

Apoyo técnico y administrativo, a la ejecución de obra y consecución de suministros para la optimización y adecuación de los sistemas de bombeo de agua potable en el municipio de Momil, departamento de Córdoba

Victor Alfonso Solano Pinto

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Carlos Fernando Arenas Jiménez

M.Sc. en Ingeniería Civil

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Civil

2022

Contenido

Introducción	8
1. Apoyo técnico y administrativo, a la ejecución de obra y consecución de suministros para la optimización y adecuación de los sistemas de bombeo de agua potable en el municipio de Momil, departamento de Córdoba	9
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Justificación.....	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	12
2. Estado del Arte.....	12
2.1 Sistemas de bombeo de agua potable.....	12
2.1.1 Definición y clasificación.....	12
2.2 Estación de bombeo	13
2.2.1 Funcionamiento de las estaciones de bombeo.....	14
2.2.2 Elementos de las estaciones de bombeo.....	14
2.2.3 Ubicación de las estaciones de bombeo	15
2.2.4 Tipos de estaciones de bombeo	16
2.3 Localización	16
2.3.1 Colombia	16
2.3.2 Córdoba	17
2.3.3 Momil	18
2.4 Normativa.....	19

2.4.1 Norma técnica colombiana: código colombiano de fontanería (NTC 1500).....	19
2.4.2 Constitución Política de Colombia.....	19
2.4.3 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS2000 y actualizaciones (decreto 330 del 17 de junio de 2017).....	19
2.4.4 Ley 142 de 1994	20
2.4.5 Resolución 0330 de 2017	20
2.4.6 Decreto 475 de 1998.....	20
3. Metodología	20
3.1. Fase 1: Cerramiento perimetral de la estación y cerramiento del transformador eléctrico ...	22
3.1.1. Descapote y delimitación.....	22
3.1.2. Excavación de zanja	22
3.1.3. Fundición de cimentación.....	22
3.1.4. Demolición y retiro de material.....	22
3.2. Fase 2: Impermeabilización del tanque de almacenamiento.....	23
3.2.1. Lavado de tanque.....	23
3.2.2. Impermeabilización de tanque.....	23
3.2.3. Instalación de pasa muro	23
3.3. Fase 3: Unificación de las estaciones existentes (instalación de motores y empalmes).....	23
3.3.1. Construcción de estación de bombeo principal	23
3.3.2. Instalación hidráulica.....	24
3.3.3. Empalme hidráulico.....	24
3.3.4. Instalación eléctrica	24
4. Resultados.....	24

4.1. Fase 1: Cerramiento perimetral de la estación y cerramiento del transformador eléctrico: ..	26
4.1.1. Descapote y delimitación.....	26
4.1.2. Excavación de zanja	27
4.1.3. Fundición de cimentación.....	27
4.1.4. Demolición y retiro de material.....	28
4.2. Fase 2: Impermeabilización del tanque de almacenamiento.....	29
4.2.1. Lavado de tanque.....	29
4.2.2. Impermeabilización de tanque.....	30
4.2.3. Instalación de pasa muro	31
4.3. Fase 3: Unificación de las estaciones existentes (instalación de motores y empalmes)....	32
4.3.1. Construcción de estación de bombeo principal	32
4.3.2. Instalación hidráulica:.....	33
4.3.3. Empalme hidráulico:	33
4.3.4. Instalación eléctrica:.....	34
5. Conclusiones	35
Referencias.....	38

Lista de figuras

Figura 1. <i>Sistema de abastecimiento por bombeo</i>	13
Figura 2. <i>Esquema típico de una estación de bombeo</i>	15
Figura 3. <i>Ubicación de Colombia en mapa de América del Sur</i>	17
Figura 4. <i>Ubicación geográfica de Córdoba</i>	18
Figura 5. <i>Ubicación geográfica de Momil</i>	18
Figura 6. <i>Metodología general del proyecto</i>	21
Figura 8. <i>Registro de bitácora</i>	25
Figura 9. <i>Descapote del perímetro del lindero</i>	26
Figura 10. <i>Excavación de zanjas para cerramientos</i>	27
Figura 11. <i>Plano estructural del cerramiento perimetral y de transformador eléctrico</i>	28
Figura 12. <i>Plano estructural del cerramiento perimetral y de transformador eléctrico</i>	28
Figura 13. <i>Cerramientos de seguridad en la estación de bombeo de Momil.</i>	29
Figura 14. <i>Tanque recolector de agua</i>	30
Figura 15. <i>Impermeabilización de tanque recolector de agua</i>	30
Figura 16. <i>Pasa muro de 12”</i>	31
Figura 17. <i>Impermeabilización de tanque recolector de agua</i>	31
Figura 18. <i>Construcción de estación de bombeo principal</i>	32
Figura 19. <i>Galería de expulsión e impulsión, instalación de motores</i>	33
Figura 20. <i>Empalme de tubería de impulsión</i>	33
Figura 21. <i>Tableros de mandos eléctricos</i>	34
Figura 22. <i>Unificación de estación de bombeo por medio de instalación e todos los motores</i> ...	34
Figura 23. <i>Estación de bombeo final</i>	35

Resumen

Se desarrolló la práctica empresarial en la empresa AQUALIA ubicada en el municipio de Momil – Córdoba, como opción de grado para optar por el título de Ingeniero Civil. En el presente informe se especifica las actividades, procesos y funciones residenciales desarrolladas por el practicante. La práctica empresarial se realizó en un periodo de seis (06) meses en total; en este lapso se apoyó técnica y administrativamente la ejecución de la obra de optimización y adecuación de los sistemas de bombeo de agua potable y la consecución de suministros del proceso de bombeo del municipio en cuestión. Se identifican y especifican los frentes de la obra de trabajo en estos seis (06) meses con la evidencia de cada uno, esos frentes llevan un orden cronológico desde el día de inicio de las pasantías (6 de octubre de 2021), la metodología que se lleva en proceso, las actividades asignadas, con la teoría y normativas necesarias para ser aplicadas en la obra.

Palabras clave: estación de bombeo, agua potable, cerramiento, optimización

Abstract

The business practice was developed in the company AQUALIA located in the municipality of Momil - Córdoba, as a degree option to opt for the title of Civil Engineer. This report specifies the activities, processes and residential functions developed by the practitioner. The business practice was carried out in a period of six (06) months in total; During this period, technical and administrative support was provided for the execution of the work to optimize and adapt the drinking water pumping systems and to obtain supplies for the pumping process of the municipality in question. The fronts of the work worked on in these two (02) months are identified and specified with the evidence of each one, these fronts are in chronological order from the start date of the internships (October 6, 2021), the methodology that is It carries in process, the assigned activities, with the theory and regulations necessary to be applied in the work.

Keywords: pumping station, drinking water, enclosure, optimization

Introducción

El presente documento muestra la ejecución de los seis meses de pasantía empresarial realizadas en el municipio de Momil Córdoba, con la empresa Aqualia. En este se registran las actividades realizadas en los frentes del proyecto de la optimización de la estación de bombeo de dicho municipio, se muestran las evidencias organizadas en orden cronológico desde el 6 de octubre de 2021, fecha de inicio de pasantía hasta el 6 de abril de 2022.

Paralela a esta información, se registra información que apoya la supervisión de la obra, que se ejecutaran las actividades de la forma correcta y en el tiempo estipulado, según las indicaciones del Ingeniero y de los planos. Para la caja menor, usada para compra de materiales y herramientas necesarias se hace documento en Excel que registre el dinero recibido, gastos, descripción de la compra. Se diligenciaba diariamente un registro fotográfico donde se especifican los avances diarios, las actividades realizadas, las cantidades del material que se sacaron de la bodega y esto va apoyado de la bitácora.

El documento muestra definición de los elementos de una estación de bombeo de agua, como funciona una estación de bombeo. Define la localización del municipio de Momil – Córdoba, leyes, normas que toca cumplir en el servicio prestado de tratado y distribución del agua potable.

1. Apoyo técnico y administrativo, a la ejecución de obra y consecución de suministros para la optimización y adecuación de los sistemas de bombeo de agua potable en el municipio de Momil, departamento de Córdoba

1.1 Planteamiento del problema

El municipio de Momil en conjunto con los municipios Lorica, Purísima, Chimá, Tuchín y San Andrés de Sotavento se abastece de agua potable mediante el sistema de acueducto Regional, el cual tiene como fuente de abastecimiento superficial la cuenca del río Sinú, el agua es captada lateralmente a través de una estructura que se localiza en las coordenadas $9^{\circ} 13.449'N$ y $75^{\circ} 48.964'O$ [1].

En el departamento de Córdoba, la empresa Aqualia opera en el bajo Sinú en municipios como Momil, Lorica, Purísima, Chimá, Tuchín y San Andrés de Sotavento estos municipios se abastecen de agua potable mediante un sistema de acueducto regional, esta fuente se abastece superficialmente del río Sinú [1]. Aqualia cuenta con plantas de tratamiento y estaciones de bombeo de agua potable, pero estas no cuentan con un cerramiento perimetral y las que tienen no están en buen estado, lo que no garantiza una buena seguridad para los operadores ni para los materiales y equipos. Los tanques recolectores de agua están en mal estados, se encuentran con filtración. Las estaciones de estos municipios se encuentran con una estructura bastante deteriorada y con mal olor en el cielo raso por presencia de murciélagos.

La estación de bombeo de agua potable del municipio de Momil, operada por la empresa Aqualia, cumple con el objetivo de recolectar agua en sus tanques y bombear a los municipios como Tuchin, Chimá, Momil y su zona rural. A pesar de recolectar bien el agua en sus tanques, se presentan en estos fugas y filtración de dicho líquido, lo que produce pérdidas, además de representas un riesgo a largo y corto plazo el hecho de no tratar estas fugas por la presión que genera el agua en los tanques.

Existen tres (3) estaciones de bombeo, cada una cuenta con un tanque independiente. Se tienen dos con una capacidad de recolección de agua de 162 m³. Adicionalmente se tiene un tanque de 1400 m³. Las estaciones se encuentran bastante deterioradas, son las estructuras son antiguas y se presenta una grave problemática de salud pública debido al fuerte olor que genera el excremento de murciélagos presente en las estaciones. Por el crecimiento de la población de los pueblos, los dos tanques de 162 m³ no están abasteciendo el consumo del total de la población de los municipios como Tuchin y Chimá.

La estación de Momil no cuenta con un cerramiento perimetral ni con un cerramiento del transformador eléctrico. El sector aledaño está rodeado de lotes baldíos llenos de árboles, arbustos y pastos. Es una zona insegura y propensa a hurtos de los materiales y equipos que se encuentren en la estación. Mantener el transformador sin un cerramiento adecuado que está a nivel del terreno representa riesgos para los trabajadores y personas que se acerquen a esta zona por ocio.

De acuerdo a la problemática anteriormente descrita, se hace necesaria hacer un cerramiento perimetral y del transformador eléctrico por seguridad de los operadores, personas que visiten la estación. También se debe impermeabilizar el tanque recolector de agua para así poder instalar los motores, empalmes de tubería en la nueva estación que debe ser construida con las características necesarias, para así lograr una optimización de la estación de Momil.

1.2 Justificación

Aqualia es la cuarta empresa de gestión del agua de Europa y la novena del Mundo por población servida, según el último ranking de Global Water Intelligence [2]. A nivel internacional Aqualia ofrece sus servicios en 17 países entre los cuales se cuentan con: Argelia, Arabia Saudí, Colombia, Chile, Ecuador, Egipto, Emiratos Árabes, España, Francia, Italia, México, Omán,

Portugal, Qatar, República Checa, Rumanía y Túnez. Esta multinacional busca prestar un servicio de calidad para el bienestar de las personas [1].

En Colombia, para el caso del municipio de Momil, ubicado en el departamento de Córdoba, la empresa Aqualia garantiza la calidad del agua para los habitantes realizando pruebas diarias en la estación de bombeo del municipio. Cabe mencionar que el servicio de acueducto prestado por la empresa abarca componentes de captación, tratamiento y distribución del agua. Así, según la ACUAVALLE S.A. GERENCIA INTEGRAL PDA CORDOBA en un informe del 2009 se cumple con un 94% de cobertura del suministro en la zona urbana y rural de Momil [3].

Actualmente, el municipio de Momil cuenta con una estación de bombeo de agua potable cuya fuente de abastecimiento es el río Sinú. Allí, el servicio se suministra mediante bombas de expulsión a la cabecera municipal y desde Momil, se bombea a los municipios como Tuchin, Chima y la zona rural de Momil, este bombeo no es óptimo por la antigüedad de los motores. Dos tanques recolectores de agua no abastecen el caudal que demandan el municipio de Tuchin y Chima por el crecimiento de su población, se registran fugas en los tanques existentes y tuberías que se encuentran en el trayecto del bombeo. Las estructuras de las estaciones son bastante antiguas y no cuenta con cerramiento perimetral, ni del transformador eléctrico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Apoyar técnica y administrativamente la ejecución de la obra de optimización y adecuación de los sistemas de bombeo de agua potable y la consecución de suministros del proceso de bombeo en el municipio de Momil del departamento de Córdoba.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar la bitácora de obra y el acta de entrega del proyecto como apoyo a las labores de residencia y supervisión de la obra.

Brindar acompañamiento en el proceso de cotización, compra de materiales y herramientas para la ejecución de la optimización de la estación de bombeo de agua potable en Momil.

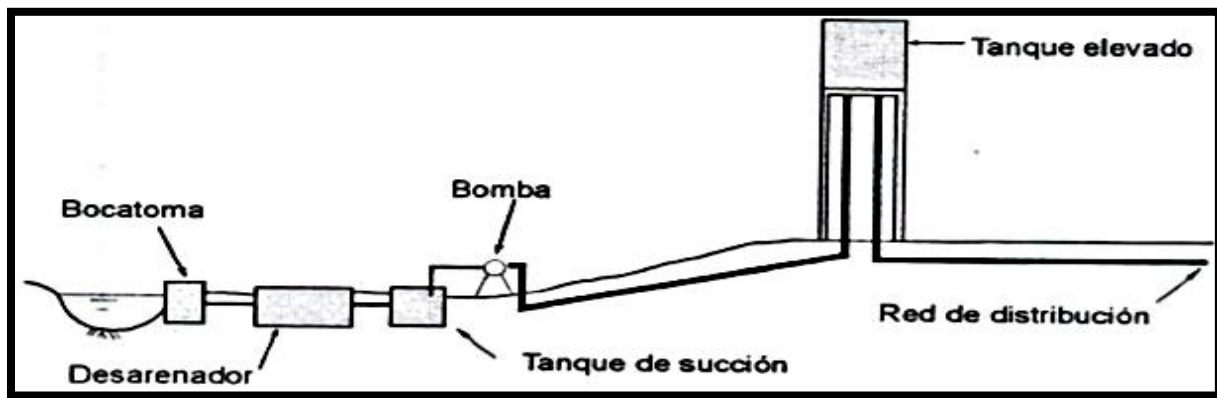
Ejecutar labores de apoyo técnico y administrativo del proyecto optimización de estación de bombeo de agua potable en Momil” de acuerdo con los estudio y diseños previos.

2. Estado del Arte

2.1 Sistemas de bombeo de agua potable

2.1.1 Definición y clasificación

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial existen dos tipos de sistemas de bombeo de agua potable. En primer lugar, se tienen aquellos que utilizan como fuente las aguas superficiales como ríos y lagos y, por otra parte, aquellos que se alimentan de aguas subterráneas (pozos) [1]. De acuerdo con CARE INTERNACIONAL-AVINA, los dos tipos de sistemas elevan el agua desde su punto de captación, mediante equipos de bombeo hasta la planta potabilizadora. Así mismo ambos emplean tanques de almacenamiento, generalmente ubicados en un punto estratégico teniendo presente su elevación para distribuir el agua con ayuda de la gravedad a la población de usuarios [3].

Figura 1. Sistema de abastecimiento por bombeo

Nota: Tomado de adecuación del banco de imágenes del proyecto (CARE INTERNACIONAL-AVINA, 2012)

2.2 Estación de bombeo

Actualmente, el municipio de Momil cuenta con una estación de bombeo de agua potable cuya fuente de abastecimiento es el río Sinú. Allí, el servicio se suministra mediante bombas de expulsión a la cabecera municipal y desde Momil, se bombea a las comunidades aledañas que le corresponden. Ahora bien, para poder comprender mejor el funcionamiento mecánico de las estaciones de bombeo de agua potable, se revisa su definición y los elementos que la componen.

Para comenzar, la Organización Panamericana de Salud (2005), define una estación de Bombeo como un sistema estructural conformado por equipos y accesorios hidráulicos, tales como tubería, bombas, motores y tableros de mando entre muchos otros, los cuales se ensamblan para captar el agua desde la fuente que se abastece y se conduce a un punto de almacenamiento o a la red de distribución [5].

2.2.1 Funcionamiento de las estaciones de bombeo

Una vez conocida la definición de este sistema de bombeo, también será necesario conocer cuál es su principal funcionamiento y, como ya se ha dicho antes, su principal finalidad es proporcionar y abastecer de agua a todo el espacio en cuestión [6].

Una estación de bombeo es una colección de estructuras que consta de una o más bombas. Cada bomba incluye pozos de bomba y un conjunto de tuberías. Hay dos tipos de tubos: tubos de succión y tubos de descarga. De esta forma, la tubería de succión aspira el agua o líquido y luego lo entrega a través de la tubería de distribución a toda la red. En decir, las estaciones de bombeo están diseñadas para entregar agua por presión a puntos en elevaciones más bajas o altas [6].

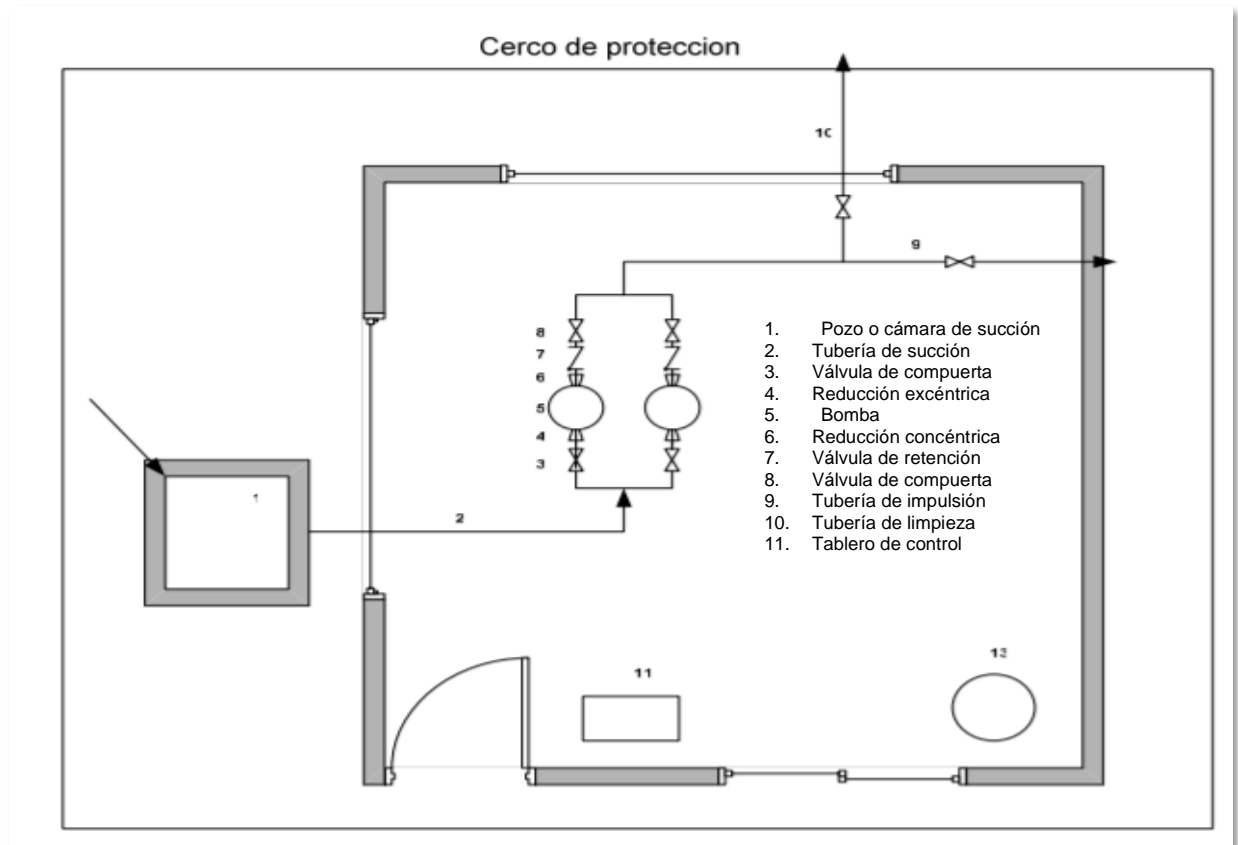
2.2.2 Elementos de las estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo constan de unos elementos básicos, los cuales se darán a conocer a continuación [5]:

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos para cloración.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.

- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.

Figura 2. Esquema típico de una estación de bombeo



Nota: Tomado de Elementos de diseño para acueducto y alcantarillados (LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo, 2003).

2.2.3 Ubicación de las estaciones de bombeo

Para que una estación de bombeo tenga un funcionamiento seguro y continuo, esta debe tener la mejor ubicación posible. Para ello, según la guía para realizar el respectivo diseño de estaciones de bombeo se debe tener en cuenta lo siguiente [5]:

- Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Protección de la calidad del agua de fuentes contaminantes.
- Protección de inundaciones, deslizamientos, huaycos y crecidas de ríos.
- Eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución.
- Disponibilidad de energía eléctrica, de combustión u otro tipo.
- Topografía del terreno.
- Características de los suelos.

2.2.4 Tipos de estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo tienen diferentes usos, tales como redes de alcantarillado, sistemas de drenaje y de riesgo, distribución de agua potable y en la mayoría de las áreas industriales [6]. Para el municipio de Momil la estación de bombeo presente es la que está destinada a la red de distribución del servicio de agua potable para la comunidad presente en este municipio y veredas aledañas.

2.3 Localización

2.3.1 Colombia

La República de Colombia está localizada en la parte noreste de América del Sur, en el centro de las Américas, su territorio se extiende a lo largo de dos hemisferios, limita con la costa del Pacífico al occidente, la costa Atlántica al norte y en la parte sur se cruza con la línea ecuatorial [7].

Figura 3. *Ubicación de Colombia en mapa de América del Sur*

Nota: Tomado de “Ubicación Geográfica de Colombia” (M. Vega,2014)

2.3.2 Córdoba

Córdoba es un uno de los 32 departamentos que pertenecen a la república de Colombia. Este departamento se encuentra localizado en la parte norte del país; entre las latitudes 09°26'16" (1043258,8 N) y 07°22'05" (814714,5) norte y las longitudes 74°47'43" (522474,2) y 76°30'01" (334407,6) oeste. Cubre un área de 23.980 kilómetros cuadrados, lo que equivale al 2,1% de la superficie terrestre del país. Este departamento limita con el mar Caribe y el departamento de Sucre al norte, Antioquia, Sucre y Bolívar al este, y, por último, Antioquia al sur y mar el Caribe al oeste [8].

Figura 4. *Ubicación geográfica de Córdoba*

Nota: Tomado de “Departamento de Córdoba,” Córdoba; información general - ciudades y municipios (colombiamania.com, 2016).

2.3.3 Momil

Momil es un municipio que pertenece al departamento de Córdoba ubicado en la república de Colombia. Este Municipio está localizado en la parte norte de Córdoba, en la subregión del bajo Sinú [9].

Figura 5. *Ubicación geográfica de Momil*

Nota: Tomado de “Departamento de Córdoba,” Córdoba; información general - ciudades y municipios (colombiamania.com, 2016)

2.4 Normativa

2.4.1 Norma técnica colombiana: código colombiano de fontanería (NTC 1500)

Este código es el que se encarga de establecer todos aquellos requisitos que son mínimos para asegurar el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas de abastecimiento de agua potable, drenaje pluvial y alcantarillado, sistemas de ventilación y los equipos y herramientas necesarios para operar y utilizar estos sistemas [10].

2.4.2 Constitución Política de Colombia

La constitución política también cumple un importante papel en la prestación de los servicios públicos de agua potable, ya que, esta obliga al estado a garantizar la prestación efectiva de los servicios públicos domiciliarios a todos los habitantes pertenecientes al territorio nacional [11].

2.4.3 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS2000 y actualizaciones (decreto 330 del 17 de junio de 2017)

Este reglamento especifica los diferentes requisitos que se necesitan cumplir para el correcto funcionamiento de las estructuras, equipos y métodos de operación que son utilizados para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua, drenaje y saneamiento y sus actividades complementarias [12].

2.4.4 Ley 142 de 1994

Esta ley es la encargada de establecer el sistema de servicios públicos domiciliarios y, además, la regulación del sistema de saneamiento básico, estableciendo la obligación de los municipios de dar el correcto abastecimiento de agua potable a las zonas residenciales, los servicios de alcantarillado y saneamiento de conformidad con las normas y las reglas a que se refieren [13].

2.4.5 Resolución 0330 de 2017

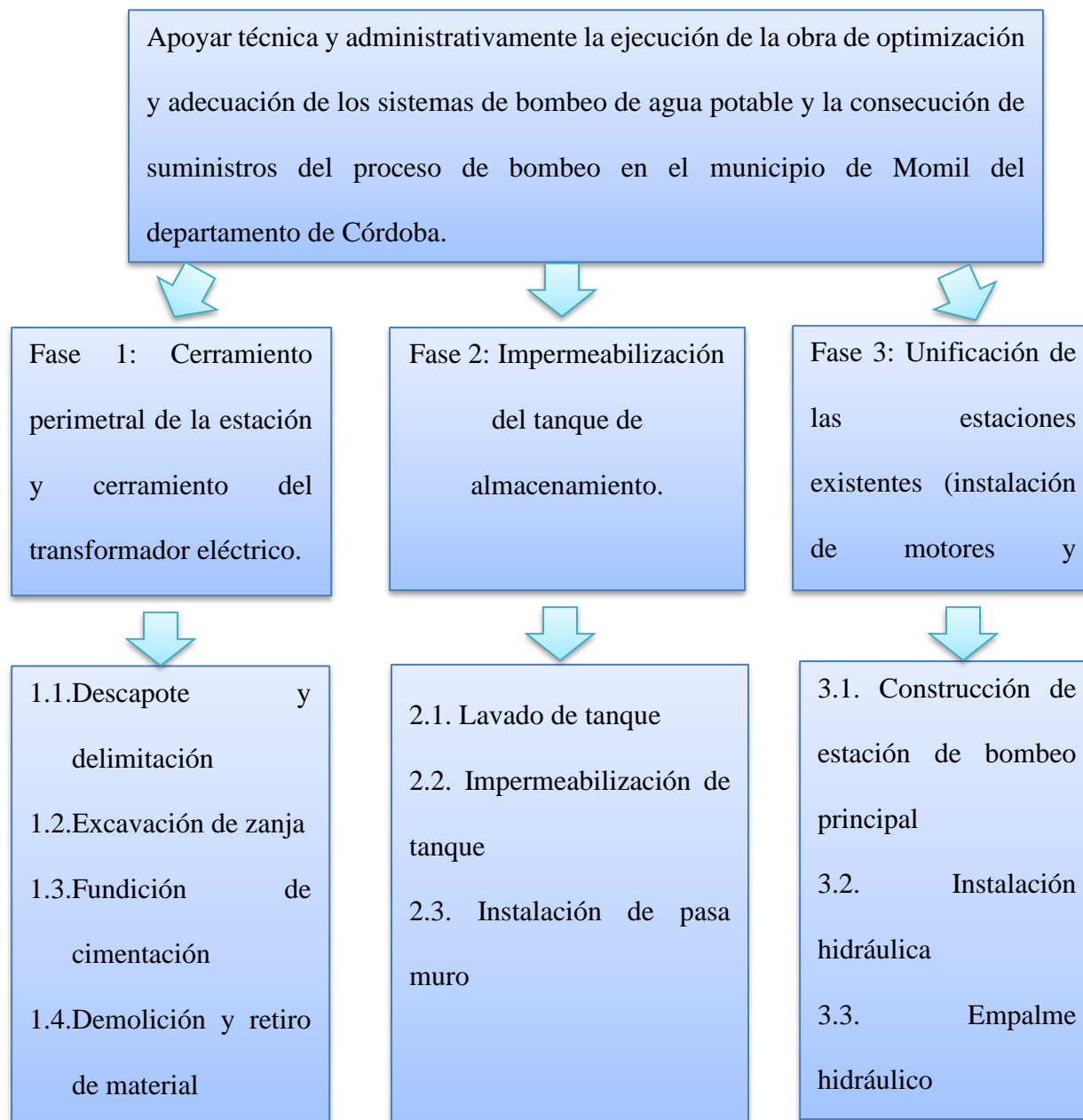
Esta resolución es la encargada de reglamentar todos aquellos requisitos técnicos mínimos que deben cumplirse en las diferentes etapas de construcción relacionadas con los servicios de abastecimiento de agua, drenaje y saneamiento [14].

2.4.6 Decreto 475 de 1998

Ese decreto se encarga de dictar las normas técnicas de calidad para el agua potable en Colombia, así como regular las actividades relacionadas con la calidad del agua para uso doméstico [14].

3. Metodología

La metodología de este proyecto consistió en 3 etapas correspondientes a determinadas actividades para cada objetivo específico del proyecto.

Figura 6. Metodología general del proyecto

La práctica consistió en brindar un apoyo específico al ingeniero en la obra de la estación de bombeo del municipio de Momil, realizando documentos de actas, cantidades, registro fotográfico, control de caja menor, control de personal, control de nómina, cotizaciones, supervisión en la obra, registro de material y herramientas guardadas en la bodega.

A continuación, se dará una breve descripción de cómo se realizó cada etapa del proyecto durante el periodo de las pasantías, estos frentes de trabajo o actividades pueden variar a medida del transcurso del tiempo.

3.1. Fase 1: Cerramiento perimetral de la estación y cerramiento del transformador eléctrico

3.1.1. Descapote y delimitación

Para la elaboración del cerramiento perimetral se hace un descapote y se delimita el terreno por el lindero del perímetro de la estación de 160 m y de un perímetro de 3 m del transformador.

3.1.2. Excavación de zanja

Seguido a la delimitación se procede a hacer la excavación de la zanja de los cerramientos en el perímetro delimitado que se nombró en el ítem 1.1.

3.1.3. Fundición de cimentación

Seguido de la excavación de todo el perímetro, se procede a fundir la cimentación de estos cerramientos para levantar columnas, hiladas de bloques, ubicar tubería galvanizada para colocar la malla, concertina y alambre de púa para seguridad.

3.1.4. Demolición y retiro de material

Para el cerramiento del transformador eléctrico se demolió el cerramiento existente que se encontró bastante deteriorado para así levantara el nuevo cerramiento con las características mostrada en la figura 3.

3.2. Fase 2: Impermeabilización del tanque de almacenamiento

3.2.1. Lavado de tanque

Primeramente, se desagua el tanque recolector de agua, para proceder hacerle un lavado en sus paredes y piso con un jabón especial para remover larvas e impurezas generadas por el agua.

3.2.2. Impermeabilización de tanque

Seguido de lavar el tanque se procede a impermeabilizar el tanque que es una mezcla de cemento, impermeabilizante especial, agua, acelerantes. Con esta mezcla se proceden recubrir las paredes internas, externas, el piso hasta poder lograr un impermeabilizado completo del tanque.

3.2.3. Instalación de pasa muro

Adicional a esta impermeabilización, se colocó un pasa muro de 12” que también tocó implementar la mezcla de impermeabilización para que no se presentaran fugas.

3.3. Fase 3: Unificación de las estaciones existentes (instalación de motores y empalmes)

3.3.1. Construcción de estación de bombeo principal

Se construyó una estación de bombeo para unificar las tres estaciones de bombeo existentes, instalar los motores con su tubería y los tableros eléctricos.

3.3.2. Instalación hidráulica

Instalación de galería de impulsión de 12” y traslado de motores de las tres estaciones existentes.

3.3.3. Empalme hidráulico

Seguido al instalar la tubería de impulsión se hizo el empalme con la tubería de impulsión existentes de las estaciones de bombeo antiguas.

3.3.4. Instalación eléctrica

Paralelo al trabajo de la galería hidráulica, se instalaron los tableros de mando eléctricos de cada motor y del transformador.

4. Resultados

A continuación, se describen los resultados por medio de las fases que se presentaron en la metodología:

Para las tres fases de la ejecución de la pasantía empresarial se llevaron actividades paralelas para cumplir con un 90% de la obra, se obtuvo un registro y evidencias de todos los frentes de trabajo como:

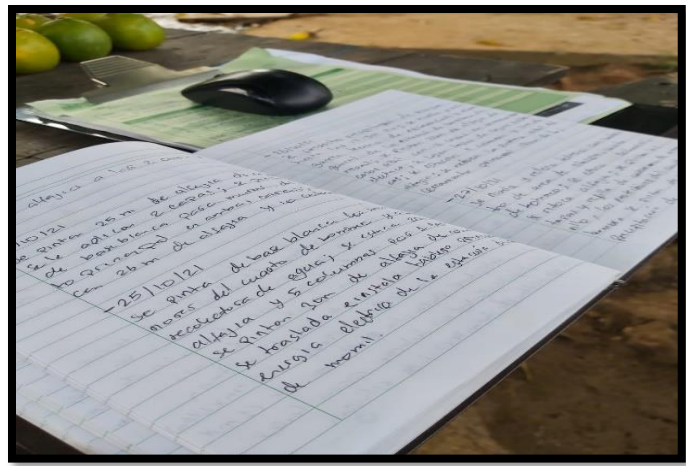
- Cotización y filtro de ferreterías en la compra de materiales.

Figura 7. Hoja de cotización

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	VAL UNITARIO	VAL TOTAL
1	VALVULA DE COMPUESTA EN HD DE 2" 600	LIN	1	800,000	800,000
2	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	700,000	700,000
3	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,500,000	1,500,000
4	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,100,000	1,100,000
5	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
6	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
7	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
8	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
9	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
10	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
11	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
12	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
13	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
14	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
15	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
16	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
17	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
18	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
19	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
20	VALVULA DE RETORNO EN HD DE 2" 600	LIN	1	1,000,000	1,000,000
				TOTAL	20,718,000

- Registro diariamente en la bitácora los avances de la ejecución de la obra diariamente, el material que salía o entraba en la bodega, cantidad de material usado en el día.

Figura 8. Registro de bitácora



- Administración de caja menor.
- Registro fotográfico de las actividades.

- Elaboración, registro y pago de nómina de trabajadores.
- Elaboración de cuadro de Excel de las cantidades de la obra.

A continuación, se muestran los resultados de las fases de la pasantía:

4.1. Fase 1: Cerramiento perimetral de la estación y cerramiento del transformador eléctrico:

En el periodo de 6 meses de la pasantía se logra ejecutar un 90% de estos cerramientos, cumpliendo con las características exigidas por la empresa de Aqualia:

4.1.1. Descapote y delimitación

El proceso de descapote y delimitación abarco un área de 486 m² teniendo cuenta el perímetro del cerramiento perimetral y el del cerramiento del transformador eléctrico, esta actividad tardo 3 días en ejecutarse.

Figura 9. *Descapote del perímetro del lindero*



4.1.2. Excavación de zanja

El proceso de excavación se ejecutó en el perímetro del cerramiento perimetral con una longitud de 160 m, con un ancho de 0,3 m, la profundidad de la excavación dependió del terreno, la topografía y el diseño del cerramiento.

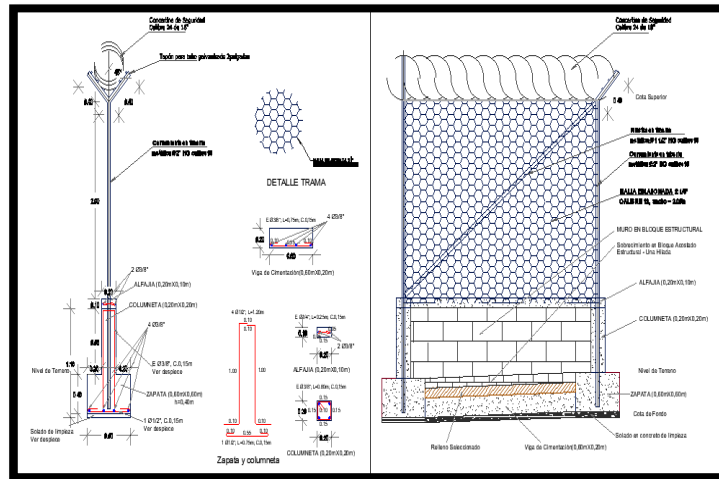
Figura 10. *Excavación de zanjas para cerramientos*



4.1.3. Fundición de cimentación

Se fundió la cimentación del cerramiento perimetral con una medida de 0,3 m X 0,25m, teniendo en cuenta el diseño del cerramiento para levantar las hiladas de bloques, fundir las columnas cada 2,5 m, colocar la malla.

Figura 11. Plano estructural del cerramiento perimetral y de transformador eléctrico



4.1.4. Demolición y retiro de material

El transformador eléctrico tiene una semiestructura como cerramiento que se demolió para poder levantar el cerramiento nuevo de este transformador eléctrico, midiendo 24 m lineales de perímetro.

Figura 12. Plano estructural del cerramiento perimetral y de transformador eléctrico



Teniendo en cuenta las características del diseño del cerramiento, la topografía del terreno, se obtuvo un cerramiento perimetral con su andén perimetral como se muestra en a figura 13.

Figura 13. *Cerramientos de seguridad en la estación de bombeo de Momil.*



4.2. Fase 2: Impermeabilización del tanque de almacenamiento

En el periodo de 6 meses de la pasantía se logra ejecutar un 100% la impermeabilización del tanque recolector de agua, cumpliendo con las características exigidas por la empresa de Aqualia y garantizando una buena impermeabilización:

4.2.1. Lavado de tanque

El tanque recolector de agua se lavó muy bien para retirar impurezas que genera el agua y la filtración de esta en los muros, para obtener una pared limpia para proceder al proceso de impermeabilización.

Figura 14. *Tanque recolector de agua*



4.2.2. Impermeabilización de tanque

El tanque se impermeabilizó con un sellante especial que se mezcló con un poco de cemento y agua, se le aplicaron 3 capas en todos los muros internos y piso, 2 capas en los muros externos de esta mezcla para garantizar un buen impermeabilizado.

Figura 15. *Impermeabilización de tanque recolector de agua*



4.2.3. Instalación de pasa muro

Se instala un pasa muro de 12” para conectar la galería de impulsión de los motores que se unificaron en la estación de bombeo, este pasa muro se impermeabilizo de igual forma al fundirlo en el muro anteriormente perforado, muro de 0,35 m.

Figura 16. *Pasa muro de 12”*



Al pasar por pruebas para garantizar la impermeabilización del tanque se procedió a pintarlo para darle un toque estético y elegante a este.

Figura 17. *Impermeabilización de tanque recolector de agua*



4.3.Fase 3: Unificación de las estaciones existentes (instalación de motores y empalmes)

En el periodo de 6 meses de la pasantía se logra ejecutar un 100% la unificación de las estaciones de bombeo, instalando, empalmando todos los motores con la tubería de impulsión y expulsión, cumpliendo con las características exigidas por la empresa de Aqualia y garantizando una buena impermeabilización:

4.3.1. Construcción de estación de bombeo principal

Se levantó estación de bombeo donde se unificaron los motores, tubería de impulsión, expulsión, tableros eléctricos. Esta estación se construyó de 11 m X 9 m X 3 m con su respectiva cuchilla y cubierta a una sola agua.

Figura 18. *Construcción de estación de bombeo principal*



4.3.2. Instalación hidráulica:

La instalación hidráulica consistió en el traslado exitoso de los motores a la estación de bombeo principal, instalación de galería de impulsión y expulsión.

Figura 19. *Galería de expulsión e impulsión, instalación de motores*



4.3.3. Empalme hidráulico:

La tubería de expulsión se instala buscando el lugar de empalme que tenían las estaciones de bombeos independiente anteriormente, ahí se colocan los accesorios mostrados en la figura 14 para tener un empalme exitoso.

Figura 20. *Empalme de tubería de impulsión*



4.3.4. Instalación eléctrica:

Se instaló un tablero eléctrico por cada municipio de bombeo o por cada motor, teniendo un tablero principal regulador de energía y un tablero de mando eléctrico del alumbrado de la estación.

Figura 21. *Tableros de mandos eléctricos*



Se instalaron 6 motores en la estación de bombeo principal bombeando al 100% con su tubería y accesorios hidráulicos necesarios, con la tubería empalmada logrando la unificación de estaciones.

Figura 22. *Unificación de estación de bombeo por medio de instalación e todos los motores*



Figura 23. Estación de bombeo final

5. Conclusiones

En el transcurso de la pasantía profesional, se tuvo presentes diferentes frentes de trabajo, que se llevaron a cabo de una manera segura y eficiente. En estos frentes se desarrollaron diseños constructivos y administrativos in situ, en los cuales se aplicaron conocimientos de ingeniería de las áreas estructural, eléctrica e hidráulica. Las actividades de trabajo principales fueron: Construcción de cerramiento perimetral de la estación de bombeo y cerramiento de transformador eléctrico, impermeabilización de tanque recolector de agua y unificación de la estación, instalación de motores y empalmes de tubería de expulsión. Paralelo a estas actividades se llevaron unas subactividades como: cantidades de obra, cotización y suministro de materiales, supervisión técnica de los procesos constructivos, registro de bitácora, fotográfico, caja menor.

El proyecto se llevó a cabo de acuerdo a la planificación teniendo presente que el factor climático permitió el desarrollo normal de las actividades. A finales del año se presentaron intensas precipitaciones en el municipio. Hay que añadir que el área intervenida por la obra corresponde a un sector con un nivel freático alto, por ende cualquier excavación y construcción abajo del nivel del terreno podía llegar a generar complicaciones. Así mismo, la energía eléctrica no siempre era

constante. Estos y otros imprevistos son normales en la construcción de una obra, lo que hace que la ejecución sea propensa a tener algún tipo de atraso en el cronograma.

Se construyó el cerramiento perimetral, el cerramiento del transformador eléctrico en un 100% cumpliendo con las características y diseño que exigía la empresa AQUALIA. Este cerramiento quedó totalmente funcional garantizando una seguridad del perímetro de la estación de bombeo para evitar posibles hurtos y garantizar la seguridad del personal de trabajo, animales, y visitantes en el perímetro del transformador eléctrico.

Se impermeabilizó un 97% el tanque recolector de agua principal, teniendo presente el tiempo de construcción de dicho tanque. De acuerdo a esta ejecución, se garantizó un tanque que cumplirá con su objetivo de recolectar agua sin obtener pérdidas por fuga. Así se cumple con la función de recolectar la capacidad máxima de agua y poder abastecer a los municipios de Tuchin, Chima y Momil con su zona rural.

Se construyó la estación de bombeo principal y se unificaron las tres estaciones existentes. La caseta se construyó con las medidas estipuladas en los planos teniendo presente la cantidad de motores que se iban a instalar. Se instalaron los motores de las estaciones antiguas obteniendo la succión del tanque principal, se empalmaron las tuberías de expulsión en los puntos de empalme de cada estación y así se garantizó una optimización de la estación de bombeo del municipio de Momil-Córdoba.

Se realizó la bitácora de obra y el acta de entrega del proyecto efectuando funciones de apoyo a las labores de residencia y supervisión de la obra durante los seis meses de práctica empresarial; la tabla 3 del presente documento evidencia el cumplimiento de este objetivo. El desarrollo de la bitácora permitió tener un registro preciso y detallado para evidenciar el cumplimiento de todas las actividades y de esta manera poder gestionar los pagos.

Se brindó acompañamiento en el proceso de cotización, compra de materiales y herramientas filtrando diferentes ferreterías y proveedores. Se administró la caja menor cumpliendo con la programación del presupuesto, garantizando la calidad del material comprado para así obtener una ejecución en el desarrollo de la optimización de la estación de bombeo de agua potable del municipio de Momil, Córdoba. El proceso de cotización para compra de material permitió optimizar la relación beneficio – costo de los insumos adquiridos. Así mismo, se tuvo en consideración los costos de transporte de los materiales para poder hacer la respectiva selección.

Se verificó diariamente el cumplimiento de cada frente de trabajo según la planeación de obra. De la misma manera, se realizó control de las especificaciones y medidas calculadas en los diseños, planos y cuadros de Excel. Se tuvo presente el tiempo del cronograma de trabajo para la entrega de la obra. Al supervisar y corroborar diariamente que se ejecutara de la forma correcta cada frente de trabajo, se logró terminar la obra en el tiempo estipulado, garantizando calidad, durabilidad y una construcción óptima.

Referencias

- [1] FCC AQUALIA, «Aqualia,» 22 11 2021. [En línea]. Available: <https://www.aqualia.com.co/conocenos/quienes-somos>.
- [2] Intelligence, G. W., Yearbook, I. D., Summit, G. W., & Card, R. (2011). Global water intelligence. *Global Water Intelligence*, 12(10), 1-72.
- [3] Comisión reguladora de agua, “Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia,” Plan regional de inversiones en ambiente y salud. Serie Análisis No. 11, Aug-1997. [Online]. Available: https://www.paho.org/col/dmdocuments/analisis_sectorial_aguaysanea_colombia.pdf. [Accessed: 19-Dec-2021].
- [4] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Fontanería Rural. Programa Cultura Empresarial 9. Bogotá: USAID, 2006.)
- [5] LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueducto y alcantarillados. 2 ed. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003. p. 28
- [6] Organización panamericana de la salud, Ed., “Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable,” Guía diseño de bombeo , 2005. [Online]. Available: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b%20Guia%20dise%C3%B1o%20de%20bombeo.pdf. [Accessed: 15-Nov-2021].
- [7] Sanitri, Ed., “¿Qué son las estaciones de bombeo?,” SFA SANITRIT, 06-Sep-2020. [Online]. Available: <https://www.sfa.es/blog/que-son-las-estaciones-de-bombeo-n26>. [Accessed: 15-Sep-2021].
- [8] Duranoff, “SITUACIÓN GEOGRAFICA - COLOMBIA,” Colombiamania.com, 14-Jun-2017. [Online]. Available:

http://www.colombiamania.com/geografia/index_geografia/index_geografia_situaciongeografica.html. [Accessed: 10-Dec-2021].

- [9] Alcaldia municipal de Momil, “Plan territorial de salud,” Plan decenal de salud pública , 02-Sep-2020. [Online]. Available: https://momilcordoba.micolombiadigital.gov.co/sites/momilcordoba/content/files/000305/15233_31-anexo-documento-pts-momil-2020--2023_definitivo.pdf. [Accessed: 10-Nov-2021].
- [10] ICONTEC, “NTC1500,” Código colombiano de fontanería , 20-Aug-2011. [Online]. Available:https://www.armada.mil.co/sites/default/files/normograma_arc/mantenimiento1/NTC%201500.pdf. [Accessed: 10-Sep-2021].
- [11] E. Rivera and V. Suarez , “Propuesta para la optimización del sistema de acueducto del municipio de tena (Cundinamarca),” Repositorio Universidad Católica , 05-Dec-2018. [Online]. Available: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22858/1/OPTIMIZACION%20ACUEDUCTO%20TENA.pdf>. [Accessed: 16-Dec-2021].
- [12] Ministerio de desarrollo económico, “Documentación técnico-normativa del sector de agua potable y saneamiento básico,” Minvivienda, 18-Nov-2004. [Online]. Available: https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_a_.pdf. [Accessed: 17-Dec-2021].