

5 de mayo de 2023

Pendiente emisión del certificado de CORTOZIMA. Emisión y visita por parte del área ambiental y sitio de trabajo para las revisiones de la implementación del PEBMA.


Contraloría


Interventoría

6 de mayo de 2023

CORTOZIMA hace entrega del certificado para realizar la tala de árboles (4) que se encuentran en el área donde se desarrollará el proyecto. Se da inicio al capítulo de Preliminares, donde se tramita el alquiler de una bodega en el barrio debido que no se cuenta con espacio suficiente para realizar el ítem contractual 1,2. Se realiza, la revisión técnica de cada uno de los ítems contractuales junto con interventoría encontrando que se presentan actividades adicionales, que deben ser presentadas y aprobadas por interventoría como ítem no previstos. Los siguientes son los considerados con su respectiva sustentación técnica.

✓ NPO1 TALA DE ARBOLES Y RETIRO

und 4

VLR unit. \$ 1.178.164,00

VLR Total. \$ 4.712.656,00

Se encuentran 4 árboles de una altura > 4mts, en el área donde se desarrollará el proyecto.

✓ NPO2 CERRAMIENTO PROVISIONAL EN ZONA VERDE H= 2.40M

und 50 ml

VLR unit \$ 15.433

VLR Total \$ 771.650

Esta actividad se hace necesaria para delimitar el área de trabajo e impedir paso de elementos a áreas comunes.

✓ MURO NPO3 MURO EN BLOQUE H5 (12x20x30)

und 898 m² - VLR unit \$ 60.478 - VLR Total \$ 542.850

Proteger y aislar los equipos en el caso de maquinaria.

- ✓ NPO4 PLACA SUPERIOR DE CUBIERTA EN BLOQUELON
Cant. 7,95 m² Vlr. unit. \$ 368.199. Vlr. total. \$ 2.926.526,00
- ✓ NPO5 PANELE LISO MURO 1:3 INTERIOR
Cant. 47,75 m² Vlr. unit. \$ 39.210 Vlr. total \$ 1.789.282,50
- ✓ NPO6 PINTURA SOBRE PANELE INTERIOR.
Cant. 22.77 m² Vlr. unit. \$ 17.960 Vlr. total \$ 408.949,00
- ✓ NPO7 PUERTA METALICA
Cant. 1 und Vlr. unit \$ 777.878 Vlr. total \$ 777.878
- ✓ NPO8 PEDESTALES PARA EQUIPO
Cant. 1 und Vlr. unit \$ 315.403 Vlr. total \$ 315.403
- ✓ NPO9 SISTEMA DE AUTOMAZACION Y CONTROL DE SISTEMA DE BOMBEO
Cant. 1 und Vlr. unit \$ 47.623.257 Vlr. total \$ 47.623.257
- ✓ NPO10 ALQUILER BODEGA
Cant. 6 meses Vlr. unit \$ 700.000 Vlr. total \$ 4.200.000
- ✓ NPO11 SISTEMA DE BOMBEO
Cant. 1 und Vlr. unit \$ 48.957.773,00 Vlr. total \$ 48.957.773,00
- ✓ NPO12 SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA BY PASS
Cant. 1 und Vlr. unit \$ 7.972.466,00 Vlr. total \$ 7.972.466
- ✓ NPO13 SUMINISTRO E INSTALACION DE FLOTADORES PARA TANQUE 100 M³
Cant. 1 und Vlr. unit \$ 2.276.176,00 Vlr. total \$ 2.276.176,00
- ✓ NPO14 CERRAMIENTO EN MURO BLOQUE HS A LA VISTA
Cant. 25 ml Vlr. unitario \$ 533.000 Vlr. total. \$ 13.325.000

* Estos items no previstos fueron aprobados por la interventoria y la Supervisor de contrato y cada actividad se soporta con APN y estudio de mercado, y técnicamente por informe presentado vice correo.


Contrator


Interventoria

8 de mayo de 2023

Se da inicio con la replantío de ubicación del área del tanque y la zona de campo de mangrues.

Se iniciaron con las labores de tala de árboles.
Oficial (1), obrero (2), SISO (1), Ing. Residente (1).

~~Contratista~~

~~Interventora~~

9 de mayo de 2023

Se realizaron las excavaciones correspondientes a las vigas y zapatas. Se ha excavado manualmente $2m^3$ y se ha abatedo las primeras zapatas. Se termina con la cantidad de tala de árboles con su respectivo retiro a un lugar adecuado y con Permiso para su disposición.

~~Contratista~~

~~Interventora~~

10 de mayo de 2023

Se continúa con la excavación del área de tanque, vigas de cimentación y zapatas de mureta manual con su respectivo retiro a un lugar adecuado para su disposición.

~~Contratista~~

~~Interventora~~

11 de mayo de 2023

Se continúa con la excavación manual del área de tanque vigas de cimentación, área de bomba y acceso de mureta manual. con este día ya se cuenta con más de $15m^3$. Se alquila una bodega y se almacena cemento, acero, equipos y todos los materiales y herramientas necesarias para la actividad de fundida para zapatas. Al igual que el acopio de material granular.

~~Contratista~~

~~Interventora~~

12 de mayo de 2023

Se continúa con la excavación manual del área del tanque y el cuerto de murexinas, zapatas y viga de construcción. Se aproxima a una cantidad de 30 m³ que se dispone en el lugar acondicionado. Se prepara la socialización para el día de mañana cerca a la obra con la comunidad y representantes del Ibul.

~~Contratista~~

~~Interventoría~~

13 de mayo de 2023

Se continúa en horas de la mañana con la excavación manual del área de trabajo como, el área de tanque, cuerto de bombas, vigas de construcción y zapatas. Con la cantidad de hoy se termina con la excavación del área de trabajo. En horas de la tarde se realiza la socialización del proyecto con la asistencia de alrededor de 20 personas y los representantes del Ibul.

~~Contratista~~

~~Interventoría~~

13 de mayo de 2023

Se realiza la Fundición de concreto tipo mortero para Suelo para la viga de construcción y zapatas de la estructura del área del tanque. Por otro lado, se corta y se figura el hueco de la zapata y viga de construcción. También se limpia la fundición metálica para la fundición de murexinas.

~~Contratista~~

~~Interventoría~~

X X X X

16 de mayo de 2023

en honor de la iniciación de obra la ~~realización~~ del acero de refuerzo de las zapatas y vigas de cimentación. Además, de instalar la Formata y aseguramiento. Ya en fondo se realiza la fundación de concreto de 3000 Psi para zapatas y vigas de cimentación, permitiendo.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

17 de mayo de 2023

Se realiza el desencofrado de las zapatas y de la viga de cimentación, se inicia con la instalación del refuerzo para el muro perimetral.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

18 de mayo de 2023

Se realiza una mayor cantidad de obra para el muro perimetral. Se instala la Formata y su respectivo aseguramiento. Además, se realiza la fundación de las zapatas en la zona de cerco de bombas.

Se funda en concreto de 3000 Psi el muro perimetral y las zapatas en el área de las bombas y acceso.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

19 de mayo de 2023

Se desencofra la Formata interna y externa del muro Perimetral y se inicia con la actividad de relleno del área de las bombas y se empieza con la instalación del acero de refuerzo de las columnas del área de bombas.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

20 de mayo de 2023

Se continua con el relleno de material granular base en el área de tamboque. Se termina de instalar el acero de las columnas proyectadas tanto en el área del tamboque como en el acanto de maquinarias.

~~Contratista~~

~~Interventoría~~

23 de mayo de 2023

Se termina con el relleno en la última capa de 20cm de base recibo tanto en el área de bambus, como en el del tamboque y acceso. Se termina con la instalación de acero de las columnas.

~~Contratista~~

~~Interventoría~~

24 de mayo de 2023

Se toma muestra de compactación del área de las bombas y tamboque. Se inicia con la formateo de las columnas 30x30, además de revisar niveles para verificar el nivel cero de la plaza.

~~Contratista~~

~~Interventoría~~

25 de mayo de 2023

Se funda las 11 columnas esquinas y intermedias. Además de instalar y nivelar la doble parrilla de acero para las placas de piso del área de bambus y tamboque.


~~Contratista~~

~~Interventoría~~

26 de mayo de 2023

Se desencofra las columnas y se inicia con la fundición de las placas de contrapiso con concreto de 3000 Psi en las áreas de tanque, bombas y acceso de 20cm de espesor. Se recibe el laballo #5 para iniciar con el proceso de la instalación de la mampostería a la vista.

 Contralista

 Interventora

27 de mayo de 2023

Se inicia con la instalación de la mampostería a la vista entre las columnas y ya se ha avanzado 10 m² en el área de tanque y bombas. Se espera a que lleguen los muros del tanque de almacenamiento de 100 m³ en fibra de vidrio.

 Contralista

 Interventora

29 de mayo de 2023

Se avanza con la mampostería de 10 m² al final de la tarde y se comienza a lavar las partes del tanque en el área del tanque.

 Contralista

 Interventora

30 de mayo de 2023

Se termina con la instalación de la mampostería en el área de tanque y bombas. Se inicia con el empalme del acero de las vigas áreas perimetral y se da inicio con la instalación de las partes del tanque y sus muros.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

31 de mayo de 2023

Se Funde con concreto de 3000 Psi la viga arco Perimetral y se cementa con la placa nueva del Salón de bombas. Se instala el primer anillo del tanque interior asegurando la estructura.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

1 de Junio de 2023

Se desencofra la viga arco perimetral y se Funde la placa nueva del cuarto de bombas. Se instala el segundo y tercer anillo del tanque de 100 m³. Se hacen molduras para la puerta de acceso Principal y del cuarto de bombas.

~~Contratista~~

~~Intendencia~~

2 de Junio de 2023

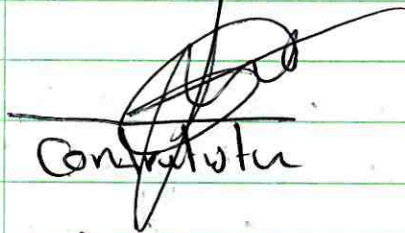
Se desencofra la placa en bloques del arco de bombas donde se instala un desagüe con su bajante dejando en la parte posterior dos tubos de 3" además, se instala la concretura perimetral de Segundera. Se termina con la construcción del 3 anillo y cubierta del tanque en su respectiva estructura de aluminio.

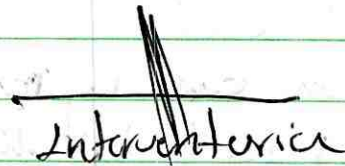
~~Contratista~~

~~Intendencia~~

3 de Junio de 2023

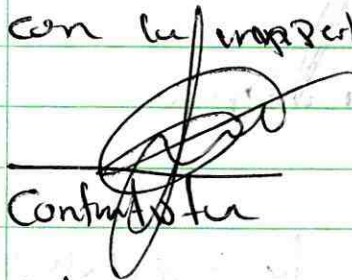
Se realiza una limpieza en la obra tanto en la parte interna y externa de la obra. Se inicia con la instalación de la tubería de 3" de acueducto del tubo principal y las excavaciones de la tubería. También se da inicio a la impermeabilización del tanque con fibra de vidrio en el anillo 1.

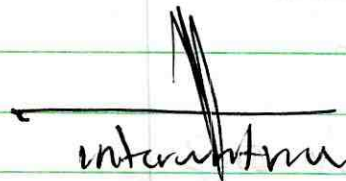

Contratista


Interventor

4 de Junio de 2023

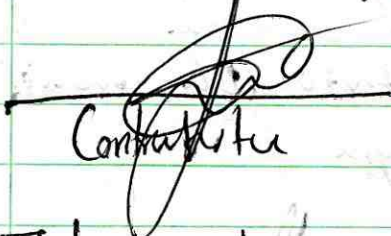
Se realiza la construcción de la caja de inspección para realizar el bypass para que el agua presurizada se devuelva al sistema de distribución. Se continúa con la impermeabilización en el Anillo 2.

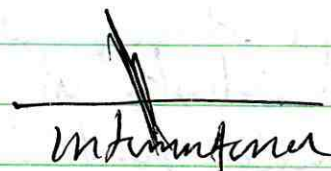

Contratista


Interventor

6 de junio de 2023

Se continúa con la construcción de la caja I-21 para el sistema bypass. Se impermeabiliza el anillo 3 y se cubre para dar paso a la pintura. Se inicia la construcción de los apoyos para los equipos de tracción en el cuarto del mecanismo.


Contratista


Interventor

7 de junio de 2023

Se continúa con la construcción de la caja I-21 para el sistema bypass. Se termina la impermeabilización del tanque y se inicia con la pintura azul y la instalación de aceros como tipos de cubierta y acero. Se continúa con el poco para

los equipos de proteccion. Se de inicio con las instalaciones electricas como interruptores e iluminacion.

~~Contratista~~

~~Interventor~~

8 de junio de 2023

Se continua con la construcción de la caja de protección de 1.20m para las instalaciones del sistema Bypass. Se continua con la instalación eléctrica y estamos a la espera del punto eléctrico por Celsia. estamos esperando la llegada de los equipos de proteccion. Se continua con la pintura de color azul para el frangue.

~~Contratista~~

~~Interventor~~

9 de Junio de 2023

Se termina con la construcción de la caja de protección y se de inicio a la instalación de los accesorios del sistema bypass. Se realiza la finalización y cableado de los cuadros de acceso, se espera la llegada de los equipos de bombeo, el contratista de frangue informo que los accesorios frangue para la instalación del frangue se encuentran en la ciudad en Bogotá. Se espera a que haya solución al punto de conexión de energía. Se le solicita al Supervisor del contrato de suministrar el frangue punto de conexión de energía.


~~Contratista~~

~~Interventor~~

10 de Junio de 2023

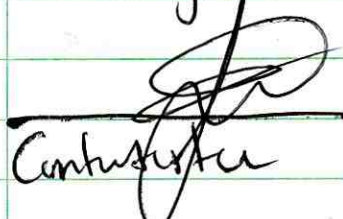
Se realiza la limpieza en las zonas altas y estancos. Se espera la instalación de los accesorios de ingreso y conexión del tanque con el sistema de presión que se encuentran con la dificultad de transportarse en bagueta aduanera. Se suman la instalación de los accesorios. A espera de la llegada de los equipos de bombeo.


Contraloría


Intendencia

13 de Junio de 2023

Se obra según los planos de las puertas y sede inicio a la instalación en la puerta de acceso a la planta del cuarto de máquinas. Se realiza inspección del equipo operativo por cable para revisar el punto de conexión. Aún no llega los accesorios de entrada y salida del tanque de almacenamiento. Se espera que el día 16 de junio se reciba los equipos de bombeo.


Contraloría


Intendencia

14 de Junio de 2023

Se instala y sustituyen los puntos de seguridad de acceso y del cuarto de bombas. Se inicia con la excavación de la tubería de 3" para la conexión de la tubería principal de distribución. Junto con la intervención se analiza que posibilidad de suspender el contrato debido a que aún no llegan los accesorios de entrada y salida de tanques. Se le informó a la Intendencia de la situación. A su vez, se revisaron los contratos y se evaluó de la ejecución de los trabajos por parte del supervisor del contrato. Se continúa con la excavación de la tubería de seguridad entre

el curso de mangueras al sistema de almacenamiento o distribución.

~~Contratista~~

~~Interventor~~

15 de Junio de 2023

Se realiza el informe de suspensión para la obra debido a que aún no llegan las mangueras de bomba. Se instala un tuberío de 3" con su respectivo relleno con la línea de salida y conexión a la tubería distribución principal.

~~Contratista~~

~~Interventor~~

16 de Junio de 2023

Llegaron los equipos de bombeo y se expone al terreno para adecuada instalación. Se realiza asco e imprimen a toda la obra. Se presenta y se envía el oficio solicitando la suspensión del contrato por 1 mes.

~~Contratista~~

~~Interventor~~

17 de junio de 2023

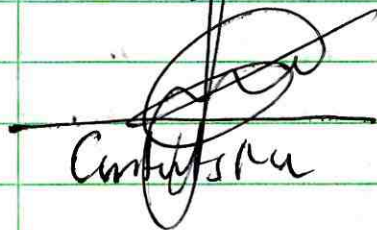
Se exponen los accesos de entrada y de salida, para la conexión hidráulica de los equipos en el curso de bombas. A espansa de continuación de obra de suspensión del contrato por la no llegada de los accesos de ingreso y salida del trazo de tuberías.

~~Contratista~~

~~Interventor~~

20 de junio de 2023

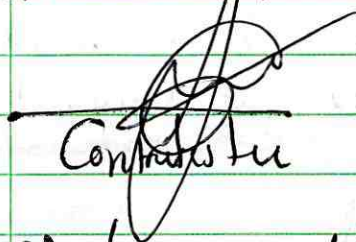
Se hizo en la instalación de los equipos de bombeo manual en las motobombas (2) unidades y 10 tuberías de hierro.


Contrator


Intendente

21 de junio de 2023

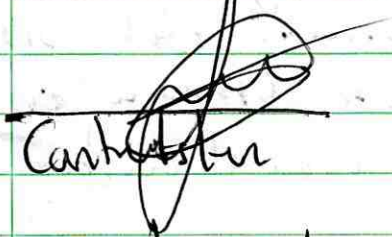
Se firmó con las instalaciones de los equipos de bombeo tanto de las motobombas, hidroflejo y tubería eléctrica en la entrada y salida en el corte de muestreo.

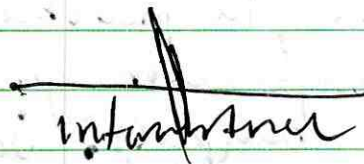

Contrator


Intendente

22 de junio de 2023

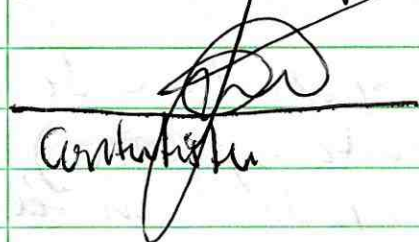
Se firmó acta de suspensión del contrato por 45 días hábiles debido que no se cuenta con los accesorios de ingreso y salida del trazo de alumbramiento.

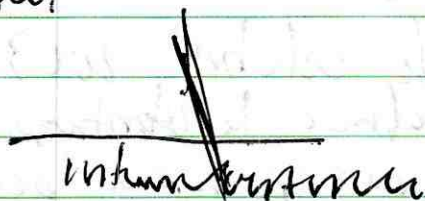

Contrator


Intendente

28 de agosto de 2023

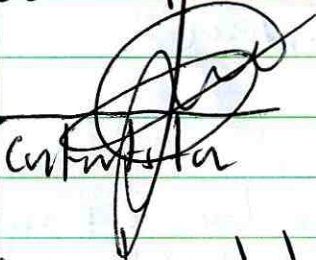
Se firmó protocolo de suspensión por 2 meses más debido a que Celsia no ha certificado por punto de corrección para la obra.


Contrator


Intendente

9 de octubre de 2023

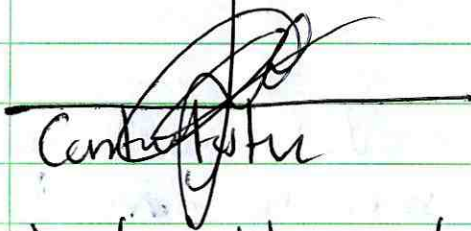
se firmó el acta de reinicio del contrato con fecha de terminación del 10 de noviembre de 2023. en términos de obra se inicia con la colocación de los accesorios del fujero y selado, y se inicia con la prueba de estanqueidad del fujero de almacenamiento por 24 hrs.


Centofante


Intendant

10 de octubre de 2023

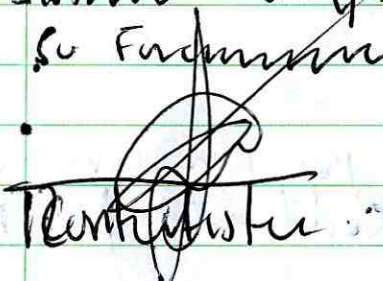
Verificando que no se realiza ninguna filtración del fujero, se procede a revisar por los técnicos de las bombas verificar el funcionamiento de las mismas, para así asegurarse de filtraciones y operatividad de las bombas.



Centofante


Intendant

11 de octubre de 2023

Se realiza limpieza de la obra en general y se realiza la prueba de presurización del sistema encontrando un problema en un chutero en el sistema bypass. Se procedió con el cambio y su funcionamiento.


Centofante


Intendant

12 de octubre 2023

Se realiza la obtención final y apertura de la obra con personal del Ibal (Comité supervisor), Intendant y comunidad. el presado ha sido en éxito y se abrió a un operador del Ibal.

~~Contingente~~

~~Interventive~~

Handwritten text, possibly a date or page number, located near the top center of the page.



ENTREGA DE INFORMES, ESTUDIOS Y PLANOS TÉCNICOS

1. DISEÑO ESTRUCTURAL
2. ESTUDIO DE SUELOS
3. INFORME HIDRAULICOS
4. PLANOS

CONSORCIO CALUCAIMA 2022

2023

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO SECTOR CALUCAYMA



Urbanización Palma
del Río - 521300



CONTENIDO

1	Resumen.....	3
2	Introducción	3
3	Objetivo General	3
3.1	Objetivos Específicos.....	4
4	Marco Teórico	4
4.1	Localización general.....	4
4.2	Proyección de población	5
4.2.1	Método aritmético	5
4.2.2	Método geométrico.....	5
4.2.3	Método exponencial	6
4.3	Demanda de agua y caudales de diseño	6
4.3.1	Caudal medio diario (Qmd)	7
4.3.2	Caudal máximo diario (QMD)	8
4.3.3	Caudal máximo horario (QMH).....	8
4.4	Modelación hidráulica	8
4.5	Procesamiento de información, chequeo hidráulico, realización del diagnóstico, alternativas y diseño	9
5	Resultados y análisis	9
5.1	Periodo de diseño	10
5.2	Estimación de la población	10
5.2.1	Proyección población sector Calucayma.....	10
5.2.2	Demanda de agua y caudales de diseño para el sector Calucayma.....	11
5.3	Modelación hidráulica	12
5.3.1	Modelación hidráulica.....	13
6	ALTERNATIVA 1	18
6.1	Tanque suministrado a gravedad	18
6.2	Tanque de bombeo.....	19
6.3	Sistema de Bombeo	21
6.3.1	Consideraciones de diseño	22
6.3.2	Datos de entrada para el diseño	22
6.3.3	Cálculo del diámetro de la tubería de impulsión	22
6.4	Potencia del motor de la bomba.....	24
7	ALTERNATIVA 2.....	24
7.1	Diseño del sistema de bombeo	25

7.1.1	Dimensionamiento de la bomba	25
7.1.2	Altura dinámica total	26
7.1.3	Potencia del motor de la bomba	27

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Dotación según RAS	7
Tabla 2.	Constante para cálculo de caudales	7
Tabla 3.	Resumen de caudales para diseño de diferentes componentes del sistema de acueducto	8
Tabla 4.	Proyección población a 25 años del sector Calucayma	10
Tabla 5.	Dotación según RAS	11
Tabla 6.	Cálculo de la dotación bruta	11
Tabla 7.	Cálculo del caudal medio diario	12
Tabla 8.	Cálculo del caudal máximo diario	12
Tabla 9	Cálculo del caudal máximo horario	12
Tabla 10.	Estado de los nodos	13
Tabla 11.	Estado de las tuberías en la línea de aducción	14
Tabla 12.	Resumen de tuberías	16
Tabla 13.	Factores de consumo	17

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación sector Calucayma ciudad Ibagué - Tolima	5
Figura 2.	Mapa de contorno de presiones hora de máximo consumo 12:00..	16
Figura 3.	Mapa de contorno de presiones hora de mínimo consumo 3:00	16
Figura 4.	Factor de consumos	17

DISEÑO DE REDES DE ACUEDUCTO Y BOMBEO

1 Resumen

El alcance del presente estudio es diseñar la mejor opción de abastecimiento para el sector Calucayma de la ciudad de Ibagué con el objetivo avanzar en el mejoramiento y cobertura de los servicios de acueducto así mitigar los impactos negativos que genera el consumo de agua sin tratamiento. Los diseños se realizaron con base a la normatividad vigente.

El resultado final son las modelaciones hidráulicas de las redes de acueducto mediante el software EPANET.

2 Introducción

El conocimiento de las condiciones sociales, económicas, culturales, políticas y ambientales propias de cada comunidad se hace indispensable para la planeación, ejecución y manutención de las obras ingenieriles, la aceptación y utilización de estas corresponde a que satisfacen las necesidades de las comunidades, pero para poder dar respuesta se deben conocer de antemano las necesidades propias de la comunidad a intervenir. La ingeniería es en esencia una ciencia aplicada con el objetivo de dar respuesta a los requerimientos de las diferentes poblaciones, con obras de validez pertinente.

La implementación de nuevas estrategias alrededor de la protección y manejo especial del agua son necesarias para garantizar que el recurso hídrico sea utilizado de la forma más eficiente y que se pueda prestar el servicio a comunidades en condiciones óptimas de calidad y cantidad.

En el sector de Calucayma se presentan deficiencias en el abastecimiento dado que se encuentra en una zona más alta a la ubicación del tanque de almacenamiento por lo cual es necesario la proyección de un sistema de bombeo que permita abastecer la zona

3 Objetivo General

Realización de los diseños en el desarrollo del proyecto principalmente en el diseño y modelaciones hidráulicas de las redes de acueducto en EPANET.

3.1 Objetivos Específicos

- Calcular y analizar la proyección de la población, la demanda y los consumos de agua en la zona de influencia del proyecto
- Realizar y presentar la modelación hidráulico de los diseños finales de la modelación hidráulica para las redes del sistema de acueducto y bombeo

4 Marco Teórico

Los sistemas de acueducto a lo largo de la historia han tenido una gran importancia para la civilización desde todos los aspectos ya que influyen en parte social, económica, salud, etc., por estar asociadas al agua.

Los sistemas de conducción y distribución de agua potable consisten en diseñar unas redes con las condiciones hidráulicas suficientes que permitan transportar el agua de un lugar a otro bajo condiciones de presión, calidad y cantidad. En la actualidad existen diferente software y métodos con los cuales se realizan modelaciones para determinar los parámetros de funcionamiento como por ejemplo las profundidades, diámetros de tubería, condiciones de presión que garanticen que el agua pueda ser llevada desde el punto de captación hasta una vivienda o lugar dónde será utilizada. (RAS Título A, 2000, p11)

Para el diseño de líneas de conducción se realizan las modelaciones con el fin de entender la hidráulica para cualquier condición de operación o condición de emergencia, y en particular permitir establecer reglas de operación del sistema bajo condiciones normales de operación o condiciones especiales.

Este modelo matemático debe montarse en cualquier programa de análisis hidráulico de redes de acueducto que utilice el método del gradiente en sus cálculos y permita el uso de las ecuaciones de Darcy-Weisbach y Colebrook-White. (Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM, 2009,p83)

4.1 Localización general

El sector Calucayma se encuentra ubicado al oriente de la ciudad de Ibagué tal como se muestra en la Figura 1, posee una extensión aproximada de 1,7 km².



Figura 1. Ubicación sector Calucayma ciudad Ibagué - Tolima

4.2 Proyección de población

4.2.1 Método aritmético

Este método supone un crecimiento balanceado de la población, el cual se encuentra determinado por la mortalidad y la migración de sus habitantes, este comportamiento responde a los fundamentos matemáticos de la siguiente ecuación. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2010)

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Dónde:

Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).

Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).

Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.

Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

4.2.2 Método geométrico

Este método se emplea para aquellas poblaciones que presentan una importante actividad económica, un desarrollo importante y con apreciables áreas de expansión para ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La combinación de estas características responde a la siguiente ecuación. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2010)

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

Dónde:

r= Tasa de crecimiento anual en forma decimal.

Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).

Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).

Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento anual (r) se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

4.2.3 Método exponencial

La aplicación de este método de cálculo para la población, exige el conocimiento previo de por lo menos tres censos de la población, es recomendada para poblaciones con apreciable desarrollo e importantes áreas de expansión. La ecuación subsiguiente describe este tipo de crecimiento poblaciones. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2010)

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(T_f - T_{ci})}$$

Para este debe conocerse la tasa de crecimiento de la población (k), la cual puede conocerse aplicando el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos.

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Dónde:

Pcp = Población del censo posterior (proyección del DANE).

Pca = Población del censo anterior (habitantes).

Tcp = Año correspondiente al censo posterior.

Tca = Año correspondiente al censo anterior.

Ln = Logaritmo natural o neperiano.

4.3 Demanda de agua y caudales de diseño

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS se establece la dotación como la cantidad de agua por habitante día, se establecen unos valores estándar de acuerdo a la altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2010)

Tabla 1. Dotación según RAS

DOTACIÓN	
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

Teniendo la dotación neta se halla la dotación bruta teniendo en cuenta un porcentaje de pérdidas de 25%, el cual incluye las pérdidas técnicas del sistema que son las relacionadas con fugas en tuberías, accesorios y estructuras; y las pérdidas comerciales en la red de distribución relacionadas con el funcionamiento comercial y técnico de la persona prestadora del servicio. El RAS recomienda que éstas no sean mayores al 25%. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{(1 - \%P)}$$

Dónde:

D_{neta} : Es la dotación neta

P: porcentaje de pérdidas del servicio de agua

Para el cálculo de los caudales se emplearon los factores de mayoración $K1=1.2$ y $K2=1$. El coeficiente $K1$ es proporcional al número de habitantes y varía entre 1.3 para poblaciones menores de 12.500 habitantes y 1.2 para poblaciones mayores. Para el caso específico del sector Calucayma que se tiene una población proyectada a 2047 de 694 habitantes se toma un valor de 1.2. El coeficiente $K2$ tiene que ver con los picos de caudal horario que dependen también del tamaño de la población y de las costumbres que tenga la comunidad, para poblaciones pequeñas el RAS recomienda utilizar un valor de 1.5. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

Tabla 2. Constante para cálculo de caudales

POBLACIÓN	K1	K2
≥ 12500	1,3	1,6
< 12500	1,2	1,5

4.3.1 Caudal medio diario (Qmd)

$$Qmd = \frac{p \times d_{bruta}}{86400}$$

4.3.2 Caudal máximo diario (QMD)

$$QMD = Qmd \times k1$$

4.3.3 Caudal máximo horario (QMH)

$$QMH = QMD \times k2$$

El RAS establece los siguientes caudales de diseño para cada uno de los componentes del sistema de acueducto

Tabla 3. Resumen de caudales para diseño de diferentes componentes del sistema de acueducto

COMPONENTE	CAUDAL DE DISEÑO
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de Distribución	QMH

4.4 Modelación hidráulica

La modelación de la red de conducción para el acueducto se realizó a través del software EPANET Versión 2.0 Build 2.00.10 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América "EPA", donde se simularon diferentes escenarios con base en el comportamiento de consumo de la población. (Curva de comportamiento del consumo durante 24 horas).

Para el diseño de la red de conducción se trabajó con una demanda igual al QMD proyectado a 25 años, de acuerdo a lo exigido por el RAS 2000 y la resolución 0330 de 2017. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

El trazado de la red de conducción se hizo partiendo de un tanque de almacenamiento de 100m³ indicado por el ente contratante, de allí se realiza una impulsión del caudal que se distribuirá al sector Calucayma, y se bastecerá un nuevo tanque, y ya desde este tanque se realizará la distribución a todo este sector. Se garantizan presiones mayores de 10 m.c.a, que son las mínimas exigidas por el RAS.

Para la impulsión y red de distribución se debe realizar la respectiva modelación hidráulica que contemple las diferentes condiciones operativas.

La elección de los diámetros se debe basar en el estudio técnico económico, analizando las presiones de trabajo, velocidades de flujo la longitud de las tuberías.

Para los trazados se debe procurar que el trazado sea lo más corto posible, y que estén ubicados en senderos o vías públicas evitando zonas privadas o vulnerables a deslizamientos e inundaciones.

La velocidad mínima debe ser de 0.5m/s mientras que la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites recomendados por el material de la tubería. La onda de sub presión no debe generar presiones manométricas inferiores a 10mca, esta recomendación la presenta la Resolución 0330 de 2017 para las redes de distribución con el fin de garantizar las presiones para que llegue el agua hasta las viviendas. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

La profundidad de las tuberías para las redes de acueducto no debe ser mayor a los 1m para el caso de zona rural medidos desde la cota clave de la tubería hasta la superficie del terreno. Los diámetros mínimos para las tuberías de acueducto son de 76,2mm. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

Para las válvulas reguladoras de presión el diámetro debe determinarse de acuerdo a al caudal máximo horario para el ultimo no del periodo de diseño, estas válvulas deben ir acompañadas de un bypass con el fin de permitir la distribución del agua durante operaciones de mantenimiento o cambio de las válvulas reguladoras de presión, las válvulas deben soportar la presión a ambos lados. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

4.5 Procesamiento de información, chequeo hidráulico, realización del diagnóstico, alternativas y diseño

Con toda la información se procedió a realizar los trazados óptimos para las redes de aducción y distribución. Con los caudales de diseño se realizó la modelación en EPANET para verificar diámetros, presiones y demás parámetros para el óptimo funcionamiento hidráulica de las redes.

5 Resultados y análisis

Se describen los resultados obtenidos y el análisis de su validez. Como herramientas pueden emplearse gráficas, tablas, técnicas de análisis de datos, resultados de estudios previos, entre otros.

5.1 Período de diseño

El período de diseño del sistema de abastecimiento propuesto para dotar al sector Calucayma en su parte alta responde a un tiempo igual a 25 años (capítulo I, artículo 40 de la Resolución 0330 de 2017).

5.2 Estimación de la población

Para el cálculo de la proyección de población, es posible utilizar diferentes procedimientos estadísticos que se encuentran establecidos en el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS), a partir de los cuales es posible determinar otros parámetros requeridos para el diseño de sistemas de tratamiento y redes de acueducto. Para esto se hace uso del conjunto de datos censales del DANE.

Tomando como base la información suministrada por el DANE hasta el año 2005 y utilizando los métodos de cálculo para la proyección establecidos por el RAS (aritmético, geométrico, exponencial) se determinó la población futura correspondiente a este sector, adicionalmente se validó con el número de suscriptores proporcionados por el cliente.

5.2.1 Proyección población sector Calucayma

Tabla 4. Proyección población a 25 años del sector Calucayma

AÑO	PROYECCIÓN GEOMETRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS
2023	528	528	528
2024	534	534	534
2025	540	540	540
2026	546	546	546
2027	552	552	552
2028	558	558	558
2029	564	564	564
2030	570	570	570
2031	576	577	577
2032	583	583	583
2033	589	589	590
2034	596	596	596
2035	602	603	603
2036	609	609	610
2037	615	616	616
2038	622	623	623
2039	629	630	630
2040	636	637	637

AÑO	PROYECCIÓN GEOMETRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS
2041	643	644	644
2042	650	651	652
2043	657	658	659
2044	664	665	666
2045	672	673	674
2046	679	680	681
2047	687	688	689
2048	694	695	697

5.2.2 Demanda de agua y caudales de diseño para el sector Calucayma

El sector Calucayma se encuentra a una altura promedio de 959 m.s.n.m. por lo cual se toma una dotación de 140 l/hab-día de acuerdo los valores establecidos por el RAS en la siguiente tabla.

Tabla 5. Dotación según RAS

DOTACIÓN	
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

Teniendo la dotación neta se halla la dotación bruta teniendo en cuenta un porcentaje de pérdidas de 25%, el cual incluye las pérdidas técnicas del sistema que son las relacionadas con fugas en tuberías, accesorios y estructuras; y las pérdidas comerciales en la red de distribución relacionadas con el funcionamiento comercial y técnico de la persona prestadora del servicio. El RAS recomienda que éstas no sean mayores al 25%. (MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO, 2017)

Tabla 6. Cálculo de la dotación bruta

DOTACIÓN BRUTA	
$D_{bruta} = d_{neta} / (1 - \%P)$	
DOTACIÓN BRUTA: 186,67 L/hab - día	
DOTACIÓN NETA:	140 L/hab - día
%P:	25%

Tabla 7. Cálculo del caudal medio diario

CAUDAL MEDIO DIARIO Qmd	
$Q_{md} = \frac{p \times d_{bruta}}{86400}$	
Qmd : 1,50 L/s	
Población:	694 Hab
dotación bruta:	186,67 L/hab - día

Tabla 8. Cálculo del caudal máximo diario

CAUDAL MÁXIMO DIARIO QMD	
$QMD = Qmd \times k1$	
QMD: 1,80 L/s	
Qmd:	1,50 L/s
k1:	1,2

Tabla 9 Cálculo del caudal máximo horario

CAUDAL MÁXIMO HORARIO QMH	
$QMH = QMD \times k2$	
QMH: 2,70 L/s	
QMD:	1,80 L/S
k2:	1,5

Debido a las condiciones topográficas del sector se hace necesario implementar un sistema de bombeo.

5.3 Modelación hidráulica

Para las modelaciones hidráulicas se incluyeron todos los esquemas y cálculos necesarios para la definición de las obras, precisando parámetros tales como diámetros, caudales, velocidades, especificaciones de materiales y demás aspectos técnicos que permitan asegurar el desempeño adecuado de los sistemas. Los esquemas y cálculos constituirán la memoria de cálculo que soportan las determinaciones de los elementos diseñados

Para la selección del material de las tuberías se deben tener en cuenta como mínimo aspectos como capacidad estructural, durabilidad, capacidad hidráulica, hermeticidad, compatibilidad con las características del agua que se va a transportar, características del suelo, costos y condiciones del mercado de la zona, facilidad de manejo, instalación y fácil mantenimiento.