

METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ESTANQUEIDAD QUE SE
PRESENTA EN LOS TANQUES DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE TUNJA

MITCHEL CAMILA BERNAL BERNAL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2023

METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ESTANQUEIDAD QUE SE
PRESENTA EN LOS TANQUES DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE TUNJA

MITCHEL CAMILA BERNAL BERNAL

Proyecto de investigación para obtener el título de Ingeniero Civil

Director: MELQUISEDEC CORTÉS ZAMBRANO
Doctor en Ingeniería y Ciencias de los Materiales

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2023

Nota de aceptación

18 de agosto 2023



Firma del Presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 07 de agosto de 2023

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis abuelos Gloria y Carlos quienes con su apoyo y amor incondicional han sido partícipes e hicieron todo lo posible para poder estar culminando esta etapa, también a:

Mi madre Paola quien siempre ha sido gran compañía a lo largo de este proceso de formación profesional, por su comprensión y preocupación. De igual forma a mis hermanos quienes son muestra de amor incondicional.

Mi tía Mónica por estar presente y ser de gran apoyo en cada uno de estos años con su amor y su voz de aliento siempre.

Mi pareja por ser partícipe de los altibajos a lo largo de este proyecto por su amor y constante apoyo y compañía en cada uno de estos momentos.

Finalmente, pero no menos importante esto va dedicado para Alejandro quien está en el cielo, por haber sido parte importante y primordial de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por ser guía y fortaleza a lo largo de esta carrera.

A la empresa Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P por permitirme construirme como profesional en la Gerencia de operaciones en el área de Acueducto y sectorización le agradezco a la Ingeniera Natalia Pedraza por ser guía en el proceso del desarrollo de este proyecto. A mis compañeros de sectorización Alexandra Galindo, Lizeth Niño y a las cuadrillas. por su acompañamiento motivacional y conocimientos compartidos para el fortalecimiento de la construcción de este proyecto.

Agradezco a mi familia por ser el mayor pilar de mi vida y apoyo para siempre poder cumplir con las metas propuestas siempre.

Agradezco a mis amigos los que siempre se han mantenido acompañándome a lo largo de las etapas profesionales de mi vida.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	17
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	18
2.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A E.S.P....	18
3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS	21
3.1 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD	21
3.1.1 Comprobación del tanque para iniciar la prueba.	22
3.1.2 Obtención de agua y llenado de tanque de almacenamiento.	22
3.1.3 Control de estanqueidad.....	23
3.1.4 Detección de fugas.....	23
3.1.5 Personal.	24
3.1.6 Normas de seguridad	24
3.1.7 Normas de seguridad, higiene y medio ambiente.....	25
3.1.8 Evaluación y manejo de riesgos.	25
3.1.9 Operaciones y mantenimiento.	25
3.1.10 Información a dar a conocer	25
3.1.11 Capacitación para el personal.....	25
3.1.12 Salud laboral.	26
3.1.13 Evaluación de gestión medioambiental de posibles riesgos.	26
3.1.14 Requisito de medidas preventivas y de control para prevenir estos riesgos.	26
3.1.15 Prueba de estanqueidad.....	27
3.2 CRONOGRAMA	29
3.3 VISITA TANQUES.....	29
3.3.1 Tanques Oriente No 1 y 2.....	29
3.3.2 Tanque Centro.....	30
3.3.3 Tanque Colinas.	31
3.3.4 Tanques La Picota No 1 y 2.	33
3.3.5 Tanques El Triunfo No. 1 y 2.....	34
3.3.6 Tanque Circular.	35
3.3.7 Tanque El Carmen.....	36
3.3.8 Tanques Gemelos No 1 y 2.....	37
3.3.9 Tanques Milagro Redondos No 1 y 2.	37
3.3.10 Tanque Milagro Cuadrado.	38
3.3.11 Tanque San Rafael.	39

3.3.12	Tanques Mirador Escandinavo No 1 y 2	40
3.4	LISTADO DE PRIORIZACIÓN	42
3.5	CRONOGRAMA PARA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	42
3.6	PLANES DE CONTINGENCIA.....	43
3.6.1	Plan de contingencia tanque Circular	43
3.7	INFORME DE PRESIONES	45
3.7.1	i2O Water	45
3.7.2	Aplicativo ArcGIS.....	48
3.7.3	Biosciences S.A.S	51
3.8	MANTENIMIENTO DE LOGGER QUE NO SE ENCUENTRAN TRANSMITIENDO.....	52
3.8.1	Logger Palos Verdes - PATEC560.....	52
4.	APORTES DEL TRABAJO	55
4.1	COGNITIVOS	55
4.1.1	Aporte en la revisión de la plataforma de I2O water.	55
4.1.2	Identificación de lugar para la instalación de cajas para 19 puntos fijos de presión distribuidos en los sectores del norte de la ciudad.	55
4.1.3	Recorrido de mantenimiento línea de aducción.....	56
4.2	A LA COMUNIDAD	56
5.	IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	57
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recolección de datos.....	27
Tabla 2. Datos a registrar.....	28
Tabla 3. Cronograma visita de tanques.	29
Tabla 4. Cronograma realización de pruebas de estanqueidad.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.	18
Figura 2. Sectorización hidráulica de la ciudad de Tunja.	19
Figura 3. Esquema de acueducto.	20
Figura 4. Visita tanques Oriente No 1.	30
Figura 5. Visita tanque Centro.	31
Figura 6. Visita tanque Colinas.	32
Figura 7. Visita tanque La Picota No 1.	33
Figura 8. Visita tanque La Picota No 2.	34
Figura 9. Visita tanques El Triunfo No. 1 y 2.	34
Figura 10. Visita tanque Circular.	35
Figura 11. Visita tanque El Carmen.	36
Figura 12. Visita tanques Gemelos No 1 y 2.	37
Figura 13. Visita tanques Milagro Redondos No 1 y 2.	38
Figura 14. Visita tanque Milagro Cuadrado.	39
Figura 15. Visita tanque San Rafael.	40
Figura 16. Visita tanque Mirador Escandinavo No 1.	41
Figura 17. Visita tanque Mirador Escandinavo No 2.	41
Figura 18. Prueba de estanqueidad tanque Circular.	44
Figura 19. Selección de Idisid.	45
Figura 20. Determinación de periodo de datos a descargar de i2Owater.	46
Figura 21. Extracción de datos.	46
Figura 22. Excel con filtración por hora de datos descargados.	47
Figura 23. Presiones de cada día del mes a las 7:00 am	48

Figura 24. Ingreso a ArcGIS Veolia Tunja.....	48
Figura 25. Lectura de macromedidores	49
Figura 26. Tabla de atributos para filtrar las presiones	49
Figura 27. Filtración de presiones por ldsig	50
Figura 28. Presiones tomadas por el operador	50
Figura 29. Ingreso a Biosciences.....	51
Figura 30. Determinación de periodo de datos a descargar de Biosciences.	51
Figura 31. Conexión de Logger a Computador.	52
Figura 32. Actualización de Logger.....	52
Figura 33. Menú de configurator.	53
Figura 34. Configuración de Logger.....	53
Figura 35. Verificación de inquilino de Logger	53
Figura 36. Actualización de datos.	54
Figura 37. Datos actuales	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Videos de manejo de plataformas

Anexo B. Registro de caudales

Anexo C. Tema de investigación estanqueidad

Anexo D. Presiones

Anexo E. Mantenimiento y programación

GLOSARIO

TANQUE DE ALMACENAMIENTO: es una estructura la cual cumple con dos funciones las cuales son almacenar una cantidad suficiente de agua para así poder satisfacer la demanda de la ciudad de Tunja y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente. [7]

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD: es un procedimiento que consiste en verificar y medir la permanencia de los componentes en un mismo nivel. Además, sirve para poder determinar si un objeto o sistema funciona dentro de un límite de fuga específico.

PLAN DE CONTINGENCIA: Son las posibles medidas a tener en cuenta en caso de que haya alguna falla o taponamiento en las tuberías de la ciudad de Tunja.

SIG: Es el sistema de almacenamiento de información geográfica mediante el cual se relacionan datos con su localización geográfica, esto con el fin de conocer la distribución de cada uno de los elementos de la línea de aducción de VAT.

I2O WATER: Son dispositivos inteligentes los cuales nos permiten monitorear en tiempo real las presiones de las válvulas, puntos fijos y los caudales por medio de Logger. Es una empresa de Inglaterra quien creo soluciones para las empresas de acueducto.

LOGGER: Este es instrumento utilizado para almacenar, monitorear y consignar datos en tiempo real, como presiones, caudales y voltaje, en software o los almacena en su memoria interna.

LINA DE ADUCCIÓN: en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma, desde la cámara de derivación, hasta el desarenador. Esta funciona con flujo a superficie libre, solo en pocas de altas aguas funciona a presión. La línea de aducción se diseña para el caudal máximo diario, con diámetros y velocidades ideales para evitar la sedimentación y la abrasión respectivamente. [8]

VÁLVULA REGULADORA: Estas son las encargadas en los sistemas hidráulicos de ya sea mantener, reducir o limitar la presión del agua. Estas son esenciales para darle fuerza y que el agua pueda recorrer distancias largas o el agua pueda llegar a puntos muy altos.

VÁLVULA DE PURGA: Son las cuales se encargan de sacar el aire que viaja por las tuberías por la que transita el agua potable.

MACROMEDIDOR: Instrumento encargado de registrar los caudales en tiempo real, estos son puestos en tuberías mayores a 2”.

SECTOR HIDRÁULICO: es una porción de la red de distribución bien delimitada geográficamente que cuenta con una fuente de abastecimiento definida y con capacidad suficiente para cubrir la demanda de los usuarios y sus variaciones en el tiempo. [9]

AGUA POTABLE: es toda aquella que pasada por su debido tratamiento de potabilización para así finalmente ser distribuida en la red para el consumo humano.

AGUA CRUDA: es toda aquella que no ha sido tratada, sin ningún tipo de potabilización y no es posible distribuir para el consumo humano.

CONFIGURATOR: Es el software por el cual se realiza el mantenimiento a los Logger para verificar en campo su estado y poder verificar su información de inquilino, revisando los datos que se encuentra transmitiendo en tiempo real.

RESUMEN

En este informe se describirán las actividades realizadas durante el periodo de pasantía desarrollada en la empresa VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A. E.S.P. En estas actividades fue posible ampliar el conocimiento y de igual forma aplicarlo donde fue posible poner a prueba cada uno de los conocimientos adquiridos en la facultad de ingeniería civil en el proceso académico. Con las actividades que se llevaron a cabo en la empresa se conoció la importancia del área de acueducto - sectorización para la ciudad de Tunja con la finalidad de poder garantizar que toda su población cuente con el debido suministro de agua potable y una tener una adecuada presión de esta.

En esta etapa se realizaron las actividades de verificación de software donde se verifica que cada uno de los Logger se encuentre transmitiendo en el sistema i2O Water de cada una de sus presiones y caudales, que se encuentran ubicados en toda la ciudad. De igual manera se realizó el registro diario de los caudales mínimos nocturnos de cada sector hidráulico. Es de destacar que cada que un Logger dejaba de transmitir información al software nos desplazábamos al lugar para hacer la respectiva revisión y mantenimiento de este. Finalmente se llevó a cabo la búsqueda de información para determinar el proceso para llevar a cabo una prueba de estanqueidad en cada uno de los tanques de la ciudad.

Palabras clave: i2O Water, prueba de estanqueidad, presiones, caudales, Logger.

ABSTRACT

This report will describe the activities carried out during the internship period developed in the company VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A. E.S.P. In these activities it was possible to expand the knowledge and in the same way apply it where it was possible to test each of the knowledge acquired in the Faculty of Civil Engineering in the academic process. With the activities that were carried out in the company it was known the importance of the area of aqueduct - sectorization for the city of Tunja in order to be able to guarantee that all its population has the proper supply of drinking water and an adequate pressure of this.

At this stage, software verification activities were carried out where it is verified that each of the loggers is transmitting in the i2O Water system of each of its pressures and flows, which are located throughout the city. In the same way, the daily record of the minimum night flows of each hydraulic sector was made. It is noteworthy that every time a Logger stopped transmitting information to the software we moved to the place to make the respective review and maintenance of this. Finally, the search for information was carried out to determine the process to carrying out a leak test on each of the city's tanks.

Keywords: Pressures, flows, Logger, watertightness, i2O Water.

INTRODUCCIÓN

VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A. E.S.P en adelante VAT es una empresa francesa la cual se encarga en la ciudad de Tunja de la gestión del agua siendo este su fortaleza a nivel mundial. A partir de 1996 el sistema es operado por VAT, por el contrato de concesión 132 de ese año [6].

El sistema de acueducto de la ciudad opera principalmente por gravedad y este es abastecido de la fuente superficial ubicada en el municipio de Samacá llamada teatinos, esta es capaz de garantizar el suministro total para abastecimiento de toda la ciudad. De igual manera este sistema cuenta con algunas características importantes las cuales permiten que en determinadas estaciones se bombe el agua por el sistema, estas se encuentran ubicadas en sitios clave donde es necesario aumentar la presión las cuales se abastecen de otra fuente de la ciudad la cual es el agua subterránea la cual proviene de pozos profundos. Todos estos procesos están a cargo de la Gerencia de operaciones, de la cual hacen parte diferentes dependencias entre estas la de acueducto, de esta se encuentra a cargo la ingeniera Alejandra Rojas, la coordinación de sectorización se encuentra a cargo de la ingeniera Natalia Pedraza y su auxiliar de ingeniería Alejandra García, las cuales son apoyadas del personal operativo distribuido en cuadrillas.

En el desarrollo de esta pasantía se hizo la búsqueda y recopilación de información la cual se ve reflejada en este informe como producto final de la prueba de estanqueidad para los tanques de almacenamiento de VAT, describiendo cada una de los puntos a tener en cuenta, cronograma de visitas de tanques, información recopilada de las visitas, cronograma de aplicación de pruebas y planes de contingencia como prevención en el momento que se realizan las pruebas de estanqueidad, con esta actividad se logró comprender a fondo porque es importante conocer que los tanques de la ciudad estén en un funcionamiento optimo.

Durante el tiempo en VAT se realizaron diferentes tareas como lo fueron: supervisión y monitoreo de Logger que se utilizan para la transmisión en tiempo real de caudal y presión, seguimiento de caudales mínimos nocturnos los cuales transmiten constante a la plataforma i2Owater, seguimiento a información de mantenimientos preventivos en elementos hidráulicos de la línea de aducción Teatinos y finalmente elaborar la metodología para la realización de pruebas de estanqueidad en tanques de almacenamiento del sistema de acueducto de la ciudad de Tunja.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar un método de aplicación para poder llevar a cabo la ejecución de la prueba de estanqueidad para la verificación de pérdidas de agua para los tanques de la ciudad de Tunja.

1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS

- Analizar el estado de la estructura de cada tanque de almacenamiento de Tunja.
- Organizar un cronograma de priorización para la realización de la prueba según el estado de su estructura.
- Determinar el planteamiento de alternativas y planes de contingencia para la correcta operación de los tanques durante la ejecución de las pruebas de estanqueidad.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A E.S.P

Tunja es la ciudad donde la empresa VAT opera el sistema de acueducto y alcantarillado desde el año 1996 mediante contrato de concesión 132 del mismo año. Esta pasantía se desarrolló en el área de Acueducto en la sede administrativa San Antonio.

Figura 1. Localización del área de estudio.

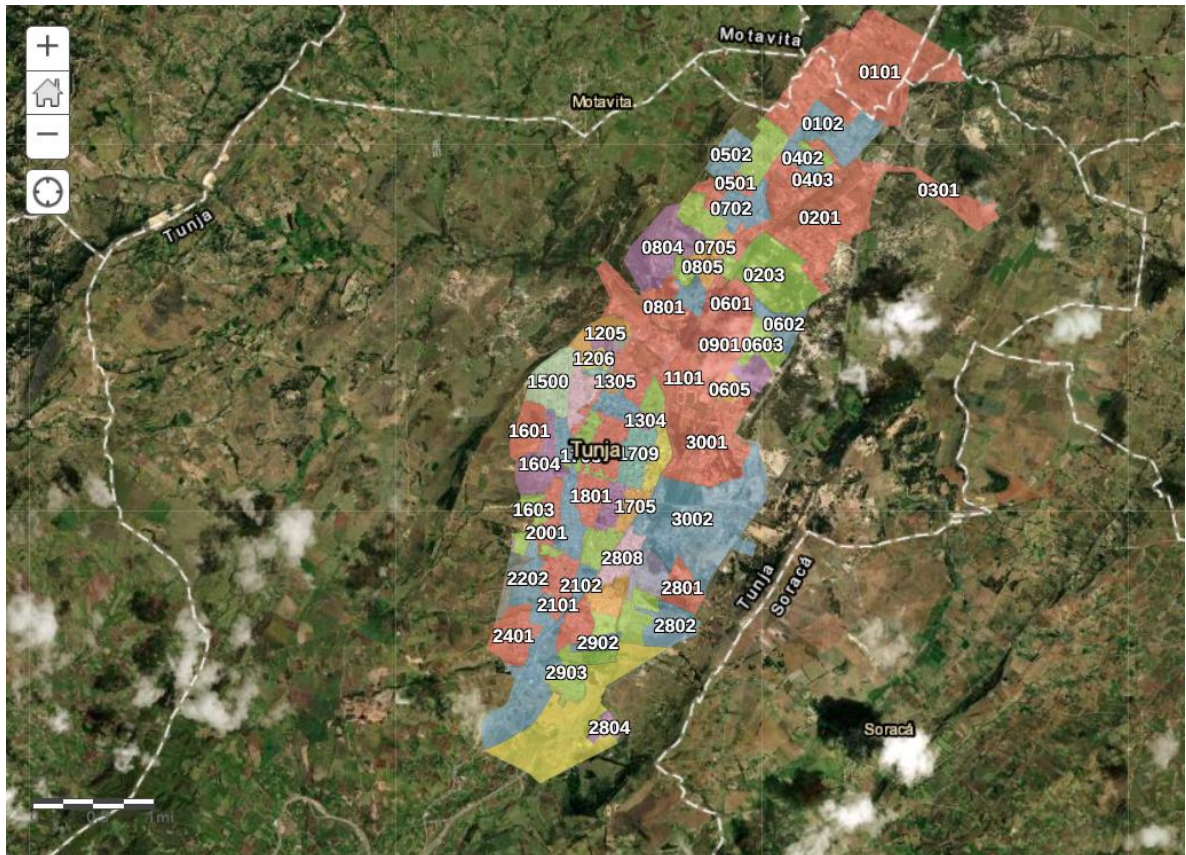


Fuente: Tomada de [1].

Tunja es abastecida por una fuente superficial llamada Teatinos la cual abastece la ciudad, esta agua es tratada en la PTAP y es distribuida en 18 tanques de almacenamiento (ver figura 2) está finalmente es entregada a las cuatro zonas, Norte (Sectores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ,10 y 11), Sur (Sectores 20, 21, 22, 23 y 24),

Centro (Sectores 12, 13, 15, 16, 17, 18 y 19) y Oriente (Sectores 28, 29 y 30). Las cuales se encuentran distribuidas en 26 sectores hidráulicos -Figura 3- los cuales favorecen la operación del sistema de acueducto. Cada uno de estos sectores está debidamente abastecido de válvulas reguladoras, puntos fijos de presión, válvulas de purga, válvulas de corte, ventosas y macromedidores.

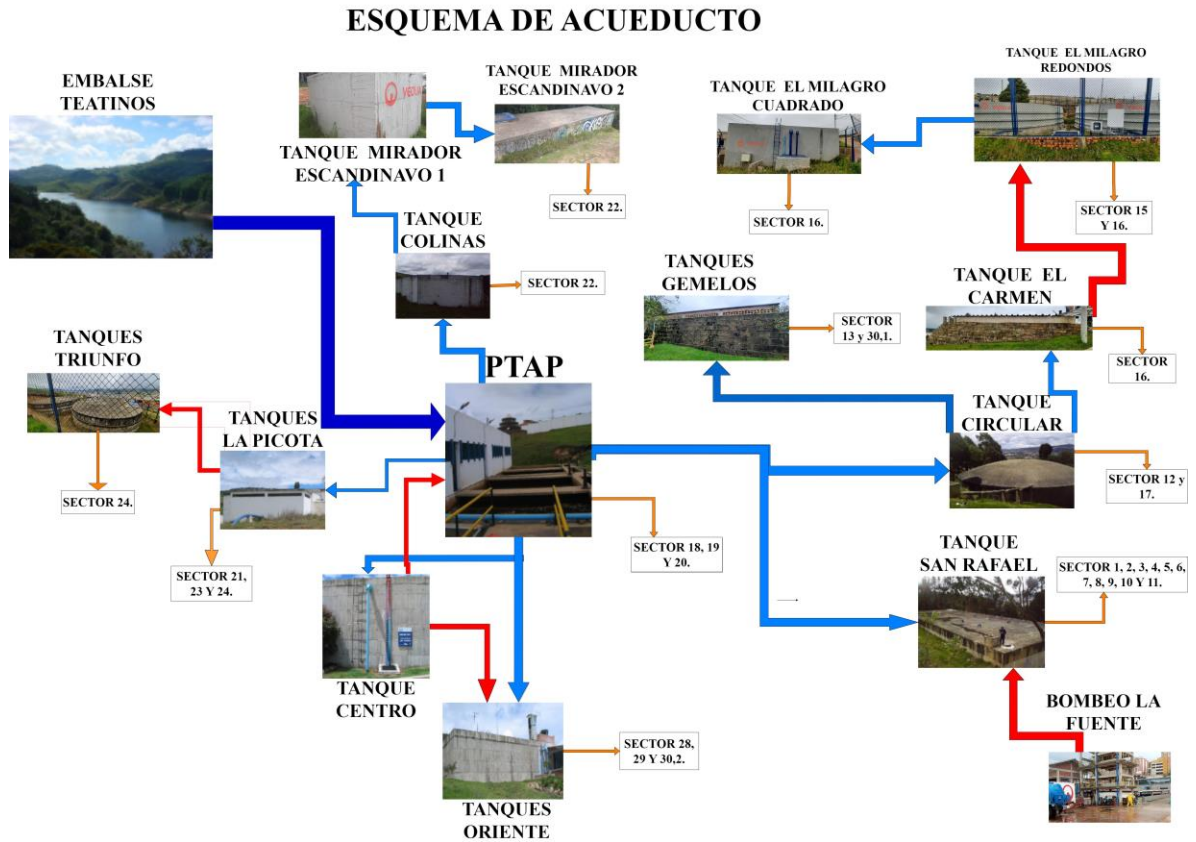
Figura 2. Sectorización hidráulica de la ciudad de Tunja.



Fuente: Tomado de [2].

En la figura 3 se observa el esquema de abastecimiento de la ciudad de Tunja donde se muestra en azul oscuro la fuente principal por la que se abastece la ciudad, en azul claro cómo se hace el abastecimiento entre tanques, en rojo los abastecimientos que se operan por bombeo y finalmente en naranja los sectores abastecidos según el tanque.

Figura 3. Esquema de acueducto.



Para realizar el análisis del objeto de estudio serán los tanques de almacenamiento de agua de la ciudad de Tunja donde se pretende llevar a cabo la prueba de estanqueidad para la verificación de su estructura y las pérdidas que esta presenta. En el 2012 se realiza esta prueba en la empresa Cosmpetrol Ltda. Empresa la cual se encarga de prefabricación de tanque, tuberías.

3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES DESARROLLADAS

En la ejecución de esta pasantía se llevaron a cabo las funciones designadas por la empresa VAT por la Coordinadora de Sectorización son:

1. Organización de cronograma de visitas a campo a cada una de las estructuras (tanques de almacenamiento) del sistema de acueducto de la ciudad de Tunja.
2. Organización de priorización de los tanques de almacenamiento del sistema de acueducto de la ciudad de Tunja de acuerdo al estado de la infraestructura de cada uno.
3. Presentar un cronograma de priorización de tanques de almacenamiento para realizar la prueba de estanqueidad.
4. Método de aplicación para evaluar la estanqueidad de los tanques de almacenamiento del sistema de acueducto.
5. Planteamiento de alternativas y planes de contingencia durante la ejecución de las pruebas para cada uno de los tanques de almacenamiento del sistema de acueducto.
6. Adicionalmente el pasante deberá apoyar en las actividades que la coordinadora de sectorización requiera (llenado de consolidado de caudales, informes y salidas de campo, entre otros).

Todas estas funciones y el desarrollo de esta investigación son supervisadas por la Ingeniera Natalia Carolina Pedraza quien es coordinadora de sectorización de VAT cada una de las actividades desarrolladas son soportadas con anexos y registros fotográficos.

Para cumplir con las funciones estipuladas se hace manejo del software para poder extraer la información pertinente para poder entregar toda la información solicitada. Por otra parte, se hace una búsqueda de información con respecto a las pruebas de estanqueidad para tanques de almacenamiento en esta prueba se verá incluido:

3.1 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

Según el artículo 96 de la Resolución 0330, nos habla de la prueba de fugas y dice que todos los tanques de almacenamiento, especialmente cuando van a ser puestos en servicio, deben ser probados. Entre ellas, llenar el tanque en 72 horas, tras lo que se medirá la caída del nivel del agua considerando las pérdidas por evaporación durante los próximos seis días. La fuga no debe exceder el 0,05% del volumen del tanque por 24 horas, si la fuga excede este valor, la fuente de la fuga debe identificarse y eliminarse [10].

Parágrafo: Para tanques de almacenamiento con más de 5 años de operación, las filtraciones en un periodo de 24 horas no deben ser mayores que el 1.0% del

volumen del tanque. Si las filtraciones superan este valor, se deben detectar las fuentes de las filtraciones y repararlas [10].

3.1.1 Comprobación del tanque para iniciar la prueba.

Esta es una prueba diseñada para verificar la estanqueidad y funcionamiento del tanque y medir si este presenta asentamientos, Antes de comenzar con la prueba y el llenado de cada tanque, es necesario considerar:

- Se debe hacer una inspección locativa general del tanque de todas sus paredes internas como externas.
- Se debe realizar inspección de cada una de las válvulas para verificar su estado operativo y si requieren mantenimiento.
- Se debe inspeccionar los muros, columnas y el piso del tanque.
- Todas las superficies tanto como las internas y como externas de cada tanque no deben contener ningún elemento extraño (la base de pintura no aplica como elemento extraño).
- Las uniones soldadas no deben contener pintura aplicada, impurezas producidas por el óxido o cualquier otro componente que se encuentre que retrase o provoque el entorpecimiento para detectar fugas.
- Es importante verificar que todas las boquillas y accesorios que componen la estructura del tanque se encuentren aseguradas y tengan un correcto sellado.
- Se debe establecer un punto fijo para hacer la medición de la altura del agua (Hasta donde será la altura máxima de llenado operativa).

3.1.2 Obtención de agua y llenado de tanque de almacenamiento.

Obtención de agua. El agua que será utilizada para prueba es potable y se encuentra debidamente tratada, en esta etapa es necesario que esté a cargo el inspector de turno.

En el momento de empezar con el llenado del cada tanque es importante verificar:

- Es importante hacer la comprobación de la calidad con la que llega el agua antes de empezar con el llenado, después de terminar este y al momento que el agua vaya a ser distribuida en la red.
- Hacer el reconocimiento del lugar específico de donde proviene el agua que se usará para el llenado, el tiempo que este demorará, volúmenes y caudales de llenado.
- Si se cumple con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos requeridos y exigidos por la Resolución 2115 del año 2007 [3] y demás normas que la reglamenta, se concluye que después de que se finalicen las pruebas, el agua usada para el llenado es apta para la distribución en la ciudad.

Llenado de tanque. Durante el proceso de llenado se debe comprobar la estanqueidad del depósito, incluyendo las uniones soldadas y los elementos y partes que componen el depósito. El tanque debe llenarse hasta el nivel máximo de diseño o el nivel que se encuentre operativo.

Se debe hacer la comprobación de fugas cuando el nivel del tanque este:

- Iniciando la prueba.
- Cuando el tanque se encuentra a un cuarto de su altura de llenado.
- En el momento que el tanque esté en la mitad del nivel de llenado.
- Cuando el tanque se encuentre a tres cuartos del nivel de llenado.
- Cuando el tanque se encuentre en el llenado total operativo.
- Finalmente se hace la verificación cuando se termine el llenado.

Cada tanque de almacenamiento debe permanecer en su nivel de llenado máximo operativo por lo menos 24 horas salvo los tanques que se consideran críticos, para estos se realizará se mantendrá 12 horas. A lo largo de estas horas se debe hacer una constante revisión para asegurarse de que el tanque no cuente con fugas.

Una vez culminada la prueba se reducirá el nivel del tanque hasta donde el inspector de turno lo considere oportuno.

3.1.3 Control de estanqueidad.

Mediante el tanque se va llenando se debe permanecer inspeccionando para poder detectar presencia de fugas o posibles goteos de agua ya sea en fisuras o en las partes que están unidas por soldadura, de igual forma en los demás accesorios del tanque como boquillas.

En la mayoría de los tanques estos permanecen llenos por un periodo de 24 horas (Excepción de Tanques San Rafael y Circular) antes de retirar el agua usada para su llenado. En todo este tiempo se debe ir revisando que el nivel de tanque no disminuya esto con la finalidad de ir verificando con su estanqueidad.

3.1.4 Detección de fugas.

Si durante el proceso de llenado del tanque se logra evidenciar la presencia de fugas se deberá llevar a cabo la reparación teniendo en cuenta estas alternativas:

- Donde se encuentren poros o pequeñas grietas que provocan filtración de agua: Si se encuentran tales defectos, estos deben ser marcados adecuadamente, determinando su ubicación exacta y se continúa con la prueba hasta el final. Después de vaciar el tanque, se deben hacer las correspondientes reparaciones. Para estos es posible inyectar impermeabilizante y supervisar que ningún elemento extraño lo contamine.
- Gran porosidad o grandes grietas: si se encuentra tal defecto, el tanque se drena

un pie por debajo del defecto localizado; se realizan las reparaciones y, una vez finalizadas, la prueba debe continuar con normalidad hasta que se encuentre alguna otra o hasta finalizar. Para esta reparación es una opción aplicar una cantidad generosa de impermeabilizante inyectado de manera profunda en cada una de las fisuras, otra opción sería pañetar de nuevo las grietas, también se podría aplicar concreto en cada uno de estas.

3.1.5 Personal.

El equipo de trabajo para la realización de la prueba **está** conformado de las siguientes personas:

- Dos técnicos industriales
- Dos técnicos locativos
- Coordinador o supervisor de seguridad y salud en el trabajo
- Dos técnicos del área de acueducto
- Cuadrilla de sectorización
- Cuadrilla de correctivos

3.1.6 Normas de seguridad

- Todo personal sin excepción que participe en operaciones a gran altura debe poseer los certificados que demuestren que están capacitados para realizar esta actividad.
- Es importante tener en cuenta la resolución que nos habla sobre el trabajo en alturas (3673 de 2008) [4] y del reglamento técnico en alturas (736 de 2009) [5].
- Es de gran importancia y primordial socializar con el personal operativo que será partícipe de esta prueba cada uno de las normas y medidas de seguridad que se incorporan en el momento de la ejecución de la prueba.
- Se hace la identificación de las zonas críticas donde se debe evitar completamente la entrada del personal no autorizado o que no participe en la prueba, es importante demarcar con cada una de las señales pertinentes de advertencia y encerrar con cinta de demarcación.
- Hay que darle al personal operativo una inducción a profundidad antes de estar listo para iniciar la prueba, se debe resaltar que todo debe cumplir con las normas de seguridad y sus requerimientos, el uso de cada elemento de protección personal.
- Se informa al personal operativo y cuadrillas de sectorización que sean partícipes en la prueba, de cada uno de los posibles peligros que se puedan presentar.
- El personal debe ubicarse al menos 10 m alrededor del tanque al que se le está elaborando la prueba.

3.1.7 Normas de seguridad, higiene y medio ambiente.

Elementos de Protección Personal (EPP): La Norma OHSAS 18001 tiene un objetivo definido lo cual es garantizar la protección y el bienestar de los empleados en términos de seguridad y salud laboral. Dentro de esta norma, se hace mención de los equipos de protección personal como un medio de supervisión destinado a disminuir los posibles riesgos; entre los cuales se encuentra principalmente:

- Protección corporal (overol antilíquido con color fluorescente)
- Protección de la cabeza (casco de seguridad)
- Protección visual (gafas de seguridad)
- Protección de manos (guantes de tela con puntos de PVC y/ o cuero)
- Protección para pies (botas de seguridad)
- Protección auditiva (tipo tapón y de copa)

3.1.8 Evaluación y manejo de riesgos.

Según la resolución 705 DE 2007, en los artículos 2 y 3 nos habla del tipo de botiquín y de la ubicación de este según el área donde se encontrará ubicado.

Botiquín de primeros auxilios tipo B: Se debe tener un botiquín de primeros auxilios en el lugar de trabajo el cual deberá contener lo mínimo establecido.

3.1.9 Operaciones y mantenimiento.

El inspector es el encargado de garantizar que el personal operativo que haga el manejo de los equipos y la maquinaria hagan la respectiva revisión de los equipos antes de iniciar. El jefe de seguridad y salud en el trabajo y prevencionista son los responsables de cerciorarse que se hayan evaluado cada uno de los posibles riesgos y se incorpore todo lo requerido para reducir cualquier riesgo laboral.

3.1.10 Información a dar a conocer

En cada lugar donde se realiza la prueba, la coordinadora debe conocer el procedimiento con el que se trabajará, cada situación crítica y su respectiva divulgación. Deberá tener un esquema donde se tenga en cuenta las fases de la prueba. También es su función hacer el trámite oportuno de cada uno de los permisos de trabajo respecto a las actividades que se van a llevar a cabo y adaptarse a las sugerencias de cada uno de estos.

3.1.11 Capacitación para el personal.

Cada una de las personas que se encuentre trabajando en la ejecución de la prueba se le debe dar a conocer cómo será la prueba y el lugar, igualmente estos deben

conocer cuál es el plan de contingencia para cada uno de los tanques. Las personas que realizan esta prueba ya cuentan con debida capacitación debido a que cada determinado tiempo hacen lavado de tanques, sin embargo, se debe informar y capacitar sobre cómo será la realización de la prueba, cuál será la disposición del agua después de terminar esta, se deberá dar a conocer charlas sobre la seguridad y salud en el trabajo para prevenir incidentes o poder tener bajo control los posibles riesgos. Se debe hacer un registro de que todo el personal recibe estas charlas en un formato de asistencia. La coordinadora es la responsable de comprobar que el procedimiento ha sido claro para todos los trabajadores.

3.1.12 Salud laboral.

Para el cumplimiento de todas las normas de seguridad que fueron expuestas en este documento deben estar acompañadas de lo siguiente:

- Todos aquellos trabajadores que se encuentren participando de la prueba deben contar con su afiliación a las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL), a las entidades promotoras de salud (EPS) y parafiscales.
- No deberá contar con ninguna restricción médica para realizar trabajos en alturas.
- Disponer de los equipos pertinentes para atender emergencias con la correspondiente dotación (botiquín, camilla, etc.).
- Dotar a su debido tiempo a cada trabajador su equipo de protección personal, este debe estar reglamentado con la normativa de seguridad.
- Tener a disposición en cada prueba antes de iniciar personal que haya sido capacitado en primeros auxilios, como brigadistas o primer respondiente.

3.1.13 Evaluación de gestión medioambiental de posibles riesgos.

- Producción de desechos de cualquier tipo.
- Mantenimiento preventivo de las válvulas cerca del tanque de almacenamiento de agua.
- Debilitamiento de las propiedades en la calidad fisicoquímica del agua debido al llenado de los tanques cuando la prueba de estanqueidad finalice.
- La contaminación del agua puede ser causada por la introducción de sustancias o materiales extraños en el agua.
- El posible aumento de los niveles de ruido puede producir conflictos en la sociedad.

3.1.14 Requisito de medidas preventivas y de control para prevenir estos riesgos.

- Siempre se recomienda que las áreas de trabajo estén aseadas y en orden.
- Cada uno de los desechos se deben llevar a los lugares señalados y autorizados.
- Se debe incentivar a los trabajadores al orden y aseo.

- Los residuos producidos durante esta actividad, incluyendo materiales como papel, plástico y cartón, se colocarán en bolsas de plástico y se transportarán a un punto de recogida de residuos designado, donde se gestionarán según el plan de gestión de residuos.
- Ante cualquier incidente ambiental, es fundamental reportarlo con prontitud.
- Para que un sitio de recolección sea considerado válido, es necesario que cuente con la debida autorización de la autoridad ambiental.

3.1.15 Prueba de estanqueidad.

- A partir del artículo 96 de la Resolución 0330 hacemos una recolección de datos donde nos permite conocer las dimensiones de los tanques a estudiar.

Tabla 1. Recolección de datos.

TANQUES	DATOS	NIVEL DE LLENADO (m)	VOLUMEN DE LLENADO (m3)
Tanque Centro		4.40	2000
Tanque Oriente No.1		2.50	1250
Tanque Oriente No.2		2.50	1250
Tanque Fuente		4.40	1400
Tanque Redondos Gemelos Milagro No.1		2.00	200
Tanque Redondos Gemelos Milagro No.2		2.00	200
Tanque Cuadrado Milagro		3.10	300
Tanque San Rafael		5.21	3000
Tanque Circular		7.40	5000
Tanque el Carmen		3.20	800
Tanque Gemelos Cuadrados		4.20	2000
Tanque Colinas		2.75	200
Tanque Picota No.1		3.00	600
Tanque Picota No.2		3.00	1200

TANQUES	DATOS	NIVEL DE LLENADO (m)	VOLUMEN DE LLENADO (m3)
Tanque Triunfo No.1		2.50	200
Tanque Triunfo No.2		2.50	200
Tanque Mirador Escandinavo No.1		1.50	15
Tanque Mirador Escandinavo No.2		2.00	35

- Esta prueba está diseñada para poder determinar si hay fisuras de fuga o grietas en el tanque que puedan causar una fuga. Seguimos las instrucciones de la prueba de fugas para obtener los datos, teniendo en cuenta la siguiente tabla y las fórmulas de disminución:

Disminución en metros (m) = Nivel del agua inicial (m) – Nivel del agua final (m)

$$\text{Volumen final (m}^3\text{)} = \frac{\text{Nivel del agua final (m)} * \text{Volumen inicial (m}^3\text{)}}{\text{Nivel del agua inicial (m)}}$$

$$\text{Disminución (\%)} = \frac{\text{Volumen final (m}^3\text{)} * 100\%}{\text{Volumen inicial (m}^3\text{)}}$$

Tabla 2. Datos a registrar en la prueba de estanqueidad.

TANQUE	NIVEL DE AGUA INICIAL (m)	NIVEL DE AGUA FINAL (m)	DISMINUCIÓN NIVEL DE AGUA (m)	DISMINUCIÓN (%)
Tanque Centro				
Tanque Oriente No.1				
Tanque Oriente No.2				

Con los datos que se obtengan de disminución del nivel de agua se puede determinar cuál de los tanques llega a mostrar mayores pérdidas de agua por sus diferentes filtraciones y de esta manera no pueda ejercer un buen uso, se debe tener en cuenta que el porcentaje de disminución del nivel de agua de ningún modo supere el **1%**.

Para realizar las tareas que la coordinadora de sectorización ha asignado a tiempo;
Las actividades secundarias a desarrollar en la pasantía fueron:

3.2 CRONOGRAMA

Tabla 3. Cronograma visita de tanques.

No	Actividad / Día	Marzo	Junio			
		28	7	8	14	15
1	Visita Tanque Centro					
2	Visita Tanque Oriente					
3	Visita Tanque Centro					
4	Visita Tanque Triunfo Sur					
5	Visita Tanque Triunfo Norte					
6	Visita Tanque Colinas					
7	Visita Tanque Picota Norte					
8	Visita Tanque Picota Sur					
9	Visita Tanque Mirador Escandinavo No 1					
10	Visita Tanque Mirador Escandinavo No 2					
11	Visita Tanque Circular					
12	Visita Tanque Gemelos Cuadrados					
13	Visita Tanque El Carmen					
14	Visita Tanque Redondos Gemelos Milagro Sur					
15	Visita Tanque Redondos Gemelos Milagro Norte					
16	Visita Tanque Cuadrado Milagro					
17	Visita Tanque San Rafael					
18	Registro de información recolectada y fotografías					

3.3 VISITA TANQUES

3.3.1 Tanques Oriente No 1 y 2.

En los tanques Oriente encontramos dos tanques rectangulares, estos se abastecen de la PTAP y en ocasiones de tanque Centro por bombeo. Este tanque cuenta con una altura de llenado operativa de 2.50 m.

Este tanque es el encargado de suministrar agua al sector 28 y 30. En estos tanques es sencillo hacer la prueba ya que se pone en operación un solo tanque mientras al otro se le hace la prueba, sin embargo, se debe tener en cuenta que Tanques Oriente y tanque Centro se abastecen por la misma red así que esto podría producir reducción en el nivel de este Tanque.

Figura 4. Visita tanques Oriente No 1.



Fuente: Propia.

Se evidenció que el tanque Oriente No 1 se encuentra en estado más crítico y con más filtraciones horizontales y verticales con presencia de agua a comparación del Tanque Oriente No 2 que no se encuentran filtraciones por ninguna de sus paredes que se puedan detectar a simple vista. Para la prueba de estanqueidad se puede cerrar la válvula de salida y de entrada y dejar funcionando uno solo de los tanques para seguir entregando el servicio de agua las 24 horas.

3.3.2 Tanque Centro.

En tanque Centro encontramos un solo tanque rectangular en forma de ele, este se abastece de la PTAP. Este tanque cuenta con una altura de llenado operativa de 4.40 m.

Este tanque es el encargado de almacenar agua cruda para así luego bombearla ya sea para tanque oriente o para la PTAP. En este tanque es sencillo hacer la

prueba ya que puede dejar pasar el agua directamente hacia el tanque oriente mientras este se encuentra en estanqueidad.

Figura 5. Visita tanque Centro.



Fuente: Propia.

En este tanque se logra observar que a su alrededor en sus paredes se encuentran fisuras verticales de gran tamaño con presencia de agua, es importante verificar donde se encuentra las tuberías de entrada y salida ya que se evidencian grandes filtraciones. Por lo observado este tanque se encuentra en un estado crítico ya que presenta fisuras en sus muros y requiere impermeabilizante.

3.3.3 Tanque Colinas.

El tanque colinas encontramos un solo tanque rectangular este está ubicado dentro de la PTAP es un tanque rectangular el cual se abastece por bombeo de esta misma. Este tanque cuenta con una altura de llenado operativa de 2.30 m.

Este tanque es el encargado de suministrar agua al sector 22 y el barrio libertador. Una vez sea puesto en marcha el tanque nuevo que se encuentra al lado de Colinas ayudará a facilitar la realización de la prueba, de igual manera este tanque cuenta con bypass y esto permite que una vez llenado el tanque el agua pase directamente a la red para ser distribuida.

Figura 6. Visita tanque Colinas.



Fuente: Propia.

Se evidenció que el tanque Colinas se encuentra en estado un estado crítico con varias filtraciones verticales a su alrededor esto se evidencia ya que las cajas de las válvulas y donde se encuentran los macromedidores están inundadas. Es importante realizar una limpieza alrededor del tanque ya que en la cara de atrás del tanque se encuentra demasiada vegetación la cual no permite hacer la verificación del estado del tanque en esta pared.

3.3.4 Tanques La Picota No 1 y 2.

Los tanques La Picota Ni 1 y 2 encontramos dos tanques rectangulares el cual es abastecido de la PTAP. Estos tanques cuentan con una altura de llenado operativa de 3.00 m, pero cada uno con volúmenes diferentes.

Estos tanques son los encargados de suministrar agua a los sectores 21, 23 y 24. En estos tanques es de gran facilidad hacer la prueba ya que son tanques gemelos por lo cual se puede poner en funcionamiento uno solo de los tanques para suministrar mientras el otro se le realiza la prueba.

Figura 7. Visita tanque La Picota No 1.



Fuente: Propia.

En el tanque La Picota No 1 no es posible evidenciar el estado de sus paredes ya que este tanque es semienterrado sin embargo en la parte frontal del tanque donde está la tubería de salida es posible evidenciar que hay gran fuga de agua y presencia de plantas lo cual se recomienda retirar. Este tanque se encuentra en una prioridad alta ya que en su último lavado también se evidencia que el tanque en su interior se encuentra bastante afectado estructuralmente. (se encuentra en un estado crítico ya que se encuentra en deterioro total en muros, piso y columnas de pañete, grietas, las varillas de las columnas ya se encuentran fuera del recubrimiento del concreto).

Figura 8. Visita tanque La Picota No 2.



Fuente: Propia.

En el tanque La Picota Ni 2 es posible evidenciar que en sus paredes se encuentran algunas filtraciones y otras ya han sido selladas con impermeabilizante sin embargo no es posible evidenciar en totalidad ya que este tanque también se encuentra semienterrado. Este tanque no se encuentra en estado crítico ya que no se logra evidenciar tantas filtraciones sin embargo se considera que es una prioridad intermedia consolidando con respecto a la información de lavado de tanques.

3.3.5 Tanques El Triunfo No. 1 y 2.

En los tanques El Triunfo No 1 y 2 encontramos dos tanques circulares los cuales son abastecidos de Tanque la picota No.1 por bombeo. Estos tanques cuentan con una altura de llenado operativa de 3.00 m.

Estos tanques son los encargados de suministrar agua a todo el sector 24. En estos tanques es de gran facilidad hacer la prueba ya que son tanques gemelos por lo cual se puede poner en funcionamiento uno solo de los tanques para suministrar mientras el otro se le realiza la prueba.

Figura 9. Visita tanques El Triunfo No. 1 y 2.



Fuente: Propia.

En estos tanques no es posible ingresar ya que no se cuenta con las llaves en lo que es posible observar se evidencia que en la parte inferior del tanque cuenta con presencia de agua y muy pocas grietas con filtración. Sin embargo, con base a las inspecciones realizadas en el lavado de tanques que Tanque Triunfo No.1 se evidencio que en el último lavado de tanque se encuentran grietas y fisuras en los muros del tanque también se evidencia desgaste de impermeabilizante es necesario impermeabilizar.

En el último lavado de tanque se evidenció que el pañete está desgastado y requiere impermeabilizante. Por otra parte, Tanque triunfo No.2 en su último lavado de tanque se encontró grietas y fisuras en los muros del tanque también se evidencia desgaste de impermeabilizante y también es necesario impermeabilizar.

3.3.6 Tanque Circular.

En el Tanque Circular encontramos un solo tanque el cual es abastecido de la PTAP. Este tanque cuenta con una altura de llenado operativa de 4.00 m.

Este tanque es el encargado de suministrar agua a los sectores 12, 17 y a los tanques El Carmen y Gemelos. En este tanque es crucial hacer la prueba ya que para poder hacer el llenado de este tanque en el menor tiempo posible sería necesario dejar de suministrar agua hacia Tanque San Rafael ya que estos se abastecen por la misma red de igual manera al activar el bypass disminuirá el suministro de este tanque hacia los otros y esto podría disminuir el nivel de los tanques.

Figura 10. Visita tanque Circular.



Fuente: Propia.

Se observa que en tanque circular no hay filtraciones evidentes por la parte exterior y que las partes que han sido impermeabilizadas no cuentan con presencia de agua

sin embargo por la parte frontal del tanque donde se encuentra la escalera de acceso es en la única parte que se ve presencia de filtraciones de agua. No obstante, teniendo en cuenta la inspección de lavado de tanques por su interior tenemos que el en Tanque se encuentran grietas y fisuras en las paredes, se evidencia que el pañete se desprende y se requiere impermeabilizante.

3.3.7 Tanque El Carmen.

En el Tanque El Carmen encontramos un solo tanque rectangular el cual es abastecido del Tanque Circular. Este tanque cuenta con una altura de llenado operativa de 3.10 m.

Este tanque suministra agua al Sector 16 y por bombeo suministra a los Tanques Milagro Redondos Ni 1 y 2. En este tanque cuenta con bypass para poder suspender la salida del tanque sin embargo se debe tener en cuenta que la presión del agua va a disminuir y que los niveles de Tanques Milagro Redondos se pueden ver afectados.

Figura 11. Visita tanque El Carmen.



Fuente: Propia.

Se observa que no muestra muchas filtraciones sin embargo en la parte inferior y en el costado donde se encuentra una de las válvulas de purga hay gran filtración de agua, no es posible verificar completamente ya que este tanque se encuentra semienterrado. En la inspección que se hizo en el último lavado se evidencio que el tanque se encuentra en buen estado y se realizaron resanes en las fisuras.

3.3.8 Tanques Gemelos No 1 y 2.

Los tanques La Gemelos No 1 y 2 encontramos dos tanques rectangulares el cual es abastecido de Tanque Circular. Estos tanques cuentan con una altura de llenado operativa de 4.20 m.

Estos tanques son los encargados de suministrar agua al sector 13. En estos tanques es de gran facilidad hacer la prueba ya que son tanques gemelos por lo cual se puede poner en funcionamiento uno solo de los tanques para suministrar mientras el otro se le realiza la prueba.

Figura 12. Visita tanques Gemelos No 1 y 2.



Fuente: Propia.

No se observan filtraciones que se puedan detectar a simple vista ya que este tanque es semienterrado sin embargo apoyándonos de la inspección locativa que se realizó en el último lavado de tanques encontramos que se evidenció múltiples grietas en muros, los muros se encuentran sin impermeabilizar, falta desnivel en el piso ya que se dificulta el lavado.

3.3.9 Tanques Milagro Redondos No 1 y 2.

Los Tanques Milagro Redondos No 1 y 2 encontramos dos tanques circulares los cuales son abastecidos por bombeo de Tanque Milagro. Estos tanques cuentan con una altura de llenado operativa de 2.00 m.

Estos tanques son los encargados de suministrar agua a los sectores 15 y 16. En estos tanques es de gran facilidad hacer la prueba ya que son tanques gemelos por lo cual se puede poner en funcionamiento uno solo de los tanques para suministrar mientras el otro se le realiza la prueba. Sin embargo, es importante tener presente

a la hora de realizar la prueba los hidrantes y se recomienda poner en funcionamiento las ventosas.

Figura 13. Visita tanques Milagro Redondos No 1 y 2.



Fuente: Propia.

En los dos tanques se evidencia que en su parte inferior se evidencia bastante filtración de agua, de igual manera en las cajas de las válvulas hay presencia de agua, se observan fisuras horizontales alrededor de los tanques con presencia de agua; de igual manera en el último lavado de tanque se evidencia que ambos presentan desgaste en los muros y piso, ya no tienen impermeabilizante.

3.3.10 Tanque Milagro Cuadrado.

En el Tanque Milagro Cuadrado encontramos un solo tanque el cual es abastecido de los Tanques Milagro Redondos. Este tanque cuenta con una altura de llenado operativa de 3.10 m.

Este tanque es encargado de suministrar agua al sector 16. Este tanque cuenta con bypass para poder dejar suministro de agua y adicionalmente cuenta con una válvula reductora la cual es importante estar revisando.

Figura 14. Visita tanque Milagro Cuadrado.



Fuente: Propia.

En el tanque se evidencia que tiene gran filtración de agua sobre todo en la parte inferior, se observan fisuras horizontales y verticales, con impermeabilizante que no ha sido impedimento para que se filtre el agua. Esto se soporta con la inspección que se hizo en su último lavado que indica que se evidencio grietas en muros y piso.

3.3.11 Tanque San Rafael.

Este tanque es el encargado de suministrar agua a toda la zona Norte sectores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11. Este tanque tiene bypass para dejar suministro de agua, pero es crítico ya que con la activación del bypass la presión disminuirá y para garantizar su llenado en un menor tiempo sería necesario dejar de suministrar a Tanque circular y así afectaría el nivel de los tanques El Carmen, Gemelos y Milagro Redondos, poniendo en riesgo más sectores de la ciudad.

Figura 15. Visita tanque San Rafael.



Fuente: Propia.

En el tanque se evidencia que tiene filtración de agua sobre todo en la parte inferior y la mayoría de las fisuras son horizontales y son impermeabilizantes, pero aún se filtra el agua. Esto es soportado con la inspección que se hizo en su último lavado donde se observó que hay grietas en el piso y hay partes dónde se encuentra levantado el concreto.

3.3.12 Tanques Mirador Escandinavo No 1 y 2

Tanque Mirador Escandinavo No.1: Es un tanque rectangular, abastecido por gravedad de Tanque colinas. Este tanque cuenta con una altura operativa de 1.50 m.

Este tanque es encargado de suministrar agua potable por bombeo al Tanque Mirador Escandinavo No.2. Este tanque cuenta con bypass para poder dejar suministro de agua hacia el otro tanque y se deja la válvula directa para que se envíe desde Tanque Colinas.

Figura 16. Visita tanque Mirador Escandinavo No 1.



Fuente: Propia.

En este tanque se evidencia que el tanque cuenta con dos fisuras verticales bastante amplias y con gran presencia de agua, una por la parte frontal y otra al lado donde se encuentra ubicada la escalera. Sin embargo, en la inspección de su último lavado se evidencio que el tanque por dentro se encuentra en muy buen estado y no presenta grietas en su interior.

Tanque Mirador Escandinavo No 2. Es un tanque rectangular el cual es abastecido por bombeo del Tanque Mirador Escandinavo No 1. Este tanque cuenta con una altura operativa de 2.00 m.

Este tanque es encargado de suministrar agua potable a toda la parte alta del barrio Mirador Escandinavo. Este tanque cuenta con bypass para poder dejar suministro de agua hacia el sector.

Figura 17. Visita tanque Mirador Escandinavo No 2.



Fuente: Propia.

En este tanque se evidencia que el tanque cuenta con dos fisuras bastante amplias y con gran presencia de agua por la parte frontal del tanque. En la inspección de su último lavado tanque mirador escandinavo donde se evidencia que en tanque se encuentra en buen estado, los muros no presentan grietas en su interior.

3.4 LISTADO DE PRIORIZACIÓN

Con la información de las visitas de tanques y las inspecciones que se realizan en los lavados de cada uno de los tanques en su interior se determinó el siguiente orden para realizar el cronograma y dar priorización a los tanques en estado más crítico y también teniendo en cuenta la recuperación de los tanques para continuar con los demás sin provocar una afectación después de la prueba en los niveles. Por esto se determina el siguiente orden:

1. Tanque Picota Norte
2. Tanque Cuadrado Milagro
3. Tanque Colinas
4. Tanque Gemelos Cuadrados
5. Tanque Circular
6. Tanque Picota Sur
7. Tanque Triunfo Sur
8. Tanque Redondos Gemelos Milagro Sur
9. Tanque Mirador Escandinavo No 1
10. Tanque el Carmen
11. Tanque Triunfo Norte
12. Tanque Redondos Gemelos Milagro Norte
13. Tanque Mirador Escandinavo No 2
14. Tanque Oriente Norte
15. Tanque San Rafael
16. Tanque Centro
17. Tanque Oriente Sur

3.5 CRONOGRAMA PARA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

Se realizó la planeación del cronograma para la realización de pruebas de estanqueidad dando prioridad a los tanques que se observaron con mayores filtraciones y de igual manera teniendo en cuenta los informes de lavado de tanques donde se hacía la verificación locativa a continuación en la tabla 4 se muestra el cronograma para la realización de pruebas en el segundo semestre de 2022.

Tabla 4. Cronograma realización de pruebas de estanqueidad.

Actividad / Mes	Ago.			Sep.		Oct.			Nov.					Dic.			
	S 1	S 3	S 5	S 3	S 4	S 1	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 1	S 2	S 3	S 4
1. Socialización/ Capacitación sobre prueba de estanqueidad																	
Tanque Picota Norte	X																
Tanque Cuadrado Milagro		X															
Tanque Redondos Gemelos Milagro Sur			X														
Tanque Gemelos Cuadrados				X													
Tanque Circular					X												
Tanque Picota Sur						X											
Tanque Triunfo Sur							X										
Tanque Mirador Escandinavo Ni 1								X									
Tanque Redondos Gemelos Milagro Norte									X								
Tanque el Carmen										X							
Tanque Triunfo Norte											X						
Tanque Mirador Escandinavo Ni 2												X					
Tanque Colinas													X				
Tanque Oriente Norte														X			
Tanque Centro															X		
Tanque Oriente Sur																X	
Tanque San Rafael																	X

Fuente: Propia.

3.6 PLANES DE CONTINGENCIA

Para cada uno de los tanques de Veolia aguas de Tunja se elabora un plan de contingencia donde se tiene en cuenta el tiempo en el que se ejecutara la actividad, las posibles causas que puedan afectar los sectores u otros tanques de la ciudad y consideraciones para mitigar las posibles condiciones adversas (ver anexo 3.3).

Todo esto contemplado de la siguiente manera en cada uno de los planes de contingencia:

3.6.1 Plan de contingencia tanque Circular

En la figura 18, se muestra la ubicación de la realización de la prueba de estanqueidad.

Figura 18. Prueba de estanqueidad tanque Circular.



Fuente: Tomado de [2].

Se ejecutarán en esta actividad:

- Prueba de estanqueidad
- Tiempo de prueba de estanqueidad de __:00 __m a __:00 __m (se debe especificar para cada prueba).

Al realizar un análisis de las posibles causas que nos afecte el desarrollo de las actividades programadas para la prueba de estanqueidad a realizar donde se pueden ver afectados los sectores 12 y 17 se consideraron las siguientes:

- Antes de poner en funcionamiento el bypass se debe verificar que no esté fallando o que no tenga taponamiento el equipo.
- Se deben revisar antes de iniciar la prueba, durante y después de terminar para verificar sus filtros y que estén operativas las válvulas reguladoras: Calleja - PATEC522 (Sector 12), Parque Santander - PATEC646 (Sector 13) y PATEC498 (Sector 30), Moniquireña - PATEC45 de (Sector 17).

Para mitigar estas posibles condiciones adversas se contemplan las siguientes acciones:

- Tener activas la cuadrilla de sectorización y la cuadrilla de correctivos.
- Mantener nivel alto de los tanques Bombeo Milagro, Milagro Cuadrado, Milagro Redondos, Gemelos y El Carmen.

Se contempla como contingencia, si no se cumple con el tiempo establecido para esta prueba o si ocurre algún taponamiento o daño en tubería se tendrá la disponibilidad del carrotanque de Bomberos voluntarios de Tunja (1 UND) y del carrotanque de la Gerencia de Operaciones (1 UND) Gestión de riegos de Tunja (1UND), para garantizar suministro de agua en los sectores con mayor afectación,

como centros médicos.

La persona encargada de activar el plan de contingencia será la ingeniería Johana Beltrán Gerencia de Operaciones.

3.7 INFORME DE PRESIONES

En el manejo del software se hace verificación en todas las semanas de que cada uno de sus Logger se encuentre transmitiendo y adicionalmente se realiza la extracción de datos para el llenado de caudales diarios como se puede observar en el anexo B.

3.7.1 i2O Water

1. En primer lugar, procedemos a hacer una copia del Excel del mes anterior y le dejamos los días que contenga el mes ya sea 30 o 31 (anexo A).
2. Este Excel lleva un orden de las presiones con los IDSIG de cada sector, procedemos a ingresar a la plataforma i2O Water para extraerlos.
3. Hacemos en orden cada sector y extraemos sus datos indicando cada válvula requerida.

Figura 19. Selección de Idisid.



Fuente: Tomado de [11].

4. Luego de ubicarnos en el Idisig procedemos a seleccionar la fecha de inicio y la de fin, lo cual sería del 1 de marzo al 1 de abril.

Figura 20. Determinación de periodo de datos a descargar de i2Owater.



Fuente: Tomado de [11].

5. Procedemos a descargarlos y abrirlos en la nube.

Figura 21. Extracción de datos



Fuente: Tomado de [11].

6. Este formato se descarga por hora y fecha por lo tanto procedemos a organizarlo solo por hora.

Figura 22. Excel con filtración por hora de datos descargados

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a data table. The table has columns for 'Timezone', 'DateTime', and various numerical data. A red arrow points to the 'Fecha hora' (Date and time) filter in the 'Automático' (Automatic) filter menu.

Timezone	DateTime	BUHOS - PATEC	BUHOS - PATEC	BUHOS - PATEC	BUHOS - PATEC
America/Bogota	2023-02-28 23:45:51	89.82	17.81	46.32	0
America/Bogota	2023-03-01 0:00:51	90.27	17.80	46.90	0
America/Bogota	2023-03-01 0:15:51	90.53	17.84	47.11	0
America/Bogota	2023-03-01 0:30:51	90.70	17.73	46.85	0
America/Bogota	2023-03-01 0:45:51	90.91	17.65	46.83	0
America/Bogota	2023-03-01 1:00:51	91.10	17.80	47.52	0
America/Bogota	2023-03-01 1:15:51	91.16	17.67	47.04	0
America/Bogota	2023-03-01 1:30:51	91.37	17.74	47.66	0
America/Bogota	2023-03-01 1:45:51	91.49	17.71	47.55	0
America/Bogota	2023-03-01 2:00:51	91.60	17.71	47.58	0
America/Bogota	2023-03-01 2:15:51	91.78	17.72	47.76	0
America/Bogota	2023-03-01 2:30:51	91.81	17.72	47.85	0
America/Bogota	2023-03-01 2:45:51	91.99	17.73	47.92	0
America/Bogota	2023-03-01 3:00:51	92.00	17.66	47.80	0
America/Bogota	2023-03-01 3:15:51	92.07	17.65	47.68	0
America/Bogota	2023-03-01 3:30:51	92.14	17.67	47.83	0
America/Bogota	2023-03-01 3:45:51	92.34	17.59	47.56	0
America/Bogota	2023-03-01 4:00:51	92.50	17.53	47.50	0
America/Bogota	2023-03-01 4:15:51	92.15	17.43	46.66	0
America/Bogota	2023-03-01 4:30:51	92.03	17.45	46.47	0
America/Bogota	2023-03-01 4:45:51	91.63	17.38	45.69	0
America/Bogota	2023-03-01 5:00:51	90.59	17.05	43.11	0
America/Bogota	2023-03-01 5:15:51	86.96	16.94	40.84	0

Fuente: Tomado de [11].

7. Procedemos a hacer una filtración de las presiones de cada día a las 7:00 am. qué son las que tendremos en cuenta por el consumo, en algunas ocasiones se toma una hora menor. finalmente copiamos y pegamos en el Excel del informe de presiones del mes.

Figura 23. Presiones de cada día del mes a las 7:00 am

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Timezone	DateTime	BUHOS - PATEX BUHOS - PATEX BUHOS - PATEX BUHOS - PATEX523					
32		America/Bogota	7:00:00 a. m.	58.40	17.92	28.88	0		
128		America/Bogota	7:00:00 a. m.	63.45	17.78	31.41	0		
224		America/Bogota	7:00:00 a. m.	64.21	17.66	31.92	0		
320		America/Bogota	7:00:00 a. m.	77.52	16.81	35.90	0		
416		America/Bogota	7:00:00 a. m.	86.57	19.45	42.53	0		
512		America/Bogota	7:00:00 a. m.	59.73	19.85	30.81	0		
608		America/Bogota	7:00:00 a. m.	65.26	19.95	33.34	0		
704		America/Bogota	7:00:00 a. m.	67.03	19.19	33.62	0		
800		America/Bogota	7:00:00 a. m.	65.73	19.35	33.38	0		
896		America/Bogota	7:00:00 a. m.	66.24	19.27	33.45	0		
992		America/Bogota	7:00:00 a. m.	78.83	19.14	35.49	0		
1088		America/Bogota	7:00:00 a. m.	87.44	18.71	42.63	0		
1184		America/Bogota	7:00:00 a. m.	64.63	18.65	32.57	0		
1280		America/Bogota	7:00:00 a. m.	60.04	19.09	31.08	0		
1376		America/Bogota	7:00:00 a. m.	58.01	19.59	30.37	0		
1472		America/Bogota	7:00:00 a. m.	64.63	19.42	32.66	0		
1568		America/Bogota	7:00:00 a. m.	66.33	19.32	33.09	0		
1664		America/Bogota	7:00:00 a. m.	78.54	19.54	38.60	0		
1760		America/Bogota	7:00:00 a. m.	86.16	18.36	41.85	0		
1856		America/Bogota	7:00:00 a. m.	86.78	19.58	42.23	0		
1952		America/Bogota	7:00:00 a. m.	61.89	19.44	31.48	0		
2048		America/Bogota	7:00:00 a. m.	62.04	19.55	31.59	0		
2144		America/Bogota	7:00:00 a. m.	63.13	19.29	31.76	0		
2240		America/Bogota	7:00:00 a. m.	63.94	19.36	32.41	0		

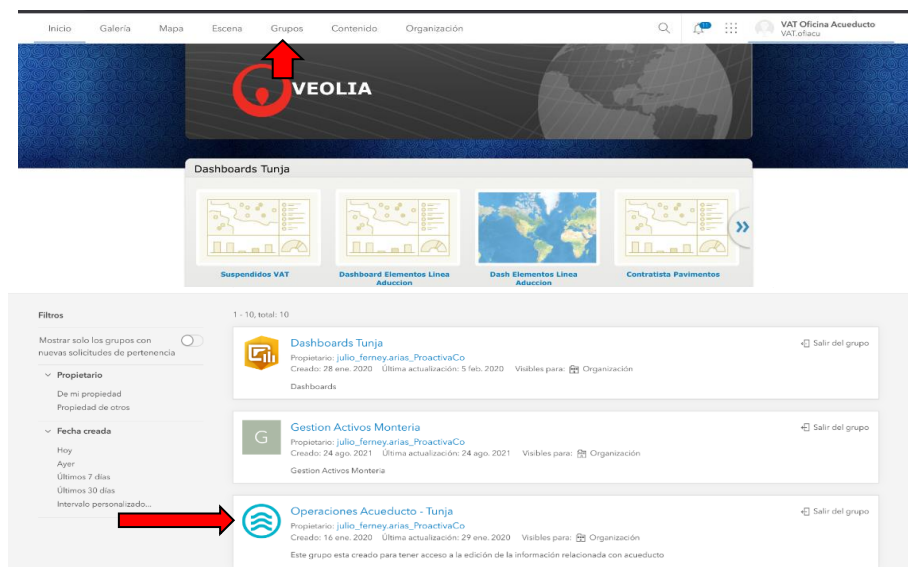
Fuente: Tomado de [11].

Nota: Este mismo procedimiento se realiza con todas las presiones que se extraen de esta plataforma.

3.7.2 Aplicativo ArcGIS

1. Ingresamos al aplicativo ArcGIS y nos dirigimos a grupos donde buscaremos operaciones de acueducto Tunja.

Figura 24. Ingreso a ArcGIS Veolia Tunja



Fuente: Tomado de [2].

2. Después de entrar al grupo de operaciones de acueducto Tunja buscamos en este grupo lectura de macromedidores e ingresamos al aplicativo.

Figura 25. Lectura de macromedidores



Fuente: Tomado de [2].

3. Luego de esto procedemos a ingresar a la tabla ubicada en la parte inferior de la pantalla y en la tabla nos ubicamos en presión.

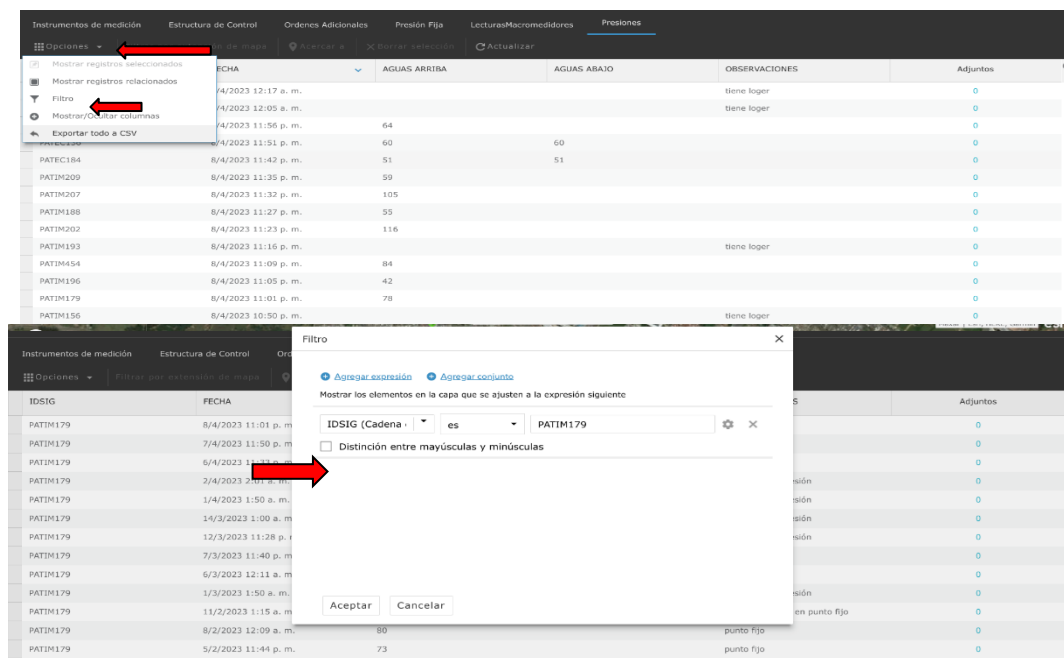
Figura 26. Tabla de atributos para filtrar las presiones

Instrumentos de medición	Estructura de Control	Ordenes Adicionales	Presión Fija	LecturasMacromedidores	Presiones	
IDSIG	FECHA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	OBSERVACIONES	Adjuntos	
PATIM239	9/4/2023 12:17 a. m.			tiene loger	0	
PATIM248	9/4/2023 12:05 a. m.			tiene loger	0	
PATIM243	8/4/2023 11:56 p. m.	64			0	
4115 registros 0 seleccionado						

Fuente: Tomado de [2].

4. Nos dirigimos a la donde dice opciones y aquí le damos en filtro y buscamos por el Idsig ya que estas presiones son tomadas directamente en campo por algún operador.

Figura 27. Filtración de presiones por Idsig



Fuente: Tomado de [2].

6. A continuación de buscar el Idsig nos desplegara toda la información de presiones tomadas de este y su respectiva fecha y hora, procedemos agregarla de forma manual cada una de estas en el Excel.

Figura 28. Presiones tomadas por el operador

IDSIG	FECHA	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	OBSERVACIONES	Adjuntos
PATIM179	8/4/2023 11:01 p. m.	78			0
PATIM179	7/4/2023 11:50 p. m.	79			0
PATIM179	6/4/2023 11:33 p. m.	78			0
PATIM179	2/4/2023 2:01 a. m.	71		punto fijo de presión	0
PATIM179	1/4/2023 1:50 a. m.	73		punto fijo de presión	0
PATIM179	14/3/2023 1:00 a. m.	73		punto fijo de presión	0
PATIM179	12/3/2023 11:28 p. m.	74		punto fijo de presión	0
PATIM179	7/3/2023 11:40 p. m.	77		punto fijo	0
PATIM179	6/3/2023 12:11 a. m.	80		punto fijo	0
PATIM179	1/3/2023 1:50 a. m.	79		punto fijo de presión	0
PATIM179	11/2/2023 1:15 a. m.	79		se toma presión en punto fijo	0
PATIM179	8/2/2023 12:09 a. m.	80		punto fijo	0
PATIM179	5/2/2023 11:44 p. m.	73		punto fijo	0

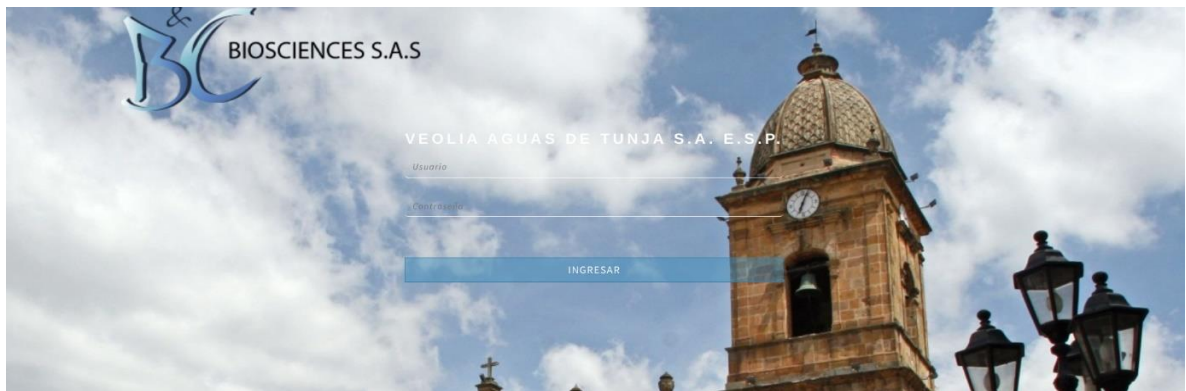
Fuente: Tomado de [2].

Nota: Este mismo procedimiento se realiza con todas las presiones que se extraen de esta plataforma que son tomadas en campo por el operador.

3.7.3 Biosciences S.A.S

1. Esta plataforma es muy importante ya que solo se encarga de la válvula de cristales la cual es una válvula muy crítica para este barrio ya que es la encargada de regular las presiones.
2. Ingresamos a la plataforma.

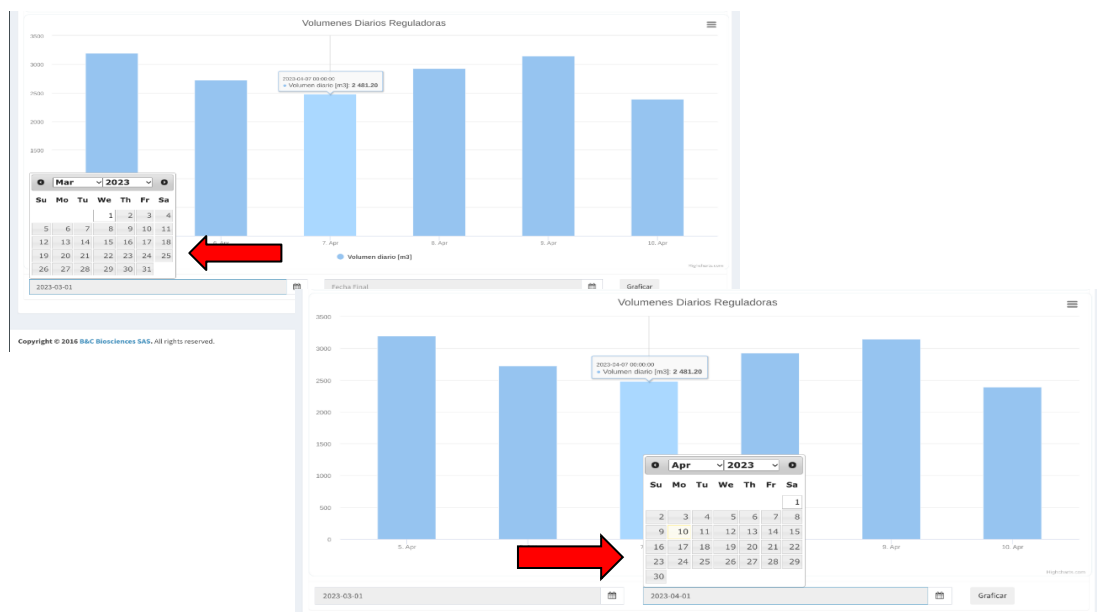
Figura 29. Ingreso a Biosciences



Fuente: Tomado de [12].

3. Después de esto nos dirigimos a la parte inferior donde procedemos a seleccionar la fecha de inicio y la de fin, lo cual sería del 1 de marzo al 1 de abril.

Figura 30. Determinación de periodo de datos a descargar de Biosciences.



Fuente: Tomado de [12].

4. Luego de colocar las fechas exportar los datos en formato xls.

5. Luego de exportar los datos continuamos con el mismo procedimiento de i2O Water de subir los datos a la nube, filtrarlos por hora, tomar la hora de las 7:00 am y se cambia el punto decimal por una coma. Finalmente copiamos los datos en el formato de Excel.

3.8 MANTENIMIENTO DE LOGGER QUE NO SE ENCUENTRAN TRANSMITIENDO

3.8.1 Logger Palos Verdes - PATEC560

1. Se realiza el retiro de la tapa de la caja donde se encuentra el Logger y se conecta un cable transmisor y USB para empezar a con la configuración.

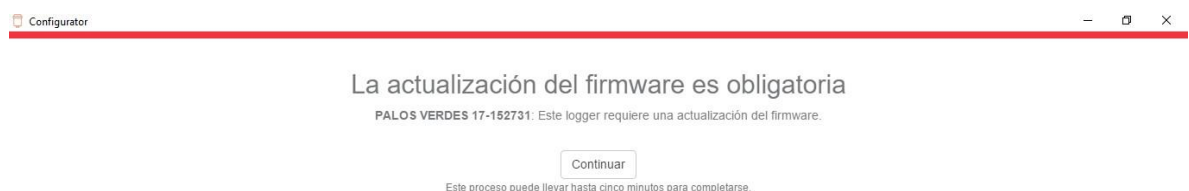
Figura 31. Conexión de Logger a Computador.



Fuente: Propia.

2. Se entra al programa CONFIGURATOR y el Logger tiene una actualización pendiente se procede a actualizar automáticamente.

Figura 32. Actualización de Logger.



Fuente: Tomado de [13].

3. Después de que se realice la actualización entramos a revisar que la configuración se encuentre en orden.

Figura 33. Menú de configurator.



Fuente: Tomado de [13].

4. Revisamos que el nombre del punto de acceso, de usuario del APN y la contraseña del APN estén correctos y le damos guardar.

Figura 34. Configuración de Logger.

> Ajustes avanzados

APN

Nombre del punto de acceso	internet.movistar.com.co
Nombre de usuario del APN	movistar
Contraseña del APN	movistar

Fuente: Tomado de [13].

5. Volvemos a ingresar a configuración y en la parte de abajo revisamos que el inquilino se encuentre en orden.

Figura 35. Verificación de inquilino de Logger

Configuración de conexión (Servicio de software)

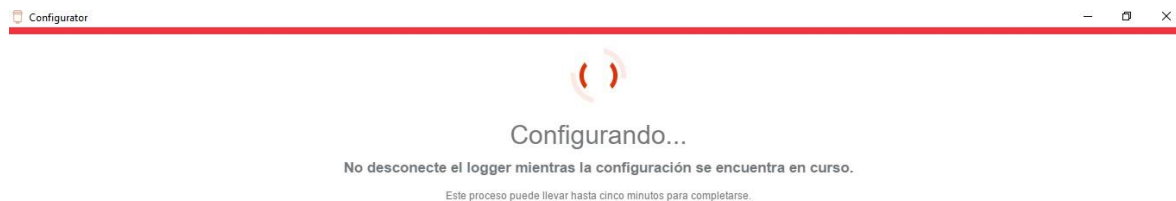
Inquilino	VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A E.S.P
-----------	---------------------------------

> Agregar o eliminar inquilinos

Fuente: Tomado de [13].

6. Realizamos la configuración para que esta guarde los datos.

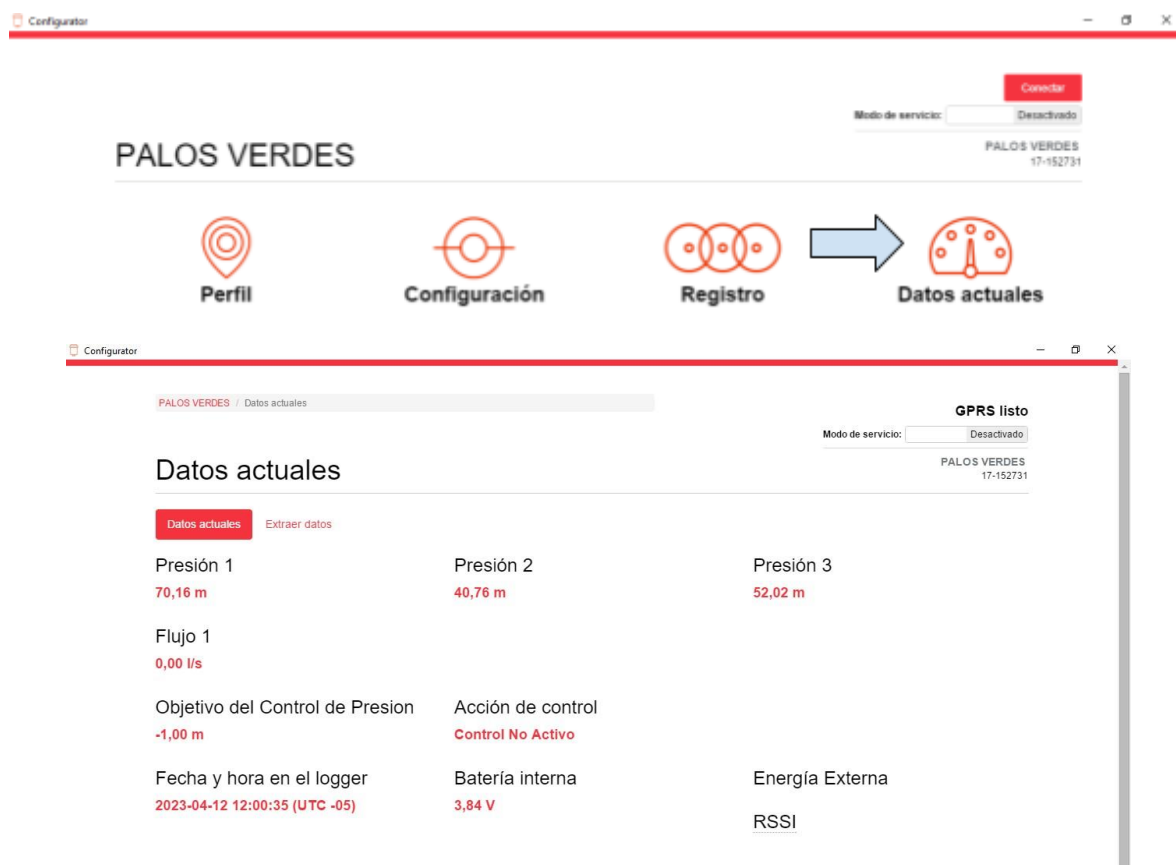
Figura 36. Actualización de datos.



Fuente: Tomado de [13].

7. Finalmente le damos al botón de conectar por lo menos tres veces y procedemos a revisar los datos actuales.

Figura 37. Datos actuales



Fuente: Tomado de [13].

Nota: Cada configuración puede durar entre 30 minutos a 90 minutos.

4. APORTES DEL TRABAJO

4.1 COGNITIVOS

Durante la ejecución de la pasantía en la empresa VEOLIA AGUAS DE TUNJA S.A E.S.P en la dependencia de acueducto en sectorización se contribuyó al fortalecimiento y entendimiento de los conocimientos adquiridos en facultad de ingeniería civil, con el fin de poder analizar, plantear y organizar soluciones.

Para poder cumplir con cada una de las funciones designadas y dar cumplimiento se realiza principalmente la búsqueda de información para poder realizar una estructura de prueba de estanqueidad para los tanques de almacenamiento de VAT. De igual manera revisar detalladamente cada una de las válvulas reguladoras, puntos fijos y micromedidores los cuales se deben mantener transmitiendo en orden y cumpliendo determinados parámetros.

4.1.1 Aporte en la revisión de la plataforma de I2O water.

Para esta actividad se hacía la constante verificación de que todos los puntos se encontraran transmitiendo bajos los parámetros establecidos y sin ninguna interrupción de señal o con voltaje caído. Con el fin de que toda esta información no quedara dispersa y se pudiera realizar mantenimiento del Logger a tiempo se consolidó y a medida de la revisión se actualizaba en un formato de Excel en el cual se organizó toda la información de los puntos que están en la ciudad de Tunja con sus Idsig, dirección, sector afectado y finalmente con la observación de cuál era la novedad en el punto. Para así luego salir a campo a realizar estos mantenimientos y también determinar qué puntos constantemente presentaban fallos.

4.1.2 Identificación de lugar para la instalación de cajas para 19 puntos fijos de presión distribuidos en los sectores del norte de la ciudad.

Se inicio realizando el recorrido con la cuadrilla de sectorización para verificar y buscar la ubicación adecuada para los 19 puntos fijos que se ubicaran en el norte de la ciudad. Para esto se ubicaron algunos puntos que están en funcionamiento per se encuentran si caja y para la ubicación de los puntos nuevos se verificaba en campo donde se encontraba la red, también se verificaba que no se fuera afectar ningún parqueadero y que en los lugares donde se piensa realizar las cajas para los puntos fijos no sean de difícil restitución.

Esto fue apoyado con la aplicación Phonto para tomar las fotos de referencia de cada uno de los sitios donde estarían ubicados los nuevos puntos fijo y el estado en que se encontraban los ya existentes, esto acompañado de una leyenda con la dirección donde se ubicarían las cajas y el barrio.

4.1.3 Recorrido de mantenimiento línea de aducción.

A inicio del año en curso ya se había realizado un mantenimiento a la línea de aducción por la cual se transporta el agua que es proveniente de teatinos a la PTAP, donde encontramos diferentes válvulas de purga y ventosa, en este recorrido se perdió mucha de la información de los mantenimientos, no fue posible identificar correctamente cuales eran los ldsig de las válvulas y se desconoció el estado actual de muchas de estas. Es por esto que para el nuevo recorrido de mantenimiento y verificación de la línea de aducción se realiza un formulario para poder registrar toda la información sobre la válvula, tipo de válvula y estado de esta, igualmente de su caja y de su tapa. También se realiza la toma de imágenes del SIG de VAT para hacer el etiquetado de cada uno de los puntos con su ldsig para que cada cuadrilla pueda seguir el orden y conozca cual es el punto donde se encuentran haciendo la inspección o mantenimiento. Finalmente, esta información es traída a la oficina para encargarme de subirla al SIG de VAT y garantizar que quede correctamente cargada en el sistema.

4.2 A LA COMUNIDAD

Con cada uno de los aportes descritos en el anterior ítem se buscaba dar una respuesta más oportuna para que el usuario contara con la debida presión cuando el agua llegara a su domicilio y así de igual manera poder verificar los puntos de la ciudad donde se debía prestar más atención en cuanto a cambios de presión o constante perdida de señal o hacer el cambio oportuno de batería para poder verificar que en cada comunidad de la ciudad se encontrara llegando el agua con su debida presión.

Con la instalación de los 19 puntos fijos de presión en la zona norte de la ciudad se busca poder monitorear las presiones de esta zona con el fin de regular las presiones con su set Paint y que el usuario reciba el suministro de agua con la presión adecuada y para de esta forma evitar también fugas en la red con las altas presiones.

Finalmente, el mantenimiento de la línea es de gran importancia para la ciudad de Tunja ya que esta es la encargada de transportar el agua que será tratada en la PTAP para después de esto ser distribuida para los usuarios de VAT, la cual constantemente suele ser interferida y se han provocado daños por terceros, es por esto que es de gran importancia su oportuno mantenimiento y verificación de estado de cajas y tapas para que terceros no puedan acceder a estas.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

En la búsqueda de información para la prueba de estanqueidad y recorrido para la verificación de tanques, apoyándose de igual manera con los informes de lavado de tanques fue posible verificar y actualizar el esquema de distribución del agua en los tanques de almacenamiento y sus sectores.

Es importante resaltar que el mayor impacto de esta pasantía es la implementación de esta prueba de estanqueidad para la empresa VAT ya que es la primera vez que se piensa en realizar este tipo de pruebas en los tanques de almacenamiento de la ciudad de Tunja es de gran relevancia e importancia implementar esta prueba para conocer el estado real de los tanques.

En el trabajo de revisar y verificar que cada una de las válvulas, puntos fijos y micromedidores se encontraran transmitiendo en orden fue posible lograr una mejor respuesta de calibración y verificación cuando una válvula o punto fijo se salía de su set point de presión, de igual manera esto también ayudo a reducir el número de Logger que se encontraban sin transmitir ya que al tenerlos inventariados fue posible poder configurar y cambiar su batería a los que fue necesario para que su transmisión continuara con normalidad. De igual manera con la constante verificación de caudales mínimos nocturnos fue posible identificar en sectores donde se estaba incrementando mayor consumo sin ninguna justificación, por lo cual los operarios hicieron el debido rastreo para verificar si había presencia de fugas.

En el recorrido de mantenimiento a la línea fue posible encontrar impactos positivos con la guía mediante imágenes de los Idsig de válvula y con el llenado del formulario de mantenimiento ya que es posible identificar que válvulas se encuentran en buen estado y las que deben ser remplazadas por unas nuevas y más actualizadas.

Con el planteamiento de la prueba y de lo que se debe tener en cuenta se espera que los impactos sean positivos y esto ayude a que el índice de ANC (agua no contabilizada) disminuya al verificar y con las cuadrillas de correctivo sean reparadas. Pero si por el contrario las perdidas ya superan el 1% es posible encontrar un déficit en la estructura de alguno de los tanques lo cual quiere decir que se debe pensar en reemplazar ese tanque.

Otro impacto que se genera es el aumento de trabajo para los operarios ya que se generara aumentó de las horas de trabajo, esto con el fin de que se genera un impacto económico al aumentar sus horas extra.

En lo personal impacto de manera positiva ya que se permite conocer la importancia del debido manejo y verificación del software para mantener el control de cada una de las válvulas, puntos fijos y macromedidores para así poder dar una respuesta oportuna a cualquier falla. De igual manera en la búsqueda de información para el

planteamiento de la prueba ya que se logró fortalecer los conocimientos.

En este proyecto en el que el pasante fue participe se vieron impactos positivos como la respuesta oportuna al mantenimiento de los logger que dejaban de transmitir reduciendo así el número de logger fuera de funcionamiento, de igual manera en el mantenimiento a la línea de aducción con la orientación y los formularios se dio un mejor rendimiento en la realización del mantenimiento de estos elementos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se cumplieron con cada una de las funciones delegadas por parte de la coordinadora de sectorización en el área de acueducto de la empresa Veolia Aguas de Tunja en Supervisión y monitoreo de Logger que se utilizan para la transmisión en tiempo real de caudal y presión, que transmiten constante a la plataforma, seguimiento de caudales mínimos nocturnos, seguimiento a información de mantenimientos preventivos en elementos hidráulicos de la línea de aducción Teatinos y finalmente elaborar proyecto de pruebas de estanqueidad en tanques de almacenamiento del sistema de acueducto de la ciudad de Tunja.
- Realizando el paso a paso del método y los factores a tener en cuenta en la prueba de estanqueidad se resalta que esto es de gran importancia para poder conocer el verdadero estado estructural y las pérdidas que genera cada tanque.
- Haciendo el análisis de las estructuras de cada tanque de la ciudad es recomendable tener en cuenta las pérdidas que se pueden generar por las válvulas de salida las cuales por su antigüedad no logran cerrar completamente y esto permite un pequeño paso del agua generando pérdidas.
- Al llevar a cabo la inspección visual como resultado se hizo el listado de priorización del estado de cada tanque para realizar el respectivo cronograma.
- Al realizar los planes de contingencia se evidencio que es importante tener en cuenta que Tanque San Rafael y Tanque Circular se abastecen por una misma red y que a la hora de hacer su llenado se pueden ver afectados ya que se cerrará el paso para uno de estos viéndose afectados sectores y los tanques que se suministran de Tanque circular si el llenado fuera para Tanque San Rafael.
- En Tanques Redondos se recomienda hacer la revisión de sus ventosas que anteriormente se encontraban operativas ya que estas son las encargadas de regular y proteger el sistema de las acumulaciones de aire excesivas.
- En los planes de contingencia es de gran relevancia tener a disposición las unidades los carrotanques para así de este modo dar suministro de agua a las comunidades que se lleguen a ver afectadas.
- Se refuerzan y fortalecen los conocimientos adquiridos en la facultad en el manejo de software ArcGIS y el manejo de otras plataformas como I2Owater y Biosciences.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Área metropolitana de Tunja”, Wikipedia, 2023. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_metropolitana_de_Tunja. [Accedido: 17-jul-2023]
- [2] Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P. *S/G* [Software].
- [3] Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (22, jun. 2007). Ley 2115 de 2007. Diario Oficial 46679.
- [4] Ministerio de la Protección Social. (26, sep. 2008). Resolución 3673 de 2008: Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas. Diario Oficial 47130.
- [5] Ministerio de la Protección Social. (13, mar. 2009). Resolución 736 de 2009. Diario Oficial 47301.
- [6] Veolia, “Nuestra historia en Tunja”, s.f. [En línea]. Disponible en: <https://www.veolia.com.co/tunja-yopal/nosotros/quienes-somos/historia-tunja>. [Accedido: 18-may-2023]
- [7] Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Jesús. (28, mar. 2022). [En línea]. Disponible en: <https://sswm.info/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>
- [8] Diseño hidraulico de acueductos menores. Ibal [En línea]. Disponible en: <https://ibal.gov.co/sites/default/files/ibal/sites/default/files/images/stories/Dise%C3%B1o%20hidraulico%20de%20acueductos.pdf>
- [9] UNAM, “Capítulo 3.- Sectorización del sistema de agua potable.” Sectorización del sistema de agua potable. [En línea]. Disponible: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/566/6/A6.pdf>
- [10] L. A. Hernandez Sanabria, «Análisis comparativo de diseño de reactores UAB, entre el RAS 2000 y la Resolución 0330 del 2017 », Módulo Arquitectura CUC, vol.
- [11] Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P. *i2Owater* [Software].
- [12] Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P. Biosciences [Software].
- [13] Veolia Aguas de Tunja S.A. E.S.P. Configurator [Software].