente ésta es su materia prima”. ⁴

Por otro lado puede evidenciarse como Alturo Fonseca, expone en su artículo: *“Grado de Conocimiento y Aplicabilidad de la Contabilidad Ambiental Empresarial, en el Espinal, Departamento del Tolima”*, la inclusión de la contabilidad ambiental en Colombia a través de la ley 99 de 1993, la cual lleva a la creación del Ministerio de Medio ambiente encargado de la formulación de la política nacional ambiental, y la deficiente importancia que le ha dado el sector empresarial a esta problemática.

Alturo, describe

“cómo el medio ambiente es afectado por los entes económicos sin tener el conocimiento del desgaste provocado a los recursos ambientales, dando a conocer que muchos representantes legales y contadores de las empresas encuestadas no tienen presentes los conceptos de Contabilidad Ambiental y Desarrollo Sostenible que aparecen definidos en el artículo 3 de la ley 99 de 1993, citado por Alturo “...aquel que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades” (Ley 99 de 1993, artículo 3)”.⁵

Por lo tanto, la carencia de conocimiento de muchas de las empresas estudiadas en el sector del Espinal – Tolima, no generan un aporte positivo o restaurador al medio ambiente ya que no existe un sistema de cuentas ambientales que identifique el impacto ambiental que producen.

³ SÁNCHEZ CHAN, Carlos. “Contabilidad Ambiental - Evaluación de la Problemática Ambiental y su influencia económico – contable”. Revista Alternativa Financiera. 2005, Vol. 2 Issue 2. Pág. 11.

⁴ *Ibíd.*, p, 10

⁵ ALTURO FONSECA, Carlos Albeiro. Grado de conocimiento y aplicabilidad de la contabilidad ambiental empresarial en el Espinal, departamento del Tolima. Revista virtual Universidad Católica. (s. f.) disponible en internet: : <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/506>

Así mismo, aparece el texto “*Contabilidad Ambiental: Una aproximación desde la Economía Ecológica*”, escrito por Marlyn Felicia Pérez Gutiérrez, donde se habla sobre un foro que se dio el 20 de agosto de 2009 en la ciudad de Bogotá y que contó con la unión de varias entidades gubernamentales entre ellas EPM, dejando en claro la premisa de que “no se es posible ser rentable si no se es responsable con el medio ambiente”.⁶

Dicho esto, en la reunión se tocaron diversos temas ambientales entre estos el tratamiento de aguas, y los beneficios tributarios que se pueden obtener al ser responsables con el ambiente. Dada la nueva mentalidad del mundo de ahora, más preocupada por el medio ambiente, las organizaciones económicas deben optar por tener una contabilización de su gestión ambiental y para esto se ha visto el nacimiento de una contabilidad enfocada al área social y ambiental que mantiene sus bases en la economía ambiental.⁷

De acuerdo a la información anterior, se puede analizar que la contabilidad empieza a dar un enfoque ambiental y social, que en el Municipio de Santander de Quilichao, puede utilizarse para recopilar y medir la información del impacto ambiental de las organizaciones a partir de distintas herramientas, constituidas desde los nuevos enfoques de la Economía ambiental. En este caso, el análisis de la construcción de una planta para el tratamiento de los lodos generados por la potabilización del agua.

Por otra parte, en la investigación hecha por Liliana Fernández Lorenzo; Elsa Larramendy y Pamela Tellechea, titulada “*Avances en la exposición contable CoPs y memorias GRI*”, puede identificarse un trabajo acerca de “cómo lograr un desarrollo sustentable y cómo los principales interesados en la información de dicha labor pueden enterarse paso a paso. Para lograr esto se debe emitir una información que debe seguir los lineamientos del pacto mundial (PM) conocidos como Comunicación de Progreso (CoP) y del GRI (en español, Iniciativa de Informe Global), así como lo están haciendo muchas de las grandes compañías a nivel mundial.”⁸

De este modo, se convierte en tarea del contador la cuantificación en torno a la gestión ambiental además, de la generación de informes que sean solicitados por

⁶ PÉREZ GUTIÉRREZ, Marlyn Felicia. Contabilidad ambiental: una aproximación desde la economía ecológica. Revista Adversia. Universidad de Antioquia. 2005. Disponible en internet: <http://aprendeonlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/adversia/article/view/4772>

⁷ Ibíd.

⁸ FERNÁNDEZ LORENZO, Liliana; LARRAMENDY, Elsa y TELLECHEA, Pamela. Advances in CoPs and GRI Reports as Accounting Statement. [Avances en la exposición contable de CoPs y memorias GRI] Revista Pecvnía, Número 15, 2012. Disponible en internet: <http://revpubli.unileon.es/index.php/Pecvnía/article/view/806>

terceros interesados o inversionistas, del mismo modo en que se emite un balance general o un estado de resultados, tomando en cuenta la revolución ambiental por la que pasa el mundo en estos momentos.

Así mismo, puede considerarse que los lineamientos definidos por el PM (CoP) y el GRI son importantes para esta investigación dado que el primero es la serie de principios a los que debe ceñirse una empresa al hacer parte del pacto mundial, mientras que el segundo es la recopilación de unos informes o memorias que a través de los mismos muestran el avance dado por dicha organización, apoyándose por medio de indicadores de tipo social, económico y ambiental que están preestablecidos. Al utilizar los dos elementos mencionados anteriormente y hacer la “conexión” de los mismos, una organización puede usar esto como una herramienta útil para ser más sostenible, en cuanto al desarrollo económico se refiere.

En consecuencia, teniendo en cuenta la información citada, se puede analizar la relevancia para la presente investigación, pues para el desarrollo de esta, se hace necesario tener el conocimiento suficiente sobre la contabilidad ambiental y su aplicación en diversas empresas. Igualmente para la sociedad, es muy importante que las organizaciones empresariales tengan responsabilidad social, ya que el simple hecho, para una compañía, de emitir contaminantes al medio ambiente, perjudica la salud de las personas y por ende su calidad de vida; por lo tanto, se hace necesario analizar a fondo cuál es el impacto que se genera en a nivel social, ambiental.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del Problema

La degradación del medio ambiente es una situación desfavorable que afecta el desarrollo de la vida a lo largo del planeta, comprometiendo al ser humano, así como la fauna, la flora y demás formas de vida que aún subsisten al interior de la biosfera. Por ende, es pertinente para las distintas disciplinas el fomento de medidas y prácticas tanto a nivel social e industrial para mitigar el deterioro medio ambiental propio del presente.

Así, en el plano de lo local, se debe mencionar la contaminación del río Quilichao, el cual es la fuente principal de agua potable que surte a toda la población del municipio. Esta contaminación se ve incrementada debido al vertimiento de lodos residuales generados en el proceso de potabilización del agua que realiza la empresa de servicios públicos Emquilichao ESP, la cual no cuenta con una planta de tratamiento del lodo para darle un adecuado manejo a dicho residuo.

Por ende, es concerniente al profesional contable de la actualidad tener conocimiento sobre la gravedad del deterioro del medio ambiente, contextualizada, en este caso en la contaminación del Río Quilichao a partir del lodo que se vierte debido a la potabilización del agua; el cual afecta la calidad de vida de la comunidad Quilichagüña.

Por lo anterior, se ha considerado realizar este documento, argumentando que esta es una medida apropiada que puede tomar la compañía de servicio público Emquilichao ESP, para la mitigación del daño ambiental que se está causando sobre el recurso hídrico.

En caso de tomarse esta alternativa, se continuará con la degradación directa del afluente hídricos del sector, lo que trae consecuencias desfavorables para la salud humana, disminuyendo así la calidad de vida, no solo de la especie humana, sino de los demás seres vivos propios del entorno, afectando la sostenibilidad de los ecosistemas.

1.2.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los recursos necesarios para la construcción de una planta para el tratamiento de lodos en el Acueducto del Municipio de Santander de Quilichao y cuál es el impacto ambiental y social?

1.2.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son los recursos que requieren para la construcción de una planta de tratamiento de lodo, en el municipio de Santander de Quilichao?

¿Cómo incide en el ámbito social la construcción de una planta para el tratamiento del lodo del acueducto, en el municipio de Santander de Quilichao?

¿Cómo incide en el ámbito ambiental la construcción de una planta para el tratamiento de lodo en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Determinar los recursos necesarios para la construcción de una planta para el tratamiento del lodo en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao y el impacto ambiental y social generado.

1.3.2. Objetivos Específicos

Describir los recursos que se requieren para la construcción de una planta para el tratamiento del lodo en el municipio de Santander de Quilichao.

Exponer la incidencia social que tiene la construcción de una planta para el tratamiento del lodo en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

Identificar la incidencia ambiental que tiene la construcción de una planta para el tratamiento del lodo en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La propuesta de la construcción de una planta de tratamiento para el lodo generado por la potabilización del agua en el municipio de Santander de Quilichao, es pertinente para la calidad de vida de los habitantes del municipio como también para el equilibrio medio ambiental requerido en la actualidad. No obstante, esto demanda recursos financieros y es mediante la contabilidad ambiental que se puede aportar, tanto la información en unidades físicas, como en unidades monetarias, otorgando un valor agregado a los servicios públicos que se ofrecen a toda la comunidad del municipio de Santander de Quilichao.

Al respecto, la contabilidad en el presente trabajo sirve para configurar una información fiable, verificable y periódica, además de velar por la actuación ambiental de Emquilichao ESP, mediante la construcción de una planta para el tratamiento del lodo que disminuya la carga contaminante de dicho residuo y comunicar dicho proceder a la ciudadanía Quilichagüeña.

Se contaría entonces, con una estructura eco-eficiente consistente en maximizar el valor de Emquilichao ESP, mientras que al mismo tiempo se busca minimizar el uso de los recursos y los impactos ambientales negativos, a través de la generación de un análisis y la respectiva utilización de información financiera y no

financiera, además de la integración de las políticas económicas y ambientales de la empresa Emquilichao ESP para la construcción de una empresa sostenible.

De esta forma, Emquilichao ESP será una empresa sostenible si da uso equilibrado y responsable a los recursos naturales y asume dicha responsabilidad implicando a todas las comunidades que habitan el municipio de Santander de Quilichao; por ende sus metas no deben limitarse únicamente a la creación de empleo y riqueza, sino a la protección del medio ambiente y el desarrollo del entorno social que es impactado.

Desde el punto de vista económico, Emquilichao ESP, es sostenible si logra ser efectiva y eficiente al mismo tiempo; el ser efectiva significa entregar el producto o servicio prometido en un tiempo dado, a un precio justo, con una calidad específica y con el nivel de servicio adecuado; mientras que es eficiente si logra una optimización en el uso de sus activos tales como mano de obra, materias primas, equipos y planta física.

La huella ambiental que puede dejar Emquilichao ESP en la comunidad de Santander de Quilichao debe ser parte de su estrategia competitiva que no sólo puede ser la construcción de una planta para el tratamiento del lodo, sino puesta en marcha de otras medidas de conservación ambiental tales como, la reducción del consumo de agua y su respectiva incentivación por dicha implementación; incorporando así, dimensiones social y ambiental en su orden estratégico empresarial.

El presente trabajo plantea una estrategia para la disminución de los niveles de contaminación del río Quilichao, producidos por la empresa en mención, buscando fortalecer a la misma, evitándole sanciones ambientales por parte de los entes de control público; contribuyendo a un ambiente sano y a unas condiciones de vida aptas para la población y mejorando la imagen de la compañía.

Por lo tanto, este trabajo aporta información valiosa sobre los factores económicos requeridos para la construcción de una planta para el tratamiento del lodo generado por la potabilización del agua y su incidencia a nivel social y ambiental.

1.5. MARCO DE REFERENCIA

1.5.1. Marco teórico

Puesto que el eje temático del proyecto se basa en el equilibrio en un sistema compuesto por la empresa, la sociedad y el medio ambiente, es preciso iniciar con la descripción del paradigma de la contabilidad ambiental y el significado conceptual entorno al Desarrollo Social y Sostenible, procurando así la existencia sinérgica entre la empresa, la sociedad y el medio ambiente.

1.5.1.1. *La Contabilidad Ambiental*

La contabilidad ambiental opinan Ochoa, Mosquera y Ruíz,

Es un área o división de la contabilidad que se encarga de estudiar y analizar los procesos de medición, valoración y control de los recursos naturales y del medio ambiente desde la óptica contable con el fin de contribuir en la construcción de diversos conceptos que amplíen su campo de acción en la contabilidad de las empresas.

Para lo anterior es indispensable la utilización de una serie de elementos o instrumentos adecuados que permiten realizar labores de evaluación y control sobre el grado de sensibilidad o susceptibilidad y de igual forma las operaciones realizadas por el ente.⁹

Puede decirse entonces, que la contabilidad ambiental es una herramienta de la gestión interna y moderna de las organizaciones en el campo del conocimiento y que estudia el sistema natural-ambiental en su relación con la actividad económica; es decir, dicha herramienta ofrece la posibilidad de vincular el medio ambiente y la economía. Lo anterior está en capacidad de generar impacto a largo plazo tanto en el desarrollo de las políticas económicas o ambientales, orientándolas a la protección del entorno y al uso adecuado de los recursos naturales en la población.

Otra forma de explicar la contabilidad ambiental, es la que aborda *Fernández Cuesta*, afirmando que esta puede ser entendida como: “la parte de la contabilidad aplicada cuyo objeto son las relaciones entre una entidad y su medio ambiente, lo cual requiere precisar tanto el concepto de entidad como el de medio ambiente”.¹⁰

⁹ OCHOA ROJAS, Catalina; MOSQUERA RUA, Camilo y RUÍZ AGUIAR, Carolina. Modelo de Contabilidad Ambiental para la Empresa. Medellín: Universidad de San Buenaventura. 2013, p, 10.

¹⁰ FERNÁNDEZ CUESTA, Carmen. El marco conceptual de la contabilidad ambiental. Una propuesta para el debate. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires. Publicación "Contabilidad y Auditoría", Número 19, junio 2004., p, 33-34.

En este mismo aspecto, según Geba, Fernández y Bifaretti: “la contabilidad ambiental es una disciplina social que comprende los aspectos medioambientales de la organización en su método y proceso contable, de tal manera que logre captar los efectos positivos y negativos causados por las actividades de las organizaciones en la sociedad; así mismo da cuenta del deterioro y agotamiento de los recursos naturales”.¹¹

Esto indica que la contabilidad ambiental, es una especialidad de la disciplina contable a la que se atribuye los estudios de los impactos (tanto culturales como naturales, directos como indirectos) suscitados al interior de la actividad de los entes institucionales en el todo social y viceversa.

Así mismo, es definida la contabilidad ambiental por Mantilla Pinilla “como el sistema que permite el reconocimiento, organización, valoración y registro de las condiciones y los cambios en los recursos naturales y del ambiente, articulando indicadores de evaluación de la sostenibilidad ambiental en el contexto del desarrollo y estableciendo sistemas de información que faciliten el control y la fiscalización de las acciones que afectan la conducción de la naturaleza”.¹²

Mantilla plantea entonces que “la contabilidad ambiental se debe preocupar por el desarrollo de la sostenibilidad de la organización en términos económicos, sociales y medio ambientales en pro del bienestar y la supervivencia de la sociedad; por lo tanto, el propósito de la contabilidad ambiental es suministrar información para evaluar la perdurabilidad de los recursos en el marco del desarrollo sostenible.”¹³

En consecuencia, la contabilidad ambiental se asemeja a la contabilidad tradicional en la medida que sirve de herramienta de evaluación y control, de esta forma toma lugar una dinámica especial en la que se busca complementar un sistema de información que ayude a preservar el desarrollo sostenible de las organizaciones, llámese instituciones públicas o privadas.

Para Araujo,

La contabilidad ambiental es también social, no sólo porque se preocupa del ambiente y de los recursos naturales como tales, sino por su relación con el hombre; por lo tanto, la contabilidad ambiental debe tener un sistema informativo que permita medir el impacto de las actividades económicas de la empresa en la sociedad mostrando los esfuerzos que la empresa hace por su reposición, mantenimiento,

¹¹ GEBÁ, Norma B.; FERNÁNDEZ, Liliana E. y BIFARETTI, Marcela C. Marco conceptual para la especialidad contable socio-ambiental. En: Actualidad Contable Faces, Vol. 13, núm. 20, enero-junio. Mérida Venezuela. 2010, p, 52.

¹² MANTILLA PINILLA, Eduardo. La contabilidad ambiental en el desarrollo sostenible. Revista N° 25 Enero-Mar. 2006, p, 17.

¹³ Ibíd.

conservación o deterioro de las condiciones socio-ambientales y de los recursos naturales”.¹⁴

Desde esta perspectiva, la contabilidad ambiental adopta una dinámica especial que permita reconocer y valorar los recursos naturales presentes en el medio ambiente de una organización. Además, la contabilidad debe convivir en equilibrio constante con la racionalidad económica y la realidad social; según Araujo, “hay intereses que buscan un progreso y un desarrollo económico, mientras que otros buscan un progreso para el individuo, por lo cual estos dos intereses deben estar presentes de manera sinérgica.”¹⁵

De acuerdo con teorías expuestas por los autores la contabilidad ambiental, propone un replanteamiento en la forma de observar los problemas presentes en el entorno natural, que permita aportar nuevas soluciones en el campo social ante la urgente necesidad de describir y cuantificar en forma explícita y coherente las interrelaciones entre el medio ambiente y las organizaciones de tipo institucional.

De esta forma, la utilización del capital natural comercializado y no comercializado debe mantener una postura basada en la sostenibilidad, como también deben conocerse claramente las pérdidas de los ingresos resultantes, consecuencia del agotamiento y la degradación de la naturaleza; con esto se busca que la contabilidad además de dar cuenta del consumo del capital natural, refleje la utilización apropiada de este por parte de las organizaciones, principales causantes de la contaminación del aire, el agua, la fauna, la flora, el paisaje y el campo.¹⁶

1.5.1.2. La Economía Ambiental

En cuanto a la Economía Ambiental, Field expone que es el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e ideas analíticas de la economía; que la economía ambiental es, más bien, el estudio de cómo y por qué “las personas”, sean consumidores, firmas, organizaciones sin ánimo de lucro o agencias gubernamentales, toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos. Se sitúa entonces, sobre todo en el marco de la microeconomía, porque se concentra principalmente en cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales; además, se ocupa de estudiar las maneras como se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar un poco más esos impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades del ecosistema en sí mismo.¹⁷

¹⁴ ARAUJO ENSUNCHO, Jack Alberto. Contabilidad Social. Centro Colombiano de Investigación Contable C-CINCO. Medellín. 1995, p, 145-146.

¹⁵ Ibíd.

¹⁶ RODRÍGUEZ JIMENEZ, Diego Fernando. Formulación de una estructura teórica para la contabilidad ambiental. Libre Empresa, Vol. 8, No. 2, Julio-Diciembre, 2011, p, 9-10.

¹⁷ FIELD, Barry. Economía Ambiental: Una introducción, Colombia: editorial McGraw Hill, 1995, p: 3-23.

Posteriormente, considera Azqueta Oyarzun que “la Economía Ambiental abarca el estudio de los problemas ambientales y por lo tanto, ésta se enfoca en buscar la mejor manera de sacarle provecho a aquellos recursos que de una u otra forma no han sido explotados, así como también darle un adecuado control a todo lo relacionado con residuos.”¹⁸

En este aspecto, se tiene la finalidad de mejorar la calidad de vida a nivel socio – ambiental y así satisfacer las distintas necesidades. Así que es pertinente una propuesta encaminada a alcanzar la protección y preservación del entorno natural circundante a cualquier empresa mediante el diseño de estrategias encaminadas a la evaluación de los efectos económicos y ecológicos en consonancia a la creación de una cultura ambiental entre la sociedad.

Lo que se tiene en cuenta en la economía ambiental, es que las organizaciones junto con los individuos que generan sus recursos deben tomar una serie de decisiones direccionadas al buen funcionamiento de las entidades públicas; es en razón a lo anterior, que la economía ambiental surge para buscar o plantear vías favorables que conlleven a la optimización en la explotación de recursos naturales.

Otro punto de vista acerca de la Economía Ambiental, lo plantea la Subgerencia Cultural del Banco de la República, exponiendo que “es una rama especializada de la economía, dedicada al estudio de los problemas ambientales desde el punto de vista económico; por ende es una herramienta que posibilita la búsqueda de soluciones de tipo económico al problema de incompatibilidad entre los usos privados y los usos sociales que se les da a los recursos naturales.”¹⁹

En este orden de ideas se da un conjunto de instrumentos económicos, llamados “incentivos económicos”, que tienen como objetivo principal modificar las variables económicas reales con la idea de que el individuo se comporte de la mejor manera posible; por lo tanto esto puede contribuir a la disminución de los niveles de contaminación producidos y, por consiguiente, ayudar a la mitigación de los problemas de degradación presente en los ambientes naturales.

También destaca el Banco de la República otra “función de la economía ambiental y es la de proponer una serie de metodologías específicas para la estimación del valor económico de los daños ambientales producidos por la contaminación; esto con el objetivo de encontrar los valores de la compensación necesaria para eliminar los efectos de las externalidades ambientales.”²⁰

¹⁸ AZQUETA OYARZUN, D. Introducción a la economía ambiental. 2002, p. 420.

¹⁹ COLOMBIA. SUBGERENCIA CULTURAL DEL BANCO DE LA REPÚBLICA. *Economía ambiental*. 2015. Disponible en internet:

http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/economia_ambiental.

²⁰ Ibíd.

Lo anterior implica el estudio de la relación de los equilibrios o desequilibrios existentes entre la conservación de los recursos naturales y ambientales y las actividades económicas necesarias para el impulso de su crecimiento económico con miras a la maximización del bienestar económico de la sociedad.

Así mismo, explica Sánchez Cruz, sobre la economía ambiental afirmando que Esta abarca el estudio de los problemas ambientales empleando la visión y las herramientas de la economía y que actualmente, existe un concepto erróneo de economía ya que lo primero que se piensa es que su campo de estudio es en su totalidad sobre decisiones de negocios y cómo obtener rendimientos en el modo de producción capitalista, sin embargo, la Economía se enfoca básicamente sobre el marco de decisiones que realizan diversos actores económicos sobre el uso de recursos escasos.²¹

Al respecto, existe otro aspecto que ha cobrado importancia en el campo de la economía ambiental y es la correlación de los impactos del crecimiento económico en la calidad ambiental; esta problemática tiene infiltraciones serias en el comportamiento de los consumidores y en la planeación económica familiar lo cual ha generado que en uno de los principales foros de la Organización de las Naciones Unidas se evalúen estos temas de manera crítica y objetiva por parte de países desarrollados como por los subdesarrollados, dependientes y atrasados.

Por ende, es pertinente al conjunto de las disciplinas contables la consideración y la mitigación de impactos ambientales, teniendo una responsabilidad conjunta entre los diversos actores económicos para alcanzar el anhelado desarrollo sustentable; por lo tanto, el medio ambiente debe ser un tema de discusión y de acuerdos encaminados a una gestión ambiental acorde a la realidad económica, y no una excusa que busque implementar proteccionismos y actos comerciales contrarios a la cooperación internacional.

Se debe tener en consideración que es una tarea de todos y no de algunos, la planeación y ejecución de programas ambientales y es por eso que la sociedad debe interesarse y participar en esta toma de decisiones que al final los involucran como consumidores, así la reflexión y el cambio en las conductas de la sociedad, por medio de una educación ambiental adecuada se vuelve necesaria e imprescindible para alcanzar los objetivos de una gestión ambiental

²¹ SÁNCHEZ CRUZ, Fabián Eduardo. Economía Ambiental. (S. F.). Disponible en internet: <http://www.eumed.net/ce/fesc-ambiental.htm>

1.5.1.3. *El Impacto Ambiental*

El impacto ambiental lo definen Gómez y Gómez como

La alteración que introduce una actividad humana en su “entorno”, interpretada en términos de “salud y bienestar humano” o, más genéricamente, de calidad de vida de la población; por entorno se entiende la parte del medio ambiente (en términos de espacio y de factores⁹ afectada por la actividad o, más ampliamente, que interacciona con ella, por tanto el impacto ambiental se origina en una acción humana. ²²

Por lo regular, muchas empresas públicas y privadas llevan a cabo actividades que contaminan el entorno natural para cumplir con los diferentes intereses y el desarrollo económico, siendo este un problema que en el país es preocupante debido a los daños que ocasiona y también por la falta de métodos que maximicen las utilidades que incluyan el equilibrio medio – ambiental dentro de sus objetivos.

Por ende, el diagnóstico ambiental permite evaluar los diversos impactos prediciendo cuales son las consecuencias que se van a presentar a corto o largo plazo debido al desarrollo de un proyecto, el cual debe buscar un balance que refleje la acción neta conjunta del impacto y las medidas mitigadoras y/o correctoras del mismo, obteniendo una mayor concordancia para la interacción empresa - medio ambiente.

El autor Espinosa explica sobre la evaluación del impacto ambiental y lo define como un “proceso singular que procura innovar a partir de la operatividad y la validez de sus resultados, así mismo puede entenderse como un instrumento para la protección y defensa del medio ambiente ya que incorpora un enfoque a largo plazo y supone y garantiza una visión más completa e integrada del significado de las acciones humanas sobre el medio ambiente.”²³

También implica una mayor creatividad e ingenio y una fuerte responsabilidad social en el diseño y la ejecución de las acciones y proyectos, también para motivar la investigación en torno a nuevos problemas y nuevas soluciones tecnológicas y en definitiva, para una mayor reflexión en los procesos de planificación y de toma de decisiones siendo otro elemento importante en la evaluación del impacto ambiental.

Así, entre los conceptos generales de la evaluación del impacto ambiental se encuentran las siguientes denominaciones: sistemática, reproducible e interdisciplinaria, todas en relación a la medición y mitigación de los impactos

²²GÓMEZ, D & GÓMEZ, M. Evaluación del impacto ambiental. Tercera edición. Ediciones Mundipresa, Madrid, 2013, p. 155.

²³ ESPINOSA, Guillermo. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago de Chile. 2011, p. 89.

potenciales a nivel físico, biológico, cultural y socioeconómico de un área geográfica en particular; así mismo, su propósito es asegurarse que los recursos ambientales de importancia se reconozcan al principio del proceso de decisión y se protejan a través de planeamientos y decisiones pertinentes.²⁴

“También puede decirse que dicho impacto ambiental puede ser entendido como una forma de advertencia temprana y de análisis continuo que protege los recursos ambientales contra daños injustificados o no anticipados; así mismo busca convertir el lenguaje y la intención de las leyes ambientales en un grupo uniforme de requisitos técnicos y de procedimientos que permiten un análisis sistemático de las acciones humanas mucho antes de su ejecución.”²⁵

No obstante, la implementación eficiente de un proceso de evaluación del impacto ambiental requiere esfuerzos significativos, premeditados y cooperativos entre muchas entidades y actores, ya que este proceso de evaluación ayuda a la resolución de problemas en el proceso de toma de decisiones; en cierta forma su función no es reemplazar sino proveer las bases para la toma de una decisión más informada respecto a los impactos positivos y negativos sobre el medio ambiente.²⁶

1.5.2. Marco Conceptual

Una comprensión más profunda sobre los temas del marco teórico expuestos, se logra mediante la definición de algunos conceptos que fueron mencionados y que es necesario definirlos. Estos conceptos se relacionan con temas como: Medio Ambiente, Contabilidad Ambiental, Economía Ambiental, Impacto Ambiental, Desarrollo Sostenible y Ecosistema.

El primero en mencionarse es el de Desarrollo Sostenible, el cual según Gallopín, “implica un cambio”²⁷ y esto es lo que debe tenerse en cuenta al momento de lograr que la empresa Emquilichao ESP tenga un proceso responsable con el ambiente dado que, aunque manejan uno de los mejores procesos de potabilización del país, este no es responsable, debido al vertimiento de lodos en el Río Quilichao.

²⁴ ESPINOSA, Guillermo. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago de Chile. 2011, p, 89.

²⁵ *Ibíd.*, p, 89.

²⁶ *Ibíd.*, p, 89.

²⁷ GALLOPIN, E. sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico, mayo de 2003, p, 16. Obtenido de CEPAL, Disponible en internet: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5763-sostenibilidad-y-desarrollo-sostenible-un-enfoque-sistemic>.

De otra forma, Gallopín identifica “el sistema socioecológico como la mejor opción para ser sujeto del desarrollo”²⁸; teniendo en cuenta una serie de conceptos propuestos por Gallopín, como atributos necesarios para la sostenibilidad del sistema ambiental, los cuales son enfocados para la presente investigación a desarrollar.

Por lo tanto el Medio Ambiente puede ser entendido a partir del análisis de la relación entre ecosistema y cultura en general y puede asumirse como el entorno en el cual opera una organización institucional (empresa pública o privada), que incluye aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos, y su interrelación. En este contexto, el medio ambiente se extiende desde el interior de una organización hasta el sistema global que comprende la biosfera.

Así mismo, puede decirse que “el medio ambiente se refiere a todo lo que rodea a los seres vivos y que está conformado por elementos biofísicos (suelo, agua, clima, atmósfera, plantas, animales y microorganismos), además de componentes sociales”²⁹ que se refieren a los derivados de las relaciones que se manifiestan a través de la cultura, las prácticas sociales y la economía.

En este sentido, un ecosistema es el sistema de relaciones que conforman los seres vivos entre sí y con el espacio que habitan, en una definición más técnica se puede decir que es “la organización vital en un determinado espacio, donde los seres vivos, plantas y animales, interaccionan entre sí y con el medio en que viven, de tal manera que un ecosistema no tiene una concreción geográfica general sino particular: un ecosistema es un charco de agua, un río, un pastizal, un bosque o el conjunto de una cuenca, tal interacción consiste en un intercambio de materia, energía e información.”³⁰

Por ende, “la relación que se establece entre estos elementos antes mencionados, es lo que, desde una visión integral, conceptualiza el medio ambiente como un sistema. Hoy en día el concepto de medio ambiente está ligado al de desarrollo y esta relación permite entender los problemas ambientales y su vínculo con el desarrollo sustentable, garantizando una adecuada calidad de vida para las generaciones presente y futura.”³¹

Con respecto a la contabilidad ambiental, es la que incluye la identificación y asignación de costos, ingresos y pasivos ambientales de procesos y actividades económicas específicas. En general, la contabilidad ambiental “tiene por objeto

²⁸ Ibíd. p. 16.

²⁹ RODRÍGUEZ JIMENEZ, Diego Fernando. Formulación de una estructura teórica para la contabilidad ambiental. Libre Empresa, Vol. 8, No. 2, Julio-Diciembre, 2011. P., 102

³⁰ GÓMEZ, D & GÓMEZ, M. Op. cit., p. 42.

³¹ COLOMBIA. Subgerencia Cultural del Banco de la República. 2015. El medio ambiente. Disponible en internet: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/medio_ambiente.

proveer a los administradores con la información necesaria para identificar las fuentes de costos y beneficios ambientales e incorporarlos al proceso de toma de decisiones.”³²

La economía ambiental, se puede definir como “la rama del análisis económico que aplica los instrumentos del mismo a la problemática del medio ambiente, con ello pretende ofrecer una información relevante en tres campos estrechamente relacionados.”³³ En otras palabras, la economía ambiental hace referencia a todos los costos inherentes al deterioro y el control del ambiente, aparte de la totalidad de los beneficios derivados de la protección de los recursos y el ambiente en un esquema global de costo-beneficios, con equilibrio de los costos y beneficios en cada sector del quehacer humano, fortaleciendo la base de recursos a la que recurrirán las generaciones presentes y futuras.

1.5.3. Marco Legal

La normatividad que preside el presente proyecto de investigación se centra en los aspectos legales que componen el marco normativo y regulador del Ordenamiento Ambiental (territorial), destacándose:

1.5.3.1. Ley 99 de 1993

Esta ley crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, además de organizar el Sistema Nacional Ambiental, SINA. También, se fundamenta en principios como el proceso de desarrollo económico y social del país orientándose a partir de los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.³⁴

Citando a la autora González Castrillón Eugenia, la ley 99 de 1993, centra su importancia en las siguientes consignas:

En el caso nacional, la biodiversidad, por ser patrimonio de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible; las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida

³² BISCHHOFFSHAUSEN, W. Reflexiones en torno al papel de la contabilidad ambiental administrativa. Revista Visión Contable, N° 10. Enero-diciembre, 2012, p. 53.

³³ AZQUETA, D. Introducción a la economía ambiental. Editorial McGraw Hill, España, 2007, p. 45.

³⁴ LUGO BARRERA, Giovanny Adolfo. Principios y Estrategias de gestión ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Palmira. 2011. P., 28. Disponible en internet: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358020/Modulo_Principios_y_estrategias_de_gestion_ambiental.pdf

saludable y productiva en armonía con la naturaleza, sobre todo zonas de páramos, sub páramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos.

Así mismo, con respecto a la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tiene prioridad sobre cualquier otro uso; de esta forma, la formulación de las políticas ambientales está fundamentada a partir de procesos consolidados de investigación científica. No obstante, entre las autoridades ambientales y las particulares existe un principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente

De igual manera, el Estado fomenta la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables; por lo tanto, el paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido, mientras la prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.

Así, la acción para la protección y recuperación ambiental del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado con esto, apoya e incentiva la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y delega en ellos algunas de sus funciones. En consecuencia, los estudios de Impacto Ambiental se configuran como el instrumento básico para la toma de decisiones concernientes a la construcción de obras y actividades que afectan significativamente el medio ambiente natural o artificial.

Así, el manejo ambiental del país conforme a la Constitución Nacional, es de orden descentralizado, democrático y participativo; posteriormente establece el Sistema Nacional Ambiental SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.³⁵

1.5.3.2. Ley 142 de 1994

Esta ley establece:

El régimen de los servicios públicos domiciliarios y se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural.

El Estado además interviene los servicios públicos conforme a las reglas de competencia de que trata esta misma Ley, en el marco de lo dispuesto en los artículos 334, 336, y 365 a 370 de la Constitución Política con el objeto de

³⁵ GONZÁLEZ CASTRILLÓN, Eugenia. Gestión del agua y planificación territorial en ámbitos metropolitanos. El caso del área metropolitana del Valle de Aburrá. Cap. 2. P., 64. Disponible en internet: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1568/2/43492541.20092.pdf>

garantizar la calidad del bien objeto que configura el servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios; también procura la ampliación permanente de la cobertura mediante sistemas que compensan la insuficiencia de la capacidad de pago de los usuarios, como también la atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.

De esta forma el Estado garantiza la prestación continua e ininterrumpida del servicio sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor, caso fortuito, técnico o económico que así lo exijan; de esta forma la prestación eficiente de un servicio propicia la libertad de competencia y la no utilización abusiva del monopolio dominante.³⁶

1.5.3.3. Ley 632 de 2000

La ley 632 de 2000:

Modifica parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994 como también las leyes 223 de 1995 y 286 de 1996. Indica el numeral 24 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994: Servicio Público de Aseo, es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. Se aplica esta ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos. Igualmente incluye, actividades complementarias de corte de césped y poda de árboles ubicados en vías y áreas públicas, además del lavado de estas áreas y su tratamiento para un posterior aprovechamiento.

Consecuentemente, los subsidios y contribuciones para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo para las entidades prestadoras de estos servicios deben alcanzar los límites establecidos en el artículo 99.6 de la Ley 142 de 1994 en materia de subsidios, plazo, condiciones y celeridad establecida antes del 28 de febrero de 2001 por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. En ningún caso, el período de transición podrá exceder el 31 de diciembre del año 2005 ni el desmonte de los subsidios podrá realizarse en una proporción anual inferior a la quinta parte del desmonte total necesario.

Para las entidades prestadoras de estos servicios identificados en el párrafo anterior, el factor a que se refiere el artículo 89.1 de la Ley 142 de 1994 se ajusta al porcentaje necesario para asegurar que el monto de las contribuciones sea suficiente al momento de cubrir los subsidios que se apliquen de acuerdo con los límites establecidos en dicha ley. Las entidades prestadoras destinarán los recursos provenientes de la aplicación de este factor para subsidios a los usuarios atendidos

³⁶ COLOMBIA. CONFEDERACIÓN COLOMBIANA DE CONSUMIDORES. Ley 142/1994. Ley de servicios públicos. 2010. Disponible en internet: <http://www.ccconsumidores.org.co/index.php/legislacion/19-legislacion/50-ley-142-1994-ley-de-servicios-publicos>

por la entidad dentro de su ámbito de operaciones, con lo cual el Gobierno Nacional establece la metodología para la determinación de dicho equilibrio.³⁷

1.5.3.4. *Ley 689 de 2001*

La ley 689 de 2001 modifica la ley 142 de 1994 así:

En los numerales 15 y 24 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994, define un producto marginal o independiente y de naturaleza particular, como una persona natural o jurídica que puede utilizar recursos propios y técnicamente aceptados por la normatividad vigente para cada servicio, produce bienes o servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos para sí misma o para una clientela compuesta exclusivamente por quienes tienen vinculación económica directa con ella o con sus socios o miembros o con algún subproducto de otra actividad principal.³⁸

1.5.3.5. *Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública - NTCGP1000*

Esta norma está dirigida a todas las entidades, y se ha elaborado con el propósito de que éstas puedan mejorar su desempeño y su capacidad de proporcionar productos y/o servicios que respondan a las necesidades y expectativas de sus clientes.

La orientación de esta norma promueve la adopción de un enfoque basado en procesos, el cual consiste en determinar y gestionar, de manera eficaz, una serie de actividades relacionadas entre sí. Una ventaja de este enfoque es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales que forman parte de un sistema conformado por procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Este enfoque permite mejorar la satisfacción de los clientes y el desempeño de las entidades, circunstancia que debe ser la principal motivación para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, y no simplemente la certificación con una norma, la cual debe verse como un reconocimiento, pero nunca como un fin.

³⁷ COLOMBIA. SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 632 de 2000. Disponible en internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4632>

³⁸ COLOMBIA. SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 689 de 2001. Disponible en internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4633>

1.5.3.6. *Normas de la Organización Internacional de Normalización.*

Norma ISO 14000

Su objetivo básico consiste en promover la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, minimizando los efectos dañinos que pueden causar las actividades organizacionales.

Los estándares que promueven las normas ISO 14000 están diseñados para proveer un modelo eficaz de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), facilitar el desarrollo comercial y económico mediante el establecimiento de un lenguaje común en lo que se refiere al medio ambiente y promover planes de gestión ambiental estratégicos en la industria y el gobierno

Norma ISO 14001

Es un conjunto de varios estándares. La norma ISO 14001 describe los elementos necesarios de un SGA y define los requisitos para su puesta en marcha, de modo de garantizar la adecuada administración de los aspectos importantes e impactos significativos de la gestión ambiental, tales como las emisiones a la atmósfera, el volcado de efluentes, la contaminación del suelo, la generación de residuos y el uso de recursos naturales, entre otros (efectos ambientales que pueden ser controlados por la organización).

La gestión medioambiental por ISO 14001 aporta beneficios en múltiples áreas de una Organización, entre ellos: ayuda a prevenir impactos ambientales negativo; evita multas, sanciones, demandas y costos judiciales, al reducir los riesgos de incumplimiento de la normativa legal aplicable; facilita el cumplimiento de las obligaciones formales y materiales exigidas por la legislación medioambiental vigente; permiten optimizar inversiones y costos derivados de la implementación de medidas correctoras; facilita el acceso a las ayudas económicas de protección ambiental; reduce costos productivos al favorecer el control y el ahorro de las materias primas, la reducción del consumo de energía y de agua y la minimización de los recursos y desechos; mejora la relación o imagen frente a la comunidad

1.5.3.7. *Normas Internacionales de Contabilidad – NIC's*

Actualmente, no existe una norma especial para acciones ambientales. Algunas de las actuales Normas Internacionales de Información Financiera, señalan en forma general, el tratamiento contable que deben recibir las acciones ambientales de gastos o pasivos ambientales; reales o contingentes, como la NIC 36 Deterioro del Valor de los Activos, la NIC 37 Activos Contingentes, Pasivos Contingentes y Provisiones y la NIC 38 Intangibles, en las cuales el concepto de gasto y obligaciones medioambientales están incluidas algunas veces, en forma indirecta junto a los demás gastos y obligaciones; recibiendo el mismo tratamiento que las otras partidas relacionadas con la actividad económica financiera.

NIC 36 Deterioro del valor de los activos

Esta NIC afecta a la medición de las responsabilidades medioambientales y a la depreciación de los activos medioambientales.

El objetivo de esta Norma consiste en establecer los procedimientos que una entidad aplicará para asegurarse de que sus activos están contabilizados por un importe que no sea superior a su importe recuperable. Un activo estará contabilizado por encima de su importe recuperable cuando su importe en libros exceda del importe que se pueda recuperar del mismo a través de su utilización o de su venta. Si este fuera el caso, el activo se presentaría como deteriorado, y la Norma exige que la entidad reconozca una pérdida por deterioro del valor de ese activo. En la Norma también se especifica cuándo la entidad revertirá la pérdida por deterioro del valor, así como la información a revelar.

NIC 37 Activos Contingentes, Pasivos Contingentes y Provisiones

Esta NIC afecta el reconocimiento de las responsabilidades medioambientales, incluye referencias expresas para la constitución de las provisiones ambientales, acompañadas por ejemplos ilustrativos, con respecto al reconocimiento de provisiones la norma establece que las mismas deben provenir de sucesos pasados con existencia independiente de las acciones futuras de la organización.

El objetivo de esta norma es asegurar que se utilicen las bases apropiadas para el reconocimiento y la valoración de las provisiones, activos y pasivos de carácter contingente, así como que se revele la información complementaria suficiente por medio de las notas a los estados financieros, como para permitir a los usuarios comprender la naturaleza, calendario de vencimiento e importes, de las anteriores partidas.

NIC 38 Intangibles

El objetivo de esta Norma es prescribir el tratamiento contable de los activos intangibles que no estén contemplados específicamente en otra Norma. Esta Norma requiere que las entidades reconozcan un activo intangible si, y sólo si, se cumplen ciertos criterios. La Norma también especifica cómo determinar el importe en libros de los activos intangibles, y exige la revelación de información específica sobre estos activos.

1.5.4. Marco Contextual

La investigación relaciona directamente a la empresa Emquilichao ESP. Dicha empresa es la encargada de la potabilización del agua surtida por el Río Quilichao el cual actualmente se ve afectando por el vertimiento de lodos residuales de la actividad de potabilización.

1.5.4.1. Empresa Emquilichao ESP

En Santander de Quilichao en el año de 1936 se empezaron a construir las estructuras básicas de suministro de agua, luego, en el año 1957 se construyó la Planta de Tratamiento, obra adelantada por el ingeniero Gerardo Viáfara con recursos del Departamento y en el Municipio de Santander de Quilichao, gracias al cual se optimizaron los sistemas de distribución.

Posteriormente, entre 1963 y 1965 se instalaron los medidores de agua; por aquellos años la operación y administración de los servicios estaba a cargo del Departamento y en la década de los setenta se constituyó la empresa ACUCAUCA para todo el Departamento y por ende también en Santander de Quilichao.

Esta poseía una oficina con seis funcionarios ubicada en la carrera 10 con calle 2 y era administrada por el señor José Orozco, quien contaba también con dos fontaneros, una secretaria y tres operadores de planta. Por aquel entonces ya se medían los consumos, se facturaba y se administraba el servicio en el Municipio.”

De esta forma, en el año 1971 y hasta 1982 asume la prestación de los servicios públicos el Instituto para el Fomento Municipal INSFOPAL, tiempo en el cual y pese a que hubo algún grado de mejoramiento de los sistemas y en la calidad de los servicios por ser de carácter Nacional, estos no eran suficientes para la población.

Posteriormente, en el año 1982 se transfiere la prestación de los servicios públicos del municipio desde INSFOPAL a EMPOCAUCA, pero igualmente el Municipio requería una empresa con competencia y responsabilidad local para que fuera posible que el servicio mejorara, asumiendo los reclamos y necesidades requeridos para ser resueltos en forma oportuna y que no tuviesen que evaluarse desde el departamento o la nación.”

Para esta época el servicio de acueducto es regular, pues era notorio las deficiencias en la calidad, continuidad y cantidad del agua junto con el sistema de alcantarillado que era bastante precario; solo existían algunos colectores principales y el material de las redes estaba en mal estado, además de presentar un botadero de basura a cielo abierto.

Así, en 1987 la Administración Municipal y con el apoyo de algunos líderes cívicos priorizaron y se dieron a la tarea de crear su propia empresa de Servicios Públicos que se encargara del manejo integral de los servicios de agua potable y alcantarillado, la cual se estructuró jurídicamente como establecimiento público del orden municipal con autonomía administrativa y patrimonio independiente mediante el acuerdo 07 de 1987 del Concejo Municipal.

En este proceso el Municipio recibió de la empresa EMPOCAUCA S.A. la administración de servicios y de INSFOPAL la infraestructura sanitaria o redes

construidas en la cabecera del municipio. Fue el primer municipio del Departamento del Cauca que descentralizó la prestación de los servicios públicos sirviendo de ejemplo y modelo en todo el país. Dentro de las personas que lideraron la constitución de EMQUILICHAO ESP se encuentran el Dr. Luciano Echeverri en su calidad de Alcalde Municipal de la época, los Concejales y otros líderes cívicos.

Ya en la administración de la empresa se resalta la gestión de la Ingeniera Sanitaria María Teresa Sterling, quien una vez constituida la empresa logró en forma estratégica identificar los problemas más críticos en la prestación de los servicios públicos en el Municipio y gestionar y proyectar el precario y deficiente servicio de acueducto y alcantarillado ya que la estructura orgánica de la empresa no era acorde a las necesidades de la población debido a fugas y pérdidas en las redes, con lo cual no se garantizaba la sostenibilidad de la empresa por causa del deterioro en las redes.

Por ello se gestionó el apoyo de la Corporación Ambiental del Valle del Cauca CVC, la empresa regional de servicios públicos del Valle ACUAVALLE S.A. y la Empresa de servicios públicos de Cali EMCALI, además, se contó con apoyo y asistencia técnica en la optimización de la planta de tratamiento de aguas de la bocatoma, como también en la renovación de las redes de acueducto y alcantarillado.

Hay que decir que inicialmente la financiación de dicha optimización se realizó con un ingente esfuerzo del Municipio y aún con el enorme esfuerzo por parte de los usuarios quienes vía tarifa han contribuido con las inversiones prioritarias determinadas por la empresa.

Posteriormente se alcanzan algunos niveles de eficiencia básicos en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado asociados a cobertura y calidad en el mes de julio de 1996, con lo cual se fusiona a EMQUILICHAO ESP la empresa ASQUILICHAO la cual venía prestando el servicio de aseo en el municipio, quedando la prestación de este nuevo servicio bajo la responsabilidad de EMQUILICHAO ESP.

Actualmente la empresa cuenta con 73 funcionarios de planta de los cuales el 62% son operativos y el 38% administrativos, además de los empleos indirectos que genera la empresa (aproximadamente 20) en el cumplimiento de su objeto social.

En la Junta Directiva de la empresa participan además del Alcalde, los secretarios de Salud, Planeación, y Obras Públicas y dos Vocales de Control que representan a los usuarios. En cuanto a su cobertura esta es del 98% en el servicio de acueducto, 96% de alcantarillado y 105% en el servicio de aseo, superando ampliamente las medias nacionales; al igual que cuenta con unos indicadores técnicos y de gestión aceptable. Hoy en día están posicionados en la región como una empresa de carácter público eficiente, patrimonio de todos los Quilichagüenos.

Con esto, la empresa Emquilichao ESP, presta servicios públicos, acueducto, alcantarillado y aseo para satisfacer oportunamente las necesidades básicas de sus usuarios con personal competente y comprometido para convertirse en el 2020 en una entidad eficiente en su prestación de los servicios públicos de acueducto,

alcantarillado y aseo, incursionando como operador en nuevos mercados y servicios.³⁹

Figura 1: Fotografía del Acueducto de Santander de Quilichao vista frontal



Fuente: Publicación de la Alcaldía de Santander de Quilichao. Agosto de 2007. Recuperado de http://www.santanderdequilichao-cauca.gov.co/REVISTA_SIN_COMPAGINAR.pdf.

Figura 2: Fotografía del Acueducto de Santander de Quilichao



Fuente: Publicación de la Alcaldía de Santander de Quilichao. Agosto de 2007. Recuperado de http://www.santanderdequilichao-cauca.gov.co/REVISTA_SIN_COMPAGINAR.pdf.

³⁹ COLOMBIA. EMQUILICHAO ESP. Santander de Quilichao. Disponible en internet: <http://www.emquilichaoesp.gov.co>

En cuanto a la prestación del servicio de Acueducto, este se presta en el casco urbano del Municipio desde el año de 1987, fecha en que se constituyó la empresa Emquilichao E.S.P., actualmente tiene una cobertura del 98.5 % en el casco urbano reflejada en 11.074 usuarios ubicados a lo largo de 83.550 metros lineales de longitud de red en diferentes diámetros garantizando así la prestación del servicio de agua durante las 24 horas del día.

Con el fin de mejorar algunas deficiencias en la época de verano y de garantizar el recurso a la población futura, desde el año 2004 se viene ejecutando el proyecto Río Mondomo, el cual entró en funcionamiento en el año 2005. La infraestructura de las redes de distribución de agua, tanto en material como en diámetro, muestra que un 94% de las redes están construidas en PVC y con los diámetros de diseño óptimos para garantizar los caudales y presiones mínimas, por ello los planes de inversión son para reposición de redes construidas en asbesto y cemento, además de la ampliación su cobertura en la zona.⁴⁰

Corresponde entonces a Emquilichao E.S.P., mantener y mejorar cada día el sistema de acueducto y contribuir de esta forma con la calidad de vida de los Quilichagüños.

1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Tipo de Estudio

Para el desarrollo de la presente investigación es pertinente la aplicación de un estudio descriptivo; este se define como

Una herramienta que permite especificar las propiedades más importantes de personas, grupos, comunidades o entes organizacionales o cualquier otro fenómeno que pueda estar sometido a un proceso analítico. Adicionalmente, busca definir claramente un objeto o un problema simple generando datos de primera mano para realizar después un análisis general tanto de la información de fuentes primarias y secundarias como de los hallazgos encontrados en la revisión bibliográfica, de esta forma se busca presentar la perspectiva de un problema y el resultado de un conjunto de indagaciones. Bajo este aspecto, los estudios descriptivos acuden a técnicas específicas de recolección de la información tales como la observación y el diálogo y la entrevista.⁴¹

⁴⁰ COLOMBIA. EMQUILICHAO ESP. Santander de Quilichao. Disponible en internet: <http://www.emquilichaoesp.gov.co>

⁴¹ MÉNDEZ, Carlos Eduardo. Metodología. Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación, Bogotá: Editorial Mc Graw Hill. 2000, p, 137.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto de investigación se enmarca en un estudio descriptivo orientado a la búsqueda de información en fuentes primarias y secundarias. De esta forma se pretende determinar los recursos necesarios para la construcción de una planta para el tratamiento de lodos procedentes de la potabilización del agua en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao, y el impacto ambiental y social.

1.6.2. Método de Investigación

Se utiliza el método inductivo. Este método también es importante para analizar el impacto socio-económico y ambiental mencionado con anterioridad. “Este método va de lo particular a lo general y se basa en la observación y la experimentación de diversos sucesos reales para poder llegar a una conclusión que involucre todos estos casos.”⁴²

1.6.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información

1.6.3.1. Fuentes Primarias

“Son aquellas que contienen información nueva u original y cuya disposición no sigue habitualmente ningún esquema predeterminado; así para acceder a estas se requiere la consulta directa por medio de fuentes secundarias.”⁴³ Como fuente primaria se utiliza la entrevista de tipo conversacional o informal, la cual se basa en la experiencia del individuo entrevistado, además de la información procedente de lo observado durante el recorrido al foco del problema.”⁴⁴

1.6.3.2. Fuentes Secundarias

“Son aquellas que contienen información conocida y organizada según un esquema determinado. La información que contiene referencia a un conjunto de documentos primarios. Este contenido proviene del resultado de aplicar una técnica de análisis documental sobre las fuentes primarias y de la extracción, condensación u otro tipo de reorganización que se haga de la información que aquellas contienen, a fin de hacerla accesible a los usuarios. (Libros, revistas, artículos, tesis de grado).”⁴⁵ Para esta investigación, como fuentes secundarias se

⁴² GÓMEZ LÓPEZ, Roberto. Evolución Científica y Metodología de la Economía. Método Deductivo. Disponible en internet: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/>.

⁴³ COLOMBIA. UNIVERSIDAD LA SALLE. Las Fuentes de Información. Disponible en internet: http://evirtual.lasalle.edu.co/info_basica/nuevos/guia/fuentesDeInformacion.pdf

⁴⁴ Ibíd. P., 3.

⁴⁵ Ibíd. P., 7.

utilizarán las diferentes consultas bibliografías correspondientes a los recursos que se necesitan para la construcción de una planta de tratamiento de lodos y todo lo referente al impacto social y ambiental que genera.

1.6.3.3. Técnicas de Recolección de Información

Entre éstas se apela a la observación, análisis y síntesis en torno a los temas propuestos en el marco teórico, conceptual y metodológico y que a su vez fueron consultados mediante las fuentes secundarias.

1.6.4. Análisis y Tratamiento de la Información

Una vez que se tiene el problema de investigación, las preguntas y el diseño de la investigación, se recolectan los datos pertinentes además de registrarse y evaluarse para el posterior análisis del impacto mencionado; consecuentemente el registro y medición de la información se hace en el programa de Office Word y Excel para confeccionar el informe final escrito, para su presentación y posterior revisión.

1.6.5. Etapas Metodológicas para la Investigación

Para desarrollar los objetivos específicos en este proyecto se tienen en cuenta las siguientes fases:

1.6.5.1. Primera Fase

Describe el financiamiento que requiere la construcción de una planta de tratamiento de lodo residual generado por el proceso de potabilización del agua en el acueducto municipal de Santander de Quilichao. Para el desarrollo de este primer objetivo se toma en cuenta la observación, análisis y síntesis de la información explorada en fuentes primarias y secundarias con autores que exponen el tema “financiamiento y la evaluación de los recursos naturales.”

1.6.5.2. Segunda Fase

Esta expone la incidencia social que tiene la construcción de una planta de tratamiento de lodo residual generado por el proceso de potabilización del agua en el acueducto municipal de Santander de Quilichao. Para el desarrollo del segundo

objetivo se requiere consultar fuentes secundarias como manuales, folletos o páginas de Internet que contienen el tema de la Contabilidad Ambiental y la Economía Ambiental; de esta forma el lector puede comprender cuáles son las consecuencias que trae la construcción de una planta de lodos en Santander de Quilichao.

1.6.5.3. Tercera Fase

Por medio de esta se puede conocer la incidencia ambiental que tiene la construcción de una planta de tratamiento de lodo residual generado por el proceso de potabilización del agua en el acueducto municipal de Santander de Quilichao. Al igual que el segundo objetivo, el desarrollo de este tercer objetivo específico requiere la consulta de fuentes secundarias como manuales, folletos, páginas de Internet, que contienen el tema de la Contabilidad Ambiental y la Economía Ambiental en relación con la información sobre la construcción de una planta para el tratamiento del lodo en Santander de Quilichao y sus respectivas consecuencias, tanto para la Administración Municipal como para los habitantes del municipio de Santander de Quilichao.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODO, EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO

En este capítulo se describe, inicialmente, desde el punto de vista técnico el funcionamiento de una planta para el tratamiento del lodo residual generado por la potabilización de agua. Posteriormente, se contemplan los recursos necesarios para la construcción de una planta de tratamiento de lodo residual del proceso de potabilización de agua en el municipio de Santander de Quilichao. Esto último, requiere una descripción detallada de factores contables tales como: la generación de ingresos, la depreciación, las revaluaciones o los gastos administrativos, los cuales pueden ocasionarse por el suministro de oficina o por el mantenimiento de la planta.

Así mismo, se detalla el flujo neto del proyecto, considerando la evaluación económica y social, como también los costos de inversión y de operación del proyecto, y los beneficios derivados del pago del canon ambiental por Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de Sólidos Suspendidos Totales (SST).

2.1. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DEL LODO RESIDUAL DE UNA PTAP

Al momento de efectuar un proceso ambiental a partir del tratamiento del lodo que posee una PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) es muy importante comprender las características fisicoquímicas del lodo que se va a tratar, como también los componentes sólidos al interior de este, los cuales pueden ser reutilizados de diversas maneras.

También es importante conocer las tecnologías utilizadas más frecuentemente y los métodos que permiten darle un tratamiento adecuado al lodo evitando así la contaminación del recurso hídrico. De esta forma Perilla Sastoque y Ramírez Quiroz elaboran un aporte conceptual en torno a este tema.

Perilla Sastoque elabora un estudio acerca del “manejo de los lodos presentes en una zona cubierta por la Empresa del Acueducto y Alcantarillado de la ciudad de Bogotá, donde busca mitigar el problema de almacenamiento de los lodos

producidos por plantas de tratamiento de aguas residuales, potables y red de alcantarillado.”⁴⁶

De acuerdo al estudio en mención se puede definir el lodo residual, como “un sólido con un contenido variable de humedad proveniente de la limpieza de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, los cuales no han sido sometido a proceso de estabilización.”⁴⁷ Contextualizando el caso, el lodo residual es proveniente del lavado de los tanques de la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Santander de Quilichao.

Al respecto es muy importante tener en cuenta las características presentes en el lodo procedente de una planta de tratamiento de agua potable para considerar sus niveles de toxicidad y las diferentes formas en que pueda darse su reutilización. Esto puede contribuir al equilibrio medio ambiental de la zona y mitigar los niveles de contaminación hídrica por vertimiento.

Siguiendo con el tema,

Los lodos que provienen de las distintas plantas de tratamiento de agua potable están compuestos básicamente por distintas materias presentes en el agua corriente y que debido a factores como oxidación, coagulación y precipitación han sido retenidos en sitios como decantadores y filtros; lo mismo pasa con diversas sustancias tales como óxidos e hidróxidos que proceden de algunos reactivos tales como cal, coagulante, permanganato o carbón empleados en el tratamiento.⁴⁸

Adicionalmente, “las sustancias contenidas en el agua sin tratar, son generalmente inertes, por ejemplo arcillas, arenas, etc.; así mismo hay presencia de sustancias orgánicas tales como plancton y otros microorganismos; por ende, las características del lodo varían en función de la calidad del agua bruta y del tratamiento de potabilización que se pueda aplicar a esta.”⁴⁹

Por lo tanto, en el procesamiento del lodo es necesario efectuar un análisis de carácter orgánico. “Esta clase de lodo, capaz de albergar distintos microorganismos, reciben el nombre de lodos hidróxidos y están presentes a lo largo de la corteza terrestre, variando las proporciones según la naturaleza del

⁴⁶ PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique. Estrategias para el reúso de los lodos en la zona dos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y plantas de tratamiento de aguas potables y residuales. Tesis de grado especialista. Universidad Militar Nueva Granada. 2015.

⁴⁷ *Ibíd.*

⁴⁸ *Ibíd.*

⁴⁹ QUIROZ RAMÍREZ, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. *Técnica Industrial*, 2008, P. 47-52.

terreno atravesado por el agua bruta sin contar que en su transcurso haya recibido aportes contaminantes importantes.⁵⁰

“Algunas plantas que realizan el tratamiento de este tipo de lodos, tienen como destino final un depósito controlado, como son los rellenos sanitarios o canteras ya explotadas. También, por su alto contenido de arcilla pueden ser utilizados en la fabricación de determinados productos cerámicos, tales como ladrillos o bases de baldosas. Teniendo en cuenta que contenga un nivel bajo de materia orgánica.”⁵¹

En relación a la tecnología disponible para el tratamiento del lodo puede decirse que mayoritariamente esta “se ha empleado para el aprovechamiento de lodos aluminosos al interior de las plantas de tratamiento de agua potable ya que este tipo lodos también posibilitan la extracción de material para la fabricación en la industria cerámica”⁵²

Además,” otro tipo de aprovechamiento al momento de tratar esta clase de lodos es en la producción de cemento, donde pueden ser usados como materias primas teniendo en cuenta la recuperación de la alúmina”⁵³; de igual forma, “en el campo energético se constituyen como un apoyo a los problemas de energía local y a las fuentes energía renovable”⁵⁴

Por lo tanto, hay que determinar los posibles usos de los lodos residuales presentes en el acueducto Municipal, con el objeto de mitigar el impacto negativo a nivel ambiental, social y económico que genera el no aprovechamiento de estos lodos y demás biosólidos.

Por otra parte, se debe tener presente que, “los lodos producidos por plantas de tratamiento de agua potable, son el resultado del procesamiento de aguas conocidas como “brutas”, es decir aguas naturales, que generalmente son

⁵⁰ PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique. Estrategias para el reúso de los lodos en la zona dos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y plantas de tratamiento de aguas potables y residuales. Tesis de grado especialista. Universidad Militar Nueva Granada. 2015.

⁵¹ Ibíd.

⁵² TORRES, Patricia; HERNÁNDEZ, Darwin y PAREDES, Diego. Uso productivo de lodos de planta de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos. *Revista de Ingeniería de construcción*, 2012. P.145-154. Disponible en internet: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000300003

⁵³ VODORODY, Severomoravske D. D. Opportunities for water treatment sludge re-use. *Geosciencie Engineering. [Oportunidades para la reutilización de lodos de tratamiento de agua. Ingeniería Geoespacial]*. 2008. P.11 - 22.

⁵⁴ DOGRU, Murat A. M. Gasification of sewage sludge using a throtaed downdraft gasifier. An uncertainty analysis .Fuel Processing Technology. [Gasificación de depuradora de lodos utilizando UN gasificador de corriente descendente con garganta. Un análisis de incertidumbre. 2001. p.55-82.

inorgánicas y presentar alto contenido de material arcilloso”⁵⁵, que posteriormente es extraído para ser reutilizado.

De acuerdo al lugar de origen, los lodos de tratamiento de agua se pueden dividir como se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1: Tipos de Lodos

Tipos de Lodo.	Características.
Basura de Rough.	Es el que se forma en las rejillas manteniendo poco contenido de agua y basura.
Flocs de Hierro.	Se asientan en tanques y presentan una gran cantidad de agua.
Óxidos de Alúmina.	Se asientan en tanques y presentan gran cantidad de agua
Lodos procedentes de los Filtros.	Es floculante, de tamaño pequeño y lento para sedimentarse.
Lodos con exclusión de Hierro y Manganeseo.	Se encuentran en aguas subterráneas, es fácilmente procesable, presenta un alto contenido de óxido de hierro y reaccionan favorablemente a distintos reactivos como la cal.
Lodo Descarbonizado.	Sus sedimentos son bastante compactos y se utiliza como fertilizante en la agricultura.

Fuente: PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique.

En cuanto a la mitigación de impactos ambientales, en el presente se han mencionado una serie de estudios acerca del manejo y tratamiento del lodo, por ejemplo en el campo Gibraltar (Bogotá) se ha implementado la “Deshidratación de Residuos Sólidos por Centrifugación provenientes del Mantenimiento del Alcantarillado basado en estudios realizados por la Universidad de los Andes”⁵⁶.

En este caso el 90% del lodo fue debidamente tratado, reutilizado y vertido de acuerdo a las disposiciones requeridas en términos ambientales y cuyos residuos presentan una composición promedio de 85% agua y 15% sólidos. Esta práctica comprende un área considerable para la operación de estabilización del lodo en la cual subsisten algunos riesgos ambientales inherentes a la filtración de lixiviados y su drenaje a linderos urbanos habitados, disminuyendo así de manera exponencial la vida útil del sitio.⁵⁷

⁵⁵ PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique. Estrategias para el reúso de los lodos en la zona dos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y plantas de tratamiento de aguas potables y residuales. Tesis de grado especialista. Universidad Militar Nueva Granada. 2015.

⁵⁶ Ibíd.

⁵⁷ Ibíd.

Existen otras investigaciones que sirven de apoyo para el tratamiento de los lodos de alcantarillado a través de un proceso de “lombricultura definido a partir de la utilización de lombrices de tierra como agentes biológicos para el proceso de transformación de residuos sólidos con fines prácticos”⁵⁸

“Se indican ciertas características físicas del entorno en donde se realiza el tratamiento de los lodos cumpliendo unos límites mínimos en cuanto a niveles de humedad optima (80%), temperatura (18°C), aireación para que exista respiración y luz; esta última cumple una labor esencial asumiendo que la temperatura y la humedad se consideran variables independientes que obedecen al estado meteorológico de la zona de disposición”.⁵⁹

Con este método orgánico por presencia de lombrices hay un beneficio y es “el aumento de los niveles de fósforo, calcio o potasio, considerándose este aumento en los nutrientes como el mayor aporte de la lombricultura.”⁶⁰ Estos nutrientes pueden contribuir directamente para la reforestación de zonas áridas. Para esto, es de gran importancia el control y la reducción del número de patógenos presentes en el lodo, para lo cual se recomienda la técnica de eliminación de patógenos por estabilización alcalina.

Por otra parte, se evidencia en investigaciones recientes que el tratamiento del lodo puede cumplir funciones bioinsecticidas. Con esto, según Tirado Montiel “el tratamiento y disposición final de los lodos residuales pueden representar hasta un 50% de los costos de operación de una planta de tratamiento”⁶¹

De acuerdo con la autora en mención, “la utilización de los lodos como medios de cultivo orgánico, favorecen el crecimiento y esporulación, de *Bacillus Thuringiensis*, variedad *Kurstaki HD-1*. Del cual se codifican genes específicos para el desarrollo de actividad bioinsecticida”⁶²

Según esto, los lodos poseen características específicas que los diferencian de los insecticidas industriales, ya que son selectivos y no representan problemas para otros organismos vivientes. En contraste con esto, no es secreto el hecho de que algunos insectos se han vuelto inmunes a los insecticidas industriales y

⁵⁸ALMANYA ARBELÁEZ, Estefanía. Transformación de sólidos provenientes de lodos generados en el sistema de alcantarillado de Bogotá mediante la lombriz roja californiana. *Prueba de transformación de sólidos residuales*. Bogotá D.C, Cundinamarca, Colombia .2010.

⁵⁹ Ibíd.

⁶⁰ Ibíd.

⁶¹ TIRADO MONTIEL, María de Lourdes. Nueva Perspectiva en el reúso de los lodos residuales. XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, México. 2010 .P., 1. Disponible en internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-160.pdf>

⁶² Ibíd.

adicionalmente, dichos productos se acumulan en el medio ambiente y afectan la naturaleza de manera desfavorable.

Se evidencia, entonces, otra alternativa para la utilización de lodos residuales como,

“Un sustrato que a primera vista no parece apropiado para tal fin, pero que contiene los nutrientes necesarios para sostener el crecimiento, esporulación y formación de cristales entomotóxicos producidos por *Bacillus thuringiensis*, además de ser barato y disponible en cualquier parte del mundo. Considerando el incremento que a nivel mundial se presenta en la generación de lodos, esto abre una nueva perspectiva en el reúso de este subproducto del tratamiento de aguas, cuya aplicación puede contribuir a disminuir considerablemente los costos de producción de biopesticidas y favorecer su uso.”⁶³

En este aspecto se puede decir que tradicionalmente las PTAP han vertido el lodo procedente de la sedimentación de cada uno de los procesos de potabilización del agua, sobre los cuerpos de agua circundantes, disminuyendo así la calidad del recurso hídrico y afectando la calidad de vida de los habitantes del sector.

Por otro lado,

“en el sector de la construcción el lodo se aprovecha mediante la fabricación de cemento y ladrillos cerámicos, cuyos beneficios tienen que ver con factores tales como una disposición ambiental apropiada para residuos potencialmente peligrosos, la reducción de la contaminación hídrica causada por su vertimiento, menores gastos de energía, transporte y fabricación como también una menor utilización de recursos naturales. Esto, mediante el reemplazo de arena por lodo, en un porcentaje alrededor del 10% se obtiene un material apropiado para la fabricación de ladrillos cerámicos con un nivel superior de absorción de agua, lo que conlleva una mayor resistencia.”⁶⁴.

Lo que se busca entonces bajo una perspectiva ambiental, es evitar el vertimiento de lodo a los cauces hídricos del entorno, tal y como sucede en el caso del lodo reciclado para la construcción de ladrillos.

Existe también otro método que posibilita la eliminación de los residuos al momento de tratar aguas residuales; que consiste en la recuperación de lodos de alúmina, este procedimiento técnico se aplica en la fabricación de cementos. En este, las aguas crudas poseen gran contenido de lodo y este a su vez mantiene un alto contenido de alúmina y hierro en su composición; (como se muestra en la tabla 2.), estos dos materiales se encuentran en el agua en alta proporción, lo que implica la

⁶³Ibíd.

⁶⁴TORRES, Patricia; HERNÁNDEZ, Darwin y PAREDES, Diego. Uso productivo de lodos de planta de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos. *Revista de Ingeniería de construcción*, 2012. P.145-154. Disponible en internet: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000300003

recuperación del coagulante de los lodos al momento de tratar agua potable transformando la alúmina del lodo en sulfato de aluminio.⁶⁵

Tabla 2: Composición típica de lodos de alúmina y hierro (valores promedio)

Indicador	Lodos de Alúmina	Lodos de Hierro
PH	7.6	7.97
Total de masa seca %	5.46	3.15
Perdidas por ignición	31.6	28.8
R ₂ O ₃ %	31.2	28.9
Al ₂ O ₃ %	28.5	2.76
Al %	15.07	-
Fe ₂ O ₃ %	2.7	27.6
Fe	1.88	19.5
Ca %	6.78	5.66
Mg %	1.56	1.32
Mn %	0.19	0.1
N total %	0.006	0.008
P total %	0.002	0.003

Fuente: Opportunities for water treatment sludge re-use. Geo science Engineering citado en PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique. P.13.

Para lo anterior, es indispensable el ácido sulfúrico,

Teniendo en cuenta, que la recuperación de alúmina va del 40 al 60%, también hay que decir que este procedimiento es más sencillo y menos costoso, sin embargo su pH está entre 3 y 3.5, una cantidad suficiente para lograr un coagulante adecuado pero insuficiente para la extracción de sulfato de aluminio con fines comerciales. El ácido sulfúrico en este caso tiene por función efectuar el proceso acidificación, en este los materiales inertes (cenizas de combustión) se deben mezclar para mejorar la filtración del lodo tratado que se encuentra ya deshidratado en un filtro prensa, mientras el sulfato de aluminio emergente de dicho proceso de filtración es reutilizado para el procesamiento de agua. De esta forma lo que se busca mediante la recuperación de lodos de alúmina es disminuir la cantidad de coagulante que sea necesario para así ahorrar costos.⁶⁶

En la medida que el propósito de la práctica investigativa y de operación actual, es reducir la cantidad de los lodos al momento de tratar agua para el consumo humano al interior de los núcleos urbanos.

De manera tradicional en lo que corresponde al ámbito Nacional,

⁶⁵ PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique. Estrategias para el reúso de los lodos en la zona dos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y plantas de tratamiento de aguas potables y residuales. Tesis de grado especialista. Universidad Militar Nueva Granada. 2015.

⁶⁶ Ibíd.

El tratamiento del de agua potable sólo gestionaba la producción de agua potable, esto hacía que se pasaran por alto el procesamiento del lodo producido tanto en los decantadores como en el lavado de filtros; con esto, se considera que en definitiva estos lodos están formados por las sustancias transportadas en las aguas naturales (brutas), generalmente inorgánico y que al mismo tiempo presenta arcillas, arenas finas o limos.

Sin embargo, lo que predomina es la degradación de las aguas naturales dadas ciertas circunstancias tales como: la falta de conciencia ambiental, la pobreza de sus leyes, y el control que se hace a nivel ambiental; a pesar de los esfuerzos realizados por algunas personas para promover una mayor concientización ambiental y unas leyes más justas con el medio ambiente.⁶⁷

En lo relacionado al tratamiento de agua potable, se han gestionado en los últimos años la construcción de plantas para el tratamiento del lodo bajo el objeto de extraer materia sólida y evitar el vertimiento de lodo sobre los afluentes hídricos del entorno.

Por lo tanto, al momento de analizar el agua destinada al consumo humano, es pertinente la separación de diversas sustancias presentes en suspensión y otras que están disueltas en esta agua, sin contar con residuos de coagulantes y otros reactivos que son necesarios en este procedimiento.

Estos residuos quedan depositados en decantadores y filtros y por lo regular son:

Residuos por coagulación, generados principalmente en los decantadores y en los filtros de la planta de tratamiento.

Residuos por posibles procesos de ablandamiento.

Residuos por eliminación de hierro, manganeso y por el empleo de permanganato potásico.

Residuos por carbón activo (si se emplea carbón en polvo en el proceso de potabilización).⁶⁸

Así, la cantidad de diferentes características que puedan ser obtenidas de los fangos depende básicamente de la calidad del agua bruta y del tratamiento aplicado que se haga. En consecuencia, los residuos retenidos en los decantadores son lodos producto del proceso de coagulación, “en estos es posible encontrar óxidos hidratados de aluminio, materiales orgánicos e inorgánicos presentes en el agua, los cuales la mayoría de veces permanecen estables y no

⁶⁷ RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

⁶⁸ Ibíd.

putrescibles, mientras son extraídos de forma periódica e intermitente desde los decantadores.”⁶⁹

En consecuencia, hay que decir que de manera convencional el agua que proviene del lavado de filtros se evacúa hacia el desagüe general, contaminando de paso las corrientes naturales de aguas presentes en el entorno medio - ambiental. No obstante, estas aguas pueden enviarse a una planta anexa, en la cual puedan concentrar los sólidos y demás impurezas sometiéndolas a un tratamiento específico.

Surgiendo la necesidad imperante de dar un tratamiento ambiental a los lodos que caen en los afluentes hídricos y que provienen de diversos acueductos, esto significa una problemática importante, en la medida que “los residuos de carácter inorgánico presentes en el lodo van formando depósitos o «bancos de fangos» en los tramos lentos del cauce, aumentando de esta forma la turbiedad y el color de las aguas receptoras. Por ejemplo, si se habla de un contaminante habitual, puede decirse que la presencia de carbón en el lodo proveniente de los acueductos disminuye la actividad fotosintética de las plantas acuáticas, por lo cual es necesario extraer los residuos sólidos antes de verterlos a los cauces.”⁷⁰

Como ya se ha indicado, el lodo originado en las estaciones de tratamiento de agua potable se recoge a través de la limpieza efectuada en los decantadores mediante la gravedad o, en el lavado de los filtros.

Estos son extraídos de forma discontinua mientras que sus niveles de concentración varían con amplitud; por ende, estos deben ser enviados a un depósito de mezcla y almacenamiento presente en la planta para su respectivo proceso de homogenización y concentración.

Sin embargo, debe tomarse en cuenta que la gran variedad en los niveles de concentración expresados en porcentajes de materia seca, hacen que en un proceso previo de mezcla y homogeneización de las aguas a tratar se efectúe el lavado de los filtros y la depuración en los decantadores.

Para esto es importante el método de espesamiento del lodo a partir de lo que se genera al interior de las estaciones de tratamiento, considerando a su vez un fango poco concentrado. Mayoritariamente y debido a sus características estos son conocidos como “fangos de hidróxidos” ya que el hidróxido de aluminio se cuenta como uno de sus componentes principales.⁷¹

⁶⁹ RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

⁷⁰ Ibíd.

⁷¹ Ibíd.

Así mismo,

El lodo procedente del interior de los decantadores por lo regular presenta un valor promedio de materia seca del orden del 0,5% (5 g/l). Dicho valor es solamente un indicador ya que la constitución de esta materia seca depende de varios factores, como por ejemplo, las características del agua bruta (turbiedad, color, materia orgánica, metales como hierro y manganeso, etc.), las dosis de coagulante y otros reactivos que se emplean para el análisis o las características y el tipo de decantadores que tenga la máquina donde se trata el lodo.⁷²

Adicionalmente, “el lodo que procede del agua con que se efectúa el mantenimiento de los filtros posee unos niveles menores de concentración cuyo orden va del 0,2 hasta el 0,3 g/l.”⁷³ Igualmente la concentración que pueda tener el lodo en materia insoluble depende directamente de la instalación de los decantadores y del mantenimiento oportuno que se haga de los filtros por medio del lavado periódico.

En lo concerniente a los decantadores de la planta puede decirse que éstos varían según su funcionalidad y sus características,

Por lo tanto dichos decantadores pueden ser básicamente estáticos, lamelares, de recirculación de fangos y de pulsación de fangos. Con respecto a los filtros, se puede decir que las diferencias en su tipo no afecta mucho el proceso de mantenimiento que se haga sobre ellos mismos. Al considerar las características químicas de los lodos, debe saberse que su composición química no es un patrón lo suficientemente considerable para obtener exactamente la identificación de las propiedades fisicoquímicas presentes en los sólidos en estado de suspensión. Así, por ejemplo, es necesario el conocimiento y regulación de factores tales como la granulometría o tamaño de las partículas, superficie, carga electrostática y fuerzas de capilaridad que retienen el agua. Estos factores son determinantes al momento de direccionar el proceso de tratamiento que pueda aplicarse a un lodo.⁷⁴

Por ende una herramienta muy útil para obtener información al respecto, es la realización de una serie de test de caracterización de estas propiedades, por ejemplo “la medición de magnitudes como la decantabilidad, la resistencia a la filtración o la compresibilidad que pueda llegar a presentar el lodo que se está tratando.”⁷⁵

Además, es importante tener en cuenta el mecanismo de espesamiento, que puede ser por gravedad o por flotación.

⁷² RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

⁷³ Ibíd.

⁷⁴ Ibíd.

⁷⁵ Ibíd.

El espesamiento por gravedad, se realiza con decantadores de tipo estático - circular o rectangular, los cuales están equipados de rasquetas que a su vez arrastran el fango precipitado hacia una serie de arquetas donde queda el lodo con un mayor nivel de solidez; posteriormente el agua que se ha decantado se esclarece y fluye a través de los vertederos situados en la parte superior de la planta. El mecanismo de espesamiento del lodo por flotación; emplea la flotabilidad de las partículas sólidas (flóculos) cuando estas se adhieren a pequeñas burbujas de aire. Para que este procedimiento tome lugar, se debe presurizar directamente el proceso de mezcla del lodo por medio de aire mediante una presión de 6 bares, para posteriormente descomprimir la entrada del flotador.

Este proceso implica la presurización directa del agua clarificada que posteriormente es inyectada en el fango para que este flote y pueda ser espesado siendo retirado de la superficie mediante frascetas superficiales; en este caso el espesamiento del lodo por flotación se define como un proceso en el cual el lodo previamente depurado en los decantadores y concentradores se mezcla con un caudal de agua presurizada y saturada de aire.

Luego, este caudal de agua, fango y sólidos pasa al tanque de flotación a una velocidad baja y posteriormente desemboca en un compartimento de entrada por vía de un sistema de distribución. De esta forma, el aire se disuelve y se dosifica antes de que el agua entre a dicho compartimento dentro del cual se sedimentan las partículas pesadas y luego son recogidas en un pozo para la posterior depuración del lodo.

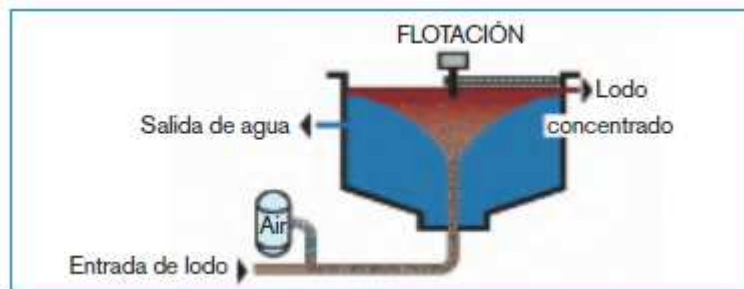
Así, el agua es trasladada a una compuerta y posteriormente pasa al compartimento de separación, para luego ir a los decantadores y concentradores, mientras el fango espesado y flotante es enviado a la siguiente fase de deshidratación donde recibe un aditivo de polielectrolito para dar una concentración final cercana al 4% (40 g/l).

Por otra parte, se puede hacer alusión a la deshidratación en la medida que el fango espesado mediante el proceso mencionado con anterioridad todavía presenta un porcentaje pequeño de materia seca (4%); esto hace necesario unos niveles mayores de concentración, para lo cual, se recurre a la deshidratación mecánica y a un posterior secado por evaporación teniendo en cuenta que la extracción del agua retenida por simple capilaridad en el lodo no es posible con una simple decantación, ya sea por gravedad o por flotación.

En consecuencia, si se quiere llegar a un grado de sequedad en el lodo del orden del 20% o superior, hay que someter el lodo a una filtración y posteriormente a un procedimiento de centrifugación, lo cual busca aumentar el rendimiento de estos tratamientos haciendo uso de algunos reactivos adicionales.⁷⁶

⁷⁶ RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

Figura 3: Esquema de instalación decantación por flotación



Fuente: RAMIREZ QUIROS, Francisco.p.48

Adicionalmente, existe otro procedimiento para el procesamiento del lodo y es el de deshidratación completa mediante secado térmico. Cabe mencionar “que este es un procedimiento costoso dado el consumo de energía empleado; a pesar del posible ahorro obtenido en la planta en cuanto a transporte de material y vertido de caudales, además de la cantidad de materia obtenida por secado térmico completo, la cual es la quinta parte de la obtenida por centrifugación.”⁷⁷

Al momento de hablar de la deshidratación para el tratamiento del lodo, es necesario mencionar los sistemas de filtración existentes, de los cuales, los más usados son los filtros prensa y los filtros banda y, para explicarlos se retoma el autor Ramírez Quirós.

Los primeros básicamente están compuestos de una serie de placas de fundición o de algún material moldeado con frentes acanalados sobre los cuales se intercalan una serie de telas filtrantes. Por lo tanto, el fango que ha sido previamente acondicionado, generalmente con cal, es introducido en las cámaras donde es sometido de manera conjunta a una elevada presión, del orden de 300 kg/cm², por medio de un dispositivo hidráulico.

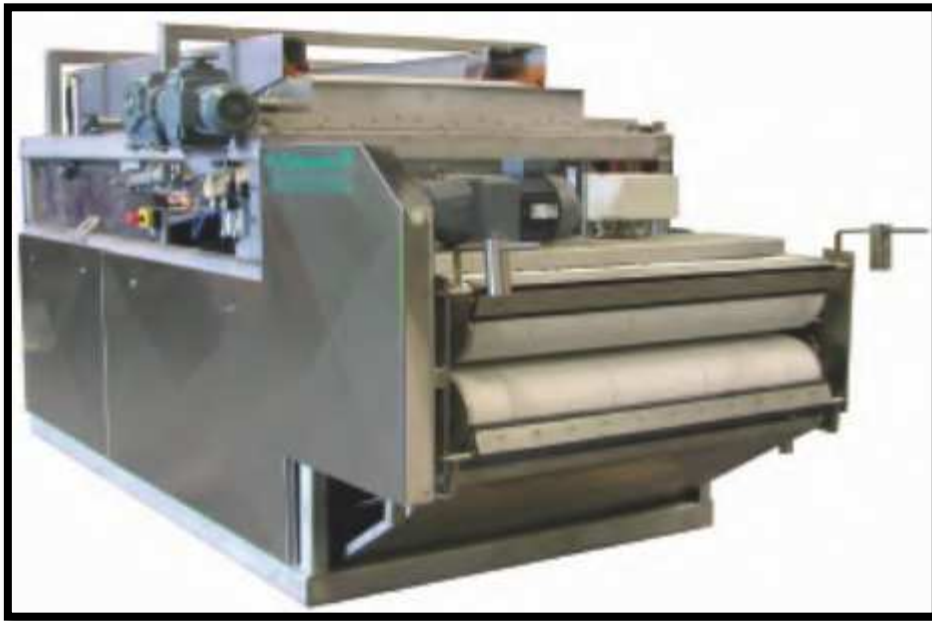
En cambio, los filtros banda (ilustración 4) se caracterizan precisamente por poseer una banda continua de tela filtrante que pasa a través de una serie de rodillos giratorios. En este caso el lodo se acondiciona con unos ayudantes para la floculación que pueden ser polielectrolitos u otros equivalentes, mientras el contenido es vertido de forma permanente sobre la banda filtrante.

Posteriormente, el contenido pasa entre los rodillos, por lo cual se comprimen los sólidos mientras que una placa rascadora va separando el lodo previamente deshidratado que porta la banda; así, esta clase de filtro permite obtener unas concentraciones del orden del 20% en materia seca.⁷⁸

⁷⁷ RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

⁷⁸ Ibíd.

Figura 4: Máquina con filtros de banda



Fuente: RAMIREZ QUIROS, Francisco. p.50

Otro método para el tratamiento del lodo es la centrifugación,

Que puede entenderse como un proceso de separación que tiene lugar en un decantador cilíndrico que gira a gran velocidad, la rotación propia de este artefacto origina un campo centrífugo que equivale a varias miles de veces la fuerza de la gravedad, con lo cual el lodo se precipita hacia un costado de la cámara deshidratándose en las paredes interiores del cilindro giratorio.

Las máquinas para centrifugación a nivel industrial, de manera habitual están conformadas de un cuerpo cilíndrico rotatorio, cuyo interior gira en un solo sentido y a gran velocidad, un rotor y un tornillo helicoidal cuya función es llevar los sólidos hacia el exterior ya que estos se han ido acumulando en las paredes interiores del rotor.

El ingreso del lodo al rotor de la centrífuga tiene lugar por un tubo central, mientras que la regulación de la velocidad diferencial entre el rotor y el tornillo helicoidal proporciona rotación a la máquina centrífuga para así poder extraer un residuo sólido más uniforme y seco.

De esta forma la máquina centrifugadora mantiene un funcionamiento continuo, para el cual es muy importante el suministro adecuado de un agente floculante o polielectrolito apropiado, por ende el proceso de deshidratación del lodo permite obtener unos lodos con una concentración en materia seca próxima al 20%

El camino que sigue el lodo a continuación por lo regular debe ser un vertedero controlado, por ejemplo puede utilizarse para el relleno de terrenos y canteras ya

explotadas en zonas específicas, e inclusive se puede efectuar un proceso de compostaje junto con el lodo de depuración emergente del agua residual.⁷⁹

Tabla 3: Formas de Tratamiento del Lodo

Método de Tratamiento.	Características.
Espesamiento por Gravedad.	Decantadores de tipo Estático.
Espesamiento por Flotación	Por presurización de Agua y flotabilidad de pequeñas partículas
Deshidratación.	Secado por Evaporación
Centrifugación.	Decantación por Rotación a altas Velocidades.

Fuente: Ramírez Quirós.

Entonces, a partir del elevado porcentaje de arcilla, algunos tipos de lodo pueden ser empleados en la fabricación de determinados productos cerámicos, por ejemplo, ladrillos, baldosas o azulejos en la medida que su contenido de materia orgánica sea bajo. Por lo tanto, al efectuar el tratamiento del lodo, este deja de ser tóxico mientras el agua clarificada de todo el proceso de tratamiento puede estar en función de recuperarse y ser enviada al tratamiento en la PTAP.

Por ende el tratamiento ambiental del lodo en el acueducto Municipal de Santander de Quilichao es imperativo, en la medida que inicialmente contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector como también al equilibrio ambiental tan requerido en la actualidad y que se ve más comprometido debido a los niveles de contaminación tan elevados que hay hoy en día.

2.2. RECURSOS NECESARIOS EN LA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODO EN EL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO

Es importante disponer de recursos materiales, instalaciones y equipos además de saber utilizarlos, operarlos y mantenerlos adecuadamente para cumplir con el objetivo de suministrar agua potable a una comunidad, ya que ser operador de una planta de tratamiento de lodo es un oficio que debe ser reconocido por su trascendencia para la comunidad, las alcaldías y por el mismo operador.

Así mismo es indispensable efectuar un proceso adecuado de selección del personal ya que para la respectiva recolección y el tratamiento del lodo es

⁷⁹ RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

necesario un administrador con experiencia técnica y administrativa, un ingeniero ambiental, supervisores y trabajadores en las áreas operacionales de mantenimiento del alcantarillado y mantenimiento de la planta.

También es pertinente la presencia de jefes de laboratorio y personal de apoyo en áreas de contabilidad, presupuesto y secretaría. Además, si la construcción de la planta incluye sistemas de eliminación local, tanques de reserva, o alcantarillas de diámetro reducido con tanques de sedimentación, es necesario el personal suficiente para elaborar las instalaciones, realizar la inspección de la construcción y la respectiva aprobación de acuerdo con la normatividad establecida.

Se detalla a continuación el financiamiento que requiere una planta de tratamiento de lodo residual procedente del proceso de tratamiento de agua potable en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao:

2.2.1. Descripción de los recursos requeridos para la Planta de Tratamiento de Lodos Residuales del Acueducto

A continuación, se realiza la descripción de cada elemento que compone la estructura financiera de la construcción de la planta para el tratamiento de lodo, del acueducto del municipio de Santander de Quilichao al momento de iniciar su operación, como también los costos y gastos en que incurre la administración y el financiamiento del mismo; igualmente el ahorro considerado como ingreso generado por el concepto de pago del “Canon de Vertidos”⁸⁰.

La descripción de las inversiones iniciales de la planta para el tratamiento de lodo procedente del proceso de potabilización de agua en el acueducto de Santander de Quilichao, contiene las cifras concernientes al proceso de licitación del diseño final del proceso, por ejemplo la mano de obra de la obra civil, los materiales de construcción de la obra civil, la compra del equipo de bombeo (como bombas, motores, paneles de control, tableros, etc., y equipo de laboratorio), con lo cual la inversión total del proyecto es de \$120.050.892.

Para determinar los rubros con sus respectivos valores se contó con la asesoría del ingeniero ambiental encargado de los proyectos de responsabilidad y cuidado

⁸⁰La nueva norma de vertimientos es reglamentada por el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010, que actualiza el Decreto 1594 de 1984 (vigente desde hace 30 años) responde a la nueva realidad urbana, industrial y ambiental del país. Permite el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país. La resolución es de obligatorio cumplimiento para todas aquellas personas que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios y que en el desarrollo de las mismas generen aguas residuales, que serán vertidas en un cuerpo de agua superficial o al alcantarillado.

del medio ambiente de la empresa Emquilichao E.SP., del municipio de Santander de Quilichao.

En la tabla No 4., se presentan las inversiones iniciales del proyecto para la construcción de una Planta de Tratamiento de Lodo provenientes del Acueducto del Municipio de Santander de Quilichao.

Tabla 4: Inversiones Iniciales del proyecto

CONCEPTO	Años 0
Estudios preliminares y estudio del suelo	\$2.800.000
Diseño e ingeniería del proyecto:	
Estudio Técnico	\$4.500.000
Construcción:	
Materiales, maquinaria	\$8.000.000
Mano de obra (4 operarios)	\$2.757.800
Terreno	0
Equipo de bombeo e instalación**	\$8.500.000
Equipo de laboratorio (equipo de tratamiento y muestreo) **	\$76.900.000
Equipo de oficina	\$1.850.000
Subtotal Inversiones	\$105.307.800
Interventoría:	
Supervisión Técnica de la obra (5%)	\$5.265.390
Administrativa (4%)	\$4.212.312
Auditoría (5%)	\$5.265.390
Valor residual de activos	
TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN	\$120.050.892

Fuente: Las autoras con asesoría del Ingeniero Ambiental Hector Fabio Salazar, con base en MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 194-195.

Respecto a este proyecto, puede decirse que no tiene ingresos directos ya que consiste en la construcción de una planta de tratamiento para el lodo proveniente de procesos de floculación, sedimentación y filtración al interior del acueducto municipal de Santander de Quilichao dentro del cual toman lugar una serie de etapas de purificación del agua bruta para convertirla en agua potable.

No obstante “existe un reglamento considerado a manera de canon ambiental por vertidos, cuyo lineamiento normativo establece que “el que contamina paga” y que problemáticas existentes de orden ambiental como la descarga de lodos al río

Quilichao estas están sujetas al pago de montos establecidos en dicho canon de vertidos.”⁸¹

Entonces, se consideran como ingresos sociales del proyecto, el ahorro en multas y en deterioro ambiental al desarrollar un adecuado manejo del lodo proveniente del proceso de potabilización del agua, garantizando el cumplimiento de las normas de vertido del Ministerio del Medio Ambiente.

Igualmente se presenta la estimación de la carga neta de lodo vertida y que se mide en kilogramos, tomando en cuenta el juicio de un experto en función de los parámetros de contaminación de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de Sólidos Suspendidos Totales (SST) para un periodo de 6 años. Del mismo modo se presenta el monto del canon por cada kilogramo de DQO y SST vertido, así como el monto total anual que se deberá pagar gradualmente por concepto de canon de vertidos al Ministerio del Medio Ambiente y Vivienda Territorial acordes a los lineamientos previamente establecidos.

Así, de acuerdo con el reglamento del canon por vertidos de la Corporación Regional del Cauca (CRC), se contempla que “en el primer año se debe cancelar solamente el 10% del total del canon por vertidos, para el segundo año el 20%, para el tercer año el 35%, para el cuarto año el 55%, para el quinto año el 75%, y para el sexto año el 100%.”⁸²

Además, de acuerdo con la creación del canon ambiental por vertidos según la CRC, el monto anual a cobrar por kilogramos de Demanda Química de Oxígeno (DQO) es de \$100,27, estableciendo igualmente la suma de \$42,90 por cada kilogramo de sólidos suspendidos totales (SST) que sean vertidos.

En consecuencia, el monto total anual del canon ambiental por vertidos que deberá cancelar Emquilichao ESP al no contar con un manejo adecuado del lodo producto del tratamiento de agua potable en el acueducto y que posteriormente es vertido al río Quilichao sin tratamiento previo, se muestra en la tabla 5, estas cifras fueron obtenidas de la Caracterización Ambiental Plan Departamental de Aguas y Saneamiento Básico, donde se realiza el calculo para obtener los datos tanto semestrales como anuales.

⁸¹ COLOMBIA. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). Popayán Cauca. 2015.

⁸²Ibíd.

Tabla 5: Costos de contaminación estimados por DQO y SST (en millones de pesos por año).

Descripción	(Kilogramos/ semestre)	Total/semestre facturado \$	(Kilogramos/ año)	Costo Kilogramo/año	Total (\$/kilogramo/año)
DQO	292.095	\$29.286.941	584.190	\$100,27	\$58.573.882,00
SST	307.469	\$13.191.949	614.938	\$42,90	\$26.383.898,00
TOTAL		\$42.478.890			\$84.957.780,00

Fuente: las autoras, con base en Caracterización Ambiental Plan Departamental de Aguas y Saneamiento Básico. Departamento del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). Marzo de 2010, p. 99.

Lo anterior, evidencia que el lodo derivado del proceso de potabilización en el acueducto de Santander de Quilichao y que es vertido al río Quilchao tiene unos costos por contaminación de DQO y SST de \$84.957.780 anual. El pago por vertido de lodo sin previo tratamiento se analizó para definir el costo estimado en términos de DQO y SST.

Según, la Corporación Autónoma Regional de Cauca (CRC) considera la Demanda Química de Oxígeno (DQO) como la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica existente en una muestra de agua derivada del proceso de potabilización de la misma, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. Además, se entiende por Sólidos Suspendidos Totales(SST) la cantidad de residuos no filtrables presentes en una muestra de agua natural, es decir, se toma en cuenta la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se secan a 103º-105ºC para obtener un peso constante.⁸³

2.2.1.1. Depreciaciones y Revaluaciones.

La Depreciación puede ser entendida como el sistema contable que tiende a distribuir el costo u otro valor básico de activos de capital tangible durante la vida útil estimada de un bien en una forma sistemática y racional. También puede concebirse como un proceso de distribución del costo, no de valuación, a través del cual se recupera la pérdida o disminución del valor útil de un activo fijo; excepto en el caso de terrenos que debido al uso y la acción del tiempo están en una condición de obsolescencia.⁸⁴

Por lo tanto, al interior de este proyecto, el gasto por depreciación (tabla 6) no implica un gasto en efectivo, sino un gasto contable para compensar la pérdida de valor de los activos por su utilización.

⁸³ COLOMBIA. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). Popayán Cauca. 2015.

⁸⁴ ALLEMANT SALAZAR, Humberto. La Depreciación Contable y Tributaria en Relación con las Revaluaciones de los Activos Fijos. (S. F.). Recuperado de http://www.ipdt.org/editor/docs/01_Rev13_HAS.pdf.

Tabla 6: Costos depreciación planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto.

Concepto	Depreciación en Años	Valor activos \$	Valor Depreciación Anual \$	VALOR RESIDUAL
Equipo de bombeo	10	8,500,000	850,000	3,400,000
Equipo de laboratorio	10	76,900,000	7,690,000	30,760,000
Equipo de oficina	6	1,850,000	308,333	0
TOTAL			\$8,848,333	\$34,160,000

Fuente: las autoras con base MIRANDA M., Juan José. 2005, p, 195)

El método usado para calcular la depreciación es el método por línea recta sin valor residual; es decir, se parte del supuesto que los activos se deprecian en proporción similar cada año.

2.2.1.2. Mano de Obra.

Según la contabilidad empresarial “se entiende por mano de obra el costo absoluto vinculado a los trabajadores; en este sentido la mano de obra incluye los salarios, las cargas sociales y los impuestos. Así mismo se clasifica en mano de obra directa o indirecta; la mano de obra es directa cuando influye directamente en la fabricación del producto terminado, mientras que la mano de obra indirecta toma lugar cuando se reserva a áreas administrativas, logísticas o comerciales.”⁸⁵

El personal de mano de obra en este proyecto lo aporta la entidad Emquilichao ESP, debido a que el proyecto requiere contar con:

- 3 profesionales de planta (biologo, microbiologo, ingniero quimico) para el funcionamiento de la plata de tratamiento de lodos. Cada uno devengará un salario basico de \$3.250.000 millones de pesos mensuales.
- 1 operador de equipo de bombeo con un salario basico \$1.850.000.
- 2 auxiliares de planta con un costo aproximado de \$1.002.700 millones de pesos mensuales cada uno.
- 1 jardinero con un salaro basico de \$927.700.
- 1 vigilante con un salario basico de \$1.200.000.⁸⁶

⁸⁵ PÉREZ PORTO, Julián y MERINO, María. Definición de mano de obra. Qué es, Significado y Concepto. 2012. Disponible en internet: <http://definicion.de/mano-de-obra/#ixzz48r5ec8eO>.

⁸⁶COLOMBIA. Emquilichao ESP. Información Oficina Ingeniería de Proyectos. Santander de Quilciahao, 2016.

Tabla 7: Costos mano de obra. Año 2016

Descripción	Salario más Auxilio de Transporte	Prestaciones Sociales \$	Salario más prestaciones \$	Remuneración Anual \$	Prestaciones Sociales \$	Costo Total Anual
		65,29% (MOD)	65,29% (MOD)		65,29% (MOD)	
		58,85% (MOI)	58,85% (MOI)		58,85% (MOI)	
Mano de obra directa (MOD)						
Cargos						
1 Biólogo	\$ 3,250,000	\$ 2,121,925	\$ 5,371,925	\$ 39,000,000	\$ 25,463,100	\$ 64,463,100
1 Microbiólogo	\$ 3,250,000	\$ 2,121,925	\$ 5,371,925	\$ 39,000,000	\$ 25,463,100	\$ 64,463,100
1 Ingeniero Químico	\$ 3,250,000	\$ 2,121,925	\$ 5,371,925	\$ 39,000,000	\$ 25,463,100	\$ 64,463,100
Mano de Obra Indirecta (MOI)						
1 Operador equipo de bombeo	\$ 1,850,000	\$ 1,088,725	\$ 2,938,725	\$ 22,200,000	\$ 13,064,700	\$ 35,264,700
2 Auxiliares de planta	\$ 2,005,400	\$ 1,180,178	\$ 3,185,578	\$ 24,064,800	\$ 14,162,135	\$ 38,226,935
1 Operador jardinero	\$ 927,700	\$ 545,951	\$ 1,473,651	\$ 11,132,400	\$ 6,551,417	\$ 17,683,817
1 Vigilante	\$ 1,200,000	\$ 706,200	\$ 1,906,200	\$ 14,400,000	\$ 8,474,400	\$ 22,874,400
Total	\$ 15,733,100	\$ 9,886,829	\$ 25,619,929	\$ 188,797,200	\$ 118,641,952	\$ 307,439,152

2.2.1.3. Gastos por Prestaciones Sociales.

“Los gastos por prestaciones sociales son los dineros adicionales al salario que el empleador reconoce al trabajador vinculado mediante el contrato de trabajo por sus servicios prestados, otorgando reconocimiento a su aporte en generación de ingresos y utilidad en la empresa o unidad económica.”⁸⁷

“Al ser tres operadores de planta, un microbiólogo, un biólogo, un químico, y dos auxiliares de planta, funcionarios que serán pagados por la planilla de Emquilichao ESP, se hace imprescindible especificar el comportamiento del porcentaje de las obligaciones sociales en que incurre el proyecto con el fin de cuantificar el gasto en que se incurre por dicho concepto.”⁸⁸

“Debe concebirse que a partir del segundo año cada operador, además de los auxiliares operativos de la estación de bombeo, recibirán un incremento en el salario por concepto anual de 4.8%. Además, los operadores trabajarán en turnos

⁸⁷ GERENCIE.COM. Prestaciones Sociales. Disponible en internet: <http://www.gerencie.com/prestaciones-sociales.html>

⁸⁸ COLOMBIA. Emquilichao ESP. Información Oficina Ingeniería de Proyectos. Santander de Quilichao, 2016.

de ocho horas cada uno, así mismo a la mano de obra calificada (biólogo, microbiólogo, químico) también se le reconocerá dicho incremento por año de 4.8%.”⁸⁹

Tabla 8: Costos por afiliación al Sistema General de Seguridad Social (SGSS), de los empleados de la planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao. Valores estimados para el Año 2016.

Descripción	Porcentaje	
	MOI	MOD
Aporte del empleador al Sistema General de Seguridad Social:		
Aporte a pensión	8%	8%
Aporte a salud	8,50%	8,50%
Aporte ICBF	3%	3%
Aporte Sena	2%	2%
Aporte Caja de Compensación Familiar	4%	4%
Riesgo profesional	0,52%	6,96%
Prestaciones Sociales		
Vacaciones	4,17%	4,17%
Cesantías	8,33%	8,33%
Intereses a las cesantías	12%	12%
Prima de servicios	8,33%	8,33%
Total	58,85%	65,29%

Fuente: las autoras.

2.2.1.4. Gastos Administrativos.

“Se denominan gastos de administración a aquellos contraídos en el control y dirección de una organización, pero que no son directamente identificables con financiación, comercialización, o las operaciones de producción.”⁹⁰ Estos se relacionan por tanto con la organización en su conjunto. A nivel contable, los gastos de administración son una cuenta de gastos que se apunta en el debe, formando parte de la cuenta de resultados y teniendo como contraparte en el haber la salida de efectivo o de la cuenta de bancos por el pago, además de la asunción de una deuda a través de una cuenta de proveedores.

⁸⁹ COLOMBIA. Emquilichao ESP. Información Oficina Ingeniería de Proyectos. Santander de Quilichao, 2016.

⁹⁰ ENCICLOPEDIA FINANCIERA. Gastos de Administración. Disponible en internet: <http://www.encyclopediainanciera.com/definicion-gastos-de-administracion.html>.

Para este proyecto, son necesarios en la administración del proyecto durante su fase de operación la mano de obra que podría subcontratarse con terceros bajo el objetivo de disminuir o aumentar el capital de trabajo, para así disponer de un mayor efectivo. En la tabla 8 se presenta la mano de obra de apoyo logístico que demanda la prestación del servicio para la planta de tratamiento de lodo en el acueducto municipal de Santander de Quilichao.

Tabla 9: Gastos administrativos para el proyecto de la planta de tratamiento de lodos del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

Concepto	Valor Mensual \$	Valor Total Anual (\$)
Gastos Administrativos		
Energía eléctrica para equipo de bombeo.	\$153,908.33	\$ 1,846,900.00
Servicio de Teléfono	\$57,800.00	\$ 693,600.00
Útiles y Papelería	\$108,000.00	\$ 1,296,000.00
Mantenimiento de equipos.	\$475,000.00	\$ 5,700,000.00
Depreciación equipo de bombeo.	\$70,833.33	\$ 850,000.00
Depreciación equipo de laboratorio.	\$640,833.33	\$ 7,690,000.00
Depreciación equipo de oficina	\$25,694.44	\$ 308,333.33
Total Gastos de Administración	\$1,532,069.44	\$ 18,384,833.33

Fuente: de las autoras con base MIRANDA M., Juan José. 2005, p, 193

2.2.1.5. Suministros de Oficina.

Los gastos por suministros de oficina son aproximadamente de \$108.000 a partir del primer año. Estos gastos se incrementarán en un 4.8% anual, tomando como parámetro la inflación anual.

2.2.1.6. Consumo de energía eléctrica y teléfono.

Estos gastos para la operación de la planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto se comportarán como se muestra en la tabla 9:

Tabla 10: Gastos por consumo de energía eléctrica y teléfono planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

Concepto	Tarifa	Costo anual en \$
Energía eléctrica	\$57,5 KWH	\$ 1,846,900
Teléfono	\$57.800/mes	\$ 693,600
Total		\$ 2,299,600

Fuente: Dirección Financiera empresa Emquilichao ESP. Santander de Quilichao. 2016.

“El monto del gasto por consumo de energía eléctrica y teléfono aumentará cada año en un 2,5% por concepto de incremento en costos de captación, operación, mantenimiento y distribución de cada uno de estos servicios.”⁹¹

Así, “el costo de energía eléctrica por bombeo es de 57,5 por KW/hora. Para el cálculo del monto de este gasto es necesario tener presente que el mismo depende de la potencia de la bomba, de las horas de operación de los motores eléctricos de la planta y del costo total de la energía. Para este caso, solamente se requerirá una bomba y la misma operará 24 horas del día.”⁹² El cálculo de dicho gasto se puede observar en la tabla 10.

Tabla 11: Características equipo de bombeo para la planta de tratamiento lodos residuales del acueducto.

Motor JE HP	PH	Voltaje	RPM
22	4	220/440 v	3500

Fuente: Dirección Financiera empresa Emquilichao ESP. Santander de Quilichao. 2016.

“Igualmente, el consumo de energía en el bombeo tiene un precio mensual de \$57,5 pesos por cada KWh. Para este caso, se requerirá una bomba con las características técnicas anotadas en la Tabla 10. Por otra parte, el motor eléctrico que requiere la planta para el tratamiento del lodo operará cuatro horas por día durante los 365 días del año.”⁹³ De acuerdo con la siguiente fórmula se deriva el gasto por consumo energético del equipo de bombeo.

⁹¹ COLOMBIA. Emquilichao ESP. Información Oficina Ingeniería de Proyectos. Santander de Quilichao, 2016.

⁹² Ibíd.

⁹³ Ibíd.

Ecuación 1: Fórmula para el consumo de energía generado por el bombeo en la planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto

$$(MOTOR) \times (\text{tiempo operación por día}) \times (\text{costo de energía}) \times (\text{días del año})$$

$$(22) \times (4 \text{ horas al día}) \times (\$57,5) \times (365 \text{ días}) = \$1.846.900 \text{ anual}$$

Fuente: autoras con base en información Ingeniero Ambiental de Santander de Quilichao. 2016.

Un factor multiplicador en la anterior fórmula es el caballaje (PH) porque entre mayor sea éste, mayor consumo de energía involucrará con lo cual este monto se incrementará un 2,5% a partir del segundo año.

2.2.1.7. Gastos de Mantenimiento.

“Estos se componen de las erogaciones que se realizan con el objeto de permitir el normal funcionamiento de los bienes de uso. De esta forma se constituyen los resultados ordinarios del ejercicio en el que se presta el servicio de mantenimiento. Por otro lado, en el caso de bienes de uso aplicados a la producción, el gasto de mantenimiento debe formar parte del costo de bienes producidos en la proporción que corresponda.”⁹⁴

En el mantenimiento de la planta para el tratamiento del lodo derivado del acueducto municipal de Santander de Quilichao algunos costos están incluidos en la operación normal de la planta, con lo cual los gastos adicionales se estiman en \$475.000 mensuales y un total de \$ 5.700.000 anuales.

2.2.1.8. Flujo Neto del Proyecto

El flujo neto del proyecto (Cash Flow) consta de un informe en el cual se presentan las entradas y salidas de dinero que se realizaron en diversos periodos de tiempo. En sí, se trata de una planilla en la cual para cada periodo se detallan factores tales como el saldo inicial de caja, los ingresos y egresos de dinero, el resultado del periodo y el saldo final de caja. Igualmente, los fondos de manera habitual incluyen además de dinero en efectivo, depósitos bancarios, cheques y otros activos de elevada liquidez.⁹⁵

Por ende, el horizonte económico seleccionado para el proyecto es de 6 años, fijados desde el momento en que el proyecto entre en operación; mientras que “la

⁹⁴ ECONÓMICAS ON LINE. Mejoras, Reparaciones y Mantenimiento. Marzo 16, 2008. Disponible en internet: <http://www.economicas-online.com/bienesde6.htm>

⁹⁵ ECOLINK. Flujo de Fondos. 2010. Disponible en internet: <http://www.econlink.com.ar/tributaria/flujosfondos>.

tasa o costo de capital o tasa de descuento que se utiliza como costo de oportunidad o rendimiento que se obtendría en caso de invertir los fondos en lugar de hacerlo en el proyecto es la tasa libre de riesgo que para el caso colombiano es la de los TES, fijada en 6,57%.”⁹⁶

2.2.1.9. Evaluación Económica y Social.

“Es el tipo de evaluación que se utiliza para analizar cómo se han asignado los recursos y cómo se puede generar el nivel máximo de resultados con una cantidad fija de recursos.”⁹⁷ Para el proyecto de tratamiento del lodo procedente del acueducto del Municipio de Santander de Quilichao se han considerado los beneficios como el ahorro que se deriva de canon que dejaría de pagarse por la Demanda Química de Oxígeno (DQO), así como también el ahorro que se obtiene del no pago de los Sólidos Suspendidos Totales (SST), según lo estipula la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) mediante normatización del Ministerio del Medio Ambiente.

2.2.1.10. Costos de Inversión.

“Son aquellos que se establecen para la puesta en marcha del proyecto entre los cuales están los costos para activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo.”⁹⁸ En las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto se aborda la infraestructura, el diseño de los planos, el equipo de bombeo, el equipo de laboratorio tanto para la planta como para el muestreo y por último el equipo de oficina.

De esta forma, la infraestructura está determinada en función de la construcción de la planta de tratamiento del lodo procedente del acueducto municipal de Santander de Quilichao, el cual es vertido en la actualidad al cauce del río Quilichao sin tratamiento previo.

Además, el equipo de bombeo, el de laboratorio y el de oficina son componentes de la inversión que están incorporados en el estudio de ingeniería del proyecto. Por otra parte, en lo concerniente al capital de trabajo, este no se contempla en el estudio económico por ser una erogación que no representa ningún tipo de acreencia directa sobre los recursos del proyecto.

⁹⁶ COLOMBIA. GRUPO AVAL. Portal Financiero. Histórico TES. Disponible en internet: <https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/renta-fija/tes/curva-rentabilidad>. Consultado 05 diciembre 2016

⁹⁷ ROJAS, Fernando. Formulación de Proyectos. Capítulo 22: Costos de operación y de financiación totales. Noviembre 14, 2007. Recuperado de: <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-proyectos/costos-operacion-financiacion-totales>

⁹⁸ *Ibíd.*, p. 1.

2.2.1.11. Costos de Operación.

“Estos deben calcularse a manera de costos totales y también como costos unitarios ya que en la mayoría de estudios de pre inversión se consideran únicamente los costos de operación y de financiación totales.”⁹⁹ Estos costos se subdividen en costos de producción y administrativos. Los costos de producción están directamente relacionados con el servicio que se quiere brindar a la población de Santander de Quilichao en cuanto al tratamiento del lodo derivados del acueducto municipal.

Tabla 12: Costos de Operación del Proyecto planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

Conceptos	Costos Mensuales \$	Costos Anuales \$
Costos de Producción		
Costos Directos		
Mano de Obra directa		
1 Biólogo	\$ 5,371,925.00	\$ 64,463,100.00
1 Microbiólogo	\$ 5,371,925.00	\$ 64,463,100.00
1 Ingeniero Químico	\$ 5,371,925.00	\$ 64,463,100.00
Gastos Generales		
Mano de Obra Indirecta		
1 Operador equipo de bombeo	\$ 2,938,725.00	\$ 35,264,700.00
2 Auxiliares de planta	\$ 3,185,577.90	\$ 38,226,934.80
1 Operador jardinero	\$ 1,473,651.45	\$ 17,683,817.40
1 Vigilante	\$ 1,906,200.00	\$ 22,874,400.00
Mantenimiento equipos	\$ 475,000.00	\$ 5,700,000.00
Costos Indirectos		
Gastos de Administración		
Energía eléctrica para equipo de bombeo.	\$ 153,908.33	\$ 1,846,900.00
Servicio Teléfono	\$ 57,800.00	\$ 693,600.00
Útiles y Papelería	\$ 108,000.00	\$ 1,296,000.00
Depreciación equipo de bombeo.	\$ 70,833.33	\$ 850,000.00
Depreciación equipo de laboratorio.	\$ 640,833.33	\$ 7,690,000.00
Depreciación equipo de oficina.	\$ 25,694.44	\$ 308,333.33

⁹⁹ ROJAS, Fernando. Formulación de Proyectos. Capítulo 22: Costos de operación y de financiación totales. Noviembre 14, 2007. Recuperado de: <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-proyectos/costos-operacion-financiacion-totales> p, 1.

Conceptos	Costos Mensuales \$	Costos Anuales \$
Acarreo de lodos inertes procesados (cada mes a un costo de \$36.02). DQO= 48.683 kilogramos por mes.	\$ 1,753,561.66	\$ 21,042,739.92
Acarreo de lodos inertes procesados (cada mes a un costo de \$32.02) SST= 51.245 kilogramos por mes.	\$ 1,640,864.90	\$ 19,690,378.80
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO	\$ 30,546,425.35	\$ 366,557,104.25

Fuente: las autoras

2.2.1.12. Beneficios.

Las NIIF no posibilitan ingresos no reales, por otro lado el principio de prudencia implica no reconocer ingresos que no sea posible concretarlos, mientras que las sanciones no tienen la misma naturaleza que los descuentos y rebajas. Por las razones anteriores, no se puede tomar como ingreso los ahorros que generaría el proyecto por las multas. Sin embargo, desde el punto de vista social si es benéfico para la comunidad y para el factor ambiental el hecho de no contaminar. Además, se puede considerar como positivo, el ahorro que se generaría con el proyecto por causa del no pago del canon de vertidos.

El monto del canon que se generaría por kilogramo de DQO vertido en el cauce del río Quilichao, es de \$100.27; mientras que el canon que se cobraría por kilogramo de SST vertido es de \$42,90.

Tabla 13: Beneficio derivado por pago del Canon Ambiental por Demanda Química de Oxígeno (DQO) y por Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Año	Tonelada Métrica por año (DQO)	Costo del Canon Kilogramo vertido (\$)	Pago gradual por año %	Ingresos o Beneficios (en \$)
1	584.190	\$ 100,27	10%	5.857.673,13
2	584.190	\$ 100,27	20%	11.715.346,26
3	584.190	\$ 100,27	35%	20.501.855,96
4	584.190	\$ 100,27	55%	32.217.202,22
5	584.190	\$ 100,27	75%	43.932.548,48
6	584.190	\$ 100,27	100%	58.576.731,30

Fuente: diseño propio con base Caracterización Ambiental Plan Departamental de Aguas y Saneamiento Básico. Departamento del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). Marzo de 2010, p, 99.

Así mismo, el flujo financiero determina el beneficio derivado por concepto del pago de canon ambiental producto de la demanda química de oxígeno el cual es de \$58.576.731. Por lo tanto, las diferencias existentes en el cobro de uno a cinco años por parte del estado del canon ambiental, representa un subsidio del Estado hacia la empresa Emquilichao ESP y hacia el Municipio bajo el objeto de ponerse al día en dicho aspecto. Igualmente se procede para conocer el beneficio derivado por concepto del pago de canon ambiental producto de Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Tabla 84: Beneficio derivado por pago del Canon Ambiental por Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Año	Tonelada Métrica SST	Canon Kilogramo vertido (en pesos colombianos)	Pago gradual por año %	Beneficios (en pesos colombianos)
1	614.938	\$42.90	10%	2.638.084,02
2	614.938	\$42.90	20%	5.276.168,04
3	614.938	\$42.90	35%	9.233.294,07
4	614.938	\$42.90	55%	14.509.462,11
5	614.938	\$42.90	75%	19.785.630,15
6	614.938	\$42.90	100%	26.380.840,2

Fuente: diseño propio con base Caracterización Ambiental Plan Departamental de Aguas y Saneamiento Básico. Departamento del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). Marzo de 2010, p. 99.

2.2.1.13. Presupuesto de Costos de Operación

La elaboración de este presupuesto consiste en sumar valores correspondientes a los costos directos, conformados por la mano de obra directa y los costos indirectos, integrados por los gastos generales y la mano de obra indirecta y, los gastos de administración de cada año, tal como se puede observar en el la Tabla 14.

La proyección de los costos de operación a partir del segundo año se incrementan en un 4.8%, exceptuando el gasto por energía eléctrica y teléfono los cuales incrementarían del 2.5% anual.

Tabla 95: Presupuesto Costos de Operación para la planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

Conceptos	Años					
	1	2	3	4	5	6
Costos de Producción						
Costos Directos						
Mano de Obra directa						
1 Biólogo	\$64,463,100.00	\$67,557,328.80	\$70,800,080.58	\$74,198,484.45	\$77,760,011.70	\$81,492,492.27
1 Microbiólogo	\$64,463,100.00	\$67,557,328.80	\$70,800,080.58	\$74,198,484.45	\$77,760,011.70	\$81,492,492.27
1 Ingeniero Químico	\$64,463,100.00	\$67,557,328.80	\$70,800,080.58	\$74,198,484.45	\$77,760,011.70	\$81,492,492.27
Gastos Generales						
Mano de Obra Indirecta						
1 Operador equipo de bombeo	35,264,700	\$36,957,405.60	\$38,731,361.07	\$40,590,466.40	\$42,538,808.79	\$44,580,671.61
2 Auxiliares de planta	38,226,935	\$40,061,827.67	\$41,984,795.40	\$44,000,065.58	\$46,112,068.73	\$48,325,448.02
1 Operador jardinero	17,683,817	\$18,532,640.64	\$19,422,207.39	\$20,354,473.34	\$21,331,488.06	\$22,355,399.49
1 Vigilante	22,874,400	\$23,972,371.20	\$25,123,045.02	\$26,328,951.18	\$27,592,740.84	\$28,917,192.40
Mantenimiento equipos	5,700,000	\$5,973,600.00	\$6,260,332.80	\$6,560,828.77	\$6,875,748.56	\$7,205,784.49
Costos Indirectos						
Gastos de Administración						
Energía eléctrica para equipo de bombeo.	\$1,846,900	\$1,893,072.50	\$1,940,399.31	\$1,988,909.30	\$2,038,632.03	\$2,089,597.83
Servicio Teléfono	\$693,600	\$710,940.00	\$728,713.50	\$746,931.34	\$765,604.62	\$784,744.74
Útiles y Papelería	\$1,296,000	\$1,358,208.00	\$1,423,401.98	\$1,491,725.28	\$1,563,328.09	\$1,638,367.84
Depreciación equipo de bombeo.	\$850,000	\$850,000.00	\$850,000.00	\$850,000.00	\$850,000.00	\$850,000.00
Depreciación equipo de laboratorio.	\$7,690,000	\$7,690,000.00	\$7,690,000.00	\$7,690,000.00	\$7,690,000.00	\$7,690,000.00
Depreciación equipo de oficina.	\$308,333	\$308,333.33	\$308,333.33	\$308,333.33	\$308,333.33	\$308,333.33
DQO= 48.683 kilogramos por mes.	21,042,739.92	\$22,052,791.44	\$23,111,325.43	\$24,220,669.05	\$25,383,261.16	\$26,601,657.70
SST= 51.245 kilogramos por mes.	19,690,378.80	\$20,635,516.98	\$21,626,021.80	\$22,664,070.84	\$23,751,946.24	\$24,892,039.66
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO	\$366,557,104.25	\$383,668,693.76	\$401,600,178.77	\$420,390,877.76	\$440,081,995.55	\$460,716,713.90

Fuente: las autoras con base en MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 195.

2.2.1.14. Presupuesto de Inversiones

Se realizó este flujo a partir de los datos consolidados en el programa de inversiones inicial. El valor del equipo de oficina se ha incrementado en el año 6 en un 4.8% debido a la reposición de este equipo a partir del mismo año.

Tabla 16: Presupuesto de Inversiones para el proyecto de la Planta de Tratamiento de Lodos del Acueducto, municipio de Santander de Quilichao.

CONCEPTO	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Estudios preliminares y estudio del suelo	\$2.800.000						
Diseño e ingeniería del proyecto:							
Estudio Técnico	\$4.500.000						
Construcción:							
Materiales, maquinaria	\$8.000.000						
Mano de obra (4 operarios)	\$2.757.800						
Terreno	0						
Equipo de bombeo e instalación**	\$8.500.000						
Equipo de laboratorio (equipo de tratamiento y muestreo) **	\$76.900.000						
Equipo de oficina	\$1.850.000						
Subtotal Inversiones	\$105.307.800						
Interventoría:							
Supervisión Técnica de la obra (5%)	\$5.265.390						
Administrativa (4%)	\$4.212.312						
Auditoría (5%)	\$5.265.390						
Valor residual de activos							\$39.760.000
TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN	\$120.050.892						\$39.760.000

Fuente: las autoras con base en MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 195.

2.2.1.15. Flujo Neto de Operación

Este flujo surge a partir de los datos globalizados correspondientes a los presupuestos de ingresos o beneficios y de costos operacionales. La diferencia entre ingresos o beneficios y costos de operación, permite obtener la utilidad operacional, que en este caso se constituye, además, en los ingresos del proyecto.

Tabla 107: Flujo Neto de Operación del Proyecto Planta de Tratamiento de Lodos del Acueducto, Santander de Quilichao

Conceptos	Años					
	1	2	3	4	5	6
Ingresos o Beneficios						
Total Beneficio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Costos de Operación del Proyecto	\$366.557.104,25	\$383.668.693,76	\$401.600.178,77	\$420.390.877,76	\$440.081.995,55	\$460.716.713,90
Utilidad Operacional	-\$366.557.104,25	-\$383.668.693,76	-\$401.600.178,77	-\$420.390.877,76	-\$440.081.995,55	-\$460.716.713,90
Más Depreciación	\$8.848.333	\$8.848.333,33	\$8.848.333,33	\$8.848.333,33	\$8.848.333,33	\$8.848.333,33
Valor residual						\$34.160.000,00
Flujo Neto de Operación	-\$357.708.771	-\$374.820.360,42	-\$392.751.845,44	-\$411.542.544,42	-\$431.233.662,22	-\$417.708.380,56

Fuente: las autoras con base en MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 196.

Para la elaboración del flujo neto de operación, sólo se tomaron los datos totales que se hallaron en el programa de ingresos o beneficios, menos los costos de operación, más el valor de las depreciaciones, obteniéndose entonces el flujo neto de operación. Puede observarse en este flujo que los ingresos o beneficios son menores que el volumen de costos de operación, por tal motivo es difícil medirlos y representarlos en dinero, debido a que es un flujo neto de operación de un proyecto público para el que su beneficio se ve reflejado en el ámbito social y ambiental

2.2.1.16. Flujo Financiero Neto del Proyecto

“Es el resultante del flujo neto de inversiones y el flujo de producción. Representa en forma esquemática las salidas y entradas de dinero al proyecto permitiendo, aplicar criterios de rentabilidad para conocer la bondad del proyecto desde el punto de vista financiero.”¹⁰⁰

El flujo financiero neto del proyecto muestra los dineros que arroja la operación del mismo como una retribución a la inversión hecha, sin distinguir entre las fuentes que lo han financiado o sea retribuyendo a las mismas globalmente. El flujo financiero neto se obtiene integrando el flujo neto de inversión con el flujo neto de operación, tal como se muestra en la Tabla 17.

¹⁰⁰ MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 195.

Para el proyecto de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao, se consideró como ingresos o beneficios, el ahorro que se deriva de canon de vertimiento que no se pagaría por la Demanda Química de Oxígeno (DQO), así como también del ahorro que se obtiene del no pago de los Sólidos Suspendidos Totales (SST), mediante normatización del Ministerio del Medio Ambiente.

En cuanto al capital de trabajo, este no se contempló en el estudio económico y financiero, por ser “una erogación que no representa ningún tipo de solvencia directa sobre los recursos del proyecto puesto que será un proyecto de tipo social que antecede a ser de tipo financiero.”¹⁰¹

Tabla 11: Flujo neto de efectivo. Planta de tratamiento de lodos residuales del acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

Conceptos	Años						
	0	1	2	3	4	5	6
Flujo Neto de Inversiones	\$120,050,892	0	0	0	0	0	
Flujo Neto de Operación		-\$357,708,771	-\$374,820,360	-\$392,751,845	-\$411,542,544	-\$431,233,662	-\$417,708,381
Flujo Financiero Neto del Proyecto	-\$120,050,892	357,708,770.92	-374,820,360.42	-392,751,845.44	-411,542,544.42	-431,233,662.22	-417,708,380.56

Fuente: las autoras con base en MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 196.

Tomando en cuenta el flujo anterior, se determinaron los siguientes indicadores:

- **Tasa interna de oportunidad (TIO)**

La TIO es la tasa mínima que se utiliza para determinar el valor actual neto de los flujos futuros de caja del proyecto y es la rentabilidad mínima que se le debe exigir el proyecto para tomar la decisión de no invertir en un uso alternativo de los recursos o en otro proyecto.¹⁰²

La **TIO** de este proyecto es de 0,0657.

Este valor se tomó del cálculo realizado por el Grupo Aval.

¹⁰¹ MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005, p, 195.

¹⁰² Evaluación de la inversión. Maneja tusa finanzas. Dsponible en internet en: <http://manejatusfinanzas.blogspot.com.co/p/evaluacion-de-la-inversion.html> (citado el 02 de abril de 2017)

- **Valor presente neto (VPN)**

Es la fórmula financiera que nos permite saber cuánto se puede llegar a ganar o perder en algunos momentos dados, si se decide hacer una inversión durante un tiempo y a un costo de oportunidad estimado.¹⁰³

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$VPN = \frac{FE}{(1+i)^1} + FFNP$$

$$VPN = \frac{-374.820.360,42}{(1+0.0657)^1} + \frac{-392.751.845,44}{(1+0.0657)^2} + \frac{-411.542.544,42}{(1+0.0657)^3} + \frac{-431.233.622,22}{(1+0.0657)^4} + \frac{-417.708.380,56}{(1+0.0657)^5} + -120.050.092$$

El **VPN** de este proyecto es de -1.795.811.896

- **Costo anual equivalente (CAE)**

La forma de calcular el CAE, consiste en hallar el Valor Presente Neto (VPN) para el flujo neto de efectivo y convertir posteriormente este VPN en una serie anual uniforme (anualidad), utilizando en todos los cálculos como tasa de interés la tasa de interés de oportunidad¹⁰⁴

La fórmula para calcular el CAE es la siguiente:

$$CAE = VPN \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

¹⁰³ Evaluación de la inversión. Maneja tusa finanzas. Dsponible en internet en: <http://manejatusfinanzas.blogspot.com.co/p/evaluacion-de-la-inversion.html> (citado el 02 de abril de 2017)

¹⁰⁴ CONTRERAS BUITRAGO, Marco Elías. Formulación y Evaluación de Proyectos. Bogotá D.C.: Editorial Unisur, Cuarta Impresión. Facultad de Ciencias Administrativas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2002, p, 493. ISBN-958-651-269.

$$CAE = -1.795.811.896 \frac{0,0657(1 + 0,0657)^6}{(1 + 0,0657)^6 - 1}$$

El **CAE** de este proyecto es de -371.766.918

Así se establece que el proyecto al no tener ingresos, tiene un VPN negativo de - \$1.795.811.896, para lo cual es necesario apoyarse en el indicador CAE o VAE que quiere decir que el valor anual de mantener en funcionamiento este proyecto es de \$371.766.918

También es posible observar que el Flujo Neto de Efectivo del proyecto arroja valores anuales negativos, no porque sean importantes y necesarios, sino porque es difícil cuantificar todos sus beneficios; por ejemplo, la inversión para la construcción de una planta de tratamiento de lodo en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao implica un Cálculo del Valor Anual Equivalente (CAE=VPN) que permite establecer la incidencia y beneficio de la inversión para toda la comunidad y el medio ambiente del municipio.

En consecuencia, el proyecto de construcción de una planta de tratamiento de lodo proveniente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao, “se relaciona con la contabilidad ambiental e incide socialmente cuando se utiliza para organizar financieramente los recursos que se requieren para proyectos medioambientales que afectan de uno u otro modo la naturaleza y su entorno como también la población que habita el municipio, indicando igualmente que no es solamente importante valorar monetariamente la cantidad de recursos dedicados a la atención ambiental.”¹⁰⁵

Igualmente se proporcionan datos cualitativos, monetarios y no monetarios del impacto ambiental tales como los esfuerzos por recuperar, mejorar o conservar el entorno y la naturaleza; también las diversas formas de prevención, con el fin de ampliar la visión social sobre la entidad (en este caso Emquilichao ESP) y de hacerse responsable de su actuación ambiental (positiva o negativa) a nivel local.

¹⁰⁵ LEHMAN, G. La revelación de los nuevos mundos: un papel para Contabilidad Social y Ambiental y Auditoría. Contabilidad, Organizaciones y Sociedad, 1995- 1999, 24 (3), 217-241.

3. INCIDENCIA SOCIAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS DEL ACUEDUCTO, DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO

En este capítulo se presenta la incidencia social de la construcción de una planta de tratamiento de lodos residuales generados por la potabilización del agua en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao, mediante la descripción del impacto social durante las etapas del proyecto, incluyendo la construcción e instalación de equipos, la operación y la disposición final del lodo, y su incidencia en la salud y seguridad laboral y en la obligación de carácter social de Emquilichao E.S.P.

3.1. INCIDENCIA SOCIAL DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

La inversión a realizar por Emquilichao ESP, en proyectos medioambientales como la construcción de una planta de tratamiento de lodos que provienen del acueducto del municipio de Santander de Quilichao por el proceso de potabilización del agua, trae impactos sociales en el municipio de Santander de Quilichao durante la etapa de implementación y/o instalación de equipos como también durante la etapa de operación; además, se toma en cuenta la mejora de la disposición final del lodo y la obligación de carácter social de la entidad en lo concerniente a la salud y seguridad laboral.

3.1.1. Etapa de implementación y/o instalación de equipos

Durante el desarrollo de esta etapa, los principales impactos positivos son la oferta y demanda de puestos de trabajo y la dinamización de la economía local asociada a las inversiones, la mayoría de las cuales serán dirigidas a materiales, mano de obra, servicios, productos y equipamientos ofertados por el mercado en el municipio.

3.1.2. Etapa de operación

En esta etapa el proyecto implementará mejoras a corto plazo en la red de suministro de agua a través del alcantarillado y sobre las aguas del río Quilichao,

sitio a donde iba a parar el lodo que produce la potabilización del agua; es decir, se establece la implementación de un sistema de monitoreo de calidad del agua potable y la eliminación de la fuente de contaminación (lodo) además de las oclusiones en los colectores del alcantarillado de aguas residuales, contribuyendo así a mejores condiciones de salud en la población.

Con lo anterior, se esperan mejoras significativas en la salud de la población, con reducciones al mínimo de los riesgos de afecciones por enfermedades de origen hídrico, especialmente en los estratos socioeconómicos más bajos en la medida que estas poblaciones no pueden pagar sistemas autónomos y por lo regular consumen agua no potable procedente de los afluentes hídricos del sector.

3.1.3. Mejora de la disposición final del lodo

Se mejorará la disposición final de lodo que se produce por el proceso de potabilización del agua en el acueducto, renovando con ello la presentación del acueducto y del paisaje geográfico que lo rodea. De esta forma, la implantación de la planta de tratamiento de lodo para el acueducto, asegurará la reducción de contaminación de los cuerpos receptores del Río Quilichao que actualmente recibe los afluentes sin tratamiento.

Actualmente existen diferentes alternativas de manejo para dar un destino final seguro a los lodos resultantes de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Según la calidad y el volumen de los lodos obtenidos, es posible optar por tratamientos finales en base a incineración, aplicación al terreno, disposición en mono rellenos y co-disposición en rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos.

Por lo tanto se mejora el agua del río Quilichao que es utilizada para el riego de cultivos y para la producción ganadera que realizan los pobladores aledaños. Los productos de estas actividades son llevados al mercado del casco urbano del municipio de Santander de Quilichao para el consumo humano.

Además, se evidenciarán impactos indirectos, como reducción de costos por servicios médicos, reducción de riesgos de morbilidad y mortalidad asociados al consumo de agua y saneamiento básico, e incentivos para ampliar actividades económicas en aquellos sectores donde los servicios serán sustancialmente mejorados.

3.1.4. Obligaciones de EMQUILICHAO ESP

La construcción de la planta de tratamiento de lodos procedentes del acueducto municipal genera una serie de obligaciones de carácter social que deberá cumplir la empresa Emquilichao ESP, entre las cuales se destaca la ejecución de campañas de concientización ciudadana encaminadas a estimular la utilización racional del agua.

En cumplimiento de esta obligación se busca minimizar el impacto de nuevos sistemas de medición a partir de micro-medidores y con sistemas más eficientes de control, especialmente en las zonas de medio a bajos estratos económicos. Por lo tanto Emquilichao ESP, tendrá que implementar programas de educación ambiental y sanitaria como también de comunicación social, buscando minimizar riesgo de rechazo por la implementación de este tipo de medidas, si la población afectada no conoce en profundidad el tamaño y objetivo del proyecto ambiental a implementar.

En este aspecto el Programa de Educación Ambiental, debe incorporar condiciones relacionadas con la buena operación de los sistemas y que tengan en cuenta factores tales como la salud pública e higiene, la seguridad y medidas de utilización racional del agua, la disposición individual adecuada de afluentes sanitarios y las medidas para la reducción de aguas servidas. En consecuencia se busca contribuir a la reducción de las cargas contaminantes que llegan a la cuenca del Río Quilichao y cumplir con la política de saneamiento básico del Ministerio del Medio Ambiente.

3.1.5. Salud y Seguridad Laboral

El proyecto incluirá “la implementación de distintas acciones direccionadas a corregir los pasivos existentes en términos de salud y seguridad laboral, además de mejorar las condiciones de salud y seguridad operacionales”¹⁰⁶, tales como:

- Elaboración e implementación de manuales de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de lodo y desinfección del agua.
- Elaboración e implementación de un reglamento de Higiene y Seguridad.
- Equipamiento de seguridad personal.

¹⁰⁶ COLOMBIA. Emquilichao ESP. Información Oficina Ingeniería de Proyectos. Santander de Quilichao, 2016.

- Programa permanente de capacitación en higiene y salud al personal en los procedimientos debidamente especificados a implementar, durante la operación de la planta de tratamiento de lodo existente.
- Desarrollar nuevos sistemas de tratamiento (filtros) y desinfección, operaciones en las áreas de mantenimiento de obras de toma, tanques y estación de bombeo, operación del sistema de alcantarillado, entre otros.
- Implementación de planes de contingencia tanto para el sistema de agua potable como para el sistema de alcantarillado sanitario. Estos planes deberán incluir acciones para la prevención de situaciones de emergencia referidas al servicio de agua potable y servicio de alcantarillado sanitario respectivamente, así como un plan de actuación en situaciones de emergencias, los cuales deberán ser actualizados periódicamente.

El tratamiento de lodos procedente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao tendrá un impacto social positivo porque disminuirá las enfermedades, habrá empleos generados por la construcción, operación y mantenimiento de la planta, como también habrá protección de las comunidades, aguas abajo, de las descargas del lodo que actualmente se vierte sin tratamiento alguno.

Igualmente se busca proteger la salud de los consumidores de productos generados con el uso de aguas residuales, la educación de los pobladores sobre la importancia del saneamiento y la justificación del gasto, además de la mejora en la calidad de vida de la población por la generación de un entorno ecológico más limpio.¹⁰⁷

La construcción de la planta, busca tener un efecto directo en la salud de los habitantes de Santander de Quilichao; por ende este tipo de infraestructura “no sólo tiene un impacto directo al disminuir el posible contacto de los habitantes con “aguas crudas contaminadas” sino que disminuye la posibilidad de contraer enfermedades gastrointestinales y de la piel por el contacto con dichas aguas contaminadas.”¹⁰⁸

El uso de aguas crudas (aquella que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento) contaminadas como la de los ríos que a su vez es usada para el riego de pastizales o cultivos, también tiene efectos perjudiciales para la salud. En el caso de los pastizales se ha demostrado que los animales conservan en sus organismos algunas de las sustancias químicas, que pueden venir mezcladas en

¹⁰⁷ COLOMBIA. Emquilichao ESP. Información Oficina Ingeniería de Proyectos. Santander de Quilichao, 2016.

¹⁰⁸ BENERRECHEA MARTEL, Ada. Aspectos Físico Químicos de la Calidad del Agua. Capítulo I, (S. F.), p, 22. Disponible en internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manuall/tomol/uno.pdf>.

el agua como el plomo o el cadmio, lo que posteriormente será absorbido por las personas que consuman la carne de estos animales.

Adicionalmente, “algunas de las enfermedades transmitidas por aguas contaminadas son el cólera, la fiebre tifoidea y la hepatitis B, las cuales afectan a los grupos de población más vulnerables como los niños, los adultos mayores y los grupos de personas inmunodeficientes.”¹⁰⁹

Para terminar este apartado, el beneficio social por la implementación de la planta de tratamiento de lodos en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao lo recibirá toda la comunidad de la cabecera municipal y las comunidades localizadas aguas abajo sobre el río Quilichao.

Siendo así, este proyecto se configura como una alternativa en el manejo de aguas residuales para contribuir gradualmente al medio ambiente, mediante la mejora de la salud de todos los habitantes de las riberas del río Quilichao. Toda la comunidad que habita río abajo será beneficiada con agua descontaminada que bajará por el río y que podrán utilizar sin ningún inconveniente ya que no afectará la salud, los cultivos o los animales que producen para su sustento.

¹⁰⁹Ibíd., p, 1.

4. INCIDENCIA AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS EN EL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO.

En este capítulo se señala el impacto ambiental que tiene la construcción de una planta para el tratamiento de lodo procedente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao, enfatizando en la primera parte el posible impacto ambiental positivo mientras que en la segunda parte se trata el impacto ambiental negativo que pueda ocasionar el funcionamiento de la planta de tratamiento de lodos generados en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao.

4.1. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODO PROCEDENTE DEL ACUEDUCTO MUNICIPAL DE SANTANDER DE QUILICHAO

El trabajo de investigación está encaminado a proponer un proyecto para el tratamiento del lodo generado por el acueducto del municipio de Santander de Quilichao, el cual es vertido hacia el río Quilichao contaminando las aguas del afluente hídrico.

Hoy día el problema de contaminación de las aguas no es discutible, se han desarrollado nuevas técnicas tanto a nivel urbano como industrial y los procesos se han ido mejorando con el objeto de obtener calidad medio ambiental y mejoras de calidad en los afluentes que se vierten al medio en unas condiciones tales que no produzcan impactos en el entorno natural, ni supongan un riesgo para los humanos y animales.

Lo anterior significa que los procesos de depuración generan un lodo de orden residual, el cual mantiene ciertos contaminantes que son arrastrados por el agua. Si se plantea la gestión integral en aguas residuales no se puede dejar de lado el lodo que se producen al momento de potabilizar el agua al interior de una PTAP.

Por lo tanto, la gestión ambiental adecuada de este lodo es indispensable, tanto como conocer la calidad de los residuos obtenidos en lo referente a composición química y física, algo que debe incluirse dentro de los planes de gestión del acueducto.

Lo anterior implica que la construcción de una planta para el tratamiento del lodo procedente del acueducto municipal generará un impacto ambiental que permitirá la valorización de los materiales que componen el lodo.

En este aspecto la construcción de la planta para el tratamiento del lodo generado por el acueducto municipal de Santander de Quilichao busca el aprovechamiento de residuos orgánicos que pueden resultar importante para un proceso de reúso dada la necesidad de conservación del medio ambiente. Con esto se busca mitigar la creciente degradación ambiental originada por la contaminación hídrica a raíz de la disposición inadecuada de lodo generado en el proceso de tratamiento del agua potable.

Actualmente el lodo procedente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao no se utiliza ni se dispone de forma adecuada, ocasionando una pérdida: ambiental, agronómica, energética y económica de nutrientes propios de estos potenciales biosólidos. Por lo tanto, Emquilichao ESP debe estar en función de desarrollar un estudio para determinar las características propias del lodo generado por el acueducto y sus posibles aplicaciones, las cuales dependen de las características físico-químicas del mismo. Así, las características del lodo generado por el acueducto lo hacen especial y/o peligroso por los componentes que posee.

Por otra parte, puede surgir una reacción por parte de la comunidad, rechazando la ubicación dentro de su entorno de un “rellenos sanitarios de lodo”. Sin embargo, los habitantes de las áreas rurales son más conscientes de la relación existente entre las personas y el medio ambiente en el que viven. Todos quieren tener suficientes recursos para alimentar a su familia y para satisfacer sus necesidades de educación y asistencia médica, pero “un proyecto ambiental mal diseñado puede tener como consecuencia una pérdida del ingreso y una producción reducida a futuro que dejará los grupos familiares en condiciones peores de las que enfrenta hoy en día.”¹¹⁰

Igualmente debe tenerse cuidado al momento de ubicar las instalaciones de tratamiento y eliminación ya que los olores y/o ruidos pueden incomodar a los residentes y usuarios del área. Así mismo, se debe manejar la reubicación con sensibilidad e incluir en el plan de atención del proyecto las provisiones necesarias para mitigar o compensar los impactos adversos sobre el medio ambiente y el ser humano. Si no se incluyen estas consideraciones en la planificación del proyecto existe el riesgo sustancial de resolver un problema ambiental de la comunidad mediante su transferencia a otro problema igual o peor.

Siendo así, el proyecto de construcción de una planta para el tratamiento de lodo procedente del acueducto de Santander de Quilichao se enfoca en solucionar la problemática relacionada con la gestión integral de residuos y contaminantes,

¹¹⁰ FAO. Sostenibilidad e Impacto Ambiental. (S. F.). Capítulo 5. Depósito de documentos de la FAO. Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/008/a0323s/a0323s05.htm>

presentando una alternativa para mitigar las considerables alteraciones del medio ambiente ocasionadas por la disposición de los lodos residuales.

Esta problemática se asocia con la necesidad de mejorar la calidad de vida y “aumentar la producción de alimentos sanos (para las cosechas utilizan aguas de ríos muchas veces contaminadas) junto con el esfuerzo de todos los sectores de la sociedad que de una u otra forma generan desechos que contaminan el ambiente.”¹¹¹

En los últimos años, problemáticas derivadas de la escasez de recursos y degradación ambiental se han convertido en mecanismos de presión para los sistemas tradicionales de producción. Al respecto se hace necesaria la generación de acuerdos y compromisos de orden ambiental a largo plazo, así como el establecimiento de mecanismos que procuren la orientación de la producción y la generación de residuos bajo una perspectiva enfocada a una forma de desarrollo sostenible.

Por lo tanto, se ha incrementado la puesta en marcha de políticas ambientales cuyo objeto ha sido generar el pago por incumplimiento de la normatividad ambiental vigente, así como también el uso de tecnologías amigables con el ambiente.

En consecuencia, el desafío más grande consiste en el desarrollo de esquemas que permitan la resolución de dichas problemáticas y al mismo tiempo, conlleven a la generación y al manejo adecuado de subproductos del proceso de tratamiento de aguas residuales, atendiendo la necesidad de un desarrollo sostenible, incluyente y equitativo que reduzca los niveles de pobreza y que al mismo tiempo fomente la creación de fuentes de ingresos y de empleos que eleven la competitividad de los sectores y que mejoren el desempeño ambiental de todos los actores y sectores sociales.

4.1.1. Impacto Ambiental Positivo de la Planta de Tratamiento de Lodos Residuales

“Se identifican impactos positivos en la etapa de construcción y en la etapa de operación del proyecto”¹¹²; resumiéndolos en los siguientes beneficios socio - ambientales:

¹¹¹ VALDERRAMA PEDRAZA, Martha Lucía. Factibilidad de Aprovechamiento de Lodos Residuales de la PTAR del municipio de Chinavita (Boyacá). Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. 2013, p, 61. Disponible en internet: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/Probarros/file/231.pdf>

¹¹² GARCÉS DURÁN, Juan Antonio; et al. Estudio de Impacto Ambiental Planta de tratamiento de Aguas Servidas la Farfana. Cancún México. P, 5. Disponible en internet: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/vii-008.pdf>

- **Mejoramiento de la calidad bacteriológica del agua del Río Quilichao:** El tratamiento que recibirá el lodo que actualmente es vertido a los afluentes del río Quilichao permitirá que las concentraciones de coliformes disminuyan con respecto a la contaminación bacteriológica actual.
- **Mejoramiento de la calidad bacteriológica de las aguas del río Quilichao para los regadíos:** La bocatoma se ubicará aguas abajo de la futura descarga del afluente de la planta y por tanto mejora su calidad ambiental con el proyecto, además de permanecer invariable la disponibilidad de agua ya que el caudal a tratar se capta y entrega antes de las bocatomas respectivas.
- **Mejoramiento de la calidad del aire (olores).** El proyecto busca eliminar las descargas de lodo sin un proceso previo de tratamiento al río Quilichao, lo que tiene como consecuencia una disminución significativa de olores en los poblados aledaños a la planta, generando así un aumento en los niveles de bienestar de las personas.
- **Mejoramiento del medio cultural y patrimonial:** El desarrollo del proyecto cambiará la calidad y la fragilidad visual en unidades de paisaje y estética, igualmente en cuanto a la recuperación de fauna, vegetación, y finalmente de hábitats.

En síntesis, el impacto ambiental positivo que dejará el tratamiento de lodo procedente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao será la disminución de la carga orgánica lanzada a los ríos, además de la disminución de la carga microbiológica descargada al ambiente junto con la generación de entornos ecológicos y el mantenimiento de la capacidad de reproducción del ecosistema con lo cual se mejora del paisaje.

4.1.2. Impacto Ambiental Negativo de la Planta de Tratamiento de Lodos Residuales

Al interior del presente proyecto investigativo se identifican impactos negativos, menores, negativos mitigables e impactos relevantes. Los principales impactos negativos se generan en la etapa de construcción del proyecto y son los siguientes:

En la etapa de construcción de la obra civil se puede dar la pérdida de hábitat y diversidad de la fauna debido a la existencia de un ecosistema que alberga la fauna y principalmente a la avifauna. Al respecto Emquilichao ESP, debe

considerar la compensación de este impacto a través de la construcción de una laguna ambiental diseñada especialmente para asegurar el retorno de la fauna.

Otro impacto negativo es el cambio en la calidad y fragilidad del paisaje ya que los cuerpos de agua que albergan a la fauna serán intervenidos durante las obras modificando con esto el paisaje en los terrenos de la planta. Este impacto es negativo relevante, por lo que el proyecto debería incluir un contexto paisajístico constituido por la laguna ambiental y sus respectivas áreas vegetativas.

Y por último, se producirá un riesgo de contaminación auditiva, debido a los ruidos generados por el nivel de presión sonora que superará los 20 decibeles, originados por la motobomba.

4.1.3. Cambios en la participación ciudadana

“Es necesario igualmente realizar un plan de acción para la incorporación sistemática de la ciudadanía bajo el propósito de establecer una relación directa y transparente, considerando la posible inquietud y preocupación en los distintos “grupos de interés” frente a un proyecto que interviene y modifica su entorno.”¹¹³

Otros objetivos de este plan de acción es posicionar la planta para el tratamiento de lodo generado por el acueducto municipal, como un proyecto de alta tecnología al servicio del medio ambiente. Lo anterior trata de desarrollar un programa de participación ciudadana con las personas de la comunidad, autoridades y organizaciones sociales del área donde toma lugar el impacto del proyecto, a fin de informar sobre el proyecto, analizarlo y discutirlo.

También es importante identificar los temas de contingencia que afecten a la población y proponer medidas de mitigación, reparación, restauración y/o compensación. En este sentido, Emquilichao ESP debe adoptar una posición proactiva sosteniendo reuniones destinadas a presentar el proyecto y detectar las principales inquietudes de la población en torno a la instalación de la planta.

El método a utilizar se debe denominar “participación ciudadana temprana”, que consiste básicamente en que las relaciones con la comunidad se establecen durante la elaboración del proyecto y antes que éste se encuentre terminado y presentado al Ministerio del Medio Ambiente por intermedio de la Corporación Regional del Cauca (CRC).

¹¹³ GARCÉS DURÁN, Juan Antonio; et al. Estudio de Impacto Ambiental Planta de tratamiento de Aguas Servidas la Farfana. Cancún México. P, 5. Disponible en internet: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/vii-008.pdf>.

Lo anterior incorpora a la comunidad en una etapa temprana del proyecto, generando confianza para lo que “legalmente” es obligatorio, con lo cual el proceso es asumido por la comunidad como una expresión de voluntad transparente por parte de la empresa y no como un simple trámite para cumplir con la legitimidad ambiental vigente. Así, Emquilichao ESP, debe cumplir este proceso logrando una participación ciudadana orientada a un proceso de colaboración mutua con la sociedad bajo un modelo de mejora continua y desarrollo sustentable.

En síntesis, el impacto negativo que dejará el tratamiento del lodo generado por el acueducto del municipio de Santander de Quilichao, será la contaminación de aguas subterráneas a causa de elementos contaminantes no removidos por el sistema de tratamiento en caso que el acuífero sea vulnerable y no exista una impermeabilización adecuada de las lagunas presentes en la zona.

Así mismo, es posible mencionar la presencia de vectores de enfermedades, si no hay un control previo que sea adecuado como también el deterioro del suelo por incremento de la tasa de salinización y saturación del agua siempre y cuando no se preste la debida atención a las necesidades de filtración y drenaje.

Por último, se debe tratar de cuantificar en unidades monetarias los aspectos positivos y negativos agregándolos a los costos e ingresos esperados del proyecto con tal de llegar a definir la rentabilidad y la viabilidad del mismo (B/C, costo anual equivalente, valor presente, tasa de retorno, etc.) anticipándose a algunos de estos aspectos considerados. Por ello es muy importante la opinión de la comunidad y la decisión política fundamentada.

Estas consideraciones llevan a la conclusión de que la educación, la conciencia de la población, así como la política de desarrollo económico y social son los factores más importantes a tomar en cuenta al momento de establecer un sistema de tratamiento y disposición adecuada de lodos residuales.

CONCLUSIONES

Con respecto a los recursos necesarios que para la construcción de una planta de tratamiento para el lodo residual procedente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao se requiere el diseño de un plan del proceso ambiental para su manejo adecuado; en dicho plan deben destacarse las diferentes etapas por las cuales va a pasar el lodo al momento de ser tratado, y posteriormente la suma de inversiones entre las cuales están la mano de obra de la construcción civil, el equipo de bombeo del lodo, el equipo de laboratorio y el equipo de oficina por un valor total de \$120.050.892 anual. Así mismo, los gastos de operación, los gastos administrativos y el canon ambiental sobre el DQO y el SST al que está obligado el municipio a pagar al Ministerio del Medio Ambiente y Vivienda Territorial por el vertimiento del lodo del acueducto sin tratar al río Quilichao presenta una inversión por un valor total de \$ 366.557.104 anual.

La construcción de una planta para el tratamiento del lodo procedente del acueducto del municipio de Santander de Quilichao reside en que el proyecto se puede medir mediante la fórmula financiera denominada: Costo Anual Equivalente (CAE), ya que los beneficios que aporta el proyecto también son de tipo social y por este servicio de tratamiento del lodo, el acueducto el municipio tendrá que invertir una suma total de -\$371.766.918 anual.

La incidencia social de este proyecto será la demanda de mano de obra calificada y no calificada, la eliminación de una fuente de contaminación del agua del río Quilichao, la reducción de riesgos de afecciones y enfermedades, el mejoramiento de la presentación del acueducto y el paisaje y la ejecución de campañas de concienciación ciudadana por parte de la empresa Emquilichao ESP.

Finalmente, la incidencia ambiental de la construcción de la planta para el tratamiento del lodo en el acueducto del municipio de Santander de Quilichao, es que mejorará la calidad del agua del río Quilichao la cual es usada para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. Además del mejoramiento de la calidad de olores, optimizando de paso el medio cultural y patrimonial.

Igualmente habrá una incidencia negativa como la posible contaminación de aguas subterráneas a causa de elementos contaminantes no removidos por el sistema de tratamiento, la presencia de elementos potencialmente fitotóxicos que se acumulan en cultivos y que son transmitidos a lo largo de la cadena alimenticia, la generación de malos olores por mantenimiento inadecuado, la presencia de vectores de enfermedades si no hay control adecuado, y el deterioro del suelo por incremento de la tasa de salinización y saturación del agua si no se presta la debida atención a las necesidades de filtración y drenaje del lodo procedente del acueducto municipal.

RECOMENDACIONES

El tratamiento ambiental de lodo es costoso, sin embargo, se pueden obtener varios beneficios para la población en general del municipio de Santander de Quilichao, por la reutilización del material contenido en este. Es pertinente la Inversión en la planta para el tratamiento del lodo generado en el acueducto, puesto que al tratar dicho compuesto es posible producir biogás que a su vez se puede utilizarse para la generación de energía eléctrica y calorífica; dicha energía eléctrica también puede ser empleada al momento de cubrir el funcionamiento total o parcial de la planta de tratamiento de lodo producido en una PTAP.

Igualmente el lodo previamente tratado puede ser utilizados en la agricultura como agente mejorador del suelo y/o para sustituir los fertilizantes químicos ya que los biosólidos proporcionan algunos nutrientes que requieren las plantas para su crecimiento, además de mejorar las características del suelo, como por ejemplo su capacidad de absorción de agua.

Finalmente se recomienda iniciar con el aprovechamiento del lodo con capacidades desde los 200 litros sólidos hasta 1000 litros sólidos, el cual puede ser usado para acelerar la restauración ecológica de terrenos afectados por incendios forestales o para rellenar huecos formados por bancos de materiales. Igualmente va a ser posible la aceleración de la restauración al producir un impacto positivo social al descontaminar las aguas del río Quilichao, evitando posibles enfermedades por la contaminación de las aguas del río.

BIBLIOGRAFÍA

ALLEMANT SALAZAR, Humberto. La Depreciación Contable y Tributaria en Relación con las Revaluaciones de los Activos Fijos. (S.F.). Disponible en internet http://www.ipdt.org/editor/docs/01_Rev13_HAS.pdf.

ALMANYA ARBELÁEZ, Estefanía. Transformación de sólidos provenientes de lodos generados en el sistema de alcantarillado de Bogotá mediante la lombriz roja californiana. *Prueba de transformación de sólidos residuales*. Bogotá D.C, Cundinamarca, Colombia .2010.

ALTURO FONSECA, Carlos Albeiro. Grado de conocimiento y aplicabilidad de la contabilidad ambiental empresarial en el Espinal, departamento del Tolima. Revista virtual Universidad Católica. (s.f.) Disponible en internet: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/506>

ARAUJO ENSUNCHO, Jack Alberto. Contabilidad Social. Centro Colombiano de Investigación Contable C-CINCO. Medellín. 1995.

AZQUETA OYARZUN, D. Introducción a la economía ambiental. 2002.

BENERRECHEA MARTEL, Ada. Aspectos Físico Químicos de la Calidad del Agua. Capítulo I, (S. F.), p, 22. Disponible en internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual/tomol/uno.pdf>.

COLOMBIA. CONFEDERACIÓN COLOMBIANA DE CONSUMIDORES. Ley 142/1994. Ley de servicios públicos. 2010. Disponible en internet: <http://www.ccconsumidores.org.co/index.php/legislacion/19-legislacion/50-ley-142-1994-ley-de-servicios-publicos>

COLOMBIA. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC). Popayán Cauca. 2015.

COLOMBIA. EMQUILICHAO ESP. Santander de Quilichao. Disponible en internet: <http://www.emquilichaoesp.gov.co>

COLOMBIA. GRUPO AVAL. Portal Financiero. Histórico TES. Disponible en internet: <https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/renta-fija/tes/curva-rentabilidad>.

COLOMBIA. SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 632 de 2000. Disponible en internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4632>

COLOMBIA. SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 689 de 2001. Disponible en internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4633>

COLOMBIA. SUBGERENCIA CULTURAL DEL BANCO DE LA REPÚBLICA. *Economía ambiental*. 2015. Disponible en internet: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/economia_ambiental.

COLOMBIA. SUBGERENCIA CULTURAL DEL BANCO DE LA REPÚBLICA. 2015. *El medio ambiente*. Disponible en internet: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/medio_ambiente.

COLOMBIA. UNIVERSIDAD LA SALLE. Las Fuentes de Información. (S.F.). Disponible en internet: http://evirtual.lasalle.edu.co/info_basica/nuevos/guia/fuentesDeInformacion.pdf

DOGRU, Murat A. M. Gasification of sewage sludge using a throtaed downdraft gasifier. An uncertainty analysis .Fuel Processing Technology. [Gasificación de depuradora de lodos utilizando un gasificador de corriente descendente con garganta. Un análisis de incertidumbre. 2001.

ECOLINK. Flujo de Fondos. 2010. Disponible en internet: <http://www.econlink.com.ar/tributaria/flujosfondos>.

ECONÓMICAS ON LINE. Mejoras, Reparaciones y Mantenimiento. Marzo 16, 2008. Disponible en internet: <http://www.economicas-online.com/bienesde6.htm>

ENCICLOPEDIA FINANCIERA. Gastos de Administración. Disponible en internet: <http://www.encyclopediafinanciera.com/definicion-gastos-de-administracion.html>

ESPINOSA, Guillermo. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago de Chile. 2011.

FAO. Sostenibilidad e Impacto Ambiental. (S. F.). Capítulo 5. Depósito de documentos de la FAO. Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/008/a0323s/a0323s05.htm>

FERNÁNDEZ CUESTA, Carmen. El marco conceptual de la contabilidad ambiental. Una propuesta para el debate. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires. Publicación "Contabilidad y Auditoría", Número 19, junio 2004.

FERNÁNDEZ LORENZO, Liliana; LARRAMENDY, Elsa y TELLECHEA, Elsa. Advances in CoPs and GRI Reports as Accounting Statement. [Avances en la exposición contable de CoPs y memorias GRI] Revista Pecunia, Número 15, 2012. Disponible en internet: <http://revpubli.unileon.es/index.php/Pecunia/article/view/806>

FIELD, Barry. Economía Ambiental: Una introducción, Colombia: editorial McGraw Hill, 1995.

GARCÉS DURÁN, Juan Antonio; BASCUR Maritza; ARATA Paola; URZUA, Claudia y FLORES, Eugenio. Estudio de Impacto Ambiental Planta de tratamiento de Aguas Servidas la Farfana. Cancún México. Disponible en internet: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/vii-008.pdf>

GALLOPIN, E. sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico, mayo de 2003. Obtenido de CEPAL, Disponible en internet: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5763-sostenibilidad-y-desarrollo-sostenible-un-enfoque-sistemic>.

GEBA, Norma B. FERNÁNDEZ, Liliana E. y BIFARETTI, Marcela C. Marco conceptual para la especialidad contable socio-ambiental. En: Actualidad Contable Faces, Vol. 13, núm. 20, enero-junio. Mérida Venezuela. 2010.

GERENCIE.COM. Prestaciones Sociales. Disponible en internet: <http://www.gerencie.com/prestaciones-sociales.html>

GÓMEZ LÓPEZ, Roberto. Evolución Científica y Metodología de la Economía. Método Deductivo. Disponible en internet: <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/>.

GONZÁLEZ CASTRILLÓN, Eugenia. Gestión del agua y planificación territorial en ámbitos metropolitanos. El caso del área metropolitana del Valle de Aburrá. Cap. 2. P., 64. Disponible en internet: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1568/2/43492541.20092.pdf>

IRIBARREN, F. Instrumentos de gestión ambiental en el desarrollo urbanístico del área metropolitana. 2005.

LEHMAN, G. La revelación de los nuevos mundos: un papel para Contabilidad Social y Ambiental y Auditoría. Contabilidad, Organizaciones y Sociedad, 1995-1999.

LUGO BARRERA, Giovanni Adolfo. Principios y Estrategias de gestión ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Palmira. 2011. Disponible en internet:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358020/Modulo_Principios_y_estrategias_de_gestion_ambiental.pdf

MANTILLA PINILLA, Eduardo. La Contabilidad Ambiental en el Desarrollo Sostenible. Revista N° 25 Enero-Mar. 2006.

MEJÍA SOTO, Eutimio y VARGAS MARÍN, Luis Alberto. Contabilidad para la sostenibilidad ambiental y social. Lúmina 13, Enero - Diciembre, 2012. Disponible en internet: <http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/economicas/lumina/recursos/13/1.pdf>.

MÉNDEZ, Carlos Eduardo. Metodología. Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación, Bogotá: Editorial Mc Graw Hill. 2000.

MIRANDA M., Juan José. Gestión de Proyectos. Identificación-Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental. Bogotá: MM Editores, Quinta Edición. 2005.

OCHOA ROJAS, Catalina; MOSQUERA RUA, Camilo y RUÍZ AGUIAR, Carolina. Modelo de Contabilidad Ambiental para la Empresa. Medellín: Universidad de San Buenaventura. 2013.

PÉREZ GUTIÉRREZ, Marlyn Felicia. Contabilidad ambiental: una aproximación desde la economía ecológica. Revista Adversia. Universidad de Antioquia. 2005. Disponible en internet: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/adversia/article/view/4772>

PÉREZ PORTO, Julian y MERINO, María. Definición de mano de obra. Qué es, Significado y Concepto. 2012. Disponible en internet: <http://definicion.de/mano-de-obra/#ixzz48r5ec8eQ>

PERILLA SASTOQUE. Jorge Enrique. Estrategias para el reúso de los lodos en la zona dos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y plantas de tratamiento de aguas potables y residuales. Tesis de grado especialista. Universidad Militar Nueva Granada. 2015.

RAMIREZ QUIROS, Francisco. Lodos producidos en el tratamiento de agua potable. Revista Técnica Industrial 275 P.47-52

RODRÍGUEZ JIMENEZ, Diego Fernando. Formulación de una estructura teórica para la contabilidad ambiental. Libre Empresa, Vol. 8, No. 2, Julio-Diciembre, 2011.

ROJAS, Fernando. Formulación de Proyectos. Capítulo 22: Costos de operación y de financiación totales. Noviembre 14, 2007. Recuperado de: <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-proyectos/costos-operacion-financiacion-totales>

SÁNCHEZ CHAN, Carlos. "Contabilidad Ambiental - Evaluación de la Problemática Ambiental y su influencia económico – contable". Revista Alternativa Financiera. 2005, Vol. 2 Issue 2.

SÁNCHEZ CRUZ, Fabián Eduardo. Economía Ambiental. (S.F.). Disponible en internet: <http://www.eumed.net/ce/fesc-ambiental.htm>

TIRADO MONTIEL, María de Lourdes. Nueva Perspectiva en el reúso de los lodos residuales. XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, México. 2010 .P., 1. Disponible en internet: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-160.pdf>

TORRES, Patricia; HERNÁNDEZ, Darwin y PAREDES, Diego. Uso productivo de lodos de planta de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos. *Revista de Ingeniería de construcción*, 2012. Disponible en internet: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000300003

VALDERRAMA PEDRAZA, Martha Lucía. Factibilidad de Aprovechamiento de Lodos Residuales de la PTAR del municipio de Chinavita (Boyacá). Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. 2013. Disponible en internet: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/Probarros/file/231.pdf>

VODORODY, Severomoravske D. D. Opportunities for water treatment sludge re-use. *Geosciencie Engineering*. [Oportunidades para la reutilización de lodos de tratamiento de agua. Ingeniería Geoespacial]. 2008.