



**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DE PLAYA, ESPALDA SECTOR BAJO
DEL MUNICIPIO DE CALDAS – BOYACÁ**

YESSENIA JASBLEIDY PÁEZ GUZMÁN

CÓDIGO:2178763

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y
A DISTANCIA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA E INGENIERÍA CENTRO DE
ATENCIÓN UNIVERSITARIO
CHIQUEQUIRA (BOYACA).**

2019



**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DE PLAYA, ESPALDA SECTOR BAJO
DEL MUNICIPIO DE CALDAS – BOYACÁ**

YESSENIA JASBLEIDY PÁEZ GUZMÁN

**Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:**

CONSTRUCTORA EN ARQUITECTURA E INGENIERIA

Director Nacional:

HÉCTOR ALBA PULIDO

Asesor de Proyecto:

MIGUEL ÁNGEL GRANADOS

Línea de Investigación:

AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS VICERRECTORÍA DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y
A DISTANCIA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA E INGENIERÍA CENTRO DE
ATENCIÓN UNIVERSITARIO
CHIQUEQUIRA (BOYACA)**

2019



Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por ser mi fortaleza y mi guía en los momentos de decaimiento y brindarme una vida llena de aprendizajes, sabiduría y la fuerza para que fuera posible alcanzar este triunfo, a mi familia que me ha brindado su apoyo para alcanzar este proceso a mi hijo que es mi fortaleza por quien quiero lograr este y muchos logros más para mi vida y la vida de él.

Este trabajo es el resultado del apoyo del Ingeniero Leonardo Parra quien me ha ayudado a fortalecer mis conocimientos académicos y también por ser quien con especial interés y direccionamiento me orientó en la realización de este trabajo y finalizando a mis docentes quienes me brindaron sus conocimientos y la correspondiente aplicación.



DEFINICIONES

Aireación: método que sirve para purificar el agua y que tenga mayor oxigenación.

Caja de inspección domiciliaria: Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

Caudal de diseño: El caudal de diseño es el volumen de agua que llegara a las obras de drenaje. El objetivo del cálculo de la crecida de diseño es asociar una probabilidad de ocurrencia a las distintas magnitudes de la crecida.

Cota de batea: Nivel del punto más alto de la sección transversal interna de una tubería o colector.

Cota de clave: Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

Densidad de población: Número de personas que habitan dentro de un área bruta o neta determinada.

Diámetro: Diámetro interno real de conductos circulares.

Desinfección: es la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. Compuestos químicos para la desinfección del agua: Cloro (Cl_2) Dióxido de Cloro (ClO_2) Hipoclorito (OCl^-).

Floculación: proceso químico que permite la separación de sustancias presentes en el agua facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Filtración: es un método de separación física utilizado para separar sólidos a partir de fluidos a través de lechos de materiales granulares.

Planta de tratamiento: Es el componente que realiza la función de purificación y potabilización del agua.



Periodo de retorno: Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

Población servida: Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

Población flotante: Número de habitantes que frecuenta en determinadas épocas el área comprendida por el proyecto, que es significativa para el dimensionamiento de un proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales.

Reservorio: Es un depósito de concreto que sirve para almacenar y controlar el agua que se distribuye a la población, además de garantizar su disponibilidad continua en el mayor tiempo posible.

Red de distribución: Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que se instalan para conducir el agua desde el reservorio hasta las tomas domiciliarias o piletas públicas.

Tanques de almacenamiento: ya cuando el agua esta tratada lista para el consumo humano esta se almacena en tanques, esto permite disponer de reservas de agua.

Sistemas de distribución y conexiones domiciliarias: Son el conjunto de tuberías o mangueras encargadas de llevar el agua hasta cada vivienda

Tubo o tubería: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto – cemento, hierro fundido, gres, vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.



LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

mg/L: miligramo por litro

DBO: Demanda bioquímica de oxígeno

OMS: Organización mundial de la Salud

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Pre: Prefijo de origen latino que entra en la formación de nombres, adjetivos y verbos con el significado de ‘antes de’, ‘delante de’.

Post: Prefijo de origen latino que entra en la formación de nombres, adjetivos y verbos con el significado de ‘después de’.

kWh: Un Kilovatio hora

AR: Agua Residual

L: litro

L/s: litros por segundo

S: segundo

Km: kilometro

m³: medida de volumen, metro cubico

m²: medida de área, metro cuadrado

km²: medida de área, kilómetro cuadrado

ha: hectárea

PVC: poli-cloruro de vinilo, material utilizado en la fabricación de tubería

FAFA: Filtro Anaerobio de flujo ascendente

Cob.AP = cobertura de agua potable



RESUMEN

La presente investigación se realiza con el fin de dar una solución factible en el proceso de captación y potabilización de agua para el sector la Playa Espalda Sector Bajo del municipio de Caldas-Boyacá, iniciando por hacer un estudio de la información de la planta existente y de la capacidad de habitantes que va a recibir el suministro. Para esto se realiza un proceso para reunir muestras de agua y obtener las características físico-químicas que requiere esta planta de tratamiento estos datos nos servirán para el desarrollo de la investigación de este proyecto, utilizando la estadística para el análisis de los datos arrojados, estos datos nos permitirán plantear una alternativa a la problemática descrita y el poder aportar un diseño acorde, con un presupuesto y un cronograma de obra para continuar con una ejecución de la construcción de una nueva planta de tratamiento de agua potable que permitirá el mejoramiento y la calidad de vida del ser humano en esta zona rural.



TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	4
DEFINICIONES	5
RESUMEN	8
TABLA DE ILUSTRACIONES	12
LISTADO DE TABLAS	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GENERAL	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMÁ	17
3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
4. JUSTIFICACIÓN	18
5. PARTICIPACION Y APORTES DEL ESTUDIANTE	19
6. MARCO REFERENCIAL	21
6.1 MARCO LEGAL	21
6.2 MARCO GEOGRÁFICO	25
6.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	25
6.2.2 VIAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO	26
6.2.3 EL SISTEMA VIAL	26
6.2.4 ASPECTO HIDROGRÁFICO	28
7 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS	30
7.1 Área del proyecto	30
7.2 Estructura de la Producción	30
7.3 Estratificación y nivel de ingresos	30
7.4 Servicios Públicos	32
8 METODOLOGÍA	33
9 DIAGNOSTICO TECNICO Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	35



9.1	DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA	35
9.1.1	FUENTES DE ABASTECIMIENTO	36
9.1.2	BOCATOMA	37
9.1.3	CAPACIDAD HIDRÁULICA	38
9.1.4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO	39
9.1.5	SISTEMAS DE CONDUCCION	39
9.1.6	MICROMEDICION	39
9.1.7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	40
9.2	DIAGNOSTICO TECNICO Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	43
10	ESTUDIO DE LOS ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO	46
10.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS	48
11	TOPOGRAFÍA	49
12	DISEÑOS	51
12.1	PARÁMETROS DE DISEÑO	51
12.1.1	MÉTODOS DE CÁLCULO	52
12.2	CALCULO DE DOTACIÓN	55
12.2.1	DOTACIÓN BRUTA	56
12.3	3. CAUDAL MÁXIMO DIARIO	57
12.3.1	CAUDAL MÁXIMO HORARIO	58
12.3.2	DISEÑO A IMPLEMENTAR	58
12.4	CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO	61
12.4.1	Aireación	61
12.4.1.1	Aireador de bandeja múltiple	61
12.5	MEZCLA RAPIDA	62
12.6	FLOCULADOR DE FLUJO HORIZONTAL	64
12.7	SEDIMENTADOR	65
12.8	FILTRO LENTOS DE ARENA	69
12.9	DISEÑO DE MEZCLA RAPIDA CON VERTEDERO TRIANGULAR	72
12.10	DISEÑO FLOCULADOR DE FLUJO HORINZONTAL	73
12.11	DISEÑO DE SEDIMENTADORES	74
12.12	PARAMETROS DE DISEÑO FILTRO LENTO	76



12.12.1 Dimensiones de caja de filtro:	77
12.13 ESTRUCTURAS DE ENTRADA	79
12.13.1 Cámara de distribución de caudal:	79
12.13.2 Cámaras de entrada:	80
12.13.3 Tubería de rebose en cámara de entrada	80
12.14 ESTRUCTURA DE SALIDA:	81
12.14.1 Cámara de salida del agua de rebose:	81
12.14.2 Cámara de salida del efluente:	81
12.14.3 Sistema de drenaje y distribución:	81
12.15 DESINFECCION	83
12.15.1 Dosificación de hipoclorito de sodio	83
12.16 Velocidad de inyección	83
12.16.1 Diámetro de la tubería de inyección	84
12.16.2 Velocidad real de inyección	84
12.17 RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	86
13 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	87
14 PRESUPUESTO	88
15 PROGRAMA DE OBRA	89
16 FLUJO DE CAJA SEMANAL	90
CONCLUSIONES	92
ANEXOS	94
REFERENCIAS	95



TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 LOCALIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA	25
ILUSTRACIÓN 2 MAPA HIDROGRÁFICO	29
ILUSTRACIÓN 3 PROMEDIO DE ESTRATOS DE VEREDA ESPALDA A -CALDAS.....	31
<i>ILUSTRACIÓN 4 PROMEDIO DE SERVICIOS PÚBLICOS</i>	<i>32</i>
ILUSTRACIÓN 9 CAPTACIÓN	37
ILUSTRACIÓN 10 BOCATOMA	38
ILUSTRACIÓN 11 MICRO MEDICIÓN.....	40
ILUSTRACIÓN 12 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	41
ILUSTRACIÓN 13 PLANTA DE TRATAMIENTO ACTUAL	42
ILUSTRACIÓN 14 DIAGNOSTICO	43
ILUSTRACIÓN 11 ANÁLISIS, FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.....	47
ILUSTRACIÓN 12 PLANOS TOPOGRÁFICOS	49
ILUSTRACIÓN 13 TOPOGRAFIA	50
ILUSTRACIÓN 11 DISEÑO FLOCULADOR DE FLUJO HORIZONTAL	64
ILUSTRACIÓN 12 DISEÑO DE SEDIMENTADOR.....	68
ILUSTRACIÓN 13 DISEÑO FILTRO LENTOS DE ARENA.....	72
ILUSTRACIÓN 14 PLANO DE PLATA GENERAL	85
ILUSTRACIÓN 18 FLUJO DE CAJA MENSUAL.....	90
ILUSTRACIÓN 19 FLUJO DE CAJA SEMANAL.....	90



LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO	34
TABLA 2 NIVEL DE COMPLEJIDAD.	51
TABLA 3 MÉTODOS PARA EMPLEAR SEGÚN NIVEL DEL SISTEMA.....	52
TABLA 4 PROMEDIO POR AÑO.....	54
TABLA 5. DOTACIÓN NETA MÁXIMA POR HABITANTE SEGÚN LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA.	55
TABLA 6 PORCENTAJES PÉRDIDAS TÉCNICAS	56
TABLA 7 PARÁMETROS NO ACEPTABLES RESOLUCIÓN 3030 DEL 2017	58
TABLA 8 TECNOLOGÍA Y PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO FUENTE: (RAS, 2017).....	60
TABLA 9 PARÁMETROS DE DISEÑO: AIREADOR DE BANDEJA	61
TABLA 10 1.1. DISEÑO DE MEZCLA RÁPIDA CON VERTEDERO TRIANGULAR FLOCULADOR, FLUJO HORIZONTAL Y SEDIMENTADORES	73
TABLA 11 DISTRIBUCIÓN Y DIÁMETROS DE TUBERÍAS DE LA UNIDAD FLA.....	82



1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una alternativa para dar solución a la problemática en cuanto a las necesidades insatisfechas por salud, saneamiento ambiental, agua potable y servicios públicos domiciliarios del municipio de Caldas Boyacá, debido al mal proceso de captación, potabilización y carencia de agua potable para el consumo humano, se presenta este proyecto para que garantice la continuidad y calidad, que permita brindar un eficiente servicio, y teniendo en cuenta que se requiere la construcción de esta infraestructura.

Para la solicitud de este proyecto la comunidad podrá contar con recurso hídrico de manera continua, la proyección adecuada para su optimización; igualmente se presentan los diseños, y la valoración de los mismos, llevando al lector a tener un conocimiento amplio y global sobre el tema expuesto, permitiendo reconocer que los principios y normas del plan de ordenamiento territorial (Ley 388 y Decreto Reglamentario); en este caso el esquemas de ordenamiento territorial contemplan las variables poblacionales, por lo tanto, el proyecto se formula atendiendo en igual medida a lo que se percibe, que estas serán las variables socio-demográficas básicas, sus dinámicas recientes, los procesos de poblamiento de las zonas de análisis y se atiende a la sistemática en las decisiones y actuaciones del ordenamiento territorial y el desarrollo local del municipio de Caldas.

De acuerdo a las condiciones encontradas y suministradas por el diseño que en esencia pretende asegurar un uso adecuado a las fuentes hídricas de este municipio, atendiendo los conceptos y observaciones emitidos tanto por la oficina de planeación del Municipio y la empresa operadora



del servicio de público y siguiendo las especificaciones de las normas del Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Resolución 330 de 2017.

En este documento se presenta el diagnóstico, diseño y elaboración detallada del presupuesto del sistema de la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Caldas en la vereda playa Espalda sector bajo, el cual garantiza una duración de un periodo de 15 años, solucionando los problemas y falencias que presentan actualmente dicho sistema.



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico- económico para la construcción de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto de Playa, Espalda sector bajo del municipio de Caldas – Boyacá.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar un diagnóstico técnico y operativo de la planta de tratamiento que se encuentra en funcionamiento en el sector bajo del municipio de Caldas – Boyacá.
- Detallar el diseño de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto.
- Estimar los recursos necesarios para la construcción e implementación de la planta de tratamiento en esta zona rural del municipio.



3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la vereda Playa, Espalda sector bajo del municipio de Caldas, se cuenta con una prestación insuficiente del suministro de agua potable en cuanto a cobertura, continuidad y calidad, permitiendo la existencia de problemas y ocasionando enfermedades por consumo de agua no potable debido a que la actual planta de tratamiento cuenta con un diseño no convencional disminuyendo la calidad del agua y una consecuente menor calidad de vida por la carencia de este líquido vital para la población de esta zona, sumado el mal mantenimiento provocando, hongos y bacterias que son perjudiciales para el ser humano, la agrícola y la ganadería incumpliendo con las medidas sanitarias DECRETO 475 DE 1998 MINISTERIO DE SALUD ARTICULO 4o. donde indica “ *cumplir con normas de calidad del agua potable, establecidas en el presente decreto, que deben garantizar la calidad del agua potable,*” (MINISTERIO DE SALUD PUBLICA , 1998) pág. 3 y el mejoramiento de sus características hasta alcanzar las calidades para consumo humano.

3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con base en lo expuesto en el planteamiento del problema, se plantea la siguiente pregunta de investigación, correspondiente a la formulación del problema: ¿Qué aspectos técnicos y económicos deben considerarse para la construcción de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto de Playa, Espalda sector bajo del municipio de Caldas – Boyacá?



4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en dar solución a la problemática que se está presentando en el municipio de Caldas Boyacá con respecto al abastecimiento de agua que ocasiona enfermedades por consumo de agua no potable, dando a conocer a la comunidad de la vereda Playa y Espalda, el diagnóstico del sistema de acueducto actual y este proyecto que cuenta con un diseño y programación de un nuevo sistema de tratamiento para potabilizar este recurso que va a permitir mejorar la calidad de los servicios de acueductos y saneamiento básico con un alcancé del 100% obteniendo calidad, cantidad y continuidad promoviendo y desarrollando a nuevas inversiones en el sector, mejorando la salud, bienestar social y calidad de vida, que finalmente será distribuida para que puedan recibir agua potable para cubrir sus necesidades básicas, y a su vez poder brindar a la comunidad una planta de tratamiento que ofrezca agua potable que cumpla con las características deseables y admisibles que deben tener las aguas para efectos del control sanitario en cuanto a calidad, y cobertura, cumpliendo con los parámetros requeridos por la secretaria de salud, para que el agua que se suministre sea apta para el consumo humano, dando claridad que el agua es un recurso natural básico, para la subsistencia de la vida y el sostenimiento de la economía, con esta investigación se da a conocer la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las cuales, el acceso al servicio de agua potable que permita lograr proyectos y obras sanitarias más eficaces y sostenibles.

.



5. PARTICIPACION Y APORTES DEL ESTUDIANTE

Un sistema de acueducto es un conjunto de estructuras hidráulicas, que sirven para someter al agua a diferentes procesos siendo posible la captación, potabilización y transportar del agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que está accesible en la naturaleza hasta el consumidor y hacerla apta para el consumo humano, reduciendo y eliminando bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc.

En la contratación del estudio y diseños para la ejecución del proyecto ha sido fundamental la participación del estudiante, desde el momento mismo en que inicia dicho proyecto, en este documento se puede ver la indagación e investigación exhaustiva que se tienen en la recopilación de datos, para llegar a la ejecución de todo el proceso del proyecto, esta investigación hace referencia a una serie de actividades que muestran el análisis del diagnóstico que permite ver el estado actual de la planta de tratamiento, la cual se encuentra con un estado físico regular, requiere de un rediseño con las dimensiones óptima para la captación del caudal estimado, también permite ver todo el sistema de acueducto que se está manejando actualmente en esta vereda, accediendo a estudios realizados al agua que se capta y al que se suministra mostrando el mal proceso y diseño que se realizó debido a la problemática de la falta y mala calidad de este recurso a los habitantes de este municipio, se hace la elaboración detallada de los presupuestos según diseño y las especificaciones técnicas de cada actividad y análisis de precios unitarios según datos relacionados a el listado de precios unitarios fijos de construcción urbanismo y vías del la Gobernación de Boyacá mostrando la composición de los materiales, mano de obra y equipo, dando como fin seguir con una conformación cuantitativa basándose en el diseño del sistema del ingeniero Leonardo



Parra para la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Caldas de la vereda playa espalda, permitiendo garantizar la duración de un periodo de 15 años, dando solución de los problemas y falencias que presentan actualmente en dicho sistema, de igual forma la estudiante realiza el proceso de la elaboración del cronograma para poder hacer e implementar dicha ejecución de este proyecto en la parte constructiva teniendo en cuenta los gastos el tiempo en que se va a ejecutar la obra teniendo un manejo del rendimiento de este proyecto.



6. MARCO REFERENCIAL

El marco referencial corresponde a la fundamentación teórica y conceptual sobre la que se sostiene el proyecto de investigación (SAMPIERI, 2016). Un marco referencial requiere, a su vez, de sub-marcos que permitan contextualizar el contenido del proyecto (GUERRERO NIETO, 2008). En consideración a lo expuesto, se incluyen en el documento los marcos considerados necesarios para comprender el proyecto.

6.1 MARCO LEGAL

Como se planteó desde la introducción de este proyecto el marco legal o normativo hace referencia al Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y del cumplimiento de los parámetros técnicos de los diseños las obras, equipos y procedimientos del sector de agua potable y saneamiento básico mostrando la normatividad vigente por medio de la cual se rigen los procesos administrativos técnicos y financieros de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia.

- **LEY 9 DE 1979 CÓDIGO SANITARIO NACIONAL**

Reglamenta las actividades y competencias de salud públicas para contribuir a mejorar, preservar y restaurar el medio ambiente y la calidad de vida, para asegurar el bienestar de la población en cuanto a salud y bienestar social. Mediante esta ley nos basamos para la ejecución de este proyecto haciendo uso de las normas establecidas en este.



ARTICULO 3o. *“Para el control sanitario de los usos del agua se tendrán en cuenta las siguientes opciones”* Consumo humano; Doméstico; Preservación de la flora y fauna; Agrícola y pecuario. (Ministerio de Salud, 1979)

ARTICULO 51. c) Regulaciones sobre las estaciones de bombeo y los equipos destinados a elevar el agua de la fuente de abastecimiento o de cualquier otra parte del sistema de suministro.

ARTICULO 52. Para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de suministro de agua, deberán seguirse las normas del Ministerio de Salud. (Ministerio de Salud, 1979)

- **Ley 142 de 1994 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS**

Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía. Garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios.

ARTÍCULO 9o. DERECHO DE LOS USUARIOS. 9.3. *“Obtener los bienes y servicios ofrecidos en calidad o cantidad superior a las proporcionadas de manera masiva, siempre que ello no perjudique a terceros y que el usuario asuma los costos correspondientes”.* (LEY 142 DE 1994 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS, 1994)

- **RESOLUCION N° 1096 DE 17 DE NOVIEMBRE 2000**



(Ministerio de Desarrollo Económico “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Esta resolución adapta los señalamientos del cumplimiento de las obras, equipos y procedimientos que utilicen las Empresas de Servicios Públicos del Sector Agua potable y Saneamiento básico, con el fin de promover el mejoramiento de la calidad de estos servicios adoptar el Reglamento las especificaciones Técnicas del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS permitiendo los diferentes procesos como lo son la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia. ((RAS)., 2000)

ARTÍCULO 4.- DE LA SUJECCIÓN A LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL: *“La ejecución de obras relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico se debe llevar a cabo con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial” ((RAS)., 2000)*

ARTICULO 11.- NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA. Para los parámetros y requisitos del sector de agua potable y saneamiento básico se establecen los siguientes niveles de complejidad dependiendo del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica

ARTICULO 14.- COMPETENCIA: Las entidades territoriales, las ESP y otras que promuevan y desarrollen inversiones en el sector, deben identificar claramente los



proyectos de infraestructura y problemática relación con el sector de agua potable y saneamiento básico.

- **RESOLUCIÓN N° 330 DE JUNIO 8 de 2017**

(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

El presente Reglamento 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

CAPÍTULO II (Diseño) ART. 20. *“Las entidades territoriales, las personas prestadoras de servicios públicos y otras que promuevan y desarrollen inversiones en acueducto, alcantarillado y/o aseo, luego de la etapa de planeación, requieren de un diseño de ingeniería detallado previo al inicio de la construcción.”* (Ras, 2017) pág. 7

CAPÍTULO III (Sistemas de potabilización de aguas)

El presente capítulo está dirigido al desarrollo de estudios y diseños de los componentes de un sistema de potabilización de agua para la construcción de obras nuevas, que cumplan los requerimientos mínimos de calidad para el agua de consumo suministrada a la comunidad. (Ras, 2017) pág. 8



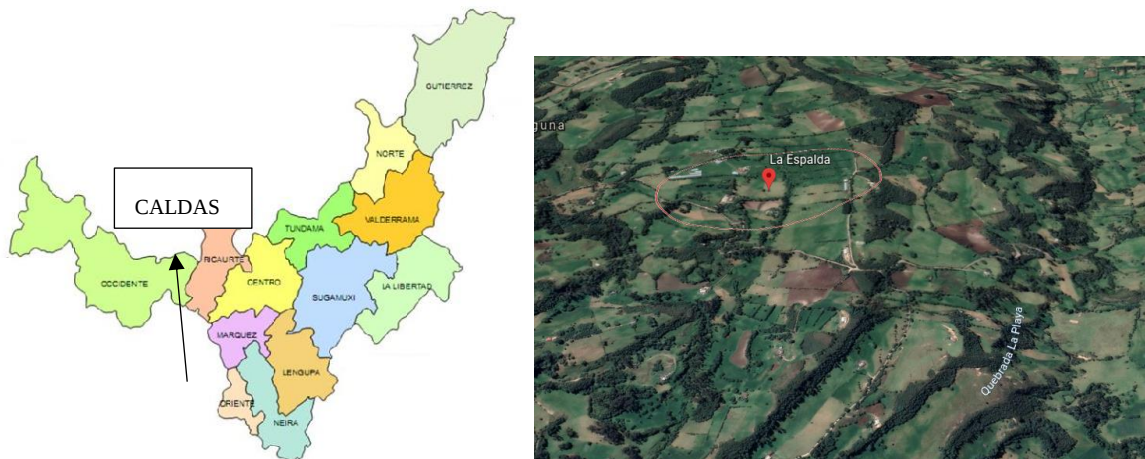
6.2 MARCO GEOGRÁFICO

6.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La localización del proyecto se ubica en el municipio de caldas Boyacá en la verdea laya y espalda acueducto rural playa y espalda El Municipio de Caldas está localizado en el occidente de Boyacá, enclavado en la cordillera oriental a $5^{\circ}33'24''$ de latitud norte y a $73^{\circ}52'08''$ de longitud oeste con una Altura (metros sobre el nivel del mar): 2650 msnm.

El municipio tiene una extensión de 78 km² Extensión área urbana: 1.4 Km² y una extensión área rural: 76.6 Km² correspondiente a 0,36% del total del departamento con una población 4050 habitantes. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Caldas_\(Boyac%C3%A1\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caldas_(Boyac%C3%A1)), s.f.)

Ilustración 1 Localización área de influencia



Fuente: *Espalda Caldas-Boyacá (2020) Ilustración geográfica (Mapa)*
<https://earth.google.com/>



LIMITES:

Límites del municipio:

- Al norte con los municipios de Chiquinquirá, Pauna y Briceño.
- Al sur con el municipio de Simijaca Cundinamarca,
- Al oriente con Chiquinquirá y Simijaca
- Al occidente con Buenavista y Maripi.

6.2.2 VIAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

El territorio del municipio cuenta con una amplia red de vías, la mayoría carreteables, las vías principales comunican con los municipios de Chiquinquirá, Simijaca y Buenavista (Boyacá) no cuenta con transporte aéreo ni fluvial.

6.2.3 EL SISTEMA VIAL

El sistema vial de la zona rural de Caldas está constituido por dos tipos de vías: carreteras troncales y carreteras locales.

Las vías troncales son:

1. Carretera Chiquinquirá-Otanche-Puerto Boyacá
2. Carretera Nariño-Caldas-Buenavista
3. Tunja-Chiquinquirá-Bogotá

Las carreteras locales son:



1. Chiquinquirá – Sucre – Caldas
2. Nariño – Palmar – Quipe
3. Caldas - Limites de Simijaca
4. Caldas - Alto del aire
5. Boca de Monte – Esterilla
6. Esterilla – Caldas
7. Caldas – Alto el Horcón – Sucre Oriental
8. Boca de Monte – Alto el Horcón



6.2.4 ASPECTO HIDROGRÁFICO

ARTICULO 122. ZONAS PARA LA PRESERVACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO (ZPH)

Están conformadas por: a) Corrientes y cuerpos de agua naturales relativos, tales como ríos, quebradas, caños, arroyos, playas fluviales, ciénagas, lagos, lagunas, chucuas, pantanos y humedales en general; b) elementos artificiales o contruidos relativos a corrientes o cuerpos de agua, tales como canales, aliviaderos, diques, presas; y c) rondas hídricas o zonas de protección y manejo de las corrientes y cuerpos de agua tanto naturales como artificiales existentes dentro de la jurisdicción.

La franja de manejo ambiental de las rondas de las corrientes que surcan el municipio será para todos los casos de 30 metros, de manera que se evite la socavación actual.

Estas franjas deben ser mantenidas como zonas de manejo ambiental, en lo posible reforestadas con especies nativas.

La zona de ronda se define como la franja de suelo de por lo menos 100 metros a la redonda, medidos a partir de la periferia de nacimientos y no inferior a 30 metros de ancho, paralela al nivel máximo de aguas a cada lado de los cauces de ríos, quebradas y arroyos sean permanentes o no, y alrededor de lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general.

Uso principal: conservación de suelos y restauración de la vegetación adecuada para la protección de los mismos.

Usos compatibles: recreación pasiva o contemplativa

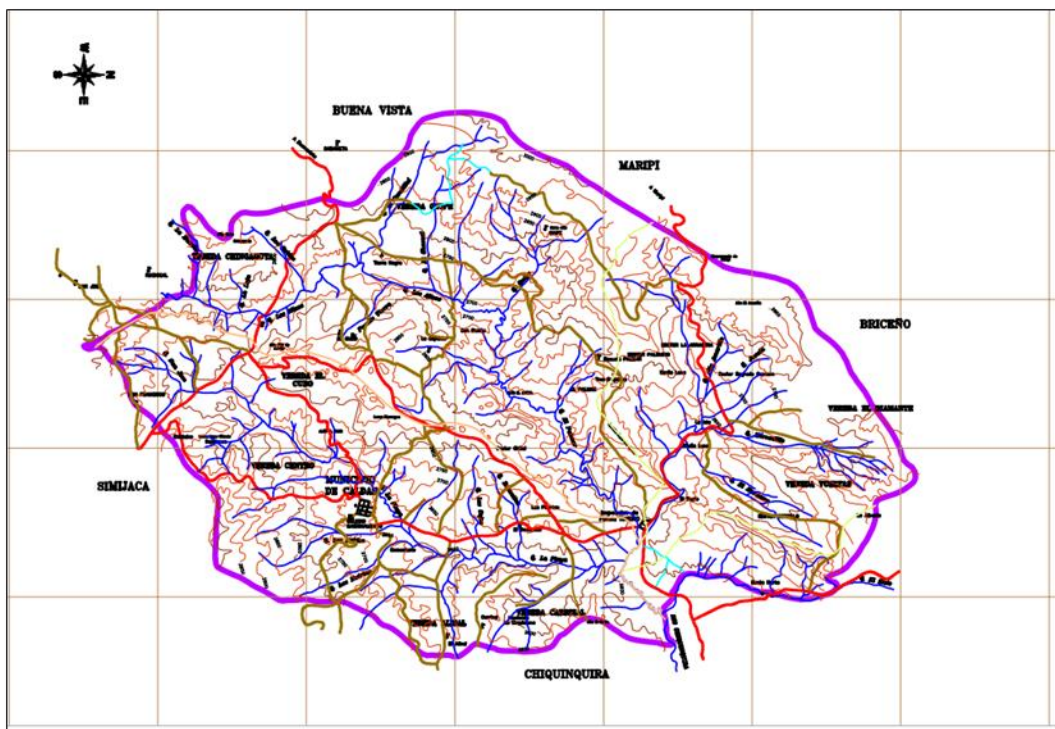
Usos condicionados: captación de aguas o incorporaciones de vertimientos, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre los nacimientos. Construcción de infraestructura de



apoyo para actividades de recreación, embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagüe de instalaciones de acuicultura y extracción de material de arrastre.

Usos prohibidos: usos agropecuarios (Agricultura, ganadería), industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, tala, rocería de la vegetación y remoción parcial o total de la capa natural vegetal. (ALCALDIA MUNICIPAL, 2016-2019)

Ilustración 2 Mapa Hidrográfico



Fuente: Alcaldía Municipal Caldas- Boyacá (2019) Mapa Hidrográfico (Mapa)

<http://www.caldas-boyaca.gov.co/>



7 ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

7.1 Área del proyecto

La mayoría de las familias del municipio de caldas, tiene en promedio 3.7 habitantes por hogar en el sector rural, en este sector las familias no cuentan con un control del abastecimiento del agua limpia, es decir: no tienen medidor, no tienen tanque de almacenamiento y las descargas son continuas con inodoros de alto consumo (6 L descarga).

El área de desarrollo del proyecto comprende en el casco rural del municipio el cual es de 141 hogares con un promedio de 700 habitantes el área en donde se va a ejecutar la planta de tratamiento cuenta con 528 mts²

7.2 Estructura de la Producción

El municipio se caracteriza por tener una economía de tipo tradicional, en donde el sistema de producción predominante los cultivos de maíz papa o siembras intercaladas y la cría extensiva de animales domésticos con una producción a pequeña escala.

7.3 Estratificación y nivel de ingresos

En estratos los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos; y es deber indelegable del alcalde realizar la estratificación respectiva. Así mismo, se establece que el alcalde adoptará mediante decreto los resultados de la estratificación, los difundirá ampliamente y posteriormente los notificará a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

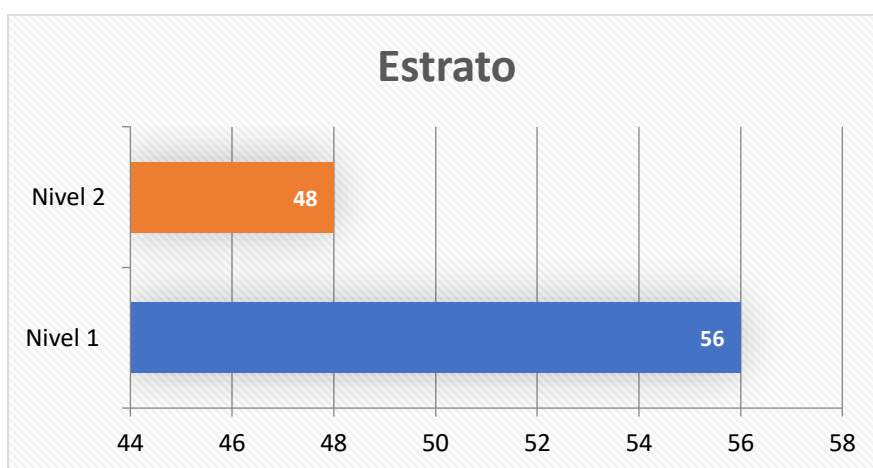


De acuerdo con la información relacionada en el portal del Departamento Nacional de Planeación DANE, el Municipio de Caldas registra una población total de 3.638 habitantes en el año 2015.

El Comité Permanente de Estratificación Socioeconómica es un órgano asesor, consultivo, de veeduría y de apoyo del Alcalde municipal o distrital, para la de atención de reclamos por el estrato asignado; creado por la ley; sin personería jurídica; y cuyo funcionamiento es financiado con recursos provenientes de la Alcaldía municipal y del concurso económico las empresas comercializadoras de servicios públicos domiciliarios residenciales en la localidad, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 11 de la Ley 505 de 1999. (ALCALDIA MUNICIPAL, 2016-2019)

En la vereda playa y espalda el nivel de estratificación es de estrato 1 y 2 con los siguientes datos

Ilustración 3 Promedio de Estratos de Vereda Espalda a -Caldas



Fuente: Paez G. Vereda Espalda (2019) Caldas Boyacá



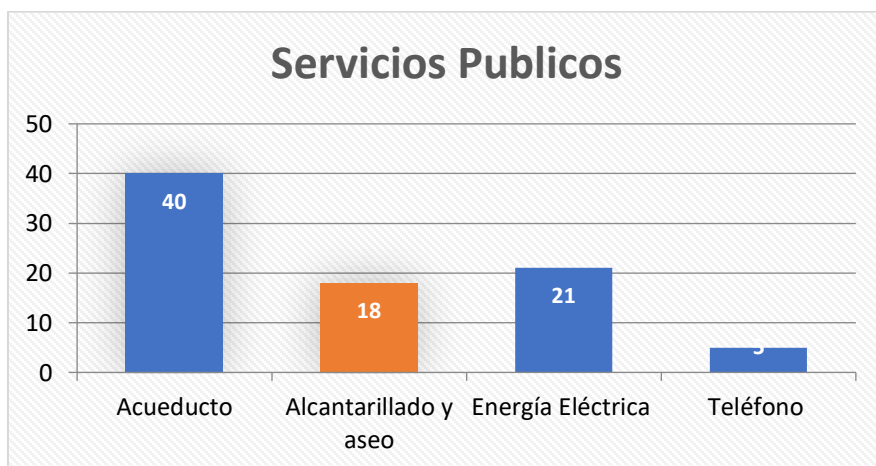
7.4 Servicios Públicos

La adecuada disponibilidad en la prestación de los servicios públicos debe tener en cuenta la localización, la posibilidad de que todos los habitantes tengan acceso a los servicios básicos domiciliarios, es decir, la cobertura.

Todo lo que estas características permiten analizar la consecución de todas las obras necesarias para garantizar de manera eficiente los servicios dentro del municipio, es por ello que en este análisis se hace referencia a la estructura y su estado general.

La prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios, la asume el municipio, a partir de la Ley 142 de 1994;. La cabecera municipal de Caldas presenta una cobertura casi total de los servicios públicos, como Acueducto, Alcantarillado, Energía Eléctrica, Aseo y Teléfono (85% en promedio).

Ilustración 4 Promedio De Servicios Públicos



Fuente: Paez G. Municipio de Caldas (2019) Caldas Boyacá



8 METODOLOGÍA

Este proyecto se realiza para determinar los datos y afectaciones del acueducto de la vereda playa y espalda sector bajo del municipio Caldas Boyacá este proyecto contempla el estudio, diseño y programación para implementar el desarrollo de la construcción de la nueva planta de tratamiento según Resolución N° 1094 de 17 de noviembre 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”* dando como solución a la problemática que se evidencia con el suministro de agua potable en cuanto a cobertura, continuidad y calidad, permitiendo la existencia de problemas ocasionado enfermedades por consumo de agua no potable contribuido al sistema de tratamiento no convencional con un diseño estructurado que garantiza un mal funcionamiento de operación y mantenimiento generando un foco de contaminación, este proyecto se desarrolla para dar a conocer los estudios, diagnósticos, topografía, el diseño, presupuesto, análisis de precios unitarios, especificaciones técnicas, programación de obra y flujo de caja de las actividades equipo y materiales que se van a implementar en el proceso de construcción para garantizar un servicio acto y de buena calidad que permita suministrar agua apta para el consumo humano.



Tabla 1 Metodología empleada en el proyecto

FASE 1	
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Realizar un diagnóstico técnico y operativo de la planta de tratamiento que se encuentra en funcionamiento en el sector bajo del municipio de Caldas – Boyacá.	Descripción del sistema de tratamiento, que incluye: fuentes de abastecimiento, captación, capacidad hidráulica, sistema de bombeo, conducción, así como caracterización físico química del agua.
FASE 2	
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Detallar el diseño de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto.	Definición de parámetros de diseño. Presentación de cálculos: caudales; elementos de diseño: floculador, sedimentador, estructuras de entrada y de salida.
FASE 3	
OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Estimar los recursos necesarios para la construcción e implementación de la planta de tratamiento en esta zona rural del municipio.	Con base en el diseño, realización de análisis de precios unitarios, presupuesto, programación de obra y flujo de caja semanal.

Fuente: Paez G. Vereda Espalda (2019) Caldas Boyacá

- Efectuar un diagnóstico técnico y operativo de la planta de tratamiento que se encuentra en funcionamiento en el sector bajo del municipio de Caldas – Boyacá.



Con respecto a lo anterior se realizó un estudio exhaustivo, de la estructura de la planta que se encuentra en funcionamiento para abastecer a la población, su calidad en cuanto a operación, transporte y distribución.

Como síntesis de lo expuesto, la tabla a continuación muestra la metodología empleada en la realización del presente proyecto.

9 DIAGNOSTICO TECNICO Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Este diagnóstico tiene por objetivo evaluar y establecer el estado actual del sistema de acueducto playa y espalda del municipio de caldas Boyacá, este es la recopilación del levantamiento de cada uno de sus componentes y la verificación del estado físico de elementos que componen este sistema.

9.1 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

El sistema de acueducto actual playa y espalda fue construido hacia el año 2003 y actualmente el servicio es prestado directamente por la junta de acueducto de esta vereda; cuenta con una fuente de abastecimiento y un tanque de abastecimiento.

A nombre del acueducto playa y espalda se encuentra la concesión de aguas superficiales otorgada por el CAR, mediante resolución no: 0347 de 2 de noviembre del 2017 por la cual se otorga concesión de aguas superficiales para el acueducto de la vereda playa y espalda con un caudal de 0.90 l/s. para la quebrada palo armado.



Se ubican 140 usuarios en 4 km de línea de conducción de agua contando con línea de aducción y conducción en tuberías de pvc que varía entre 2 ½” y ¾ y ½ pulgadas para las redes domiciliarias cuenta con un tanque almacenamiento de capacidad 343 mts³.

El servicio es suministrando a la totalidad para los suscriptores con una cobertura del 100% y con una continuidad de 70%, es decir prestando un servicio de 16 horas.

A continuación, se presenta una descripción general de cada componente del sistema de acueducto, a partir de las fuentes de abastecimiento, pasando por las líneas de aducción de agua potable, para terminar en tanque de abastecimiento y las redes de distribución contando con su correspondiente registro fotográfico.

9.1.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Para abastecer el sistema de acueducto urbano, se aprovecha la oferta hídrica de la Quebrada palo armado ubicada en la vereda playa y espalda que es la principal fuente de abastecimiento, fuente concesionada mediante resolución 0347 de fecha 2 de Noviembre de 2017 emitida por la “corporación autónoma regional” CAR medio de la cual se otorga Concesión de Aguas superficiales y permiso de ocupación de cauce al acueducto playa y espalda, de acuerdo con la resolución se concede un caudal de 0.90 litros por segundo para uso doméstico. De acuerdo con la citada resolución la concesión de aguas superficiales y permiso de ocupación del cauce, trata de un caudal unificado de 0.90 litros por segundo para la captación para un periodo de 10 años para la concesión y para toda la vida útil del proyecto para el permiso de ocupación del cauce.



9.1.2 BOCATOMA

La capacidad instalada de aproximadamente 10 l/s, bocatoma de fondo en concreto reforzado de 5 metros de ancho, la rejilla se encuentra en un dique de 3 metros, una vez captada el agua pasa por la cámara de recolección en donde se desprende una tubería de 2 ½ “que conduce al tanque. Para ser bombeada al tanque de almacenamiento. Es la descripción dada por el operario ya que por condiciones ambientales no se puede observar el sistema.

Como se indicó para la bocatoma del sistema de acueducto de playa y espalda, Esta se encuentra con un estado físico regular, requiere de un rediseño con las dimensiones óptima para la captación del caudal estimado en el periodo óptimo de diseño, el sector donde se localiza la estructura se observa estable, lo que podría realizar los ajuste al diseño y construcción en el mismo lugar teniendo en cuenta las recomendaciones al final de este documento.

Ilustración 5 Captación



Fuente: Paez G. Vereda Espalda (2019) Caldas Boyacá



9.1.3 CAPACIDAD HIDRÁULICA

En la actualidad esta estructura está recogiendo un caudal mayor a 11 l/s de los cuales está captando un caudal aproximado de 0.90 l/s , según aforo realizado por esta consultoría en el mes de diciembre de 2018, lo cual significa que para los 25 años de horizonte del proyecto desde el año cero (2019), hasta el año 2039, la estructura existente tiene la capacidad suficiente, teniendo en cuenta que se requiere un caudal máximo de 0.90 l/s, sin embargo, para lograr un óptimo funcionamiento del sistema es necesario plantear el mejoramiento de la bocatoma.

La operación de la bocatoma consiste captar el flujo por medio de una rejilla el cual lo encausa hacia una tubería de aducción. La tubería es PVC y el diámetro consta de 2 ½ pulgadas, sin embargo, se observa que la conducción es llevada a un tanque de 5 x 5 mts y ahí es bombeado al tanque de almacenamiento no se evidencia desarenador.

Ilustración 6 Bocatoma



Fuente: Paez G Vereda Espalda (2019) Caldas Boyacá



9.1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

Los motores sumergibles de 23 pulgadas de Franklin 2366038120 se utilizan normalmente en pozos de agua grandes y exigentes que requieren altos caudales o instalaciones más profundas.

Estos motores proporcionan grandes cantidades de agua para riego, sistemas de agua comunitarios y fábricas donde se requieren grandes flujos o presiones. Entendemos lo importante que es producir sistemas confiables para evitar costos significativos debido a fallas o tiempos de inactividad.

9.1.5 SISTEMAS DE CONDUCCION

Las redes de conducción del acueducto playa y espalda se componen principalmente de tuberías en pvc red 21 con diferentes diámetros q oscilan en 2 ½” y 2” 1 ½” 1” ¾” y ½” para las conexiones domiciliarias

9.1.6 MICROMEDICION

Los usuarios del sistema de acueducto playa y espalda cuentan con un sistema de micro medición, pero no con el sistema de macro medición lo que sería fundamental para el control de pérdidas en el sistema.



Ilustración 7 Micro medición



Fuente: Paez G (Vereda Espalda2019) Caldas Boyacá

9.1.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El sistema de acueducto de playa y espalda, cuenta en la red de conducción con un tanque construido en concreto de aproximadamente 49 m³ el cual está ubicado en la coordenada 1107984.631 N, y 1022142.060E En la cota 2859.447 m.s.n.m., a 1500 metros abajo del sistema de bombeo.

Esta estructura posee las siguientes dimensiones: 7 metros de largo y 7 metros lado tipo 2, una altura útil de 1.5 metros para un volumen útil de 49 m³, esta estructura no cuenta con cajas para válvulas, las válvulas de entrada y salida están expuestas al aire libre, el sistema de tuberías es de 2 ½” pulgadas en PVC que permite por medio una válvulas de 2 1/2” pulgadas, cuenta con una entrada de caudal normal al tanque y la otra para el cierre completo del sistema, así cuando se realice el mantenimiento se cierra la válvula de entrada al tanque y el caudal pasa por la tubería de 2 1/2” pulgadas del by pass; cuenta con sistema de escalinatas externas e internas, la salida del



tanque de almacenamiento cuenta con una serie de tuberías y accesorios que permiten el abastecimiento en tubería pvc 2 ½”

Ilustración 8 Tanque de Almacenamiento



Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2019) Caldas Boyacá

Realizada la inspección in situ al sistema de acueducto se evidencia un sistema de tratamiento encontrado no convencional y fuera de normas y diseños estructurados y que garantizan la funcionalidad , se encuentra encima del tanque de almacenamiento lo cual impide realización de mantenimiento al tanque y genera más peso sobre el mismo originado filtraciones y posibles fracturas en el sistema constructivo se recuerda que un tanque de almacenamiento de agua es una estructura independiente que debe estar libre obstáculos y construcciones para que se facilite el mantenimiento y posibles reparaciones, de acuerdo al sistema de tratamiento encontrado no se evidencia funcionamiento pero si está generando un foco de contaminación y proliferación de moscos y renacuajos.



No se relacionan datos de caudales tratados ni tren de tratamiento por este motivo los análisis físico químicos y bacteriológicos realizados en diferentes épocas del año no cumplen con la normatividad nacional dando como resultado un nivel de riesgo **INVIABLEMENTE SANITARIO**. Lo cual incrementa el riesgo para el consumo humano generando enfermedades gastrointestinales y problemas en la piel.

Ilustración 9 Planta de Tratamiento Actual



Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2019) Caldas Boyacá



9.2 DIAGNOSTICO TECNICO Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Ilustración 10 DIAGNOSTICO



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DE PLAYA,
ESPALDA SECTOR BAJO DEL MUNICIPIO DE CALDAS – BOYACÁ**
Formato de recolección de información - componentes técnicos
Diagnostico técnico acueducto de la planta de tratamiento de agua potable - PTAP

FECHA 24 FEBRERO 2019
MUNICIPIO CALDAS (BOYACÁ)



1. GEO POSICIONAMIENTO:	NORTE 5°33'24"	OESTE 73°52'08"
2. LOCALIZACIÓN:	<u>VEREDA PLAYA Y ESPALDA</u>	
3. NO. TOTAL, DE USUARIOS		
4. USOS DEL AGUA:	RESIDENCIAL	
	BOCATOMA	
COORDENADAS	NORTE 11006967.423 N	ESTE 1021432.510 E
NOMBRE FUENTE HIDRICA	QUEBRADA PALO ARMADO	
CONCESIÓN DE AGUA	RESOLUCIÓN NO: 0347 DE 2 DE NOVIEMBRE DEL 2017 CAR	



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DE PLAYA,
ESPALDA SECTOR BAJO DEL MUNICIPIO DE CALDAS – BOYACÁ**

Formato de recolección de información - componentes técnicos

Diagnostico técnico acueducto de la planta de tratamiento de agua potable - PTAP

CAUDAL OTORGADO	0.90 L/SEG
CAUDAL TEORICO	0.80 L/SEG
TIPO DE FUENTE	SUPERFICIAL
ADUCCION	
DIAMETRO	2 1/2 "
LONGITUD	823 MTS
MATERIAL	PVC RDE 21
ESTADO FISICO	BUENO
EXISTE MACROMEDICION	NO
CONDICIONES GEOLOGICAS DEL TERRENO	ESTABLE
ESTADO FISICO	BUENO
	REGULAR ☒
	MALO

SISTEMA DE BOMBEO

MARCA	FRANKLIN 2366038120
HP	15
SUCCION	6"
VOLTAJE	230 V

TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y PLANTA DE TRATAMIENTO

COORDENADAS	NORTE	ESTE
	1107384.631N	1022142.060 E

ESTRUCTURA COMPLEMENTARIAS

FORMA DE LA ESTRUCTURA	CUADRADA
POSICION	SEMI ENTERRADO
CAPACIDAD M3	49
TUBERIA DE REBOSE	SI
ESCALERA DE ACCESO	SI
VALVULA CONTROL DE NIVEL	NO
DESAGUE	SI
VENTILACION	SI
	DIMENSIONES
LADO 1	7.0 MTS



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DE PLAYA,
ESPALDA SECTOR BAJO DEL MUNICIPIO DE CALDAS – BOYACÁ**

Formato de recolección de información - componentes técnicos

Diagnostico técnico acueducto de la planta de tratamiento de agua potable - PTAP

LADO2	7.0 MTS	
PROFUNDIDAD	7.00 MTS	
VOLUMEN UTIL	49 MTS 3	
SE PRESENTAN PERDIDAS DE AGUA POR FUGAS	NO	
EXISTE MACROMEDICION0	NO	
CONDICIONES GEOLOGICAS DEL TERRENO:		ESTABLE
BOCATOMA	LPS	0.9
ADUCCIÓN	DIÁMETRO	2 1/2"
	ML	10
CONDUCCIÓN	DIÁMETRO	2 1/2"
	ML	823
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M3	49
RED DE DISTRIBUCIÓN	DIÁMETRO	1 1/2" 1" 3/4" 1/2"
	ML	3000
CONEXIONES DOMICILIARIAS	CANTIDAD	140
	INSTALADOS	140
MICROMEDID.	FUNCIONANDO	140
ESTADO FISICO	BUENO	_____
	REGULAR	X _____
	MALO	_____

OBSERVACIONES: ESTE SISTEMA DE TRATAMIENTO SE ENCUENTRA ENCIMA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO LO CUAL IMPIDE REALIZAR MANTENIMIENTO AL TANQUE Y GENERA MÁS PESO SOBRE EL MISMO ORIGINADO FILTRACIONES Y POSIBLES FRACTURAS EN EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

Realizado por:

Yessenia Paez Guzmán
C.C. 1053338609 de Chiquinquirá

Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2019) Caldas Boyacá



10 ESTUDIO DE LOS ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Se hace toma de muestras de análisis del agua de las caracterización fisicoquímica y microbiológica para determinar la calidad de las fuentes de abastecimiento realizada a la quebrada palo armado y al agua ya tratada del tanque de almacenamiento según la resolución 1096 del año 2000

El análisis realizado presenta condiciones regulares con un nivel de riesgo (**INVIABLEMENTE SANITARIO**) mostrando que el agua generada en un sistema de potabilización no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Es decir que el agua para consumo humano debe cumplir los Requisitos de Calidad microbiológicos, organolépticos y físico-químicos; por consiguiente, se relacionan los resultados de laboratorio, estos resultados han sido analizados y comparados de acuerdo a los valores máximos permisibles de aguas para consumo humano, según la fuente de abastecimiento según resolución de 1096 del 2000. RESOLUCIÓN 2115 DEL 22 DE JUNIO DE 2007 contribuyendo al planteamiento del problema de la mala cobertura y calidad del agua potable para la vereda playa y espalda del municipio de Caldas – Boyacá.



Ilustración 11 Análisis, Físico, Químico y Microbiológico

SOLICITANTE: **LEONARDO PARRA GALEANO.**
Dirección y Teléfono: Chiquinquirá - Boyacá. Nit: 7318376
E-mail: ingeleo1a@gmail.com

ANÁLISIS SOLICITADO ☒ FÍSICO-QUÍMICO ☒ MICROBIOLÓGICO TIPO DE AGUA ☒ CRUDA ☐ TRATADA

DATOS DE LA MUESTRA: PUNTO DE TOMA: Bocatoma. DIRECCIÓN: BARRIO: SECTOR: VEREDA: La Playa y Espalda. MUNICIPIO: Caldas. DEPARTAMENTO: Boyacá. FUENTE: Nacimiento. TOMADA POR: Yessenia Páez Guzmán CC: 1053338609, Aux, Administrativo. EN CONSTANCIA DE: Leonardo Parra Galeano CC: 7318376, Ing. Civil.

MEDICIONES IN-SITU: Cloro Residual Libre: xxx pH: xxx

INSUMOS:

FECHAS (Día-mes-año): DE TOMA: 17-11/2018, Hora: 12:45 p.m., DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO: 19-11/2018, Hora: 09:30 a.m., DE EMISIÓN DEL REPORTE: 23-11/2018.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

CARACTERÍSTICA	EXPRESADA COMO*	VALOR OBTENIDO	VALOR ACEPTABLE*	DIAGNÓSTICO* (Aceptable/No Aceptable)
pH	En escala 0 a 14	5,60	6,5 a 9,0	NO ACEPTABLE
Color Aparente	UPC	220	15 UPC	NO ACEPTABLE
Olor	Aceptable/No Aceptable	acceptable	acceptable	ACEPTABLE
Conductividad	microsiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	104	1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	ACEPTABLE
Turbiedad	UNT	30	2 UNT	NO ACEPTABLE
Nitritos	mg/L NO_2^-	0,000	0,1 mg/L	ACEPTABLE
Cloruros	mg/L Cl^-	7	250 mg/L	ACEPTABLE
Sulfatos	mg/L SO_4^{2-}	27	250 mg/L	ACEPTABLE
Hierro Total	mg/L Fe	2,27	0,30 mg/L	NO ACEPTABLE
Dureza Total	mg/L CaCO_3	40	300 mg/L	ACEPTABLE
Cloro Residual Libre	mg/L Cloro residual libre		0,3 a 2,0 mg/L	
Sólidos Disueltos Totales	ppm	49	...	
Coliformes totales	UFC/100 cm^3	>100	0 UFC/100 cm^3	NO ACEPTABLE
Escherichia coli	UFC/100 cm^3	19	0 UFC/100 cm^3	NO ACEPTABLE

MÉTODOS UTILIZADOS: pH: SM4500H+ B, Color Aparente: SM2120 C, Olor: Organoléptico, Conductividad: SM2510B, Turbiedad: SM2130B, Nitritos: SM4500NO2- B, Hierro: SM4500CI- B, Sulfatos: SM4500SO4- E, Hierro Total: SM3500Fe B, Dureza Total: SM2340C, Cloro residual Libre: SM4500Cl G, SDT: Electrodo de Cloro, Colorimétrico-Peróxido, Microbiológico: SM922211 y 1 Filtración Por Membrana.

Para agua para consumo humano según Res. 2115/2007 de los Ministerios de la Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

NOTA: Los resultados anteriores son válidos únicamente para la muestra analizada. Este informe no se debe reproducir, excepto totalmente, sin la autorización del laboratorio de Aguas.

Características analizadas: 14.
Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA: 91,42 %
Nivel de Riesgo: INVIABLE SANITARIAMENTE.

Héctor Alonzo Cortés Sánchez

HÉCTOR ALONZO CORTÉS SÁNCHEZ

Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2018) Caldas Boyacá



10.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS

Es el conjunto de características mediante las cuales se cuantificó la calidad del agua en lo referente a lo físico-químico y microbiológico respectivamente.

Características Físicas. Son aquellas que se pueden detectar con los sentidos, lo cual implica que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua. Las características físicas son la turbiedad, el color, el sabor, el olor y la temperatura entre otras

Características Químicas. Por ser el agua un solvente universal, existe la posibilidad de que una inmensa cantidad de elementos y compuesto estén presentes en ella en forma de solución; sin embargo, la gran mayoría de estos no tienen mucho significado y es por esto que se consideran algunos de ellos solamente, teniendo en cuenta su posible prevaencia en el agua, los efectos adversos que puedan tener sobre la salud, la influencia que tenga en los procesos de tratamiento o las implicaciones de tipo económico.

Características Microbiológicas. La microbiología es la ciencia que estudia los microorganismos y sus actividades, a través del conocimiento de su forma, estructura, reproducción, fisiología, metabolismo e identificación.

En microbiología se estudian ciertos organismos que presentan características preferentemente vegetales, otros que se asemejan más a los animales, y algunos que poseen propiedades comunes tanto a unos como a otros; existen además unos elementos llamados virus que algunos naturalistas clasifican dentro de los seres vivos, mientras que otros los consideran inertes o inanimados.

- Detallar el diseño de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto.

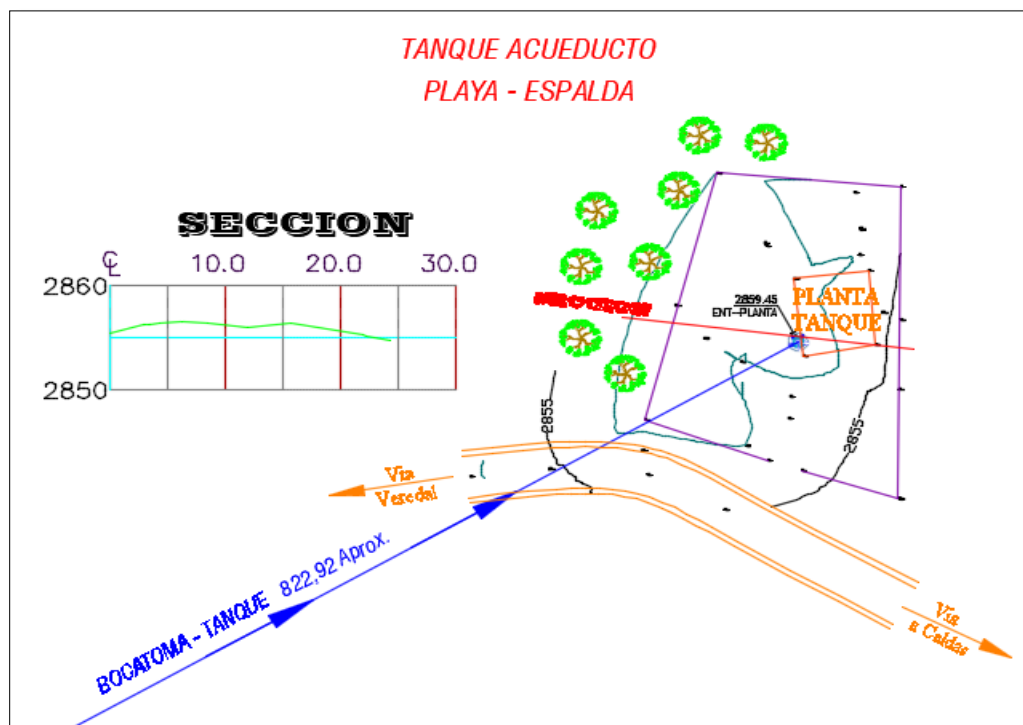


11 TOPOGRAFÍA

Se realiza levantamiento topográfico se realiza toma de datos en el sitio de los puntos más importantes del terreno en la bocatoma, sistema de bombeo (electro-bombas) y de la ubicación del lote donde se encuentra la planta de tratamiento actual.

El sistema de acueducto de playa y espalda, se encuentra ubicado en la coordenada 1107984.631 N, y 1022142.060E En la cota 2859.447 m.s.n.m., a 1500 metros abajo del sistema de bombeo y cuenta en la red de conducción con un tanque construido en concreto de aproximadamente 49 m³

Ilustración 12 PLANOS TOPOGRÁFICOS



Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2019) Caldas Boyacá



Ilustración 13 TOPOGRAFIA



Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2019) Caldas Boyacá



12 DISEÑOS

12.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Según los requerimientos de la RAS 2000 y resolución 0330 del 2017 cada proyecto de potabilización y saneamiento básico debe cumplir con los requisitos enumerados en el capítulo 3, estos requerimientos son:

Paso.1 Definición del Nivel de Complejidad

Según el numeral A2.1 para definir el nivel de complejidad se deben seguir los pasos del numeral A.3

La población con la que se va a desarrollar este proyecto como indica los 140 usuarios como lo indica la siguiente ilustración, con esto expresamos según la tabla del RAS 2000 que el nivel de complejidad del proyecto es bajo. (Ministerio De Vivienda, 2000)

Nivel de complejidad según población.

Tabla 2 Nivel de Complejidad.

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: (Ministerio De Vivienda, 2000)

Paso 3. Población Dotación y Demanda



A continuación, se describe el procedimiento que debe seguirse para la evaluación de la población, la dotación bruta y la demanda de caudal en un sistema de acueducto:

12.1.1 MÉTODOS DE CÁLCULO

Para establecer el método de cálculo adecuado se debe tener en cuenta el nivel de complejidad del sistema de acuerdo a la tabla 2. (Ministerio De Vivienda, 2000)

Tabla 3 Métodos para emplear según nivel del sistema.

Métodos de Cálculo Permitidos Según El Nivel De Complejidad Del Sistema

Método Por Emplear	Nivel De Complejidad Del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio - Alto	Alto
Aritméticos, geométricos y exponencial	X	X		
Aritméticos+ Geométricos + Exponencial + Otros			X	X
Por Componentes (Demográfico)			X	X
Detallar Por Zonas Y Detallar Densidades			X	X

Fuente: (Ministerio De Vivienda, 2000)

Teniendo en cuenta la tabla 2 se debe realizar método aritmético, geométrico y exponencial y se debe escoger el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población. La población se proyectará para un periodo de diseño de 15 años de acuerdo con el numeral A.11.1.3 de la RAS2000. (Ministerio De Vivienda, 2000)

Teniendo en cuenta la tabla 2 se debe realizar método aritmético, geométrico y exponencial y se debe escoger el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población. La



población se proyectará para un periodo de diseño de 15 años de acuerdo con el numeral A.11.1.3 de la RAS2000. (Ministerio De Vivienda, 2000)

Población

De acuerdo a los datos existentes se encuentra 140 usuarios, se toma una tasa de crecimiento rural del 1.0%

Proyección de la población

140 viviendas * 5 habitantes/vivienda

700 habitantes

$$P_f = P_i (1+r)^n$$

Donde

P_f = población final

P_i = población inicial

n = años

$$P_f = 700 (1+0.01)^{15}$$

P_f = 812 habitantes



Tabla 4 Promedio por Año

AÑOS	POBLACION
2018	700
2019	714
2020	721
2021	728
2022	735
2023	743
2024	750
2025	757
2026	7656
2027	773
2028	780
2029	788
2030	796
2031	804
2032	812

Fuente: Ing. Parra. L (2018) Promedió por año (Tabla)

El proyecto tendrá una población de 812 habitantes, razón por la cual se clasificaría dentro del nivel de complejidad bajo, de acuerdo a la resolución 0330 del 2017

Con base en la línea de tendencia de las proyecciones se adopta como la proyección esperada la calculada por el método geométrico.

Con una población equivalente de 812 habitantes para los 15 años de proyección.



12.2 CALCULO DE DOTACIÓN

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. (Ras, 2017)

Tabla 5. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/HAB*DÍA)
> 2000 m s. n. m.	120
1000 – 2000 m s. n. m.	130
< 1000 m s. n. m.	140

Fuente: (Ras, 2017)

Teniendo en cuenta la tabla 11 se toma como dotación neta máxima 120 L/hab*dia.

Dotación neta 120 L/hab*dia

Perdidas

Aducción: las pérdidas del sistema según la norma para la aducción deben ser menores a 5 %.



Necesidades de la planta de tratamiento. Para un buen funcionamiento de la planta se debe tener un incremento de la totalidad de la población neta y este porcentaje oscila entre el 3% y 5% del caudal medio diario.

Tabla 6 *Porcentajes pérdidas técnicas*

Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas	
Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

Fuente: (Ras, 2017)

12.2.1 DOTACIÓN BRUTA

La dotación bruta se determina mediante la ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%p}$$

$$D_{bruta} = \frac{120 \text{ l/h/dia}}{1 - 0.25}$$

$$D_{bruta} = 160 \text{ l/hab-dia}$$



DEMANDAS:

Caudal medio diario Qmd

$$Q_{\text{medio}} = \frac{p * d_{\text{bruta}}}{86400}$$

$$86400$$

Donde P: población

D: dotación bruta

$$Q_{\text{medio}} = \frac{812 \text{ hab} * 120 \text{ l/h-dia}}{86400}$$

$$86400$$

$$Q_{\text{medio}} = 1.12 \text{ lts/seg}$$

12.3 3. CAUDAL MÁXIMO DIARIO

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k1. El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Q_{\text{medio}} * k1$$

$$QMD = 1.12 \text{ l/seg} * 1.3$$

$$QMD = 1.456 \text{ l/seg}$$



12.3.1 CAUDAL MÁXIMO HORARIO

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , según la siguiente ecuación

$$QMH = QMD * k_2$$

$$QMH = 1.456 \text{ l/seg} * 1.6$$

$$QMH = 2.32 \text{ l/seg}$$

12.3.2 DISEÑO A IMPLEMENTAR

Basado en la resolución 0330 del 2017 para la selección del sistema de tratamiento se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Características físico químicas y bacteriológicas del agua a tratar
- Población, caudales de diseño

En el acueducto de la vereda Playa y Espalda de sector bajo del municipio de caldas Boyacá encontramos en el reporte de resultados analíticos tomados el día 20 de noviembre del 2018

Los parámetros que no cumplen con la resolución 0330 del 2017 y ras 2000 son los siguientes

Según el artículo 109 resolución 0330 del 2017 el tren de tratamiento para el acueducto RURAL PLAYA Y ESPALDA se seleccionó un sistema de tratamiento convencional (aireación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección,) (Ras, 2017)

Tabla 7 Parámetros No Aceptables Resolución 3030 Del 2017



CARACTERÍSTICA	DIAGNOSTICO
pH	No Aceptable
Color Aparente	No Aceptable
Turbiedad	No Aceptable
Hierro Total	No Aceptable
Coliformes Totales	No Aceptable
Eschericha Coli	No Aceptable

Fuente: (Ras, 2017)



Tabla 8 Tecnología y procesos unitarios de tratamiento

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO CONTAMINANTE QUE SE VA A REMOVER													
	Aeración	Coagulación + Flocculación + Sedimentación	Filtración Convencional	Ablandamiento	Oxidación Química	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración	Ósmosis inversa	Electrodialisis inversa	Intercambio iónico	Filtración por adsorción	Filtración optimizada
Características físicas													
Color aparente		X	X		X	X	X	X	X			X	X
Olor y sabor	X				X							X	
Turbiedad		X	X			X	X						X
Sólidos disueltos totales		X	X			X	X		X	X	X		X
Características químicas inorgánicas													
Antimonio									X	X			
Arsénico		X	X	X					X	X	X	X	X
Bario				X					X	X	X		
Cadmio		X	X	X					X	X	X		X
Cianuro libre y disociable					X								
Cloruros							X		X	X			
Cobre		X		X					X		X		
Cromo		X	X	X					X	X	X		X
Dureza				X				X	X	X	X		
Fluoruros				X					X	X		X	
Fosfatos			X						X			X	X
Hierro	X	X	X	X	X						X		X
Manganeso	X	X	X	X	X						X		X
Mercurio				X					X	X			
Molibdeno												X	
Níquel				X					X	X	X		
Nitratos									X	X	X		
Nitritos									X	X	X		
Plomo		X							X		X		
Selenio		X							X	X	X	X	
Sulfatos								X	X	X			
Trihalometanos Totales	X				X			X			X	X	
Zinc				X					X	X	X		
Características químicas orgánicas													
Carbono Orgánico Total		X				X	X	X	X			X	
Pesticidas/Herbicidas								X	X			X	
Orgánicos sintéticos									X			X	
Orgánicos volátiles	X											X	
Características microbiológicas													
Escherichia Coli			X			X	X						X
Giardia y Cryptosporidium						X	X						X

Fuente: (Ras, 2017)



12.4 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO

12.4.1 Aireación

Se determinó que la operación de aireación se realizaría por medio de un aireador de bandeja múltiple.

12.4.1.1 Aireador de bandeja múltiple

Tabla 9 *Parámetros de Diseño: Aireador de Bandeja*

ARÁMETRO	VALOR
Carga hidráulica	500 – 1500 m/d
Altura total	1,2 – 3,0 m
Número de bandejas	3 – 9
Distancia entre bandejas	0,3 – 0,5 m
Altura de bandeja	0,20 – 0,25 m
Diámetro medio orificios	0,5 – 0,6 cm
Separación media entre orificios	0,25 m
Eficiencia de remoción de CO ₂ esperada	60%
Material del lecho de contacto	carbón activado o coque, ladrillo triturado, cerámica, resinas de intercambio iónico
Tamaño del material de contacto	4 – 12 cm
Espesor del lecho de contacto	0,15 – 0,20 m



Fuente: (Ras, 2017)

El aireador de bandeja múltiple consiste en una serie de bandejas que cuentan con ranuras en el fondo que permiten el paso del agua, por medio de caída libre y se produce un tiempo de exposición del agua para que entre en contacto con el aire, esto permite modificar la concentración de sustancias volátiles contenidas en el agua cruda.

Como punto de partida para el diseño de las bandejas de aireación se tomó el caudal de diseño. Así mismo se establece la separación entre Bandejas como 0,3 m

12.5 MEZCLA RAPIDA

Al ingreso de la PTAP se construirá una estructura de mezcla rápida para la dosificación de productos químicos como sulfato de aluminio o cloruro férrico para la remoción de turbiedad y el arsénico que contienen las aguas crudas.

La unidad para la mezcla rápida será un vertedero triangular de 90° para producir la dispersión homogénea del coagulante en toda la masa de agua a tratar en el resalto hidráulico que se genera.

La altura de agua sobre el vertedero se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$h = (Q / 1.4)^{0.4}$$

Donde:



7 altura de agua sobre el vertedero (m)

Q: caudal de diseño (m³/s)

Asimismo, en esta unidad se verificaron las condiciones hidráulicas del número de Froude, gradiente de velocidad y tiempo de retención instantáneo. Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

$$h_c = (q^2/g)^{1/3}$$

Donde:

h_c : altura crítica (m)

q: caudal unitario por ancho de canal (m³/s)

$$F = v_1 / \sqrt{g \cdot h_1}$$

Donde:

F: Número de Froude

v_1 : Velocidad al inicio del resalto (m/s)

h_1 : altura de agua al inicio del resalto (m)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

$$T = L_m / V_m$$

Donde:



8 tiempo de mezcla (m)

Lm: longitud del resalto (m)

Vm: velocidad promedio en el resalto (m/s)

$$G = \sqrt{(\gamma/u) * hp/T}$$

Donde:

G: Gradiente de velocidad (s⁻¹)

γ : Peso específico del agua (Kg/m³) u:

coeficiente de viscosidad (Kg.s/m²) hp: Energía

disipada en el resalto (m⁹) T: tiempo de mezcla (s)

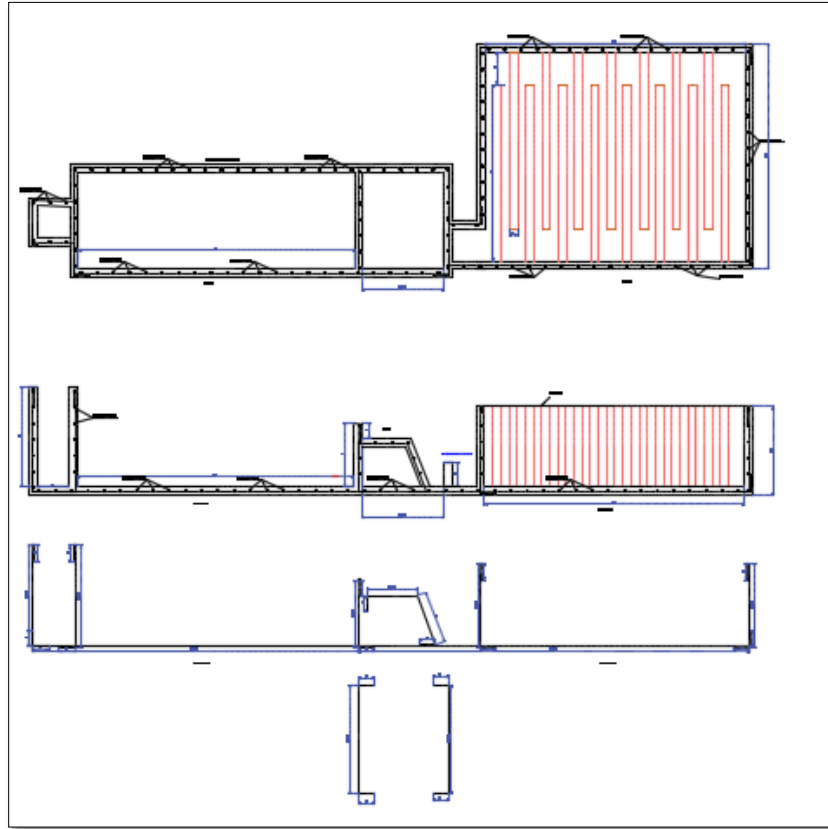
Por otro lado, la dosificación de productos químicos se realizará en solución y por gravedad. La dosis final de la solución se deberá ajustar durante la operación de la PTAP.

12.6 FLOCULADOR DE FLUJO HORIZONTAL

En la planta de tratamiento se ha considerado la construcción de un floculador de flujo horizontal con tres compartimientos para la formación de flóculos. Los rangos de gradiente de velocidad han variado en forma decreciente entre 75 y 25 s⁻¹, con un tiempo de retención total de 20 minutos.

Los criterios considerados en el diseño del floculador de flujo horizontal han sido que el ancho de vueltas es de 1.5 veces el espacio entre las pantallas. Asimismo, el tirante de agua en la unidad ha sido de 1.10 m y el coeficiente de pérdida de carga en las vueltas (K) ha sido de 2.

Ilustración 14 Diseño Floculador De Flujo Horizontal



Fuente: Ing. Parra. L (2018) Diseño Floculador De Flujo Horizontal (Figura)

12.7 SEDIMENTADOR

El diseño de los sedimentadores tiene como objetivo la decantación de partículas de tamaño superior a 1 μ m. Para efectos de mantenimiento, en el diseño de la planta se considerarán 2 unidades de forma rectangular.

Para el cálculo del área superficial de la unidad (A_s) se utilizó la siguiente fórmula donde se utilizó una velocidad de sedimentación de 0.00013 m/s.

$$A_s = Q / V_s$$



Siendo:

As: área superficial de la unidad (m²)

Vs : Velocidad de sedimentación (m/seg)

Q : Caudal de diseño (m³/seg)

Seguidamente se determinaron las dimensiones del sedimentador: largo (m), ancho y altura (m) de manera tal que se cumplan las relaciones de largo – ancho entre 2 y 5 así como la relación largo – profundidad de 5 a 20.

En el diseño se asumió un ancho de 3.00 m por cada sedimentador y un altura de 1.50 m. La longitud de la zona de sedimentación (L2) se calculó con la siguiente fórmula:

$$L2 = AS / B$$

Siendo:

L2: longitud de la zona de sedimentación (m)

As: área superficial de la unidad (m²)

B: ancho de la unidad (m)

A este valor se adicionó la longitud de entrada (L1) por lo cual la longitud total del sedimentador corresponde a la suma de L1 y L2. Asimismo, en el diseño se verificó que el periodo de retención



es de 3.2 horas, valor dentro del rango recomendado en la Norma OS.020 (1.5 y 5 horas). La velocidad horizontal de flujo (VH) fue menor a 0.55 cm/s y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$VH=100*Q/ (B*H)$$

Siendo:

VH: Velocidad horizontal de flujo (cm/s)

Q: Caudal de diseño (m³/seg)

H: altura de agua del sedimentador (m)

B: ancho de la unidad (m)

Por otro lado, en el fondo de la unidad se consideró una pendiente de 10% para facilitar el deslizamiento de lodo hacia la tolva. En esta sección, la profundidad total se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$H1=H+(S)*L2$$

Siendo:

H1: altura máxima del sedimentador (m)

H: altura de agua del sedimentador (m)

L2: longitud de la zona de sedimentación (m)



En cuanto a la pantalla de ingreso, se asumió un diámetro de orificio de 0.025 m (1”) y una velocidad de paso (V_o) entre los orificios de 0,1 m/seg. Con estas consideraciones, se determinó el área total de los orificios (A_o) mediante la siguiente fórmula:

$$A_o = Q/V_o$$

Siendo:

A_o : área total de los orificios (m^2)

Q : Caudal de diseño (m^3/seg)

V_o : velocidad de paso en los orificios (m/s)

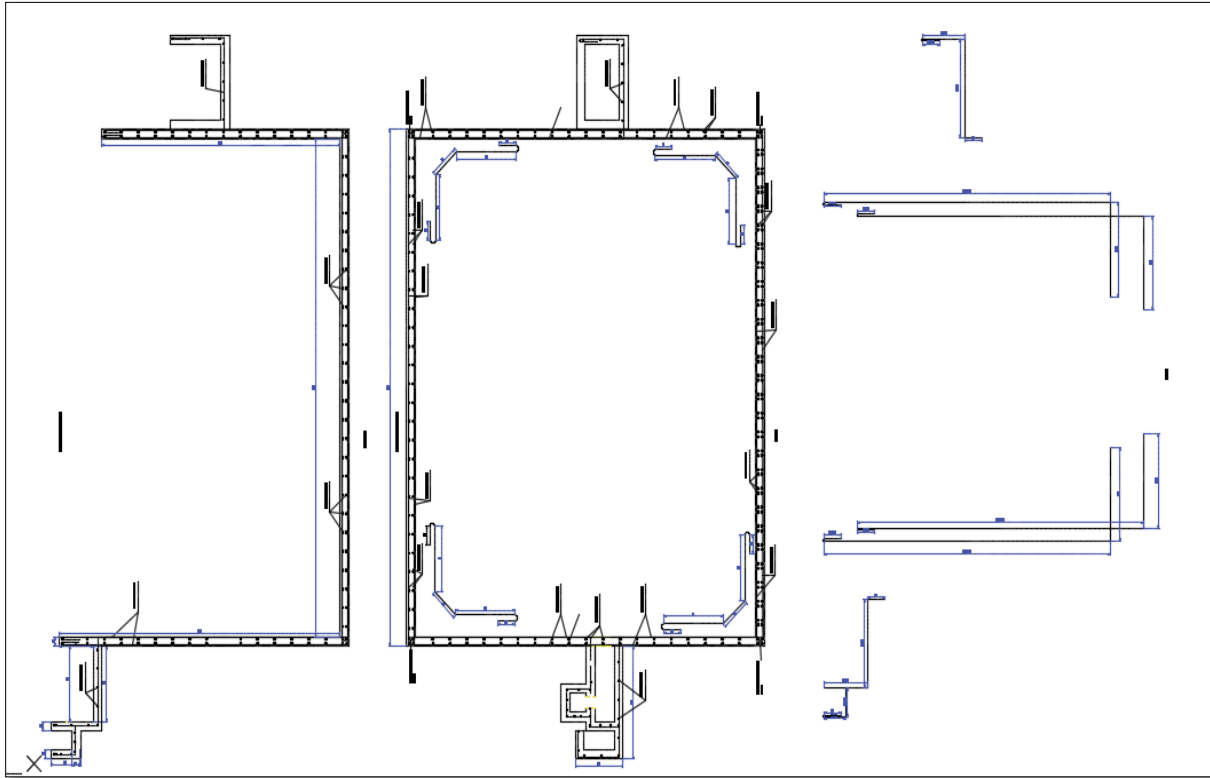
El número total de orificios se distribuyó uniformemente espaciados en todo el ancho y la altura útil del sedimentador, manteniendo una distancia entre orificios menor a 0.50 m. La altura de la pantalla con orificios (h) se calculó con la siguiente fórmula:

$$h = H - 2/5 H$$

Siendo:

altura de la pantalla con orificios (m) H : altura del sedimentador (m)

Ilustración 15 Diseño De Sedimentador



Fuente: Ing. Parra. L (2018 Diseño De Sedimentador (Figura))

12.8 FILTRO LENTOS DE ARENA

La turbiedad del agua prefiltrada que ingresará a los filtros lentos será inferior a 50 UNT y 40 UCV de color. En la PTAP se proyectará la construcción de 2 unidades que estarán interconectadas a través de la estructura de salida para que se pueda llenar en forma ascendente.

El área superficial (A_s) requerida por cada filtro lento de arena se calculó mediante la siguiente formula

$$A_s = Q_d / (N \times V_f)$$

Donde:



As: área superficial (m²)

V_f = velocidad de filtración (m/h)

Q_d = caudal de diseño (m³/h)

N = número de unidades

En el diseño se utilizó una velocidad de filtración de 0.15 m/h, valor que se encuentra dentro del rango recomendado (0.1 a 0.3 m/h).

Asimismo, para el cálculo de las dimensiones (largo y ancho) del filtro lento se utilizaron las siguientes formulas

$$K = (2 \cdot N) / (N + 1)$$

Donde:

K = Coeficiente de mínimo costo

N = número de unidades

$$L = (A_s \cdot K)^{1/2}$$

Donde:

L = Longitud del filtro lento (m)

K = Coeficiente de mínimo costo

$$B = (A_s / K)^{1/2}$$



Donde:

B = Ancho del filtro lento (m)

K = Coeficiente de mínimo costo

Por otro lado, la velocidad de filtración real (VR) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$VR = Qd / (2 * L * B)$$

Donde:

VR = velocidad de filtración real (m/h)

Qd = caudal de diseño (m³/s)

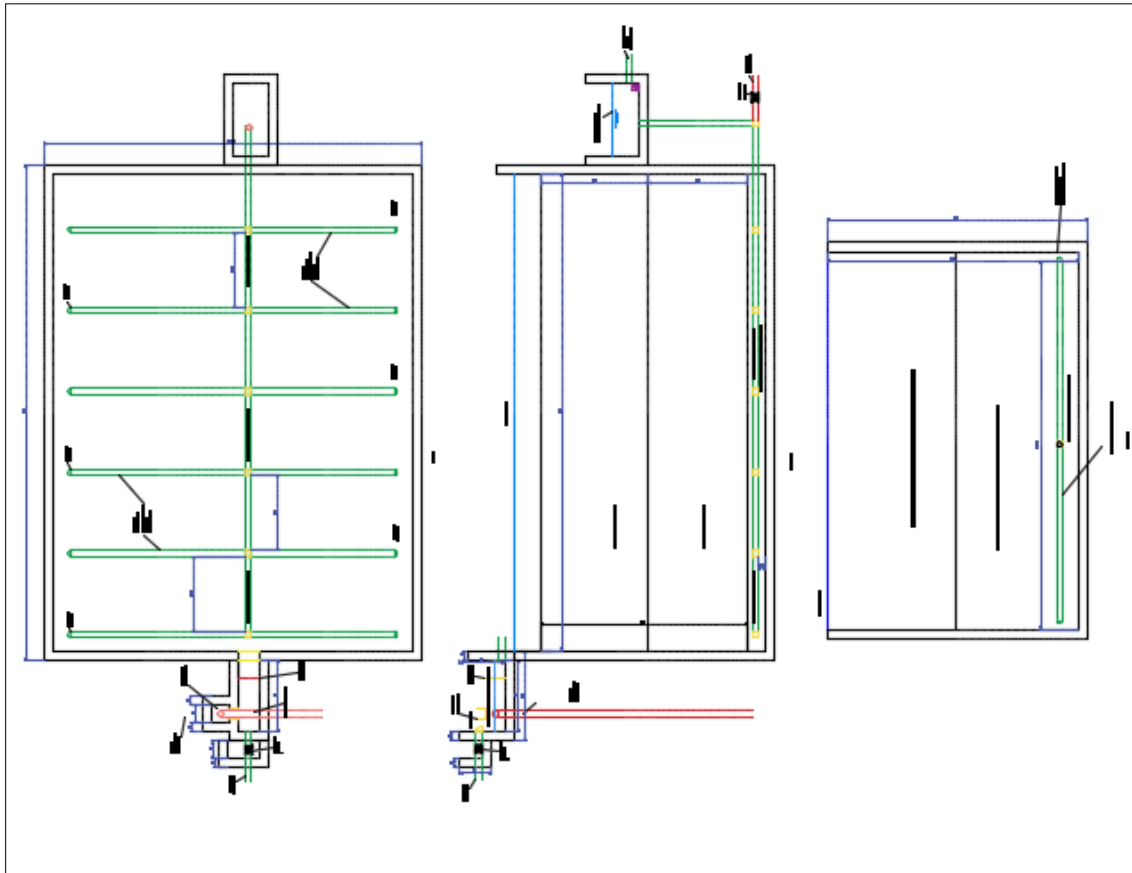
L = longitud del filtro lento (m)

B = ancho del filtro lento (m)

El medio filtrante estará compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica, con un diámetro efectivo de 0.25 mm. La capa de arena será de 0.80 m y por debajo se colocará una capa de grava de 0.25 m como medio de soporte y un sistema de drenaje. Asimismo, la altura máxima de agua en la caja del filtro será de 1.00 m (Ministerio De Vivienda, 2000)



Ilustración 16 Diseño Filtro Lentos de Arena



Fuente: Ing. Parra, L (2018 Diseño Filtro Lentos de Arena (Figura))

12.9 DISEÑO DE MEZCLA RAPIDA CON VERTEDERO TRIANGULAR

DISEÑO DE MEZCLA RAPIDA CON VERTEDERO TRIANGULAR				
Descripción	Símbolo	Unid	Ecuación	Valor
Caudal de diseño (Qmd)	Qmd	m ³ /s		0.00145
Altura de agua sobre el vertedero	h	m	$h = (Q / 1.4)^{0.4}$	0.06
Ancho de la lámina vertiente	L	m	$L = 2h$	0.12
Ancho del canal	B	m/s	$B = L$	0.12
Caudal unitario	q	m ³ /s	$q = Q/B$	0.12
Aceleración de la gravedad	g	m/s ²		9.81



Altura critica	hc	m	$hc = (q^2/g)^{1/3}$	0.11
Altura desde el vértice del vertedero afondo del canal aguas abajo	P	m	Asumido	0.80
Altura al inicio del resalto	h1	m	$h1 = 1.41 * hc / \sqrt{(2.56 + (P/hc))}$	0.054
Velocidad al inicio del resalto	V1	m/s	$V1 = q/h1$	2.22
Numero de Froude	F		$F = v1 / \sqrt{(g * h1)}$	5.8
Altura después del resalto	h2	mts	$h2 = h1 * (\sqrt{(1+8F^2)} - 1)/2$	0.626
Velocidad al final del resalto	V2	m/s	$v2 = q/h2$	0.19
Energía disipada en el resalto	hp	m	$hp = (h2 - h1)^3 / 4 h1 * h2$	1.38
Longitud del resalto	Lm	m	$Lm = 6 * (h2 - h1)$	3.43
Distancia del vertedero a la sección 1	L'	m	$L' = 4.3 P (hc/P)^{0.9}$	0.57
Velocidad promedio	Vm	m/s	$Vm = (V1 + V2)/2$	1.20
Tiempo de mezcla	T	seg	$T = Lm / Vm$	2.85
Peso especifico del agua	γ	kgF/m3		998.97
Viscosidad del agua	u	Kg.s/m2		0.000114
Gradiente	G	s-1	$G = \sqrt{(\gamma/u)} * hp/T$	1858.78

Fuente: Ing. Parra. L (2018) Diseño De Mezcla Rápida Con Vertedero Triangular (Tabla)

12.10 DISEÑO FLOCULADOR DE FLUJO HORINZONTAL

Tabla 10 1.1. Diseño De Mezcla Rápida Con Vertedero Triangular Floculador, Flujo Horizontal Y Sedimentadores

DISEÑO FLOCULADOR DE FLUJO HORINZONTAL				
Descripción	Simbolo	Unid	Ecuación	Valor
Caudal de diseño (Qmd)	Qmd	m3/s		0.001456
Tiempo de retención tramo	T1	min	Asumida	9
Gradiente de velocidad en tramo	G1	s-1	Asumida	75
Velocidad en el tramo	V1	m/s	Asumida	0.165
Longitud del primer tramo	L1	m	$L1 = v1 \times T1 \times 60$	89.1



Sección de canales tramo	A1	m ²	$A1 = Q / V1$	0.0088
Altura de agua en la unidad	H	m	Asumida	1.00
Ancho de canales del primer tramo	a	m	$a1 = A1 / H$	0.0088
Ancho de vueltas del tramo	d1	m	$d1 = 1.5 * a1$	0.0132
Ancho útil de la pantalla	b	m	Asumida	0.850
Ancho del floculador	B	m	$B = 3b + d1$	2.563
Numero de canales en tramo	N1	m	$N1 = L1 / B$	34.76
Numero de canales en tramo	N1	m	seleccionado	34.00
Espesor de las pantallas corrugadas	e	m	Asumida	0.006
Longitud del primer tramo	L1	m	$L1 = N1 * (a1 + e)$	3.196
Coefficiente de perdida de carga en las vueltas	K		Asumido	2.00
Perdida de carga en las vueltas primer tramo	h1	m	$h1 = KV1^2 * (N1-1) / 2 g$	0.09
Perímetro mojado de las secciones del tramo 1	P1	m	$P1 = 2H + a1$	10.088
Radio hidráulico de canales del tramo 1	R1	m/s	$R1 = A1 / P1$	0.008
Coefficiente de rugosidad	n		Asumido	0.030
Perdida de carga en los canales del tramo 1	h2	m	$h2 = (n V1 / R1^{2/3})^2 * L1$	0.2173
Perdida de carga total en el tramo 1	hf1	m	$hf1 = h1 + h2$	0.309
Peso específico del agua	γ	kg/m ³		998.97
Viscosidad del agua	u	Kg.s/m ²		0.000114
Gradiente de velocidad en tramo 1	G1	s ⁻¹	$G = \sqrt{(\gamma/u) * hp/T}$	74.50

Fuente: Ing. Parra. L (2018) Diseño Floculador De Flujo Horizontal (Tabla)

12.11 DISEÑO DE SEDIMENTADORES

DISEÑO DE SEDIMENTADORES				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	UNID	ECUACIÓN	VALOR
Caudal de diseño (Qmd)	Qmd	m ³ /s		0.00145
Numero de sedimentadores	N			2
Caudal de diseño x sedimentador	Qu	m ³ /s	$Qu = Qmd / N$	0.000725
Velocidad de sedimentación	VS	m/s	Stokes, Allen ó Newton	0.00013



Área superficial de la zona de decantación	AS	m ²	$AS=Q/VS$	11.15
Ancho del sedimentador	B	mts	Asumido	3
Longitud en la zona de sedimentación	L2	mts	$L2=AS/B$	3.71
Longitud en la zona de sedimentación	L2	m	Seleccionado	4
Longitud de entrada al sedimentador	L1	mts	Asumido	0.60
Longitud total del sedimentador	LT	mts	$LT=L1+L2$	4.60
Altura del sedimentador	H	mts	Asumido	2.5
Relación (L2/B) en la zona de sedimentación	L2/B	adim	$3 < L2/B < 6$; verificar	5.13
Relación (L2/H) en la zona de sedimentación	L2/H	adim	$5 < L2/H < 20$; verificar	10.27
Velocidad horizontal del flujo, $VH < 0.55$	VH	cm/s	$VH=100*Q/(B*H)$	0.019
Pendiente en el fondo	S	dec.	Asumido	10%
Altura máxima en la tolva de lodos	H1	mts	$H1=H+(S)*L2$	1.10
Altura de agua en el vertedero de salida	H2	mts	$H2=(Q/1.84*L)^{(2/3)}$	0.03
Tiempo de retención de la unidad	To	hr	$To=(AS*H)/(3600*Q)$	5.34
Pantalla difusora				
Velocidad de paso en cada orificio	Vo	m/s	Asumido	0.1
Diametro de cada orificio	D	mts	Asumido	0.025
Área total de orificios	Ao	m ²	$Ao=Q/Vo$	0.0145
Área de cada orificio	ao	m ²	$ao=0.7854*D^2$	0.00049
Número de orificios	n	adim		122
Altura de la cortina cubierta con orificios	h	mts	$h=H-(2/5)*H$	0.9
Numero de orificios seleccionado	n	adim	Asumido	108
Número de orificios a lo ancho, B	N1	adim		18
Número de orificios a lo alto, H	N2	adim		6



Espaciamiento entre orificios (entre filas)	a	mts	$a=h/N2$	0.150
Espaciamiento lateral respecto a la pared	a1	mts	$a1=(B-a*(N1-1))/2$	0.225

Fuente: Ing. Parra. L (2018) Diseño De Sedimentadores (Tabla)

12.12 PARAMETROS DE DISEÑO FILTRO LENTO

Datos:

Caudal de diseño = 1.76 L/s

Número de filtros = 2 unidades → (recomendado como mínimo)

Caudal por filtro

Tasa de filtración. → 0.10 – 0.30 m/h

Área total (AT):

La velocidad de filtración para los FLA puede estar entre 0,10 y 0,30m/h (véase tabla 11), para este caso se seleccionó una velocidad de 0,15m/h:

$$AT = \frac{5.241 m^3/h}{h}$$

$$2 * 0,15 m/h$$

$$AT = 17.472 m^2$$



12.12.1 Dimensiones de caja de filtro:

Se diseñó con base en el coeficiente costo (K), ya que este permite dimensionar la unidad de tal manera que sea funcional, pero minimizando los costos que podría tener asociados a su construcción (Sánchez L. D., Sánchez, Galvis, & Latorre, 2007):

$$K = \frac{2N}{N+1}$$

$$N+1$$

Donde:

N=Número de unidades

$$K = \frac{2*2}{2+1}$$

$$2+1$$

$$K = \underline{1.33}$$

Largo (l):

$$l = \sqrt{AT * K}$$

$$l = \sqrt{17.47 * 1.33}$$



$$l=4.82\text{m} = 5.0$$

Ancho (b)

$$b=\sqrt{AT/k}$$

$$b=\sqrt{AT/k}$$

$$b= \sqrt{17.472\text{m}^2/1.33}$$

$$b= 3.62 =4$$

Pared de la caja de filtro (Hf):

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2005), el lecho de soporte de la pared de la caja de filtro debe ser de entre 0,10m y 0,30m y el lecho de filtración debe estar entre 1,0 y 1,5 m; para este último se seleccionó una altura de lecho filtrante de 1,3m; también un borde libre entre 0,20 y 0,40m y una altura sobrenadante del agua entre 1,0 y 1,5m; tal como lo recomienda la Guía para Diseño de Tratamiento de FiME:

$$\mathbf{Hf= Hls + Hlf + Has +Hbl}$$

Donde:



Hls = Altura del lecho de soporte (m)

Hlf = Altura del lecho filtrante (m)

Has = Altura de agua sobrenadante (m)

Hbl = Altura del borde libre (m)

$$Hf = 0,2m + 1,10m + 1,2m + 0,4m = 3,1m$$

12.13 ESTRUCTURAS DE ENTRADA

12.13.1 Cámara de distribución de caudal:

Las dimensiones de esta cámara tendrán 0,20m de ancho, largo y alto, con el fin de asegurar que se pueda almacenar 3 veces el caudal total, esto especialmente para las temporadas de invierno donde puede incrementarse. Estas dimensiones se definieron tomando el volumen que ocupa el caudal en un segundo.

$$Q = V/t$$

Donde:

Q = Caudal total (m³/s)

V = Volumen (m³)

t = Tiempo (s)



$$V=0.00176m^3/s * 1s= 0.00176m^3$$

$$V=(l*b*h)$$

Donde:

l = Largo (m)

b = ancho (m)

h = alto (m)

$$V=(0.2m*0.36m*0.25m)= 0.018 m^3$$

12.13.2 Cámaras de entrada:

Las cámaras de entrada reciben el agua de la cámara de distribución de caudal, para cada unidad debe haber una cámara de entrada cuyas dimensiones sean iguales a las de la cámara de distribución. Estas dimensiones se definieron tomando el volumen que ocupa el caudal en un segundo.

12.13.3 Tubería de rebose en cámara de entrada

La altura a la cual se debe colocar la tubería de rebose, se determinó teniendo en cuenta la altura necesaria para que se pudiera almacenar el caudal de diseño ($0.00176m^3$), según criterio y conservando los valores de b y l de la cámara de entrada:

$$0.00176m^3=(0.2m*0.2m)*h$$

$$h=0.044 m$$



12.14 ESTRUCTURA DE SALIDA:

12.14.1 Cámara de salida del agua de rebose:

Se encarga de recolectar el agua de rebose de cada una de las unidades de filtración del FLA, sus dimensiones corresponden a un largo, ancho y alto de 0,10m, 0,15m y 0,30 m respectivamente.

12.14.2 Cámara de salida del efluente:

Se encarga de proteger las tuberías provenientes de cada unidad de filtración, sus dimensiones corresponden a un largo, ancho y alto de 0,10m, .40m y 0,50m respectivamente.

12.14.3 Sistema de drenaje y distribución:

La distancia entre las tuberías laterales debe ser 1/16 partes de la longitud de estos o máximo 2,5m, para este caso se escogió una separación de 0,85 m, por lo que se deben instalar 6 tuberías partiendo de la tubería central, para tener una cobertura de toda la longitud de la caja de filtro.

La velocidad a la cual debe pasar el agua por los orificios de la tubería lateral no debe sobrepasar los 0,3m/s.

Las tuberías laterales deberán tener una separación de la pared lateral de la caja de filtración de 1/32 partes de la longitud de ésta o máximo 1,25m (Se seleccionó 0.15 m).



Se consideró un diámetro y longitud de la tubería central de 2 pulgadas respectivamente, mientras que para el diámetro y longitud de la tubería lateral es 2 pulgada m.

Se determinó un número de orificios para cada tubería lateral de 45, además el diámetro de estos debe estar entre 2 y 4mm.

Se recomienda una separación entre orificios (Ministerio De Vivienda, 2000) de 0,10 y 0,30m, en este caso se seleccionó 0,0917m.

Tabla 11 Distribución y diámetros de tuberías de la unidad FLA

TUBERIA	UBICACION	DIAMETRO	VALVULA
Tubería a la cámara de entrada.	En la mitad de la pared frontal.	2	x
Tubería de rebose de la cámara de entrada.	0,065m del fondo de la pared lateral de la cámara de entrada.	1	
Tuberías de cámara de distribución de caudal (1 para cada caja de filtración).	A 5 cm desde el fondo del tanque de distribución de las paredes laterales**.	2	
Tubería de rebose en unidad de filtración.	Una altura de 2,7m respecto al fondo de la caja de filtración.	1	x
Tubería de conducción de agua filtrada.		2	x
Tubería para válvula de apertura rápida.		2	x

Fuente: Ing. Parra. L (2018) Distribución y diámetros de tuberías de la unidad FLA (Tabla)



12.15 DESINFECCION

12.15.1 Dosificación de hipoclorito de sodio

Caudal en planta de tratamiento (Q) = 0.00176 m³/s

Dosificación (ds) = 1.50 mg/L

Volumen Tanque Dosificación = 250.00 L

Para el cálculo de la dosificación del cloro se la realiza mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{(1.76 \text{ L/s} * 86400 \text{ /s} 1.00 \text{ día}) * 1.50}{12500}$$

$$12500$$

$$V = 12.86 \text{ L/día}$$

En donde:

V = Cantidad de hipoclorito de sodio (L/día)

Q = caudal de diseño en (L/día)

ds = dosificación (ppm)

c = Concentración de cloro activo (ppm)

Se trabaja con un valor de $V = 12.86 \text{ L/día}$ con volumen de solución de hipoclorito de sodio.

12.16 Velocidad de inyección

Volumen tanque dosificación = 250.00 L



$$t = 1.00 \text{ día} = 86400 \text{ s}$$

$$Q = V/t$$

$$Q = \frac{250 \text{ L} * 1.00 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{86400 \text{ s}}$$

$$Q = 2,89 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

12.16.1 Diámetro de la tubería de inyección

$$\text{Caudal (Q)} = \text{Velocidad (v)} \times \text{Área (A)}$$

$$\text{Velocidad de Inyección} = 1.00 \text{ m/s} \quad A = Q/v$$

$$A = \frac{2,89 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{1.00 \text{ m/s}} \quad A = 2,89 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\varnothing = 12,70 \text{ mm}$$

12.16.2 Velocidad real de inyección

$$v = Q/A$$

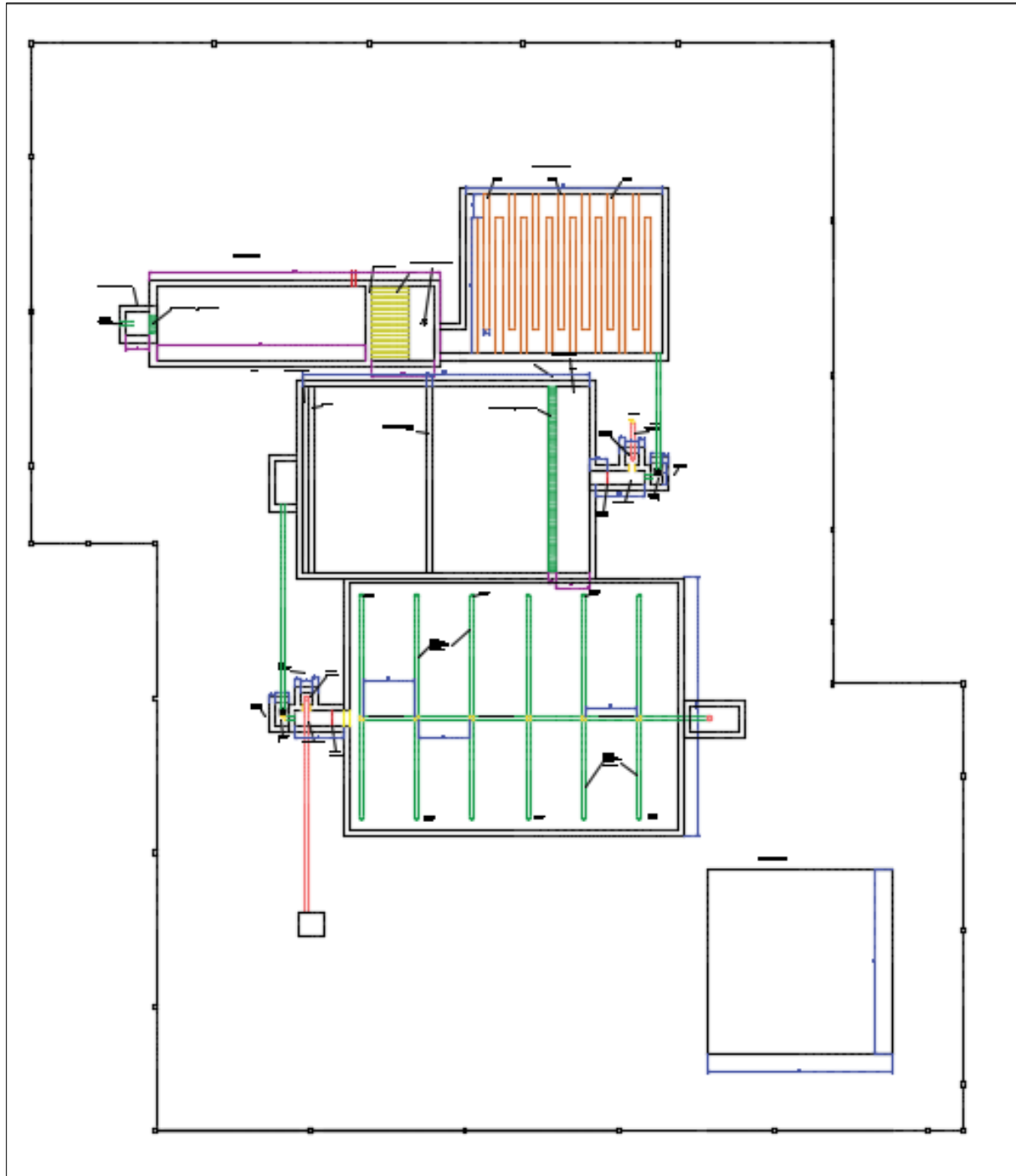
$$v = \frac{2,89 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{12,70 \text{ mm} * 1.00 \text{ m} / 1000 \text{ mm}}$$

$$v = 0,023 \text{ m/s}$$

La dosis del desinfectante se define mediante pruebas de laboratorio y según las exigencias de la fuente de abastecimiento. Se recomienda una dosis de cloro residual de 1.0 mg/l. se recomienda utilizar hipoclorito de sodio comercial con 11% de cloro en peso. Se calcula el requerimiento de solución en un día.



Ilustración 17 Plano de Plata General



Fuente: Ing. Parra. L (2018) Plano de Plata General (Figura)



12.17 RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Filtración Gruesa Dinámica (FGDi): Los FGDi se colmatan rápidamente disminuyendo el caudal efluente desde que el sobrenadante llega a la cresta del vertedero de rebose y una parte del caudal afluente empieza a ser vertida al desagüe; este momento indica que hay necesidad de hacer mantenimiento de la unidad (Vargas, 1999)

Los sólidos que se encuentran en la capa superficial del FGDi se deben limpiar manualmente con una pala o un rastrillo. A través de la misma tubería que se encarga de la recolección de aguas, se realiza el lavado de fondo en forma descendente. En cuanto al mantenimiento de estadidad recomienda que su frecuencia se deba a la calidad del agua cruda. (Galvis Cataño, 1999)

Filtración Lenta en Arena (FLA): En la operación de un FLA, la pérdida de carga máxima se da por la resistencia al paso de agua que genera el crecimiento de la biopelícula en la superficie del lecho. Cuando se llega al valor adoptado en el diseño, se debe hacer el mantenimiento del filtro el cual consiste en raspar alrededor de los centímetros la capa superficial de arena (Di Bernardo, Célia S, & e Léo Heller, s.f). Posterior a este raspado el filtro debe pasar por una nueva fase de maduración. Al igual que en el FGDi, el mantenimiento del FLA depende de la calidad del agua; sin embargo, se estima que sea del orden de 1 a 3 meses, por lo menos.

Se entrega una alternativa de solución, que comprende la construcción de 25 domiciliarias, una red de alcantarillado matriz con 8 pozos de inspección y un sistema integrado para el tratamiento. Acompañado con el campo de infiltración que entregara las aguas lejos de la quebrada.

Se realiza un análisis de costos, junto con las especificaciones técnicas de construcción y posible duración en la ejecución de las obras.



- Estimar los recursos necesarios para la construcción e implementación de la planta de tratamiento en esta zona rural del municipio.

13 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Esta actividad permite ver los costos generales de obra permitiendo ver las actividades que se van a realizar según diseño y las especificaciones técnicas para analizar qué tipo de actividades se debe de intervenir, durante cuánto tiempo, los materiales, equipo, transporte, mano de obra, rendimiento y el costo indirecto de cada una de estas actividades que se van a realizar en la construcción de la planta de tratamiento favoreciendo el manejo presupuestal al momento de la ejecución.

En esta investigación el análisis de precios unitarios nos permite ver cómo se va a trabajar los costos indirectos se trabajó con un A.I.U del 30% distribuido así: 22% de administración, 5% de imprevistos y 3% de utilidades, dando una claridad a gastos administrativos e imprevistos que puedan ocurrir mediante el proceso de construcción, de anexan los respectivos análisis de precios unitarios del proyecto los cuales fueron realizados por el estudiante. (Anexo B).



14 PRESUPUESTO

El presupuesto esta basado en el diseño del ing. Leonardo Parra con dicho diseño se pueden ver el analisis geometrico, estrategico del entonor y un analisis comercial para las diferentes actividades que se van a realizar en este proyecto, con el presupuesto se muestras los gastos generales (gastos directos, indirectos y comerciales) que en cualquier obra o proyecto se deben de tener muy presentes a la hora de su ejecucion, permitiendo una buena ejecucion y garantizando que el constructor tenga un buen desempeño, el presupuesto nos permite ver los materiales y productos de manufactura, pago de personal de la mano de obra que presta una persona al trabajar, equipo y maquinaria que se implementaran en la obra, avalando un aproximado de dinero de los costo admnistrativos y financieron que se van realizar para la construccion de este proyecto, cada proceso de estas actividades se analizan individualmente para definier cuales y cuantas compónen solo una actividad al desarrollar.

El valor del presupuesto oficial del proyecto, es de doscientos trece millones trescientos sesenta y tres mil doscientos cuarenta y nueve con noventa y tres centavos m/cte (\$ 213.363.249.93) en el cual se incluye el costo del Diseño con las siguientes actividades: planos y localización (topografía), cuadro cantidades de obra y análisis unitario y cronograma de obra. Se anexa propuesta técnico-económica de la propuesta elaborada por la estudiante. (Anexo A)



15 PROGRAMA DE OBRA

La programación hace parte de la correcta ejecución del proyecto y representa todas aquellas actividades que deben realizarse en un tiempo determinado para lograr la terminación del mismo, como se mencionó anteriormente, para esto es necesario elaborar un plan de acción y elaborar un listado de actividades a seguir como se ha desarrollado en el presupuesto siguiendo una secuencia para cada una de ellas según las especificaciones técnicas, en donde el plan debe de tener una definición clara del objetivo, siguiendo un cronograma de obra que determine la duración de cada actividad permitiendo tener clara la duración total del proyecto.

Al realizar este proceso se tuvo en cuenta los materiales, equipo, mano de obra (personal), presupuesto anexo (A) siguiendo la secuencia ya estudiada de las especificaciones técnicas anexo (C) que nos muestre el avance en tiempo, en ejecución y financieramente para determinar dicha programación y tener una secuencia clara para este proyecto.

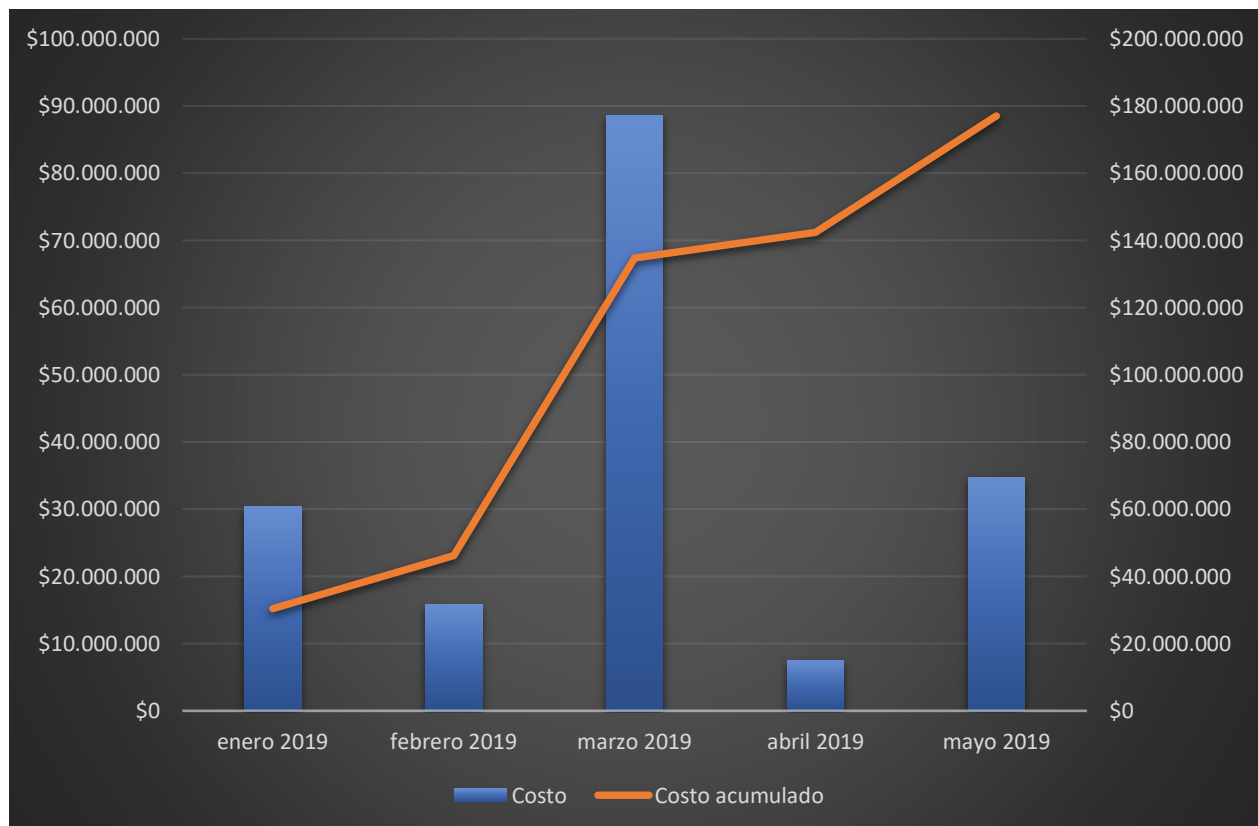
Se anexa programa de obra y flujo de caja (Anexo C)



16 FLUJO DE CAJA SEMANAL

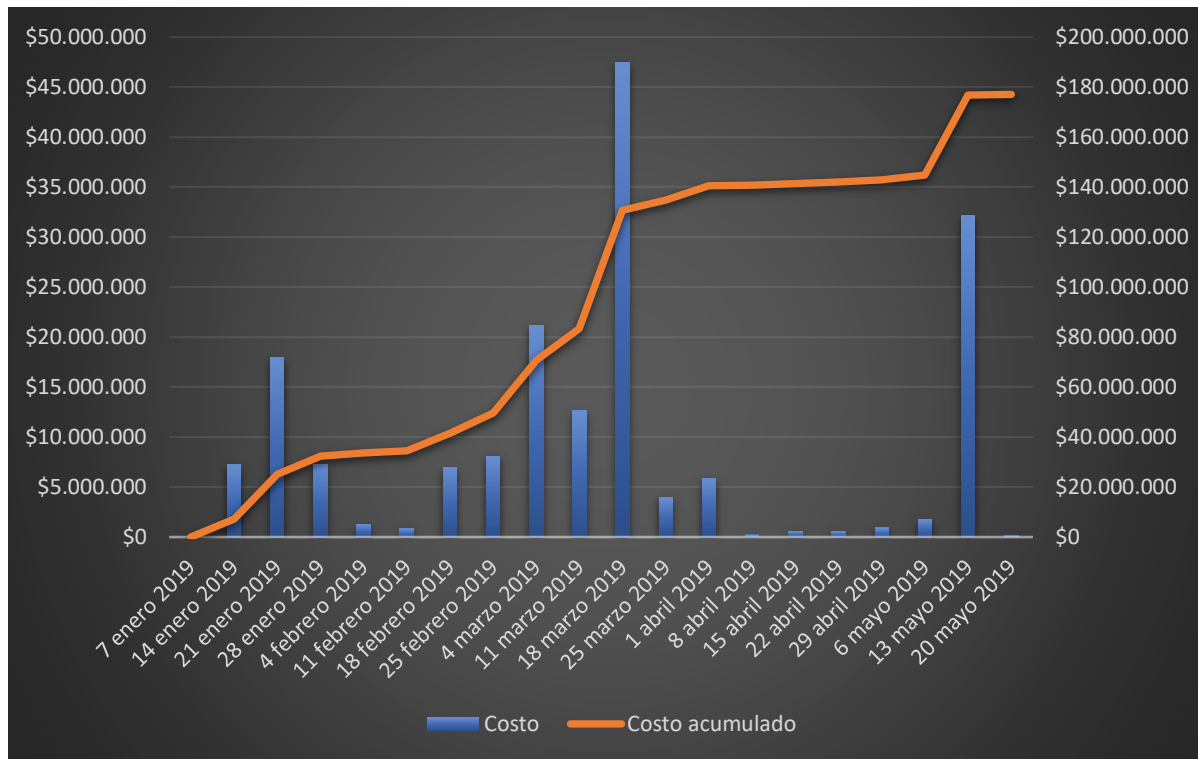
El gráfico muestra el costo acumulado del proyecto y el costo por semanas y mensual, permitiendo ver el rendimiento de obra, financiero y la ejecución que se realiza para cada actividad.

Ilustración 18 Flujo de Caja Mensual



Fuente: Paez. G Vereda Espalda (2019) Caldas Boyacá

Ilustración 19 Flujo de Caja Semanal



Fuente: Paez G (Vereda Espalda 2019) Caldas Boyacá



CONCLUSIONES

- Con respecto a los objetivos de investigación, se identificaron los factores que desde una perspectiva técnica y económica se requieren para la construcción de la planta de tratamiento de agua potable para el acueducto de Playa, Espalda sector bajo del municipio de Caldas – Boyacá. Para tal efecto, se diseñó una metodología que inició en la formulación del problema y que, a través de tres fases, abordó sucesivamente el diagnóstico del sistema actual, el detalle del diseño de la planta propuesta y el cálculo de recursos requeridos para la implementación de la planta.
- En la fase de diagnóstico, teniendo en cuenta los estudios realizados a la estructura de la planta de tratamiento que funciona actualmente en este municipio, se pudo evidenciar que no posee las características mínimas establecidas por la secretaria de salud, pues sus estructuras presentan filtraciones y grietas por las cuales se pasa el agua ya tratada, y en su tanque de almacenamiento no se le realiza el mantenimiento adecuado, por tal razón se observan en este, contaminación y proliferación de moscos y renacuajos. Al analizar lo anterior y teniendo en cuenta la reglamentación por la secretaria de salud, en cuanto a su diseño y en cuanto a las características físico químicas para el abastecimiento de agua tratada, se pudo corroborar la urgencia que tiene este municipio para la implementación de un nuevo diseño y la realización de una estructura que brinde todos los aspectos y características legales que abastezca a dicha población.
- En la segunda fase, se detalló el diseño de la planta de tratamiento de agua potable propuesta para el acueducto de Playa, Espalda sector bajo del municipio de Caldas –



Boyacá. Este diseño, que cumple con los parámetros exigidos por la legislación colombiana, incluye: una estructura de ingreso de mezcla rápida para la dosificación de productos químicos; un floculador de flujo horizontal con tres compartimientos; sedimentador, consistente en dos unidades de forma rectangular; dos filtros de arena que estarán interconectados a través de la estructura de salida para que se pueda llenar en forma ascendente; estructuras de entrada y de salida.

- En la tercera fase, se calcularon los recursos requeridos para la construcción e implementación de la planta de tratamiento. De esta forma, se estableció el presupuesto oficial del proyecto, de doscientos trece millones trescientos sesenta y tres mil doscientos cuarenta y nueve pesos. Para ello, aplicando las temáticas aprendidas a lo largo de la carrera, se partió de la elaboración de los análisis de precios unitarios. De igual forma, se definió la cantidad de materiales, equipos, recurso humano, e incluso la programación de obra con avance en tiempo y flujo de caja de acuerdo a dicha programación. Cada uno de estos componentes del proyecto pueden consultarse en los anexos de este documento.
- En síntesis, este proyecto se presenta como una de las más pertinentes y apropiadas soluciones para que los habitantes de la vereda Playa y espalda sector bajo del municipio de caldas Boyacá, puedan terminar con su problemática en cuanto a la falta de abastecimiento de agua potable.



ANEXOS

PRESUPUESTO anexo (A)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS anexo (B)

ESPEFIFICACIONES TÉCNICAS anexo (C)

PROGRAMACION DE PROGRAMACIÓN DE OBRA anexo (D)



REFERENCIAS

<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>. (n.d.).

LEY 142 DE 1994 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. (1994). *LEY 142 DE 1994 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS*. Retrieved from <http://www.secretariassenado.gov.co/>

(RAS), R. T. (2000). *Resolucion N°1096 de 17 de noviembre 2000*. Retrieved from <http://legal.legis.com.co/>

ALCALDIA MUNICIPAL. (2016-2019). *ESQUEMA DE ORDEMANIENTO TERRITORIAL. CALDAS BOYACA*.

Galvis Cataño, L. M. (1999). *Galvis Cataño, Latorre Montero, & Visscher, 1999*.

GUERRERO NIETO, S. Y. (2008). *Desarrollo Proyectual en Arquitectura, Diseño y Arte*. Tunja: Universidad de Boyacá.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Caldas_\(Boyac%C3%A1\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caldas_(Boyac%C3%A1)). (n.d.).

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA . (1998). *DECRETO 475 DE 1998* . Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/>

Ministerio de Salud, L. 9. (1979). *LEY 9 DE 1979*. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/>

Ministerio De Vivienda, C. Y. (2000, noviembre). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000*. Retrieved from <http://legal.legis.com.co/>

Ras, R. t. (2017). *Resolución 0330 del 2017*. Retrieved from <http://www.minvivienda.gov.co/>

SAMPIERI, H. (2016). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México: Mc Graw Hill.

Vargas, H. ., (1999). Vargas, Hincapie , Galvis, & Fernández, 1999.



Universidad Santo Tomás Abierta y a Distancia
Facultad de Ciencias y Tecnología
Construcción en Arquitectura e Ingeniería