

**PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA
PARA LA EMPRESA AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.**

**INGRID MAGALY ESCUDERO GONZALEZ
KAROL IBETH MEZA ACOSTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE QUIMICA
ESPECIALIZACION EN QUIMICA AMBIENTAL
Bucaramanga
Septiembre de 2008**

**PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA
PARA LA EMPRESA AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.**

**INGRID MAGALY ESCUDERO GONZALEZ
KAROL IBETH MEZA ACOSTA**

**Trabajo de grado para optar al titulo de
ESPECIALISTA EN QUIMICA AMBIENTAL**

**Director
GONZALO PEÑA ORTIZ
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE QUIMICA
ESPECIALIZACION EN QUIMICA AMBIENTAL
Bucaramanga
Septiembre de 2008**

AGRADECIMIENTOS

A Gonzalo Peña, Ingeniero Civil docente de la especialización y director del proyecto, por su responsabilidad y dedicación en el desarrollo de este proyecto.

A la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., por brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto en la empresa.

A Omar Adarme Rodríguez, Ingeniero mecánico de la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., por su colaboración y orientación.

A todas las personas que estuvieron a nuestro lado y que nos acompañaron en este importante proceso.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
2. MARCO CONCEPTUAL	2
3. MARCO LEGAL	10
4. OBJETIVOS	12
4.1 OBJETIVO GENERAL	12
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
5. DISEÑO METODOLOGICO	14
6. FORMULACION DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA – AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P	16
6.1 INFORMACION GENERAL	16
6.1.1 ACUEDUCTO	16
6.1.2 FUENTE ABASTECEDORA	16
6.2 DIAGNOSTICO AMBIENTAL	17
6.2.1 ANALISIS DE LA OFERTA HIDRICA	17

6.2.2 CAUDALES CAPTADOS Y TRATADOS	18
6.2.3 USUARIOS DEL SISTEMA	20
6.2.4 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA CRUDA	22
6.2.5 IDENTIFICACION DE FUENTES RECEPTORAS DE EFLUENTES	22
6.2.6 CAUDAL MEDIO VERTIDO	22
6.2.7 CALIDAD DEL RECURSO CUERPOS RECEPTORES	24
6.3 DIAGNOSTICO TECNICO	25
6.3.1 DESCRIPCION TECNICA	25
6.3.1.1 CAPTACION	25
6.3.1.2 ADUCCION	25
6.3.1.3 POZO DE SUCCION	25
6.3.1.4 EQUIPO DE BOMBEO	25
6.3.1.5 LINEA DE IMPULSION	26
6.3.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	26

6.3.2.1 AREADORES	26
6.3.2.2 MEZCLA RAPIDA	26
6.3.2.3 FLOCULADORES	27
6.3.2.4 SEDIMENTADORES	27
6.3.2.5 CANAL DE RECOLECCION	28
6.3.2.6 FILTROS	28
6.3.2.7 ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION	29
6.3.2.8 BOMBEO DE AGUA TRATADA	29
6.3.2.9 TANQUE ELEVADO	30
6.3.2.10 RED DE DISTRIBUCION	30
6.4 BALANCE HIDRICO	34
6.4.1 DIAGNOSTICO DE LA DEMANDA DEL RECURSO	34
6.5 REUSO DEL AGUA	35
6.6 MEDIDORES DE CONSUMO	36

6.7 REDUCCION DE PÉRDIDAS	39
6.7.1 ANALISIS DE GRANDES CONSUMIDORES	40
6.7.2 CONCEPTUALIZACION GRANDES CONSUMIDORES	41
7. PROGRAMAS DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS.	42
7.1 ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA REDUCCION DE PERDIDAS EN PLANTA Y SISTEMA DE DISTRIBUCION.	42
7.2 DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS, PLANES Y PROGRAMAS	43
7.2.1 PROYECTOS EJECUTADOS	43
7.1.2 PROYECTOS EN EJECUCION	44
7.1.3 PROYECTOS PARA SER EJECUTADOS EN PROXIMAS VIGENCIAS	45
8. INDICADORES DE DESEMPEÑO	46
9. ESTABLECIMIENTO DE METAS ANUALES DE REDUCCION DE PERDIDAS	48
10. BIBLIOGRAFIA	49

LISTA DE TABLAS	PAGINA
TABLA 1. USUARIOS SISTEMA DE ACUEDUCTO	20
TABLA 2. ANALISIS DE AGUA CRUDA	22
TABLA 3. IDENTIFICACION FUENTE RECEPTORA	22
TABLA 4. CALIDAD DE CUERPOS RECEPTORES	24
TABLA 5. ANALISIS DE OFERTA Y DEMANDA DEL RECURSO	35
TABLA 6. DIAGNOSTICO MICROMEDICION	39
TABLA 7. ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA REDUCCION DE PÉRDIDAS	42
TABLA 8. INDICADORES DE DESEMPEÑO	46

LISTA DE GRAFICOS	PAGINA
GRAFICO 1. CAUDAL CAPTADO (M3)	18
GRAFICO 2. CAUDAL TRATADO (M3)	19
GRAFICO 3. PORCENTAJE DE PERDIDAS EN PLANTA	19
GRAFICO 4. NUMERO DE USUARIOS POR USO	20
GRAFICO 5. CONSUMO TOTAL POR TIPO DE USUARIO	21
GRAFICO 6. SISTEMA DE MACROMEDICION	38
GRAFICO 7. NUMERO DE MICROMEDIDORES	39
GRAFICO 8. GRANDES CONSUMIDORES	41

TITULO. PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA LA EMPRESA AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.*

AUTORES. ESCUDERO GONZALEZ, Ingrid
MEZA ACOSTA, Karol **

PALABRAS CLAVES. Programa para el Ahorro y Uso Eficiente del Agua, Micromedición, Macromedición, Ley 373 de 1997, Reducción de Pérdidas.

CONTENIDO. El propósito del presente trabajo es realizar un documento que será la línea base para dar solución a la problemática del manejo inadecuado de los recursos naturales del casco urbano del municipio de Barrancabermeja y determinará las acciones y actividades que permitan un mejor desempeño en el desarrollo sostenible del servicio de agua en los próximos años en el municipio de Barrancabermeja.

El programa de ahorro y uso eficiente del agua elaborado, contiene los elementos fundamentales propuestos que debe tener en cuenta la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., de acuerdo a los diagnósticos ambientales, técnicos y operativos realizados en el sistema de tratamiento de agua potable, identificación de los usuarios con sus consumos y pérdidas, la generación de oportunidades de ahorro del agua, elaboración de estrategias para lograr la minimización de pérdidas del recurso, actividades propuestas mediante programas, planes y/o proyectos encaminados al uso racional del recurso y la determinación de indicadores de desempeño en la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado de Barrancabermeja

Este programa hace parte de una estrategia necesaria para la formulación de un proyecto sanitario ambiental y al mismo tiempo evitar sanciones por parte de la Corporación autónoma regional de Santander ante la utilización del recurso hídrico.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Director. Gonzalo Peña Ortiz.

TITLE. PROGRAM OF SAVING AND EFFICIENT USE OF THE WATER FOR
THE COMPANY AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.*

AUTHORS. ESCUDERO GONZALEZ, Ingrid.
MEZA ACOSTA, Karol. **

KEY WORDS. Program of saving and Efficient Use of the Water, Micromeasurement,
Macromeasurement, Law 373 of 1997, Reduction of Losses.

CONTENT. The intention of the present work is to make a document that will be the line bases to give solution to the problematic one of the inadequate handling of the natural resources of the urban helmet of the municipality of Barrancabermeja and will determine the actions and activities that allow a better performance in the sustainable development of the service of water in the next years in the municipality of Barrancabermeja.

The program of saving and efficient use of the elaborated water, contains the proposed fundamental elements that it must consider the company Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., according to the environmental diagnoses, technical and operative made in the system of potable water treatment, identification of the users with its consumptions and losses, the generation of opportunities of saving of the water, elaboration of strategies to obtain the propose minimizations of losses of the resource, activities by means of programs, plans and/or projects directed to the rational use of the resource and the determination of indicators of performance in the lending company of the service of aqueduct and sewage system of Barrancabermeja.

This program is part of a strategy necessary for the formulation of an environmental sanitary project and at the same time to avoid sanctions on the part of the regional Corporation of Santander before the use of the hydric resource.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Director. Gonzalo Peña Ortiz.

INTRODUCCION

Los problemas ambientales más significativos y más preocupantes para la comunidad tienen que ver con la utilización del agua y sus formas de entrega a los cuerpos receptores, éstos son actualmente los inconvenientes que mas impacto causan al recurso hídrico puesto que se alteran sus condiciones físico-químicas y microbiológicas que a su vez conllevan al deterioro del medio biótico y abiótico que en los recursos como agua y suelo habitan.

El programa esta diseñado con la finalidad de incorporar las medidas de reducción de agua que cumplan con los objetivos fijados por la propia entidad y que favorezcan el mantenimiento o mejora de la calidad del agua. El uso eficiente del agua esta muy relacionado con otros conceptos básicos del manejo actual de recursos ambientales, y en muchos casos, forma parte integral de ellos.

Por esta razón, ante el sinnúmero de debilidades con que se cuenta y con gran preocupación por lograr solucionar en parte o totalmente a esta situación, el Ministerio de Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales han hecho la solicitud a los municipios para el cumplimiento de la ley 373 de 1997 por el cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se ha querido conocer en el municipio de Barrancabermeja su estado actual en cuanto al manejo integral del agua y con base en ello establecer un diagnostico técnico y ambiental que incluya acueducto, alcantarillado, reducción de perdidas, reuso del agua, estado de la medición del consumo, campañas educativas, proyectos a corto plazo y la utilización de tecnologías de bajo consumo de agua.

2. MARCO CONCEPTUAL

CAPTACIÓN. Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

CAUDAL MÁXIMO DIARIO. Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

CAUDAL MÁXIMO HORARIO. Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

CAUDAL MEDIO DIARIO. Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

CLORACIÓN 1. Aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables. 2. Aplicación de cloro, o compuestos de cloro, al agua residual para desinfección; en algunos casos se emplea para oxidación química o control de olores.

COAGULACIÓN. Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

CONDUCCIÓN. Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

CONSUMO BÁSICO. (Resoluciones CRA 08 y 14 de 1995, y 14 de 1997) Aquel que se destina a satisfacer las necesidades básicas de las familias, cuyo nivel máximo es definido por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. En acueducto y alcantarillado, el consumo básico fue definido en 20 m³ mes.

CONSUMO COMPLEMENTARIO. (Resolución CRA 08 de 1995) Consumo ubicado en la franja entre 20 y 40 m³ mensuales.

CONSUMO DE INQUILINATOS. (Artículo 19 Decreto 1842 de 1991) Cada inquilino tiene derecho a ser facturado individualmente. Se considera inquilinato la edificación de estratos 1, 2 o 3 que tiene una entrada común desde la calle y que ha sido adaptada para alojar tres o más hogares que comparten los servicios.

CONSUMO DE MULTIUSUARIOS. (Artículo 20 Decreto 1842 de 1991) Se refiere a copropiedades y demás multiusuarios distintos de inquilinatos y asentamientos subnormales, con medición colectiva. Se deben cobrar individualmente con base en los coeficientes de copropiedad.

CONSUMO Suntuario. (Resolución CRA 08 de 1995) Es el consumo mayor a 40 m³ mensuales.

CONSUMO. Cantidad del servicio recibido por un usuario en un periodo determinado y registrado en un medidor. Cuando exista medidor, el consumo se determina por la diferencia entre la lectura actual y la anterior, siempre y cuando el medidor funcione correctamente (artículo 16 Decreto 1842 de 1991). En caso contrario, se acude a promedios anteriores del mismo usuario o a aforos.

CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE. Análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley 1575 de 2007 y el Decreto Reglamentario 2115 de 2007.

COSTO MEDIO OPERACIONAL. Es el precio por metro cúbico (\$/m³) calculado a partir de los gastos de operación en un año base asociados con el volumen de demanda de ese año.

CUENCA HIDROGRÁFICA. Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

DESARENADOR. Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.

DESINFECCIÓN. Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

DOTACIÓN DEL SISTEMA. Cantidad de agua promedio diaria por habitante que suministra un sistema de acueducto, expresada en litros habitantes por día.

DOTACIÓN. Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

ENTIDAD PRESTADORA DEL SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ACUEDUCTO. Es la persona natural o jurídica, pública, privada o

mixta, encargada de todas, una o varias actividades de la prestación del servicio público domiciliario de acueducto, en los términos definidos por el artículo 6 de la Ley 142 de 1994.

ESTACIÓN DE BOMBEO. Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

FACTURACIÓN. Conjunto de actividades necesarias para producir la factura o cuenta de cobro, que incluye lectura, determinación del consumo, revisión previa, liquidación del consumo, elaboración de la factura y entrega en el domicilio del usuario.

FILTRACIÓN. Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

FLOCULACIÓN. Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA. Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

FUGA IMPERCEPTIBLE. (Decreto 302 de 2000) Volumen de agua que se escapa a través de las instalaciones internas de un inmueble y se detecta solamente mediante instrumentos apropiados, tales como los geófonos.

FUGA PERCEPTIBLE. (Decreto 302 de 2000) Volumen de agua que se escapa a través de las instalaciones internas de un inmueble y es detectable directamente por los sentidos.

FUGA. Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

HIDRANTE PÚBLICO. (Decreto 302 de 2000) Elemento conectado con el sistema de acueducto que permite la adaptación de mangueras especiales utilizadas en extinción de incendios y otras actividades autorizadas previamente por la entidad prestadora del servicio de acueducto.

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN. Cantidad de agua lluvia caída sobre una superficie durante un tiempo determinado.

MACROMEDICIÓN. Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

MACROMEDIDOR. (Resolución CRA 14 de 1997) Medidor instalado en uno de los componentes de un sistema de acueducto: captación, entrada y salida de plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, sectores geográficos de distribución, etc.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO. Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO. Conjunto de actividades que se llevan acabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

MANTENIMIENTO. Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la repararlos cuando se producen.

MEDICIÓN. (Resolución CRA 14 de 1997 y artículo 146 Ley 142 de 1994) 1.

Conjunto de normas y procedimientos que hacen posible medir, calcular, estandarizar y gestionar el abastecimiento de agua al sistema y el consumo a los usuarios. La medición debe efectuarse mediante instrumentos idóneos (micromedidores). En ausencia de éstos, los consumos se pueden determinar: a) Por el consumo promedio de otros periodos del mismo usuario; b) Consumos promedios de suscriptores o usuarios que estén en circunstancias similares; c) Aforos individuales.

También se considera como medición el sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

MEDIDOR. (Resolución CRA 14 de 1997) 1. Instrumento destinado a medir o indicar el volumen de agua que pasa a través de un elemento o componente de un sistema de acueducto. Los medidores, excepto los de teléfonos, serán pagados por los suscriptores (artículo 9 Decreto 1842 de 1991). Las empresas son las únicas autorizadas para instalar y revisar los medidores (artículo 28 Decreto 1842 de 1991). 2. Dispositivo mecánico que mide el consumo de agua (Decreto 302 de 2000). Véase también Micro medidor.

MEDIDOR COLECTIVO. (Decreto 302 de 2000) Dispositivo que mide el consumo de más de una unidad habitacional, o no residencial independiente que no tiene medición individual. Sirve para medir el consumo de los multiusuarios.

MEDIDOR GENERAL O DE CONTROL. (Decreto 302 de 2000) Dispositivo que mide el consumo total de acueducto en unidades inmobiliarias que agrupan más de una instalación con medición individual.

MEDIDOR INDIVIDUAL. (Decreto 302 de 2000) Dispositivo que mide el consumo de agua de un usuario del sistema de acueducto.

MICROMEDICIÓN. Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

MICROMEDIDOR. (Resolución CRA 14 de 1997) Instrumento de medición instalado en la acometida de un usuario o suscriptor.

PLANTA DE TRATAMIENTO. (DE AGUA POTABLE) (Artículo 2. Definiciones Decreto 1575 de 2007) Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

PROMEDIO DE CONSUMO. (Artículo 25 Decreto 1842 de 1991) Cálculo que se hace sobre los últimos seis consumos si la facturación es mensual o sobre los últimos tres si es bimestral. Se emplea, entre otras razones, cuando el instrumento de medición presenta

desperfectos, cuando es inaccesible para la lectura, cuando se retira para efectuarle revisión técnica o cuando existen filtraciones y/o fugas imperceptibles. En este último caso, el usuario tiene un plazo de dos meses para corregirlas, y si no lo hiciera, a partir de ese término se le cobrará el consumo medido (artículo 24 Decreto 1842 de 1991 y artículo 146 Ley 142 de 1994).

RED DE DISTRIBUCIÓN. Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

SEDIMENTACIÓN. Proceso de clarificación de las aguas residuales mediante la precipitación de la materia orgánica o la materia putrescible. 2. Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

SUSCRIPTOR. (Artículo 14.31 Ley 142 de 1994 y Decreto 302 de 2000) Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.

TRATAMIENTO CONVENCIONAL. Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

3. MARCO LEGAL

La legislación colombiana contempla dentro de sus leyes para el uso, regulación y calidad el agua:

Constitución Política de Colombia: Se implanta por primera vez una constitución verde o ecológica y se establecen los principios y disposiciones sobre la aplicación de un desarrollo sostenible. LA constitución ampara los recursos naturales y la calidad de los servicios públicos.

Art. 80: El estado planificara el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y la calidad de los servicios públicos.

Ley 99 de 1993 Se establece el Sistema Nacional Ambiental en la Republica de Colombia y se reglamenta el uso sostenible de los recursos renovables, incluyendo el recurso agua. En el nuevo código ambiental se establece la responsabilidad de los entes territoriales en la protección y conservación de los recursos naturales renovables, tales como los bosques, recursos hídricos, suelo y demás elementos de las relaciones ecosistémicas necesarias para mantener un equilibrio en las cuencas hidrográficas.

En esta misma ley, se introdujo el concepto de desarrollo sostenible, se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca la elevación de la calidad de vida y bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el ambiente o el desecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacción de sus propias necesidades.

Ley 373 de 1997 Se establece el Programa para el Ahorro y Uso Eficiente del Agua. También se establece la obligatoriedad de las administraciones municipales de elaborar dicho programa, enviar el respectivo informe para aprobación a la Corporación Autónoma de Santander (CAS) y de esta forma ser implementado por la entidad competente..

Decreto 1575 de 2007. Se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.

Decreto 2811 de 1974 Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Decreto 1541 de 1978 Reglamentación del agua en todos sus estados.

Art. 5: Son agua de uso público: los ríos y todas las aguas que corran por cauces naturales de modo permanente o no; las aguas que corran por cauces artificiales que hayan sido derivadas de un cauce natural; los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos; las agua que estén en la atmosfera; las corrientes y depósitos de aguas subterráneas; las aguas lluvias.

Decreto 1594 de 1984 Usos del agua y Residuos líquidos.

Decreto 1729 de 2002 Se reglamenta cuencas hidrográficas, de la ordenación, del plan de ordenación, de la elaboración y ejecución del plan de ordenación.

Ley 142 de 1994. Reglamentación de los servicios públicos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

ELABORAR EL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

4.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Identificar las características de la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., entidad prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Barrancabermeja.

2.2.2 Establecer la formación del equipo de ahorro y uso eficiente del agua al interior de la empresa prestadora del servicio público de acueducto y alcantarillado.

2.2.3 Realizar el diagnostico ambiental incluyendo análisis de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento, monitoreo de la calidad del agua en la captación, identificación de las fuentes receptoras de los efluentes y fuentes probables de abastecimiento y de vertimiento para futuras expansiones.

2.2.4 Realizar el diagnostico técnico y estado actual de las obras de captación, redes de conducción y sistema de tratamiento de agua potable.

2.2.5 Describir los proyectos, planes o programas a desarrollar por la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., para el ahorro y uso eficiente del agua.

2.2.6 Establecer las metas anuales de reducción de pérdidas e implementación y avance del programa de ahorro y uso eficiente del agua.

2.2.7 Determinar los indicadores de desempeño de la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado.

2.2.8 Dar a conocer a la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., el debido proceso para la presentación del Programa de Ahorro y uso eficiente del agua a la Corporación Autónoma Regional de Santander, como entidad ambiental competente.

5. DISEÑO METODOLOGICO

TIPO DE ESTUDIO: El tipo de estudio realizado en el presente trabajo de investigación es descriptivo, puesto que se parte de análisis y estudios realizados en el sistema de acueducto y alcantarillado de la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y su propósito será la delimitación de los hechos que conformarán el proceso de investigación, como la información directa y revisión de los diferentes procesos, en donde la información obtenida es sometida a un proceso de tabulación, análisis estadístico y muestra de resultados con las soluciones planteadas.

METODOLOGIA: Este trabajo se desarrolló en dos etapas la primera involucró el diagnostico ambiental con respecto a la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento, monitoreo de la calidad del agua, identificación de las fuentes receptoras, el diagnostico técnico, que comprende el estado actual del sistema de tratamiento de agua potable.

La segunda etapa comprendió el análisis de la información suministrada, mediante visitas técnicas, entrevistas con diferentes funcionarios de la empresa, soportadas mediante registros fotográficos, actas, entre otros documentos asociados a la ejecución del Programa y bibliografía concerniente al tema.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el diagnostico anterior, se efectuó la descripción de los proyectos, planes y programas a desarrollar para el uso racional del recurso hídrico con las respectivas metas anuales de reducción de pérdidas e implementación del programa de ahorro y uso eficiente del agua, además se establecieron

los indicadores de desempeño que permiten evaluar cada una de las actividades propuestas.

Finalmente, una vez formulado el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, se llevo a cabo el proceso de divulgación interna y externa, para lo cual se diseñaron plegables y afiches como parte de la estrategia de sensibilización hacia la comunidad de Barrancabermeja.

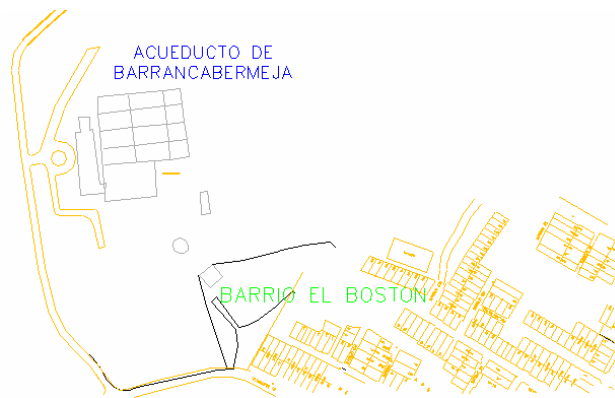
6. FORMULACION DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORO DEL AGUA – AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

6.1 Información General

6.1.1 Acueducto

Nombre de la entidad Usuaria: Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Ubicación Geográfica: la planta de tratamiento de agua potable se encuentra localizada en la carretera Nacional vía Barrio Boston de la ciudad de Barrancabermeja, departamento de Santander.



Localización Acueducto

6.1.2 Fuente Abastecedora

Nombre:	Ciénaga San Silvestre
Tipo de Fuente:	Superficial
Tipo de Bocatoma:	Bocatoma Lateral de Compuerta

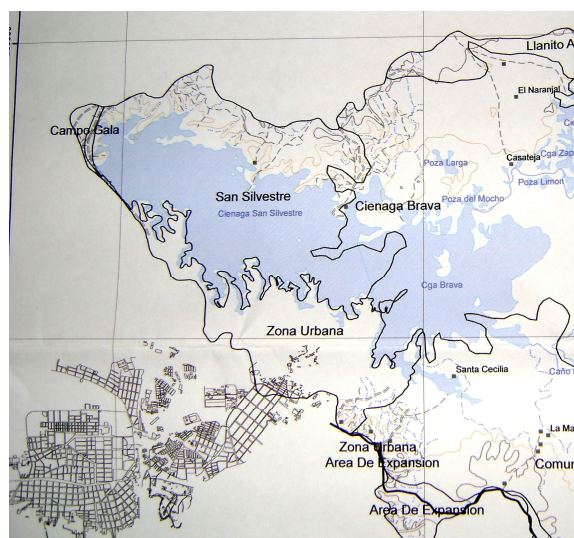
Corresponde a una torre de dos compartimentos de 1.65 metros por 2.0 metros con una profundidad de 7.60 metros.

6. 2 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

6.2.1 Análisis oferta hídrica en la fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento del Municipio de Barrancabermeja es la Ciénaga San Silvestre, que recibe las aguas de la quebrada el Zarzal y sus tributarios, y la cual tiene por desagüe natural el caño San Silvestre que desemboca en el río Sogamoso. Esta Ubicada al Noreste de la cabecera del Municipio a una distancia de 2km aproximadamente, su cuenca hidrográfica tiene un área aproximada de 70.000 Hectáreas.

Con respecto al caudal máximo que se puede tomar de la Ciénaga, EPAM realizó simulaciones para diferentes condiciones, teniendo en cuenta el caudal aportado por el caño el Zarzal, la precipitación, las pérdidas de evaporación y las condiciones de operación de la presa, encontrando que para el cuatrimestre seco medio, el caudal máximo aprovechable es de 4.0 metros cúbicos por segundo y para el cuatrimestre seco crítico (Diciembre – marzo) es de 3 metros cúbicos por segundo.



Localización Ciénaga San Silvestre

6.2.2 Caudales

Los caudales captados y tratados por el acueducto de la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P, para el año 2008, se presentan de la siguiente manera:

- Caudal Captado (m3)

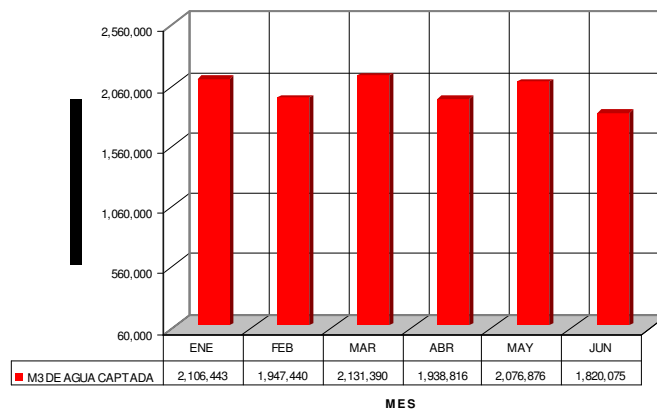


Grafico 1. Caudal Captado (m3)

- Caudal Tratado (m3)

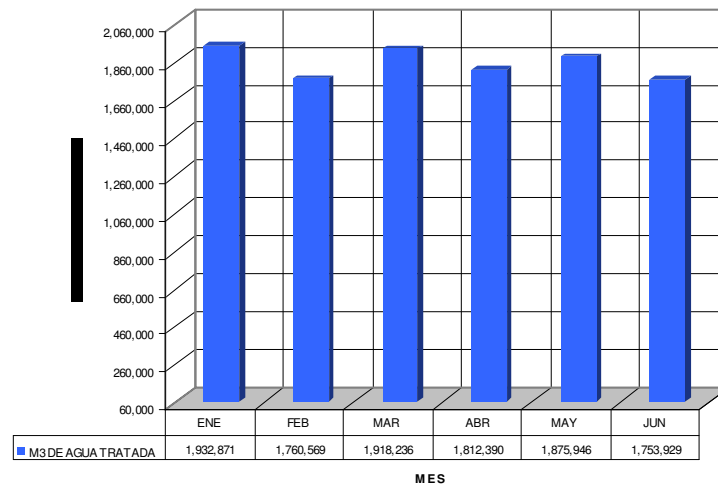


Grafico 2. Caudal Tratado (m3)

Porcentaje de Perdidas en Planta

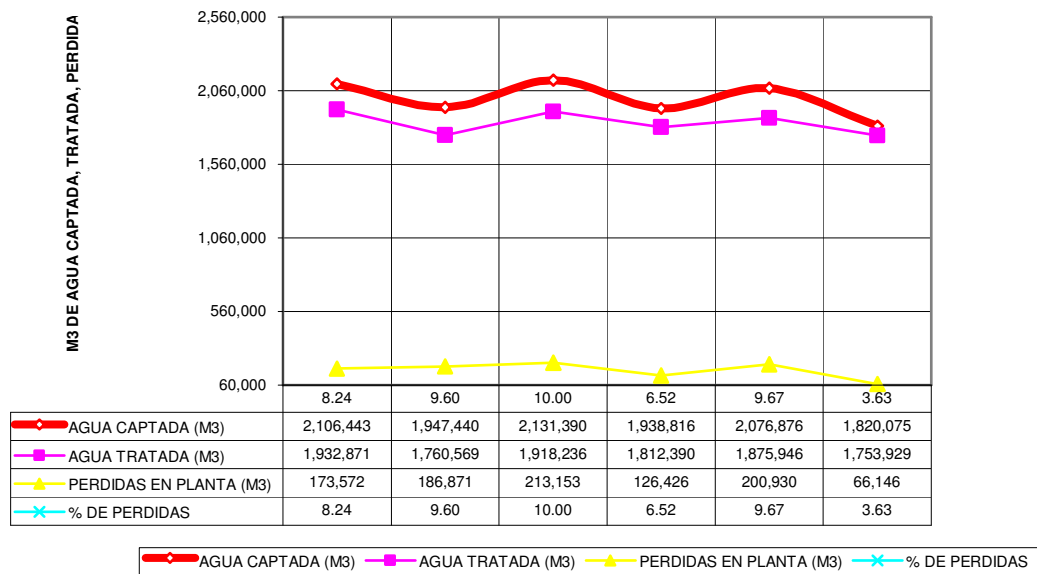


Grafico 3. Porcentaje de Perdidas en Planta

6.2.3 Usuarios del Sistema

El acueducto abastece actualmente 44.973 usuarios los cuales están clasificados de la siguiente manera:

TIPO DE USUARIO	ESTRATO	No. DE USUARIOS	% DE USUARIOS
RESIDENCIAL	1	12,491	27.8
	2	15,843	35.2
	3	8,878	19.7
	4	5,045	11.2
	5	580	1.3
COMERCIAL	UNICO	1891	4.2
INDUSTRIAL	UNICO	11	0.02
OFICIAL	UNICO	234	0.5
TOTAL		44,973	100

Tabla 1. Usuarios Sistema de Acueducto

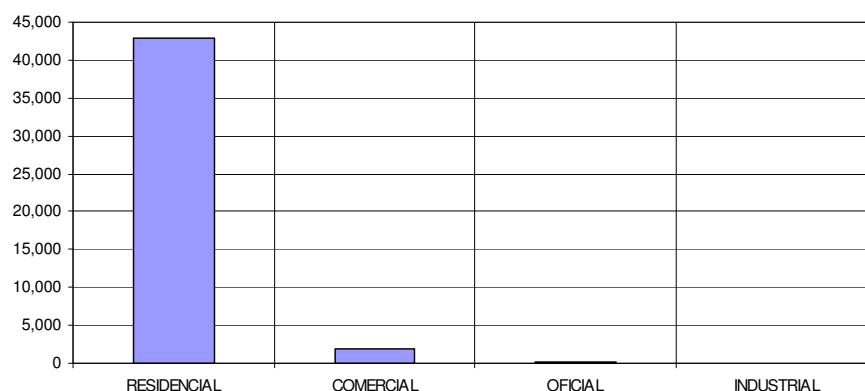


Grafico 4. Numero de Usuarios por Uso

Según los datos indicados en la tabla anterior, se evidencia claramente que el mayor numero de usuarios se presenta a nivel residencial con un 95.3% representado en su mayoría para los usuarios de estrato 2, seguido del sector comercial con un 4.2% y por ultimo el industrial y

oficial con un 0.02 y 0.5% respectivamente, lo cual indica que se deberán apropiiar mayores recursos económicos y humanos en esta zona para desarrollar programas de sensibilización de uso eficiente y ahorro del agua.

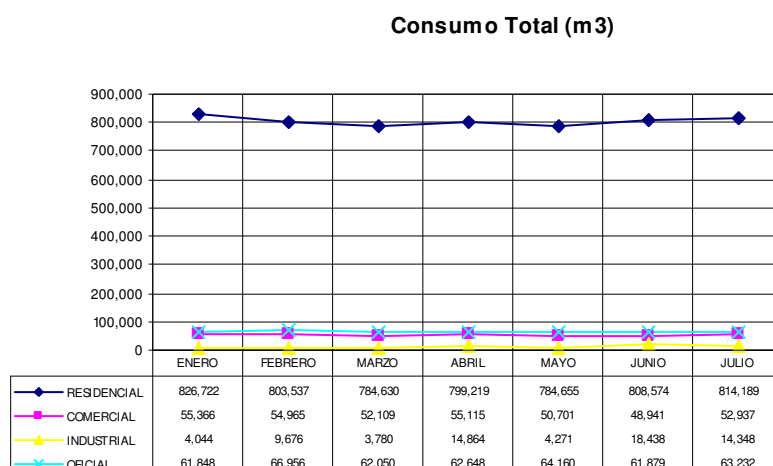


Grafico 5. Consumo Total por tipo de Usuario.

Como se puede observar en la Tabla 1 y grafico 5, es de esperarse que los mayores consumos obedezcan al nivel residencial debido a la mayor cantidad de usuarios registrado y por consiguiente el menor consumo se refleja a nivel industrial; no obstante, existe un aumento considerable en el consumo de agua a nivel oficial a pesar de que este presenta menor cantidad de usuarios en el sistema respecto al uso comercial, esta dinámica se da como resultado de las actividades en colegios y escuelas agrupadas en el casco urbano del Municipio de Barrancabermeja.

Con lo anterior, estas zonas son prioritarias para las campañas educativas y la creación de incentivos para potenciar el uso eficiente y ahorro del agua.

6.2.4 Monitoreo de la Calidad de Agua Cruda que alimenta el sistema

El Laboratorio de Aguas de la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P, efectúa diariamente análisis de agua cruda (Ciénaga San Silvestre) que alimenta el sistema según los parámetros establecidos en el Decreto 1575 de 2007, se encuentra en la fase final del proceso de acreditación.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD													
MES	CONSOLIDADO MENSUAL PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA CRUDA - 2008											MICROBIOLOGICOS	
	COLOR (U PtCo)	NTU	PH	HIERRO mg/l	DUREZA mg/l	CLORUROS mg/l	CONDUCTIVIDAD	S. TOTALES	S. SUSPENDIDOS	S. DISUELTOS	DBO	C. TOTALES	FECALE S.
Jan-08	114	40	6.4	3	13	13	93	113	70	43	18	8.800	2.200
Feb-08	55	17	6.8	2.62	18	34	156	100	70	30	19	9.000	3.400
Mar-08	73	31	6.8	1.6	17.5	40	240	110	65	48	19	12.100	4.200
Apr-08	171	64	6.7	2.6	13	28.5	119	144	30	106	18	9.800	3.200
May-08	186	63.1	6.4	3.18	14.1	7.1	36.54	153	44	109	18	7500	2200
Jun-08	146	50	6.3	2.9	20	5	47	120	50	70	20	6700	2500
Jul-08	137	54	6.3	3.75	17.1	6.62	31.5	116.7	73	43.7	20	5500	2000
Aug-08	162.3	65	6.3	3.2	17.3	7	45	87	38	49	23	7500	3000

Tabla 2. Análisis de Agua Cruda

6.2.5 Identificación de fuentes receptoras de efluentes

6.2.6 Caudal medio Vertido, nombre, ubicación geográfica y tipo de fuente.

CUERPO RECEPTOR	PUNTO DE VERTIMIENTO	COORDENADAS PLANAS		Q (l/seg)	CARGA DBO5 (Kg/día)	CARGA SST (Kg/día)
RIO MAGDALENA		X	Y			
	ISNPECCION FLUVIAL CLL 52	1.272.520	1.022.292	44,56	648,07	413,22
	CARDALES CLL 47 - ARENAL	1.272.068	1.023.632	2,15	11,83	26,94
	KIOSOCO EL ARENOSO	1.271.976	1.023.781	2,18	11,99	27,31
	LAS CAMELIAS	1.274.039	1.024.760	122,7	1021,2	915,2

	TOTAL			171,59	1693,11	1382,67
CIENAGA MIRAMAR	BARRIO PUEBLO NUEVO CLL 59	1.273.233	1.023.181	2,96	66,75	52,26
	BARRIO PUEBLO NUEVO CR 12	1.272.912	1.023.505	0,4	4,63	2,70
	CRISTO PETROLERO	1.272.699	1.023.110	33,16	426,89	272,18
	LAS LAVANDERAS	1.272.923	1.023.181	27,5	67,8	51,1
	TOTAL			64,05	566,06	378,27
HUMEDAL EL CASTILLO	BARRIO CAMPO HERMOSO	1.274.821	1.024.345	0,2	2,7	1,9
	BARRIO INVASION CINCUENTENARIO	1.270.958	1.024.825	0,8	6,7	4,7
	BARRIO CINCUENTENARIO	1.270.337	1.024.786	9,6	165,4	99,2
	BARRIO EL LIMONAR	1.269.857	1.025.109	1,9	30,2	21,1
	BARRIO CINCUENTENARIO IV ETAPA	1.270.386	1.025.281	0,2	2,5	1,8
	CONJUNTO CERRADO EL REFUGIO	1.270.569	1.025.333	10,2	121,6	102,8
	BARRIO LOS NARANJOS	1.270.711	1.026.188	0,1	1,6	1,0
	BARRIO BUENAVISTA	1.269.781	1.026.398	11,4	178,1	105,3
	BARRIO BUENAVISTA CRA 58 CLL 31	1.269.671	1.025.778	3,9	46,0	27,2
	BARRIO BELLAVISTA	1.269.739	1.026.057	0,2	1,2	0,9
	BARRIO NUEVO HORIZONTE	1.271.997	1.027.461	2,6	21,9	18,0
	BARRIO EL CAMPING	1.271.911	1.027.577	0,9	6,8	4,6
	BARRIO EL CHICO	1.272.323	1.026.416	2,4	30,6	24,8
	BARRIO BARANCABERMEJ A	1.272.614	1.027.189	1,8	24,3	24,2
	BARRIO DANUBIO	1.273.911	1.028.163	7,6	92,2	56,0
	BARRIO KENNEDY	1.272.910	1.027.599	1,9	14,5	13,2
	BARRIO EL PROGRESO	1.272.764	1.027.412	35,9	306,0	340,1
	BARRIO PARAISO	1.271.232	1.026.568	2,6	49,0	27,9
	BARRIO SANTA BARBARA	1.271.711	1.025.457	2,4	28,5	24,7
	PTAR TAMARINDOS CLUB	1.270.829	1.026.241	0,2	1,2	0,2
	BARRIO MARIA EUGENIA CLL RABO LARGO	1.271.510	1.027.046	0,91	6,73	4,93
	BARRIO MARIAEUGENIA CRA 59	1.271.226	1.027.517	2,48	19,07	15,07
	BARRIO CAMPESTRE CLL	1.270.708	1.027.383	0,87	8,92	7,29

	38					
	BARRIO CAMPESTRE CRA 60	1.270.724	1.027.569	0,15	1,44	1,26
	TOTAL			101,3	1167,2	928,2
CIENAGA SAN SILVESTRE	PTAR BARRIO BOSTON	1.274.428	1.027.783	3,6	48,9	20,3
	BARRIO 20 DE ENERO	1.274.734	1.024.567	19,5	265,5	189,2
	BARRIO COVIBA	1.275.074	1.024.863	0,5	7,4	4,4
	BARRIO SANTA ISABEL - BELEN	1.274.783	1.025.546	43,6	264,7	208,2
	BARRIO LA PAZ	1.274.847	1.026.102	37,2	207,7	865,2
	BARRIO SAN JUDAS	1.274.349	1.025.599	4,0	53,2	33,5
	AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.	1.274.416	1.027.314	337,0	1353,9	4862,2
	TOTAL			445,2	2201,3	6183,0

Fuente. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. Año 2006

Tabla. 3 Identificación Fuentes Receptoras

6.2.7 Calidad del Recurso Cuerpos de Agua Receptores

Para la calidad del recurso de las fuentes receptoras se efectuó la caracterización 30 metros antes y después del punto de vertimiento, teniendo en cuenta los parámetros que a continuación se relacionan:

CUERPO	PUNTO DE	ALTITUD	COORDENADAS PLANAS		ANALISIS FISICOQUIMICO								A. MICROBIOLOGICO	
RECEPTOR	VERTIMIENTO		Y	X	T°	pH	SS	DBO5	DQO	OD	N	P	Col. Fecales	Col. totales
Humedal El Castillo	30 metros antes	85 msnm	1,269,366	1,026,471	31.7	5.5	14	20	35	6.33	0.42	0.273	150	353.3
Cienaga Juan Esteban	30 metros despues	79 msnm	1,271,038	1,023,937	30.66	5.5	71	25.33	45	6.1	0.43	0.51	156.66	710
Rio magdalena	30 metros antes	81 msnm	1,271,524	1,023,359	29.74	82.8	497	46	72.66	5.46	1.86	0.9	1983	5800
	30 metros despues	79 msnm	1,272,583	1,022,171	29.62	6.95	731.66	46	86.6	5.46	1.96	1.03	2100	6533
Cienaga San Silvestre	30 metros antes	83 msnm	1,027,042	1,276,113	29.3	6.87	731.6	46	86.6	5.46	1.96	1.03	2100	6,533
	30 metros despues	82 msnm	1,024,619	1,277,698	29.8	6.9	34.3	25.6	40	6.43	0.58	0.35	183.3	593.3
Cienaga Miramar	Batallon				32.3	6.75	29.3	23.6	55.3	6.13	0.64	0.93	113.3	310
Cienaga Miramar	Cristo Petrolero	78msnm	1,272,716	1,023,031	32.1	6.70	21.3	31.3	56.3	6.1	0.62	0.98	136.66	406.66
Cienaga Miramar	Club Infantas	113msnm	1,274,063	1,024,155	32.04	6.75	38	41.3	83.6	5.96	0.81	0.86	143.3	523.3

Tabla 4. Calidad de cuerpos receptores

6.3 DIAGNOSTICO TECNICO

6.3.1 Descripción técnica y estado actual del sistema de acueducto

6.3.1.1 Captación

Corresponde a una torre de dos compartimentos de 1.65 metros por 2.0 metros con una profundidad de 7.60 metros, la entrada del agua se hace a través de dos compuertas ubicadas en la parte inferior de la torre que se manejan desde la plataforma existente sobre la torre. Antes de pasar a los conductos que llevan el agua al pozo de succión existen unas rejillas para impedir el paso del material flotante.

6.3.1.2 Aducción

El agua captada es conducida al pozo de succión mediante dos conductos, uno de 36" de diámetro y otro de 24" de diámetro en asbesto cemento. La longitud de estos conductores es de 10.4 metros aproximadamente.

6.3.1.3. Pozo de Succión

Constituido por dos cámaras, en una de ellas se encuentran instaladas tres bombas, las dimensiones de éstas son 6.80 metros por 3.0 metros con una profundidad total de 7.87 metros. La otra cámara en la cual se encuentran dos bombas tienen dimensiones de 3.80 metros por 3.00 metros. Las dos cámaras están conectadas.

6.3.1.4 Equipo de bombeo

Se utilizan cinco bombas centrifugas de eje vertical, Goulds Pumps de tres etapas de 4900 galones/min equivalentes a 330 litros por segundos y una potencia de 300 HP. Sistema eléctrico 460 voltios.

6.3.1.5 Línea de Impulsión

La tubería antigua de impulsión en su totalidad tiene un diámetro de Ø 30" y una longitud de 1940 m, es de CCP con recubrimiento interno y externo en concreto.

La nueva tubería de impulsión, que esta en funcionamiento desde julio del año 2.004, tiene un diámetro de Ø 28" y una longitud de 1940 m, es de Hierro Dúctil (HD).

6.3.2 Planta de Tratamiento de Agua Potable

6.3.2.1 Aireadores

El agua captada llega por Bombeo a dos aireadores en escalera que conduce el agua aireada a dos cámaras de aquietamiento y de allí pasa a la mezcla rápida.

En el aireador escalonado tiene conectado un compresor para completar la aireación natural, además este compresor actúa sobre el canal como adicional a la mezcla rápida.

6.3.2.2 Mezcla Rápida

Compuesta por dos canales que funcionan en paralelo y están equipadas con mezcladores de los cuales uno está fuera de

servicio. Las dimensiones de cada mezclador son de 2.6 x 2.6 x 2.5 m para un volumen de 16.9 m³ cada uno; estas dimensiones dan un período de retención de 45 seg, para el caudal de diseño.

6.3.2.3 Floculadores

A los floculadores llega el agua mezclada por medio de un canal transversal de distribución de 1.10 metros de ancho por 1.55 metros de altura, con compuertas de operación manual y con rejillas para su inspección. Son cuatro unidades con tres cámaras de floculación, en las cuales se han instalado paletas giratorias accionadas por motores y reductores de velocidad desde pozos secos contruidos entre las unidades 1 y 2 y entre las 3 y 4.

Las dimensiones de los floculadores son de 10.65 metros de longitud, 14.00 metros de ancho y 3.80 metros de profundidad con un borde libre de 0.20 metros para cada floculador. El periodo de retención total es de 37.5 minutos.

6.3.2.4 Sedimentadores

Funcionan en serie con los floculadores de los cuales reciben el agua floculada a través de muros de concreto perforados para distribución del flujo.

Cada unidad tiene dos válvulas de fondo que desaguan a tuberías de 20 pulgadas y para el lavado se desaguan tanto el floculador como el sedimentador, el agua drenada la recibe el alcantarillado general de la Planta de Tratamiento y su disposición final es la Ciénaga San Silvestre.

El volumen es de 2.680 metros cúbicos y el período de retención cuatro horas. La carga superficial es de 20 m³/m²/día.

Las dimensiones son de 58.35 por 14.00 por 3.80 metros, son estructuras de concreto y el fondo tiene una pendiente del 10% en sentido transversal y del 5% en sentido longitudinal, para facilitar el flujo de los lodos que se depositan principalmente en el primer tercio del sedimentador, en el sitio donde está situada la primera válvula de fondo para desaguar.

6.3.2.5 Canal de recolección

El agua pasa a través de dos compuertas de 24 pulgadas por 24 pulgadas para cada sedimentador, a un canal general de recolección de agua clarificada que tiene una sección de 1.10 metros de ancho por 1.55 metros de altura y placa de cubierta de 0.15 metros. Frente a cada compuerta existen sendas rejillas de inspección para el mantenimiento del canal.

Este canal lleva el agua a la estructura de filtración por medio de un canal en U que alimenta lateralmente a cuatro filtros en el ramal norte y cuatro en el ramal sur.

6.3.2.6 Filtros

Construida por ocho unidades dispuestas en dos series paralelas de cuatro unidades dobles. Separadas por la galería de conductos en la cual están instaladas las tuberías de lavado ascensional, los medidores y válvulas de control de flujo; los medidores son en cada filtro; una para caudal de filtración con capacidad máxima de 100 lps y otro para pérdida de carga.

El área filtrante es de 70.23 m² para cada filtro, que dan un área de filtración total de 561.84 m². Cada filtro dispone de cuatro canaletas para recolectar las aguas de lavado.

Se realizó la reparación del filtro No. 3, 7 y 8, los cuales se encuentra, actualmente en funcionamiento.

6.3.2.7 Almacenamiento y distribución de agua tratada

El tanque de almacenamiento es una estructura de concreto enterrada con una capacidad de 8.640 m³, sus dimensiones son 37 m x 48 x 5.5 m de altura y borde libre de 0.5 m.

A este tanque llegan las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento; existen 5 bombas las cuales envían el agua al tanque elevado, desde el cual se distribuye a la ciudad y también proporciona el agua de consumo para lavado de filtros, sedimentadores, servicio general de la Planta de Tratamiento.

Existe otro tanque de almacenamiento (enterrado) que tiene una capacidad de 8.640 m³ en concreto reforzado. Falta terminar el empalme con el tanque viejo.

6.3.2.8 Bombeo de agua tratada

Compuesta por cinco (5) bombas de eje vertical, marca Goulds Pumps de tres etapas, 4500 galones/min que equivalen a 300 litros/segundo, sistema eléctrico 460v, que succionan el agua del tanque de

almacenamiento (enterrado) existente, y lo lleva al tanque elevado de 700 m³.

6.3.2.9 Tanque Elevado

El tanque de distribución (elevado) tiene una capacidad de 700 m³, está construido con concreto reforzado sobre una torre también en concreto de 42 m de altura.

Tiene un diámetro de 12.80 m y una altura total de 6.40 m. Con su fondo y tapa en forma de arco.

El volumen del tanque elevado solo permite abastecer la población durante 10 minutos, por lo que no se considera como un tanque de compensación, sino sólo como un tanque de paso para permitir una cabeza adecuada de la distribución y lavado de filtros.

6.3.2.10 Red de Distribución

Existen cuatro (4) conductos principales que transportan el agua a cuatro zonas de servicio muy bien definidas dentro del casco urbano de la ciudad.

Zona Sur-Sur

Es abastecida por una tubería principal en asbesto cemento de diámetro 14", 12" y 10", tiene una interconexión con las redes del sector Sur - Oriente a la altura de la vía que conduce a Bucaramanga con la carrera 62, surte a través de las redes menores los Barrios El Palmar, Los Naranjos, El Cerro, Los Pinos, Cincuentenario, Limonar, El Refugio,

Urbanización Bosques de la Cira, El Castillo, El lago, El Bosque, José Antonio Galán, La Liga, Buenavista, Bellavista y la Península.

La red de distribución de este sector tiene una longitud aproximada de 34 Km, correspondiente al 14% de todo el sistema.

La línea de refuerzo zona sur, obra importante contemplada en el plan maestro de acueducto, se encuentra actualmente en funcionamiento, lo cual ha mejorado la problemática de la falta del líquido en la comuna 4 del municipio.

Zona Sur - Oriente

Se abastece a través de una tubería de Ø 14" en asbesto cemento instalada aproximadamente hace 18 años, empieza la distribución a través de manijas (diámetro menores) que suministran el agua a los Barrios Villarelys, Independencia, 9 de Abril, El Campín, María Eugenia, Antonia Santos y Las Brisas entre otros.

Presenta una interconexión con la Red del sector Sur-Sur en la intersección de la Carrera 50 con la vía del ferrocarril y con la tubería del refuerzo zona sur con el barrio el Campestre a la altura de la subestación eléctrica de la ESSA .

Las redes menores las conforman tuberías de PVC y AC de 6" A 2" de diámetro con una edad promedio de instalación de 14 años, la longitud aproximada de la red de distribución de este sector es de 27 Kms que representa un 8% de la Red total de la ciudad.

Las dos zonas anteriores abastecen aproximadamente un 20% de la ciudad.

La puesta en funcionamiento de la línea de refuerzo de la zona- sur ha mejorado la continuidad del servicio de agua en este sector.

Zona Nor - Oriente

Las redes de distribución encargadas de abastecer esta zona (aproximadamente un 40% de la población de la ciudad), tiene una edad promedio de 26 años y su gran mayoría son de asbesto cemento. Los diámetros de las tuberías oscilan entre 24" y 2".

Esta red abastece entre otros los siguientes Barrios: Boston, Antonio Nariño, Rafael Rangel, San Pedro, Los Alpes, 20 de Agosto, Danubio, Las Brisas, Las Granjas, Kennedy, El Progreso, Provivienda, Chapinero, Los Lagos, Simón Bolívar, La Independencia, El Porvenir, Primero de Mayo, Alcázar, La Esperanza, Camelias, Internacional, San Judas, El Cortijillo, La Paz, Pipatón, Gaitán, La Floresta, Belén, Santa Isabel, COVIBA, La Libertad.

La longitud aproximada de la red en esta zona es de 91.5 Kmts. correspondiente a un 27% de la Red total de la ciudad.

Se presentan presiones bajas en condiciones de demanda máxima en los Barrios La Libertad, Miraflores y la Punta del Palo, Simón Bolívar y Los lagos, persistiendo la baja presión en demanda media en el Barrio La Libertad.

Las Bajas presiones presentadas obedecen principalmente a los nuevos desarrollos, Barrio COVIBA, Santa Isabel, y Los Lagos, entre otros, que

son abastecidos por la prolongación de redes menores que no tienen las mejores condiciones para abastecer la demanda solicitada.

Zona Comercial

En esta zona están localizada las redes más antiguas de la ciudad, presenta diversos tipos de materiales como hierro galvanizado, asbesto cemento y PVC.

La mayoría de las redes principales son las mismas que operan con el acueducto antiguo que abastecía la ciudad desde el caño Cardales, estas redes fueron instaladas aproximadamente hace 38 años.

Para demanda máxima se presentan bajas presiones en los Barrios: Arenales, Las Margaritas, Las Playas, San José, La Victoria, Palmira, Sector Comercial, Inscredial, Isla del Zapato y la zona sur del Recreo.

La zona Comercial presenta un gran desorden en cuanto a trazado de tuberías y distribución de la demanda debido a que antiguamente cuando la ciudad era abastecida desde el caño Cardales las redes principales, en diámetros mayores iniciaban las rutas en esta zona, hoy en día estas redes principales funcionan como redes de distribución, las cuales son abastecidas por tuberías con diámetros menores, ocasionando una descompensación al sistema en cuanto a velocidad y presiones. Esto ocurre especialmente en el barrio Colombia, en donde se ha instalado Redes Nuevas y las viejas Redes quedan funcionando.

Con lo anterior, la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., adelanta la Modelación Hidráulica del sistema de acueducto con el fin de compensar las presiones en los diferentes sectores de la ciudad y evitar

daños o roturas en las redes de conducción así mismo se elabora el catastro de las redes del sistema de distribución y conducción de agua potable en la ciudad, estudio que permitirá priorizar las reposición a corto, mediano y largo plazo.

6.4 BALANCE HÍDRICO

Teniendo en cuenta que para realizar un balance hídrico ajustado a las condiciones biofísicas de la zona de estudio, se requieren datos reales y representativos de cada uno de los componentes de este balance (Precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía), no es posible establecer el comportamiento mensual de este balance por la falta de registros que permitan calcularlo; para lo cual, la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., deberá desarrollar un estudio detallado del manejo de la cuenca teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados, además que incluya un análisis morfológico y morfométrico de la cuenca, características del relieve, establecer sistemas de drenaje y análisis de datos históricos de estaciones meteorológicas del área de captación de la fuente receptora.

6.4.1 Diagnóstico de Demanda del Recurso

Para determinar la demanda real del recurso por parte de los usuarios del acueducto se tuvieron en cuenta los datos de usuarios registrados en el sistema de facturación, los consumos promedio para zona urbana y el censo poblacional obteniendo los siguientes resultados:

ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO	CAUDAL	
	MAXIMO	MINIMO
OFERTA DE AGUA (M3/DIA)	70215	60669
CONSUMO INDIVIDUAL ESPERADO, SEGÚN DOTACION (L/HAB/DIA)	150	150
POBLACION SERVIDA EN EL AREA DE COBERTURA (HABITANTES)	179892	179892
DEMANDA SEGÚN CONSUMO TOTAL ESPERADO (M3/DIA)	26984	26984
DIFERENCIA ENTRE OFERTA Y DEMANDA (M3/DIA)	43231	33685
POBLACION A ABASTECER SEGÚN OFERTA (HABITANTES)	468	404
POBLACION SERVIDA (HABITANTES)	179892	179892
DIFERENCIA (HABITANTES)	179424	179488

Tabla 5. Análisis de Oferta y Demanda del Recurso

Según la información presentada en la Tabla 5, se puede concluir que el Acueducto no presenta problemas de desequilibrio entre oferta y demanda del recurso hídrico, garantizando la dotación de agua a todos los usuarios, tanto para las épocas de invierno como las de verano.

6.5 REUSO DEL AGUA

El Acueducto no cuenta con alternativas para el reuso del agua. Sin embargo, se han implementado mecanismos para uso eficiente del recurso que se encuentran enfocados a la realización de campañas educativas a la comunidad usuaria del servicio. Estas campañas se han llevado a cabo en una primera fase en las escuelas

Adicionalmente, se distribuye mensualmente al respaldo de la factura de cobro un sistema de información a los usuarios adoptado por el Acueducto, en el cual se le informa a los suscriptores acerca de diversos temas como uso racional y eficiente de agua en el hogar legislación, actividades realizadas para ahorrar el recurso.

También se han distribuido plegables y afiches educativos llamados *“Cultura y Humanización del Agua*, en los cuales se dan recomendaciones para el ahorro del recurso desde las escuelas

mismos. De igual forma, se realizarán trabajos a líderes comunitarios enfocados a brindar información a los usuarios del servicio relacionada con el uso Eficiente y Ahorro del Agua, además de visitas técnicas a la planta de tratamiento de agua potable.

6.6 MEDIDORES DE CONSUMO

Medir el gasto de agua, es decir la cantidad de metros cúbicos que se consumen en cada casa, es la forma más adecuada y justa para cobrar el servicio y se debe realizar con instrumentos adecuados. Los Medidores son los aparatos que miden e indican el volumen de agua que pasa a través de un componente del acueducto. El medidor instalado en la casa llamado también Contador, muestra la cantidad de metros cúbicos consumidos en la vivienda.

La medición del consumo de agua es el medio más importante para mejorar el uso racional del agua y tener una tarifa justa que muestre los costos reales de la prestación del servicio. De esta forma las personas que economizan agua se ven favorecidas ante aquellas que la desperdician. Para las Entidades es la manera más efectiva de conocer las pérdidas de agua y por tanto reducirlas. La ley 373 de 1997 exige que las entidades elaboren planes para instalar medidores donde sea técnicamente posible y reducir las pérdidas de agua.

En consideración de lo anterior, la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Ha implementado dentro de su sistema operativo un programa de Medición, que consiste en:

Cinco macro medidores ultrasónicos de tiempo de tránsito para medir el agua de entrada en las dos tuberías que alimentan la Planta de Tratamiento y, en tres de las cinco salidas que tiene la misma.

En las dos tuberías de entrada, de 30" en CCP y 28" en HD, se utilizaron sensores intrusivos ultrasónicos, conectados a un transmisor electrónico de dos canales, para la visualización de los datos de medida en el sitio y a su vez, este, se conectó a un sistema inalámbrico de transmisión de datos para la visualización remota de los datos de los caudales de entrada en el cuarto del operador de planta.

En tres de las cinco tuberías de la salida de la planta, se instalaron igualmente, los sensores y los transmisores de medida así:

Línea de refuerzo Zona sur es una tubería de 20" en CCP sensor Intrusivo.

Línea Nor-oriental, es una tubería de 24" en asbesto cemento (AC), se instaló un sensor ultrasónico tipo Clamp

Línea de conducción denominada Comercio, es una tubería en Asbesto Cemento (AC), se instaló un sensor ultrasónico tipo Clamp.

Los sensores tipo Clamp, comparten un transmisor electrónico para la visualización de los datos de medida, mientras que el sensor en la tubería de CCP, tiene su propio transmisor electrónico.

Las señales de medida de caudal de agua tratada, están asociadas con el salón del operador, con un sistema de transmisión inalámbrico de datos.

Las señales de medida, son concentradas en un registrador de datos por medio de un sistema de radio. El registrador, almacena y muestra los caudales para que el operador realice la gestión de los mismos.

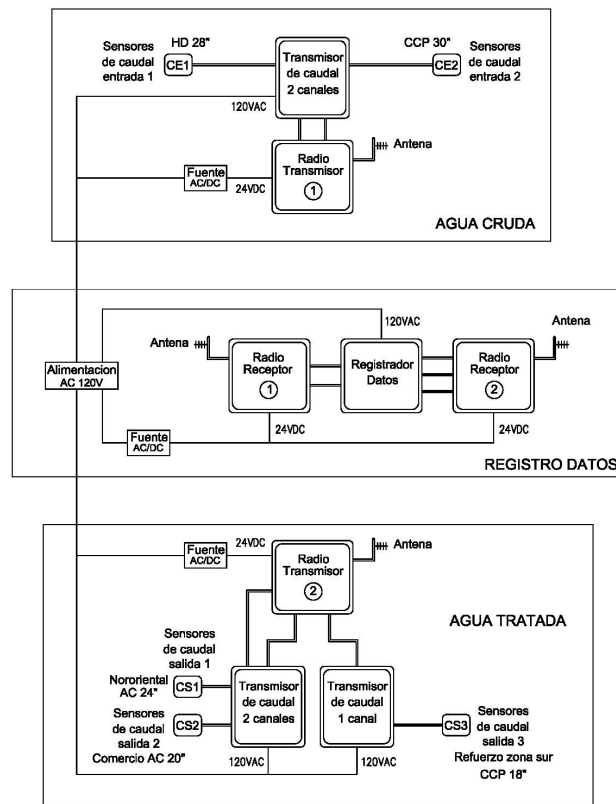


Grafico 6. Sistema de Macromedición

En cuanto a la Micromedición, el Acueducto cuenta con un total de 44.912 Micromedidores, La lectura de estos micromedidores se hace mensualmente, las unidades están dadas en L/seg, y de los cuales se tiene el siguiente diagnostico.

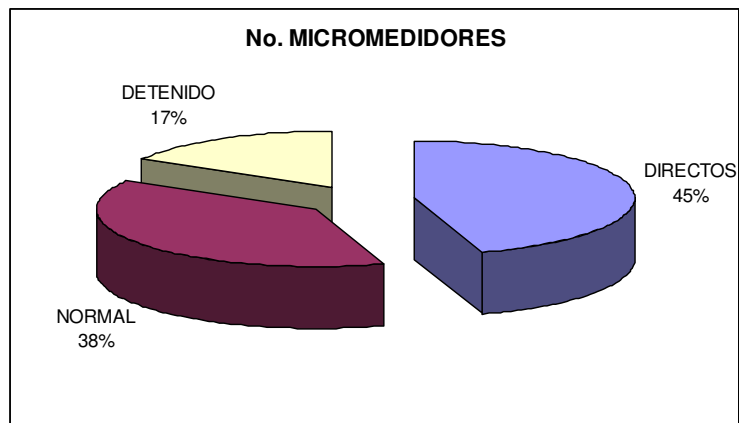


Grafico. 7 Numero de Micromedidores

MICROMEDICION	No. de Medidores
DIRECTOS	20165
NORMAL	17278
DETENIDO	7469
TOTAL	44912

Tabla 6. Diagnostico Micromedición

6.7 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS

Las pérdidas de agua en un sistema de acueducto obedecen a tres causas:

- Escapes de agua en los tanques de almacenamiento y tuberías o por grietas y fisuras en los sistemas de distribución.
- Pérdidas causadas por la imprecisión o mal funcionamiento de los equipos de medición: macromedidores y micromedidores.

- Pérdidas causadas por la utilización de agua en el lavado de filtros y tanques del sistema de acueducto o en el consumo de poblaciones como bomberos y usuarios clandestinos.

Adicionalmente y teniendo en cuenta los usuarios que son grandes consumidores, pueden ser causantes de pérdidas representadas en los consumos suntuarios, el Acueducto ha identificado los usuarios que presentan consumos suntuarios realizando un análisis de su comportamiento en el consumo, y proponiendo acciones que permitan llevar control sobre estos suscriptores específicos.

6.7.1 Análisis y dimensionamiento de grandes consumidores

Actualmente en la ciudad de Barrancabermeja existen alrededor de 250 usuarios que presentan consumos mayores a 100 M³ mes. Esta variable fue el criterio utilizado para identificar los grandes consumidores, debido a que no se tenía información sobre datos pertinentes al medidor como marca, tipo, fecha de instalación diámetro de medidor, entre otros.

Los grandes consumidores por sus altos consumos requieren que sus medidores estén en muy buenas condiciones metrologicas y que estén adecuadamente dimensionados de acuerdo a sus consumos. De esta forma se evitan subregistros que afectan la facturación y el ingreso de la empresa.

Problemas de dimensionamiento de medidores en este tipo de usuarios tienen un impacto directo sobre el porcentaje de Agua No Contabilizada. Como solución a estos problemas Aguas de

Barrancabermeja ha estructurado estrategias de asistencia técnica encaminadas a fortalecer e impulsar el Área técnica, operativa y comercial, que permita optimizar los recursos humanos, materiales y tecnológicos. Por esta Razón Aguas de Barrancabermeja inició la contratación de una consultoría para efectuar un estudio de Agua no Contabilizada y la formulación de un programa de pérdidas para la ciudad de Barrancabermeja.

6.7.2 Conceptualización Grandes Consumidores

Se determinó que consideran “gran consumidor” a aquellos usuarios que presentaran consumos superiores a 100 m³, para un total de 267 usuarios a analizar.

Es posible que por deficiencias en la información registrada en la base de datos y por la falta de micromedición en casi el 50% del municipio existan usuarios cuyos consumos pudieran se considerados como grandes consumidores pero estos no fueron considerados.

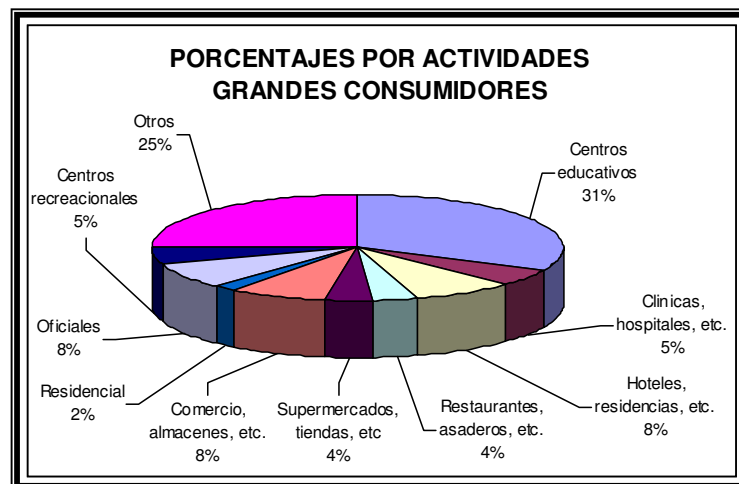


Grafico 8. Grandes Consumidores

7. PROGRAMAS DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS.

Considerando la importancia de la conservación de las fuentes hídricas para garantizar la prestación del servicio de acueducto a la comunidad de Barrancabermeja, el Acueducto ha desarrollado desde el año 2006 proyectos para la protección y conservación del Humedal San Silvestre y en especial las zonas de recarga hídrica.

De igual forma, se prevé un proceso de sensibilización a Instituciones y la Comunidad en general, además de programas de manejo integral del agua y suelo de las zonas declaradas como áreas de manejo especial, las cuales se encuentran fundamentadas en la reglamentación del Distrito de Manejo Integrado del Humedal San Silvestre.

7.1 ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA REDUCCION DE PERDIDAS ANUALES EN PLANTA Y SISTEMA DE DISTRIBUCION.

Pérdidas por escapes en Tanques y Tuberías	Revisión periódica de los tanques y redes para verificar el adecuado funcionamiento de los mismos
	Prevención de daños en escenarios de riesgo identificados
	Corrección y arreglo de los daños presentados en tanques de almacenamiento y redes de distribución.
Pérdidas por fallas o imprecisiones en los mecanismos de medición o ausencia de los mismos.	Cambio de micromedidores si no funcionan bien así no hayan cumplido el tiempo de vida útil establecido por la legislación
	Chequeo diario de macromedidores para verificar su funcionamiento adecuado y para llevar reporte de los datos registrados.
	Instalación de macromedidores a la entrada y salida del sistema y en los sectores definidos por la modelación hidráulica en la red de distribución para la medición de caudales.

Pérdidas por usuarios clandestinos	Revisiones periódicas por la red para identificación de conexiones fraudulentas o usuarios clandestinos, procediendo posteriormente con la desconexión de estas redes.
Pérdidas por grandes consumidores	Comparaciones trimestrales de los consumos registrados de los suscriptores identificados como grandes consumidores, determinando patrones de consumo
	Distribución del material educativo del ATC (Anexos 6, 7 y 8), a los suscriptores identificados como grandes consumidores y realización de jornadas de sensibilización acerca del Uso Eficiente y Ahorro del Agua con los mismos.
	Visitas domiciliarias para identificar las actividades que realizan los consumidores en las cuales es posible la utilización de fuentes alternas como aguas lluvias u otras fuentes superficiales.
Socialización de Programas de sensibilización	Talleres de capacitación en servicio al cliente (Instrucciones sobre los procedimientos de cambio de medidores) para tener mayores herramientas informativas y de comunicación hacia la comunidad.
	Herramientas de comunicación (volantes y formatos informativos)

Tabla 7. Actividades Propuestas para reducción de pérdidas

7.2 DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS, PLANES O PROGRAMAS

7.2.1 PROYECTOS EJECUTADOS

1. Implementación de las estaciones reductoras de presión con sistemas de control dinámico de presiones en las redes de conducción de agua potable en el acueducto urbano del Municipio de Barrancabermeja.

2. Construcción e implementación de obras mecánicas y civiles en la Galería de Filtros, Sala de Bombas, Área de Dosificación de Tratamiento y Bocatoma del Acueducto Urbano del Municipio de Barrancabermeja.

3. Recuperación y Rehabilitación de las válvulas de fondo, compuertas para los sedimentadores y compuertas de afluentes con sus accionadores neumáticos, correspondientes a los filtros del acueducto urbano del Municipio de Barrancabermeja.
4. Reposición de redes de agua potable en el Barrio Santana del Municipio de Barrancabermeja.
5. Implementación del programa de control de pérdidas y reducción del agua no contabilizada en el Municipio de Barrancabermeja.
6. Instalación de tubería de distribución de agua potable al Barrio Villanueva del Municipio de Barrancabermeja.
7. Construcción redes de acueducto en el Barrio 20 de enero y entre las calles 33, 35 y carreras 49 y 51 del Barrio Planada del Cerro, Municipio de Barrancabermeja.
8. Construcción redes de acueducto para ampliar la cobertura del servicio en diferentes sectores de la ciudad
9. Reposición de redes sector Villarelys II
10. Reposición de redes sector Ciudadela Pipaton

7.2.2 PROYECTOS EN EJECUCION

Diagnostico, Sistematización y Actualización de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado en el Municipio de Barrancabermeja.

Optimización del Sistema de Filtración de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, Municipio de Barrancabermeja.

Implementación de la Primera Fase del Programa de Micromedición en el Municipio de Barrancabermeja.

7.2.3 PROYECTOS PARA SER EJECUTADOS EN PROXIMAS VIGENCIAS

Optimización de la línea de conducción y reposición de las compuertas de entrada de agua cruda del acueducto del Municipio de Barrancabermeja.

Rehabilitación de las válvulas de alivio del sistema de bombeo en bocatoma.

Implementación de la segunda fase de micromedición en el Municipio de Barrancabermeja (hasta tanto no se culmine la primera fase, no se realizara esta segunda).

Reposición Redes de Acueducto (Según lo estimado en el Diagnostico, sistematización y actualización del sistema de acueducto y alcantarillado en el Municipio de Barrancabermeja)

8. INDICADORES DE DESEMPEÑO

INDICADORES	FORMULA E INFORMACIÓN	OBSERVACIONES
1. Calidad del servicio		
1.1 Cobertura (Acueducto y alcantarillado)	$a) \text{ FORMULA } \% = \frac{\text{Número de Suscriptores}}{\text{Número de Domicilios}} \times 100$ $b) \text{ FORMULA } \% = \frac{\text{Número de Usuarios}}{\text{Número de Domicilios}} \times 100$ INFORMACIÓN NECESARIA : Registro de suscriptores y usuarios Donde: Número de Suscriptores: Número de Personas naturales o jurídicas con las cuales se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos. Número de Usuarios : Número de personas naturales o jurídicas que se benefician con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble donde éste se presta o como receptor directo del servicio.. Número de Domicilios : Número de unidades familiares que existen en la zona de influencia de la entidad, a esa misma fecha, según la información oficial del DANE.	Refleja el porcentaje de usuarios del servicio, en función del número de domicilios.
1.2 Cobertura de medición	$\text{FORMULA } x 100 \% = \frac{\text{Número de Medidores}}{\text{Número de Suscriptores}}$ INFORMACIÓN NECESARIA : Registro de usuarios y de medidores donde : Número de medidores : Número de medidores instalados en operación a una fecha determinada. Número de suscriptores : Número de Personas naturales o jurídicas con las cuales se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.	Refleja el grado de cobertura de medidores operando en el área atendida por la entidad.
2. Calidad del Agua	Dar cumplimiento a la normatividad vigente expedida por el Ministerio de Salud	
3. Índice de agua no contabilizada	$\text{FORMULA } x 100 \% = \frac{\text{Volumen producido} - \text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producido}}$ INFORMACIÓN NECESARIA : Información sobre volumen producido y facturado. Donde: Volumen Producido : Volumen de agua (m3) que la entidad introdujo al sistema de distribución durante los últimos doce meses, medida a la salida de tanques de	Muestra el porcentaje de pérdidas de agua en que la empresa incurre en su operación normal.

	almacenamiento, menos desperdicios por mantenimiento. Volumen Facturado : Volumen de agua que la empresa facturó durante los últimos doce meses.	
4.4 Continuidad del servicio	FORMULA $100 \% \times \frac{[1 - \sum (H_i \times C_i)]}{H \times C_s}$ INFORMACIÓN NECESARIA : Registro sobre tiempo de suspensión del servicio y registro de usuarios donde: H = horas totales por año = 8.760 H_i = Horas suspendidas durante la interrupción i C_i = # de usuarios afectados por la interrupción i C_s = # total de usuarios del sistema	Muestra el porcentaje de tiempo promedio en el año en que se presta el servicio, exceptuando las interrupciones debidas a labores de mantenimiento o reparación de daños.

Tabla 8. Indicadores de desempeño

9. ESTABLECIMIENTO DE METAS ANUALES DE REDUCCION DE PÉRDIDAS

Teniendo en cuenta la importancia de la disminución y el control de perdidas de agua, como factor de gestión fundamental en la operación de los sistemas de acueducto enmarcados dentro de la legislación nacional, por el uso racional del recurso hídrico y su desarrollo sustentable; la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., he ha interesado en implementar proyectos, programas y planes encaminados al ahorro y uso eficiente del agua, de igual manera disminuir el índice de agua no contabilizada que actualmente es del 47% en promedio, muy distante al treinta por ciento establecido como meta por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial a través de su dirección de agua potable y saneamiento básico.

Para el establecimiento de las metas anuales de reducción de perdidas de la empresa Aguas de Barrancabermeja se propone el siguiente cronograma, en virtud a lo establecido en los términos de referencia emitidos por la autoridad ambiental competente.

AÑO	INDICE DE PERDIDAS	META ANUAL	PERIODO DE IMPLEMENTACION
2008	47%	4%	Enero – Diciembre 2008
2009	43%	4%	Enero – Diciembre 2009
2010	39%	4%	Enero – Diciembre 2010
2011	35%	4%	Enero – Diciembre 2011
2012	31%	4%	Enero – Diciembre 2012

10. BIBLIOGRAFIA

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. [on line]. Uso eficiente del agua. 2008. www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind48/uso/uso.html. [Consulta: 1 Agosto.2008].

COLOMBIA MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. 2002. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Bogotá- Colombia.

FERNÁNDEZ, Alicia. 2004. Evaluación de plantas potabilizadoras. Editorial Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. México.

LEY 373 DE 1997. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

SPELLMAN, Frank. 2004. Manual del agua potable. Editorial Acribia. Zaragoza- España.

SISTEMA UNICO DE INFORMACION. Indicadores de gestión y resultados para las empresas de servicios de agua potable y saneamiento básico. www.sui.gov.co/.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS. Matriz de Evaluación y seguimiento Programa Uso Eficiente y Ahorro del Agua.

EMPRESA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Año 2006.

EDASABA. Etapa I: Estudios Básicos y Diagnostico. Diagnostico Sistema Físico. Volumen II de III. Mayo de 1993.