

**SISTEMA DE RECIRCULACIÓN PARA AHORRO Y USO EFICIENTE DEL
AGUA EN PROYECTOS DE OBRAS CIVILES CON PLANTA DE CONCRETOS**

ANDRES FERNANDO MEDINA CUSPOCA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2016

**SISTEMA DE RECIRCULACIÓN PARA AHORRO Y USO EFICIENTE DEL
AGUA EN PROYECTOS DE OBRAS CIVILES CON PLANTA DE CONCRETOS**

ANDRES FERNANDO MEDINA CUSPOCA

**MONOGRAFÍA PARA OBTENER AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

DIRECTOR

ING. RICHARD DIAZ GUERRERO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2016

Ni la Universidad Industrial de Santander,
Ni los jurados se hacen responsables de
Los conceptos expuestos en el presente
Documento.

Dedicatoria,

A mi hijo Andrés Felipe Medina Pineda

Quien es mi motor para seguir adelante

Y la persona que le deseo dar el

Mejor ejemplo

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido con DIOS por ayudarme a cumplir un sueño y un logro más en mi vida.

Con mi novia Ana María Méndez quien me apoyó académica, moral y económicamente.

Con mi Trabajo actual en la constructora CUSEZAR que hace posible realizar este proyecto de grado.

Tabla de Contenido

INTRODUCCION.....	14
1. ANTECEDENTES	15
2. MARCO LEGAL	17
3. ESTADO DEL ARTE.....	26
4. MARCO TEORICO.....	30
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
6. ANALISIS ECONOMICO.....	38
7. CONCLUSIONES.....	41
REFERENCIAS	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43

Lista de Figuras

Figura 1. Lavado de baldes de concreto	28
Figura 2. Sedimentador, Vista en alzado	31
Figura 3. Sedimentador, Vista en planta	32
Figura 4. Bomba eléctrica	32
Figura 5. Tanque de almacenamiento.....	33
Figura 6. Bomba inyección.....	33
Figura 7. Sistema de recirculación de agua para procesos en obra.....	37

Lista de Tablas

Tabla 1.Listado de materiales con precio.....	38
Tabla 2.tarifas de factura para estrato 3 industrial.	39
Tabla 3.Consumo de agua por actividades.	40

RESUMEN

TITULO: SISTEMA DE RECIRCULACIÓN PARA AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN PROYECTOS DE OBRAS CIVILES CON PLANTA DE CONCRETOS.*

AUTOR: MEDINA CUSPOCA, Andrés Fernando. **

PALABRAS CLAVE: Recirculación, construcción civil, uso eficiente, actividades constructivas, planta de concreto.

DESCRIPCIÓN:

La presente monografía es un estudio o proyecto el cual presenta la viabilidad de desarrollar en la industria o sector económico de la construcción estructural de proyectos de vivienda multifamiliar un programa de ahorro y uso eficiente del recurso agua en los proyectos con una infraestructura de plantas de concreto

En el desarrollo de sus procesos, tareas en la construcción de edificios y actividades cotidianas de saneamiento básico necesarios para construcción de proyectos de vivienda que interviene el tan valioso recurso agua el cual se pretende realizar un ahorro y uso eficiente de este. dando una solución a sus procesos técnicos y requerimientos ambientales, contando con un ahorro económico como servicio, con el fin de preservar el recurso hídrico en el país.

Implementado, novedosas prácticas en las actividades de las obras de construcción con las necesidades básicas y sanitarias de los trabajadores, procurando uso eficiente y ahorro del recurso agua mediante la recirculación de la misma. Con la proyección de ejecutar en todos los proyectos de vivienda multifamiliar que posean plantas de concreto para las siguientes actividades requeridas en la construcción de obras civiles “edificios”, con sus requerimientos ambientales como son: lavado de llantas, humectación de vías y los requisitos de saneamiento básico para trabajadores y como requerimientos técnicos tenemos: curado de muro, limpieza de placas madera “camilla” y fundida de muros o placas de concreto. Cumpliendo con las actividades en los procesos técnicos y requerimientos ambientales sin pasar por alto la legislación vigente en Colombia sobre la protección del recurso agua.

* Trabajo de grado.

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Ingeniero químico, especialista en ingeniería ambiental. Richard Díaz Guerrero.

ABSTRACT

TITLE: SYSTEM FOR SAVING AND EFFICIENT RECIRCULATION WATER USE IN CIVIL WORKS PROJECTS WITH CONCRETE PLANT. *

AUTHOR: MEDINA CUSPOCA, Andrés Fernando.**

KEYWORDS: Recycling, civil construction, efficient, constructive activities, concrete plant.

DESCRIPTION:

This monograph is done with the feasibility of developing in the industrial construction sector, especially in multifamily housing projects that have concrete plants, to design and build a savings program and efficient use of water.

Manipulation of water resources is needed in the construction of buildings and daily activities of basic sanitation, environmental requirements and construction technical processes, creating the need for saving and efficient use of water, to preserve water resources in the country.

Innovative practices can be implemented to do a primary water treatment (sedimentation, grids and manholes) and then is possible do a mechanical recirculation (via pumps, water mains and storage tanks) for the activities required in the construction process. These activities include environmental: washing tires, Wetting way ...; techniques: curing of cast cleaning wooden wall plates; and health: use of sinks and toilets of project workers. In all the construction projects there are needs of water availability and whit this resource, the availability of water can be optimized.

By meeting the objectives of the project, an economic savings of public service is generated in a period of approximately 24 months, with a value of \$ 25,000,000 (value in Colombian pesos) which in turn is equivalent to 3,800 m³ per project rejected by the enterprise.

* Degree work.

** School of Chemical Engineering. Specialization in Environmental Engineering. Director chemical engineer, a specialist in environmental engineering. Richard Diaz Guerrero.

INTRODUCCION

La contaminación del agua es una modificación de esta, generalmente provocada por el ser humano, que la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales.

Con estos impactos negativos generados en el recurso hídrico nacen las ideas políticas y gestiones para proteger conservar ahorrar y mitigar la contaminación del agua, uno de estos planes es el uso eficiente y ahorro del agua, se establece una política para todos los procesos industriales pero a pesar de la normatividad no se realiza ninguna gestión y tampoco se tiene un control estatal, por eso nace la implementación de este programa como parte de una buena práctica para la empresas y gestiones ambientales que se manejan como una guía por parte de la secretaria de medio ambiente y se refresca la ley 373 de 1997 en los diferentes sectores económicos, en este caso el sector de la construcción

Contribuyendo desde la parte industrial obras civiles, El ahorro y conciencia del malgasto del recurso hídrico se realiza el siguiente proyecto: Diseño y construcción de un sistema de recirculación para el ahorro y reuso eficiente de agua en obras civiles con planta de concreto “proyectos de vivienda multifamiliar”.

- Implementar un sistema de almacenamiento de agua
- Construir un sistema de inyección de agua
- Programar el usos del agua reciclada
- Determinar los procesos para el uso del agua
- construir un sistema para la filtración del agua

1. ANTECEDENTES

Demanda del agua en Colombia

En Colombia se registra una demanda de agua anual de 34,25 Kilómetros cúbicos con un porcentaje en las siguientes actividades o sectores.

El sector agropecuario consume el 63%

El sector energético e industrial el 32%

En consumo humano el 5%

De curso al sector comprometido en el proyecto tratado estamos en el sector industrial con 32% de la demanda de agua en Colombia. (1)

Estrategias para incentivar el ahorro de agua en Colombia

En Colombia el agua siempre ha sido vista el recurso o bien como inagotable por que se ha generalizado una cultura de consumo excesivo del recurso, en los procesos industriales no han escapado a esta tendencia, por lo que se hizo necesario realizar campañas para el uso racional de este servicio y establecer una normatividad por cual se reglamentara el uso racional de agua en el país

Ley 373 de 1997

Se establece el programa para el uso eficiente y ahorro de agua, en esta ley se establecen obligaciones para las entidades prestadoras del servicio de acueducto y para las corporaciones autónomas regionales que integran el sistema nacional ambiental (SINA).

En el marco de esta ley se deben formular los programas de ahorro y uso eficiente del agua los cuales deben ser quinquenales y deberán estar basados en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua.

Campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas los incentivos y otros aspectos que definan las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales.

Cada entidad encargada de prestar los servicios acueducto alcantarillado de riego y drenaje de producción hidroeléctrica y los demás usuarios del reuso hídrico prestaran para aprobación de las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales. El programa de uso eficiente y ahorro de agua.

Dentro del, programa de uso eficiente y ahorro de agua, la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico fijara metas anuales para reducir las pérdidas en cada sistema de acueducto.

Las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales competentes fijaran las metas del uso eficiente y ahorro de agua para los demás usuarios en su área de jurisdicción, las metas serán definidas teniendo en cuenta el balance hídrico de las unidades hidrográficas y las inversiones necesarias para alcanzarlas.

Oportunidades de ahorro en empresas de servicios:

El agua potable se emplea en usos generales como:

Instalaciones sanitarias, aseo y limpieza de las instalaciones, cocina, restaurantes, y jardines

Sanitarios y usos domésticos:

Las instalaciones sanitarias pueden llegar a representar en oficinas, hasta un tercio del consumo total de agua utilizada.

En la alternativa de remplazo de unidades sanitarias se recomienda sustituir las unidades ineficientes por sanitario de consumo ultra bajo 1.6 galones por vaciado opción que representa los mayores ahorros en consumo de agua además de que la mayoría de los cambios de estas unidades presentan unos periodos de retorno de la inversión no mayor a cuatro años.

2. MARCO LEGAL

LEY 373 DE 1997

(Junio 6)

Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

El Congreso de Colombia

DECRETA:

Artículo 1o.- *Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.* Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

Artículo 2o.- *Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua.* El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

Parágrafo. Modifíquense el numeral 71.2 y parágrafo 1o. del artículo 71 de la Ley 142 de 1994.

Con el fin de garantizar la coordinación entre las funciones del Ministerio del Medio Ambiente y la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en lo concerniente a los objetivos del programa de uso eficiente y ahorro del agua, modifícase la composición de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

El numeral 71.2 de la Ley 142 de 1994 quedará así: Cuatro expertos comisionados de dedicación exclusiva, designados por el Presidente de la República para período de 3 años, reelegibles y no sujetos a las disposiciones que regulan la carrera administrativa. Uno de ellos en forma rotatoria ejercerá las funciones de coordinador de acuerdo con el reglamento interno. Al repartir internamente el trabajo entre ellos se procurará que todos tengan oportunidad de prestar sus servicios respecto de las diversas clases de asuntos que son competencia de la Comisión. En todo caso, uno de los expertos deberá demostrar conocimientos en materias ambientales.

El párrafo 1o. del artículo 71 quedará así: a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico pertenecerán los Ministros de Salud y Medio Ambiente. A la Comisión de Regulación de Energía y Gas Combustible pertenecerá el Ministro de Hacienda y Crédito Público. Los ministros sólo podrán delegar su asistencia en los viceministros y el director del Departamento Nacional de Planeación en el Subdirector.

Artículo 3o.- *Elaboración y presentación del programa.* Cada entidad encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, de riego y drenaje, de producción hidroeléctrica, y los demás usuarios del recurso hídrico presentarán para aprobación de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua. Estas autoridades ambientales deberán elaborar y presentar al Ministerio del Medio Ambiente un resumen ejecutivo para su información, seguimiento y control, dentro de los seis meses siguientes contados a partir de la aprobación del programa.

Parágrafo 1o. Las entidades responsables de la ejecución del Programa para Uso Eficiente y Ahorro del Agua deberán presentar el primer programa los siguientes

doce (12) meses a partir de la vigencia de la presente ley, y para un período que cubra hasta la aprobación del siguiente plan de desarrollo de las entidades territoriales de que trata el artículo 31 de la Ley 152 de 1994. El siguiente programa tendrá un horizonte de 5 años y será incorporado al plan desarrollo de las entidades territoriales. Las Corporaciones Autónomas y demás autoridades ambientales deberán presentar un informe anual al Ministerio del Medio Ambiente sobre el cumplimiento del programa de que trata la presente ley.

Parágrafo 2o. Las inversiones que se realicen en cumplimiento del programa descrito, serán incorporadas en los costos de administración de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado y de las demás entidades usuarias del recurso.

Artículo 4o.- Reducción de pérdidas. Dentro del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico fijará metas anuales, para reducir las pérdidas en cada sistema de acueducto. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales competentes fijarán las metas del uso eficiente y ahorro del agua para los demás usuarios en su área de jurisdicción. Las metas serán definidas teniendo en cuenta el balance hídrico de las unidades hidrográficas y las inversiones necesarias para alcanzarlas.

Parágrafo. La presentación del programa y el cumplimiento de las metas para reducción de pérdidas se tendrá en cuenta para el aval del Departamento Nacional de Planeación y del Ministerio de Hacienda y Crédito Público y demás entidades públicas autorizadas, en relación con créditos y otros estímulos económicos y financieros destinados a la ejecución de proyectos y actividades que adelanten las entidades usuarias del recurso hídrico.

Artículo 5o.- Reúso obligatorio del agua. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio-

económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua.

Ver: Ley 508 de 1999 (2)

Artículo 6o.- *De los medidores de consumo.* Todas las entidades que presten el servicio de acueducto y riego, y demás usuarios que determine la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental competente, disponen de un plazo de un año contado a partir de la vigencia de la presente ley, para adelantar un programa orientado a instalar medidores de consumo a todos los usuarios, con el fin de cumplir con lo ordenado por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 146 de la Ley 142 de 1994.

La Comisión de Regulación de Agua Potable y las autoridades ambientales podrán exonerar de esta obligación a las empresas cuyos usuarios no superen en promedio el consumo mínimo o básico por ellas establecido, según sus respectivas competencias legales.

Parágrafo. La homologación y el costo de instalación o construcción, según sea el caso de los correspondientes medidores, podrán ser financiados por la empresa prestadora del servicio de acueducto, al igual que su mantenimiento, la cual le facturará tales costos al usuario, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 144 de la Ley 142 de 1994.

Artículo 7o.- *Consumos básicos y máximos.* Es deber de la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, de acuerdo con sus competencias, establecer consumos básicos en función de los usos del agua, desincentivar los consumos máximos de cada usuario y establecer los procedimientos, las tarifas y las medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado.

Artículo 8o.- Incentivos tarifarios. La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico definirá una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y de ahorro del agua, y desestime su uso irracional. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, vigilará el cumplimiento de lo establecido por la Comisión.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales definirán los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro del agua, y desestimen su uso ineficiente.

Artículo 9o.- De los nuevos proyectos. Las entidades públicas encargadas de otorgar licencias o permisos para adelantar cualquier clase de proyecto que consuma agua, deberán exigir que se incluya en el estudio de fuentes de abastecimiento, la oferta de aguas lluvias y que se implante su uso si es técnica y económicamente viable.

Artículo 10o.- De los estudios hidrogeológicos. Para definir la viabilidad del otorgamiento de las concesiones de aguas subterráneas, las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales realizarán los estudios hidrogeológicos, y adelantarán las acciones de protección de las correspondientes zonas de recarga.

Los anteriores estudios serán realizados, con el apoyo técnico y científico del IDEAM e Ingeominas (3).

Artículo 11o.- Actualización de información. A partir de la vigencia de la presente ley, todas las entidades usuarias del recurso hídrico dispondrán de un término no mayor de seis meses para enviar la siguiente información:

- a. Nombre de la entidad usuaria, ubicación geográfica y política donde presta el servicio;
- b. Nombre, ubicación geográfica y tipo de la fuente o fuentes donde captan las aguas;

- c. Nombre, ubicación geográfica y tipo de la fuente o fuentes receptoras de los afluentes;
- d. Caudal promedio diario anual en litros por segundo de la fuente de captación y de la fuente receptora de los efluentes;
- e. Caudal promedio diario anual captado por la entidad usuaria;
- f. Número de usuarios del sistema;
- g. Caudal consumido por los usuarios del sistema;
- h. Porcentaje en litros por segundo de las pérdidas del sistema;
- i. Calidad del agua de la fuente abastecedora, de los efluentes y de la fuente receptora de éstos, clase de tratamientos requeridos y el sistema y la frecuencia del monitoreo;
- j. Proyección anual de la tasa de crecimiento de la demanda del recurso hídrico según usos;
- k. Caudal promedio diario en litros por segundo, en épocas secas y de lluvia, en las fuentes de abastecimiento y en las receptoras de los efluentes;
- l. Programas de protección y conservación de las fuentes hídricas;
- m. Fuentes probables de abastecimiento y de vertimiento de efluentes que se dispongan para futuras expansiones de la demanda.

Parágrafo 1o. Esta información será actualizada anualmente por las entidades usuarias.

Parágrafo 2o. Las entidades prestadoras del servicio domiciliario de acueducto enviarán la anterior información al Ministerio de Desarrollo Económico con el fin de mantener actualizado el inventario sanitario nacional. Las entidades que manejen los proyectos de riego y demás usuarios del recurso enviarán a la entidad ambiental que tenga jurisdicción en el correspondiente territorio, la información de que trata el presente artículo.

Todas las entidades usuarias del recurso enviarán al Ministerio de Desarrollo Económico y a las corporaciones regionales y demás autoridades ambientales la información anterior en un plazo máximo de tres (3) meses, contados a partir de la

vigencia de la presente ley. El Ministerio de Desarrollo Económico y las Corporaciones Regionales y demás autoridades ambientales enviarán al IDEAM esta información para su incorporación al Sistema de Información Ambiental, en un plazo no mayor de un (1) mes a partir de la fecha de su recepción.

Artículo 12o.- *Campañas educativas a los usuarios.* Las entidades usuarias deberán incluir en su presupuesto los costos de las campañas educativas y de concientización a la comunidad para el uso racionalizado y eficiente del recurso hídrico.

Parágrafo. Como apoyo a estas campañas y en desarrollo del numeral 32 del artículo 5o. de la Ley 99 de 1993 el Ministerio del Medio Ambiente celebrará los convenios necesarios con las entidades administradoras del recurso hídrico, para lograr una efectiva concientización en el uso eficiente y el ahorro del agua.

Artículo 13o.- *Programas docentes.* De conformidad con lo establecido en el numeral 9o., del artículo 5o., de la Ley 99 de 1993 el Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional adoptarán los planes y programas docentes y adecuarán el pènsum en los niveles primario y secundario de educación incluyendo temas referidos al uso racional y eficiente del agua.

Artículo 14o.- Derogado por el art. 137, Ley 812 de 2003 Reconócese al agua dulce un valor económico intrínseco, cuyo costo será establecido según metodología y criterios establecidos por las respectivas Comisiones de Regulación, de acuerdo con el uso que a ella se le dé, y será incorporado en el facturación al usuario final.

Ver: Ley 508 de 1999

Artículo 15o.- *Tecnología de bajo consumo de agua.* Los ministerios responsables de los sectores que utilizan el recurso hídrico reglamentarán en un plazo máximo de seis (6) meses la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo

consumo de agua para ser utilizados por los usuarios del recurso y para el reemplazo gradual de equipos e implementos de alto consumo.

Ver: Ley 508 de 1999

Artículo 16o.- *Protección de zonas de manejo especial.* En la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos con carácter prioritario por las entidades ambientales de la jurisdicción correspondientes, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación.

Parágrafo. Los recursos provenientes de la aplicación del artículo 43 de la ley 99 de 1993, se destinarán con carácter exclusivo al logro de los objetivos propuestos en la presente ley.

Ver: Ley 508 de 1999

Artículo 17o.- *Sanciones.* Las entidades ambientales dentro de su correspondiente jurisdicción en ejercicio de las facultades policivas otorgadas por el artículo 83 de la Ley 99 de 1993, aplicarán las sanciones establecidas por el artículo 85 de esta ley, a las entidades encargadas de prestar el servicio de acueducto y a los usuarios que desperdicien el agua, a los gerentes o directores o representantes legales se les aplicarán las sanciones disciplinarias establecidas en la Ley 200 de 1995 y en sus decretos reglamentarios.

Artículo 18o.- La presente ley rige a partir de la fecha de su expedición y deroga todas las demás normas que le sean contrarias.

El Presidente del Senado, Luis Fernando Londoño Capurro. El Secretario General del Senado, Pedro Pumarejo Vega. El Presidente de la honorable Cámara, Giovanni Lamboglia Mazzilli. El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes, Diego Vivas Tafur.

REPUBLICA DE COLOMBIA - GOBIERNO NACIONAL

Publíquese y ejecútese.

Dada en Santa Fe de Bogotá, D.C., a 6 de junio de 1997.

El Presidente de la República, **ERNESTO SAMPER PIZANO**. El Ministro de Desarrollo Económico, **ORLANDO JOSÉ CABRALES MARTÍNEZ**.

3. ESTADO DEL ARTE

En la agricultura y piscicultura se ha avanzado en los tema de recirculación de agua para sus procesos productivos.

Los sistemas de recirculación acuícola son un conjunto de procesos y componentes que se utilizan para el cultivo de organismos acuáticos, donde el agua es continuamente limpiada y re-utilizada. Los sistemas de recirculación o sistemas cerrados presentan como ventaja, el uso racional del agua ya que el volumen de recambio es menor a un 10% diario del volumen total del sistema. Este tipo de sistemas permite el monitoreo y control de los parámetros fisicoquímicos tales como: la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto, el dióxido de carbono, el potencial de hidrogeno (pH), la alcalinidad y los metabolitos como el nitrógeno amoniacal, los nitritos y los nitratos.

Los sistemas de recirculación de agua para cultivo de peces, desde la primera aplicación para salmones, siempre han estado detrás de los mismos objetivos: beneficios sanitarios, mejoras en la productividad y mayor control de la producción.

Las operaciones básicas en el repertorio de la recirculación han sido la separación sólido-líquido, la transferencia de gases (agregar O₂ y eliminar CO₂), la bio-conversión (en este caso transformar NH₃ en NO₃⁻, y en algunos casos NO₃ en N₂), la desinfección del agua para disminuir el riesgo de enfermedades, la transferencia de calor (tomar el control de la temperatura), y finalmente la impulsión y manejo hidráulico del agua a través de sistema de cultivo.

En ese sentido, este tipo de tecnología ha ido evolucionando afectando casi cada una de las operaciones que componen el sistema. Por ejemplo, se ha reconocido el valor de la mantención de bajos niveles de CO₂ en el agua de cultivo. Los primeros sistemas para salmones que se aplicaron tenían como objetivo no sobrepasar 20mg/L de CO₂ en el estanque de cultivo. Hoy este nivel no es aceptable, ya que genera problemas fisiológicos, mermas en crecimiento y es un factor de riesgo para

generar nefrocalcinosis especialmente en trucha. Este hecho ha requerido ajustar el diseño de los sistemas de recirculación para lograr niveles más bajos, y también ha motivado el desarrollo de nuevas aplicaciones tecnológicas algunas en aplicación y otras aún en investigación.

Uno de los impactos negativos ambientales es el mal consumo y despilfarro del agua el cual cada día es más difícil el abastecimiento de este para población y satisfacer las necesidades básicas en el sector de la construcción en los proyectos de infraestructura de vivienda multifamiliar en la obra o construcción del proyectos se genera un gran consumo de agua para dicha construcción y sus procesos.

Por esto se propone realizar un programa técnicamente eficiente para el ahorro y reúso del agua en los procesos industriales específicamente en el sector de la construcción en sus obras de vivienda.

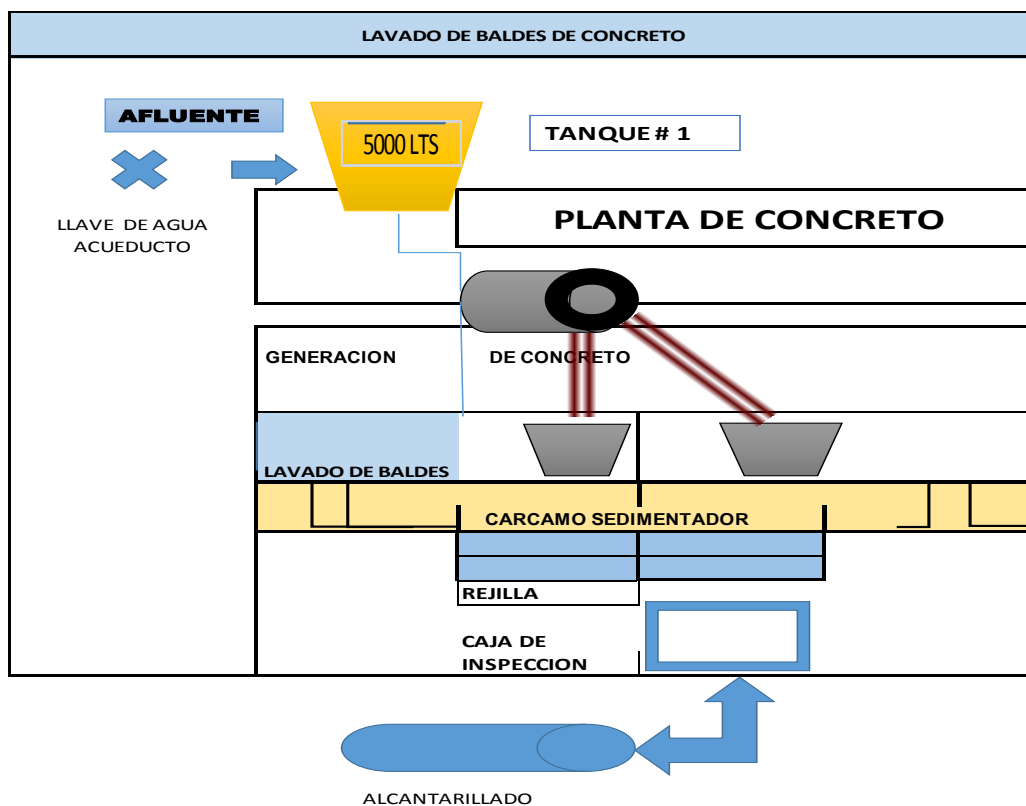
Actualmente en las obras de los proyectos de vivienda multifamiliar en sus plantas de concreto en la actividad de lavado de baldes de concreto cuentan con sistema de sedimentador, con el fin de asentar los residuos sólidos pétreos y aclarar el agua, la cual se dirige al alcantarillado y prevenir que se viertan sólidos al alcantarillado.

El sedimentador se construye en la salida del área de lavado de baldes y la actividad que se realiza es limpiar el sedimentador y extraer los residuos pétreos para acopiarlos en punto de acopio de residuos pétreos para después ser dispuestos como RCDS del proyecto y dar su disposición final de acuerdo a la ley 01115 de 2012 de acuerdo al PGIR de la empresa y cumplir ante la SDA y sus requerimientos legales, el agua se va directo al alcantarillado por otra parte en los proyectos de vivienda se realiza un gasto de agua en las necesidades básicas sanitarias de los trabajadores aproximadamente 200 trabajadores actividades de restaurante o casino el cual se requiere agua, además de las actividades del procesos constructivos como son la limpieza de madera para la fundida de placa, fundidas de placa como adherente del concreto y para las actividades curado de

muro para que cumplan las resistencias del concreto actividad que se genera por un periodo de tres días por muro durante el día.

Actualmente se ejecuta la actividad hasta el proceso de sedimentar los sólidos suspendidos en agua antes de verter al alcantarillado y se extraen los residuos dándoles disposición de RCDS. El cual se ve reflejado en el siguiente plano.

Figura 1. Lavado de baldes de concreto



SISTEMA DE RECIRCULACIÓN PARA AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN PROYECTOS DE OBRAS CIVILES CON PLANTA DE CONCRETOS

Este proyecto de estudio, diseño y construcción de un sistema de recirculación de agua en proyectos de obras civiles de vivienda multifamiliar con plantas de concreto se ejecuta con el propósito de realizar un ahorro y reusó de agua en sus procesos

o actividades laborales, saneamiento básico para trabajadores, ahorro económico
servicio público y cumplimiento con la legislación ambiental vigente

4. MARCO TEORICO

Recirculación es un concepto que proviene de circulación, un término que se refiere al proceso de circular. La circulación, por su parte, está asociada al movimiento, el tránsito o el tráfico, ya sea de vehículos, de divisas, de fluidos, etc.

El concepto de recirculación está vinculado a volver a impulsar la circulación de algo dentro de un mismo circuito o sistema. El aire, el agua y la sangre,

“sistema de reciclaje de agua para nuevamente dar un uso”

Captación de agua

La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable.

Sedimentador:

La sedimentación es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión y otras moléculas en disolución. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se deposite o precipite; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

La sedimentación o decantación consiste en la separación, por la acción de la gravedad de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del

agua y no pueden retenerse en las unidades de pretratamiento, por su finura o densidad, ni pueden separarse por flotación.

El objetivo de esta operación es la obtención no solamente de un efluente clarificado sino también de un fango cuya concentración sólidos permita su fácil tratamiento y manejo.

La sedimentación es utilizada para remover sólidos sedimentables y material flotante, así como separar los sólidos orgánicos e inorgánicos (decantación primaria), o también en separar la biomasa y los sólidos suspendidos del efluente tratado en los procesos biológicos (decantación secundaria).

Figura 2. Sedimentador, Vista en alzado

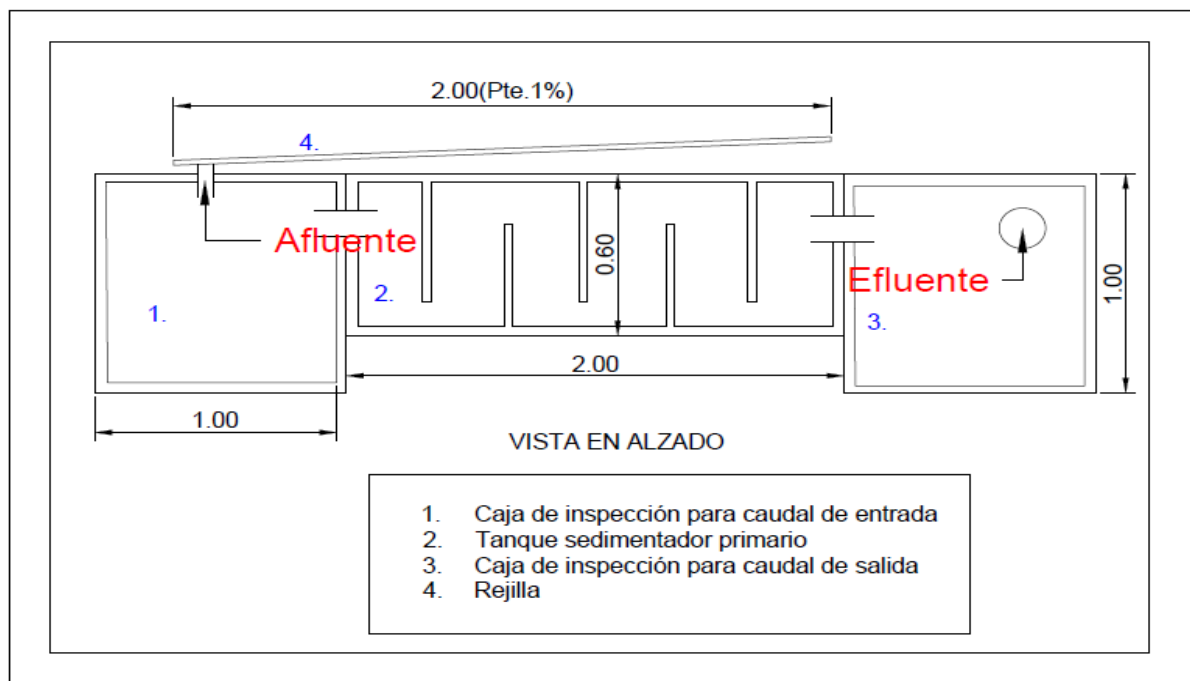


Figura 3. Sedimentador, Vista en planta



Bomba electrica

Figura 4. Bomba eléctrica



Tanques de almacenamiento

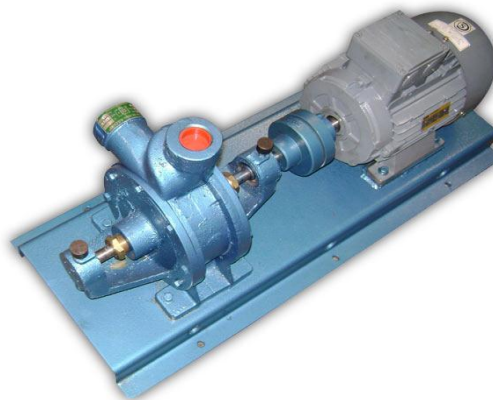
Capacidad 5000 litros

Figura 5. Tanque de almacenamiento



Bomba de inyección

Figura 6. Bomba inyección



Efluentes

Un efluente, en hidrología, corresponde a un curso de agua, también llamado distributivo, que desde un lugar llamado confluencia se desprende de un lago o río como una derivación menor, ya sea natural o artificial. Descarga de una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado hacia la red pública o cuerpo receptor.

Actividades para uso agua en el proyecto

Procesos de curado de muros es la humectación del concreto en todas sus partículas y poder dar resistencias requeridas y evitar agrietamientos o deformaciones del concreto

Humedecer el área de placas para fundir concreto se trata de limpieza de madera y se utiliza como adherente para las juntas o prolongaciones del concreto

Uso de necesidades básicas sanitarias para los trabajadores

Limpieza de llantas de volquetas

Humectación de vías y zonas comunes

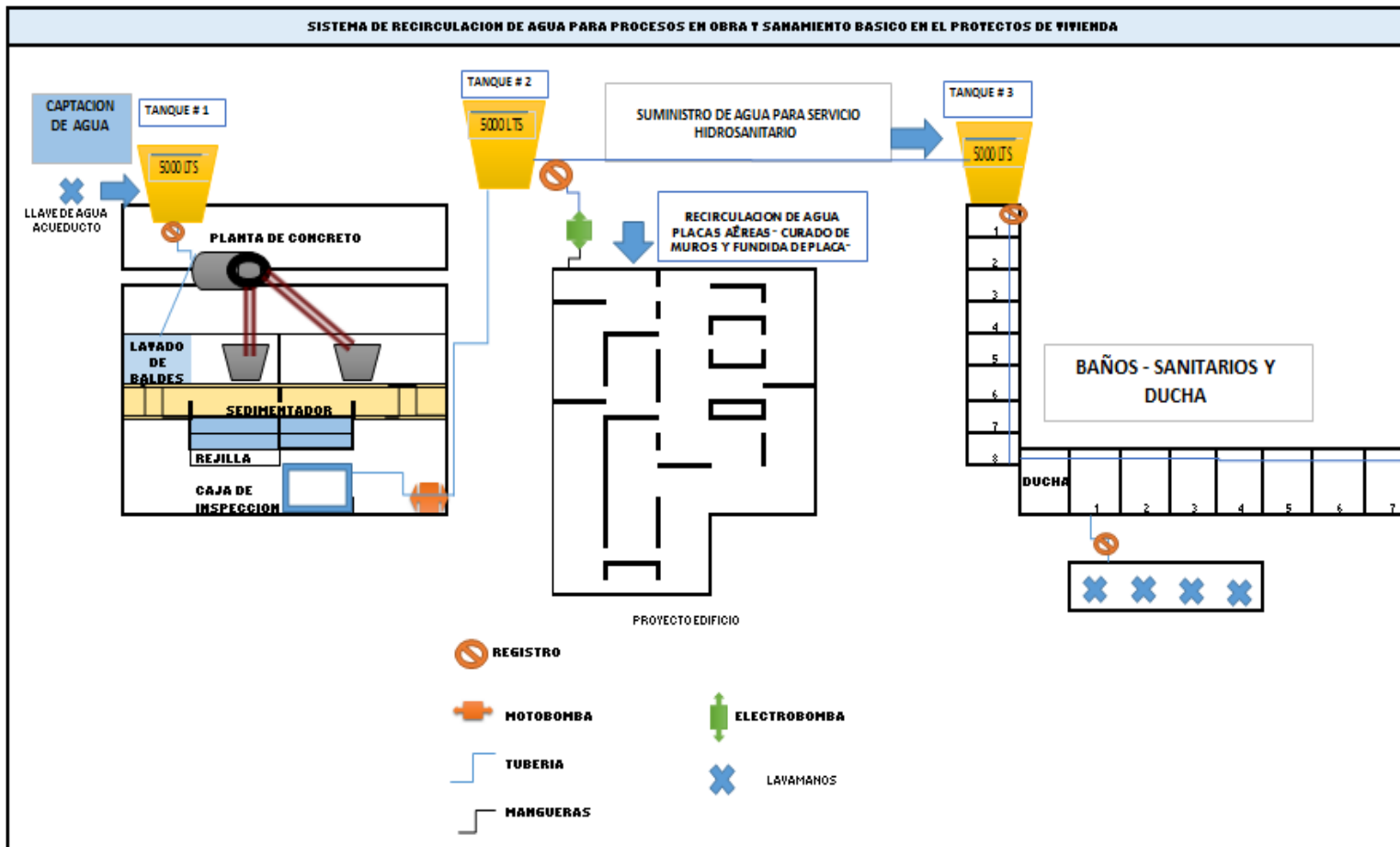
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los proyectos de vivienda con plantas de concreto se implementará un sistema de recirculación de agua para las actividades técnicas y de saneamiento básico se construirán obras civiles e hidrosanitarias en el proyecto con el objetivo de realizar un programa de ahorro y reúso de agua desde una de las actividades productivas de la obra y en las mismas instalaciones que se cuentan actualmente.

Actualmente en los proyectos cuentan con plantas de concreto para para la ejecución del mismo, en el proceso de lavado de baldes del concreto y uso de agua la cual es vertida al alcantarillado se procede a ejecutar la obra de un sedimentador con el objetivo de asentar los residuos los cuales son extraídos y clasificados como RCDS para dar sus disposición final de acuerdo a la normatividad vigente sólidos y aclarar el agua para que sea vertido en al alcantarillado, de acuerdo al desarrollo de este sistema de recirculación de agua y reúso del mismo recurso en la actividades técnicas como: curado de muros para la resistencia del concreto, fundida de placas como adherente entre tramo y tramo de fundida, actividades sanitarias del proyecto; 15 baños, 1 ducha y un lavamanos, actividades ambientales como: lavado de llantas y humectación de vías se procede a realizar las siguientes obras ya clarificada el agua en el efluente del sedimentador instalamos tubería para ser dirigida hacia una motobomba para fluir el agua a 1 tanques de almacenamiento de agua de 5000 litros que se instalaran en el punto de la entrada y salida de volquetas con un registro de salida para seguir fluctuando agua hacia el proceso de curado de muros y fundida de placas en el edificio el cual a medida de su altura se implementara un bomba inyectora para dar alcance a las placas aéreas del edificio desde ese mismo tanques de 5000 mil litros continua la tubería hacia otro tanque de almacenamiento de agua de 5000 litros el cual suministra el agua para las actividades sanitarias de los trabajadores del proyecto el cual consiste en drenar agua a cada sanitario de los baños de los trabajadores y hacia el lavamanos usos del recurso agua necesarios para la ejecución del proyecto y sostenimiento de las necesidades básicas de los trabajadores del proyecto.

Se realiza el siguiente mapa del diseño del sistema de recirculación de agua en los proyectos de vivienda.

Figura 7. Sistema de recirculación de agua para procesos en obra



6. ANALISIS ECONOMICO

PRESUPUESTO

Tabla 1. Listado de materiales con precio.

ITEM	MATERIALES	CANT	UNI	PRECIO \$	DESCRIPCION
1	TUBERIA Presion PVC 1"	79	MTS	395000	
2	TUBERIA Presion PVC 1/2"	24	MTS	68000	
3	MOTOBOMBA	2	UNI	336000	Alquiler 24 meses
4	ELECTROBOMBA	1	UNI	597000	VERTICAL 3HP INOX
5	REJILLA	1	UNI	300000	
6	CONCRETO	1.5	m3	390000	3000 PSI
7	TANQUES 5000 LTS	3	UNI	5270560	
8	REGISTROS	2	UNI	34000	
9	MANGUERA	120	MTS	120000	
10	LIMPIADOR	1/4.	GALON	35000	
11	SOLDADURA	1/4.	GALON	75000	
12	SEGUETA	1	UNI	2564	
13	MARCO DE SEGUETA	1	UNI	4200	
14	ESTOPA	1	PAQ	3000	
15	TEFLON	4	ROLLOS	14000	
16	FLOTADORES	2	3/4.	40000	
17	CODOS(UNIONES)	50	UNI	75000	
18	CHEQUE	2	UNI	42000	
TOTAL	\$ 6,405,324.0				

Consumo de 400 m³ aproximadamente por mes

Tabla 2.tarifas de factura para estrato 3 industrial.

TARIFAS DE FACTURA ESTRATO 3 INDUSTRIAL				
ACUEDUCTO	cargo fijo	1	9411,6	9411,6
	consumo	400 M3	3496,2	1398480
subtotal			12907,8	1407891,6

ALCANTARILLADO	cargo fijo	1	4659,15	4659,15
	consumo	400 M3	3026,15	1210460
subtotal			7685,3	1215119,15

TOTAL A PAGAR	2623010,75
----------------------	-------------------

FACTURA	VALOR / MES	MESES	TOTAL VALOR	
TOTAL A PAGAR	\$ 2,623,010.75	24	\$ 62,952,258.00	100%
CONSUMO	400	24	9600	

Tabla 3. Consumo de agua por actividades.

CONSUMO DE AGUA POR ACTIVIDADES				
GENERACION DE CONCRETO PLANTA		50%	60%	AHORRO CON SISTEMA DE RECICRCULACION
CASINO				
CAMPAMENTO				
LAVADO DE BALDES DE CONCRETO		10%		
AMBIENTALES	LAVADO DE LLANTAS	2%	40%	
	HUMECTACION DE VIAS			
SANEAMIENTO BASICO	SANIATRIOS	5%		
	DUCHA	1%		
	LAVAMANOS	5%		
PROCESO TECNICOS	CURADO DE MUROS	15%		
	FUNDIDA DE PLACAS	6%		
	LIMPIEZA DE MADERA PARA PLACA	6%		
CONSUMO		100%		

EL AHORRO DE AGUA 40% ES DE 160 M3 QUE EQUIVALEN A UN VALOR DE \$1,049,204 POR 24 MESES IGUAL A \$ 25,180,903.20 Y 3840 M3 DE AGUA EN UN PROYECTO

7. CONCLUSIONES

- Se genera un ahorro de agua del 40% con el sistema de recirculación
- Ejecutar un programa de uso eficiente y ahorro de agua en el sector económico de la construcción.
- Construcción de un sistema de ahorro y reúso de agua en proyectos de vivienda con plantas de concreto
- Ahorro económico del servicio público de acueducto en los proyectos de vivienda
- Reutilización del recurso hídrico en actividades productivas, ambientales y sanitarias del proyecto
- Gestionar el programa de ahorro y reúso de agua en PGIR de la empresa
- Cumplimiento legal de la empresa en la normatividad ambiental vigente y ante la autoridades ambientales

REFERENCIAS

1. **DANE.** *Cálculo piloto de la cuenta de flujos físicos del agua: Sectores industria manufacturera y hogares* . Colombia : Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2012.
2. **Constitucional, Corte.** *LEY 508 DE 1999. C-557-00; C-737-00; C-730-00,* Colombia : Sentencia Corte Constitucional 1165 de 2000, 2000.
3. **INGEOMINAS.** Bogotá D.C. Colombia : s.n., 2014.
4. **Congreso de Colombia.** Ley 373 de 1997. *Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.* 1997.
5. **2001, Resolución del Min. Ambiente 438 de.** *LEY 99 DE 1993.* Colombia : Resolución del Min. Ambiente 438 de 2001, 1993.

BIBLIOGRAFÍA

Congreso de Colombia. (1997). Ley 373 de 1997. *Programa para el uso eficiente y ahorro del agua*.

DANE. (2012). *Cálculo piloto de la cuenta de flujos físicos del agua: Sectores industria manufacturera y hogares*. Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

INGEOMINAS. (2014). Bogotá D.C. Colombia.

LEY 508 DE 1999, C-557-00; C-737-00; C-730-00 (Sentencia Corte Constitucional 1165 de 2000 2000).

LEY 99 DE 1993 (Resolución del Min. Ambiente 438 de 2001 1993).