

**EVALUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
MUNICIPIO DE COGUA, CUNDINAMARCA**

CAMILO EDUARDO GONZALEZ OLMOS

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ D.C.
2017**

**EVALUACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
MUNICIPIO DE COGUA, CUNDINAMARCA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE**

**JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS
DIRECTOR**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ D.C.**

2017

Nota de aceptación

Firma del Director de Proyecto

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. OBJETIVOS.....	9
1.1. Objetivo General	9
1.2. Objetivos Específicos	9
2. MARCO CONCEPTUAL.....	10
2.1. Aguas residuales.....	10
2.2. Clasificación de aguas residuales	10
2.3. Características importantes de las aguas residuales	10
2.4. Tratamiento de aguas residuales	13
3. MARCO LEGAL.....	16
3.1. Objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020- Acuerdo N°43 del 2006.....	20
4. ANTECEDENTES.....	23
4.1. LOCALIZACIÓN.....	23
4.2. ALTITUD	23
4.3. LIMITES	23
4.4. VIAS DE COMUNICACIÓN.....	24
4.5. CLIMATOLOGIA	25
4.5.1. Precipitación	25
4.5.2. Temperatura	25
4.5.3. Humedad Relativa	25
4.5.4. Evaporación	25
4.5.5. Brillo y Radiación Solar	26
4.6. HIDROLOGÍA.....	26
4.6.1. FUENTES RECEPTORAS.....	26
4.6.1.1. Valle del río Neusa.	26
4.6.2. Quebrada Ojo de Agua	26
4.6.3. Subcuenca Susaguá-Barandillas	27
4.6.4. Microcuenca de la Quebrada Bolívar	27
4.6.5. Microcuenca El Amoladero	27
4.6.6. Microcuenca del río Susaguá.....	28

4.6.7.	Microcuenca Quebrada Blanca.....	28
4.6.8.	Microcuenca Quebrada San Antonio o padre otero	29
4.6.9.	Microcuenca Quebrada La Maya	29
4.6.10.	Microcuenca Agua Sucia	30
4.6.11.	Microcuenca Quebrada El Carpintero.....	30
4.7.	SUELO URBANO.....	30
4.8.	ESTADO SANITARIO ACTUAL	33
4.8.1.	ACUEDUCTO	33
4.8.1.1.	Red de Distribución	34
4.8.2.	ALCANTARILLADO	35
4.8.2.1.	Red de Alcantarillado.....	35
4.9.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	35
5.	COMPONENTES PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	36
5.1.	TRATAMIENTO PRIMARIO.....	37
5.2.	AFLUENTE DE LLEGADA –AFORADOR Y CARCAMO DE BOMBEO... 38	
5.3.	TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	39
5.4.	SEDIMENTADOR SECUNDARIO.....	40
5.5.	TANQUE DE CONTACTO	41
5.6.	DESHIDRATACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LODOS.....	42
5.7.	LABORATORIO	43
5.8.	ESTRUCTURA DE VERTIMIENTO	43
6.	CONDICIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN	45
7.	CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE Y DEL EFLUENTE	46
7.1.	CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE	46
7.2.	CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE	47
7.3.	EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO.....	48
8.	CONCLUSIONES	49
9.	REFERENCIAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cuadro resumen Legislación Colombiana Vertimientos	16
Tabla 2.	Parámetros de diseño plantas de tratamiento de aguas residuales de acuerdo al RAS 2000.....	17
Tabla 3.	Objetivos de Calidad según Clases definidas para los tramos del Río Bogotá.....	21
Tabla 4.	Mediciones de laboratorio exigidas en el RAS 2000.....	43
Tabla 5.	Características planta de tratamiento de aguas residuales de Cogua	45
Tabla 6.	Caracterización del afluente PTAR Cogua	46
Tabla 7.	Caracterización del efluente PTAR Cogua	47
Tabla 8.	Eficiencia del tratamiento PTAR Cogua.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Lagunas Facultativas.....	13
Figura 2.	Lagunas Aireadas.....	14
Figura 3.	Filtro Percolador	14
Figura 4.	Lodos activados.....	15
Figura 5.	Sectores objetivos de Calidad cuenca del Río Bogotá	22
Figura 6.	Localización Municipio de Cogua	23
Figura 7.	Limites Municipio de Cogua.....	24
Figura 8.	Usos del suelo Cogua.....	33
Figura 9.	Diagrama de Flujo Planta de tratamiento de Aguas Residuales Cogua.....	36
Figura 10.	Esquema planta de tratamiento de aguas residuales Cogua	37
Figura 11.	Cámara de llegada y sistema de cribado.....	38
Figura 12.	Desarenador	38
Figura 13.	Canal aforador, estación de bombeo y tanque de compensación	39
Figura 14.	Reactor (Zanja de oxidación).....	40
Figura 15.	Sedimentador Secundario	41
Figura 16.	Tanque de Contacto	42
Figura 17.	Caseta de filtro Banda y tanque de disposición de lodos	42
Figura 18.	Estructura de Vertimiento	44

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presenta la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales del municipio de Cogua, Cundinamarca; con base en la información disponible hasta el mes de marzo de 2017.

En el capítulo 2 se enuncian los conceptos básicos del proceso de tratamiento convencional de aguas residuales y en el capítulo 3 se hace un resumen del marco legal vigente para el control del diseño y operación del PTAR y para los vertimientos sobre cuerpos de agua superficiales.

En los capítulos 4 y 5 se presentan los antecedentes y los componentes de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales del municipio de Cogua, respectivamente.

En el capítulo 6 se presentan las condiciones de diseño y operación de la PTAR.

En el capítulo 7 se resumen los resultados de la caracterización del afluente y del efluente de la PTAR, desarrollando un análisis del cumplimiento de los requisitos establecidos en la normativa vigente, y se revisa la eficiencia del tratamiento.

Finalmente, en el capítulo 8 se formulan las conclusiones pertinentes.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Evaluar las condiciones de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cogua, Cundinamarca.

1.2. Objetivos Específicos

- Conocer las estructuras hidráulicas que hacen parte de la planta de tratamiento, y sus parámetros de operación.
- Revisar la conformidad de operación de acuerdo a los requisitos del reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000)
- Evaluar la conformidad de la calidad del efluente y de los lodos de acuerdo a la normatividad Colombiana vigente.
- Proponer recomendaciones para la operación de la PTAR.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Aguas residuales

Son las aguas y sólidos que por algún medio se introducen en las cloacas y son transportadas por el sistema de alcantarillado.

2.2. Clasificación de aguas residuales

- Aguas residuales domésticas (ARD):
Son aquellos líquidos provenientes de las viviendas, edificios comerciales e institucionales.
- Aguas residuales municipales (ARM):
Son los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y son tratados en una planta de tratamiento municipal.
- Aguas residuales industriales (ARI):
Son las aguas residuales que provienen de las descargas de industrias de manufactura.
- Aguas Negras (AN):
Se le denomina aguas negras a las aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, las que transportan excrementos humanos y orina, con un alto contenido de sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.
- Aguas grises (AG):
Son las aguas residuales que provienen de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, las cuales aportan DBO, sólidos suspendidos, fósforo, grasas y coliformes fecales, es decir son aguas residuales domésticas pero excluyendo las provenientes de los inodoros.

2.3. Características importantes de las aguas residuales

- Acidez:
Es la capacidad cuantitativa de un agua de neutralizar una base fuerte a un pH de 8.2. Esta se origina en la disolución de CO₂ atmosférico, en la oxidación biológica de la materia orgánica o en la descarga de aguas residuales industriales.
- Ácido sulfhídrico:
Este ácido (H₂S) es un producto de la descomposición anaerobia de las aguas residuales. Es altamente corrosivo, ya que al exponer un agua residual

a la atmosfera se desprende H_2S y se detecta un olor a huevo podrido. En las situaciones en las que el gas se acumula en la corona de las alcantarillas, este se disuelve en la humedad condensada en las paredes del tubo, lo que conlleva un proceso de oxidación biológica que lo convierte en ácido sulfúrico y que produce corrosión en las tuberías de concreto.

- **Alcalinidad:**
Es una medida de la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Esta capacidad la hace importante en el tratamiento químico de aguas residuales, en los procesos de remoción biológica de nutrientes, en la remoción de amoníaco y en tratamientos anaerobios.
- **Coliformes:**
Son un organismo indicador de contaminación, es decir, son un indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad.
- **Color:**
Las aguas residuales domésticas son de color gris, y a medida que el agua envejece cambia a color gris oscuro y luego a negro. Este color es producido principalmente por la formación de sulfuros metálicos. El color en aguas industriales puede indicar el origen de la polución, y es una medida de buen estado o deterioro de los procesos de tratamiento.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):**
Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. Este es el parámetro más usado para medir la calidad de las aguas residuales ya que con ella se determina la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, sirve para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras.
- **Grasas y Aceites:**
Se definen como sustancias solubles en hexano. Se consideran grasas y aceites a los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren las superficies con las cuales entran en contacto, causan iridiscencia y problemas de mantenimiento, e intervienen con la actividad biológica pues son difíciles de biodegradar.

- **Metales pesados:**
Los metales pesados en altas concentraciones son todos tóxicos, entre ellos cabe resaltar el mercurio, cadmio y plomo, ya que estos elementos se magnifican biológicamente, en el medio natural, a través de la cadena alimenticia.
- **Olor:**
Los olores en las aguas residuales constituyen una de las principales objeciones ambientales y su control en plantas de tratamiento es muy importante. Entre los problemas que se atribuyen a los olores ofensivos se señalan pérdida de apetito, menor consumo de agua, dificultades respiratorias, náusea, vómito, pérdida del valor de la propiedad y del potencial de su desarrollo.
- **Oxígeno disuelto (OD):**
Es un gas de baja solubilidad en el agua, es esencial para la vida acuática aerobia. Su solubilidad oscila entre 7 mg/L a 35°C y 14.6 mg/L a 0°C para presión de una atmósfera. Debido a la baja disponibilidad de OD, se limita la capacidad autopurificadora de los cuerpos de agua y por tal razón se hace necesario el tratamiento de las aguas residuales previo a su disposición en ríos y embalses. El suministro de oxígeno y las concentraciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales son aspectos de la mayor importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- **pH:**
Es la medida de la concentración del ion hidrógeno en el agua, se encuentra expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrógeno. Aguas con concentración adversa del ion hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente. Aguas con pH menor de seis, en tratamiento biológico, favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias. El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento y para la existencia de la mayoría de la vida biológica es de 6.5 a 8.5.
- **Temperatura:**
Es un parámetro importante por su efecto sobre las características del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento, así como el método de disposición final. La temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacteriana. Adicionalmente la tasa de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en aguas frías, por

el cambio de la viscosidad del agua. La temperatura óptima para la actividad bacteriana es de 25°C a 35°C.

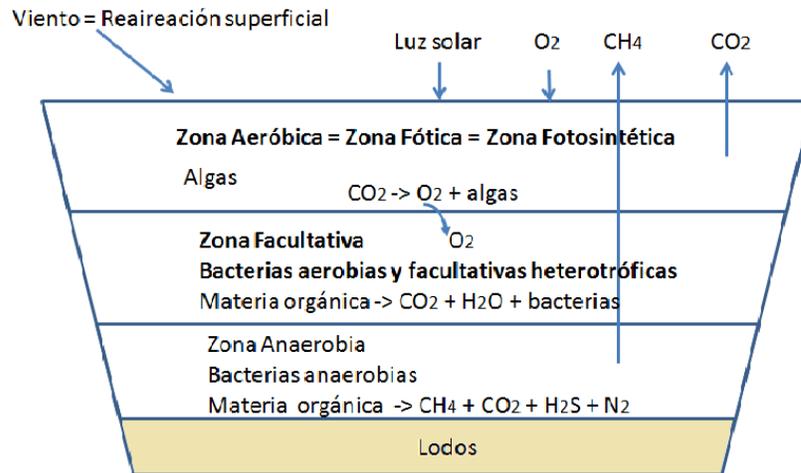
- **Turbiedad:**
Constituye una medida óptica del material suspendido en el agua. Es un factor importante en el control de calidad.

2.4. Tratamiento de aguas residuales

Se clasifican de acuerdo al tipo de tratamiento biológico que se utiliza, esencialmente, existen cuatro tipos de tratamiento de aguas residuales, los cuales son:

- **Lagunas de estabilización facultativas.**
Es una laguna de oxidación, que se caracteriza por tener tres zonas bien definidas, una zona superficial en la cual se presentan procesos aerobios. Una zona del fondo, de carácter anaerobio, donde los sólidos se acumulan y son descompuestos mediante el proceso de fermentación. Y finalmente, cuentan con una zona intermedia, parcialmente aerobia y anaerobia o facultativa, donde la descomposición de la materia orgánica se realiza mediante bacterias aerobias, anaerobias y facultativas.

Figura 1. Lagunas Facultativas



Fuente: Wikipedia

- **Lagunas aireadas.**
Es un estanque construido para el tratamiento biológico de aguas residuales, en este sistema de tratamiento, se utiliza un equipo de aireación mecánica con el objetivo de suministrar oxígeno y mezcla a las aguas residuales. Esta se diseña como una laguna aerobia, es decir, con suficiente introducción de potencia para mantener todos los sólidos en suspensión.

Figura 2. Lagunas Aireadas



Fuente: <http://www.ecodepur.pt/es/258/aireadores-hidrodepur>

- **Filtros percoladores.**

El filtro percolador o filtro biológico, es un proceso que se usa para poner en contacto el agua residual con biomasa adherida a un medio de soporte fijo. Consiste en un lecho de piedra, u otro medio, sobre el cual se aplican aguas residuales, con el consecuente crecimiento de microorganismos sobre el lecho, los cuales se encargan de reducir la carga orgánica existente en el agua residual.

Figura 3. Filtro Percolador

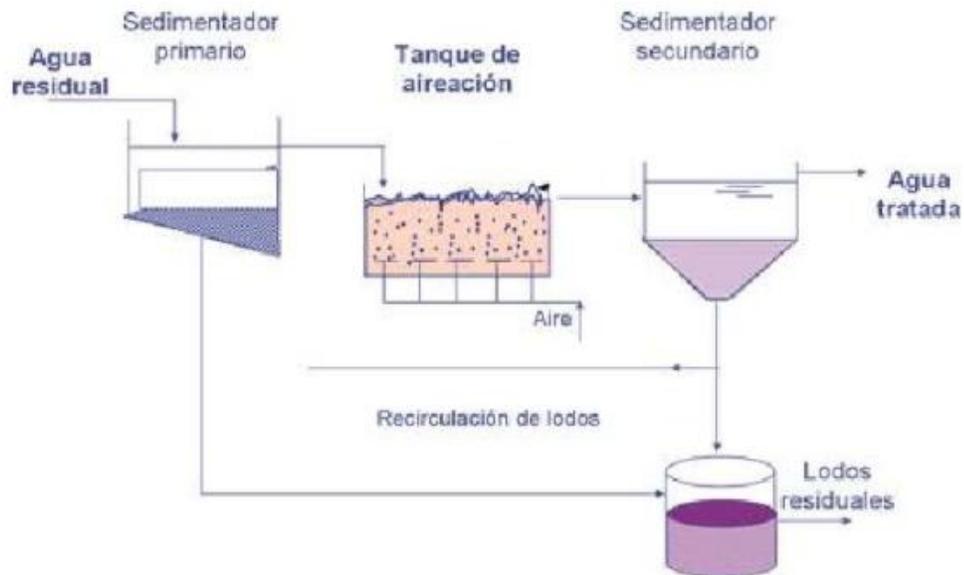


Fuente: <http://www.aqualimpia.com/Biofiltros.htm>

- **Lodos Activados.**

Es aquel proceso en el cual el agua residual está en contacto con floc biológico que se forma en un tanque de aireación. El lodo activado consiste en una masa floculenta de microorganismos, materia orgánica e inorgánica. Este material tiene la propiedad de poseer una superficie altamente activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos, razón por la cual se le llama activado. Finalmente, se obtiene una porción de materia orgánica convertida en compuestos inorgánicos y el resto se transforma en lodo activo adicional.

Figura 4. Lodos activados



Fuente: <https://es.slideshare.net/NellyLanders/proceso-de-lodos-activados>

3. MARCO LEGAL

En la tabla 1 se presentan las normas, resoluciones y decretos que rigen la calidad de los vertimientos del agua en Colombia.

Tabla 1. Cuadro resumen Legislación Colombiana Vertimientos

NORMA	RESUMEN	ENTIDAD
Decreto Ley 2811 de 1974	Dicta el Código Nacional de Recursos Renovables y de Protección del Medio Ambiente	Presidencia de la Republica
Decreto 1594 de 1984	Reglamento usos del agua y residuos líquidos. Derogado por el decreto 3930 de 2010, quedando vigentes transitoriamente los artículos 37 a 48, 72 a 79, 155, 156, 158, 160 y 161, hasta tanto el Ministerio de Ambiente expida las correspondientes regulaciones	Presidencia de la Republica
Resolución 1096 del 2000	Tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, Señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la ley 142 de 994, que adelanten las entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces	MAVDT
Resolución 1433 de 2004	Reglamenta PSMV como parte de la licencia ambiental	MAVDT
Decreto 1600 de 2005	Reglamenta el sistema nacional ambiental, SINA, señala que "los laboratorios que produzcan información cuantitativa física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer el certificado de acreditación correspondiente otorgado por los laboratorios nacionales públicos de referencia del IDEAM, con lo cual quedaran inscritos en la red"	MAVDT
NTC-ISO/IEC COLOMBIANA 17025 de 2005	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración	ICONTEC
Acuerdo No. 43 de 2006	Establece los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020	CAR
Decreto 2570 de 2006	Adiciona el decreto 1600 de 1994 y se dictan otras disposiciones sobre el análisis de características físicas, químicas y biológicas en laboratorios acreditados por el IDEAM o en proceso de acreditación.	MAVDT
Resolución 3180 de 2008	Registro y Permiso de vertimientos	SDA
Resolución 3957 de 2009	Límites para vertimiento en el D.C.	SDDA

Tabla 1. Cuadro resumen Legislación Colombiana Vertimientos (Continuación)

Decreto 3930 de 2010	Reglamenta usos del agua y residuos Líquidos	MAVDT
Decreto 4728 de 2010	Modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010, frente a la norma de vertimientos, protocolos de monitoreo de vertimientos y planes de cumplimiento	PDTE-MAVDT
Decreto 2667 de 2012	Tasa retributiva por vertimientos puntuales	MADS
Resolución 292 de 2013	Establece criterios de aceptación de la información cuantitativa, física, química o biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, e información de carácter oficial relacionada con los recursos aire y suelo, durante el periodo de transición fijado en el Decreto 2570 de 2006; y el procedimiento de verificación del cumplimiento de dichos criterios.	IDEAM
Decreto 1287 de 2014	Uso de biosólidos de PTARM	MVCT
Resolución 1207 de 2014	Uso de AR tratadas	MADS
Resolución 0631 de 2015	Se establecen los parámetros y valores límite permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua y a los sistemas de alcantarillado público	MADS

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 2 se presentan los parámetros de diseño y operación que deben cumplir las plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia, de acuerdo a los requisitos del RAS 2000.

Tabla 2. Parámetros de diseño plantas de tratamiento de aguas residuales de acuerdo al RAS 2000

No.	DOCUMENTO	VERSION	PARÁMETRO	VALOR/CRITERIO
1	RAS	2000	Población	Debe estimarse la población actual y futura del proyecto, con base en información oficial censal y censos disponibles de suscriptores del acueducto y otros servicios (*Títulos B.2.2 y D.3.2.1).
2	RAS	2000	Contribuciones de aguas residuales	Integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares (*Título D.3.2.2).

Tabla 2. Parámetros de diseño plantas de tratamiento de aguas residuales de acuerdo al RAS 2000 (continuación)

3	RAS	2000	Caudal máximo horario (QMH)	El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F (*Título D.3.2.3).
4	RAS	2000	Factor de mayoración (F)	Tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población (*Título D.3.2.4).
5	RAS	2000	Caudal de diseño	Para cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas (*Título D.3.2.5).
6	RAS	2000	Áreas de drenaje	Deben ser determinadas por medición directa en planos, y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural (*Título D.4.3.1).
7			Nivel de complejidad	
8	RAS	2000	S/ habitantes y cap económica	S/ Tabla A.3.1
9			Rejillas	
10	RAS	2000	Espaciamiento	Manuales 15 - 50mm Mecánicas 3 - 77 mm
11	RAS	2000	Vel min aproximación	Manuales 0,3-0,6 m/s Mecánicas 0,3 - 0,9 m/s
12	RAS	2000	Vel min entre barras	Manuales 0,3-0,6 m/s Mecánicas 0,6 - 1,2 m/s
13	RAS	2000	Perdida de carga	<= 75cm
14	RAS	2000	Desarenadores	
15	RAS	2000	Vel mínima del agua	0,2 - 0,4 m/s
16	RAS	2000	Cantidad	mínimo 2 unidades
17	RAS	2000	Tasa desbordamiento superficial	30 - 65 m/h (Recomendado)
18			Sedimentadores primarios	
19	RAS	2000	Caudal de diseño	Qmax horario
20	RAS	2000	Tiempo de retención	> 1 hora
21	RAS	2000	Profundidad	2 - 5 mts
22	RAS	2000	Capa de lodos	30 - 45 cm

Tabla 2. Parámetros de diseño plantas de tratamiento de aguas residuales de acuerdo al RAS 2000 (continuación)

23	RAS	2000	Tanques de aireación	
24	RAS	2000	Profundidad de liquido	3,05 - 4,57 mts
25	RAS	2000	Borde libre	> = 40 cm
26	RAS	2000	Parámetros	S / Tabla E 4, 11
27	RAS	2000	Tubería retorno de lodo	Diámetro > = 10 cm y V >0,61 m/s
28	RAS	2000	Tipos de aireadores	S / Tabla E 4, 12
29	RAS	2000	Carga aplicada	a) 94 a 125 m ³ de oxígeno/kg de DBO5 aplicada.
30	RAS	2000	Tanques de aireación	b) 1.1 kg de oxígeno transferido / kg de DBO5 pico aplicada al tanque de aireación convencional.
31	RAS	2000	Profundidad de liquido	c) 3.7 a 15 m ³ de oxígeno / m ³ de agua residual a tratar y d) 31 a 56 m ³ de oxígeno / kg de DBO5 removida
32	RAS	2000	Borde libre	d) Para la DBO nitrogenada se recomienda utilizar la siguiente ecuación : $R_n = 4.57 Q(N_o - N) - 2.86 Q(N_o - N - NO_3)$
33			Desinfección	
34	RAS	2000	Dosis de cloro	Tabla E.4.38
35	RAS	2000	Punto de aplicación	antes y después de sed secundaria
36	RAS	2000	Tiempo de contacto	> 30 min
37	RAS	2000	Dosis ultravioleta	Tabla E.4.39
38	RAS	2000	Distancia entrada y salida UV	2 m como mínimo
39	RAS	2000	Distancia mínima entre lámparas	0,5 - 1 m
40			Manejo de lodos	
41	RAS	2000	Generación típica de lodos	S/ Tabla E.4.40
42	RAS	2000	TDS Espesadores gravedad	S / Tabla E.4.41
43	RAS	2000	TCM Espesadores gravedad	S / Tabla E.4.42
44	RAS	2000	Altura espesadores gravedad	2,0 - 5,0 m
45	RAS	2000	almacenamiento de lodos Esp Gravedad	1,0 - 2,0 m
46			Digestión de lodos	

Tabla 2. Parámetros de diseño plantas de tratamiento de aguas residuales de acuerdo al RAS 2000 (continuación)

47	RAS	2000	Tasas de carga volumétrica	0,5 - 1,6 kg SV/m ³ /d 1,6 - 4,8 kgSV/m ³ /d alta tasa
48	RAS	2000	Tiempo de retención	30 - 60 días 10 - 20 días alta tasa
49	RAS	2000	Gradiente de velocidad	50 - 80 s ⁻¹
50	RAS	2000	Tiempo de agitación	20 - 30 min

Fuente: Elaboración Propia

3.1. Objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020- Acuerdo N°43 del 2006

El efluente deberá cumplir con las normas de la CAR. La normativa a considerar será la señalada en el **ACUERDO NÚMERO 43 DEL 2006**, en el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020.

Los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), de los municipios localizados en la cuenca del río Bogotá, deben ser formulados de tal manera que se cumplan los objetivos de calidad planteados en el Acuerdo N°43 del 2006, según lo siguiente:

ARTÍCULO CUARTO.- Los Objetivos de calidad que se establecen en el presente acuerdo, se convierten en un condicionante técnico para el otorgamiento de concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales, requeridas por la ley para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales o para el desarrollo de actividades o el establecimiento de nuevos proyectos regionales y municipales que afecten o puedan afectar el medio ambiente.

ARTÍCULO SEXTO.- Los Objetivos de calidad establecidos en el presente acuerdo, se convierten en un referente para la definición de las inversiones encaminadas al saneamiento de la cuenca del río Bogotá por parte de las entidades del nivel nacional, departamental y municipal.

ARTÍCULO OCTAVO.- Comunicar el presente acuerdo los Municipios de la jurisdicción CAR que se encuentran en la cuenca alta, media y baja del Río Bogotá.

Adicionalmente este acuerdo definió las calidades que se esperan como meta para los distintos tramos del Río. Dichas segregaciones denominadas clases, de acuerdo al uso intensivo de las aguas que le es propio al cauce, especifica los siguientes usos:

CLASE I.- Corresponde a valores de los siguientes usos: Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y uso pecuario.

CLASE II.- Corresponde a valores de los siguientes usos: Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, uso agrícola y uso pecuario.

CLASE III.- Corresponde a valores asignados a la calidad de los Embalses de Neusa, Sisga, Tominé, Regadera, Chisacá, Tunjos, Chuza y San Rafael, a la Laguna de Guatavita, Laguna de Pedro Palo, los humedales ubicados en el sector occidental de la cuenca media del río Bogotá, incluyendo la Laguna La Herrera.

CLASE IV.- Corresponde a valores de los usos agrícola y pecuario.

CLASE V.- Corresponde a valores de los usos para Generación de energía y uso Industrial.

En la tabla No. 3 se muestra el resumen de los parámetros principales asociados a contaminación del tipo municipal, para las calidades esperadas en los cauces asociados a cada Clase o Tramo de la cuenca del Río Bogotá.

Tabla 3. Objetivos de Calidad según Clases definidas para los tramos del Río Bogotá

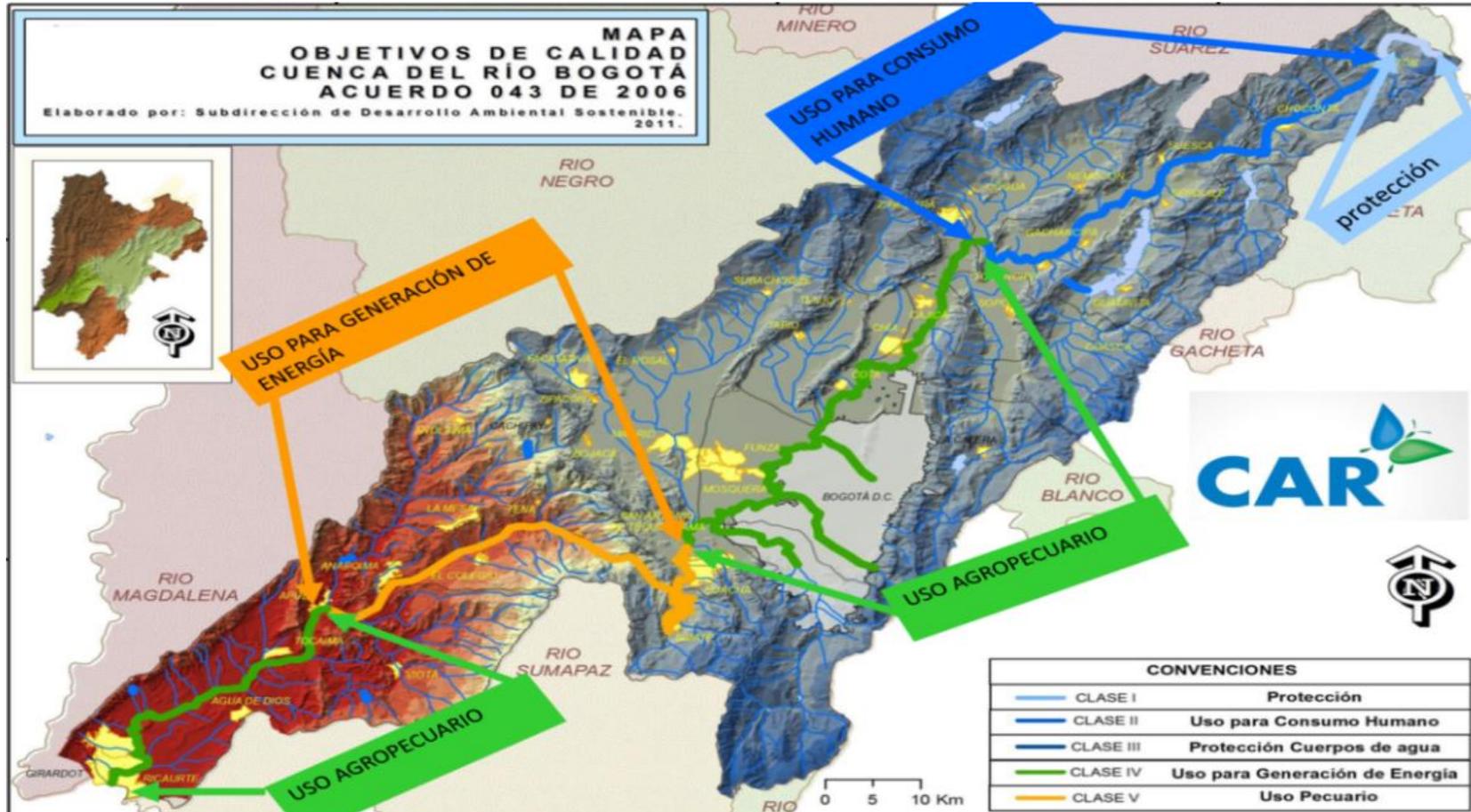
Parámetro	Unidad	CLASE				
		I	II	III	IV	V
DBO	mg/L	7	7	20	50	70
Amoniaco	CL 96/50	0,1	1,0	1,0		
Nitrog Amoniacal	mg/L			0,3		
Nitratos	mg/L	10	10	1,0		
Nitritos	mg/L	10	10	0,5	10	
SST	mg/L	10	10	20	40	50
Fósforo	mg/L			0,1		
A y G	% Solid Seco	0,01				Ausente
Colif. Totales	NMP/100mL	5.000	20.000	5.000	20.000	

Fuente: CAR

Cabe señalar que para cada Clase existen exigencias de materias inorgánicas y metales, las que no son relevantes en el caso de aguas residuales municipales por no contenerlas, a menos que existan aportes de Residuos Industriales Líquidos a la red de alcantarillado.

En la figura No. 5 se observan los sectores objetivos de calidad del agua en la cuenca del Río Bogotá, de acuerdo al uso que se le desea dar al agua en cada uno de ellos.

Figura 5. Sectores objetivos de Calidad cuenca del Río Bogotá



Fuente: CAR

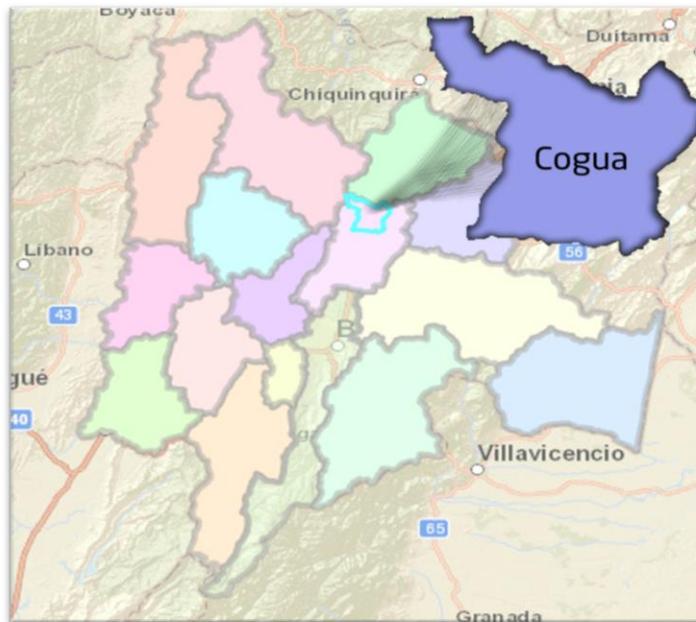
4. ANTECEDENTES

4.1. LOCALIZACIÓN

El municipio de Cogua está localizado en el departamento de Cundinamarca, perteneciendo dentro de la división política administrativa a la zona sabana – centro; a los 05° 03'38" latitud norte y 73° 58' 45" latitud occidental. La cabecera municipal se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Bogotá D.C a 50 km de distancia.

El municipio tiene una extensión de 113 km² , y cuenta con quince (15) veredas: Casablanca, Patasica, El Atico, La Plazuela, La chapa, Barrio Blanco, Cardonal, Ojo de agua, Rodomontal, Susaguá, El Mortino, Rincón Santo, Quebrada honda, Olivo.

Figura 6. Localización Municipio de Cogua



Fuente: Gobernación de Cundinamarca

4.2. ALTITUD

La altura del municipio sobre el nivel del mar es de 2600 metros

4.3. LIMITES

El municipio limita al norte con el municipio de Tausa. Al sur con el municipio de Zipaquirá, al occidente con los municipios Pacho y Zipaquirá y al oriente con Nemocón.

Figura 7. Límites Municipio de Coguá



Fuente: Planeación Coguá

4.4. VIAS DE COMUNICACIÓN

Vía Alternativa Zipaquirá - Ubaté: se encuentra pavimentada en su totalidad pero le falta mantenimiento. Conduce hacia Ubaté y otras ciudades y poblaciones del occidente de Cundinamarca y Boyacá; esta vía genera integración regional y expansión urbana. Sin embargo, le hacen falta cruces peatonales en la intersección al Neusa y en la vía que de Coguá conduce al Mortiño, en Susaguá.

La vía regional secundaria es la vía Zipaquirá – Nemocón - Tausa: también pavimentada. Genera polos de desarrollo e integración regional, conectando a Zipaquirá, Suesca, Coguá y Tausa. En algunos de los tramos se encuentra bastante reducida y le hace falta mantenimiento.

También cuenta con Vías veredales, como:

El Molino que conduce a la escuela de Rodamontal.

La Coguá que conduce a Susaguá, hasta la central, actualmente pavimentada, de allí conduce a la vereda el Mortiño, empatando con la carretera Departamental que de Zipaquirá que conduce a Nemocón.

4.5. CLIMATOLOGIA

4.5.1. Precipitación

Las precipitaciones constituyen la fuente de abastecimiento del agua utilizada por el hombre, animales y plantas, aun cuando ésta se tome de los ríos, depósitos o corrientes subterráneas.

En Cogua se presenta un régimen bimodal de lluvias, es decir dos periodos de lluvias al año, el primero de abril a mayo que son los de mayor lluviosidad y el segundo de Octubre a Noviembre. Las épocas más secas ocurren de diciembre a febrero y de julio a agosto que es menos seca que la anterior.

Aunque en todo el municipio hay periodos secos y lluviosos no en todos los sectores cae la misma cantidad de lluvias. La parte sur oriental del municipio es la más seca, corresponde a las veredas del Mortiño, parte media y baja de Casablanca, Patasica, el olivo y Rincón Santo, en donde solo caen 615 mm anuales. La zona occidental en los cerros y parte más alta del territorio es la más lluviosa del municipio, anualmente caen 978 mm de lluvias en las veredas de Páramo Alto, y partes altas de las veredas Quebrada Honda, Barro blanco, Rodamontal y La Chapa. Sobre el municipio caen en promedio 768 mm de lluvias al año, esta cifra significa que durante el año se acumularía una capa de agua de un espesor de 76.8 cm no existieran la infiltración y la evaporación.

4.5.2. Temperatura

Basados en las lecturas en la gráfica de las Isolíneas de Temperatura para la subcuenca del Río Neusa, se observa que la variación de la temperatura para el municipio de Cogua está entre 9°C y 15°C, predominando el rango entre 12°C y 15°C para un promedio de 14°C

4.5.3. Humedad Relativa

La humedad relativa media mensual, al igual que la temperatura, presenta una distribución temporal de tipo monomodal, pero cambiando los períodos, presentando los valores más altos en los meses de Abril a Agosto, siendo el mes más húmedo Julio, con un registro del 84.5%. Los valores más bajos, se observan en los meses de Diciembre a Marzo, siendo Enero el que presenta el menor registro, con un valor del 74%. El valor promedio anual es de 78.9%. El valor máximo es de 82.3% y el mínimo de 74.5%.

4.5.4. Evaporación

Según el informe final de Latín Consult (2009), los valores de evaporación se tomaron de las Isolíneas de Evaporación generadas para la subcuenca del Río Neusa, en ella, para el municipio de Cogua, la evaporación está entre 700 – 1.000 mm.

4.5.5. Brillo y Radiación Solar

La distribución temporal, presenta un régimen de tipo antimodal, al igual que la temperatura. Los valores más altos se presentan al final del año, en los meses de Diciembre en el segundo semestre del año y Enero en el primer semestre, siendo este último el que presenta el mayor valor, con un registro de 200 horas. Los valores menores se observan en los meses de Junio, Julio y Agosto, observándose el menor valor en el mes de Junio, con registro de 82.8 horas. El valor total anual es de 1619 horas, con un máximo de 1870 horas y un mínimo de 1440 horas.

La radiación solar, presenta una distribución de tipo uniforme a lo largo del año, con valores que varían alrededor de las 425 cal/cm², presentando los valores máximos en el mes de Febrero en el primer semestre del año, con un registro de 437.1 cal/cm² y Diciembre en el segundo, con un valor de 440 cal/cm². Los menores valores se presentan en los meses de Abril a Junio, con un registro mínimo en el mes de Mayo de 382.7 cal/cm² El valor total anual es de 4.988 cal/cm².

4.6. HIDROLOGÍA

4.6.1. FUENTES RECEPTORAS

4.6.1.1. Valle del río Neusa.

Corresponde a la zona plana del valle del río Neusa desde el caserío de la Plazuela hasta el centro poblado del Mortiño en una extensión de 843,75 has. Su vocación principal son los pastos mejorados para ganadería intensiva. Sobre este territorio, el río Neusa que recibe en su cauce las aguas recogidas en aproximadamente el 60% del territorio municipal recorre 10,8 km. de los cuales, 3,3 km, compartidos como límite municipal con Nemocón.

A esta fuente se entregan las aguas de las plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran la vereda de El Mortiño, tanto del sector Norte como del sector de la escuela, esta última construida hace pocos años y en funcionamiento.

4.6.2. Quebrada Ojo de Agua

Quebrada en la que la PTAR del sector La Plazuela viene haciendo su vertimiento, concretamente 300 m abajo del caserío. Esta quebrada con anterioridad en la parte alta cuenta con alto grado de contaminación por el vertimiento de las aguas de lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable regional, situación que amerita compromiso de los tres Municipios asociados (Coguá, Zipaquirá y Nemocón) con respecto al manejo adecuado de dichas aguas.

Se extiende desde la parte central de la vereda Barro blanco, cubre todo el sector de Ojo de Agua y finalmente termina en la parte plana del sector La Plazuela. Cubre un área de 455 has, en donde su eje central o cauce cubre una longitud de 2,6 km

Su actividad predominante es la ganadería de minifundio y en menor proporción los cultivos de papa; eventualmente aparecen cultivos de maíz y alverja. Las únicas coberturas vegetales nativas se localizan en las márgenes de caminos y en algunas divisiones de predios. En términos generales es una micro cuenca prácticamente deforestada, su topografía es ondulada con un paisaje muy llamativo.

4.6.3. Subcuenca Susaguá-Barandillas

Comprende territorios de los municipios de Coguá y Zipaquirá cubriendo un área de 7.083 ha. de las cuales corresponden al municipio de Coguá 3.902 has. Sobre las micro cuencas de las quebradas el Amoladero, Bolívar, Susaguá, Blanca, La Maya, San Antonio o Padre Otero, Carpintero y Agua Sucia.

La micro cuenca es compartida con el municipio de Zipaquirá, pues su parte alta con 1,452 ha., pertenece al municipio vecino, luego sus aguas se internan en el municipio de Coguá en el sitio de la Caldera, abasteciendo a los acueductos de las veredas La Chapa y Rodamontal y un sector de viviendas de la vereda del municipio de Zipaquirá.

Después de recorrer 7,5 km. en territorio de Coguá se interna nuevamente en Zipaquirá para desembocar en el río Barandillas, más arriba denominado río Neusa. El área de la micro cuenca perteneciente a Coguá llega a las 664,1 has.

Lo surten los afluentes de las quebradas Bolívar de la vereda la Chapa y de las quebradas Blanco y la Maya de la Vereda Rodamontal Sus vertientes presentan una topografía fuertemente ondulada cubierta en el 70% de su territorio por pastos. En ocasiones son establecidos grandes cultivos de papa en sectores de Rodamontal.

4.6.4. Microcuenca de la Quebrada Bolívar

Se encuentra localizada en la parte central de la vereda La Chapa, hace parte de los afluentes del río Susaguá. Cubre un área de 305 ha La parte alta de esta microcuenca se localiza en predios del municipio de Zipaquirá al cual le corresponden 64 ha todas cubiertas por vegetación nativa del subpáramo, del total le corresponden al municipio 241 ha., dedicadas en el 90% de su extensión al pastoreo, este uso reiterado ha ocasionado en zonas de pendientes suaves a fuertes, la presencia del proceso erosivo muy fuerte denominado "pata de vaca".

En el cerro y piedemonte se conservan aún algunas manchas de bosque nativo que alimentan a esta quebrada, una de las que aún quedan en el municipio Su cauce alcanza una longitud de 5,3 km.

4.6.5. Microcuenca El Amoladero

El cauce de la quebrada El Amoladero corresponde a un tramo del límite con el municipio de Zipaquirá en una longitud de 4,5 Km. que va desde las cercanías de la

loma Tres Puntas en Zipaquirá hasta el sitio denominado Argelia donde se cruza con la vía Coguá-Zipaquirá, por lo tanto se comparte con el vecino municipio una microcuenca alta de 487,7 ha. de las cuales corresponden a Coguá 304,69 ha. Sobre la vereda la Chapa.

Esta quebrada tiene como afluente importante a la quebrada Villatina con una longitud de 2,4 km. hasta su llegada al Amoladero.

La parte alta, a partir de los 2.950 m.s.n.m., de pendientes hasta del 35%, se encuentra cubierta por bosque alto andino secundario y rastrojos bajos, esta vegetación cubre aproximadamente el 30% (91,41 ha.), en lo que corresponde a Coguá Adyacente a estos bosques por debajo de los 2.950 m. hasta la parte media de la microcuenca se encuentra cubierta por pastos sin manejo donde se evidencian procesos erosivos por mal manejo de pasturas en suelos muy pobres de escasa profundidad; en este sector las inclinaciones del terreno están entre el 12%-25%, y ya en la parte baja se encuentran terrenos amplios con pendientes suaves del 3%-7% dedicados más que todo a usos ganaderos.

Las seis subcuencas encontradas en el municipio crean nexos de vecindad con los municipios limítrofes, razón por la cual, la articulación de políticas, programas y proyectos intermunicipales surge como la estrategia regional más importante para el manejo coordinado de los ecosistemas de alta montaña.

En total, 153 kilómetros de cauces conforman la red hidrográfica principal del municipio que corresponden a las 35 microcuencas del territorio, en varios de ellos ya se extinguió su curso y otros se encuentran en vía de extinción.

En esta microcuenca se vierten las aguas de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector La Chapa.

4.6.6. Microcuenca del río Susaguá

El Susaguá en tiempos pasados fue un caudaloso río que en algunos de sus sectores superaba los siete metros de ancho, hoy es uno de los tres ríos que tienen influencia en el municipio, se puede afirmar que sus caudales promedios han disminuido en un 90% como efecto de varias circunstancias, entre las que se destacan: la drástica deforestación de sus partes altas y área de la microcuenca en general y, la utilización de las aguas en forma no planificada lo mismo que de sus cauces.

A esta fuente vierten sus aguas la planta de tratamiento de aguas residuales de la vereda Rodamontal.

4.6.7. Microcuenca Quebrada Blanca

Se encuentra ubicada en la parte central de la vereda Rodamontal, cubre un área de 221,9 ha: su cauce o eje central alcanza los 2,3 km, se extiende desde el sur-

occidente del cerro del Púlpito hasta la desembocadura en el río Susaguá. En la parte central se encuentra el centro poblado de esta vereda esencialmente residencial. Los pastos para ganadería predominan en toda la microcuenca.

4.6.8. Microcuenca Quebrada San Antonio o padre otero

Se localiza en territorio de las veredas Barroblanco, Rodamontal, Susaguá y El Mortiño y el sector occidental del casco urbano, cubre un área de 938 ha, su red de drenaje principal tiene su nacimiento en la falda del cerro el Púlpito, recorre el municipio del noroccidente al sur oriente internándose en el casco urbano y recorriendo las partes planas de las veredas Susaguá y el Mortiño yendo a desembocar en el río Neusa. Desde su nacimiento hasta su desembocadura recorre 10,3 km. entre sus tributarios más importantes están las quebradas El Carpintero y Agua Sucia. La parte más alta de esta microcuenca se localiza sobre el cerro El Púlpito a 3500 m.s.n.m y su parte más baja en la desembocadura a 2.540 m.s.n.m. que a la vez corresponde al punto de menor altura del municipio.

Las únicas coberturas vegetales nativas con alguna densidad se localizan desde los 3.000 m.s.n.m, desde allí hasta los 2630 m.s.n.m. predominan suaves laderas dedicadas en su parte más alta, al cultivo de papa, esta actividad está produciendo los procesos erosivos más fuertes en la microcuenca, las áreas restantes se dedican al pastoreo en minifundios y algunos hatos medianos (30 a 40 reces). Eventualmente se localizan siembras de maíz y arveja. En la zona plana de sabana se encuentra la ganadería extensiva.

Los mayores niveles de contaminación por aguas residuales los recibe esta quebrada al igual que la del Carpintero, pues ambas rodean el casco urbano.

En su territorio se localiza la planta de tratamiento del acueducto regional Cogué-Zipacquirá – Nemocón que periódicamente evacúa los lodos de desecho de los tanques de almacenamiento y tratamiento a este cauce.

Ésta es una de las fuentes hídricas más contaminadas por el vertimiento de aguas residuales ya que a esta entregan sus aguas la planta de tratamiento de aguas residuales Urbana, Susaguá y el Mortiño sector la escuela,- adicionalmente en el punto de El Mortiño se encuentran en el mismo punto de vertimiento del sector San Miguel del Municipio de Zipacquirá.

4.6.9. Microcuenca Quebrada La Maya

Esta microcuenca se localiza al oriente de la vereda Rodamontal en límites con la microcuenca de San Antonio Cubre una extensión de 239,1 ha. Su cauce que fluye de norte a sur recorre una distancia de 4,0 km. para desembocar en el río Susaguá. Microcuenca esencialmente utilizada con fines pecuarios con predominio de pastos. Hacia las partes altas se encuentran cultivos de papa.

4.6.10. Microcuenca Agua Sucia

Microcuenca ubicada en las veredas del Olivo, el sector Ojo de Agua, veredas el Altico, Rincón Santo y el Mortiño, cubriendo una extensión de 942,188 ha; su cauce o eje principal alcanza una longitud de 5,4 km. hasta su desembocadura en la quebrada San Antonio. Sobre su parte alta se encuentran algunos pequeños cultivos de maíz y papa de tipo casero. Predomina en un 80% de la microcuenca la potrerización. Sobre las suaves laderas en las veredas de el Olivo y Rincón Santo se localizan las explotaciones de arcilla, las cuales cubre una extensión de 70 has. Sobre la zona plana predominan los pastizales algunos de ellos con pastos mejorados.

Las coberturas vegetales nativas se encuentran reducidas a algunos linderos de fincas, cercados y orillas de caminos en los que aparecen muy pocas plantas aisladas. Un pequeño relicto boscoso (2,0 ha.) se localiza en plena zona de extracción de arcillas al oriente de la microcuenca, razón por la cual, su supervivencia está en riesgo.

Allí entregan sus aguas el sistema de tratamiento de aguas residuales de la vereda el Olivo Sector La Escuela; actualmente se cuenta con un sistema comprendido por pozos sépticos y filtro anaeróbico, se tiene prevista su optimización.

4.6.11. Microcuenca Quebrada El Carpintero

Esta microcuenca cubre una extensión de 344 ha. en los territorios de las veredas Barroblanco, El Altico, Rincón Santo y el costado oriental del casco urbano (el 60%), su cauce principal de 1,7 km. desemboca en la quebrada San Antonio o Padre Otero. Los pastos cubren el 93% de la microcuenca.

En el territorio que corresponde a la quebrada san Antonio o padre de otero y a la quebrada carpintero, se localiza la planta de tratamiento del acueducto regional Cogua – Zipaquirá – Nemocon.

Dichas plantas de agua potable abastece el sector urbano central del municipio de cogua por gravedad desde el embalse del rio Neusa el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 101 millones de mts³ y la municipalidad dispone de un caudal de aguas del orden de 56 L/seg.

De lo anterior se concluye que la fuente presenta capacidad suficiente para los requerimientos para el horizonte del proyecto (año 2039).

4.7. SUELO URBANO

Suelo Urbano. Terreno cuyas áreas son destinadas solamente para la construcción de vivienda; determina y establece una infraestructura vial y las redes de servicios públicos domiciliarios.

Dentro del área urbana se distinguen tres sectores:

- El Central o parte antigua, ubicado en los alrededores del parque principal; se distingue por tener una arquitectura y aspecto urbanístico especial, el cual debe conservarse y mantenerse como patrimonio cultural e histórico de la población: Templo Parroquial, Casa Cural, Edificio del Concejo, Alcaldía Municipal, Parque Principal, Centro Cultural y edificaciones que sirven al sector educativo. Sector comprendido entre las Carreras 2ª y 6ª, y las Calles 2ª y 5ª.
- Sector de Desarrollo Actual. En él se encuentra una gran parte de equipamiento institucional, corresponde a barrios y urbanizaciones en proceso de construcción, espacios dedicados a la educación, la salud, el bienestar social, la cultura, la práctica de deportes, los cultos religiosos, el abastecimiento y mercadeo, los espacios públicos de equipamiento, el transporte y demás instituciones que mejoran la calidad de vida.
- Las Futuras Expansiones. Sectores que se encuentran en proceso de desarrollo, que construyen y adquieren equipamientos, para incorporarse como parte integrante de la población.

Las Urbanizaciones, Barrios y Sectores, son:

Villa Nohora, ubicada en la parte sur.

San Antonio, cerca de la Quebrada que lleva su nombre.

En la parte central: El Planetario, Ospina, El Carpintero.

En el oriente y un poco más aislado: Barrio San José.

Costado nor-occidental: Barrio La Granja.

Costado oriental, se encuentran en desarrollo las Urbanizaciones: Los Portales, La Cascada, Las Alicia y Claro de Luna.

Cerca de la Quebrada El Carpintero se encuentran en desarrollo las Urbanizaciones: El Rincón de Cogua y el Programa de Vivienda Comunitaria Las Mercedes. En el costado occidental y hacia la salida de Rodamontal, está la Urbanización Los Sauces y los proyectos de Urbanización Los Laureles y Caminos de Rodamonte.

Sector Las Villas, espacio donde funciona el Colegio Departamental Las Villas, el Colegio Cooperativo de Cogua y los campos deportivos.

En la parte norte se adelanta un programa de Vivienda de Interés Social.

En el Barrio La Granja se encuentra ubicado el potrero Las Mercedes de propiedad de la Parroquia.

El sector urbano cuenta con diferentes espacios, donde se localizan varias infraestructuras, así:

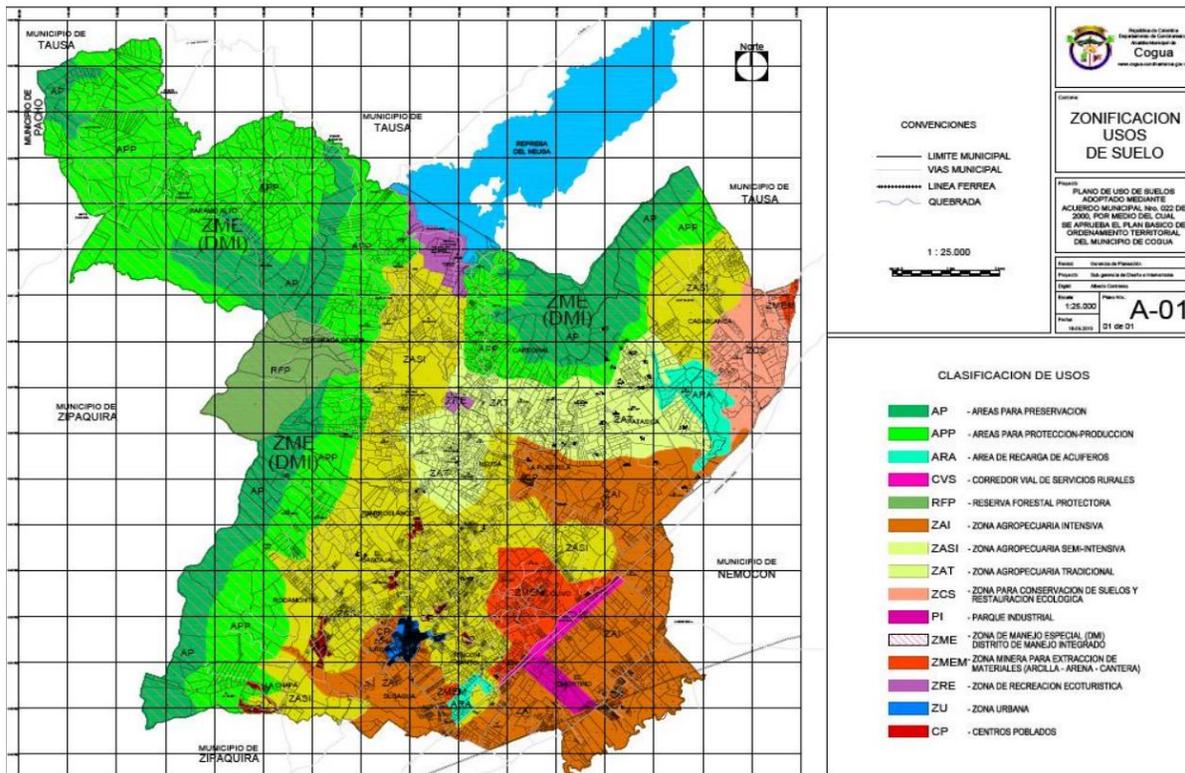
La Alcaldía Municipal con sus diferentes dependencias como son Secretaría de Hacienda, Secretaría de Planeación, Secretaría General, Secretaría de Gobierno, Asesoría y Control, Comisaría de Familia, Dirección de Deportes, Centro Cultural, Inspección de Policía, Umata, Centro de Salud, Concejo Municipal, Personería, Albergue de Niños, Jardín Infantil Preescolar, Colegio Departamental Las Villas para Educación Básica Primaria y Secundaria, Colegio Cooperativo para Educación Básica Secundaria y Vocacional, Parque Principal, Parques Infantiles en los Barrios San Antonio, Carpintero y San José, Campos Deportivos en Las Villas y en el Barrio San José, Plaza de Mercado, Matadero Público, Iglesia, Casa Cural, Granja Agropecuaria, Plaza de Ferias, Lavadero de Vehículos, Restaurantes Típicos, Caja Popular Cooperativa, Terminal de Transporte en el Parque Principal, Centro de Educación Especial, Concha Acústica y algunas entidades de carácter nacional como el Juzgado Promiscuo Municipal, la Registraduría, Telecom, Oficinas de Correo, Comando de la Policía, Hogares de Bienestar Familiar, Emisora Local, Empresa de Transportes, Defensa Civil.

En el casco urbano se presenta un sector considerado como zona de alto riesgo por inundación, éste se localiza sobre la Quebrada San Antonio o Padre Otero, en un tramo comprendido desde la Cra 7ª con cruce de esa quebrada, hasta el puente de la Cra 4ª en un tramo de 450 metros.

El espacio público está conformado por todos los inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos que los conforman, el uso pertenece a todos los habitantes y su disfrute se hace en forma colectiva, tales como inmuebles públicos de la Nación, del Departamento o del Municipio, las calles, las carreras, avenidas, peatonales, carreteras, caminos, camellones, puentes, plaza de mercado, plaza de ferias, campos deportivos, concha acústica, salones culturales, patios, plazoletas, andenes, zonas verdes, separadores, bermas, sardineles, zonas de cesión al municipio, ríos, quebradas, nacimientos de agua, los terrenos de reserva forestal y protección de las cuencas, el alcantarillado, parques infantiles.

En la figura No. 8 se muestra la distribución espacial de los usos del suelo en el municipio de Cogua.

Figura 8. Usos del suelo Cogua



Fuente: Alcaldía Municipal Cogua

4.8. ESTADO SANITARIO ACTUAL

4.8.1. ACUEDUCTO

El sistema actual de abastecimiento del acueducto, proviene de un sistema regional que se abastece del río Neusa aguas abajo del embalse, su capacidad de captación para el acueducto regional es del orden de los 330 l/s; la línea de conducción a la planta de tratamiento potable regional que consta con dos (2) PTAP, estructuras convencionales de tratamiento la primera PTAP convencional de capacidad de 190l/s y la segunda compacta de 140l/s.

El proceso es compartido con los otros municipios como son Zipaquirá y Nemocón y cada uno de ellos se encarga de la distribución de dicho sistema. Cuenta además con un tanque de distribución de 675 m³.

La cobertura hídrica que corresponde al área ocupada por el sector del embalse de Neusa correspondiente a Cogua que ocupa el 8% (72 has) del total del embalse de 900 has. Actualmente se utiliza como área de recreación ecoturística y está administrada por la CAR, predominan los pinos

4.8.1.1. Red de Distribución

La totalidad del sector urbano de la población del incluyendo el barrio san José, la granja y algunos sectores veredales, como el de san Antonio en la vereda Rodamontal, Susagua parte baja, Robayo en la misma vereda y el sector ojo de agua en la vereda de Neusa, cuenta con servicio de agua tratada, la cual proviene del acueducto regional y que se comparte con Zipaquirá y Nemocon.

Las plantas de tratamiento potable se encuentran ubicadas cerca del alto de la cruz en la vereda el Neusa de allí salen en tuberías separadas para Zipaquirá en diámetro de 14" en A.C y PVC, para Nemocon en tubería de PVC diámetro de 6" y para Cogua en diámetro de 8" y 6" en A.C y PVC, y cada una con sus respectivas válvulas de control.

Para Cogua sale de la planta una tubería en A.C de diámetro de 8" hasta el alto de la cruz donde se encuentra construido un tanque de almacenamiento de 400 mts³, de allí sale y es conducida al sector del casco urbano en diámetro de tubería de 6" PVC hasta el potrero de las mercedes en el sector urbano en donde se encuentran construidos tres tanques de compensación de 100.70 y 16 mts³ los dos primeros tanques alimentan la parte urbana, de allí sale una tubería en diámetro de 6" PVC y una de 2" en PVC que lleva el agua al sector san Antonio; y del tanque de 16mts³ se desprende tubería en diámetro de 3" de PVC que lleva el agua a la vereda Susagua parte baja.

Antes de la entrada a los tanques se desprende un ramal en tubería de PVC diámetro de 2" que conduce el agua a un pequeño tanque de 9 m³ y de allí se distribuye a los ramales que lleva el agua hacia el barrio la granja y el sector Robayo en la vereda Susagua parte alta.

También en el sector de la planta se encuentran algunos usuarios que reciben el servicio de agua tratada mediante un sistema de bombeo que lleva el agua hasta el tanque ubicado en la parte alta de la misma y de allí se distribuye por gravedad hacia los 12 servicios que hay en el lugar.

Además de la tubería de salida hacia Cogua se desprende otro ramal en PVC diámetro 3" que lleva el agua hacia el sector ojo de agua en donde se encuentra un pequeño tanque y un sistema de bombeo que lleva el agua hacia una loma en la parte alta del sector, en donde se encuentra construido un tanque y de allí se distribuye para 45 servicios.

El sistema cuenta con una extensión de 16885mts en diámetros comprendidos entre 8" a 1", distribuido en casco urbano y también en sectores rurales (sector donde se presenta el mayor índice de pérdidas no contabilizadas por carencia de medición).

Las presiones son variables y oscilan del orden del 10 a 50 m.c.a. El catastro de redes esta digitalizado lo que permite acciones de operación y mantenimiento. La

cobertura del sistema en la zona urbana es del orden del 99.5% y en la zona rural de 85.4%.

El consumo facturado según datos suministrado por la empresa acueducto de alcantarillado del municipio es de 400.000 m³/año.

4.8.2. ALCANTARILLADO

El casco urbano del municipio de Cogua cuenta con alcantarillado combinado en un orden del 35% y alcantarillado separado en un orden del 65%. La cobertura del servicio de alcantarillado en la zona urbana llega al 95% y en la zona rural del 33%; el sistema opera por gravedad y la operación y mantenimiento es efectuada por la oficina de servicios públicos de la alcaldía.

4.8.2.1. Red de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado sanitario posee una longitud de 12.7 km, y el alcantarillado de 7.9 km para un total de redes de 20.6 km y 326 pozos de inspección.

El sistema de alcantarillado del casco urbano del Municipio de Cogua el 35% es sanitario y el 65% es combinado. El sistema trabaja por gravedad y se compone por una red de colectores principales en diámetro de 8" a 44" para una longitud total del sistema de 12.718 m; de los cuales consta con 3 interceptores que transporta las aguas residuales del casco urbano a la PTAR.

Los colectores se encuentran contruidos en tuberías de gres, concreto, e instalaciones recientes en tubería Novafort, con diámetros desde 8" a 44".

Existen 151 pozos de inspección contruidos en ladrillo común, los cuales varios presentan filtraciones y estado regular.

4.9. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento se encuentra localizada en el sector sur –occidente del casco urbano salida hacia la vía central a Chiquinquirá o Bogotá, su localización es: Al Norte coordenadas 1050643.024 y este 10111106.226, sobre la cota 2606.24snm.

5. COMPONENTES PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Cogua se proyectó en dos fases, la primera ya construida, se encuentra proyectada hasta el año 2025, trata las aguas residuales aportadas por 8402 hab, y su caudal de diseño es 48,37 l/s en pretratamiento y de 16,44 l/s en tratamiento secundario.

Figura 9. Diagrama de Flujo Planta de tratamiento de Aguas Residuales Cogua

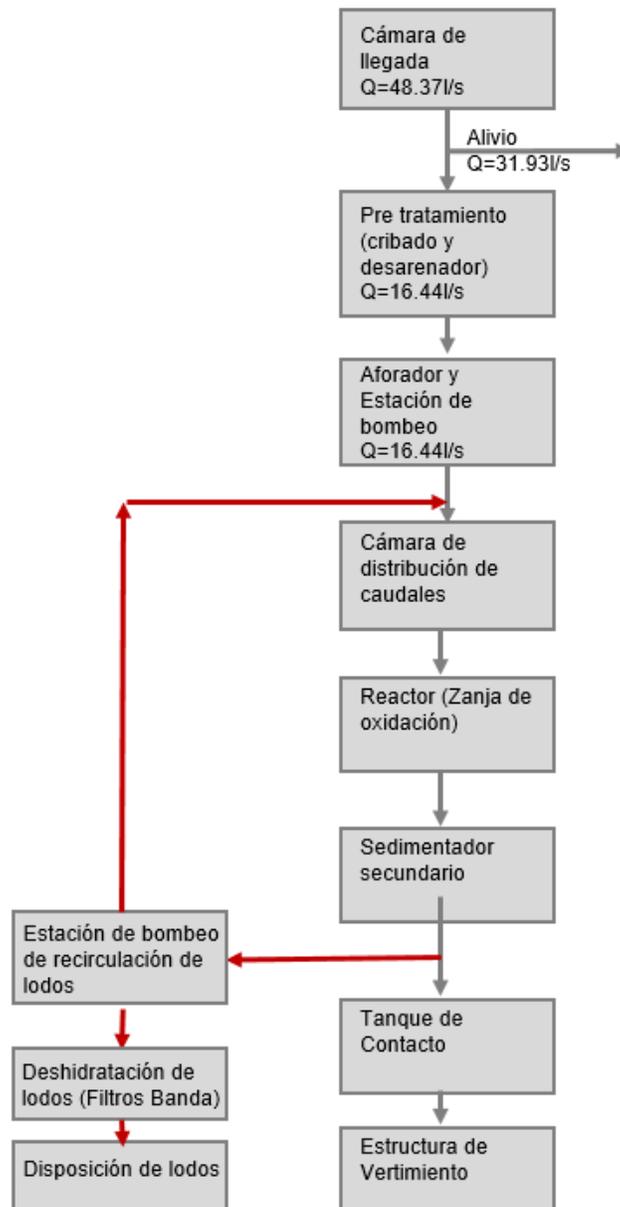
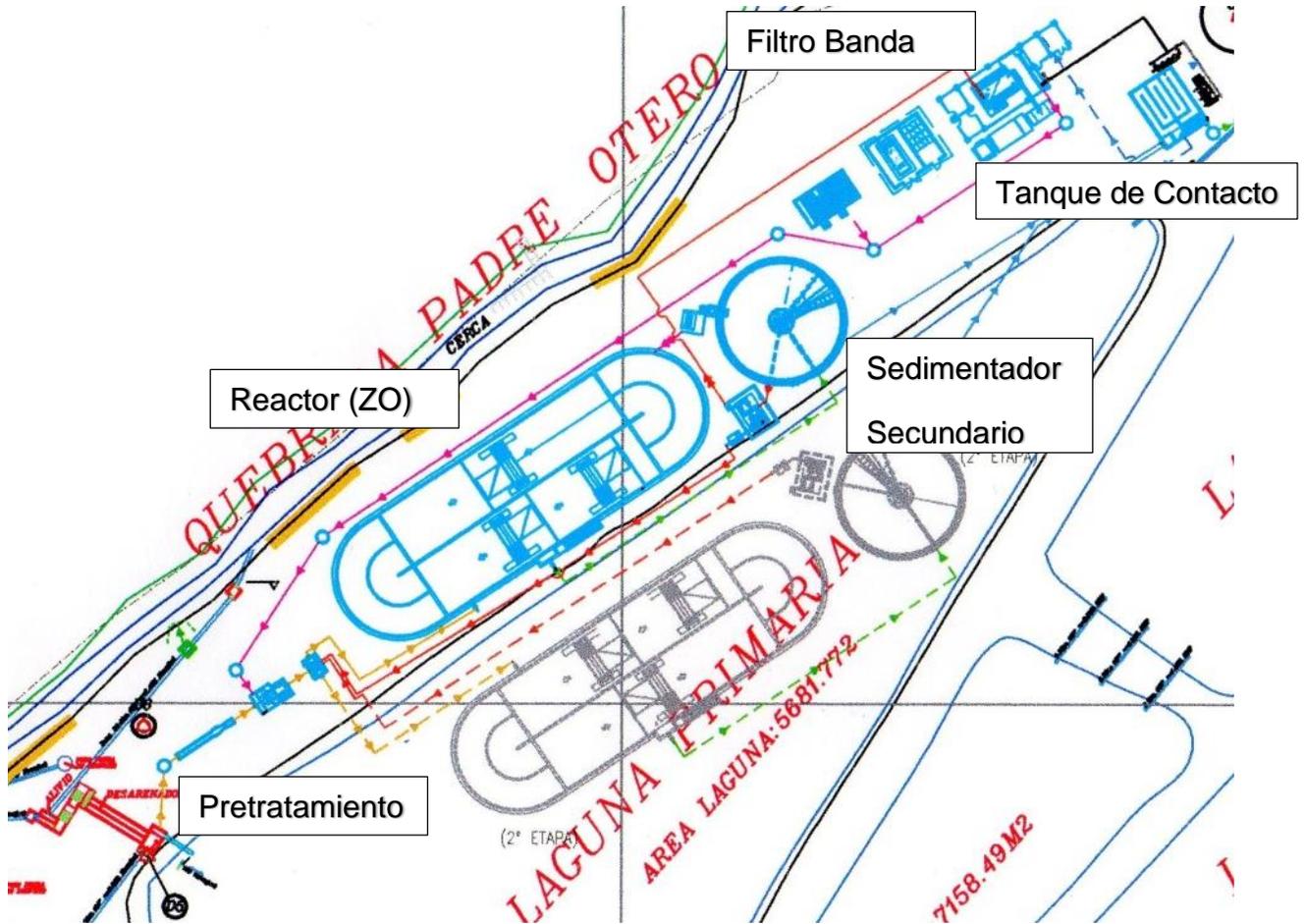


Figura 10. Esquema planta de tratamiento de aguas residuales Cogua



Fuente: Consorcio Ambiental Cogua

5.1. TRATAMIENTO PRIMARIO

Existe una cámara de llegada de los emisarios, un sistema de cribado, dos canales desarenadores, y un vertedero de alivio.

Figura 11. Cámara de llegada y sistema de cribado



Figura 12. Desarenador



5.2. AFLUENTE DE LLEGADA –AFORADOR Y CARCAMO DE BOMBEO.

De los desarenadores, sale una interconexión hacia un canal rectangular, el cual lleva incorporado una canaleta PARSHALL para el aforo de caudal, y se integra con un sensor ultrasónico de nivel.

Existe una estación elevadora o cárcamo de bombeo de cabecera principal, a la cual se le une un tanque de compensación, para la repartición del gasto al zanjón de oxidación.

Figura 13. Canal aforador, estación de bombeo y tanque de compensación



5.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario se realiza mediante el procedimiento biológico de lodos activados de aireación extendida, sistema zanja de oxidación (ZO); en esta unidad principal se produce la degradación de la materia orgánica por parte de los microorganismos, en el cual se efectúa la remoción del sustrato (materia orgánica), mediante el crecimiento de la biomasa, dentro de este mismo componente se elimina la parte nitrogenada a través de un proceso anóxico, ya que dentro del reactor se realizan dos etapas, una es aerobia, en la que se transforma el nitrógeno amoniacal y orgánico a nitrato, y luego en la etapa anóxica se elimina el nitrógeno mediante desnitrificación.

El sistema de aireación es proporcionado por aireadores de tipo de superficie (cepillos) los cuales deben mantener el oxígeno necesario para degradar la materia orgánica; estos elementos mecánicos producen suficiente potencia para proveer la circulación y mezcla del licor e impedir su sedimentación. La agitación homogeneiza la mezcla de los flóculos bacterianos del agua residual.

Después de pasado un tiempo suficiente de contacto dicho flujo es evacuado a un sedimentador secundario con el objeto de clarificar el agua. Un porcentaje del lodo sedimentado se recircula al reactor ZO para mantener una concentración suficiente de biomasa activa. los excedentes de los lodos secundarios se evacúan al sistema de deshidratación (filtro banda).

Figura 14. Reactor (Zanja de oxidación)



5.4. SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Esta es una estructura de tipo circular, tiene la forma de un embudo grande en la cual se efectúa la decantación del lodo activado. El agua clarificada es evacuada por rebose hacia el tanque de desinfección; y los lodos que se sitúan en el fondo de esta estructura, una parte es recirculada al reactor de lodos activados y el excedente hacia el sistema de deshidratación de lodos.

Figura 15. Sedimentador Secundario



5.5. TANQUE DE CONTACTO

La función de esta unidad es eliminar los coliformes presentes en el efluente proveniente del sedimentador secundario. En él se aplica cloro para destruir los organismos patógenos, de acuerdo a la dosificación de descarga proyectada.

Figura 16. Tanque de Contacto



5.6. DESHIDRATACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LODOS

Se emplea un medio mecánico llamado filtro banda, que está conformado por un arma zoom en el cual van incluidos internamente y conectados entre sí bandeja de acumulación y descarga por bandas conjugadas a través de las cuales el lodo proveniente del sedimentador secundario es deshidratado; posterior a este tratamiento los lodos son dispuestos en un tanque de almacenamiento para ser evacuados al relleno sanitario del municipio.

Figura 17. Caseta de filtro Banda y tanque de disposición de lodos



5.7. LABORATORIO

La planta de tratamiento cuenta con un cuarto para laboratorio de análisis de calidad de agua, sin embargo el laboratorio no se encuentra dotado de los equipos e instrumentos suficientes para realizar el control de calidad de los procesos de potabilización del agua.

Las mediciones de laboratorio exigido en el RAS 2000 y su cumplimiento en el laboratorio de la planta se muestran a continuación:

Tabla 4. Mediciones de laboratorio exigidas en el RAS 2000

MEDICIÓN	CUMPLE
Lluvia o código para condiciones de tiempo	OK
Temperatura del aire	OK
Temperatura de las aguas residuales	OK
Caudal	OK
Volumen de sólidos sedimentables	NO
Turbiedad	NO
pH	NO
Cantidad de lodos crudos y secos	OK
OD en el tanque de aireación	OK
Recirculación y cantidad de lodos residuales	OK
Cantidad de material de las rejillas y desarenadores	OK
Consumo de electricidad	OK
Consumo de productos químicos, combustibles y agua	OK
Control de la DBO5 y DQO	NO
Control de SST	NO
Contenido de Nitrógeno	NO
Contenido de Fósforo	NO
Control de CF	NO
Periodos de trabajo de las máquinas	OK
Observación de los cuerpos receptores	OK

5.8. ESTRUCTURA DE VERTIMIENTO

La planta de tratamiento cuenta con una estructura de vertimiento compuesta por un dissipador de energía escalonado, y una protección con concreto ciclópeo con el fin de evitar la erosión aguas abajo del vertimiento.

Figura 18. Estructura de Vertimiento



6. CONDICIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN

En la tabla 5, se presentan las características de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cogua, relacionando los valores de operación y los criterios de cumplimiento según el RAS 2000 para un caudal de operación de 48,37 l/s en pretratamiento y de 16,44 l/s en los procesos de tratamiento secundario, desarrollando una revisión al documento *Optimización y Mejoramiento de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales PTAR del Municipio de Cogua, Cundinamarca*, elaborado por el CONSORCIO AMBIENTAL COGUA (2014)

Tabla 5. Características planta de tratamiento de aguas residuales de Cogua

UNIDAD	PARÁMETRO	VALOR DE OPERACIÓN	CRITERIO RAS 2000	CUMPLE
CRIBADO	Espaciamiento	30mm y 20 mm	Manuales 15 - 50mm	OK
	Vel min aproximación	0,3 m/s	Manuales 0,3-0,6 m/s	OK
	Vel min entre barras	0,4 m/s	Manuales 0,3-0,6 m/s	OK
	Perdida de carga	20 cm	<= 75cm	OK
DESARENADOR	Vel mínima del agua	0,20 m/s	0,2 - 0,4 m/s	OK
	Cantidad	2	mínimo 2 unidades	OK
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	Tiempo de retención	2,9hr	> 1 hora	OK
	Profundidad	4,5 m	2 - 5 m	OK
	Capa de lodos	100 cm	30 - 45 cm	OK
TANQUE DE AIREACIÓN	Profundidad de liquido	3,50 m	3,05 - 4,57 m	OK
	Borde libre	40 cm	> = 40 cm	OK
	Tubería retorno de lodo	D=8" y V=0,62m/s	Diámetro > = 10 cm y V >0,61 m/s	OK
	Tipos de aireadores	cilindro de aireación	S / Tabla E 4, 12	OK
		1,5 kg O/ kg DBO5	1,1 kg de oxígeno transferido / kg de DBO5 pico aplicada al tanque de aireación convencional.	OK
TANQUE DE CONTACTO	Dosis de cloro	2.5	2-8 mg/L	OK
	Punto de aplicación	Después sed. Secundario	antes y después de sed secundaria	OK
	Tiempo de contacto	40 min	> 30 min	OK
SECADO DE LODOS	Generación típica de lodos	122 kg/d	S/ Tabla E.4.40	OK
	TDS Espesadores gravedad	33 m ³ /m ² /d	S / Tabla E.4.41	OK

7. CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE Y DEL EFLUENTE

7.1. CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE

En la tabla 6 se incluyen los valores de los ensayos de laboratorio realizados de las muestras tomadas en la cámara de entrada de la planta de tratamiento, para los meses de Noviembre de 2016 a enero de 2017, con los criterios establecidos en el art 8 de la resolución 0631 de 2015.

Tabla 6. Caracterización del afluente PTAR Cogua

PARÁMETRO	MÉTODO ANÁLITICO	UNIDADES	RESULTADOS AFLUENTE
Cianuro Total	Flujo Segmentado	mg CN-/L	<0,011
DBO 5	Incubación	mg O ₂ /L	102
DQO	Reflujo y colorimetría	mg O ₂ /L	237
Fósforo Total	Digestión	mg P/L	3,22
Grasas y Aceites	Espectrofotometría	mg/L	23,4
Nitratos	Electrometría	mg NO ₃ /L	70,4
Nitritos	Colorimetría	mg NO ₂ /L	0,309
Nitrógeno Amoniacal	Colorimetría	mg NH ₃ /L	34,2
NTK	Digestión-Kjeldhal	mg N/L	50,1
Ortofosfatos	Colorimetría	mg PO ₄ /L	2,14
pH	Electrometría	Unidades	6,53
Solidos Sedimentables	Cono Imhoff	mL/L	0,3
Solidos Suspendidos Totales	Gravimetría Secado	mg/L	50,5

7.2. CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE

En la tabla 7 se comparan los valores de los ensayos de laboratorio realizados de las muestras tomadas en la estructura de vertimiento de la planta de tratamiento, para los meses de Noviembre de 2016 a enero de 2017, con los criterios establecidos en el art 8 de la resolución 0631 de 2015.

Tabla 7. Caracterización del efluente PTAR Cogua

PARÁMETRO	MÉTODO ANÁLITICO	UNIDADES	RESULTADOS EFLUENTE	CRITERIOS RESOLUCIÓN 0631 DE 2015	CUMPLE
Cadmio Total	Digestión	mg Cd/L	<0,010	0,10	OK
Cianuro Total	Flujo Segmentado	mg CN-/L	<0,011	0,50	OK
Cobre Total	Digestión	mg Cu/L	<0,100	1,00	OK
Cromo Total	Digestión	mg Cr/L	0,126	0,50	OK
DBO 5	Incubación	mg O ₂ /L	<5,00	90,00	OK
DQO	Reflujo y colorimetría	mg O ₂ /L	19,4	180,00	OK
Fósforo Total	Digestión	mg P/L	3,34	Análisis y Reporte	N/A
Grasas y Aceites	Espectrofotometría	mg/L	<0,200	20,00	OK
Mercurio Total	Digestión	mg Hg/L	<0,001	0,02	OK
Níquel Total	Digestión	mg Ni/L	<0,200	0,50	OK
Nitratos	Electrometría	mg NO ₃ /L	4,61	Análisis y Reporte	N/A
Nitritos	Colorimetría	mg NO ₂ /L	0,185	Análisis y Reporte	N/A
Nitrógeno Amoniacal	Colorimetría	mg NH ₃ /L	1,11	Análisis y Reporte	N/A
Nitrógeno Total	Digestión-Kjeldhal	mg N/L	4,56	Análisis y Reporte	N/A
Ortofosfatos	Colorimetría	mg PO ₄ /L	2,29	Análisis y Reporte	N/A
pH	Electrometría	Unidades	4,17	6,00 a 9,00	NO CUMPLE
Plomo Total	Digestión	mg Pb/L	<0,100	0,50	OK
Solidos Sedimentables	Cono Imhoff	mL/L	<0,1	5,00	OK
Solidos Suspendidos Totales	Gravimetría Secado	mg/L	15,3	90,00	OK
Zinc Total	Digestión	mg Zn/L	0,121	3,00	OK

7.3. EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO

En la tabla 7 se presentan las eficiencias del tratamiento. Se observa que el sistema de tratamiento es eficiente.

Tabla 8. Eficiencia del tratamiento PTAR Cogua

PARÁMETRO	EFICIENCIA
DBO 5	95.10%
DQO	91.81%
NTK	90.90%
Solidos Sedimentables	100.00%
Solidos Suspendidos Totales	69.70%

8. CONCLUSIONES

- La planta de tratamiento de aguas residuales de Cogua utiliza un tratamiento biológico de lodos activados de aireación extendida y está compuesta por; cribado, desarenador, medidor de caudal, estación de bombeo, reactor, sedimentador secundario, tanque de contacto, filtro banda para tratamiento de lodos y estructura de vertimiento.
- Las estructuras de pretratamiento operan dentro de los parámetros exigidos por el RAS 2000.
- El sistema de tratamiento secundario opera dentro de los parámetros exigidos por el RAS 2000, con excepción del pH.
- En el diseño de la planta entregado por el Consorcio Ambiental Chía no se encontraron los parámetros de diseño empleados para la selección del sistema de aireación del reactor, se recomienda hacer una revisión del diseño para la optimización del sistema.
- La caracterización del efluente cumple con todos los parámetros de la norma de vertimiento.
- No se realizaron ensayos para verificar la calidad de los lodos dispuestos. Se recomienda hacer la caracterización de lodos.
- La dosificación de cloro se ha venido realizando por tanteos, se recomienda determinar la dosis óptima mediante ensayo de demanda de Cloro.
- Se recomienda dotar la planta de los equipos de laboratorio necesarios para realizar los análisis requeridos para control y operación de la PTAR.
- Se recomienda ajustar el pH del agua residual tratada al intervalo exigido de 6 a 9.

9. REFERENCIAS

Consortio Ambiental Cogua, (2014) *Optimización y Mejoramiento de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales PTAR del Municipio de Cogua, Cundinamarca*

Romero Rojas, J.A. (1999) *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de diseño: Escuela Colombiana de ingeniería*

Decreto Ley 2811 de 1974. Colombia. Recuperado de:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>

Decreto 1594 de 1984. Colombia. Recuperado de:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Título E. Colombia. Recuperado de:

<http://camacol.co/sites/default/files/IT-Reglamentos/Anexo%20T%C3%A9cnico%20RAS-2000%20T%C3%ADtulo%20E.pdf>

Acuerdo No. 43 de 2006. CAR. Recuperado de:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=22067>

Resolución 0631 de 2015. Colombia. Recuperado de:

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf