

**DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA Y  
ENERGÍA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR  
RÍO FRÍO**

**SANDRA PAOLA CASTELLANOS SOLANO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA  
2015**

**DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA Y  
ENERGÍA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR  
RÍO FRÍO**

**SANDRA PAOLA CASTELLANOS SOLANO**

**Práctica Empresarial como requisito para optar  
Al título de Ingeniera Ambiental**

**Docente supervisor:  
ÁLVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA  
2015**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Ing. Gustavo Adolfo Mantilla Oviedo**  
**Tutor Empresarial**

**Ing. Álvaro Andrés Cajigas Cerón**  
**Tutor Académico**

---

**Evaluador**

---

**Evaluador**

**Bucaramanga, 2015**

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RÍO FRÍO</b> .....	<b>13</b>
4.1	GENERALIDADES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES “PTAR Río Frío” .....	13
4.1.1	<i>Tratamiento Preliminar</i> .....	14
4.1.2	<i>Tratamiento Primario</i> .....	14
4.1.3	<i>Tratamiento Secundario</i> .....	15
4.1.4	<i>Manejo de Subproductos Sólidos</i> .....	16
4.1.5	<i>Manejo de Subproductos Gaseosos</i> .....	16
4.1.6	<i>Beneficio Social</i> .....	17
4.1.7	<i>Proyecto Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)</i> .....	17
4.2	INVENTARIO DE PROCESOS Y ACTIVIDADES QUE DEMANDAN AGUA POTABLE Y ENERGÍA EN LA EMPRESA.....	18
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRÁCTICA</b> .....	<b>19</b>
5.1	IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS Y ELÉCTRICOS DE LA PTAR .....	19
5.2	REGISTRO Y ANÁLISIS DE COMPONENTES.....	24
5.2.1	<i>COMPONENTE HÍDIRICO</i> .....	24
5.2.2	<i>APARATOS ELÉCTRICOS Y FUENTES DE ENERGÍA</i> .....	30
<b>6</b>	<b>ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE AGUA Y ENERGÍA</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>PLAN DE CAPACITACIÓN</b> .....	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>PROGRAMAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGÍA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RÍO FRÍO</b> .....	<b>40</b>
8.1	PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA .....	40
8.2	PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA .....	44
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIORAFIA</b> .....	<b>52</b>

..... <b>Contenido de tablas</b>	
Tabla 1. Demanda de agua y energía en el sector 1.....	19
Tabla 2. Demanda de agua y energía en el sector 2.....	20
Tabla 3. Demanda de agua y energía en el sector 3.....	20
Tabla 4. Demanda de agua y energía en el sector 4.....	20
Tabla 5. Demanda de agua y energía en el sector 5.....	22
Tabla 6. Demanda de agua y energía en el sector 6.....	22
Tabla 7. Demanda de agua y energía en el sector 7.....	23
Tabla 8. Cantidad y tipo de aparatos sanitarios y de limpieza en la empresa .....	25
Tabla 9. Aforo promedio .....	26
Tabla 10. Cantidad y tipo de aparatos eléctricos y de fuentes de energía .....	30
Tabla 11. Equipos laboratorio.....	31
Tabla 12. Características .....	34
Tabla 13. Seguimiento .....	39
Tabla 14. Actividades .....	42
Tabla 15. Indicadores.....	43
Tabla 16. Actividades.....	46
Tabla 17. Indicadores.....	47

.....**Contenido de ilustraciones**

Ilustración 1. Tratamiento Preliminar. Cribado y desarenador.....	14
Ilustración 2. Reactores UASB.....	15
Ilustración 3. Laguna facultativa y canal venturi.....	15
Ilustración 4. Compostaje .....	16
Ilustración 5. Chimeneas y quemadores CH <sub>4</sub> .....	17
Ilustración 6. Capacitación temas ambientales.....	39

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE AHORRO USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGÍA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR RÍO FRÍO

**AUTOR(ES):** SANDRA PAOLA CASTELLANOS SOLANO

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR(A):** ÁLVARO ÁNDRES CAJIGAS CERÓN

### **RESUMEN**

La práctica empresarial se realizó con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Frío, empresa dedicada a tratar las aguas residuales domésticas generadas por la población de Floridablanca y la zona sur de Bucaramanga, sin embargo el trabajo se concentró en el diseño de los programas de ahorro y uso eficiente de agua y energía dentro de la misma. En el presente informe se muestran las actividades ejecutadas como practicante, acompañando en la formulación de los programas, análisis y evaluación de los aspectos críticos en los consumos de agua y energía, formulando alternativas que favorezcan la disminución de los mismos y estableciendo planes de capacitación en temas ambientales. Por último se encontrarán las conclusiones y las observaciones en los que se resume la experiencia vivida a lo largo de estos cuatro meses de práctica empresarial.

### **PALABRAS CLAVES:**

Actividades, Programas, Evaluación, Alternativas, Capacitación.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** DESIGN PROGRAM OF SAVING AND EFFICIENT USE OF WATER AND POWER PLANT IN WASTEWATER TREATMENT PTAR RÍO FRÍO

**AUTHOR(S):** SANDRA PAOLA CASTELLANOS SOLANO

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR:** ÁLVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN

### **ABSTRACT**

The business practice was performed with Plant Wastewater Treatment Rio Frio, dedicated to treat domestic wastewater generated by the population of Floridablanca and south of Bucaramanga area; however the work focused on designing programs saving and efficient use of water and energy within it. In this report the activities implemented as shown practitioner, accompanying the program formulation, analysis and evaluation of critical aspects in the consumption of water and energy, formulating alternatives that favor lowering them and establishing training plans environmental issues. Finally will be found the conclusions and observations in which the experience along these four months of business practice is summarized.

### **KEYWORDS:**

Activities, Programs, Evaluation, Alternatives, Training.

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con una gran riqueza natural dentro de la cual se encuentran los recursos hídrico y eléctrico que son indispensables para nuestra subsistencia en la medida que se sepan aprovechar con inteligencia y racionalidad. La importancia de estos recursos es apreciable desde tiempos atrás, ya que son el abastecimiento y consumo en todas las actividades del hombre, desde su quehacer doméstico hasta la transformación de bienes y servicios a nivel empresarial e industrial, por lo tanto, con el tiempo se ha observado que el uso irracional de los recursos ha causado una gran problemática ambiental, como pérdidas potenciales en la diversidad biológica, del recurso hídrico, atmosférico y erosión de suelos.

En busca de contribuir con la preservación y conservación de la calidad de los ecosistemas y de los respectivos recursos naturales y disminuir los impactos ambientales asociados a los recursos hídrico y eléctrico se realiza el diseño de los programas de ahorro y uso eficiente de agua y energía dentro de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Río Frío, enmarcado en La Ley 373/97 que establece que todos los usuarios del recurso hídrico, deben desarrollar un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua que contenga todos los proyectos y acciones que estas planeen emprender para garantizar la compatibilidad de su operación con la preservación del agua y el Decreto 2331 de 2007 el cual establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica.

Por ello, es necesario desarrollar un enfoque integrado del ahorro y uso eficiente del agua y energía, los cuales implique un análisis multidimensional, orientándose hacia acciones que tiendan a la reducción de la cantidad de agua y energía empleada en las diferentes actividades desarrolladas dentro de la planta, en la perspectiva de su sostenibilidad. Estos enfoques incluyen toda actividad que está relacionada con utilizar de una mejor manera los recursos, hacer más o lo mismo con menos cantidad, de esta manera tomar medidas que permitan usar menos en cualquier proceso o actividad que permita la conservación y el mejoramiento de los recursos. Además de lograr disminución de la intensidad energética y uso inadecuado del agua, disminución de los impactos ambientales, el mejoramiento de la calidad de vida y en el acceso a fuentes limpias y renovables.

## 1 JUSTIFICACIÓN

Resulta esencial el programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía debido al mal manejo y a la falta de mantenimiento que se ve reflejada en la corta vida de los equipos y sistemas dentro de la planta, además de los costos elevados en los servicios de agua y energía a causa de los nuevos procesos, pruebas de laboratorio y ajuste de unidades de tratamiento.

Cabe resaltar la importancia de este programa, como instrumento de apoyo el cual promueve la disminución de costos y uso eficiente del recurso hídrico y eléctrico, con el propósito de que todo el personal de la planta se desarrolle bajo principio de conservación y manejo adecuado de los recursos naturales y el medio ambiente.

Finalmente esta práctica empresarial es importante para mi formación profesional, ya que esta experiencia hará que ponga en práctica todos los conocimientos adquiridos durante mi plan de estudios. Esta práctica empresarial es de gran importancia para la Universidad Pontificia Bolivariana, ya que brinda el soporte a empresas a través de los estudiantes en temas relacionados con el medio ambiente.

## **2 ALCANCE**

Al culminar esta práctica empresarial en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Frío, se podrá contar con un programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía. El cual contará con la cartilla de educación ambiental para la capacitación acerca del uso racional de agua y energía con información y conocimientos básicos para la sensibilización de los mismos, siendo de fácil interpretación para todo el personal. Además de una metodología que busque la disminución de los consumos de agua y energía en las instalaciones de la PTAR-Río Frío permitiendo facilidad en la continuación normal de las labores y con material sobre las alternativas de uso eficiente y ahorro de agua y energía.

Por otro lado, el programa de ahorro y uso eficiente de agua y energía es una herramienta para efectuar un seguimiento en cuanto a la eficiencia de las medidas propuestas en el programa; también servirá de fuente de información para mejorar el contenido de futuros estudios que pudieran ser necesarios.

El programa contempla estrategias ambientales basadas en la producción más limpia (PML), que a su vez se encuentran enmarcadas dentro del esquema de mejoramiento continuo. En las cuales se establecen indicadores, mantenimientos preventivos y correctivos, programa de educación ambiental que requiere de la participación y compromiso de los empleados, actividades de seguimiento, soluciones de ayuda a zonas donde sea mayor el consumo de agua y energía, objetivos, metas de ahorro de agua y energía, presupuesto disponible, cronogramas para los programas de agua y energía.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Formular programas encaminados al ahorro y uso eficiente de agua y energía optimizando las buenas prácticas en el recurso hídrico y eléctrico en la parte administrativa, operativa y de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales Río Frío.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar las estadísticas de consumo de agua y energía dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales Río Frío.
- Evaluar los aspectos críticos en los que hay mayor consumo de agua y energía para el ahorro y uso eficiente de agua y energía.
- Plantear alternativas que favorezcan a la disminución del consumo de agua y energía en las actividades que se llevan a cabo dentro de la PTAR Río Frío.
- Establecer un plan de capacitación en temas ambientales, determinando las necesidades de formación en los diferentes puestos de trabajo.

## **4 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RÍO FRÍO**

La Empresa Pública de Alcantarillado de Santander EMPAS S.A ESP tiene como funciones principales la Prestación del Servicio Público de Alcantarillado en los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, así como la operación y el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “PTAR Río Frío”.

### **4.1 GENERALIDADES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES “PTAR Río Frío”<sup>1</sup>**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Río Frío es una de las obras de ingeniería más sobresalientes que se ha realizado en el marco del Plan Integral de Saneamiento Hídrico y Control pluvial de Bucaramanga y su Área Metropolitana (PISAB) y es la primera de las tres (o cuatro) previstas en el plan, que tiene por finalidad, garantizar el completo tratamiento de las aguas residuales domésticas y el saneamiento de las corrientes urbanas de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

La PTAR Río Frío trata las aguas residuales domésticas generadas por la población de Floridablanca y la zona sur de Bucaramanga, representada aproximadamente por 320.000 habitantes, en el año 2013.

Su diseño se inició en 1984, en el marco de un convenio de cooperación técnica con el gobierno de Holanda y la construcción de la primera fase terminó en 1992. Desde ese entonces la planta ha pasado por varias transformaciones y actualmente cuenta con cuatro (4) reactores biológicos (UASB) y una (1) laguna facultativa en funcionamiento, que le permiten una capacidad instalada de 550 L/s.

La PTAR es una sucesión lineal de unidades de tratamiento a través de las cuales las aguas residuales fluyen hidráulicamente por gravedad.

La sucesión está organizada en función del tipo de agua a tratar y de los contaminantes que se deben remover. Por esta razón y considerando que la mayor contaminación de las aguas residuales domesticas se debe al material orgánico, se adoptó un esquema de tratamiento biológico constituido en 3 fases: Tratamiento Preliminar, Primario y Secundario que permite la remoción de la carga orgánica en términos de DBO (Demanda biológica de Oxígeno).

---

<sup>1</sup> <https://www.empas.gov.co/component/content/article/14-general/14-conozca-el-proyecto-ptar-rio-frio.html>

#### 4.1.1 Tratamiento Preliminar

El tratamiento preliminar o pretratamiento de la PTAR está constituido por 3 unidades: rejillado grueso, rejillado fino y desarenador. Las dos primeras unidades retienen todo tipo de residuos sólidos mediante rejillas de 5 cm y 6 mm, luego de la limpieza mecánica de las rejillas este material es evacuado y enviado hacia el relleno sanitario municipal, mientras que en el desarenador se decantan eficazmente las arenas presentes en las aguas residuales.

#### Ilustración 1. Tratamiento Preliminar. Cribado y desarenador.



Fuente: Propia

#### 4.1.2 Tratamiento Primario

En la PTAR el tratamiento primario es de tipo biológico y se efectúa en estructuras conocidas como reactores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), término que se traduce como reactor anaerobio de flujo ascendente a través de un manto de lodos.

El principal evento que ocurre en los reactores es la degradación en ausencia de oxígeno de materia orgánica (proceso anaerobio) promovida por bacterias especializadas. En este tratamiento se logra una remoción de cerca del 70% de la carga orgánica contaminante, la acción enzimática de las bacterias promueve varias reacciones de degradación, siendo la más importante la formación de biogás como subproducto del proceso. En ese transcurso las bacterias crecen y se agrupan formando "flocs" que se depositan en el tercio inferior del reactor dando lugar al llamado manto de lodos responsable del proceso de biodegradación. Los lodos son retirados periódicamente y se depositan en lechos de secado.

## Ilustración 2. Reactores UASB



Fuente: Propia

### 4.1.3 Tratamiento Secundario

Con el fin de aumentar la remoción, el agua se conduce hacia unos estanques conocidos como lagunas facultativas donde se complementa la descontaminación por la acción conjunta de microorganismos que se adaptan al medio aerobio a nivel de superficie y al medio anaerobio en el fondo de los estanques.

Con este tratamiento se logra una remoción adicional de 10% a 15% y se consolida un total superior al 80%, límite establecido por la norma ambiental de vertimiento contenida en el decreto 1594 de 1984.

### Ilustración 3. Laguna facultativa y canal venturi.



Fuente: Propia

#### **4.1.4 Manejo de Subproductos Sólidos**

Los principales subproductos sólidos que se generan en el tratamiento de las aguas residuales domésticas son: los lodos de purga de los reactores UASB y las basuras retenidas en el tratamiento preliminar.

Los lodos, una vez deshidratados y retirados de los lechos son sometidos a un proceso de compostaje y utilizados como abono orgánico en los programas de reforestación que promueve la CDMB.

Por su parte las basuras y desechos del cribado son manejados técnicamente en el relleno sanitario municipal.

#### **Ilustración 4. Compostaje**



Fuente: Propia

#### **4.1.5 Manejo de Subproductos Gaseosos**

El biogás generado en los reactores UABS, el cual está compuesto por una mezcla de gases principalmente por Metano, y Dióxido de Carbono es extraído de las campanas de los reactores y conducido hacia un sistema de quemadores de piso o chimeneas, mientras que el Ácido Sulfhídrico (generador de olores indeseables), recogido en las cámaras de los sedimentadores de los UABS es enviado a un sistema de biofiltración.

La CDMB ha venido trabajando desde los inicio de la planta en actividades de investigación orientadas al aprovechamiento del biogás como un recurso energético renovable, mediante proyectos de transferencia de tecnología para la valorización del metano contenido en el biogás y para el control de las emisiones atmosféricas asociadas a la planta.

### **Ilustración 5. Chimeneas y quemadores CH<sub>4</sub>**



Fuente: Propia

#### **4.1.6 Beneficio Social**

El beneficio social que entrega la PTAR Río Frio a los habitantes de Floridablanca y el sur de Bucaramanga es directo, retiro de las aguas residuales domésticas de la cercanía sus residencias y mejoramiento de la calidad del Río Frio.

Otro de los beneficios que genera la Planta de Tratamiento es el desarrollo de actividades de educación ambiental mediante la atención de visitas técnicas de estudiantes de colegios y universidades de todo el país, líderes ambientales, madres comunitarias, personal del SENA y de institutos de promoción social además de los sectores industriales y residenciales de la zona de influencia de la PTAR.

De igual forma la PTAR ha servido paralelamente como centro de investigaciones en el campo del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas; ya que dentro de sus compromisos se encuentra desarrollar tecnología propia y capacidad de respuesta a la exigencia de lograr una verdadera integración con el medio ambiente.

#### **4.1.7 Proyecto Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)**

El objetivo general del proyecto consiste en Ampliar y Modernizar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Frío dentro del marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para el abatimiento de Gases Efecto Invernadero (GEI), a través de la optimización en la captura del biogás y el control de las emisiones atmosféricas asociadas a la PTAR.

Con la optimización del biogás se tendrá un nuevo panorama de disponibilidad de energía a bajo costo, que sugiere un proceso de modernización y optimización de la PTAR Río Frío permitiendo mejorar el esquema actual de tratamiento secundario con un proceso de aeración, mediante la generación de energía mecánica a partir del biogás, mitigar el impacto de olores desagradables con la implementación de un nuevo sistema de tratamiento y optimización en el manejo de los biosólidos.

#### **4.2 INVENTARIO DE PROCESOS Y ACTIVIDADES QUE DEMANDAN AGUA POTABLE Y ENERGÍA EN LA EMPRESA**

Con el fin de plantear un diagnóstico acertado se realizó el análisis de cuales procesos y actividades de la planta generan demanda de agua y energía para sus diferentes actividades, este análisis se realiza teniendo como base la Revisión Ambiental Inicial – RAI desarrollada por el Centro Nacional de Producción Más Limpia en el año 2010. A continuación se describen cada uno de los procesos y las diferentes actividades con las entradas y salidas más significativas para abordar la problemática ambiental sobre la demanda de recurso hídrico y eléctrico

La planta cuenta con siete (7) sectores distribuidos de la siguiente manera:

- SECTOR 1: corresponde a la caseta de vigilantes, subestación, caseta de medición de caudal, tratamiento preliminar, vestier y bodega.
- SECTOR 2: corresponde a la construcción del UASB 5, lechos de secado, mirtos, pilas de compost y UASB piloto.
- SECTOR 3: corresponde a la zona de modernización, campamento, lechos de secado vacíos, cuarto de almacenamiento y parqueadero.
- SECTOR 4: corresponde a toda el área administrativa.
- SECTOR 5: corresponde a la caseta de operadores y los UASB.
- SECTOR 6: corresponde al cultivo de mata de plátano.
- SECTOR 7: corresponde a la laguna facultativa y venturi.

## 5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRÁCTICA

### 5.1 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS Y ELÉCTRICOS DE LA PTAR

Con el fin de determinar el estado de las instalaciones que demandan agua y energía se llevó a cabo un registro de cada uno de los equipos en los sectores de la planta. A partir de esta información, se generó un diagnóstico del estado de las mismas.

De la tabla 1 a la tabla 7 se describe la demanda de agua y energía donde se encuentran las luminarias grandes para las noches, cámaras de vigilancia y puntos de agua potable que son usados para el lavado de las botas, riego de los jardines y uso del personal.

**Tabla 1. Demanda de agua y energía en el sector 1.**

<b>LUGAR</b>	<b>AGUA</b>	<b>ENERGÍA</b>
Caseta vigilantes	Inodoro Lavamanos	Computador Bombillos ahorradores Toma corrientes Aire acondicionado
Subestación	Llave para regar jardín	Transformadores Cajas eléctricas
Caseta de medición de caudal	-	Luminaria ahorradora
Tratamiento preliminar	Llaves para lavar rejillas Hidrantes	Motores Bombas
Vestier	Inodoros Duchas Lavaderos Lavamanos Llaves para lavar botas Duchas	Bombillos ahorradores Toma corrientes
Bodega	-	Bombillos ahorradores Dispensador de agua

**Fuente:** Propia

**Tabla 2. Demanda de agua y energía en el sector 2.**

<b>LUGAR</b>	<b>AGUA</b>	<b>ENERGÍA</b>
Construcción USB 5	Llave para uso del personal	Luminaria Toma corrientes
Lechos de secado	-	Luminaria
Mirtos	-	Luminaria
Pilas de compost	.	Luminaria
UASB piloto	Llave para uso del personal	Luminaria

**Fuente:** Propia

**Tabla 3. Demanda de agua y energía en el sector 3.**

<b>LUGAR</b>	<b>AGUA</b>	<b>ENERGÍA</b>
Zona de modernización	-	Luminaria
Campamento	Llave para uso personal	Toma corriente Herramientas eléctricas Luminaria
Lechos de secado vacíos	-	Luminaria
Cuarto de almacenamiento	Llave para lavar cuarto Hidrantes	Bombillos Toma corriente
Parqueadero	-	Luminarias

**Fuente:** Propia

**Tabla 4. Demanda de agua y energía en el sector 4.**

<b>LUGAR</b>	<b>AGUA</b>	<b>ENERGÍA</b>
Laboratorio	Llaves para lavado de instrumental Ducha	Aire acondicionado Nevera Tomas corriente Espectrómetro Termo reactor Bomba de vacío Balanza de precisión Balanza analítica PH metro Placa de calentamiento Mufla

		Oxiómetro Incubadora Destilador de agua Agitador magnético Monitor multigas Medidor de flujo Equipo multiparámetro
Sala de conferencia	-	Bombillos ahorradores Toma corriente Televisor DVD Aire acondicionado
Oficina coordinador	Inodoro Lavamanos	Computadores Aire acondicionado Teléfono fijo Impresoras Fax Dispensador de agua Bombillos ahorradores
Oficina jefe planta	Inodoro Lavamanos	Bombillos ahorradores Teléfono fijo Computadores Impresora Aire acondicionado Toma corriente
Baños	Inodoro Lavamanos Ducha Orinales	Toma corriente Bombillos ahorradores
Biblioteca	-	Bombillo ahorrador Toma corriente Aire acondicionado
Interventoría	Inodoro Lavamanos	Bombillo ahorrador Toma corriente Aire acondicionado
Cafetería	Lavaplatos	Bombillos ahorradores Toma corriente Nevera

		Hornos calentadores Cafetera
Dormitorio	-	Bombillos ahorradores Toma corriente
Oficina	Lavamanos Inodoro	Toma corriente Bombillos ahorradores Nevera
Oficina contratista	-	Toma corriente Bombillos ahorradores Computadores Impresoras Cafetera Horno microondas Nevera Telefono Aire acondicionado
Almacén	-	Bombillos ahorradores Ventilador Podadora

Fuente: Propia

**Tabla 5. Demanda de agua y energía en el sector 5.**

LUGAR	AGUA	ENERGÍA
Caseta operadores	Inodoro Lavamanos Lavaplatos	Nevera Toma corriente Bombillos ahorradores Nevera
Reactores UASB	Hidrantes	Bombas Toma corrientes Luminarias

Fuente: Propia

**Tabla 6. Demanda de agua y energía en el sector 6.**

LUGAR	AGUA	ENERGÍA
Matas de plátano	-	Luminaria

Fuente: Propia

**Tabla 7.Demanda de agua y energía en el sector 7.**

<b>LUGAR</b>	<b>AGUA</b>	<b>ENERGÍA</b>
Laguna	-	Luminaria
Caseta venturi	-	Toma corriente Bombillo ahorrador Bomba

**Fuente:** Propia

A partir de la información recaudada se lleva a cabo un análisis cualitativo de los componentes en cada uno de los sectores para poder determinar de esta manera cuales son los puntos que se encuentran en mal estado y que pueden generar pérdidas de agua y energía.

Como se aprecia en las tablas el 100% de las actividades y procesos al interior de la empresa descritos corresponden al consumo de agua potable, puesto que existen otros puntos de agua que corresponden a agua residual que no se ha usado durante más de un año aproximadamente, presentando residuos de lodos y solamente funcionan cuando se hace bombeo, además en la mayoría de estos puntos la grifería no está completa, hacen falta mariposas, tubos y algunas partes se encuentran oxidadas. Cabe resaltar que este tipo de agua no es apta para el consumo humano. Que todos los hidrantes dentro de la planta se encuentran oxidados y algunos no tienen todas sus tapas completas y las cámaras de vigilancia que en su totalidad son 16 dentro de toda la planta 10 de ella no funcionan.

En el sector uno el 90% de los puntos de agua potable y energética requiere de un mantenimiento periódico para que de esta manera no se deterioren tanto y tengan una vida útil más prolongada, además de evitar averías, cortos eléctricos o problemas que puedan dañar cada uno de los dispositivos. Se requiere de mejor organización en cuanto a cableados que se encuentran dispersos ya que estos pueden ocasionar daños eléctricos, corto circuitos o que algún empleado tropiece con él. Cambio de algunos cables que se encuentran deteriorados y dañados. Parte de las cajas eléctricas y farolas se encuentran con algo de deterioro y oxido, lo cual se recomendaría un mantenimiento periódico para evitar estos daños en sus estructuras.

Se observa en el sector dos el 20% de las luminarias se encuentran averiadas, no cuentan con bombilla y algunos cables están cortados.

En el sector tres se encuentra un posta caído con farola que no está en funcionamiento y con puntos de agua potable que se encuentran enterrados debido a remodelación para la construcción de la nueva fase de la planta.

Dentro del sector cuatro el consumo en el laboratorio del agua se debe al lavado de instrumental y equipos que lo requiere. Y los equipos que requieren de energía no permanecen conectados todo el tiempo, solo cuando se requiere su uso. Se requiere un mantenimiento y limpieza a los puntos de conexiones eléctricas, a los equipos y dispositivos como lo son el aire acondicionado, los computadores, los hornos, las neveras, televisores, impresoras, teléfonos, todo el cableado. Además de algunas luminarias que requieren mantenimiento e inspección para ser cambiadas las que se encuentran dañadas, las que presentan malas conexiones con el cableado. Dentro del laboratorio y la cocina presentan dos tomacorrientes con circuito y quemado.

En el sector cinco en el pozo de distribución se presenta un tomacorriente deteriorado al igual como un interruptor con cableado peligroso con tapa plástico que puede generar daño al personal dentro de la planta y generar daño eléctrico para la bomba. Además se necesita mantenimiento en las luminarias que están dentro de las mini casetas al lado de los UASB. El posta que se encuentra frente a la bodega no funciona, este posta tiene el cableado cortado.

No se presenta ninguna observación para el sector seis y el sector siete,

## **5.2 REGISTRO Y ANÁLISIS DE COMPONENTES**

Una vez identificados todos los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable y de energía de la planta se realiza una descripción detallada de cada uno de los dispositivos eléctricos y puntos de consumo para así poder determinar los puntos de mayor consumo.

### **5.2.1 COMPONENTE HÍDRICO**

#### **5.2.1.1 BATERÍAS SANITARIAS Y ELEMENTOS DE LIMPIEZA**

En la tabla 8 se describen los dispositivos que requieren del uso de agua potable y su capacidad. Más adelante en la tabla 9 se encuentra el consumo de estos dispositivos.

**Tabla 8. Cantidad y tipo de aparatos sanitarios y de limpieza en la empresa**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO</b>	<b>CAPACIDAD</b>
Inodoro convencional	10	Cisterna	6 litros
Inodoro ahorrador	7	Fluxómetro de palanca	n/a
Orinales	4	Fluxómetro de palanca	n/a
Lavamanos	11	Perilla	n/a
Lavamanos ahorradores	6	Temporizador	n/a
Lavaplatos	3	Perilla	n/a
Llaves de agua potable	18	Mariposa	n/a
Lavaderos	4	Concreto	50 litros
Duchas	6	Clásica	n/a
Duchas ahorradoras	2	Ahorradoras	n/a
Tanque de almacenamiento	2	Redondo	500litros

**Fuente:** Propia

Se poseen algunas llaves que no poseen sistemas ahorradores, como las llaves de agua potable, lavaplatos, algunos lavamanos, sin embargo, se comprende que para las labores de limpieza y aseo se requiere abundante agua y la facilidad en la salida del agua en dichos elementos.

De los inodoros convencionales solo se usan el 60% de ellos puesto que los restantes se encuentran dentro de oficinas y no son usados ya que prefieren hacer uso de los baños donde se encuentran los inodoros ahorradores. Y de los inodoros ahorradores solo funcionan el 90% ya que uno de ellos que se encuentra en el baño de las mujeres está dañado y presenta fugas, generando mayor consumo de agua. Al igual que los inodoros convencionales no todos los lavamanos y las duchas se usan. En el caso de las duchas clásicas que son usadas por el personal obrero se usa el 50% de ellas y de las duchas ahorradoras no se hace uso consecutivo de ellas ya que solo se usa por la señora del aseo no todos los días.

En los lavaplatos ubicados dentro de la planta el que mayor uso se hace es el de la cafetería, correspondiente al 10%, debido a que todos los empleados que llevan sus comidas en sus respectivos recipientes hacen uso de ello para lavarlos y los lavaderos ubicados en los vestieres son usados diariamente por el personal para el lavado de la dotación que se le da, ya que no pueden llevar estas prendas para ser lavadas en casa puesto que presentan peligro por los tóxicos aprendidos dentro de la planta por su labores. Las llaves de agua potable hacen referencia a aquellos que se usan para el riego de las plantas, el lavado de las botas, los instrumentales de aseo.

Para finalizar el 50% de los tanques de almacenamiento ubicado en el sector administrativo olvidan cerrar las llaves y esto hace que se comience a regar el agua que está recolectando ya que está totalmente lleno.

### 5.2.1.2 AFORO PUNTOS DE AGUA POTABLE DENTRO DE LA PTAR RÍO FRÍO

En la tabla 9 se describe el aforo realizado de los puntos de agua potable en los sectores de la planta cada ocho días y se tabulo un promedio general.

**Tabla 9. Aforo promedio**

DISPOSITIVO	CANTIDAD	CAUDAL (l/s)	TIEMPO MÁXIMO DE OPERACIÓN (seg)	VECES AL DÍA	CONSUMO TOTAL (l/pna*día)
<b>SECTOR 1</b>					
<b>CASETA VIGIANTES</b>					
Lavamanos	1	0,14	20	4	11,2
Inodoro	1	10	-	3	30
<b>BAJANDO DE LA CASETA</b>					
Punto agua potable	1	0,3	300	1	90
Punto agua potable	1	0,34	120	1	40,8
Punto agua potable	1	0,23	60	2	27,6
<b>CRIBADO</b>					
Punto agua	1	0,29	420	46	5602,8

potable					
Punto agua potable	1	0,29	300	44	3828
<b>VESTIER</b>					
Punto agua potable	1	0,26	60	4	62,4
Punto agua potable	1	0,225	60	3	40,5
Punto agua potable	1	0,235	60	3	42,3
Lavamanos	1	0,16	20	3	9,6
Lavamanos	1	0,16	20	3	9,6
Inodoro	3	10	-	3	90
Lavadero	1	0,3	300	1	90
Lavadero	1	0,3	300	1	90
Lavadero	1	0,28	300	1	84
Lavadero	1	0,3	300	1	90
Ducha	4	10	7min	1	280
Orinal	2	0,5	-	3	3
<b>SECTOR 3</b>					
<b>CAMPAMENTO</b>					
Punto agua potable	1	0,225	180	2	81
Punto agua potable	1	0,15	120	2	36
Punto agua potable	1	0,32	60	3	57,6
<b>CUARTO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS</b>					
Punto agua potable	1	0,31	120	2	74,4
<b>SECTOR 4</b>					
<b>LABORATORIO</b>					
Lavamanos	1	0,15	60	2	18
Lavamanos	1	0,3	60	1	18
Punto agua potable	1	0,13	60	1	7,8
Ducha de emergencia	1	7	5min	1	35

UNIDAD SUPERVISORA					
Punto agua potable	1	0,235	60	3	42,3
BAÑOS					
Lavamanos	1	0,087	20	3	5,22
Lavamanos	1	0,087	18	3	4,698
Lavamanos	1	0,087	22	2	5,742
Lavamanos	1	0,087	20	3	5,22
Lavamanos	1	0,087	18	3	4,698
Lavamanos	1	0,087	22	2	5,742
Inodoro	7	3,75	-	3	78,75
Ducha	1	10	6min	1	60
Ducha	1	10	4min	1	40
Orinal	2	0,5	-	3	3
CAFETERIA					
Lavaplatos	1	0,09	120	2	21,6
Lavaplatos	1	0,08	120	0	0
OFICINA 1					
Lavamanos	1	0,15	20	3	9
Inodoro	1	10	-	3	30
Ducha	1	10	4	0	0
Punto agua potable	1	0,24	120	1	28,8
INTERVENTORIA					
Inodoro	1	10	-	2	20
Lavamanos	1	0,13	20	2	5,2
OFICINA COORDINADOR 1					
Inodoro	1	10	-	2	20
Lavamanos	1	0,14	20	2	5,6
OFICINA COORDINADOR 2					
Inodoro	1	10	-	2	20
Lavamanos	1	0,16	20	2	6,4
OFICINA OPERADOR					
Inodoro	1	10	-	3	30
Lavamanos	1	0,16	20	3	9,6
SECTOR 5					
UASB's					
Punto agua	1	0,34	120	1	40,8

potable					
<b>CASETA OPERADOR</b>					
Punto agua potable	1	0,23	120	2	55,2
Lavaplatos	1	0,07	30	1	2,1
Lavamanos	1	0,15	20	2	6
Inodoro	1	10	-	3	30
<b>SECTOR 7</b>					
<b>UASB PILOTO</b>					
Punto agua potable	1	0,28	600	1	168

**Fuente:** Propia

Según lo analizado en la tabla 9 los tres puntos más críticos con mayor consumo de agua dentro de la planta corresponde a los sectores 1 con un consumo de 10757 litros al día, esto debido gran parte a que en el cribado cuando usan el agua para el lavado del mismo, se gasta aproximadamente 2401,2L teniendo en cuenta que se lava cada 30 minutos en un tiempo de 3min, es decir, 46 veces el día. Además para el lavado de las botas, en un tiempo de 2 minutos gastan 81,6 litros, si las lavan dos veces al día. Y de que en este sector se encuentran los vestieres donde están las duchas y los lavaderos que hacen un consumo 891,4 litros al día.

Al sector 4 correspondiente a la zona administrativa que realiza un consumo de agua al día de 503,37 litros debido al uso de los baños ya que al día se consumen 200 litros de agua aproximadamente y del laboratorio con 80 litros aproximadamente para el lavado de los elementos y equipos del mismo. Y al sector 3 donde se encuentra el campamento y debido a que se está realizando la construcción de la segunda fase de la planta de tratamiento se requiere para el lavado de materiales, lavado de botas y uso del personal unos 249 litros al día.

Y el sector que menos consume agua, corresponde al sector cinco con 134,1 litros ya que lo usan para el lavado de manos y uso del baño.

## 5.2.2 APARATOS ELÉCTRICOS Y FUENTES DE ENERGÍA

En la tabla 10 se describen todos los equipos, dispositivos eléctricos.

**Tabla 10. Cantidad y tipo de aparatos eléctricos y de fuentes de energía**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIPO	CAPACIDAD
Aire acondicionado	11	LG	1350w/h
Bombillo	24	Ahorrador	25wattios
Modem	8	Router	10w/h
Computadores escritorio	11	LG	300-360w/h
Computador portátil	11	Varios	65w/h
Caja eléctrica	12	-	-
Transformador	2	-	-
Luminarias	99	Ahorradores	30w/h
Cámara de vigilancia	16	-	7w/h
Farolas	82	-	400w/h
Dispensador de agua	3		5w/h
Televisores	2	42"	240w/h
Horno calentador	2	Industrial	790w/h
Horno microondas	1	LG	1000w/h
Impresoras	2	Grandes	570w/h
Impresoras	2	Pequeñas	495w/h
Teléfono fijo	2	Cable	32w/h
Teléfono fijo	1	Inalámbrico	25w/h
Reproductor de video	1	LG	30w/h
Nevera	1	Grande	760w/h
Nevera	2	Mediana	500w/h
Nevera	2	Pequeña	350w/h
Cafetera	2	-	540w/h
Ventilador	1	Mediano	288w/h

**Fuente:** Propia

Es evidente que la zona con más consumo de energía dentro de la planta corresponde al suministrado por las bombas ya que éstas requieren de gran energía para el tratamiento de agua residual. Encontrado en el ítem 5.2.2.2. correspondiente a las bombas sumergibles.

Otra de las zonas de mayor consumo energético se debe a la zona administrativa con todos los aparatos eléctricos que se mantiene encendidos durante la jornada laboral y entre ellos se encuentran los aires acondicionados correspondientes a 14850w/h, los computadores 3960w/h y los equipos del laboratorio ítem 5.2.2.1. El 90% de los dispositivos ubicados dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales requieren de un mantenimiento periódico y un uso adecuado de los mismos ya que se está consumiendo más energía de lo habitual. Un ejemplo de ello son algunas oficinas que tienen aire acondicionado y como ya es sabido al dejar las puertas abiertas por donde pueda escapar este aire hace un mayor consumo de energía ya que lo requiere. Además que dos de los aires acondicionados que hay dentro de la empresa está presentando fallas.

El 50% de los computadores tanto de escritorio como portátiles no se usan todo el tiempo, sin embargo no los apagan, para hacer uso indebido de energía. Al igual que los dispensadores de agua ya que permanecen conectados y no están siendo usados debido a que eventualmente no hay agua en los botellones. En toda la empresa cuentan 100% de bombillas y luminarias ahorrador, de las cuales 10 luminarias se encontraban dañadas, pero al finalizar la práctica esta fueron cambiadas. Y en cuanto a las farolas 3 de ellas 3 no funcionan.

### 5.2.2.1 EQUIPOS DE LABORATORIO

A continuación en la tabla 11 se presentan los equipos con los que cuenta el laboratorio de la planta, lo cual contiene el tipo de corriente, voltaje, tiempo máximo de duración y algunas observaciones. Los equipos que requieren de energía no permanecen conectados todo el tiempo, solo cuando se requiere su uso.

**Tabla 11. Equipos laboratorio**

<b>EQUIPO</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>TIEMPO MÁXIMO DE OPERACIÓN CONTINUA (h)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Espectrómetro	Monofásica Alternativa	110 / 120	6	El equipo evidencia desgaste y uso considerable

NOVA 60	Directa			cual significa que su vida útil se está terminando.
Termo reactor TR320	Monofásica Alterna	110	2	Evitar picos y cambios fuertes de corriente
Bomba de vacío	Monofásica Alterna	110	1	-
Balanza de precisión	Monofásica Alterna	110	8	-
Balanza analítica	Monofásica Alterna	110	4	-
Plancha de calentamiento	Monofásica Alterna	110 / 115	4	-
Estufa universal	Monofásica Alterna	110 / 115	24	-
Autoclaves 25L	Monofásica Alterna	110 / 115	1	-
Oxiómetro	Directa	-	1	-
pH metro MOD 330	Directa	-	8	-
Mufla M-9.5	Trifásica Alterna	220	1	-
Incubadora	Monofásica Alterna	110 / 115	48	-
Baño serológico	Monofásica Alterna	110 / 115	2	-
Molinete universal	Directa	-	-	-

Destilador de agua	Trifásica Alterna	220	8	-
Agitador magnético	Monofásica Alterna	110 / 115	6	-
Monitor multigas ITX	Directa	-	-	-
Analizador fluorescente API	Monofásica Alterna	110	15 días	-
Medidor de flujo FCI	Monofásica Alterna	110	Permanente	-
Equipo multiparametro HACH SERIE: 110800058695	Alterna Directa	-	8	-
Equipo multiparametro HACH SERIE: 101200048998	Alterna Directa	-	8	-
Equipo multiparametro HACH SERIE: 1007000 44279	Alterna Directa	-	8	-
Analizador automático de H <sub>2</sub> S TELEDYNE SERIE: 1423	Alterna	100-125	-	-

**Fuente:** Propia

Es clave resaltar que dentro de la zona administrativa este sería uno de los lugares donde hay mayor consumo de energía debido a los equipos del laboratorio dependiendo del tipo de análisis de muestras que se realice los aparatos requieren

estar encendidos un tiempo prolongado como es el caso de las neveras, destilador de agua, la estufa universal, la incubadora entre otros. Algunos equipos requieren de calibraciones y mantenimiento.

### 5.2.2.2 BOMBAS SUMERGIBLES Y CENTRIFUGAS DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR – RÍO FRÍO

Dentro de las planta se encuentran diferentes tipos de bombas de las cuales solamente se hace una descripción de ellas para tener información que se llegue a necesitar.

- **BOMBAS SUMERGIBLES BARNES:**

Actualmente se encuentran 2 ubicadas en la bodega/Almacén; pendiente revisión para ver estado.

Características:

- ✓ Presiones hasta de 35 mca (Metros de columna de agua)
- ✓ Caudales hasta de 1.700 gal/min (Galones por minuto)
- ✓ Motores eléctricos monofásicos y trifásicos con potencias desde 1/3 HP hasta 30 HP

**Tabla 12. Características**

Descarga	Potencia (hp)	Voltaje (v)	Velocidad (rpm)	Amperaje 115v	H máx (mca)	Q máx (gpm)	Peso
2"	0,4	110	1,750	9,5	8	95	G

Fuente: Propia

- **BOMBA CENTRIFUGA HALBERG NOWA:**

Se encuentran activas 2 bombas, motor siemens recién reparadas; ubicadas en la caseta del Venturi.

Características:

- ✓ Caudal máximo de 1300 m<sup>3</sup>/h.
- ✓ Altura máxima de 140 metros.
- ✓ Velocidad máxima de 3600 rpm.
- ✓ Potencia superior a 120 HP

- **BOMBA SUMERGIBLE FLYGT:**

En la planta actualmente se encuentran trabajando activas y recién reparadas 4 bombas flygt.

Características:

- ✓ Caudal máximo de 2700 lps.
- ✓ Potencia máxima hasta 560kw
- ✓ Motor puede realizar hasta 15 arranques por hora

Ubicadas en:

- UASB 1.
- Laguna/Catamarán
- UASB 3.
- UASB 4.

- **BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO:**

En funcionamiento activo se encuentran 7.

Características:

- ✓ Caudal hasta 1600 l/min
- ✓ Altura manométrica hasta 25m
- ✓ Potencia 1.1 kW y 1.5 HP

Ubicadas en:

- Canal desarenador
- Pozo 3
- Pozo freático UASB 3.
- Pozo 6
- Bodega/almacén tres (3)

## **6 ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE AGUA Y ENERGÍA**

Para la disminución consumo de agua y energía de la planta se propone hacer uso de producción más limpia y una de las soluciones que propone es el uso racional de los recursos en los que encontramos el agua y la energía y el uso de materiales menos nocivos para el ambiente. De este modo la reducción en el origen es una de las alternativas menos costosas y que genera rentabilidades atractivas y bajos niveles de inversión. Esta alternativa, por incluir el mejoramiento de los procedimientos de operación y las denominadas buenas prácticas productivas, genera menos impactos negativos ambientales.

Donde encontramos las siguientes prácticas:

- Cambios de tecnología: modificar sistemas obsoletos o costosos por tecnologías adecuadas donde la inversión es recuperada en corto plazo, por el ahorro de los recursos y/o mejoramiento de la productividad. Estos cambios generan beneficios ambientales debido a que el uso más eficiente de los mismos tiene como consecuencia una disminución en la cantidad de consumo. En este caso cambio de inodoros y lavamanos convencionales por ahorradores. Los equipos que están viejos y dañados o repararlos.
- Cambios en las prácticas de operación: la aplicación de buenas prácticas dentro del manejo de los recursos en la empresa se basa en la aplicación de una serie de procedimientos destinados a mejorar la manera adecuada de usar cada uno de los equipos y aparatos destinados al uso de agua y energía además de optimizar las actividades y promover la participación del personal en actividades destinadas a lograr la minimización de los recursos. Dentro de estas prácticas se incluyen capacitación o uso de incentivos, las medidas de prevención de pérdidas y las mejoras en los procedimientos como la implantación de sistemas de documentación adecuados, la optimización del manejo y almacenamiento de materias primas, el control de inventarios entre otros.

Como ejemplos de buenas prácticas de operación se pueden mencionar las siguientes:

- Capacitación permanente del personal sobre condiciones del proceso, manejo de equipos, uso eficiente de los recursos hídricos y eléctricos.

- Uso de incentivos al personal, no sólo de tipo monetario. Los empleados se comprometen más con la aplicación de medidas de prevención si saben que obtendrán algún beneficio, directo o indirecto, o un reconocimiento por su desempeño.
- Desarrollo de manuales de operación y procedimientos, incluyendo desde listas de verificación o figuras de llamado de atención para los operarios, hasta manuales para el personal profesional, con el fin de clarificar y/o modificar operaciones del proceso para aumentar la eficiencia y controlar las pérdidas.
- Optimización de los programas de producción y mantenimiento preventivo de los equipos, con el fin de evitar accidentes, escapes, derrames y/o falla de éstos. Ello incluye el chequeo y revisión de bombas, válvulas, empaques, estanques de retención, filtros, equipo de seguridad, equipos eléctricos, luminarias entre otros.
- Mantener cerradas las puertas cuando el aire acondicionado esté funcionando. Reduciendo también al mínimo posible los espacios por donde puede escapar aire frío.
- Realizar mantenimiento periódico todos los equipos tanto de consumo eléctrico como hídrico, quite el polvo y el moho.
- Optimización del consumo de bombas, existe un importante ahorro cuando las bombas de agua trabajan en su punto óptimo de operación. Los excesos de consumo de energía eléctrica en un sistema de bombeo se deben a caídas directas de presión y/o aumentos del flujo en la bomba, que se presentan cuando ésta trabaja fuera del punto óptimo de operación.

## 7 PLAN DE CAPACITACIÓN

- **OBJETIVO:** CAPACITAR Y SENSIBILIZAR A TODOS LOS EMPLEADOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RÍO FRÍO EN LOS TEMAS AMBIENTALES, ESPECIALMENTE SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y ELÉCTRICOS.

- **METAS**

**Meta 1:** Para el año 2015 se capacitará a todo el personal de la empresa que actuarán como líderes en el ahorro de estos recursos.

**Nombre del Indicador:** Número de líderes capacitados en temas ambientales.

**Fórmula de cálculo del Indicador:** Número de líderes capacitados en temas ambientales, especialmente agua y energía.

**Meta 2:** Para el año 2015 se sensibilizará al 100% del personal de la empresa con mínimo tres campañas en los temas ambientales, especialmente agua y energía.

**Nombre del Indicador:** Número de campañas de sensibilización realizadas.

**Fórmula de cálculo del Indicador:** Número de campañas de sensibilización realizadas.

- **ASPECTO AMBIENTAL**

MANEJO EFICIENTE DE LOS RECURSOS

- **PROGRAMA**

CAPACITACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES ESPECIALMENTE AGUA Y ENERGÍA

- **ACTIVIDADES**

1. Programar y realizar capacitación en recursos de agua y energía.
2. Programar y realizar tres campañas de sensibilización a todo el personal de la planta de tratamiento de aguas residuales.
3. Expedir comunicaciones con recomendaciones generales para cada uno de los programas que permitan sensibilizar a todo el personal de la entidad.

- **SEGUIMIENTO**

En la tabla 13 se presenta el seguimiento a realizar en el plan e capacitación.

**Tabla 13. Seguimiento**

<b>NUMERO DE ACTIVIDADES PROPUESTAS</b>	<b>CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES</b>	<b>%DE EJECUCIÓN</b>	<b>CUMPLIMIENTO DE LAS METAS</b>
3	1	33.33	Capacitación: 100% Campañas: 33.33%

**Fuente:** Propia

El objeto del plan no se cumplió a cabalidad puesto que solo hubo una sola capacitación de tres previstas, esto ocurrido debido a que no se podía dejar a los empleados obreros sin realizar las labores que ya se encontraban programadas. Sin embargo la capacitación llevada a cabo se cubrió a cabalidad con el uso eficiente de agua y energía dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales rio frio sensibilizando sobre la importancia del buen uso de los recursos y cuidado del medio ambiente

**Ilustración 6. Capacitación temas ambientales**



**Fuente:** Propia

## **8 PROGRAMAS DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGÍA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RÍO FRÍO**

### **8.1 PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar e Implementar alternativas para el ahorro y uso eficiente de agua en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Frío.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del consumo de agua en la PTAR Río Frío.
- Identificar y aplicar tecnologías que permitan el ahorro del agua sin afectar el normal desempeño de las actividades.
- Monitorear y controlar el consumo de agua.
- Capacitar a los trabajadores, contratistas, administrativos y visitantes acerca del ahorro y uso eficiente del agua.
- Establecer prácticas sostenibles en el tema de interés.

#### **NORMATIVIDAD**

- Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Renovables y Protección del Medio Ambiente.
- Decreto 1541 de 1978: Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
- Decreto 2858 del 13 de octubre de 1981: Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.
- Decreto 1594 de 1984: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

## **ALCANCE**

Aplica a todas las actividades desarrolladas en la PTAR Río Frío por los trabajadores, contratistas, administrativos y visitantes y que para su ejecución requieren consumo de agua potable.

## **DEFINICIONES Y/O ABREVIATURAS**

Ahorro y uso eficiente del agua: contiene tres aspectos importantes: el uso, la eficiencia y el agua. El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a través de alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar. La eficiencia tiene implícito el principio de escasez que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género.

Demanda de agua: se refiere a la necesidad que tiene el proyecto de abastecerse de este recurso durante las actividades propias de servicio y funcionamiento de sus instalaciones

Recurso natural: Bienes materiales y servicios que proporciona la naturaleza sin alteración por parte del ser humano.

Reserva natural: Área protegida de importancia para la vida silvestre, flora o fauna, o con rasgos geológicos de especial interés que es protegida y manejada por el hombre, con fines de conservación y de proveer oportunidades de investigación y de educación.

## **RESPONSABLE DEL PROGRAMA**

Encargado de la parte ambiental de la planta.

## **TIEMPO DE VIGENCIA DEL PROGRAMA**

Fecha de inicio: Junio de 2014

Revisión: Anual

Vigencia: 5 años

## CONTENIDO DEL PROGRAMA

Mientras la tecnología ha posibilitado que de las diversas fuentes de abastecimiento se extraigan diariamente miles de litros de agua para el consumo humano, actividades comerciales, industriales, agrícolas y de riego, su agotamiento afecta principalmente a los acuíferos de aguas subterráneas.

Simultáneamente a la explotación excesiva de agua, se registra un aumento alarmante de la contaminación del agua superficial por los diferentes vertimientos que se realizan productos de las actividades antrópicas.

De esta manera, entre menor sea el desperdicio de agua para llevar a cabo una jornada de trabajo, menor será el impacto que se genere desde las diferentes labores. Dicha eficiencia tiene que ver principalmente con las características de la red de distribución, su medición, su mantenimiento y el tipo de dispositivos que se utilicen para aprovechar o consumir agua de la mejor manera posible (llaves, regaderas, sanitarios, mingitorios, etc.).

Las prácticas de reducción de consumo de agua generalmente se asocian a cambios físicos, sin embargo los cambios en los patrones o hábitos de consumo también son una forma importante de lograr los objetivos de un programa de ahorro y uso eficiente del agua. Es así como en PTAR Río Frío se plantea hallar formas que desde los diferentes conocimientos existentes, brinden alternativas que permitan el adecuado consumo de agua y en lo posible el mejor aprovechamiento en cada una de las diferentes zonas.

**Tabla 14. Actividades.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FECHA DE EJECUCIÓN</b>
Realizar el diagnóstico del consumo de agua en la planta.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Realizar prueba piloto de cuantificación del consumo de agua en 6 de las 7 zonas.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Revisión y mantenimiento de las redes hidráulicas de la planta.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Implementación de estrategias en las que conduzcan al ahorro y uso eficiente del agua.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Seguimiento a la ejecución del	Encargado parte	Año 2014

cronograma de sustitución de sistemas sanitarios por ahorradores.	ambiental.	
Medición y seguimiento a los consumos de agua.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Seguimiento al cumplimiento de criterios ambientales para el ahorro y uso eficiente del agua.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Ejecución de campañas de sensibilización sobre ahorro de agua.	Encargado parte ambiental.	Año 2014

Fuente: Propia

**Tabla 15. Indicadores.**

<b>INDICADOR</b>	<b>FORMULA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>METAS</b>
Consumo de agua	Consumo del periodo anterior en m <sup>3</sup> – consumo periodo anual en m <sup>3</sup> / (consumo periodo anterior)*100	Encargado parte ambiental	Anual	Reducir el consumo en un 5% de año inmediatamente anterior.
Consumo per cápita	M <sup>3</sup> /contratistas y empleados*día	Encargado parte ambiental	Anual	Reducir el consumo en un 5% del año inmediatamente anterior
% de actividades realizadas	Cumplimiento de actividades=N° de actividades realizadas/ N° de actividades planeadas*100	Encargado parte ambiental	Anual	Cumplir con el 70% de las actividades planteadas en el programa indicador

% Ahorro	$\% \text{ Ahorro} = \frac{\text{Fracción agua ahorrada en el mes}}{\text{Consumo de agua en el mes de referencia}} * 100\%$	Encargado parte ambiental	Mensual	Cumplir con el 2% del ahorro en el consumo de agua inmediatamente al mes anterior.
Ahorro per cápita	$\% \text{ Ahorro per cápita} = \frac{\text{Fracción de agua ahorrada en el mes}}{\text{consumo de agua en el mes de referencia} * N^{\circ} \text{ de empleados}}$	Encargado parte ambiental	Mensual	Cumplir con el 3% del ahorro en el consumo de agua inmediatamente al mes anterior.

Fuente: Propia

## 8.2 PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA

### OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar alternativas para el ahorro y uso eficiente de la energía en la PTAR Río Frío.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico sobre el consumo de energía eléctrica y otras fuentes de energía en la planta.
- Identificar e implementar tecnologías que permitan el ahorro y uso eficiente de la energía.
- Monitorear y controlar el uso de la energía.
- Capacitar a los trabajadores, contratistas, administrativos y visitantes acerca del ahorro y uso eficiente de la energía.
- Establecer prácticas sostenibles en el tema de interés.

## **NORMATIVIDAD**

- Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Renovables y Protección del Medio Ambiente.
- Ley 697 de 2001: Mediante el cual se fomenta el uso racional de energía, se promueve la utilización de energías alternativas.
- Decreto 3683 de 2003: Por el cual se reglamenta la ley 697 de 2001 y se crea una Comisión intersectorial.
- Decreto 2501 de 2007: Por el cual se dictan medidas para promover prácticas de uso racional y eficiente de energía eléctrica.

## **ALCANCE**

Este programa aplica a todas las actividades que para su desarrollo, por los trabajadores, contratistas, administrativos y visitantes acerca del ahorro y uso eficiente de energía eléctrica u otro tipo de energía para su ejecución.

## **DEFINICIONES Y/O ABREVIATURAS**

Desarrollo Sostenible. Posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

Energía. Se define como la fuerza de acción o fuerza de obrar, sin embargo en Física se define como la capacidad para realizar un trabajo, y en Tecnología y Economía se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla, y luego darle un uso industrial o económico.

Uso eficiente: Es la obtención de un resultado optimizando los recursos empleados en la consecución del mismo. Así mismo, eficiencia energética hace referencia a todas las acciones que tienden a optimizar el consumo de energía, logrando con esto minimizar aspectos e impactos negativos hacia el medio ambiente.

## **RESPONSABLE**

Encargado de la parte ambiental de la planta.

## **TIEMPO DE VIGENCIA DEL PROGRAMA**

Fecha de inicio: Junio de 2014

Revisión: Anual

Vigencia: 5 años

## **CONTENIDO DEL PROGRAMA**

Para llevar a cabo este programa se plantean acciones encaminadas a sensibilizar a los trabajadores, contratistas, administrativos y visitantes acerca del ahorro y uso eficiente de energía eléctrica mediante la incorporación de buenas prácticas de uso de la energía.

Desarrollar e implementar proyectos de evaluación de tecnologías limpias y uso de energías renovables las cuales serán resultado de la aplicación del conocimiento específico de las diversas áreas del saber existentes en la empresa.

Aplicar directrices de ahorro y uso eficiente de la energía en nuevos proyectos y contratación de bienes y servicios en la planta.

Finalmente se incluyen actividades rutinarias de medición, mantenimiento y remplazo de elementos y equipos por dispositivos ahorradores en las áreas donde se requiera.

**Tabla 16. Actividades.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FECHA DE EJECUCIÓN</b>
Realizar el diagnóstico del consumo de agua en la planta.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Definir los equipos eléctricos que requieran sustitución (aireas acondicionados, equipos de laboratorio, computadores, impresoras, entre otros)	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Revisión y mantenimiento de las redes y equipos eléctricos.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Seguimiento al cumplimiento de los criterios ambientales para el uso de	Encargado parte ambiental.	Año 2014

equipos de alto consumo de energía e iluminación en la planta.		
Ejecución cronograma de modernización, independización y automatización de circuitos.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Medición y seguimiento a los consumos de energía.	Encargado parte ambiental.	Año 2014
Implementación de estrategias que conduzcan al ahorro y uso eficiente y o aprovechamiento de la energía.	Encargado parte ambiental.	Año 2014

Fuente: Propia

Tabla 17. Indicadores.

INDICADOR	FORMULA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	METAS
Consumo de energía	Consumo de energía = Consumo del periodo anterior en KW – consumo periodo anual en KW / (consumo periodo anterior)*100	Encargado parte ambiental	Anual	Reducir el consumo en un 5% de año inmediatamente anterior.
% de actividades realizadas	Cumplimiento de actividades=N° de actividades realizadas/ N° de actividades planeadas*100	Encargado parte ambiental	Anual	Cumplir con el 70% de las actividades planteadas en el programa indicador
% de ahorro	% Ahorro = (Fracción de energía ahorrada) / (Consumo de energía en el mes de	Encargado parte ambiental	Mensual	Cumplir con el 2% del ahorro en el consumo de agua inmediatamente

	referencia)*100			ente al mes anterior.
% Ahorro per cápita	%Ahorro per cápita = (Fracción de energía ahorrada en el mes) / (Consumo de energía en el mes de referencia * N° de empleados)	Encargado parte ambiental	Mensual	Cumplir con el 2% del ahorro en el consumo de agua inmediatamente al mes anterior.

**Fuente:** Propia

## 9 CONCLUSIONES

- Dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales Río Frío se encuentra que el sector que hace mayor consumo energético de los siete existentes, es el sector número uno, puesto que en este se encuentra el tratamiento preliminar donde se encuentra el cribado y en este hay un punto de agua potable para lavar las rejillas del cribado, otro para las rejillas del desarenador y uno para lavar las botas, haciendo un consumo aproximado de 9512.4 litros al día a comparación con los otros sectores como el sector cinco que se consumen 134.1 litros al día.
- En general las actividades y procesos al interior de la empresa descritos corresponden al consumo de agua potable, pero además de estos existen otros puntos de agua que corresponden a agua residual que no se ha usado durante más de un año aproximadamente, presentando residuos de lodos y solamente funcionan cuando se hace bombeo, además en la mayoría de estos puntos la grifería no está completa, hacen falta mariposas, tubos y algunas partes se encuentran oxidadas. Cabe resaltar que este tipo de agua no es apta para el consumo humano. Que todos los hidrantes dentro de la planta se encuentran oxidados y algunos no tienen todas sus tapas completas.
- Es evidente que la zona con más consumo de energía dentro de la planta corresponde al suministrado por las bombas ya que éstas requieren de gran energía para el tratamiento de agua residual a diferencia de zonas de mayor consumo energético se debe a la zona administrativa con todos los aparatos eléctricos que se mantiene encendidos durante la jornada laboral y entre ellos se encuentran los aires acondicionados correspondientes a 14850w/h, los computadores 3960w/h y los equipos del laboratorio .
- El 90% de los dispositivos ubicados dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales requieren de un mantenimiento periódico y un uso adecuado de los mismos ya que se está consumiendo más energía de lo habitual.
- La mejor alternativa para la disminución en el consumo de ahorro y uso eficiente de los recursos hídricos y eléctricos, definitivamente es hacer uso de producción más limpia, ya que propone un uso racional de los recursos, que en este caso es el tema principal.

- Las alternativas propuestas son de bajo costo y generan rentabilidades atractivas y bajos niveles de inversión mejorando los procedimientos de operación y las denominadas buenas prácticas productivas, genera menos impactos negativos ambientales.
- El plan de capacitación en temas ambientales, específicamente sobre los recursos hídricos no se llevó a cabo en su totalidad, solamente se realizó una capacitación de las tres propuestas, ello debido a que no se disponía del tiempo de los trabajadores ya que tenía específicamente programadas sus actividades diarias y solo hubo la oportunidad de hacer una capacitación.
- En cuanto a la medición de energía de las bombas encontradas dentro de la planta no se llevaron a cabo toma de medidas, solamente se tomaron los datos y especificaciones de fabrica de las mismas al igual que de algunos aparatos eléctricos de la planta.

## **10 RECOMENDACIONES**

- Es importante saber desde el principio las funciones que tendrá a cargo, para poder cumplir con todos los requerimientos a cabalidad.
- Hacer actualización de los planos eléctricos y de agua que se encuentran en físico dentro de la planta y tenerlos digitales.
- Más colaboración por parte de los altos mandos para que puedan brindar toda la información requerida para llevar a cabo la práctica.

## 11 BIBLIORAFIA

- Cooperativa Rural de Electrificación. Usó eficiente de energía eléctrica. Manual de eficiencia energética. Disponible en: [www.cre.com.bo/WebCre/empresas/eficiente.htm](http://www.cre.com.bo/WebCre/empresas/eficiente.htm)
- Proceso gestión ambiental. URA y URE. Universidad Industrial de Santander. Disponible en: [www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/programasAmbientales/URA.PDF](http://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/programasAmbientales/URA.PDF) y [www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/programasAmbientales/URE.PDF](http://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/programasAmbientales/URE.PDF)
- Ministerio del interior. Todos por un nuevo país. >Plan institucional de gestión ambiental. Año 2014. Disponible en: [https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/informe\\_final\\_piga-2014.pdf](https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/informe_final_piga-2014.pdf)
- Tecnologías ambientalmente sostenibles. P+L. año 2006. Disponible en: [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl\\_v1n2\\_78-86\\_tecnolog%C3%ADas.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n2/pl_v1n2_78-86_tecnolog%C3%ADas.pdf)
- Consumo indicativo de artefactos eléctricos. Disponible en: [http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/files/consumos.pdf/\\$file/consumos.pdf](http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/files/consumos.pdf/$file/consumos.pdf)
- Barnes de Colombia. Bombas sumergibles para aguas residuales. Disponible en: [www.barnes.com.co/index.php?option=com\\_virtuemart&Itemid=87&lang=es](http://www.barnes.com.co/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=87&lang=es)
- Byr ingeniería de fluidos. Halberg Nowa bombas centrífugas. Disponible en: <http://www.bompar.com.py/catalogos/sihi/7.%20NOWA%20-%20Catalogo.pdf>
- Flygt bombas. Xylem Brand. Bombas sumergibles para aguas sucias. Disponible en: <http://www.xylemwatersolutions.com/scs/spain/es-es/prensa/Eventos/Eficienciaenergetica/Documents/BOMBAS%20SUMERGIBLES%20IMPULSOR%20DE%20CANAL.pdf>
- MC bicanal. Electro bombas sumergibles. Disponible en: [http://edarvico.com/archivosdelusuario/archivos/ficha-tecnica\\_\\_mc3050.pdf](http://edarvico.com/archivosdelusuario/archivos/ficha-tecnica__mc3050.pdf)