

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia		Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		0(72)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	DEICY KARINA ARDILA FORERO		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL		
DIRECTOR	CARLOS ALBERTO PATIÑO PALLARES		
TÍTULO DE LA TESIS	PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE “SIMIJACA, GLORIA COLOMBIA S.A”		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>ES IMPORTANTE ESTABLECER ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, SIMIJACA GLORIA COLOMBIA S.A, YA QUE COMO INDUSTRIA, REQUIERE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN FRENTE A LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA, LA SITUACIÓN AMBIENTAL ACTUAL Y FUTURA, PARA LA PRESTACIÓN DE UN SERVICIO ÍNTEGRO Y DE CALIDAD, EN ESTE CASO LA VALORACIÓN FUE REALIZADA PARA CADA UNO DE LOS PROCESOS DE MEDICIÓN DE CAUDAL, LOS COMPONENTES; FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE PLANTA.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 72	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1



PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE DE “SIMIJACA, GLORIA COLOMBIA S.A”

DEICY KARINA ARDILA FORERO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL
OCAÑA
2016

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE DE “SIMIJACA, GLORIA COLOMBIA S.A”

DEICY KARINA ARDILA FORERO
160431

Trabajo de grado modalidad pasantía presentada como requisito para optar al título de
Ingeniera Ambiental

DIRECTOR
CARLOS ALBERTO PATIÑO PALLARES

Químico
Asesor principal, Ingeniero Ambiental, JUAN CARLOS HERNANDEZ CRIADO
Coordinador Ambiental, EDGAR CÁCERES

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL
OCAÑA
2016

DEDICATORIA

*A Dios, por ser nuestro mayor guía y permitirnos seguir el camino
A nuestros padres y familiares, por el esfuerzo, el apoyo incondicional y los buenos
consejos
A nuestros docentes y profesionales, por formarnos y compartir los mejores momentos de
nuestras vidas...*

AGRADECIMIENTOS

Empezamos; darle gracias a Dios, por darnos salud y sabiduría para cumplir nuestras metas, por guiarnos y enseñarnos lo bueno de la vida, por permitirnos estar a un paso del éxito.

A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por la encarecida responsabilidad de formarnos, y darnos la oportunidad de culminar nuestros estudios, por educar profesionales íntegros, con aprendizaje e invención.

A la facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, al programa de Ingeniería Ambiental, por ser nuestro sistema de fortalecimiento, por darnos los conocimientos básicos y específicos de la carrera, por brindar instrucción de nuestro futuro laboral.

A nuestros familiares, por ser unos berracos, inculcarnos responsabilidades, valores y esfuerzo. Por luchar y sostenernos económicamente para cumplimiento de cada tarea. Por estar siempre allí.

A nuestros profesores, por tanta paciencia, tiempo y dedicación, por la amabilidad y el saber.

A nuestros amigos y compañeros, por su energía, su apoyo y acompañamiento.
“A ellos, a todos, las Gracias.”

RESUMEN

La potabilización del agua es una necesidad creciente, por el tratamiento, mejoramiento, preservación de la salud del ser humano, del medio. Pues bien el sector agua es una de las bases de mayor importancia que encierran un manejo de las ciencias ambientales y sanitarias para cada labor.

Es importante establecer alternativas de mejoramiento para la Planta de Tratamiento de Agua Potable, Simijaca Gloria Colombia S.A, ya que como industria, requiere propuestas de solución frente a la potabilización del agua, la situación ambiental actual y futura, para la prestación de un servicio íntegro y de calidad, en este caso la valoración fue realizada para cada uno de los procesos de medición de caudal, los componentes; físicos, químicos y microbiológicos de Planta.

Ahora bien, este trabajo integra un contexto de investigación: cualitativo experimental; plantea el diagnostico presente del sector, junto al análisis y evaluación de la información, se valora los contenidos temáticos de gran jerarquía, como lo es el permiso de concesión de aguas subterráneas, las unidades de potabilización y se estipula la gestión ambiental que se quiere tener en cuenta para el área, de esta manera se radica un panorama referente, diagnostico, capacidades de diseño PTAP, evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua, planes de acción, alternativas de mejoramiento, entre otras, considerados para resolver, y optimizar tales situaciones.

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	12
<u>1. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE “SIMIJACA, GLORIA COLOMBIA S.A.”</u>	13
<u>1.1 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA Y LA DEPENDENCIA DONDE SE VA A DESEMPEÑAR.</u>	13
1.1.1 Misión.	13
1.1.2 Visión.	14
1.1.3 Estructura organizacional.	14
1.1.4 Descripción de la dependencia a la que fue asignado.	15
<u>1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA.</u>	15
1.2.1 Planteamiento del problema	17
<u>1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTIA</u>	17
1.3.1 General	17
1.3.2 Específicos	17
<u>1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA MISMA</u>	17
<u>2. ENFOQUE REFERENCIAL</u>	20
<u>2.1 ENFOQUE CONCEPTUAL</u>	20
<u>2.2 ENFOQUE LEGAL</u>	30
<u>3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO</u>	32
<u>3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.</u>	32
<u>4. DIAGNÓSTICO FINAL</u>	45
<u>CONCLUSIONES</u>	52
<u>RECOMENDACIONES</u>	53
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	54
<u>ANEXOS</u>	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz dofa	16
Tabla 2. Actividades a desarrollar	17
Tabla 3. Clasificación de los filtros	23
Tabla 4. Características físicas y químicas del agua para consumo humano	26
Tabla 5. Características químicas del agua para consumo humano	27
Tabla 6. Características microbiológicas del agua para consumo	28
Tabla 7. Muestreo por procesos	37
Tabla 8. Parámetros analizados	38
Tabla 9. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.	38
Tabla 10. Dosificación por caudal	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama	14
Figura 2. Municipio de simijaca	20
Figura 3. Cuenca de simijaca	21
Figura 4. Esquema general de la ptap, simijaca, gloria colombia s.a	33
Figura 5. Consumos productividad mensual	42
Figura 6. Consumo m ³ planta de tratamiento de agua potable	42
Figura 7 . Consumo agua acueducto	43
Figura 8. Costo consumo agua acueducto	43
Figura 9. Costo de tratamiento ptap	44
Figura 10. Consumo de agua total (agua acueducto, agua de ptap) vs costo m ³ agua	44
Figura 11. Consumos actuales.	44
Figura 12. Torre de aireación actual	45
Figura 13. Comparación panales iniciales vs actuales.	47
Figura 14. Nueva resina de suavizador ptap	48
Figura 15. Tanque con marquesina.	49
Figura 16. Comparaciones medidas	50
Figura 17. Capacitación del personal de ptap	50

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 cronograma de actividades	57
Anexo 2. Medidas del clarificador 2	58
Anexo 3. Medidas clarificador 1	61
Anexo 4. Medición de filtros	65
Anexo 5. Cambios de filtros	65
Anexo 6. Diseño hidráulico	65
Anexo 7. Mantenimiento de pozo profundo	66
Anexo 8. Gestion de residuos peligrosos	66
Anexo 9. Toma de muestras para análisis fisicoquímicos	67
Anexo 10. Para metros analizados diariamente	67
Anexo 11. Modificación de retro lavados	68
Anexo 12. Agua de recuperación	68

INTRODUCCIÓN

Dentro de las prioridades ambientales, el uso eficiente y consumo de agua es trascendental tanto para la salud humana como para el beneficio de la comunidad. En su contexto, el abastecimiento y tratamiento del recurso hídrico debe de ser apropiado y satisfactorio dependiendo de su utilidad.

El presente trabajo tiene como finalidad mejorar la calidad, las condiciones de Tratamiento de Agua Potable de Simijaca, Gloria Colombia S.A y con ello garantizar la cantidad de recurso para cualquier sistema de producción.

Por medio del diagnóstico, se integra la descripción por proceso de PTAP, su capacidad, captación, falencias, necesidades físicas y de operación.

De acuerdo a lo anterior, como segundo aspecto; la evaluación de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas, realización de muestreos puntuales, análisis de resultados con legislación actual vigente Resolución 2115 de 2007. Evaluación de la efectividad de la calidad del agua y el rendimiento de acuerdo a caudales determinados.

Finalmente a través de la recopilación anterior, se diseñan alternativas de mejoramiento como proyección, cambio de torre de aireación y accionante, sistemas de sedimentación, productos de coagulación y floculación, reemplazo de medios filtrantes, resina de suavizador entre otros aspectos de gran importancia. Esto con el fin de integrar soluciones viables para con el medio ambiente, el sector económico empresarial, el mejoramiento continuo de cada proceso y la garantía del servicio a nivel general.

1. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE “SIMIJACA, GLORIA COLOMBIA S.A.”

1.1 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA Y LA DEPENDENCIA DONDE SE VA A DESEMPEÑAR.

El Grupo Gloria S.A es un conglomerado industrial de capitales peruanos conformado por empresas con presencia en Perú, Bolivia, Colombia y Puerto Rico. Lo conforman empresas: Gloria S.A. Farmacéutica del Pacífico S.A.C, Centro Papelero S.A.C, Yura S.A., CemeIniciar el explorador Internet Explorernto Sur S.A., Industrias Cachimayo S.A.C., Racionalización Empresarial S.A., Distribuidora de Productos de Calidad S.A. y Logística del Pacífico S.A. en Perú; Pil Andina S.A. en Bolivia; Suiza DairyCorporation, Suiza FruitCorporation, NevaPlastics Manufacturing Corporation y Garrido & Compañía Incorporada en Puerto Rico y en Colombia, con la reciente adquisición de Algarra S.A., que marcó un hito trascendental dentro de la estrategia de crecimiento regional del Grupo Gloria.

Gloria Colombia S.A, es la empresa procesadora y comercializadora de leche y sus derivados con mayor tradición en Cundinamarca. Cuenta con 50 años de experiencia y de presencia en el mercado, ofreciendo a las familias colombianas productos deliciosos, nutritivos, saludables y 100% seguros.

Las actividades de las empresas que conforman el Grupo: California, Algarra, Lechesan, están orientadas a los sectores: alimenticio, principalmente lácteo, cementero, farmacéutico, de envases de cartón, transporte y aduanero. El crecimiento y fortalecimiento estratégico del Grupo Gloria se sustenta a base del liderazgo de sus marcas en los mercados donde opera.

1.1.1 Misión. Mantener el liderazgo en cada uno de los mercados en que participamos a través de la producción y comercialización de bienes con marcas que garanticen un valor agregado para nuestros clientes y consumidores.

Los procesos y acciones de todas las empresas de la Corporación se desarrollarán en un entorno que motive y desarrolle a sus colaboradores, mantenga el respeto y la armonía en las comunidades en que opera y asegure el máximo retorno de la inversión para sus accionistas.

1.1.2 Visión. Somos una corporación de capitales peruanos con un portafolio diversificado de negocios, con presencia y proyección internacional.

Aspiramos satisfacer las necesidades de nuestros clientes y consumidores, con servicios y productos de la más alta calidad y ser siempre su primera opción.

Objetivos ambientales.

Institucionalización de programas de eliminación y reducción de emisiones y desechos al agua, suelo y aire.

Concertación de políticas y acciones que propendan por una producción más limpia y el uso racional de recursos naturales.

Eliminación y/o sustitución de materias primas, insumos y procedimientos que atentan contra el medio ambiente.

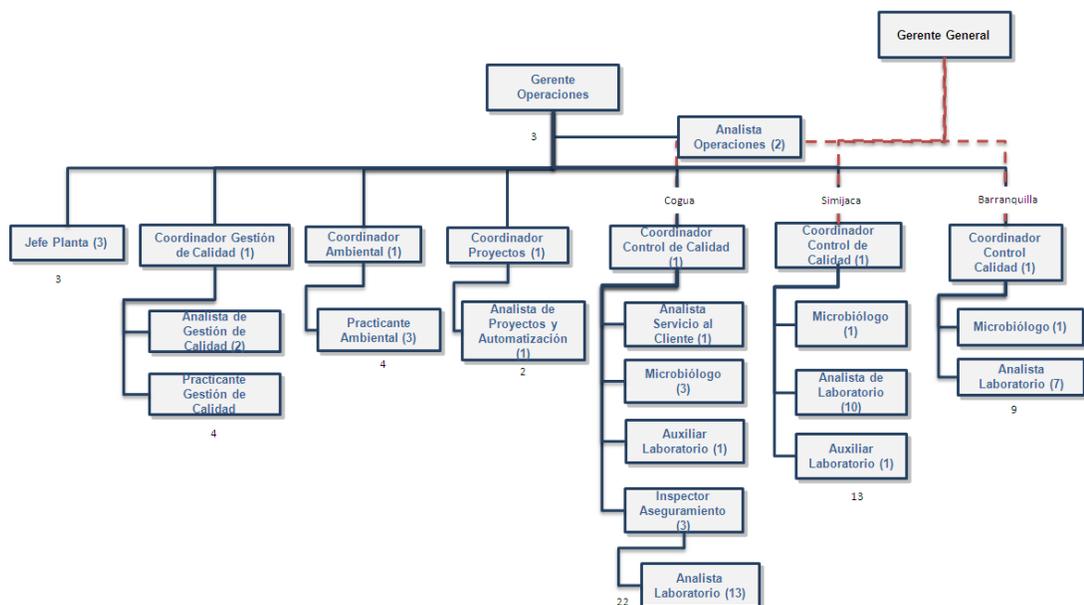
Continuo mejoramiento del desempeño ambiental.

Cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

1.1.3 Estructura organizacional.

ORGANIGRAMA

Figura 1. Organigrama.



Fuente: Gerencia de operaciones de Gloria Colombia.

1.1.4 Descripción de la dependencia a la que fue asignado. La coordinación ambiental general de Gloria Colombia S.A es una parte fundamental de la jerarquización de la empresa, por el desempeño ambiental, cuya gestión abarca todos los proyectos ambientales de cada una de las sedes nacionales de la sociedad. De esta manera, establece las estrategias y medidas para cada una de las situaciones ambientales, para prevención, mitigación, corrección, CUMPLP LEFGA. En este sentido, se integran diversos estudios para cada una de las ramas ambientales, con metodologías explícitas que definen el estudio, cuantificación, evaluación de la magnitud del impacto ambiental, y la solvencia de las mismas.

No obstante, se ejecutan tipos de estudios para: control de emisiones, de ruido, de calidad del aire, el sector de residuos sólidos, con el manejo y disposición final de los diferentes tipos de residuos, plantas de tratamiento de agua potable, tratamiento de aguas industriales, control ambiental visual, sistemas integrados de gestión, educación ambiental, plan de gestión de riego de vertimientos, planes de contingencia y emergencia, producción limpia y demás orientados al equilibrio ambiental y bienestar para los seres vivos.

1.2 DIAGNÓSTICO INICAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA.

Gloria Colombia S.A, es una industria asociada de conglomerados, que destina productos lácteos y derivados como: Leche Algarra, Pura Vida, Cremax, De la Finca, Yogurt AlgarraBio, Yogurlè, Kumis, Avena, BattiMix, Aruba, además de los que ofrece Lechesan, y néctar de California, en tanto una de las seccionales de gran funcionamiento ubicada en Simijaca requiere grandes cantidades de agua potable para sus procesos. Por tal razón es necesario implementar una optimización y ampliación de la planta de tratamiento de agua potable,

Tabla 1. MATRIZ DOFA

		FORTALEZAS	DEBILIDADES
		Ambiente Interno	1-Sistemas técnicos y tecnológicos que permiten el tratamiento del agua potable. 2-Garantía en la calidad del agua potable. 3-Participación de los trabajadores. 4-Profesionales con experiencia.
Ambiente Externo			
OPORTUNIDADES	FO (MAXI-MAXI)	DO (MINI-MAXI)	
1-Aumento de demanda y capacidad en el servicio de tratamiento del agua potable. 2-Ampliación de la cobertura y tecnología de la planta de tratamiento de agua potable. 3-Mayor competitividad empresarial.	Integración y diseño de infraestructura para mayor capacidad de la PTAP, F1+O1+O2+O3 Mantener los análisis de calidad de agua que permitan indicar su estado F2+F3+F4+O2+O3	Mejorar y adaptar los sistemas físicos, técnicos y tecnológicos para la PTAP D1+D4+O1+O2 Se debe capacitar y certificar al personal que labora en el sector de PTAP D7+O2+O3	
AMENAZAS	FA (MAXI-MINI)	DA (MINI-MINI)	
1-Mínima cantidad tratada y deficiente calidad de la oferta hídrica. 2-Ineficiencia de los procesos de la PTAP.	Tratamiento del agua potable de con mayor cobertura con garantía de su calidad F1+F2+A1+A2 Fortalecimiento de la PTAP F1+F2+A1+A2 Mayor efectividad, y eficiencia F1+F2+A1+A2	Sistematización de los análisis de calidad, junto a la determinación de sus condiciones del agua D1+D2+D3+A1	

Fuente: Elaboración propia con base a la evaluación de la situación actual del proyecto

1.2.1 Planteamiento del problema. Gloria Colombia S.A tiene una de las sedes nacionales más importantes de productos lácteos y derivados, néctares y conservas en Simijaca, ubicada en la provincia de Ubaté, en el departamento de Cundinamarca. Actualmente esta Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) no alcanza a abastecer la demanda productiva por su tamaño e infraestructura, se capta agua de un sistema subterráneo de gran complejidad a nivel de contaminantes disueltos y no disueltos. El mejoramiento que se busca en la PTAP SIMIJACA, implica; ampliación de las instalaciones actuales del sistema, cumplir con los más altos estándares en la calidad del agua y atender la demanda actual del cliente en cuanto al producto requerido, con el acompañamiento técnico de compañías nacionales y la asesoría del Ingeniero Ambiental Edgar Cáceres, coordinador nacional de gestión ambiental de la empresa Gloria Colombia S.A.

1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTIA

1.3.1 General

Propuesta para el mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de “Simijaca, Gloria Colombia S.A.”

1.3.2 Específicos

Realizar un diagnóstico del proceso actual de la PTAP.

Evaluar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de la PTAP

Proponer alternativas para mejoramiento de la PTAP de Simijaca, Gloria Colombia S.A.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA MISMA

Tabla 2. Actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos
Realizar una propuesta para el mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable “Simijaca, Gloria Colombia S.A.”	Realizar un diagnóstico del proceso actual de la PTAP.	Recopilar toda la información relevante a la PTAP
		Describir el proceso del tratamiento actual de la PTAP
		Inspeccionar y revisar las condiciones físicas e infraestructura existente de la PTAP actual.

		Identificar las falencias o debilidades de la infraestructura existentes
		Revisar la concesión de agua actual, y la capacidad máxima de captación
	Evaluar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de la PTAP	Realizar un muestreo de la calidad del agua tratada (Color, turbiedad, pH, cloro residual, alcalinidad total, dureza total, Coliformes totales, Escherichia coli entre otras)
		Analizar los resultados con la legislación actual (Resolución 2115 de 2007, decreto 1575 de 2007)
		Evaluar la efectividad de la calidad del agua tratada
		Determinar el caudal
	Proponer alternativas para mejoramiento de la PTAP de Simijaca, Gloria Colombia S.A.	Revisar y validar cada uno de los procesos de tratamiento de agua potable actual e identificar aquellos que no requieren ninguna medida de mejoramiento
		Plantear unas medidas de proyección para el mejoramiento de la infraestructura existente con el fin de aumentar la cobertura requerida
		Realizar el estudio para el mejoramiento de los módulos de sedimentación
		Establecer con valoración de costos, para la mezcla lenta y la mezcla rápida, el tiempo el gradiente, y la dosis óptima de coagulantes y floculantes para operación de la PTAP

		Capacitar al personal de manejo de PTAP sobre los procesos de tratamiento e indicar las practicas correctas de manejo ambiental de la misma
--	--	---

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, ver anexo 1.

2. ENFOQUE REFERENCIAL

2.1 ENFOQUE CONCEPTUAL.

INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA.

Localizado al norte del Departamento de Cundinamarca y hacia el Occidente del fértil valle de Ubaté y Chiquinquirá. La cabecera Municipal está localizada a los 5° y 30° de latitud norte y 73° 51° de longitud al este de Greenwich. La altura sobre el nivel del mar es de 2.559 y su temperatura media es de 14° C. Es bañado por el Río Simijaca y Suárez afluentes de la laguna de Fúquene. Hace parte de la provincia de Ubaté. Con extensión total: 107 Km².

Figura 2. Municipio de Simijaca



Fuente: (Google M. d., 2016)

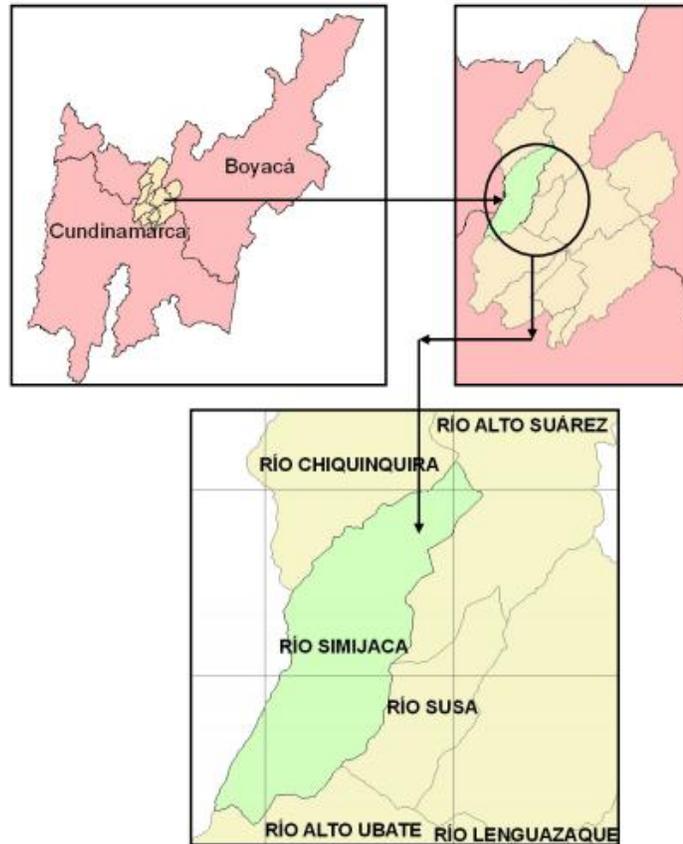
La superficie del municipio cubierta por bosques es de 798 hectáreas, aproximadamente un 8%, de la superficie total. Los principales pisos térmicos presentes en el municipio son el frío y el páramo cuyas superficies son: Piso térmico frío 91 km² y 16 km² en páramo. Relieve en general: Se distinguen dos regiones principales: una plana o ligeramente ondulada al oriente y una montañosa al occidente.

Hidrografía principal, Río Simijaca y Río Carupa, son los principales elementos hídricos del municipio.

La cuenca está conformada por tres municipios del Departamento de Cundinamarca, Simijaca con una participación del 48%, del área total, Susa con el 22%, Carmen de Carupa con el 19%.

El río Simijaca es el cauce principal de esta sub cuenca, nace de la confluencia del Río San José y la Quebrada María Ramos, recibe en su recorrido el río San Jorge y la Quebrada Salitre como aportes importantes, antes de su confluencia con el río Suárez a la altura de la Vereda el Pantano. (Alcaldía Municipal, 2011)

Figura 3. Cuenca de Simijaca



Fuente: CENDOC. CAR. 2011

El desarrollo y cumplimiento de las labores para proponer mejoras de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Simijaca, Gloria Colombia S.A, se describen de forma que detallan los términos de mayor importancia

AGUA POTABLE. Se emplea al agua que ha sido tratada para su consumo humano, según estándares de calidad, normativas locales e internacionales. (UNICEF, S.f).

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA O PLANTAS POTABILIZADORAS. Es una serie de procesos unitarios, con el fin de remover los contaminantes microbiológicos, físicos y químicos presentes en el agua cruda, hasta llevarlos a los límites aceptables estipulados por las normas. (DISEPROSA Plantas de Tratamiento de Aguas, S.f)

Tipos de plantas de tratamiento de agua. Según el tipo de procesos que las conforman, en plantas de filtración rápida y lenta. También, según la tecnología usada en el proyecto, en plantas convencionales antiguas, convencionales de tecnología apropiada y de tecnología importada o patente. (VARGAS, 1990)

OPERACIONES UNITARIAS PARA EL TRATAMIENTO.

COAGULACIÓN - MEZCLA RÁPIDA. Al adicionar el coagulante y el auxiliar de coagulación debe generarse una mezcla rápida y homogénea en el agua, para ello se puede emplear equipos hidráulicos tales como el resalto hidráulico, vertederos, mezcladores estáticos y difusores; o utilizar mezcladores mecánicos.

Descripción de los procesos.

Dosificación. Los dosificadores en solución son menos costosos que los dosificadores en seco, requieren un menor número de piezas y son por eso más fácilmente reparables. (ARBOLEDA J. , 2000)

Coagulantes metálicos. Existen tres tipos, Sales de aluminio: sulfato de aluminio (rango de pH entre 5 -7.5 para una óptima coagulación), sulfato de aluminio amoniacal y aluminato de sodio. Sales de hierro: cloruro férrico (rango de pH entre 4 – 7 y mayor de 9 para una óptima coagulación), el sulfato férrico y el sulfato ferroso (rango de pH entre 9 -9.5 para una óptima coagulación). Compuestos varios, como el carbonato de magnesio.

Polímeros inorgánicos. Como coagulantes se puede utilizar los polímeros de hierro (III) y polímeros de aluminio. Es recomendable utilizar el poli cloruro de aluminio en aguas turbias y blandas.

Unidades de dosificación. Para realizar la dosificación, se puede emplear dosificadores en seco y en solución.

Dosificadores en seco. La sustancia química aplicada debe presentarse en estado sólido, polvo. Pueden ser volumétricos o gravimétricos.

Dosificadores en solución. Sistemas por bombeo, Se pueden emplear bombas de pistón y de diafragma. Sistemas por gravedad.

FLOCULACIÓN. Pueden emplearse los floculadores hidráulicos y mecánicos. Entre los Floculadores hidráulicos que se pueden diseñar están los de flujo horizontal, flujo vertical, flujo helicoidal y Alabama. (RAS, 2000)

Descripción de los procesos. La agitación no debe ser ni muy lenta que favorezca la sedimentación, ni muy rápida que provoque el rompimiento de los flóculos ya formados.

Floculadores hidráulicos. Floculador de flujo horizontal, el tanque debe estar dividido por pantallas, permitiendo que el agua haga un recorrido de ida y vuelta alrededor de las mismas.

Floculador Alabama. Debe ubicarse un codo en cada cámara para impulsar el fluido hacia arriba.

Floculador de flujo helicoidal. El agua debe entrar por el fondo, en la esquina de la cámara y debe salir por encima en la esquina opuesta; la cámara debe ser cuadrada o circular.

Floculadores mecánicos. Pueden ser giratorios (de eje horizontal o de eje vertical) o reciprocantes. Es necesario ubicar pantallas en el tanque para prevenir los cortocircuitos.

SEDIMENTACIÓN. Los sedimentadores que pueden emplearse son el de flujo horizontal y flujo vertical.

FILTRACIÓN. “El objetivo básico es separar las partículas y microorganismos objetables, que no han quedado retenidos en los procesos de coagulación y sedimentación.” (VALENCIA, 2000).

La filtración se define como la velocidad de paso del agua a través del medio filtrante, medida como carga superficial, q_f , es decir: En donde, A = Área superficial Q = Caudal que entra al filtro.

Tabla 3. Clasificación de los filtros (ARBOLEDA J. , 2000)

Según la velocidad de filtración	Según el medio filtrante	Según el sentido del flujo	Según la carga sobre el lecho
Rápidos 120-360 $m^3/m^2/día$	1. Arena ($h=60-75cm$) 2. Antracita ($h=60-75cm$) 3. Mixtos: Antracita (35-50cm) Arena (20-35cm) 4. Mixtos: Arena, Antracita, Granate.	Ascendentes Descendentes Flujo mixto	Por gravedad Por presión
Lentos 7-14 $m^3/m^2/día$	Arena ($h=60-100cm$)	Descendente Ascendente Horizontal	Por gravedad

Velocidad de filtración. Para el diseño deben adoptarse las siguientes tasas

Para lechos de arena o antracita sola con Te de 0.45 mm a 0.55 mm y una profundidad máxima de 0.75 m, la tasa debe ser inferior a $120 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$. Para lechos de antracita sobre arena y profundidad estándar, la tasa máxima es de $300 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$. Para lechos de arena sola o antracita sola de tamaño grueso, con profundidad mayor de 0.9 m, la tasa de filtración máxima es de $400 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$. (RAS, Sistemas de potabilización, 2000).

Factores que influyen en la filtración. Existe una larga lista de factores que en una forma u otra influyen en el proceso de filtración. Podríamos enumerar los siguientes, (ARBOLEDA, 2000)

Tipo de medio filtrante. Velocidad de filtración. Tipo de suspensión. Características físicas (volumen, densidad, tamaño). Características químicas (pH, potencial zeta). Influencia de la temperatura. Dureza del floc.

Técnicas de lavado.

Flujo ascendente. El sistema debe diseñarse de forma que la velocidad del agua que se inyecta por los drenes produzca expansión del lecho del 20 al 40%. La velocidad de lavado debe estar por encima de las velocidades de fluidización del 70% superior del lecho.

Flujo ascendente y lavado superficial. El agua debe inyectarse a presión sobre la superficie del lecho filtrante. Puede emplearse el equipo de brazos giratorios tipo Palmer, o de rociadores fijos. Deben emplearse tasas de flujo de 80 a 160 L/(min.m²) con presiones de 15 a 30 m.

Flujo ascendente y lavado sub superficial. Este sistema se recomienda para filtros con medio de arena y antracita, y cuando existe tendencia a que las partículas floculadas penetren profundamente. (RAS, Sistemas de potabilización, 2000.)

DESINFECCIÓN. Destrucción de los organismos causantes de enfermedades o patógenos presentes en ella, los principales son: Bacterias, Protozoarios, Virus, Tremátodos. (V, 2000)

Velocidad de desinfección. El proceso de desinfección se realiza progresivamente, con más o menos velocidad a través del tiempo y se considera terminado cuando el 100% de los organismos que se trata de destruir han muerto. (V, 2000)

CLORACIÓN. Se puede emplear: Cloro gaseoso generado a partir de la vaporización de cloro líquido almacenado bajo presión en cilindros Hipoclorito de sodio (líquido). Hipoclorito de calcio (sólido en forma granular).

Hipoclorito de calcio (Ca(ClO)₂). Tiene la ventaja de ser: más fácil su manipulación que el cloro gaseoso en pequeñas comunidades, alta solubilidad, fácil transporte, no es tóxico a menos que sea ingerido, no requiere de equipos complejos para su dosificación.

Hipoclorito de sodio (NaClO). Es de fácil manejo, no es tóxico a menos que sea ingerido, fácil transporte, no requiere de equipos sofisticados para su aplicación.

Cal clorada. Fácil manejo, no es tóxica, fácil transporte, buena solubilidad en el agua, no requiere equipos sofisticados para su dosificación. Genera residuos calcáreos, baja estabilidad, debe ser almacenado lejos del calor y la luz solar. (V, 2000)

Plantas de filtración rápida. Los filtros que las suplen operan con velocidades altas, entre 80 y 300 m³/m². Como consecuencia de las altas velocidades con las que operan estos filtros, se colmatan en un lapso de 40 a 50 horas en promedio.

Plantas de filtración lenta. Operan con tasas que varían entre 0,10 y 0,30 m/h; esto es, con tasas como 100 veces menores que las tasas promedio empleadas en los filtros rápidos; de allí el nombre que tienen.

Clasificación de las plantas de filtración rápida por el tipo de tecnología utilizada. Se clasifican como; Sistemas de tecnología convencional clásica o antigua. Sistemas convencionales de alta tasa o de tecnología CEPIS/OPS.

Plantas de tratamiento de agua potable presurizadas. Fácil de instalar, ocupa poco espacio, resiste a la intemperie y larga vida útil, fácil operación y mantenimiento se posiciona como una gran solución en el tratamiento de agua para poblaciones de hasta 1500 personas.

Planta de tratamiento de agua potable abierta modular. Convencional abierta modular, incluye procesos estándares de potabilización: coagulación, Floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Permite atender hasta poblaciones de 15.000 habitantes.

Planta de tratamiento de agua potable compacta. Es un sistema de potabilización integrado fabricado en poliéster reforzado con fi-bra de vidrio (PRFV) que se compone de un clarificador central (Floculador –sedimentador por manto de lodos) y cuatro filtros de flujo ascendente de lavado mutuo, donde se incluyen en una sola unidad los procesos convencionales para la potabilización de agua (coagulación, floculación, sedimentación, filtración, retro lavado y desinfección).

Planta de producción de agua potable tipo compacta

Aireación. Mezcla rápida. Coagulación y Floculación. Sedimentación. Filtración. Desinfección. Almacenamiento y distribución.

Tipos de tratamiento de agua potable. Se clasifican de acuerdo a; los componentes o impurezas a eliminar. Parámetros de calidad. Grados de tratamientos de agua. Parámetros de calidad.

TIPO A1. Tratamiento físico simple y desinfección. TIPO A2. Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección. Para Agua subterránea. TIPO A3. Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección. Para Agua subterránea.

Características físicas y químicas del agua para consumo humano. De acuerdo a los valores máximos aceptables de su contenido. (2115)

Tabla 4. Características físicas y químicas del agua para consumo humano.

Parámetro	Valor máximo aceptable
Ph	6.5-9.0
Hierro Total ppm Fe	0- 0.3 mg/l
Cloro Residual Libre	0.3- 2 mg/l
Dureza ppm CaCO ₃	Máx. 300 mg/l
Alcalinidad Total ppmCaCO ₄	Máx. 200 mg/l
Cloruros ppm Cl ²	Máx. 250 mg/l
Aluminio	Máx. 0.2 mg/l
Color	15 UPC
Turbidez	2 NTU
Olor y sabor	Aceptable

Fuente: Resolución 2115/07. República de Colombia.

Potencial de Hidrogeno. La escala usada en química para medir la reacción activa de las soluciones oscila desde 0 hasta 14, siendo 7 el punto de neutralidad del agua pura. (Z, Andy C)

Hierro Total. Ocurre de manera natural en acuíferos pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas. (OMS, 2003)

Cloro Residual Libre. Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito. (www.hanachile.com, 2009)

Dureza. Concentración total de iones Calcio y Magnesio, es la suma de todos los cationes polivalentes. (Wwww.quimitube.com, 2015)

Alcalinidad Total. Capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos (CO₃²⁻), bicarbonatos (HCO₃⁻), hidróxidos (OH⁻) y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos. (UTP, 31 de mayo 2006)

Cloruros. Es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual, son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1.

2 marzo 2011. Olavilag. Cloruros en agua potable.

Aluminio. Elemento químico metálico, de símbolo Al, es un componente natural de las aguas subterráneas, posee contraindicaciones en la salud por su no eliminación. Así mismo algunos derivados se emplean para el tratamiento de agua potable. (ASA, Abril 2008)

Color. Es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0.45 micras. (Resolución, 2007)

Turbidez. Grado de dificultad que posee el agua para transmitir la luz a través de ella está dado por materia insoluble en suspensión, materia coloidal fina. Su unidad de medición es la unidad nefelométrica (NTU O UNF). (pH, 2008)

Olor y sabor. Parámetros físicos y estéticos del agua, definen la calidad organoléptica del agua, las aguas subterráneas se ven afectadas por diferentes sustancias disueltas que desde la superficie van penetrando hacia el interior tales como nitratos, hierro, manganeso y otras de naturaleza orgánica. (A.P, 2010)

Las características químicas del agua para consumo humano (elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias) que al sobrepasar los valores máximos aceptables tienen reconocido efecto adverso en la salud humana, deben enmarcarse dentro de los valores máximos aceptables que se señalan en la norma.

Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se señalan en la siguiente tabla

Tabla 5. Características químicas del agua para consumo humano.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos	Expresado como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO ₂ -	0,1
Nitratos	NO ₃ -	10
Fluoruros	F-	1,0

Fuente. Resolución 2115/07. República de Colombia.

Características Microbiológicas. Se enmarcan dentro de los siguientes valores máximos aceptables, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) O 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra

Tabla 6. Características microbiológicas del agua para consumo

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia Coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia-Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Fuente: Resolución 2115/07. República de Colombia.

Coliformes Totales. Grupos de bacterias casi siempre que inofensivos que viven en la tierra y en el agua, su presencia indica que los gérmenes patológicos más peligrosos, han contaminado el agua. (AB)

Escherichia Coli (E-Coli): Bacilo aerobio gram-negativo que no produce esporas, pertenece a la familia de los enterobacteriaceas y se caracteriza por poseer las enzimas Galactosidasa y Glucoroanidasa. (Calidad del Agua)

Procesos de tratamiento de agua potable.

Aeración del agua. Se incrementa el área de contacto del agua con el aire para facilitar el intercambio de gases y sustancias volátiles. Se ejecuta por tres aspectos,

Remoción de gases disueltos. Gas carbónico presente en el agua en forma natural; gas sulfhídrico proveniente de la putrefacción o fermentación de los depósitos orgánicos.

Introducción del oxígeno del aire en el agua. Para oxidar el hierro y el manganeso, cuya remoción se realiza mediante la decantación y filtración (de esta manera también se reduce el sabor debido al hierro y al manganeso).

Coagulación. La turbiedad y el color del agua son causados por partículas coloidales. Estas permanecen en suspensión en el agua por tiempo prolongado y pueden atravesar un medio filtrante muy fino, la coagulación tiene por objeto desestabilizar las partículas en suspensión, es decir facilitar su aglomeración.

La floculación. Tiene por finalidad favorecer con la ayuda de la mezcla lenta el contacto entre las partículas desestabilizadas. Estas partículas se aglutinan para formar un floc que pueda ser eliminado por los procedimientos de decantación y filtración.

Las partículas muy finas son una parte de las materias solubles y de las materias coloidales como: proteínas, virus; moléculas y los iones pueden ser separados por adsorción o intercambio de iones.

Sustancias químicas utilizadas. En la coagulación se pueden clasificar en tres categorías, Coagulantes. Compuestos de aluminio o de Hierro que generalmente pueden producir hidróxidos gelatinosos no solubles y absorber las impurezas.

Alcalinizantes. Cal viva (óxido de calcio), Hidróxido de Calcio, Hidróxido de Sodio (Soda Cáustica), Carbonato de Sodio (carbonato sódico), que pueden proporcionar la alcalinidad necesaria para la coagulación.

Coadyuvantes de la coagulación: compuestos (arcilla, sílice activada, polielectrólitos, etcétera) que se pueden convertir en partículas más densas y hacer que los flóculos sean más firmes.

Decantación o sedimentación. Proceso de separación de un líquido de sólidos o de un líquido de mayor densidad mediante el trasiego de la capa superior después de que la materia más pesada ha sedimentado.

Filtración. Consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante. Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal.

Desinfección del agua (cloración). Se realiza con cloro y, por ello, el término desinfección se substituye por cloración. La cloración se puede realizar con los siguientes elementos: cloro líquido, cal clorada, hipocloritos.

Tratamientos físicos. Los menos utilizados. Dentro de este tipo de tratamientos se puede incluir la aplicación de calor pero además de ser costoso, deja mal sabor ya que elimina el oxígeno disuelto y las sales presentes en el agua.

Tratamientos químicos. Los agentes químicos desinfectantes más utilizados son el cloro, el dióxido de cloro y el ozono.

Radiación. Hay varias formas que pueden desempeñar un papel desinfectante. Las radiaciones más útiles son UV, los rayos X y los rayos gamma.

Manejo de Equipos de Medida y Medios de Medición.

Stock de productos Químicos. Bombas dosificadoras, Tanques de preparación de soluciones.

Aparatos de Medida Utilizados. pHmetros. Conductívimetros. Turbidímetros. Analizadores de Oxidantes residual (ejemplo cloro residual). Colorímetros. Caudalímetros. La validez dada por: Condiciones de Instalación. Calibración. Operación. Estados de Mantenimiento requeridos.

Pruebas de Jarra. Es un método de simulación de los procesos de Coagulación y floculación, realizado a nivel de laboratorio que permite obtener agua de buena calidad; los flóculos formados con diferentes dosis del coagulante dan como resultado valores de turbiedad deferentes.

Materiales y Equipos Necesarios. Agitador Múltiple o Floculador, equipo provisto de 6 agitadores planos; tiene como elementos adicionales vasos de 2 litros de capacidad, de forma cuadrada con una tubería de 4 mm de diámetro, para la extracción de muestra. Un turbidímetro. Un pHmetro. Materiales necesarios para medir la alcalinidad.

2.2 ENFOQUE LEGAL

De acuerdo a requerimientos legales nacionales: CONSTITUCIÓN POLITICA

Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. (COLOMBIA, 2010)

Artículo 367. La ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios (Ródriguez, 2012)

Artículo 370. Corresponde al Presidente de la República señalar, con sujeción a la ley, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios. (Arango, 2015)

Decreto 1299 de 2008. Por la cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones. (RESTREPO, 2011)

RECURSO AGUA

Resolución 2115 de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. (Betancourt, 2007)

Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (Betancourt, 2007)

Decreto 3930 de 2010. Usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. (Parra, 2015)

Ley 373 de 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua (Rosada, 2013)

Decreto 4742 de 2005. Tasas por utilización de aguas. (Pérez, 2005)

Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. (Sanchez, 2012)

SERVICIOS PÚBLICOS

Ley 1713 de 2002. En relación con la prestación del servicio público de aseo. (2002)

Ley 99 de 1993. Creación del ministerio del medio ambiente y reorganización del sector público encargado del manejo del medio ambiente. (1993)

Resolución 2320 de 2009, Ministerio De Ambiente Vivienda Y Desarrollo Territorial: Por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS. (Posada, 2009)

3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO

3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

FASE 1. DIAGNÓSTICO.

De acuerdo a la Resolución 1457 de 18 Mayo de 2010. Por la cual se otorga una concesión de aguas subterráneas y se toman otras determinaciones. Se considera

Mediante Resolución N. 0073 del 29 de Febrero de 2000, se otorgó permiso para exploración de agua subterránea.

Características, fecha de perforación 5 de Abril de 2000, localización: coordenada Norte: 1.101.399, coordenada Este: 1.026.300. Referencia: Plancha IGAC 190-I-D-4. Profundidad, 152 m. Diámetro de perforación, 8 ½ “de 0 a 151 m. Diámetro de ampliación, 12 ½ “de 0 a 151 m. sello sanitario, 0 a 12 m.

Demanda hídrica. Industrial. Gloria Colombia S.A, Simijaca

Caudal (L/DÍA) 21200

Caudal (LPS) 2,45

Caudal (M³/MES) 6360

Tiempo de bombeo. Basado en el caudal requerido y las especificaciones técnicas del equipo de bombeo, se calcula el tiempo de bombeo necesario para captar exclusivamente el caudal requerido.

Volumen diario requerido 211680 litros. Caudal impulsado por la electrobomba 3,50 litros por segundo. Tiempo de bombeo 60480 minutos, 1008 minutos. 16 horas 48 minutos diarios.

Litología.

0-34 m se encuentran de formas alternadas capas de arcilla amarilla plástica y gravas y arenas arcillosas con cuarzos lechosos.

34-54 m se encuentran de formas alternadas capas de areniscas negras de grano muy fino micro fracturadas, shale arcillosos de color negro.

54-59 m capas de shale limoso y areniscas negras de grano muy fino micro fracturadas.

59-103 m se encuentran capas de shale negro arcilloso y limoso y areniscas negras de grano muy fino micro fracturadas.

103-119 m se encuentran capas de shale limoso y areniscas negras de grano muy fino micro fracturadas.

119-131 m capas de shale negro arcilloso y limoso y areniscas negras de grano muy fino micro fracturadas.

131-138 m capas de shale arcilloso de color negro y areniscas negras de grano muy fino micro fracturadas.

138-144 m capas de shale negro arcilloso y limoso, areniscas negras de grano muy fino microfracturadas y shale arcilloso de color negro.

144-152 m se encuentra una capa final de arenisca negra de grano muy fino micro fracturadas.

Localización de tubería. 0-78,50 m tubería de diámetro de 6". 81- 151,50 m tubería de un diámetro de 4". Acuífero captado, formación chipaque.

Equipo de bombeo. Clase Bomba sumergible, caudal 7 l/s, marca Grundfos-60530-9 profundidad de instalación 46 m, potencia 3 h.p, HDT 30 m.



Figura 4. Esquema general de la PTAP, Simijaca, Gloria Colombia S.A

PROCESOS. 1. Aireación. 2. Mezcla rápida. 3. Coagulación y Floculación. 4. Sedimentación. 5. Filtración. 6. Desinfección. 7. Almacenamiento y distribución.

La planta de Tratamiento de Agua Potable, consta de una unidad compacta construida por diferentes sectores, con un área de 380 m²; que estima desde torre de aireación, tanque de almacenamiento de agua cruda, tanque pulmón, segmentos de coagulación, floculación, sedimentación, clarificadoras, filtros, suavizador y parte de la tubería de preparación de productos, tablero de control, bombas de transferencia y dosificación, conexiones.

AIREACIÓN.

DESCRIPCIÓN. De manera descendente ingresa el agua cruda hacia la Torre de Aireación, este proceso modifica las concentraciones de sustancias volátiles; aumenta el oxígeno disuelto, disminuye CO₂, H₂S, remueve metano CH₄ y compuestos orgánicos volátiles, oxida el Hierro y Manganeseo.

CARACTERÍSTICAS INICIALES. 8 bandejas en madera, con reducción de hierro mediante el Carbón Coque. Alto, 4m. Ancho, 1,58 m. con dos ductos de 1,70 m, tubería de 2". Las bandejas de madera con 30 cm de extensión hacia afuera. La base, en concreto. Largo: 1,52 m. Ancho: 1,58 m.

Se gestiona para el cambio de torre, a razón del deterioro y bajo rendimiento por eliminación de Hierro.

Se contempla el reemplazo de Carbón Coque por los anillos P.R; mayor extracción de Fe, recuperables en un 100%, su lavado es simple, de bajo costo, excelente flujo del líquido y estabilidad mecánica, fácil de instalar, no infringen normas ambientales, bajo peso.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA.

DESCRIPCIÓN. Permite recopilar grandes cantidades de agua para tratamiento en clarificadoras. Capacidad 83 m³.

CARACTERÍSTICAS INICIALES. Se efectúan periódicos mantenimientos. 1 vez por mes. Localización de un ducto que transporta agua de retorno de retro lavados de filtros hacia el Tanque. Con ello el Aumento de Aluminio. Superando los rangos máximos permisibles. Hasta 0,80 mg/l.

MEZCLA RÁPIDA.

DESCRIPCIÓN. Condiciones de intensidad de agitación y tiempo de retención que debe reunir la masa de agua en el momento en que se dosifica el coagulante.

Tiene por finalidad incorporar los productos químicos al agua y ocurre en un cono de mezcla,

CARACTERÍSTICAS INICIALES. Inyección de Sulfato de Aluminio hacia el segmento rectangular de cada clarificadora. Perdidas del producto por suministro del mismo mediante dosificación por gravedad.

COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN. Una vez ocurrida la mezcla, comienzan a aglomerarse las partículas coaguladas para convertirse luego en partículas floculantes.

CARACTERÍSTICAS INICIALES. Los productos son dosificados por gravedad. Perdida de los químicos por cambios técnicos automáticos de PTAP. Preparación de los mismos con agua no potable, disposición de 500 l. Coagulante y Floculante empleado Sulfato de Aluminio y Nalco.

SEDIMENTACIÓN.

DESCRIPCIÓN. Las partículas sólidas en suspensión se remueven por acción de la gravedad, quedando el líquido clarificado arriba. La clarificación sedimentación es acelerada por sistemas de sedimentación. Ver anexo 2. 3. Donde se especifica los cálculos de cada área de clarificadora, incluido segmento de sedimentación. Capacidad de 6 m³ Existen 2 clarificadoras en PTAP, Simijaca, cada una maneja una capacidad de 12 m.

La clarificadora 1, con periodo de vida de 28 años, con modificaciones estructurales. La clarificadora 2, de 8 años. Las secciones de cada clarificadora, constituye coagulación, Floculación, sedimentación, clarificación total.

CARACTERÍSTICAS INICIALES. Los módulos de sedimentación de clarificadora 1 ambiguos como sistemas de tejado. Para la Clarificadora 2, Paneles deteriorados.

FILTRACIÓN.

DESCRIPCIÓN. Proceso por el cual un filtro retiene y remueve partículas en suspensión, su objetivo principal es remover la turbiedad que no alcanzo a ser removida en la coagulación y sedimentación, la cual es alta en este tipo de aguas de pozo debida especialmente a la presencia de iones de calcio, magnesio, hierro y a la materia orgánica. La producción de agua clara y cristalina es pre-requisito para el suministro de agua segura y requiere la filtración a presión, la cual es diseñada teniendo en cuenta la tasa de resistencia del medio filtrante y la fuerza impulsadora del agua. Ver anexo 4, capacidades de cada filtro.

El primer filtro por donde ingresa el agua es el de grava y arena, este sistema disminuye la velocidad del agua para distribuirla de manera uniforme, e ir capturando y eliminando los gérmenes sustancia orgánica e inorgánica, luego pasa por los tubos de descarga y continua al siguiente filtro.

Los filtros de carbón activado, consiste en retirar del agua las sustancias solubles mediante el filtrado a través de un lecho de este material, consiguiéndose que los oligominerales

pasen a través de los microporos, separando y reteniendo en la superficie interna de los gránulos los compuestos más pesados.

El carbón activo, absorbe una amplia gama de compuestos orgánicos específicos como micro-contaminantes y materia orgánica natural, es adecuado para eliminar sabores y olores.

El tercer sistema de filtros, el suavizador, elimina sales y minerales, hace el agua más suave y ligera, elimina concentraciones de calcio y magnesio.

CARACTERÍSTICAS INICIALES. Los medios filtrantes de arena y grava no llevaban secuencia en tamaño de las partículas, el estado de saturación era notorio. Se destina 1 retro lavado filtros diario, y 3 retro lavados para suavizador

DESINFECCIÓN.

DESCRIPCIÓN. Proceso que tiene como objetivo eliminar la carga microbiana representada como Coliformes Totales y E. Coli, como también evitar su proliferación; garantizando la calidad del agua. El desinfectante manipulado es el hipoclorito de sodio al 15%.

Almacenamiento y distribución. El agua tratada es bombeada hacia el tanque de almacenamiento, de donde se distribuye a los diferentes Sectores de producción. Capacidad 220 m³.

Tablero eléctrico de control. Conformado por los accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de la PTAP. En el exterior para uso del operario, cuenta con ocho comandos necesarios para facilitar cada proceso, este tablero de control conecta la bomba principal, bomba auxiliar de la clarificadora hacia los filtros, bombas dosificadoras de solución Coagulante, y la bomba de Hipoclorito de Sodio.

Sistema de bombeo de agua potable. Equipo de la marca WEQ con bomba principal y auxiliar de 6000 caballos de fuerza.

Funcionamiento de la Planta.

No se monitorea constantemente el caudal de entrada y salida de la planta de tratamiento de agua potable.

FASE 2. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA PTAP

Resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Tipo de muestras. Puntuales. Lugar de muestreo, Simijaca, Gloria Colombia S.A. Tomadas por, Deicy Karina Ardila Forero. Hora, 4:00 pm. Fecha toma de la muestra, Octubre 2015. Certificados por el Laboratorio de Aguas, Químico Carlos Patiño.

Tabla 7. Muestreo por procesos.

Punto de Muestra	Objetivo	Numero
Torre de Aireación	Determinar las características con la que ingresa el agua, la disminución de la carga de hierro.	1
Tanque de Almacenamiento de agua Cruda	Es importante denotar que en este tanque se almacena el agua que sale de la torre de aireación y el agua que se utiliza para retro lavados de todos los filtros y del suavizador, por lo que se hace necesaria la determinación de las características de esta agua.	2
Salida de Clarificadoras	Determinar principalmente la carga de hierro	3
Salida de Filtros Arena y Grava	Determinar las características en general.	4
Salida de Filtros Carbón Activado	Determinar las características en general.	5
Salida de Suavizador y Desinfección	Determinar las características en general, en especial dureza.	6
Salida Tanque de Almacenamiento	Determinar las características en general.	7
Acueducto	Determinar las características en general.	8

Fuente. Pasante

Tabla 8. Parámetros analizados

Parámetros	Unidad	Método
Potencial de H	Ph	StandarMethods4500HB
Color	UPC	StandarMethods2120A
Turbiedad	UNT	StandarMethods2130B
Hierro Total	Mg/l	StandarMethods3500FeB
Alcalinidad	Mg/l	StandarMethods4500NO2B
Dureza Total	Mg/l	StandarMethods4500NO3B
Sulfatos	Mg/l	StandarMethods4500SO4
Coliformes Totales	NMP/100 ml	Filtración por membrana
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	Filtración por membrana
Aerobios Mesófilos	UFC/100 ml	Filtración por membrana

Los resultados son presentados a continuación, se aclara que los números presentados en el eje horizontal de cada grafica corresponden a las etapas de muestreo

Tabla 9. Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos.

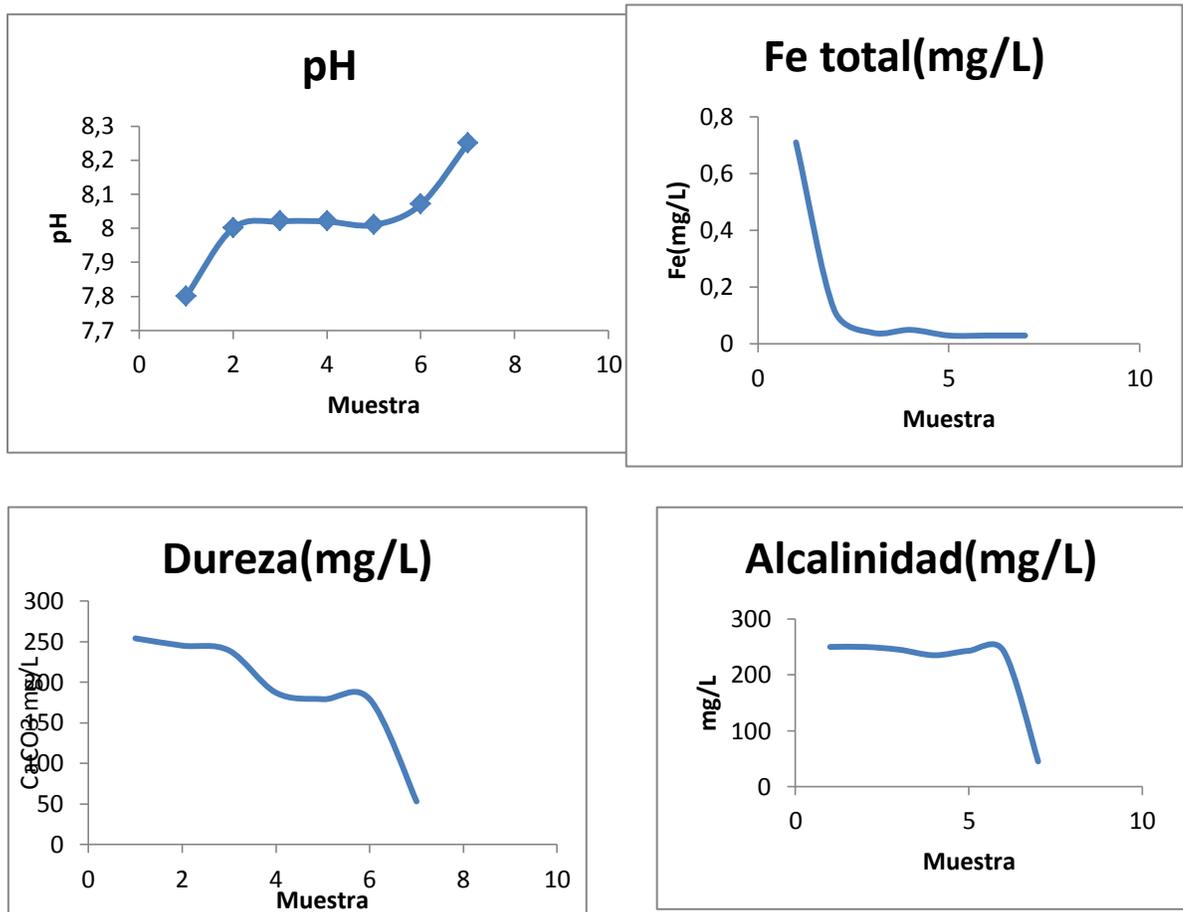
Muestra	pH	Fe total(mg/L)	Dureza (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)	Color (UPC)	Sulfatos (mg/L)
Torre de Aireación	7,89	0,71	254	250	61	6
Tanque de Almacenamiento de agua Cruda	8	0,12	245	250	41	6
Salida de Clarificadoras	8,02	0,04	239	245	34	6
Salida de Filtros Arena y Grava	8,02	0,05	187	235	8	6
Salida de Filtros Carbón Activado	8,01	0,03	179	243	4	6
Salida de Suavizador y Desinfección	8,07	0,03	179	243	1	6
Salida Tanque de Almacenamiento	8,25	0,03	53	45	1	6
Acueducto						
Muestra	Coliformes Totales NMP/100 mL		Coliformes Fecales UFC/100 ml		Aerobios Mesófilos UFC/100 ml	
Torre de Aireación	74		74		1100	
Tanque de Almacenamiento de agua Cruda	0		0		0	
Salida de Clarificadoras	0		0		0	
Salida de Filtros Arena y Grava	0		0		0	

Salida de Filtros Carbón Activado	0	0	0
Salida de Suavizador y Desinfección	0	0	0
Salida Tanque de Almacenamiento	0	0	2
Acueducto	0	0	1

Fuente: Carlos Patiño. 2015.

En la mayoría de parámetros analizados se observa un decrecimiento de las concentraciones a lo largo del proceso, lo que indica que la planta cumple con su función. Existe un problema en la remoción de hierro por lo que se podría implementar un proceso de oxidación adicional con aire y se recomienda el cambio de los filtros de arena ya que no están reteniendo Fe. No se remueve aluminio en todo el proceso, se recomienda cambiar el coagulante ($Al_2(SO_4)_3$) y un posible cambio del carbón activado. Cambio del carbón coque por otro producto que cumpla con la misma de la misma función.

Análisis de Resultados.



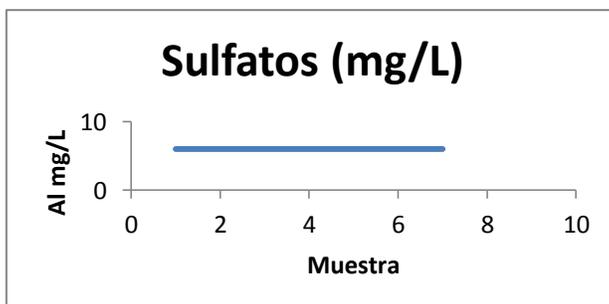
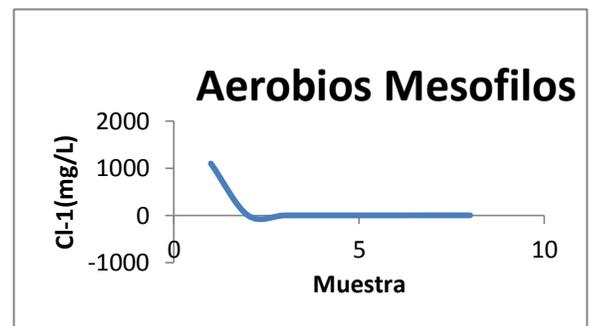
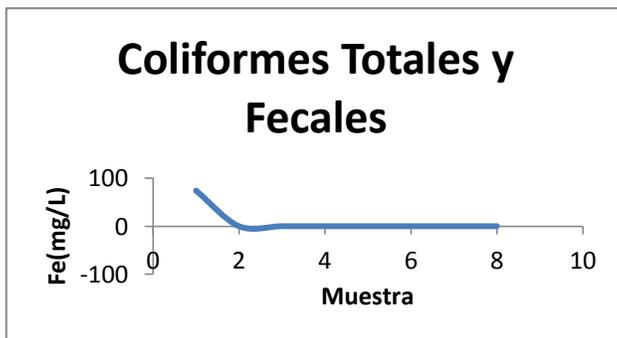
Las características del agua en cuanto PH, la variante se instaura al inicio y final de los procesos PTAP. Por ser agua de pozo sus contenidos establecen un nivel constante de potencial de H, la razón verídica del aumento de pH, al final del tratamiento es por la mezcla directa de agua de acueducto que retribuye a pH altos, más cuando los días de precipitación frecuentan. Sin embargo, se mantiene dentro de los rangos de Resolución 2115 de 2007, pero no es viable en los sistemas de producción.

Se observa que los tratamientos como la torre de oxidación y la adición de aire cumplen con la función de eliminar hierro, pero se evidencia que en el tanque de almacenamiento de agua cruda llegan todas las cargas de hierro que tienen los filtros lo que aumenta la concentración del metal, además también se observa que el suavizador está siendo mal utilizado eliminando hierro.

Se evidencia disminución constante de la concentración, también se estima que en el tanque de agua cruda hay aumento, debido a la recirculación del agua de retro lavados de filtros y de la regeneración de la resina del suavizador. También se contempla que el suavizador cumple con su función.

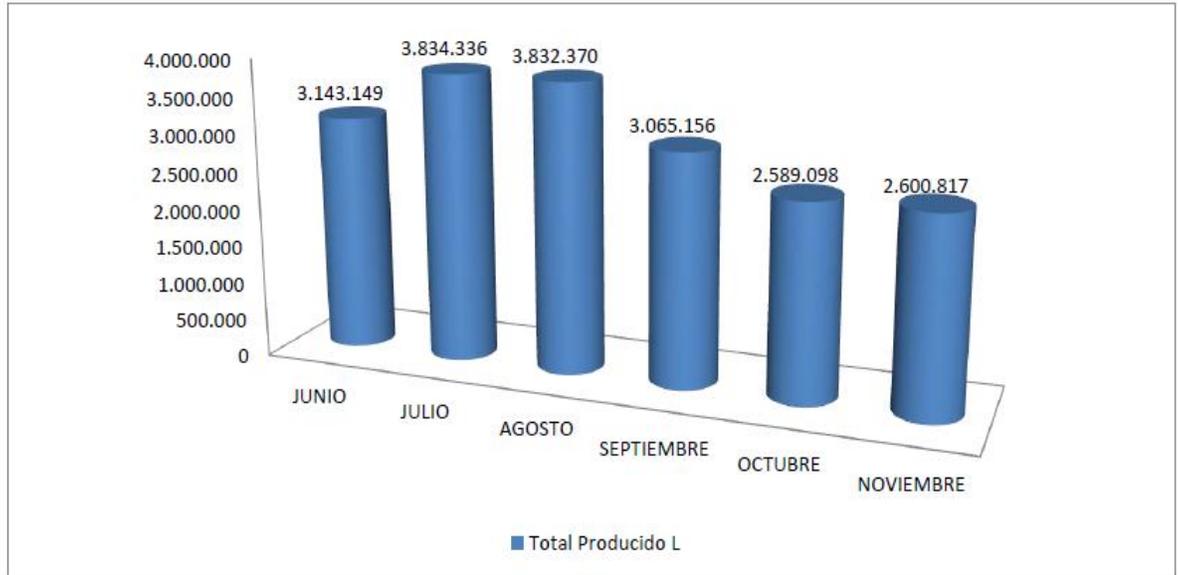
La alcalinidad aumenta en la torre de aireación, esto debido a que esta se encuentra construida en madera, por lo que puede acumular sales y bases que puedan hacer variar dicho valor, así mismo, de la utilización de carbón coque el cual tiene también carga de ciertos iones. La alcalinidad se ve disminuida en el clarificador y en los filtros de carbón los cuales cumplen con su función. Los aumentos se dan también por la falta de conocimiento del operario responsable de planta sobre retro lavado del suavizador.

Los sulfatos son las sales. En todo el tratamiento se mantiene equilibrada.



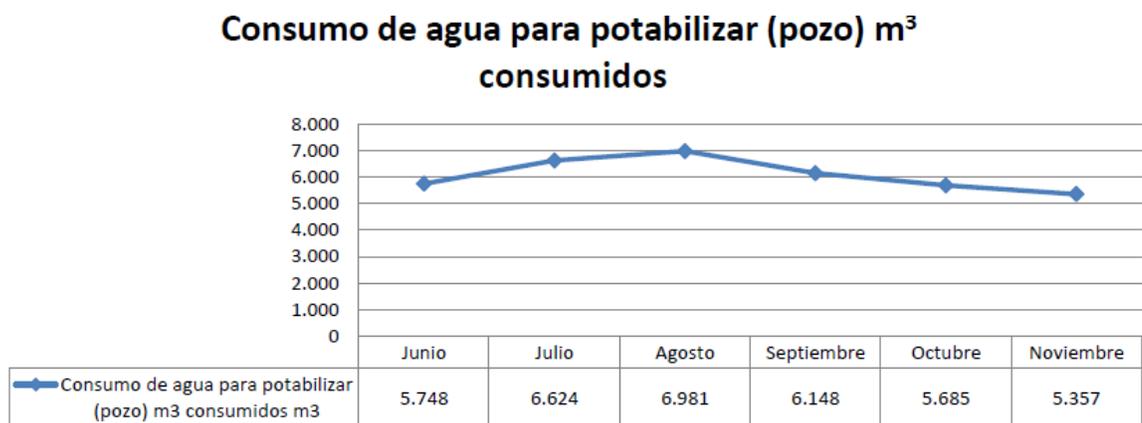
De acuerdo a los resultados microbiológicos, la contaminación por Coliformes Totales, Fecales y Aerobios Mesófilos, es una hipótesis en comparación con otros resultados certificados, esto a causa de la cercanía de las lagunas de aireación y oxidación del agua residual, que no cuenta con ninguna geo membrana de cubrimiento. Por este motivo, se realiza desinfección de choque para cada sistema de producción.

Figura 5. Consumos productividad mensual



La mayor productividad mensual de Junio a Noviembre, fue del mes de Julio y Agosto, por la demanda de subproductos como la leche, luego con el traslado de generación de esta, disminuye la productividad mensual en meses de octubre y noviembre, con ello la utilización de agua disminuye 1245238 l.

Figura 6. Consumo m3 Planta de Tratamiento de Agua Potable



Consumo alto de PTAP, en el mes de agosto con 6981 m3, en diferencia con el mes de Noviembre con 5357 m3, minimiza el consumo de agua tratamiento en 1624 m3.

Consumo mayores de agua Acueducto, en meses de Julio con 2195 m³, Agosto con 2253 m³, se realiza comparativo de consumo mes Noviembre 1695 m³, en diferencia y disminución de gasto del recurso de 558 m³.

Figura 7 . Consumo Agua Acueducto

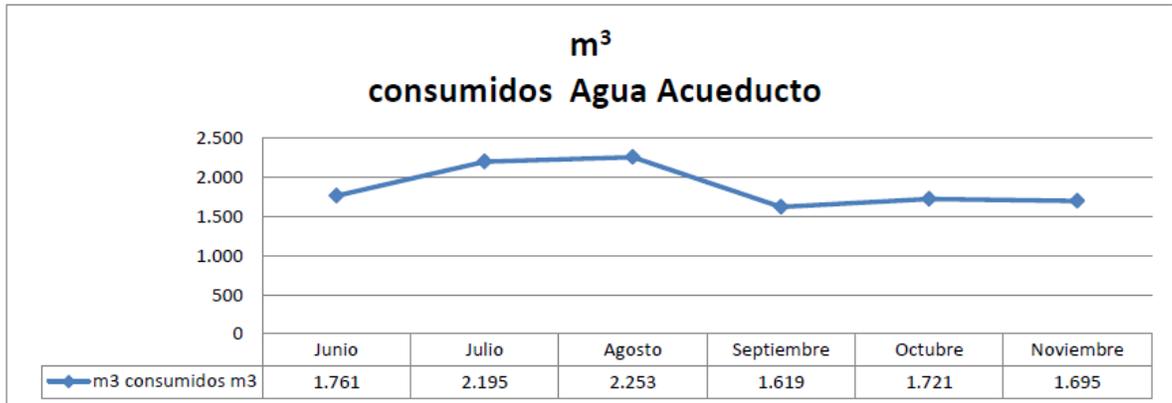


Figura 8. Costo consumo Agua Acueducto



Destacando el valor por metro cubico de 1042,94 \$ para el mes de Noviembre, solo del sector Acueducto.

Figura 9. Costo de tratamiento PTAP

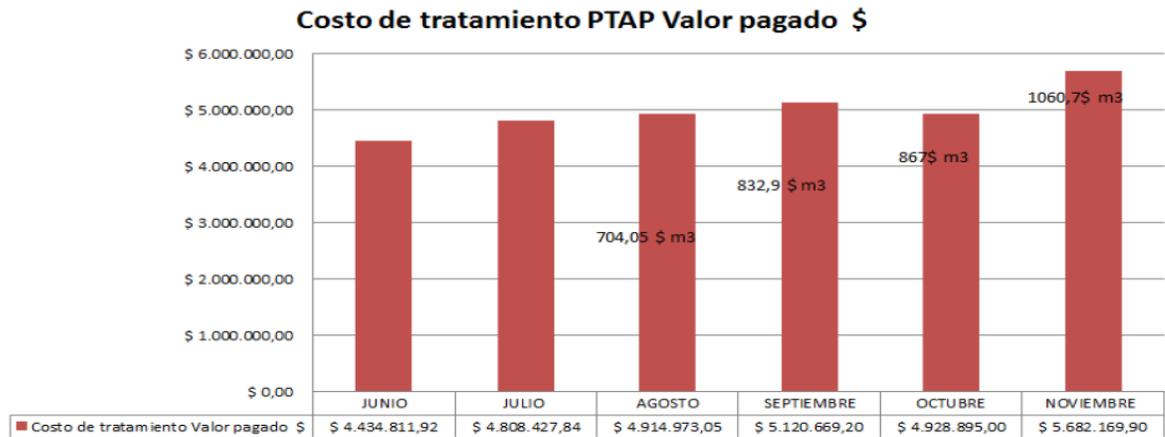


Figura 10. Consumo de agua total (Agua Acueducto, Agua de PTAP) vs Costo m3 Agua

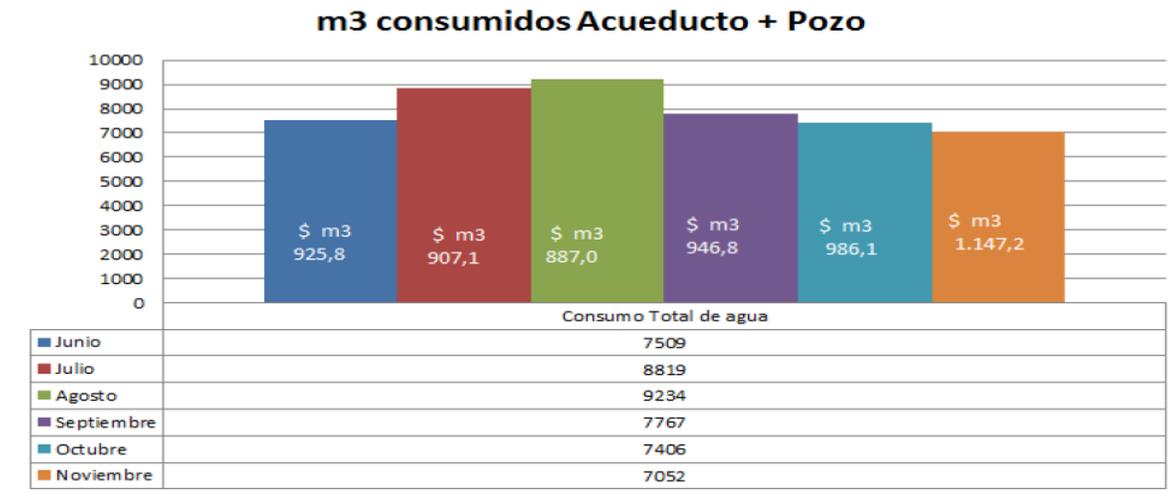


Figura 11. Consumos actuales.

CONSUMO	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	COSTO MES
sal	3000	640	1920000
wc243	1000	1900	1900000
wc210	4	20179	80716
Hipoclorito	500	1600	800000

4. DIAGNÓSTICO FINAL

TORRE DE AIREACION.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES. Con serie de 5 bandejas en material fibra de vidrio, donde el hierro se precipita en partículas insolubles, las cuales se adhieren a los anillos Pall Ring, permitiendo que el agua pase a la planta de tratamiento libre de Hierro. Con capacidad de 6 litros/segundos.

Salida y entradas 2" Desagüe en 2" Soportería en fibra de vidrio de 2" Largo y Ancho de bandeja 1.00 m. Altura de bandeja útil 0.22 m Altura total con bolado 0.35 m Altura entre bandejas o circulación de aire 17 cm. Largo de bandeja con bolado 1.25 m. Inclinación 45 grados Ancho de bandeja con bolado 1.25 m. Inclinación 45 grados Numero de bandejas útil 4. Numero de bandejas recolectoras 1 und Volumen de anillos 1 m³

Accesorios de conexión en el agua entrada, flauta en pvc con agujeros de 1/4" de 1 cm, en 2", en cuatro pasos, conexión de salida en 2" Bentos de soporte.

La instalación de la Torre de Aireación en día 16 de Diciembre de 2015, genera cambios: disminuye la concentración de hierro con la anterior torre de Carbón Coque en 0,30 mg/ l de diferencial con los primeros días de Diciembre y 1,2 mg/l en diferencial de los altos índices de Fe en el año. Capacidad de 6 litros por segundo.

Figura 12. Torre de aireación actual



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES. Se realizan constantes mantenimientos. De 2 veces por mes. Disposición de agua de retro lavados de filtros en sector externo diferente al tanque, disminuye y equilibra la concentración de Aluminio, para el resto de procesos.

MEZCLA RÁPIDA.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES. Para alimentación; el coagulante con flujo de agua es inyectado a presión desde las bombas dosificadoras proporcionales de diafragma de teflón y plástico. Se aplica directamente por dilución a la concentración. Se despacha en tambores plásticos de 5, 16 y 55 galones o granel en carro tanques. El producto se homogeniza e ingresa hacia el rectángulo y por consiguiente hacia el cilindro. Los químicos utilizados para este tipo de agua son el PAC, Polyaluminum Chloride, Policloruro de Aluminio, al 100%, que corresponde a un coagulante de carga catiónica especial para remover turbidez en clarificación de aguas; su utilización aumenta velocidades de sedimentación.

COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES. Cambio de dosificación de Coagulante Policloruro de Aluminio mediante bombas dosificadoras, Floculante empleado Polímero Aniónico, WC210 al 15% se une con el agua en el sistema de cono, formando un vórtice hidráulico de acción para propiciar la mezcla lenta en el siguiente segmento, en este caso, el floculante comienzan su efecto; forma partículas nubosas llamadas flocs, que son conglomerados de materiales orgánicos e inorgánicos presentes en el agua cruda, buscando la separación de estos materiales del resto del agua. Preparación de Floculante con agua potable.

Las ventajas con esta obre pequeña, mayor función de Coagulante, ahorro del producto químico.

SEDIMENTACIÓN.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES. El 27 de octubre de 2015, instalación de módulos de sedimentación; la clarificación sedimentación es acelerada por tubos de sedimentación tipo colmena. Fabricados en poliestireno de alto impacto ABS (acrilonitrilo-Butadieno-Stireno) resistentes al ataque químico, a la flexión, al impacto y la tensión.

Dimensiones del panel, Hexagonal 5 x 5 cm, ángulo de inclinación 60 grados, altura vertical 50 cm, altura inclinada 60 cm, ancho 1,20 cm, largo 1,80 cm.

Ventajas. Mejoramiento notable de la calidad del agua decantada, logra mayor formación y concentración de lecho de lodos. Aumenta la velocidad ascensional a través del decantador en razón a una mejor cohesión de los fangos, garantizando aumento del caudal. Por su bajo peso, las estructuras de soporte son livianas y económicas, lo que reduce costos de instalación y mantenimiento. Altamente resistente al impacto y larga vida por ser de material inerte y llevar protector U.V, lisos, evitan la fijación y formación de algas, lo que facilita la operación de lavado y con utilización de poca agua.

Volumen para sedimentación rápida $2m^3$.

Figura 13. Comparación paneles iniciales vs actuales.



Fuente: Deicy Karina Ardila Forero

FILTRACIÓN.

CARACTERÍSTICAS ACTUALES. 19 y 20 de noviembre, cambio de medios filtrantes, se realiza estratificación de cada uno de los medios filtrantes, en secuencias

Los tres filtros de arena y grava tienen una composición similar:

1 bulto de grava de $\frac{1}{4}$ - 2 bultos de grava de $\frac{1}{8}$ - 2 bultos de arena torpedo - 2 bultos de arena estándar

Filtros de carbón activado

Primer filtro

1 bulto de grava $\frac{1}{4}$ - 3 bultos de $\frac{1}{8}$ - 6 bultos de carbón activado

Segundo filtro carbón activado

1 bulto de grava $\frac{1}{4}$ - 4 bultos de $\frac{1}{8}$ - 9 bultos de carbón activado

Cambio de resina de suavizador, 8 de enero de 2016, para disminuir los sistemas de retro lavados de 1 a 2 veces por día, para garantizar la calidad y cantidad del agua.

Figura 14. Nueva Resina de Suavizador PTAP



Fuente: Deicy Karina Ardila Forero

Recolección de información de infraestructura PTAP, cálculo de volúmenes, mediciones, Plano de PTAP en 3D AutoCAD.

Toma de muestras y realización de análisis fisicoquímicos, se estipulan límites inferiores de la normativa 2115 de 2007 por políticas internas.

Dosificación de coagulante y Floculante por diferencia de caudal.
Formulación de procedimientos, instructivos de manejo de PTAP.

Acompañamientos técnicos y de supervisión. Contactos con proveedores, valoración de comparativos, costos económicos y viabilidad tecnológica.

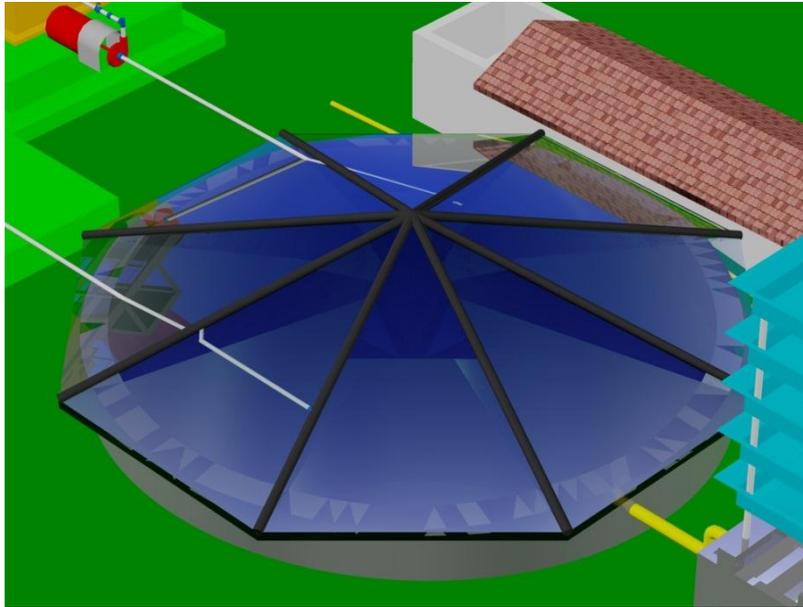
Recomendación radical de no adición de agua de retro lavados de filtros de arena y grava, suavizador en tanque de agua cruda.

Fase 3. Alternativas para mejoramiento de la PTAP de Simijaca, Gloria Colombia S.A
Dosificación de Peróxido de Hidrógeno después de la Torre de aireación. Se realizan las pruebas Fisicoquímicas, el peróxido con el 35% remueve concentraciones de Hierro, y equilibra pH a 7,5 en comparación del nivel general con promedio de 7,8-8. De esta manera, regulará los sistemas de producción y preparación subproductos. O implementación de desinfección al inicio de los procesos, para eliminación de cualquier microorganismo patógeno.

Habilitación de un tanque pulmón en reserva de agua tratada, integración de tubería para remodelación de los ductos existentes y construcción de bypass, conexión de línea de agua tratada de distribución para retro lavado de filtros.

Para el tanque de almacenamiento de agua cruda, es importante considerar realizar modificación del tejado sin que repercuta sus propiedades de humedad, se considera reemplazar por material en policarbonato. A la vez establecer un sistema de purga mediante una nivelación transversal que logre asentar dichas sustancias semi sólidas, para ello radica el uso de una bomba de succión, junto a los canales tipo flauta.

Figura 15. Tanque con Marquesina.



La capacidad de cada clarificadora es de 1,5 l/seg, lo que indica un total de 3 l/seg. Ahora bien, según los requerimientos de producción existen meses de aumento en consumo de agua hasta 350 m³/día (incluida el agua de acueducto) cuando acontece lo anterior, el caudal usado en cada clarificadora es 3 litros por segundo, lo que duplica su capacidad, es riguroso instaurar otro modulo u otra clarificadora que supla las necesidades de consumo. El tiempo de cada clarificadora es notorio por el desgaste y modificaciones ya consideradas. Es urgente programar labores de recubrimiento epóxico, para el área externa e interna de la misma.

Procesos de coagulación y floculación, el floculante wc210 requiere dosificación por bombeo y no por gravedad, el desperdicio de químico es significativo. Desinstalar los tanques de preparación de los anteriores productos.

El funcionamiento de los filtros es lineal, la capacidad de agua a tratar es menor. Se contempla un desempeño paralelo de mayor circulación de agua tratada, para ello como estrategia; el uso de un tanque pulmón de calderas, con modificaciones físicas en empleo de suavizador alterno, es decir, mientras se realizan retro lavados o cualquier sistema de limpieza se emplea el posterior.

Figura 16. Comparaciones medidas



SUAVIZADOR
Alto: 1,92 m
Diámetro: 0,75 m
TANQUE PULMÓN
Alto: 1,91 m
Diámetro: 0,72

La proyección paisajística de la estructura de PTAP, es una observación específica de mantenimiento, como el pintar cada área de planta, corregir bases de filtros, señalización principal, delimitación de planta, alumbrado, siembra de vegetación de buen aspecto. Este último como programa. Consideraciones (Cananga Odorata, Eugenia).

Capacitación constante al personal de PTAP sobre los procesos de potabilización, a la vez los sistemas de lavado, desinfección, funcionamiento, retro lavado de suavizador y filtros, cuidado general del área, dosificación en mejoramiento continuo.

Capacitación del personal de planta.

Se realizó la socialización de los procesos, alternativas de mejora para cada unidad, entre ellas la instalación de nueva torre, paneles sedimentadores, medios filtrantes, entre otros.

Figura 17. Capacitación del personal de PTAP.



Si trabajamos dos clarificadoras y queremos aumentar el caudal de cada una

Tabla 10. Dosificación por caudal

		
Caudal l/seg, cada clarificadora	Dosificación coagulante WC243	Dosificación Floculante WC210
1,5	9 ml/min	120 ml/min
1,6	9,6 ml/min	128 ml/min
1,7	10,2 ml/min	136 ml/min
1,8	10,8 ml/min	144 ml/min
1,9	11,4 ml/min	152 ml/min
2,0	12 ml/min	160 ml/min
2,1	12,6ml/ min	168 ml/min
2,2	13,2 ml/min	176 ml/min
2,3	13,8 ml/min	184 ml/min
2,4	14,4 ml/min	192 ml/min
2,5	15 ml/min	200 ml/min
2,6	15,6 ml/min	208 ml/min
2,7	16,2 ml/min	216 ml/min
2,8	16,8 ml/min	224 ml/min
2,9	17,4 ml/min	232 ml/min
3,0	18 ml/min	240 ml/min
3,1	18,6 ml/ min	248 ml/min
3,2	19,2 ml/ min	256 ml/min
3,3	19,8 ml/ min	264 ml/min

$$1,5 \frac{l}{Seg} \cdot \frac{1 m^3}{1000 l} \cdot \frac{60 seg}{1min} = 0,09 \frac{m^3}{min} \cdot 100 ppm = 9 \frac{ml}{min}$$

Floculante

$$1,5 \frac{l}{Seg} \cdot \frac{0,09 m^3/min}{750 ppm} \cdot 1 ppm = 1,2 \times 10^{-4} \frac{m^3}{min} \text{ o } 0,00012 \frac{m^3}{min} \cdot 1000000 \frac{ml}{m^3} = 120 \frac{ml}{min}$$

CONCLUSIONES

Con el diagnóstico del proceso actual de la PTAP, Gloria Colombia S,A Simijaca, se identificaron las falencias y necesidades en cada operación del tratamiento de agua potable. De acuerdo a la caracterización, pruebas, mediciones, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se formularon alternativas para el mejoramiento de la PTAP de Simijaca, Gloria Colombia S.A.

Se integran valores máximos permisibles para calidad del agua según Resolución 2115 de 2007 y políticas internas empresariales de producción.

Se evaluó exhaustivamente la viabilidad técnica, ambiental y económica de cada alternativa para el mejoramiento de la PTAP de Simijaca, Gloria Colombia S.A.

Las alternativas propuestas mejoraran el rendimiento de la PTAP y de la empresa, garantizando la calidad y cantidad del recurso hídrico para consumo.

Con la implementación de torre de aireación se disminuye las concentraciones de Hierro. La instalación de sistemas hidráulicos y paneles de sedimentación, se obtendrá mayor tiempo de retención y acción de los productos, junto al sistema de decantación de lodos. La adquisición de nuevos productos de Coagulante y Floculante permiten mayor aglomeración de partículas. La adopción de estos químicos minimiza los costos de inversión en el tratamiento del agua.

El cambio de medios filtrantes de grava y arena, carbón activado, resina del suavizador facilitara los procesos de tratamiento y prolongara la vida útil de los mismos. Subrayando mejor calidad del agua.

RECOMENDACIONES

Establecer y cumplir con el programa de ahorro y uso eficiente del agua.

Formular y acreditar modelos de PTAR, e impermeabilización en lagunas de oxidación y aireación del Agua Residual para evitar infiltración de las mismas que afecten el contenido de agua curda.

Concientizar a trabajadores de planta sobre ahorro del recurso.

Realizar mantenimientos periódicos de las unidades de PTAP, de los macro medidores, manómetros, bombas.

Integrar un contador en el tanque de distribución, para verificación de registros consumos. Capacitar a responsables de PTAP para el buen funcionamiento y control de calidad del agua captada y tratada.

Ofrecer elementos nuevos de seguridad ocupacional al responsable de aguas.

Hacer y efectuar el plan de prevención y contingencia por eventualidades.

Garantizar procesos de Coagulación, Flocculación, sedimentación, filtración.

Asegurar de manera constante el caudal a tratar, y la dosificación requerida para el mismo.

Considerar mayor tiempo de enjuague de retro lavado de suavizador.

BIBLIOGRAFÍA

- 155, D. (2004). Bogotá.
(1993). www.alcaldiabogota.gov.co .
(2002). www.alcaldiabogota.gov.co .
2115, R. (s.f.). 2007. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.: República de Colombia.p, 3.
A.P. (2010). www.elaguapotable.com.
- AB. (s.f.). Bacterias y las Aguas Subterráneas. Water Systems Council.www.watersystemscouncil.org.
- Alcaldía Municipal. (12 de Febrero de 2011). www.simijaca-cundinamarca.gov.co. Simijaca.
- Arango. (2015). Biblioteca Luis Angel Arango. www.banrepcultural.org.
- ARBOLEDA. (2000). Teoría y Práctica de la purificación del agua Tomo 2 . 3. p 401.
- ARBOLEDA, J. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua. p 99 - 110: Mc Graw Hill Tomo 1. 3 Edición.
- ASA. (Abril 2008). Asociación Española de Aluminio. ESPAÑA: www.asoc-aluminio.es .
Betancourt, D. P. (2007). Decreto 1575. www.ins.gov.co ministerio de la protección social, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.
Calidad del Agua. (s.f.). www.etension.arizona.edu .
COLOMBIA. (2010). comitebello.blogspot.com.co.
desarrollo, E. a. (s.f.). www.unicef.org.
Google, M. d. (s.f.).
Google, M. d. (2016). Map data.
OMS. (2003). Documento de referencia para la elaboración de las guías de la OMS, para la calidad de agua potable. Ginebra (Suiza): iron in drinking-water.
Parra, N. (2015). ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. www.ins.gov.co.
Pérez, S. (2005). www.minambiente.gov.co.
pH, T. y. (2008). www.hannachile.com.
Posada, C. (2009).
- RAS. (2000). Sistemas de potabilización. REPÚBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. : p 77. SeccionII. Título C.
- RAS. (2000). TÍTULO C SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN. Sección II.

RAS. (2000.). Sistemas de potabilización. REPÚBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO.: Sección II. Título C p 79.

Resolución. (2007). Norma 1. Resolución conjunta 2115 de 2007. Ministerio de la protección social. www.alcaldiabogota.gov.co.

RESTREPO, C. (2011). revistas.javerianacali.edu.co .

Rodríguez, G. (2012). Repository.urosario.edu.co www.secretariassenado.gov.co.

Rosada. (2013). corponarino.gov.co.

(S.f). Obtenido de www.interempresas.net

Sanchez, j. (2012). www.alcaldiabogota.gov.co .

Suarez. (2004). Corpamag.

UNICEF. (S.f). unicef.org. Obtenido de <http://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>

UTP. (31 de mayo 2006). Universidad Tecnológica de Panamá, Laboratorio de Sistemas Ambientales. Panamá: www.utp.ac.pa .

V, J. (2000). Teoría y Práctica de la purificación del agua. p 636. Tomo 2. 3 Edición.

VALENCIA, J. (2000). Teoría y Práctica de la purificación del agua . p 363 Tomo 1. 3 Edición.

VARGAS, L. (1990). Procesos Unitarios Y Plantas De Tratamiento.Colombia. p 18- 26. www.hanachile.com. (19 de enero de 2009).

Wwww.quimitube.com. (29 de enero de 2015).

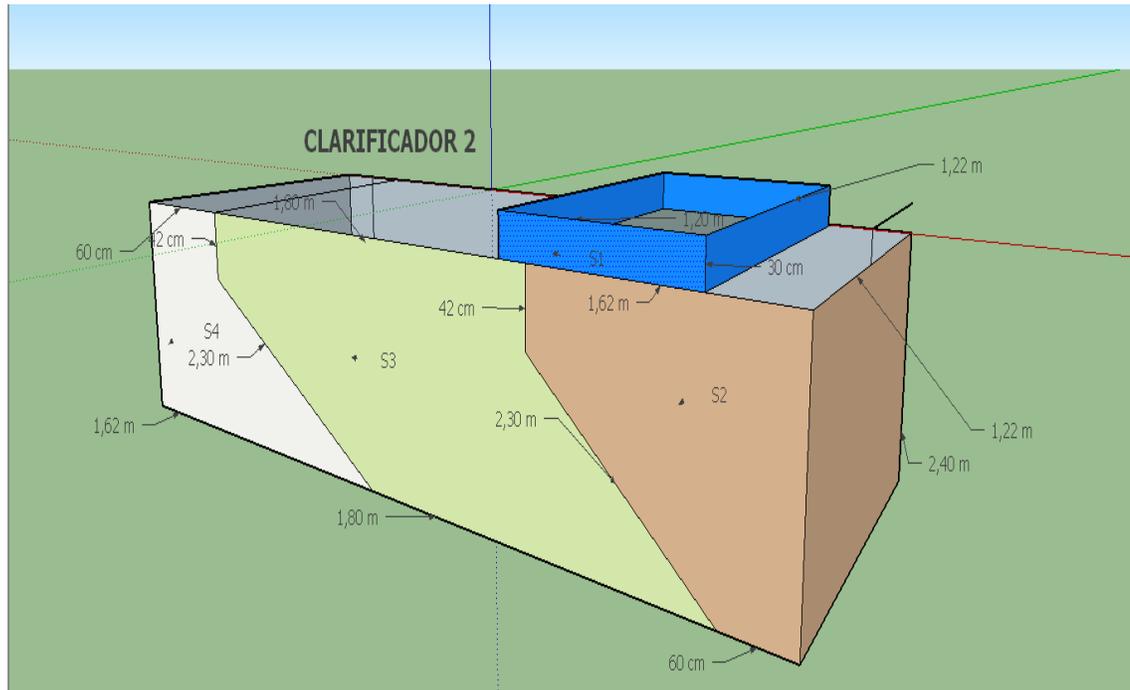
Z, Andy C. (s.f.). www.bioquimicayfisiologia.com.

ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	S 1	S 2	S 3	S 4												
Recopilar toda la información relevante a la PTAP	■	■	■	■												
Describir el proceso del tratamiento actual de la PTAP	■	■	■	■												
Inspeccionar y revisar las condiciones físicas e infraestructura existente de la PTAP actual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Identificar las falencias o debilidades de la infraestructura existentes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisar la concesión de agua actual, y la capacidad máxima de captación			■				■				■				■	
Realizar un muestreo de la calidad del agua tratada (Color, turbiedad, pH, cloro residual, alcalinidad total, dureza total, Coliformes totales, Escherichia coli entre otras)						■				■				■		
Analizar los resultados con la legislación actual (Resolución 2115 de 2007, decreto 1575 de 2007)		■				■				■				■		
Evaluar la efectividad de la calidad del agua tratada					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Determinar el caudal									■	■	■	■	■	■	■	■
Revisar y validar cada uno de los procesos de tratamiento de agua potable actual e identificar aquellos que no requieren ninguna medida de mejoramiento									■	■	■	■	■	■	■	■
Plantear unas medidas de proyección para el mejoramiento de la infraestructura existente con el fin de aumentar la cobertura requerida									■	■	■	■	■	■	■	■
Realizar el estudio para el mejoramiento de los módulos de sedimentación									■	■	■	■	■	■	■	■
Establecer con valoración de costos, para la mezcla lenta y la mezcla rápida, el tiempo el gradiente, y la dosis óptima de coagulantes y floculantes para operación de la PTAP									■	■	■	■	■	■	■	■
Capacitar al personal sobre los procesos de tratamiento de agua potable e indicar las practicas correctas de manejo ambiental de la PTAP									■	■	■	■	■	■	■	■

Anexo 2. Medidas del Clarificador 2



Medidas generales de la figura:

Alto: 2,40 m Es importante saber que la clarificadora numero 2 tiene un periodo de uso aproximado de 8 años.

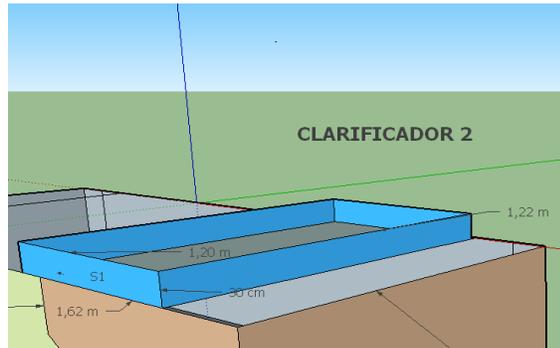
Largo: 4,02 m

Ancho: 1,22 m

La figura se caracteriza por:

S1: Sección 1. Color azul. Proceso de Coagulación. S2: Sección 2. Color piel. Proceso de Floculación. S3: Sección 3. Color verde. Proceso de sedimentación. S4: Sección 4. Color gris. Proceso final del clarificador.

Sección 1



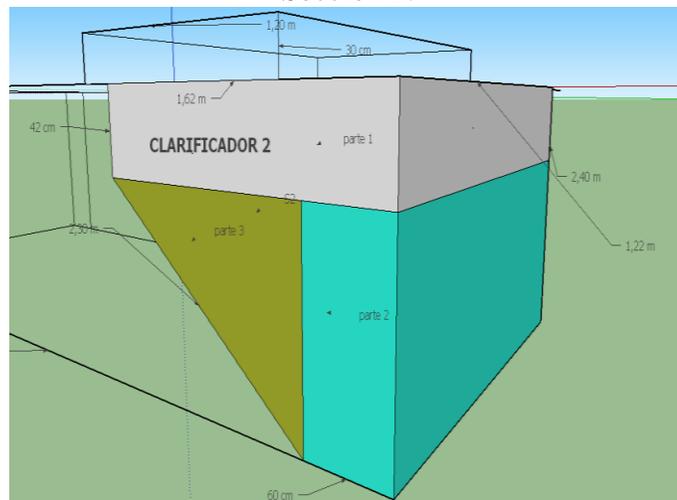
Ancho: 1,22 m

Alto: 30 cm

Largo: 1,20

$$V = 1,22 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 1,20 \text{ m} = 0,4 \text{ m}^3$$

Sección 2.



Parte 1

Alto: 0,42 m, Largo: 1,62 m, Ancho: 1,22 m

$$V = 1,22 \text{ m} \cdot 0,42 \text{ m} \cdot 1,62 \text{ m} = 0,83 \text{ m}^3$$

Parte 2

Alto: 1,98 m, Largo: 0,60 m, Ancho: 1,22 m

$$V = 1,22 \text{ m} \cdot 0,60 \text{ m} \cdot 1,98 \text{ m} = 1,45 \text{ m}^3$$

Parte 3

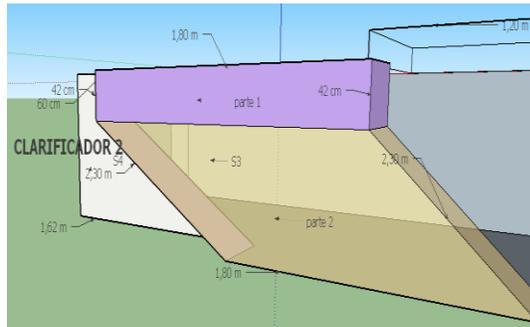
$$V = \frac{b \cdot a}{2} \cdot h$$

$$V = \frac{1,02 \text{ m} \cdot 1,98 \text{ m}}{2} \cdot 1,22 \text{ m} = 1,23 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total: } 3,4 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total: } 3,1 \text{ m}^3$$

Sección 3.



Parte 1

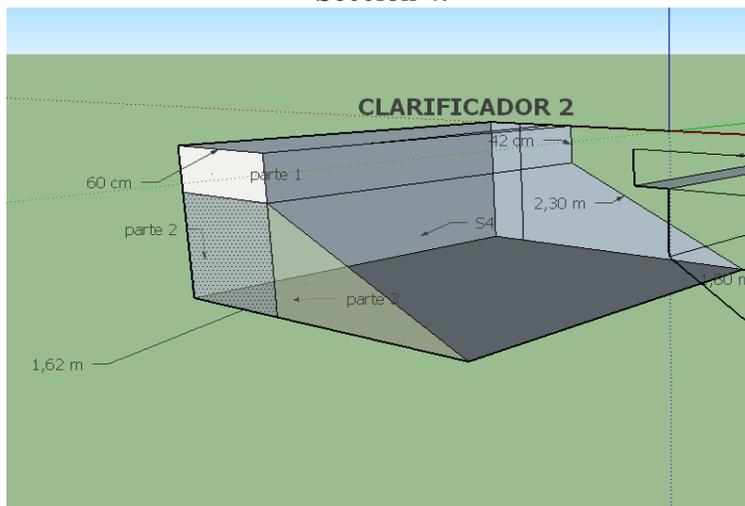
Alto: 0,42 m, Largo: 1,80 m, Ancho: 1,22 m
 $V = 1,22 \text{ m} \cdot 0,42 \text{ m} \cdot 1,80 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^3$

Parte 2

Alto: 2,30 m, Largo: 1,80 m, Ancho: 1,22 m
 $V = 1,22 \text{ m} \cdot 2,30 \text{ m} \cdot 1,80 \text{ m} = 5 \text{ m}^3$

Volumen total: $5,9 \text{ m}^3$

Sección 4.



Parte 1

Alto: 0,42 m, Largo: 0,6 m, Ancho: 1,22 m
 $V = 1,22 \text{ m} \cdot 0,42 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} = 0,30 \text{ m}^3$

Parte 2

Alto: 1,98 m, Largo: 0,6 m, Ancho: 1,22 m

V: $1,22 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 1,98 \text{ m} = 1,45 \text{ m}^3$

Parte 3

$V = \frac{b \cdot a}{2} \cdot h$

$V = \frac{1,02 \text{ m} \cdot 1,98 \text{ m}}{2} \cdot 1,22 \text{ m} = 1,23 \text{ m}^3$

Volumen total: $2,9 \text{ m}^3$

CLARIFICADOR 2

El volumen total de toda la figura es 12 m^3

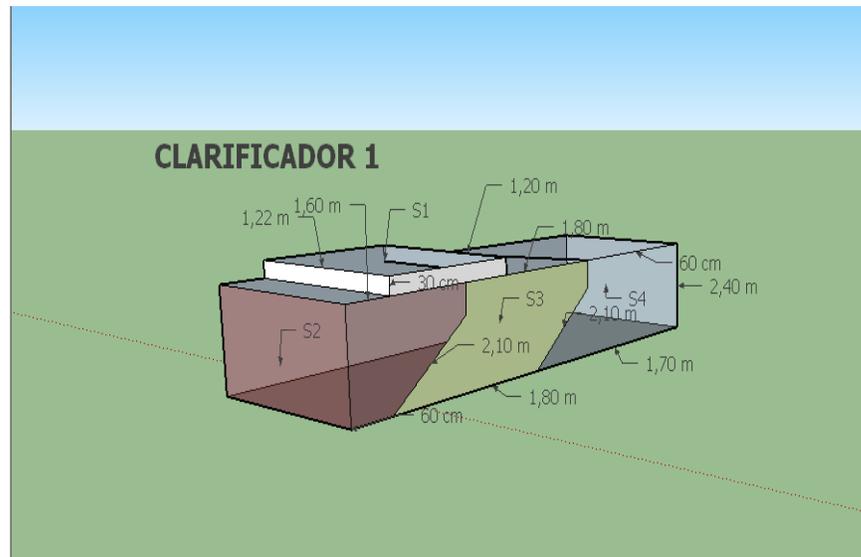
Prueba:

Con los datos generales

Alto: 2,40 m Largo: 4,02 m Ancho: 1,22 m

V: $2,40 \cdot 4,02 \cdot 1,22 = 12 \text{ m}^3$

Anexo 3. Medidas Clarificador 1

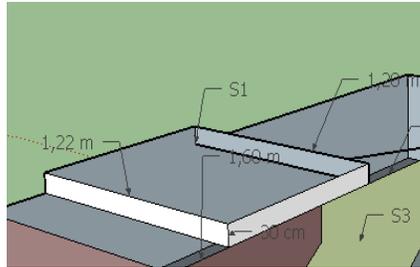


La clarificadora numero 1 tiene un periodo de existencia dentro de la planta aproximado de 28 años, por lo que su contexto se encuentra modificado en ciertos sectores.

La estructura general de la clarificadora: Alto: 2,40 m Largo: 4,02 m Ancho: 1,22 m

La clarificadora se divide en 4 secciones, según los procesos de tratamiento de la misma.

S1: Sección 1, Color Blanco. Proceso de coagulación. S2: Sección 2, Color café. Proceso de Floculación. S3: Sección 3, Color verde. Proceso de sedimentación. S4: Sección 4, Color gris. Proceso final de la clarificadora.



Sección 1

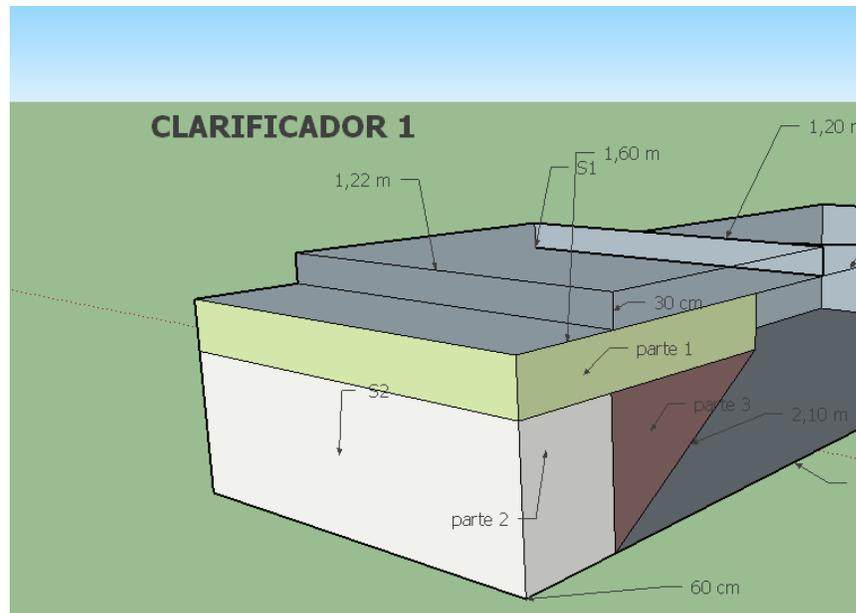
Ancho: 1,22 m

Alto: 30 cm

Largo: 1,20

$V=1,22 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 1,20 \text{ m}=0,4 \text{ m}^3$

Sección 2



Parte 1

Alto: 0,6 m
 Ancho: 1,22 m
 Largo: 1,60 m
 $V: 0,6 \text{ m} \cdot 1,22 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m} = 1,1 \text{ m}^3$

Parte 2

Alto: 1,8 m
 Largo: 0,60 m
 Ancho: 1,22 m
 $V: 0,6 \text{ m} \cdot 1,22 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ m} = 1,3 \text{ m}^3$

Parte 3

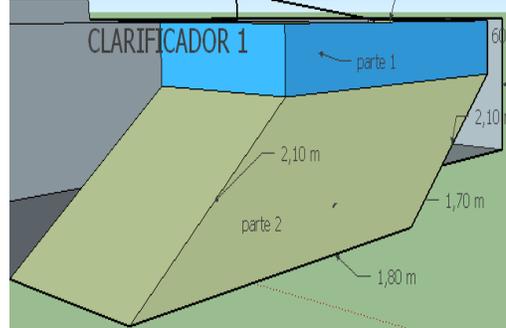
(Alto: 1,8 m, ancho: 1,22 m, base: 1 m)

$$V = \frac{b \cdot a}{2} \cdot h$$

$$V = \frac{1,0 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ m}}{2} \cdot 1,22 \text{ m} = 1,0 \text{ m}^3$$

Volumen total: 3,4m³

Sección 3

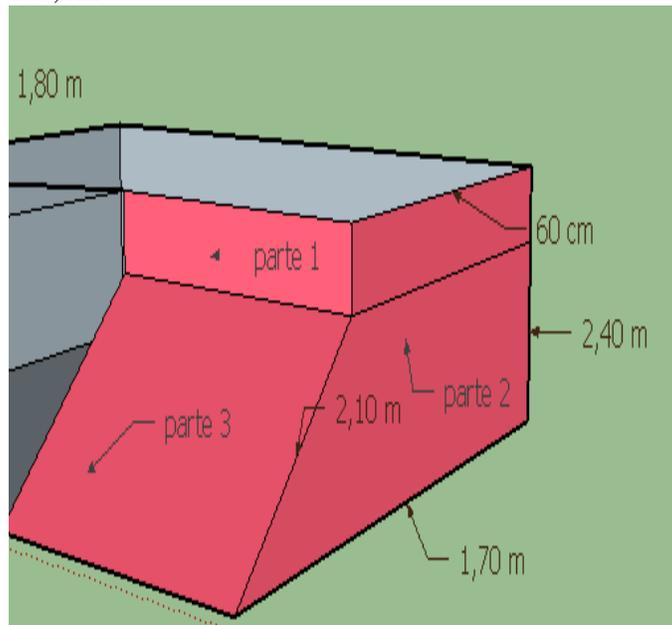


Parte 2

Alto: 2,10 m Ancho: 1,22 m
 Largo: 1,80 m $V: 1,22 \text{ m} \cdot 2,10 \text{ m} \cdot 1,80 \text{ m} = 4,6 \text{ m}^3$

Volumen total: 5,9 m³

Sección 4



Parte 1
 Ancho: 1,22 m
 Alto: 0,6 m

Largo: 0,6 m
 $V: 1,22 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} = 0,4 \text{ m}^3$

Parte 2
 Ancho: 1,22 m
 Alto: 1,8 m
 Largo: 0,6 m
 $V = 1,22 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ m} = 1,3 \text{ m}^3$

Parte 3
 (Ancho: 1,22 m, base: 1,1 m, largo: 1,8 m)
 $V = \frac{b \cdot a}{2} \cdot h$
 $V = \frac{1,1 \text{ m} \cdot 1,22 \text{ m}}{2} \cdot 1,8 \text{ m}$
 $m = 1,2 \text{ m}^3$

Volumen total: $2,9 \text{ m}^3$

CLARIFICADOR 1

El volumen total del clarificador es 12 m^3

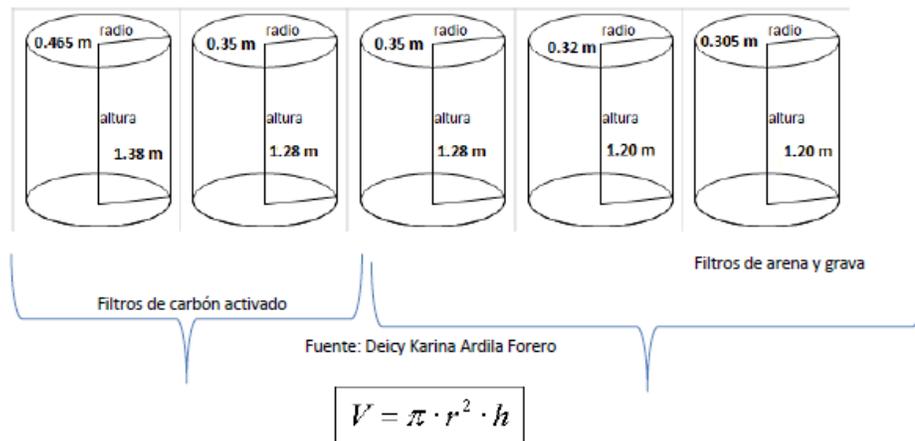
Prueba:

Con los datos generales

Alto: 2,40 m Largo: 4,02 m Ancho: 1,22 m

$V = 2,40 \cdot 4,02 \cdot 1,22 = 12 \text{ m}^3$

Anexo 4. Medición de filtros



Filtro 1 Carbón Activado
 $V = \pi \cdot (0.465 \text{ m})^2 \cdot (1.38 \text{ m})$
 $V = 0.94 \text{ m}^3$
 940 l

Filtro 2 Carbón Activado
 $V = \pi \cdot (0.35 \text{ m})^2 \cdot (1.28 \text{ m})$
 $V = 0.49 \text{ m}^3$
 490 l

Filtro 3 Grava y Arena
 $V = \pi \cdot (0.35 \text{ m})^2 \cdot (1.28 \text{ m})$
 $V = 0.49 \text{ m}^3$

Filtro 4 Grava y Arena
 $V = \pi \cdot (0.32 \text{ m})^2 \cdot (1.20 \text{ m})$
 $V = 0.39 \text{ m}^3$
 390 l

Filtro 5 Grava y Arena
 $V = \pi \cdot (0.3 \text{ m})^2 \cdot (1.20 \text{ m})$
 $V = 0.35 \text{ m}^3$
 350 l

Anexo 5. Cambios de filtros

Periodo inicial



Periodo actual



Anexo 6. Diseño hidráulico



Anexo 7. Mantenimiento de pozo profundo



Anexo 8. Gestión de residuos peligrosos



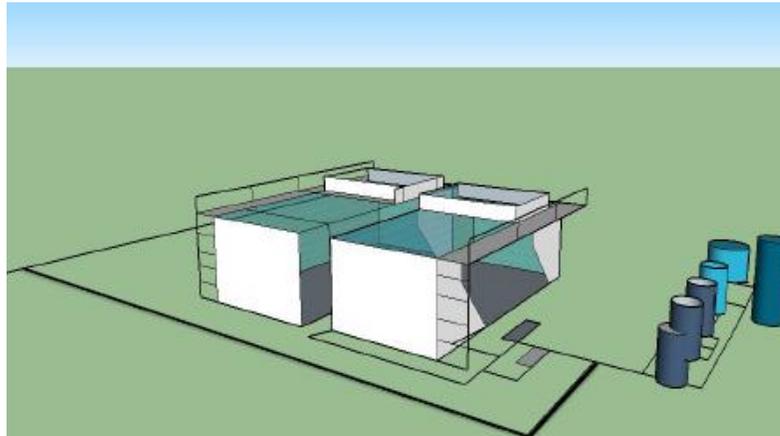
Anexo 9. Toma de muestras para análisis fisicoquímicos



Anexo 10. Para metros analizados diariamente

Parámetro	Medio determinante usado en laboratorio
pH	Potenciómetro, el pH metro Mettler Toledo, esta variable tiene efecto sobre el proceso de coagulación-floculación y en las características finales del agua El rango establecido por normativa es de 0,65-0,9
Fe	Determinado por colorimetría, por medio de un kit Merk, la concentración es dada por el analista observando una escala de color, lo que puede hacer incurrir en errores, también se cuenta con una escala limitada (0,1-0,3-0,5-2,5-5,7-12,5- 25 y 50 mg/L) lo que puede desencadenar en una desviación estándar alta. El rango máximo aceptable es de 0,3 mg/L(Resolución 2115)
Dureza	Determinada por titulación con titriplex al 0.01M Rango máximo aceptable es de 300 mg/L (Resolución 2115)
Alcalinidad	Determinada por titulación con H ₂ SO ₄ al 0.1N El rango máximo aceptable es de 200 mg/L(Resolución 2115)
Cloruros	Determinada por titulación con AgNO ₃ Rango máximo aceptable es de 250 mg/L (Resolución 2115)
Aluminio	Determinado por colorimetría, mediante un kit Merk Rango máximo aceptable es de 0.2 mg/L(Resolución 2115)

Anexo 11. Modificación de retro lavados



Anexo 12. Agua de recuperación

**VOLUMEN EN TANQUES
CILINDRICOS HORIZONTALES**



DIAMETRO {m} :	1,90	
RADIO {m} :	0,95	
LONGITUD {m} :	4,00	
ALTURA	Volumen Tanque 1 RECUPERACIÓN RETRO LAVADO F.S	
h {m}	{m³/día	{Gl}
0,00	-	-
0,02	0,0207	5,48
0,04	0,0584	15,46
0,06	0,1070	28,31
0,08	0,1642	43,45
0,10	0,2288	60,52
0,12	0,2997	79,30
0,14		99,59

	0,3765	
0,16	0,4584	121,28
0,18	0,5452	144,23
0,20	0,6364	168,35
0,22	0,7317	193,56
0,24	0,8308	219,79
0,26	0,9336	246,98
0,28	1,0397	275,06
0,30	1,1490	303,98
0,32	1,2614	333,69
0,34	1,3765	364,16
0,36	1,4944	395,33
0,38	1,6147	427,18
0,40	1,7375	459,66
0,42	1,8626	492,74
0,44	1,9898	526,39
0,46	2,1190	560,58
0,48	2,2502	595,28
0,50	2,3832	630,47
0,52	2,5179	666,10
0,54	2,6542	702,17
0,56	2,7921	738,64
0,58		775,50

	2,9314	
0,60	3,0720	812,71
0,62	3,2140	850,26
0,64	3,3571	888,12
0,66	3,5013	926,27
0,68	3,6465	964,69
0,70	3,7927	1.003,37
0,72	3,9398	1.042,28
0,74	4,0877	1.081,39
0,76	4,2363	1.120,70
0,78	4,3855	1.160,19
0,80	4,5353	1.199,82
0,82	4,6857	1.239,59
0,84	4,8364	1.279,48
0,86	4,9876	1.319,47
0,88	5,1391	1.359,54
0,90	5,2908	1.399,67
0,92	5,4426	1.439,84
0,94	5,5946	1.480,05
0,96	5,7466	1.520,26
0,98	5,8985	1.560,46
1,00	6,0504	1.600,63
1,02		1.640,77

	6,2021	
1,04	6,3536	1.680,83
1,06	6,5047	1.720,82
1,08	6,6555	1.760,71