

PRÁCTICA ACADÉMICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE
BARRANCABERMEJA S.A E.S.P.

JESSICA PAOLA AZA MANTILLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMAGA
2018

PRÁCTICA ACADÉMICA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE
BARRANCABERMEJA S.A E.S.P.

JESSICA PAOLA AZA MANTILLA

Director: M.Sc. Hernando González Acevedo
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMAGA
2018

Nota de aceptación

M.Sc. Hernando González Acevedo
Director de práctica

Bucaramanga, 13 de agosto de 2.018

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	8
1. OBJETIVOS.....	9
2. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P	10
2.1 Misión	10
2.2 Visión.....	10
2.3 Política de calidad.....	10
2.4 Objetivos de calidad	11
2.5 Estructura organizacional de la empresa.....	11
2.6 Etapas del proceso de tratamiento de agua	11
2.6.1 Fuente de abastecimiento	11
2.6.2 Sistema de captación	13
2.6.3 Tuberías de impulsión de agua cruda	15
2.6.4 Planta de tratamiento de agua potable	16
2.6.4.1 Aireación	16
2.6.4.2 Canal de unificación.....	16
2.6.4.3 Dosificación de químicos.....	17
2.6.4.4 Floculación	20
2.6.4.5 Sedimentación	21
2.6.4.6 Filtración.....	23
2.6.4.7 Desinfección.....	25
2.6.4.8 Almacenamiento de agua potable	25
2.6.4.9 Estación de bombeo de agua potable	26
2.6.4.10 Distribución de agua potable.....	26
2.7 Mantenimiento de planta	28
2.7.1 Mantenimiento preventivo.....	28
2.7.2 Mantenimiento correctivo.....	29

2.7.3 Mantenimiento correctivo.....	30
2.7.4 Mantenimiento correctivo.....	30
2.7.5 Software de gestión de calidad de mantenimiento	31
3. ACTIVIDADES	32
3.1 Recopilación de información de equipos	32
3.2 Revisión del estado de equipos	32
3.2.1 Comparacion de resultados en el scada	33
3.2.1 Desarrollo del informe de estado de equipos	33
3.3 Implementación del programa de mantenimiento	33
3.4 Modificaciones al plan de mantenimiento	34
4. CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFIA.....	36

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Estructura organizacional	12
Figura 2. Esquema de captación	13
Figura 3. Esquema de cárcamo bocatoma	14
Figura 4. Esquema aireación y canal de unificación	17
Figura 5. Esquema floculación y sedimentación.....	22
Figura 6. Esquema tubería de aireación	23
Figura 7. Esquema de filtro.....	24
Figura 8. Esquema de desinfección.....	25
Figura 9. Esquema tuberías de Casa-bomba	26
Figura 10. Sectorización del sistema de distribución de agua potable.....	28

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Referencias de motores y bombas.....	14
Tabla 2. Especificaciones técnicas tanques de dilución de sulfato de aluminio	18
Tabla 3. Especificaciones técnicas tanques de dosificación sulfato de aluminio	18
Tabla 4. Especificaciones técnicas tanques de dosificación pre oxidante y polímero	20

INTRODUCCIÓN

La empresa Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P es una entidad pública la cual se encuentra encargada del tratamiento de agua cruda proveniente de la Ciénaga de San Silvestre, por ello debe contar con un alto nivel de calidad en todos sus procesos ya que presta su servicio a una población de, aproximadamente, 300.000 personas de Barrancabermeja, Santander. Actualmente la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. cuenta con personal altamente especializado para las labores de mantenimiento de todos sus procesos de potabilización de agua (dosificación, floculación, sedimentación y almacenamiento).

Con el objetivo de lograr dicha calidad, se tienen equipos de control de alta gama que supervisa y controla constantemente los procesos, haciendo uso de sensores encargados de medir el caudal, presión, pH y cloro, entre otras variables, que pueden ser reguladas, actuadores capaces de activar un proceso automatización y tableros de control los cuales se encargan de entregar la corriente necesaria para la regulación de bombas de distribución de agua.

Los elementos de control, como PLC, sensores y actuadores, pueden llegar a un estado crítico debido al tiempo de uso, condiciones climáticas, entorno de trabajo, almacenamiento excesivo de polvo, cables de señal y alimentación sulfatados. Por ello, los mantenimientos preventivos y correctivos son una etapa esencial en toda empresa o industria, ya que de esto depende el correcto funcionamiento de todos los equipos de control, sensores y actuadores. Su ejecución puede variar dependiendo del elemento y su uso.

El objetivo de esta práctica académica es implementar el programa de mantenimiento preventivo, para contribuir al proceso de mejoramiento y modernización de la empresa. Para llevarlo a cabo se realizó el diagnóstico general de equipos, rutas y registros de los equipos, con el fin de establecer un punto de partida y conocer los flancos a modificar. Luego, se presentó la asignación y registro de tareas, y para ello se utilizó como herramienta el software encargado del control y orden del área de mantenimiento llamado Infom@nte, el cual permite tener alta calidad en el desarrollo y registro de las actividades, permitiendo llevar un control de costos, frecuencia de cada actividad, desarrollo y personal requerido.

1. OBJETIVOS

Revisar el estado de los dispositivos de Bocatoma y de la Planta de Tratamiento de Aguas de Barrancabermeja.

Asegurar el cumplimiento oportuno del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos (padre-hijo) durante los procesos, desde captación hasta distribución de agua.

Generar informes que reporten el control de equipos, actividades, repuestos, herramientas y personal de manejo.

Realizar modificaciones al plan de mantenimiento, una vez superada la etapa de reconocimiento de equipos y procedimientos, de dispositivos en la Planta de Tratamiento de Aguas.

Actualizar y agregar equipos e implementos, actividades de ruta y paros programados en el software INFOM@ANTE.

2. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P.

Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. es una empresa prestadora del servicio público domiciliario de acueducto, alcantarillado y aseo en el Municipio de Barrancabermeja, ubicada en el barrio el Boston en la Vía Carretera Nacional, que tiene como política general la prestación de un servicio en condiciones óptimas para toda la comunidad en procura de la expansión y sostenibilidad de la organización.

Como finalidad de la empresa, se tiene que en el año 2.018 será reconocida como una empresa nacional líder en la prestación de servicios públicos domiciliarios, garantizando su sostenibilidad a través de la innovación, la optimización de procesos y la ampliación del portafolio de productos y servicios con altos estándares de calidad responsables con el medio ambiente.

2.1 MISIÓN

Brindar un servicio eficiente y seguro de acueducto y saneamiento básico, promoviendo una cultura ambiental con responsabilidad social.

2.2 VISIÓN

Ser eje de desarrollo sostenible en la región, preservando el agua y el medio ambiente como patrimonio de los ciudadanos.

2.3 POLÍTICA DE CALIDAD

En Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P, trabajamos eficientemente y con calidad para satisfacer a nuestros clientes mediante la prestación del servicio continuo de acueducto y saneamiento básico, manejo seguro de la gestión operativa y comercial, así como la promoción de políticas ambientales gracias a la competencia de su talento humano, la innovación tecnológica y el mejoramiento continuo.

2.4 OBJETIVOS DE CALIDAD

- Garantizar la calidad y continuidad en la prestación del servicio de acueducto y saneamiento básico.
- Asegurar el buen manejo de la gestión operativa y comercial.
- Promover políticas ambientales.
- Actualizar permanentemente las competencias del talento humano.
- Trabajar constantemente en aras del mejoramiento continuo, satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P está conformada según sus funciones administrativas y operativas (Ver Figura 1), a su vez cada rama cuenta con personal capacitado para desempeñar labores que parten desde la Gerencia, Secretaria general, Planeación empresarial, Unidad control de gestión, Subgerencia de operaciones y sus divisiones, unidad de aseo y unidad de alcantarillado; Subgerencia comercial y su partición, unidad de recuperación de control de pérdidas; y por último la Subgerencia administrativa-financiera y su segmentación, unidad financiera.

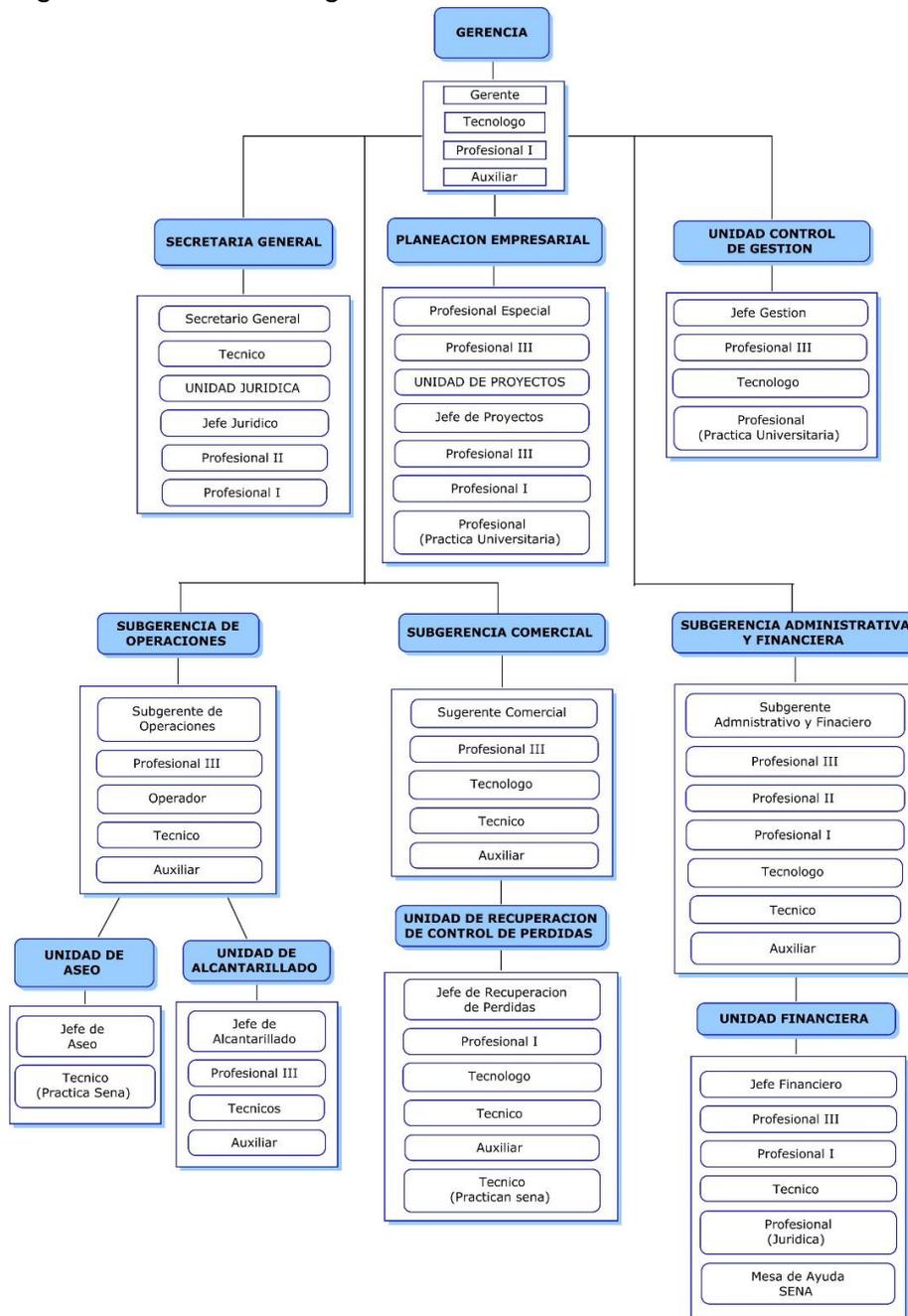
El área en la cual desempeñé mis labores corresponde a la Subgerencia de Operaciones, ilustrada en la figura1, bajo la supervisión de profesional III y dentro de la división de Operador.

2.6 ETAPAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA

2.6.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

En el año 1975 se construyó un nuevo sistema de tratamiento de agua potable alimentado desde la Ciénaga de San Silvestre, ubicada al Noreste de la cabecera municipal. Esta Ciénaga recibe las aguas de la quebrada El Zarzal y tiene por desagüe natural el caño de San Silvestre que desemboca en el Río Sogamoso.

Figura 1: Estructura organizacional.



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P.

2.6.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN

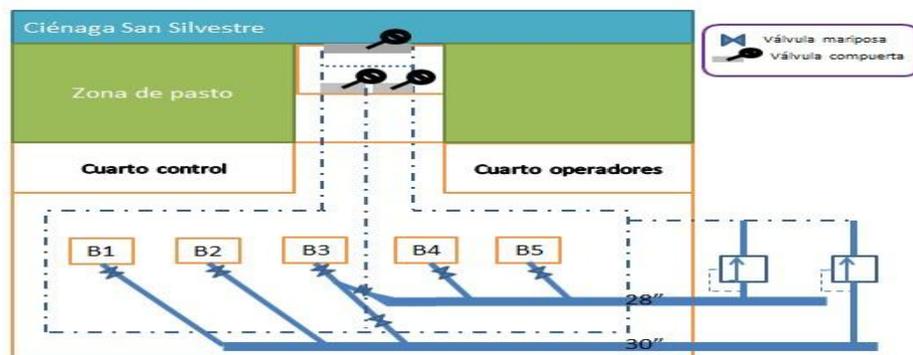
El sistema de captación, figura 2, ubicado lateralmente en la Ciénaga es fijo. Está compuesto por una estructura de captación, un pozo de succión, una estación de bombeo y una subestación eléctrica. La capacidad de captación nominal es de 1875 litros por segundo a través de una estación de bombeo, conformada por 5 conjuntos bomba-motor en funcionamiento; cada uno de ellos con un caudal nominal de 375 litros por segundo. A continuación, se describe cada uno de estos componentes:

- Estructura de captación: El sistema de captación, ilustrado en la figura 3, corresponde a un canal de 1.65 x 2.0 metros ubicada a una profundidad de 7.87 metros, la entrada de agua se hace a través de dos compuertas ubicadas en la parte inferior, que se manejan desde la plataforma superior, este canal tiene unas rejillas que impide el paso del material flotante.

El agua captada es conducida al pozo de succión mediante dos conductos, de 48" de diámetro en asbesto de cemento, la longitud de éstos es de 10.4 metros aproximadamente. El agua a través de los conductos llega al pozo de succión, el cual está constituido por dos cámaras, llegando a cada una de ellas uno de los conductos, con una capacidad de 340 metros cúbicos.

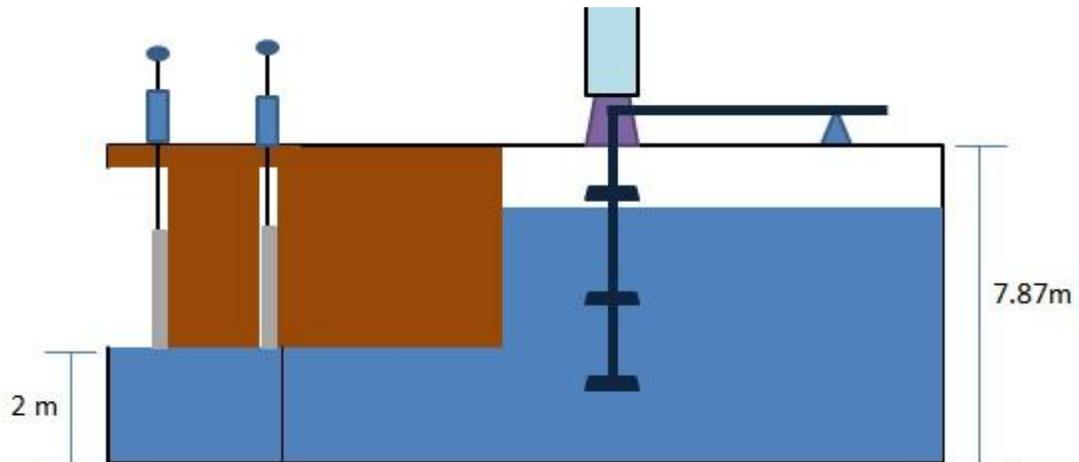
En una de las cámaras se encuentran instaladas tres bombas, las dimensiones de ésta es de 6.80 x 3.0 metros con una profundidad total de 7.87m. La otra cámara en la cual se encuentran dos bombas tiene dimensiones de 3.80 x 3.0 metros.

Figura 2. Esquema de Captación



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P

Figura 3. Esquema de cárcamo bocatoma



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P

- Sistema de instalación de bombas verticales de la estación de bombeo de agua cruda: La Estación de Bombeo se encuentra conformada por 5 conjuntos bomba- motor en funcionamiento, cuyas características se observan en la tabla1.

Tabla 1. Referencias de motores y bombas

COMPONENTE	MOTOR	BOMBA
MODELO	A17824	20GLC
CATÁLOGO	6219-J	
TIPO	N.U	
UBICACIÓN	CASA BOMBA	
MARCA	US MOTOR	ITT
HECHO EN	USA	USA
FACTOR DE SERV	1.15	
CLASE	TITAN	GOOLDS PUMP
CLASE INSUL	F	
ETAPAS	3	
G.P.M		5900G.P.M
PF	87.7	
ZIZE		3STG/IMP.12.94
ENCL	WP-I	
HP	300	

AMP	339	
VOLTAJE	460	
R.P.M	1180	1180
HZ	60	
CODIGO	G	
MAX AMB	40°C	
DUTY	CONT	
BAL	0.08 IPS	
HEAD		152 TDH
EFICIENCIA NOMINAL	94.5	
GARANTÍA DE EFICIENCIA	93.6	
LOWER END BRG	GRASA	
UPPER EN BRG	30	

Fuente: Registro de equipos Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P

- Subestación eléctrica estación de bombeo agua cruda: La subestación eléctrica tiene dos transformadores marca Siemens de 1.000 Kva cada uno, con una relación de transformación de 34.5KV/ 0.44KV , refrigerados en aceite, marca Siemens, lleva cada uno un filtro de aire.
- Casa de estación de bombeo: La casa de la estación de bombeo está localizada a 10 m del borde de la Ciénaga, en la cota 72,50 m.s.n.m. Es una casa en mampostería con dos cuartos o espacios.

2.6.3 TUBERÍAS DE IMPULSIÓN DE AGUA CRUDA

La estación de bombeo de la captación bombea el agua cruda hacia la planta de tratamiento, ubicada a casi 2 kilómetros de distancia por medio de dos tuberías de impulsión. La primera tiene un diámetro de 30", con una longitud de 1880m y es de material CCP (Tubería cilindro de acero con refuerzo de varilla y revestimientos de mortero de cemento), con capacidad para transportar hasta 1000 litros por segundo, con 6 ventosas en todo el trayecto. La segunda tiene un diámetro de 28", con una capacidad para transportar hasta 900 litros por segundo y es de hierro dúctil. Esta última fue puesta en funcionamiento en el mes de julio de 2.004.

2.6.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

La planta de tratamiento de Agua Potable del Municipio de Barrancabermeja dispone de un sistema de alimentación de agua cruda procedente de la ciénaga de San Silvestre descargando a dos torres de aireación que trabajan y descargan en forma independiente. La planta de tratamiento fue construida en el año de 1.974 por el INSFOPAL. Es de tipo convencional con aireación, canal de unificación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Tiene una capacidad de tratamiento de 740 litros por segundo, a una cota promedio de 104 metros sobre el nivel del mar.

Adicionalmente, la planta cuenta con un edificio donde se encuentra el laboratorio de procesos, el laboratorio de calidad del agua y las oficinas del personal. A continuación, se describen cada uno de los procesos del tratamiento de agua potable:

2.6.4.1 AIREACIÓN

En la aireación se realiza una inyección de oxígeno que permite mitigar olores y sabores producidos por gases disueltos en el agua; se utiliza a través de la aireación dinámica, la cual se compone de dos procesos como lo son, por resaltos en los aireadores escalonados y aireación forzada a través de sopladores lobulares. El agua cruda llega a dos aireadores en escalera (una por cada línea de impulsión), en la cual es adicionada una primera dosis de cal de baja concentración que permite cambiar la composición química al agua y precipita metales como hierro y magnesio, los cuales se extraen a través de unas purgas.

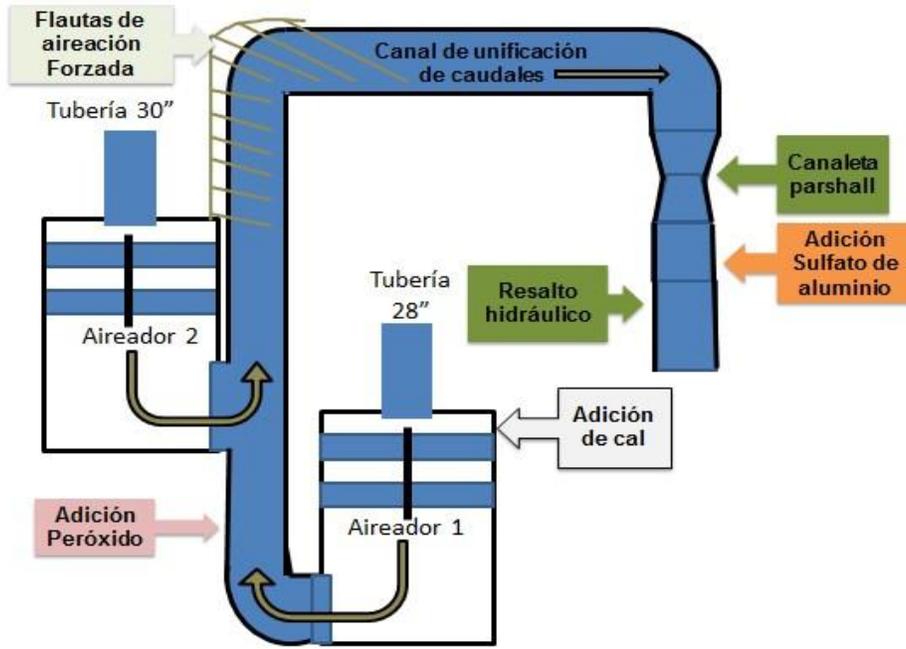
2.6.4.2 CANAL DE UNIFICACIÓN

Está construido un canal que unifica las descargas de los aireadores, y adicionalmente permite realizar una adicción de pre oxidante que permite mejorar las propiedades de olor y sabor del agua. En el recorrido por este canal el fluido pasa a través de una canaleta Parshall, que permite la medición del flujo.

Una vez este pasa la canaleta, se encuentra la dosificación de la concentración requerida de sulfato de aluminio líquido, esta mezcla se homogeniza gracias al

resalto hidráulico con que cuenta el vertedero que conduce el agua al canal que distribuye a los floculadores.

Figura 4. Esquema aireación y canal de unificación



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P

2.6.4.3 DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS

- SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.

Este compuesto del proceso de clarificación se debe agregar de acuerdo a las condiciones encontradas en la prueba de jarras, realizada por parte del laboratorio y/o de parte de los operadores.

El sistema de dosificación del Sulfato de Aluminio Tipo B está compuesto por cuatro tanques de dilución de reactivo, un tanque de dosificación de sulfato, cuatro bombas de cavidades progresivas, cuatro agitadores para dilución de reactivos y dos agitadores en el tanque de dosificación de sulfato, dos tableros de control eléctrico compuesto por cuatro variadores de frecuencia para las bombas.

Tanques de dilución de sulfato de aluminio: El sistema, cuyas características se ilustran en la tabla 2, cuenta con cuatro tanques de dilución de reactivos fabricados en concreto, el acabado interno de los tanques es corrugado.

Tabla 2. Especificaciones técnicas tanques de dilución de sulfato de aluminio

Ancho interno:	1,62 m
Largo interno:	2,39 m
Altura total interno:	1,53 m
Altura rebose:	1,23 m
Altura efectiva:	0,94 m
Volumen total:	5,90 m ³
Volumen rebose:	4,79 m ³
Volumen efectivo	3,52 m ³
Altura succión:	0,29 m
Altura de la solución:	1,20 m
Volumen permanente solución:	4,64 m ³
Forma	Rectangular

Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P

Tanque de dosificación de reactivo de sulfato de aluminio: Se cuenta con un tanque de dosificación de Sulfato de Aluminio Tipo B, cuyas dimensiones se enuncian en la tabla 3, fabricado en concreto, el acabado interno del tanque es corrugado. El tanque de dosificación es alimentado, por los tanques de dilución, por gravedad, allí la solución de Sulfato de Aluminio; está libre de sedimentos los cuales son removidos en los tanques de dilución. En el tanque de dosificación la solución ya es homogénea y cuenta con una concentración determinada, previa a la aplicación en la canaleta Parshall, por medio de las bombas dosificadoras.

Tabla 3. Especificaciones técnicas tanques de dosificación sulfato de aluminio

Ancho interno:	1,75 m
Largo interno:	6,00 m
Altura total interno:	1,55 m
Altura de la solución:	1,25 m

Volumen total:	16,275
Volumen efectivo:	13,125
Forma:	Rectangular

Fuente: Aguas de Barrancabermeja

Sistema de agitación sulfato de aluminio: El sistema de agitación provisto está compuesto por cuatro agitadores independientes para los cuatro tanques de dilución y dos agitadores para el tanque de dosificación tipo eje suspendido, eje en acero inoxidable, motor Siemens, reductor TecnoTRANS.

Bombas dosificadoras sulfato de aluminio: El sistema cuenta con cuatro bombas marca Netzechdo, de tipo cavidades progresivas.

Tableros de control bombas dosificadoras sulfato de aluminio: Los tableros de control cuentan con pulsadores, pilotos, llaves selectoras, protecciones térmicas, totalizadores y contactores en el tablero No.1 Control de Agitadores, y en el tablero No.2 Control de Bombas está provisto de igual manera de cuatro totalizadores y cuatro variadores de frecuencia para cada bomba dosificadora.

○ SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CAL

Según pruebas de laboratorio realizadas al agua cruda y al agua sedimentada, el pH y la alcalinidad de éstas es demasiado baja, por lo que se hace necesario la adición de cal en dos puntos: el primero es en la entrada del agua cruda a la planta de tratamiento, en las torres de aireación, y el segundo es en el canal de recolección del agua sedimentada antes de la entrada a los filtros.

○ SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE PRE-OXIDANTE Y POLÍMERO

Los sistemas de dosificación de las soluciones de Pre oxidante y Polímero están compuesto cada una por tres tanques de dosificación de reactivo, dos bombas de cavidades progresivas, tres agitadores para dilución de reactivos, un tablero de control eléctrico compuesto por dos variadores de frecuencia para las bombas y la distribución eléctrica necesaria para operar los agitadores y las bombas desde los tableros.

Tanques de dosificación pre oxidante y polímero: La dosificación de Pre oxidante y Polímero, cuenta cada uno con tres tanques Perdurit, cuyas especificaciones se encuentran en la tabla 4, los cuales son usados para almacenar gran diversidad de líquidos y sólidos, son de bajo peso y presenta buena resistencia a los impactos, de fácil manipulación, fácil mantenimiento y transporte.

Tabla 4. Especificaciones técnicas tanques de dosificación pre oxidante y polímero

Diámetro superior:	1,42 m
Diámetro inferior:	1,17 m
Altura total:	1,54 m
Altura de la solución	1,24 m
Volumen total:	2,00 m ³
Forma:	Cono tronco

Fuente: Aguas de Barrancabermeja

Bombas dosificadoras Pre oxidante y Polímero: El sistema cuenta con cuatro bombas, dos para Pre oxidante y dos para Polímero, marca **NETZSCH** tipo cavidades progresivas.

Sistema de agitación Pre oxidante y Polímero: El sistema de agitación provisto, está compuesto por seis agitadores independientes para los tres tanques de dilución de Pre oxidante y tres tanques de dilución de Polímero. Los agitadores son tipo eje suspendido, el eje es en acero inoxidable. Motor SIEMENS, Reductor Tecnotrans.

Tableros de control eléctrico Pre oxidante y Polímero: Los tableros de control cuentan con pulsadores, pilotos, llaves selectoras, protecciones térmicas, totalizadores, contactores, un variador de frecuencia por bomba. El tablero No.1 consta de un control de agitadores y bombas dosificadoras para Pre-oxidante, en el tablero No.2 se encuentra el control de agitadores y bombas dosificadoras para Polímero.

2.6.4.4 FLOCULACIÓN

Proceso por medio del cual se realiza una agitación lenta que se lleva a cabo en los floculadores, generándose aglomeración de las partículas más pequeñas en

más grandes y pesadas, las cuales terminan convirtiéndose en los denominados flocs.

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 la cuales se han instalado paletas giratorias accionadas por motores y reductores de velocidad desde pozos secos construidos entre las unidades 1 y 2 y entre las 3 y 4, cada floculador tiene la capacidad de tratar 16,200 litros por segundo con unas dimensiones de 10.65 metros de longitud, 14 metros de ancho y 3.80 metros de profundidad con un borde libre de 0.20 metros para cada floculador, el periodo de retención es de 37.5 minutos aproximadamente.

2.6.4.5 SEDIMENTACIÓN

En cuatro piscinas se separa los floculadores del agua los cuales se precipitan por su propio peso en el fondo de cada tanque, de aquí sale el agua sedimentada por la parte superior de dicho tanque y va a un canal de recolección donde se le adiciona cal de alta concentración para lograr un ajuste definitivo del pH y la alcalinidad del agua y de allí pasa a la filtración.

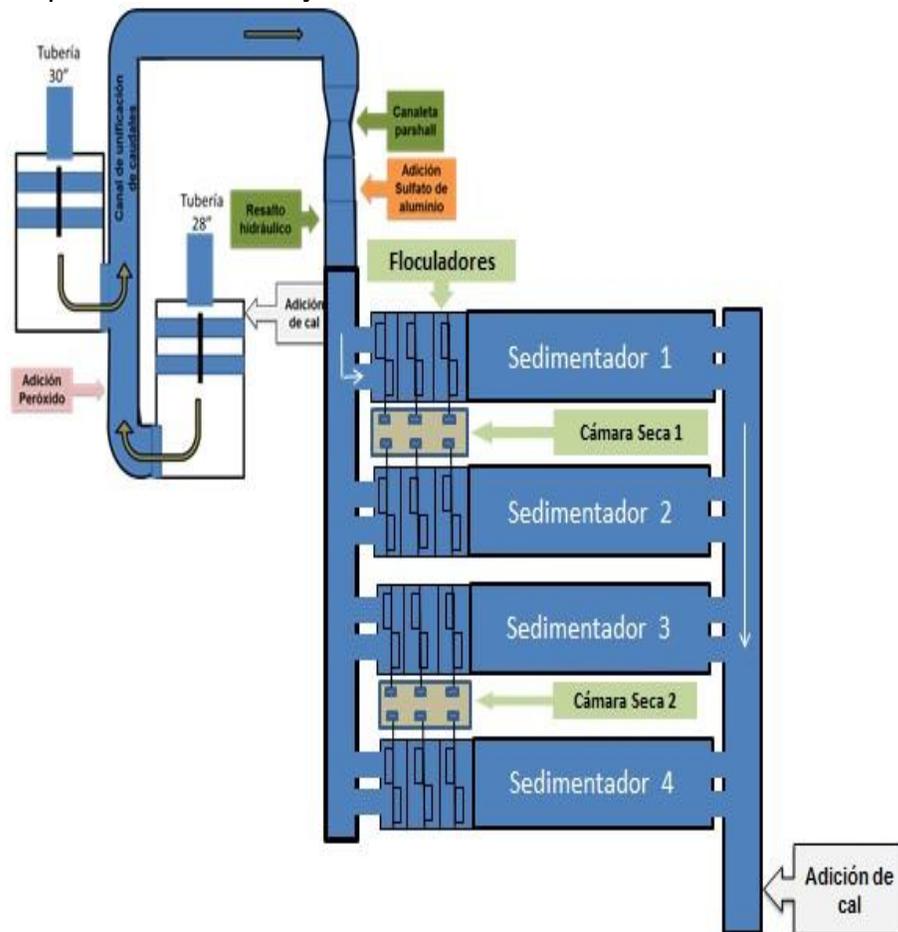
Existen cuatro unidades de sedimentación, uno para cada unidad de floculación, los cuales reciben el agua floculada a través de muros de concreto perforados para distribución del flujo de manera uniforme. El proceso de sedimentación, observar figura 5, es de tipo lento y cada unidad cuenta con dos válvulas de fondo que sirven como desagüe tuberías de 20", que sirven para evacuar el agua de lavado de los sedimentadores. Este desagüe se encuentra conectado al sistema de alcantarillado de la planta de tratamiento, que a su vez es vertido nuevamente a la Ciénaga San Silvestre.

Cada unidad de sedimentación es de 58 metros de largo, 14 metros de ancho y 3,80 de altura con un borde libre de 0,5 metros, con una estructura en concreto, su período de retención para el caudal de diseño es de 4 horas aproximadamente; 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 el desagüe.

El agua pasa a través de dos compuertas de 24" x 24" 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.

Figura 5. Esquema floculación y sedimentación



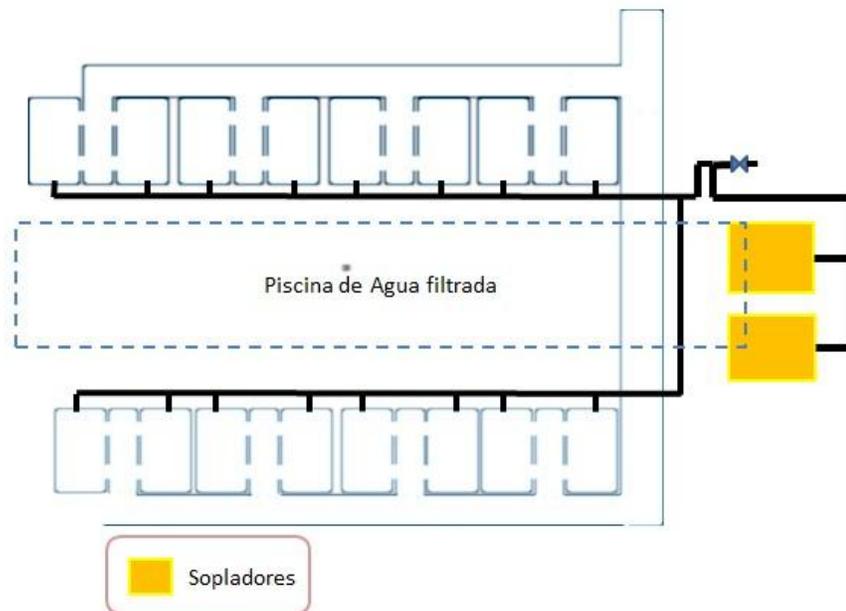
Fuente: Tesis Maria Chavez y Nathaly Ellis

2.6.4.6 FILTRACIÓN

El proceso de filtración logra que las partículas suspendidas y disueltas que no fueron retenidas en la sedimentación sean totalmente eliminadas. El sistema de filtración es de rata de filtración constante, y se encuentra conformado por ocho unidades de filtros dispuestas en dos series paralelas de cuatro unidades, a las cuales ingresa el agua sedimentada o clarificada por el canal de recolección; estas unidades se encuentran separadas por la galería de conductos.

La galería de conductos, observar figura 6, es una estructura dispuesta debajo de los filtros, en la cual están instaladas las tuberías de lavado ascensional, relavado, filtración y drenaje, además de medidores y válvulas de control de flujo en cada filtro, uno para caudal de filtración con capacidad máxima de 200 litros por segundo y otro para pérdida de carga, asimismo de 2 sopladores lobulares que cuentan con una tubería conectada a unas válvulas situadas en la parte superior de los filtros, que están dispuestas para producir agitación a las partículas retenidas en el manto de lodos de los filtros antes de su lavado.

Figura 6. Esquema tubería de aireación

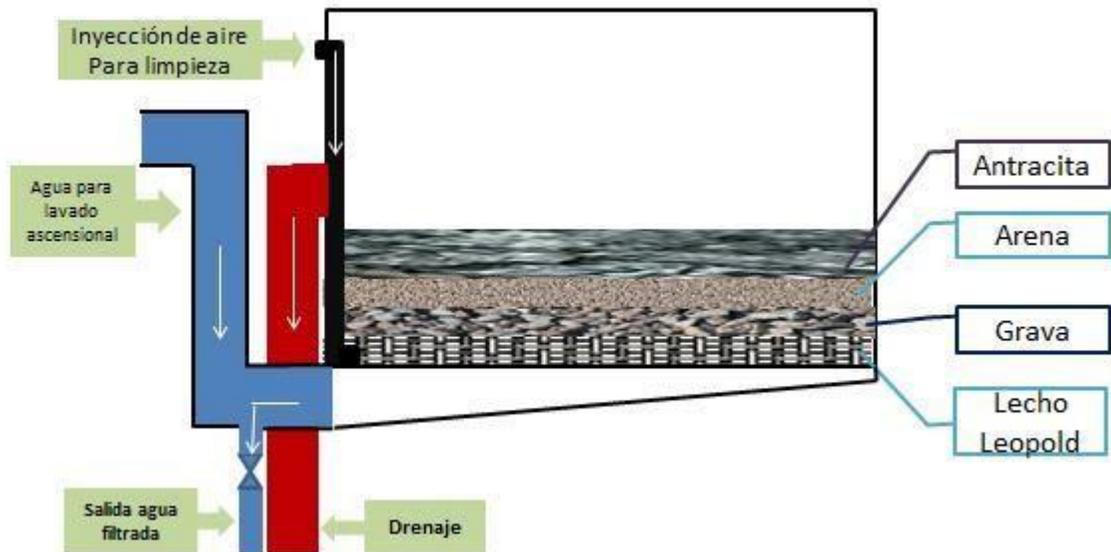


Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P

El lecho filtrante, ilustrado en la figura 7, está compuesto por un falso fondo con boquillas tipo aquazur, sobre el falso fondo se colocan 0,30 metros de grava con

sus diferentes granulometrías que sirve de soporte al medio filtrante. El medio filtrante está constituido por un lecho de arena de 0,20 metros de espesor y de antracita 0,40 metros de espesor, cuyas características granulométricas son las aconsejadas para filtros rápidos.

Figura 7. Esquema tubería de aireación



Fuente: Tesis Maria Chavez y Nathaly Ellis

El agua sale del filtro en una tubería de 24" de diámetro por el conducto de agua de lavado ascensional de donde se desprende la tubería efluente propiamente dicha de 14" de diámetro. En esta tubería de 14" está instalada una válvula de compuerta y un controlador de gasto y descarga antes de la entrega al tanque de agua filtrada.

El agua de lavado atraviesa el falso fondo y expande la arena y la antracita para tener un lavado satisfactorio; el agua del lavado de filtros es recogida por las canaletas de lavado y descargada al canal central del filtro, de donde es evacuada por la tubería de desagüe al sistema de alcantarillado de la planta de tratamiento. Para el lavado ascensional de los filtros se utiliza el tanque elevado, que es el mismo tanque de distribución de agua tratada a la ciudad.

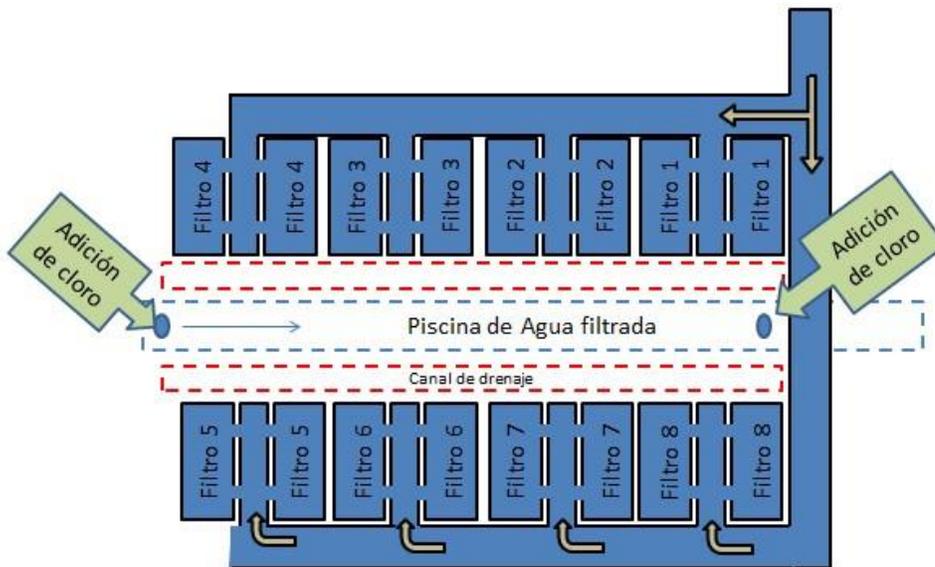
La tubería utilizada para el lavado es de 24" de diámetro, la cual dispone a la entrada de la galería de conductos de válvulas de mariposa y de un controlador de caudal para soportar la alta presión establecida por la altura del tanque elevado.

La tubería de relavado es de 14", es utilizada para realizar un drenaje del falso fondo, y se encuentra conectada al canal de desagüe.

2.6.4.7 DESINFECCIÓN

Antes de entrar a los tanques de almacenamiento se le aplica cloro gaseoso a una rata constante manteniendo una concentración de 1.5 ppm de al momento de enviar a la ciudad. Este procedimiento, cuyo esquema se evidencia en la figura 8, se realiza por medio de cilindros que contienen el cloro gaseoso, y se aplica en dos puntos del tanque de agua filtrada localizado a lo largo de la galería de filtros (292 m3 de volumen).

Figura 8. Esquema desinfección



Fuente: Tesis Maria Chavez y Nathaly Ellis

2.6.4.8 ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE

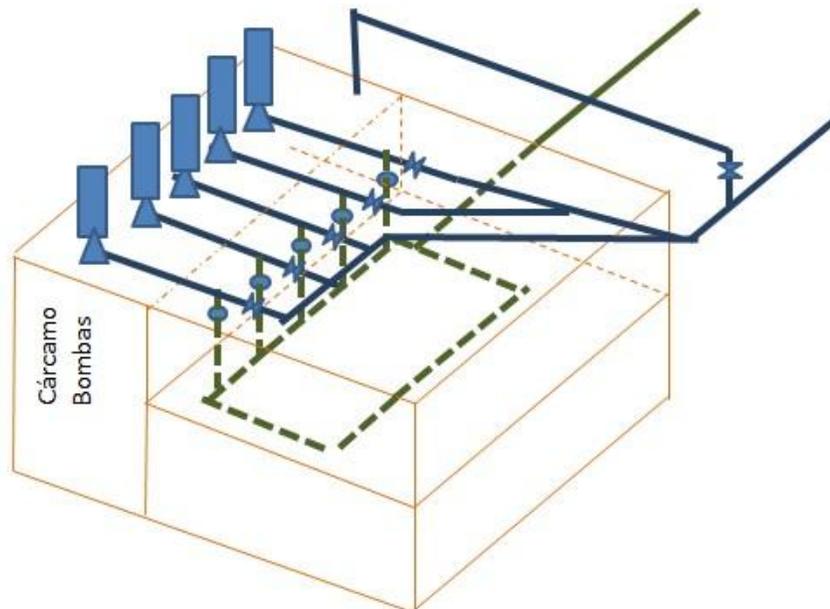
A los tanques de almacenamiento llega el agua tratada de la Planta, son estructuras en concreto reforzado con una capacidad máxima de almacenamiento de 16,640 m³; el primer tanque de un solo compartimiento con capacidad de 640 metros

cúbicos y el segundo tanque de dos compartimientos separados con capacidad de almacenamiento de 8,000 m³

2.6.4.9 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA POTABLE

La estación de bombeo de agua potable, ilustrada en la figura 9, se encuentra conformada por 5 conjuntos bomba-motor y tableros de control. Las bombas son verticales y succionan el agua desde el pozo de succión de dimensiones 2.5 m de ancho, 10 m de largo y 6.5 m de profundidad, el cual se encuentra conectado a los tanques semienterrados descritos anteriormente; desde el pozo de succión se bombea el agua hacia el tanque elevado de 700 m³.

Figura 9. Esquema tuberías de casa bomba



Fuente: Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P

2.6.4.10 DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

El tanque de distribución tiene una capacidad de 700 metros cúbicos, 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 de 5 m, diseñado como tanque para el lavado de filtros de la planta de tratamiento y como tanque de cabeza de presión; la distribución se realiza desde el tanque de concreto elevado por gravedad

a toda la red de distribución. La red de distribución tiene una extensión aproximada de 419,4 kilómetros de longitud en tuberías que van desde 1" hasta 30". La red se encuentra sectorizada en cuatro (4) macro sectores o zonas de distribución así:

Zona sur – sur

Es abastecida por una tubería principal en asbesto cemento de diámetros 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.

Zona sur - oriente

Se abastece a través de una tubería de 14" en asbesto cemento instalada aproximadamente hace 18 años, y a través de ésta se alimentan las redes menores que suministran el agua a los Barrios Villarelys, Independencia, 9 de Abril, El Campin, 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 km que representa un 8% de la red total de la ciudad.

Refuerzo zona sur

Fue instalada en el año 2000 en tubería de 18", 16" y 10", le suministran caudal a la línea sur-sur y a la línea suroriente, logrando mejorar el servicio hacia las comunas cuatro (4) y siete (7) de la ciudad.

Zona nororiental

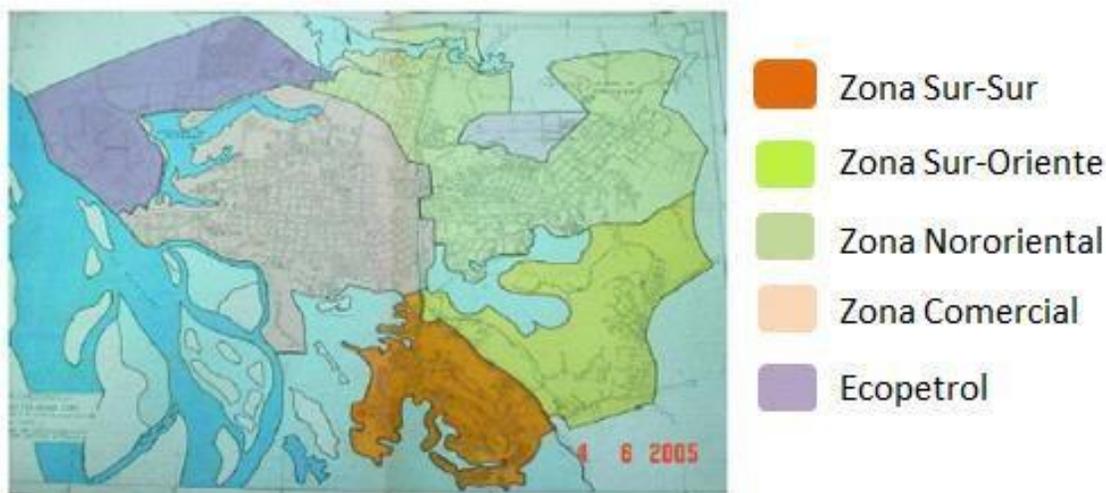
Las redes de distribución encargadas de abastecer esta zona (aproximadamente un 40% de la población de la ciudad), Los diámetros de las tuberías oscilan entre 24" y 2".

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 Km, correspondiente a un 27% de la Red total de la ciudad.

Zona comercial

Las redes más antiguas construidas en diversos tipos de materiales como hierro galvanizado, asbesto cemento y PVC se encuentran en esta zona de la ciudad. La mayoría de las redes principales son las mismas que operaban con el acueducto antiguo que abastecía la ciudad desde el caño Cardales, redes que fueron instaladas aproximadamente hace 38 años. En la figura 12, se puede observar la delimitación de cada una de las zonas.

Figura 10. Sectorización del sistema de distribución de agua potable



Fuente: www.aguasdebarrancabermeja.gov.co

2.7 MANTENIMIENTO DE PLANTA

2.7.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y

reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares. Actualmente la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P. está implementando un mantenimiento programado para la mayoría de sus automatismos.

2.7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo. Asimismo, podemos dividir al mantenimiento correctivo en dos subtipos, los cuales son:

Mantenimiento Correctivo programado: Es el que se efectúa cuando la falla no es urgente, difiriendo de la ejecución para el momento más oportuno y con la reparación más adecuada.

Mantenimiento Correctivo Crítico: Es el que tiene lugar cuando la falla es urgente, de la manera más directa, en el menor tiempo posible y con la mejor preparación que permitan las circunstancias.

2.7.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se define como un "Sistema permanente de diagnóstico, que permite detectar con anticipación, la posible pérdida de calidad de Servicio que esté entregando un equipo". Esto nos da la oportunidad de hacer con la previsión necesaria cualquier clase de mantenimiento preventivo.

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en las aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

2.7.4. MANTENIMIENTO PROACTIVO

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de tal forma que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos,

profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

2.7.5 SOFTWARE DE GESTION DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO

Infom@nte es un sistema integral de gestión de activos que facilita la administración del mantenimiento en la Empresa; éste está diseñado para administrar aspectos de ingeniería de mantenimiento, administración de intervenciones y apoyos, los cuales se dividen en varios módulos; la Entidad debido al costo del software tomó la decisión de adquirir inicialmente los módulos correspondientes a los activos, plan de mantenimiento y ordenes de trabajo, los cuales se ajustan a las necesidades y a la base fundamental para iniciar con la gestión de mantenimiento.

3. ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA

3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS

En primera instancia, me fue encomendada la tarea de realizar una revisión y lectura de manuales existentes correspondientes a los equipos involucrados en el proceso de tratamiento de agua, con el fin de familiarizarme con los implementos de trabajo y ser capaz de reconocer la función y funcionamiento de cada mecanismo presente.

3.2 REVISIÓN DEL ESTADO DE EQUIPOS

A partir de la tarea anterior, fue posible adaptarme con mayor naturalidad al funcionamiento de los sensores, válvulas, etc. Por lo cual se prosiguió a realizar, en colaboración del personal con mayor experiencia, el diagnóstico en los equipos de Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P.

En éste, se tomaron en cuenta variables como frecuencia de mantenimiento, tipo de mantenimiento, criticidad del equipo, y demás. Esto arrojó resultados que concluyen la necesidad de rediseñar el modelo de mantenimiento, teniendo en cuenta nuevos criterios y procedimientos para llevar a cabo una programación efectiva y a tiempo del mantenimiento de los equipos, y así mismo, manejar de manera efectiva los recursos dirigidos al área de mantenimiento para reducir costos, reducir las paradas de planta, aumentar la disponibilidad de las máquinas y optimizar la labor de mantenimiento reduciendo los tiempos empleados en éste.

Inicialmente se verificó el estado en el cual se encuentra el PLC, el entorno, y el nivel de temperatura con un termómetro laser. Luego, utilizando un multímetro y la información de los instrumentos de medición suministrada por los fabricantes, se revisan las señales de entrada en nivel de corriente y voltaje dependiendo del instrumento y teniendo los datos necesarios se reanuda a inspeccionar el estado de los cables y las conexiones con el fin de encontrar algún cable sulfatado o cristalizado.

De igual manera en el paso anterior se inspeccionan las conexiones y se miden los niveles de voltaje, ya sean salidas digitales o analógicas o salidas relevadas internas del PLC.

3.2.1 COMPARACION DE RESULTADOS EN EL SCADA

Con los resultados obtenidos de las mediciones, se prosigue a ir al cuarto de operaciones en el cual se encuentra el sistema SCADA de toda la planta de tratamiento de agua, en él se verifican con tiempos de prueba y los datos recopilados el log de trabajo para contrastar y descartar errores de comunicación.

Cabe mencionar que Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, utiliza transmisión de datos cableada e inalámbrica, pero las condiciones del medio requieren, por no mencionar que obliga, a la actualización en la comunicación y la implementación de tecnologías inalámbricas.

3.2.2 DESARROLLO DEL INFORME DE ESTADO DE EQUIPOS

Se genera un informe relacionando lo encontrado en las fases anteriores y se prosigue a demarcar los elementos por clasificación A/I/R, es decir, activo/inactivo/repación. Lo cual involucra, en algunos casos, la modificación del plan de mantenimiento, pero dicha modificación sólo entra a estar vigente semanal o mensualmente, dependiendo de las características y necesidades de las herramientas.

3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El desarrollo del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la planta de tratamiento inicia con la vinculación del personal del área de mantenimiento y así lograr una buena ejecución del modelo a implementar. En primera instancia, se realizó recorrido por la Planta de Tratamiento y Bocatoma observando y aprendiendo con detalle el tipo de mantenimiento que requiere el equipo y el rol que involucra en el proceso de producción.

Posteriormente, se realizó verificó inventario global de los equipos de la Planta y de Bocatoma, detallando las condiciones en que se encontraban y analizando la función que estos cumplen dentro de la cadena productiva. Se procedió a realizar la recopilación de la información técnica y operativa de cada equipo, para ser consignada en la ficha técnica, los datos fueron tomados de las placas de las máquinas, teniendo en cuenta que algunas de ellas no las tienen.

Toda esta información recopilada fue contrastada con la encontrada en el sistema de información adquirido por la empresa, Infom@nte, en el cual se puede llevar un registro detallado de los equipos, códigos y tareas de mantenimiento; también se puede encontrar un cronograma donde se especifica el equipo, el código, el tipo de intervención, frecuencia, tipo de mantenimiento y el día de ejecución.

El infom@nte cuenta con un módulo que permite realizar la confirmación y actualización en el sistema de los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos tanto programados como sistemáticos; asimismo, permite el ingreso de solicitudes de trabajo, requeridas por los usuarios de los servicios de mantenimiento. Aunque es muy útil la herramienta de gestión, la empresa no cuenta con licencias suficientes como para permitir un trabajo autónomo, entonces se incurrió en llevar registros a mano y al finalizar transcribirlos al INFOM@ANTE.

En cuanto a la documentación y la información técnica, INFOM@NTE nos facilita el registro de la información de planos, esquemas y en general de los documentos técnicos, adicionalmente permite el control del uso de los mismos, también realizar el registro y confirmación de los recursos, fechas y tiempos estimados en la planeación de la orden de trabajo, rutas de inspección o lubricación.

3.4 MODIFICACIONES AL PLAN DE MANTENIMIENTO

Una vez familiarizada con los equipos, rutas y procesos de la planta; se prosiguió a realizar las anotaciones de modificaciones requeridas y catalogadas como redundancias, incluir su nivel de criticidad y si la ruta es realmente necesaria, en términos de personal disponible y tiempo. Se realizaron reportes pertinentes que establecían las anteriores características con el fin de modificarlas en el INFOM@ANTE, con esto se invierte en tiempo y costos.

4. CONCLUSIONES

La experiencia sobrepasó mis expectativas, no sólo pude enfrentarme a situaciones sin alguna experiencia, sino que fui parte del intercambio de ideas y soluciones entre personal que cuenta con años en la industria.

La responsabilidad de proveer un servicio a la comunidad, en especial en una empresa pública, conlleva la presión añadida de las consecuencias inmediatas y, en algunos casos, a largo plazo que puede afectar varios individuos.

Como punto débil de una experiencia en una empresa del estado, es que los trámites y modificaciones suelen ser lentos y dependientes de varios acatamientos, y esto ralentiza los procesos. Como ejemplo se puede tomar la falta de licencias del programa de gestión de mantenimiento, su adquisición será demorada y con ello se está dificultando la labor de actualización de listado de rutas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] AGUAS DE BARRANCABERMEJA, Manual para el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable Aguas de Barrancabermeja S.A.E.S.P, 2011.

[2] CHAVEZ, Maria; ELLIS, Nathaly. Implementación de un programa de mantenimiento correctivo y preventivo manejado a través de un sistema de información que se adecue a las necesidades de la empresa aguas de Barrancabermeja, contribuyendo notablemente al mejoramiento de los procesos de mantenimiento que se llevan en la empresa así como también con la formación integral del estudiante. 2012

[3] CALLONI, Juan Carlos. Mantenimiento eléctrico y mecánico. Editorial Nobuko.