

**Prediseño para la posible rehabilitación de la planta de tratamiento de agua
potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca**

María Margarita Caballero Pedroza

Julián Andrés Lancheros Torres

Trabajo de grado

Para optar al título de Ingeniero Civil

Dirigido por:

**Oscar Baquero Ángel
Ms. Ing Civil (Especialidad Sanitaria)
Universidad Nacional**

Universidad Santo Tomas

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá D.C.

2021

Asesorado por:

**Sergio Miguel Gonzales Palacios
Ms Infraestructura Vial
Universidad Santo Tomás**

Primer jurado:

**Fabio Eduardo Diaz López
M.Sc. Ing Civil (área de Ing. Ambiental)
Universidad de Los Andes**

Tabla de contenido

Tabla de contenido	3
Lista de tablas	9
Glosario	13
Resumen	15
Introducción	16
1. Generalidades	17
1.1. Justificación	17
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Delimitación	18
1.4.1. Espacio	18
1.4.2. Tiempo	18
1.4.3. Contenido	18
1.4.4. Alcance	18
2. Marco teórico	19
2.1 Fuentes de agua	19
2.2 Purificación del agua	20
2.3 Plantas de tratamiento	20

2.3.1 Desarenador.....	20
2.3.2 Tanque de almacenamiento.....	21
2.3.3 Aireadores.....	21
2.3.4 Mezcla Rápida.....	22
2.3.5 Floculador.....	22
2.3.6. Sedimentador.....	24
2.3.7 Filtros.....	24
2.3.8 Tanque de agua tratada.....	25
3. Vereda el salitre.....	26
3.1. Ubicación de la vereda el salitre.....	26
3.2. Aspectos económicos.....	28
3.3. Aspectos ambientales.....	31
3.4. Vías de comunicación.....	32
3.5. Recursos hídricos.....	35
4. Detalle del terreno PTAP.....	37
5. Fuente de abastecimiento.....	38
6. Pruebas y ensayos de laboratorios.....	39
6.1 Aforos.....	39
6.2 Prueba de jarras.....	40
6.3 Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua.....	41
7. Estado actual de la planta.....	46
7.1 Dosificador y cuarto de almacenamiento.....	47

7.2 Mezcla rápida	47
7.3 Aireación	47
7.4 Mezcla lenta	48
7.5 Sedimentador	48
7.6 Filtración	49
7.7 Tanques de almacenamiento	50
8. Conducción	51
9. Patología de la estructura	52
10. Diseño para rehabilitar	56
10.1 Población, dotación y demanda	56
10.2. Métodos de cálculo para la proyección de la población.....	59
10.2.1. Método aritmético	59
10.2.2 Método geométrico.....	59
10.2.3 Método exponencial	59
10.3. Proyección de la población por los método aritmético, geométrico y exponencial .	60
10.4. Determinación del caudal de diseño	61
10.4.1 Dotación	61
10.4.2 Variación del consumo.....	64
10.4.3 Caudales de diseño	65
10.4.4. Unidades y etapas de construcción de los procesos	66
10.5 Aireador	67

10.6 Aforo.....	70
10.7 Dosificador	71
10.8 Sedimentador	73
10.9 Filtración.....	79
10.10 Cloración.....	83
11. Análisis de resultados.....	84
12. Recomendaciones	85
13. Anexos	86
14. Conclusiones	90
15. Referencias.....	92

Lista de figuras

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS FLOCULADORES.	23
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN VEREDA EL SALITRE.....	27
FIGURA 3. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	28
FIGURA 4. ASPECTO AMBIENTAL	31
FIGURA 5. VÍA DE ACCESO AL MUNICIPIO DE SIMIJACA	32
FIGURA 6. VÍA DE ACCESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE, PRIMER TRAMO.....	33
FIGURA 7. VÍA DE ACCESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE, SEGUNDO TRAMO	34
FIGURA 8. RECURSOS HÍDRICOS	35
FIGURA 9. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	37
FIGURA 10. FUENTE DE ABASTECIMIENTO	38
FIGURA 11. ENSAYO DE JARRAS	40
FIGURA 12. ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE	46
FIGURA 13. TREN DE OPERACIONES ACTUAL DE LA PTAP.....	46
FIGURA 14. ESTADO ACTUAL DEL CUARTO DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE	47
FIGURA 15. ESTADO ACTUAL DEL FLOCULADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	48
FIGURA 16. ESTADO ACTUAL DEL SEDIMENTADOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	49
FIGURA 17. ESTADO ACTUAL DEL FILTRO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	49
FIGURA 18. ESTADO ACTUAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	50
FIGURA 19. LUGAR DE CAPTACIÓN	51
FIGURA 20. PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA DE LOS PROCESOS	52
FIGURA 21. PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA DEL DOSIFICADOR.....	53

FIGURA 22. PATOLOGÍAS PARTE INTERNA DEL TANQUE	54
FIGURA 23. PATOLOGÍAS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	55
FIGURA 24. TREN DE OPERACIONES OPTIMIZADO DE LA PTAP	56
FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LOS ÚLTIMOS CENSOS REALIZADOS	57
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN SUELO RURAL	58
FIGURA 27. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN, POR LOS MÉTODOS GEOMÉTRICO, ARITMÉTICO Y EXPONENCIAL	60
FIGURA 28. CONSUMOS TOTALES AÑOS 2019 Y AÑO 2020	63
FIGURA 29. CAUDAL DE DISEÑO	66
FIGURA 30. DOSIFICADOR DE COAGULANTE	71
FIGURA 31. DIMENSIONES DEL BULTO.....	72
FIGURA 32. ILUSTRACIÓN LOS MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN DE ALTA TASA.....	74
FIGURA 33. LOS COLONOS DE TUBOS (CLARIFICADORES DE LAMINILLAS)	78
FIGURA 34. PERDIDA DE CARGA EN FONDOS TIPO ÉTERNIT. (DISEÑO DE FILTROS)	81
FIGURA 35. PERDIDA DE CARGA EN LECHOS DE GRAVA. (DISEÑO DE FILTRO)	82
FIGURA 36. DOSIFICADOR DE CLORO	83
FIGURA 37. RESULTADO ENSAYO DE JARRAS	86
FIGURA 38. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO, AGUA CRUDA, TEMPORADA SECA	87
FIGURA 39. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO, AGUA TRATADA, TEMPORADA SECA.....	88
FIGURA 40. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO, AGUA CRUDA, TEMPORADA LLUVIA.....	89

Lista de tablas

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DEL MUNICIPIO POR EXTENSIÓN TERRITORIAL Y ÁREA DE RESIDENCIA.....	28
TABLA 2. DATOS DE AFORO A LA ENTRADA DE LA PLANTA.....	39
TABLA 3. DATOS DE AFORO A LA SALIDA DE LA PLANTA	39
TABLA 4. PARÁMETROS DE LA MUESTRA.....	41
TABLA 5. RESULTADOS ENSAYO DE JARRAS.....	41
TABLA 6. RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO, AGUA CRUDA, TEMPORADA SECA.	43
TABLA 7. RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO, AGUA TRATADA, TEMPORADA SECA.	43
TABLA 8. RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO, AGUA CRUDA, TEMPORADA DE LLUVIA.....	44
TABLA 9. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN LOS ÚLTIMOS CENSOS REALIZADOS	56
TABLA 10. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL SUELO RURAL	57
TABLA 11. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN POR LOS MÉTODOS GEOMÉTRICO, ARITMÉTICO Y EXPONENCIAL	60
TABLA 12. DATOS DE CONSUMO TOTAL DE LOS USUARIOS, AÑO 2019.....	62
TABLA 13. DATOS DE CONSUMO TOTAL DE LOS USUARIOS, AÑO 2020.....	62
TABLA 14. CAUDALES DE DISEÑO.....	65
TABLA 15. DETERMINACIÓN CAUDAL DE DISEÑO.....	66
TABLA 16. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE UNIDADES	67
TABLA 17. PARÁMETROS DE REFERENCIA DE DISEÑO DE AIREADORES DE BANDEJA MÚLTIPLES.....	67
TABLA 18. DATOS DE ENTRADA PARA EL DISEÑO DEL AIREADOR.....	67
TABLA 19. RESULTADOS DEL CÁLCULO PARA EL DISEÑO DEL AIREADOR.....	70
TABLA 20. CUADRO DE ALTURA PARA CAUDALES.....	70
TABLA 21. PARÁMETROS DE REFERENCIA DE DISEÑO DE SEDIMENTACIÓN.....	73
TABLA 22. DATOS DE ENTRADA SEDIMENTADOR.....	73
TABLA 23. RESULTADOS DEL DISEÑO DE SEDIMENTADOR.....	77
TABLA 24. DATOS DE ENTRADA SEDIMENTADOR CON TUBERÍA CUADRADA.....	79

<i>TABLA 25. RESULTADOS SEDIMENTADOR TUBERÍA CUADRADA</i>	<i>79</i>
---	-----------

<i>TABLA 26. CARACTERÍSTICAS DE FILTRACIÓN CONVENCIONAL</i>	<i>79</i>
---	-----------

<i>TABLA 27. DATOS DEL FILTRO EXISTENTE</i>	<i>80</i>
---	-----------

Lista de ecuaciones

ECUACIÓN 1. FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL	39
ECUACIÓN 2. FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LA POBLACIÓN PROYECTADA, MÉTODO ARITMÉTICO	59
ECUACIÓN 3. FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LA POBLACIÓN PROYECTADA, MÉTODO GEOMÉTRICO.....	59
ECUACIÓN 4. FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LA POBLACIÓN PROYECTADA, MÉTODO EXPONENCIAL.....	59
ECUACIÓN 5. FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LA DOTACIÓN BRUTA.....	64
ECUACIÓN 6. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL CAUDAL PROMEDIO	65
ECUACIÓN 7. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DIARIO.....	65
ECUACIÓN 8. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO	65
ECUACIÓN 9. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL ÁREA TOTAL DE BANDEJAS	68
ECUACIÓN 10. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL ÁREA DE BANDEJA.....	68
ECUACIÓN 11. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONTACTO.....	68
ECUACIÓN 12. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL TIEMPO ENTRE BANDEJAS	69
ECUACIÓN 13. FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE BANDEJAS.....	69
ECUACIÓN 14. FÓRMULA PARA CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA BANDEJA	69
ECUACIÓN 15. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL ÁREA DE ORIFICIOS.....	69
ECUACIÓN 16. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL CAUDAL DEL ORIFICIO	69
ECUACIÓN 17. FÓRMULA PARA CÁLCULO DEL NÚMERO DE ORIFICIOS POR BANDEJA	70
ECUACIÓN 18. VELOCIDAD CRÍTICA DE SEDIMENTACIÓN	74
ECUACIÓN 19. LONGITUD RELATIVA.	74
ECUACIÓN 20. ÁREA SUPERFICIAL DE SEDIMENTACIÓN.	74
ECUACIÓN 21. VELOCIDAD LOS MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN DE ALTA TASA	74
ECUACIÓN 22. RAZONES TRIGONOMÉTRICAS.....	75
ECUACIÓN 23. TEOREMA DE PITÁGORAS	75
ECUACIÓN 24. ESPACIAMIENTO ENTRE LOS MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN DE ALTA TASA.....	75
ECUACIÓN 25. NÚMERO DE LOS MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN DE ALTA TASA.....	75

<i>ECUACIÓN 26. TIEMPO DE RETENCIÓN LOS MÓDULOS DE SEDIMENTACIÓN DE ALTA TASA.....</i>	<i>76</i>
<i>ECUACIÓN 27. NUMERO DE REYNOLDS.....</i>	<i>76</i>
<i>ECUACIÓN 28. CORRECCIÓN LONGITUD RELATIVA.....</i>	<i>76</i>
<i>ECUACIÓN 29. LONGITUD RELATIVA CORREGIDA.....</i>	<i>76</i>

Glosario

Aducción. Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

Afluyente. Permite describir a una cosa que afluye. Al respecto, hay que decir que el verbo afluir se utiliza para mencionar aquello que se presenta de forma abundante o en gran cantidad en un determinado lugar y a todo lo que se dirige hacia un único punto.

Agua cruda. Agua que no ha sido sometida a un proceso de tratamiento. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2016).

Agua potable Agua que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

Alcalinidad Capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-), hidróxidos (OH^-) y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos. La alcalinidad se expresa en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio (CaCO_3).

Bocatoma. Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

Borde libre. Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

Calidad del agua Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua

Capacidad hidráulica. Caudal máximo que puede manejar y mantener una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

Captación. Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

Caudal de diseño Caudal estimado con el cual se diseñan los procesos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado

Cloración Aplicación de cloro en forma gaseosa o solida al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables.

Coagulación Aglutinación o agrupamiento de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

Coefficiente de rugosidad. Constante que depende del material y del estado de la superficie interna de la tubería.

Conducción. Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

Cribado. Remoción de desechos grandes que pueden dañar equipos de la planta.

Efluente. Un fluido procedente de una instalación industrial. El término proviene del verbo efluir, que alude al escape al exterior de un gas o de un líquido.

Flujo libre. Transporte en el que el agua presenta una superficie libre, donde la presión es igual a la presión atmosférica.

Mezcla lenta Agitación suave del agua con el coagulante, con el fin de favorecer la formación de los flóculos o floc.

Período de diseño Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su capacidad permite atender la demanda proyectada para este tiempo.

Velocidad de filtración Caudal de filtración por unidad de área.

Velocidad de lavado Caudal de lavado por unidad de área.

Resumen

El presente trabajo se elaboró con el objeto de plantear un pre diseño para la rehabilitación de la planta de tratamiento de la vereda El Salitre, el cual siguió los parámetros necesarios indicados en la Resolución 0330-2017 del Ministerio de Salud y Protección Social.

Para este estudio se caracterizó la vereda, ubicación y terreno teniendo en cuenta aspectos económicos, ambientales, de comunicación e hídricos y la información suministrada por la alcaldía municipal, los miembros de la junta del acueducto, la colaboración de los docentes de la universidad, textos de calidad del agua y diseño de plantas de tratamiento de agua potable.

Introducción

Según el reglamento de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomas, como requisito de grado, se presenta este documento que tiene como título: “pre diseño para la posible rehabilitación de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca”, como opción de grado y la fundamentación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de pregrado, los cuales se ponen a disposición de la comunidad.

Se analizaron, muestras de agua cruda y tratada de la cual, la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre se abastece, en las instalaciones de los laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S de Chiquinquirá, para darle la caracterización precisa, adecuada y conocer las condiciones del agua, para poder plantear los procesos y operaciones necesarias, y entregar a la comunidad el agua potable, establecida por la ley.

El objetivo, como estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomas, es poder entregar este proyecto de la forma más cercana a la realidad laboral, y a la Universidad, así mismo sustentar esperando resultados positivos para que la junta del acueducto de la vereda El Salitre pueda utilizarlo y sacar provecho de este trabajo de grado.

1. Generalidades

1.1. Justificación

El municipio de Simijaca cuenta con dos plantas de tratamiento de agua potable, la de la cabecera municipal y la de la vereda El Salitre, para una población total de 14062 habitantes, donde la planta de tratamiento de la vereda El Salitre se encuentra fuera de funcionamiento, evidenciando necesidades básicas insatisfechas; la forma en que se pretende solucionar dicha problemática es recuperando la planta de tratamiento, optimizando el abastecimiento de agua potable a la comunidad de la vereda El Salitre y por ende mejorar su calidad de vida.

1.2. Formulación del problema

El estado actual de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, no es adecuado, dada la ineficiente operación y el abandono que la deterioraron con el tiempo, dejando como resultado la inoperancia de los procesos necesarios para la potabilización del agua.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer una alternativa de recuperación de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca, Cundinamarca mediante el estudio de la calidad del agua, equipos y procesos para su restablecimiento o mejoramiento.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar del recurso hídrico.
- Realizar levantamiento topográfico.
- Evaluar el estado de la estructura de la planta de tratamiento de agua potable.

- Identificar a la población beneficiada.
- Proponer un pre diseño para optimizar la planta de tratamiento y recomendaciones para su funcionamiento.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacio

El proyecto está dado para desarrollarse en el lugar donde se encuentra ubicada la planta de tratamiento (vereda El Salitre), y las pruebas de laboratorio en las instalaciones de los laboratorios Unidos-Ambiente y Salud S.A.S de Chiquinquirá.

1.4.2. Tiempo

Para el desarrollo del proyecto se contó con un tiempo asignado del primer semestre del año dos mil veinte (2020-1).

1.4.3. Contenido

El proyecto contiene información pública, privada, interna y externa, además de datos, formulas, planos y tablas que justifican el diseño de la planta de tratamiento de agua potable para la vereda El Salitre del municipio de Simijaca.

1.4.4. Alcance

El proyecto buscó, proponer un pre diseño de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre para, satisfacer las necesidades básicas de los usuarios, de modo tal que, si se llega a utilizar estos diseños en mediano o largo plazo, su ejecución tenga una inversión baja, y su proceso constructivo sencillo, pero de calidad.

2. Marco teórico

2.1 Fuentes de agua

Aproximadamente el (70%) del planeta, está cubierta por el agua, donde el océano contiene alrededor del (96,5%), y el (3,5%), de agua de nacimientos naturales de agua dulce.

Colombia cuenta con una riqueza hídrica que se manifiesta en una extensa red fluvial superficial que cubre el país en unas condiciones favorables de almacenamiento de agua subterráneas, en la existencia de cuerpos de agua, distribuidos en buena parte de la superficie total, y en la presencia de enormes extensiones de humedales. (García, et al., 2020, p. 118).

La presencia de altas montañas, abundantes precipitaciones, extensas sabanas y selvas húmedas, junto con la ubicación estratégica en la zona tropical, caracterizan al territorio nacional y determinan la existencia de ecosistemas con un potencial hídrico valioso y sistemas complejos de regulación. (García, et al., 2020, p.118).

En Colombia existen cerca de 1600 cuerpos de agua, identificados como lagunas, lagos y embalses, los cuales contienen importantes reservas de agua utilizables, un volumen total aproximado de 26300 millones de m³. El 97,5% de estos cubren superficies menores del 0,01 km² y poseen una profundidad reducida; sin embargo. (García, et al., 2020, p 125).

Las principales reservas de agua (98% del volumen total) se encuentran en 40 grandes lagos, lagunas y embalses, con una superficie de 65,5 km². Así, el volumen total de los

20 lagos y lagunas más grandes es de 4.279 millones de m³ y el de los 20 embalses más grandes en operación es de 9.736 millones de m³. Las reservas de agua en lagos, lagunas y embalses son de 12.220 millones de m³, aproximadamente. (García, et al., 2020, p. 125).

2.2 Purificación del agua

El objetivo inminente de la purificación del agua es eliminar del líquido los compuestos químicos no deseados, los materiales orgánicos e inorgánicos y contaminantes biológicos, integrando de la manera más eficientes los procesos y operaciones de tratamiento para que pueda proveer agua limpia, de esta manera satisfacer los requerimientos para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

2.3 Plantas de tratamiento

Aquí se exponen los diferentes procesos y operaciones a los cuales pueden ser sometidas las aguas captadas en estado “cruda y/o contaminadas” para poder llevar el agua potable a la comunidad, según las indicaciones de la Resolución 0330-2017.

En la ingeniería se define como planta de tratamiento de agua potable (PTAP), al conjunto de estructuras y operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico en las que se trata el agua, con el fin de volverla apta para el consumo humano.

2.3.1 Desarenador

Estructura diseñada para la retención de sólidos que contienen las aguas servidas o superficiales, con el fin de evitar que tengan un ingreso al canal de aducción y puedan ocasionar problemas en el proceso de tratamiento. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 35)

2.3.1.1 Desarenador longitudinal

Su funcionamiento consiste en reducir la velocidad del flujo del agua y de las turbulencias, permitiendo que el material sólido transportado sea depositado en el fondo y decante en él y pueda ser retirado periódicamente. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 35)

2.3.2 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento y compensación es una estructura fundamental en la red para el abastecimiento de agua potable, que deben cumplir con dos funciones principales: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de la población y regular la presión en el sistema de distribución para prestar un servicio eficiente. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 35)

El diseño y la construcción de los tanques están sujetos al terreno y deben estar localizados en lugares no susceptibles a deslizamientos e inundaciones, la estructura debe ser estable para sismos correspondientes a la zona. No existen limitaciones en cuanto a formas del tanque, en cambio se exige durabilidad, seguridad y cumplimiento de las condiciones sanitarias requeridas para el agua potable. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 35)

2.3.3 Aireadores

Es el proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire con el propósito de eliminar gases (metano, ácido sulfhídrico, y dióxido de carbono) y modificar las concentraciones de sustancias volátiles indeseables contenidas en ella; es el proceso de introducir aire al agua, principalmente para la remoción de metales tales como: hierro y manganeso. (Romero, 2017)

2.3.4 Mezcla Rápida

Consiste en disolver el coagulante en forma instantánea en toda la masa de agua, provocada por medios hidráulicos o mecánicos, en este proceso sucede la desestabilización suspensión coloidal que origina la turbiedad, mediante la adición de sustancias químicas llamadas coagulantes. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 35)

2.3.4.1 Mezcladores Hidráulicos

Se emplea cuando se dispone de suficiente cabeza o energía en el flujo de entrada, no se requiere equipo mecánico para que se produzca el resalto, puede utilizarse la canaleta Parshall, vertederos rectangulares, rejillas difusoras, entre otros. (Romero, 2017)

2.3.4.2 Mezcladores Mecánicos

Los mezcladores mecánicos son introducidos dentro de un tanque, estos mezcladores son empleados de tipo hélices, paletas, turbinas u otros elementos similares acoplados a un eje de rotación impulsado por una fuerza motriz. Esto hace que la mezcla del coagulante se facilite. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 37)

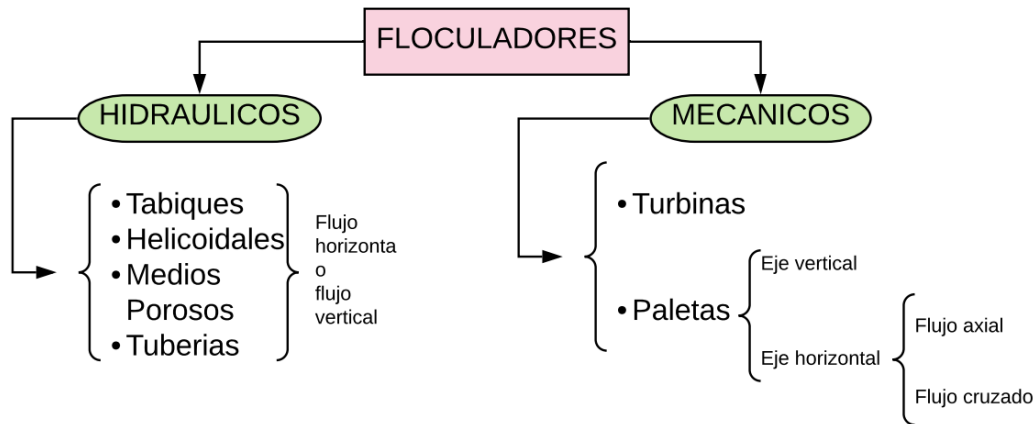
El tanque debe ser diseñado con una entrada en la parte inferior y la salida en la parte superior, lo cual asegura que la mezcla sea completa. Este tanque también tiene que tener desagüe para su correcto mantenimiento. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 37)

2.3.5 Floculador

El floculador es una estructura donde se lleva a cabo el proceso de floculación o aglutinación de las partículas coloidales presentes en el agua, este es un proceso químico y se refiere a la aglomeración de partículas coaguladas en partículas floculantes facilitando la decantación y posterior filtrado; es el proceso por el cual, una vez desestabilizados los coloides, se provee una mezcla blanda de las partículas para incrementar la tasa de choques

o colisiones entre ellas sin romper o disturbar los agregados preformados. Su objetivo es facilitar a la masa de agua coagulada una agitación lenta aplicando velocidades decrecientes, para promover el desarrollo de flóculos y su conservación, hasta que la suspensión de agua y flóculos salga de la unidad.

Figura 1. Clasificación de los floculadores.



Fuentes: Elaboración propia

2.3.5.1. Floculador hidráulico.

Trabaja por disipación de energía hidráulica, diferencia de nivel y pérdida de cargas; los más comunes son los de flujo horizontal y los de flujo vertical, estos generalmente tienen altas pérdidas de carga, y la poca flexibilidad de control en el grado de mezcla para caudales variables, su ventaja es la inexistencia de equipo mecánico y el mantenimiento mínimo.

2.3.5.2. Floculador mecánico.

En los floculadores mecánicos, trabaja por disipación de energía hidráulica, diferencia de nivel y pérdida de cargas; los más comunes son los de flujo horizontal y los de flujo vertical, estos generalmente tienen altas pérdidas de carga, y la poca flexibilidad de control en el grado de mezcla para caudales variables.

2.3.6. Sedimentador

También denominados clarificadores, diseñada para que en el momento en que circule el agua dentro de él ocurra un proceso por el cual las partículas de sólidos se depositen mediante la fuerza de gravedad. Existen dos formas de sedimentación usadas en la purificación del agua: la sedimentación simple y la sedimentación después de coagulación y floculación o ablandamiento. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 38)

Estos sedimentadores pueden ser rectangulares, circulares o cuadrados, también deben estar provistos de dispositivos que permitan la limpieza, incluidas tuberías de agua a presión con hidrantes. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 39)

2.3.7 Filtros

Permiten eliminar toda la partícula coloidal, remanente de la clarificación, es el último paso en la remoción del material suspendido. (Romero, 2017)

En 1892, se demostró que el filtro de arena, era eficiente para el control biológico con ocasión de la epidemia de cólera ocurrida en Hamburgo. (Romero, 2017)

En la planta de purificación la filtración remueve el material suspendido, medido en la práctica como turbiedad, compuesta de floculación, suelo, metales, óxidos y microorganismos. La remoción de microorganismos es de gran importancia puesto que muchos de ellos son removibles mediante filtración. (Romero, 2017)

El propósito de la filtración es debido a que una cierta cantidad de floculo pasa al tanque de sedimentación y requiere su remoción, por ello, para lograr su clarificación final se usa la filtración a través de medios porosos; generalmente dichos medios son grava, arena y antracita. (Romero, 2017)

2.3.8 Tanque de agua tratada

Su objetivo es mantener un depósito de agua permanente fundamental en la red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable. (Pulido Muñoz & Carrillo Bernal, 2016, p. 40)

La calidad del agua puede verse afectada por las condiciones del agua de origen, el tratamiento, el mantenimiento, los materiales con que está construido y la antigüedad del sistema, el diseño e incluso la temperatura o las condiciones climáticas.

Los tanques deben ser registrados regularmente para asegurarse de que no se presenten problemas con su estructura tanto interior como exterior y su integridad sanitaria.

3. Vereda el salitre

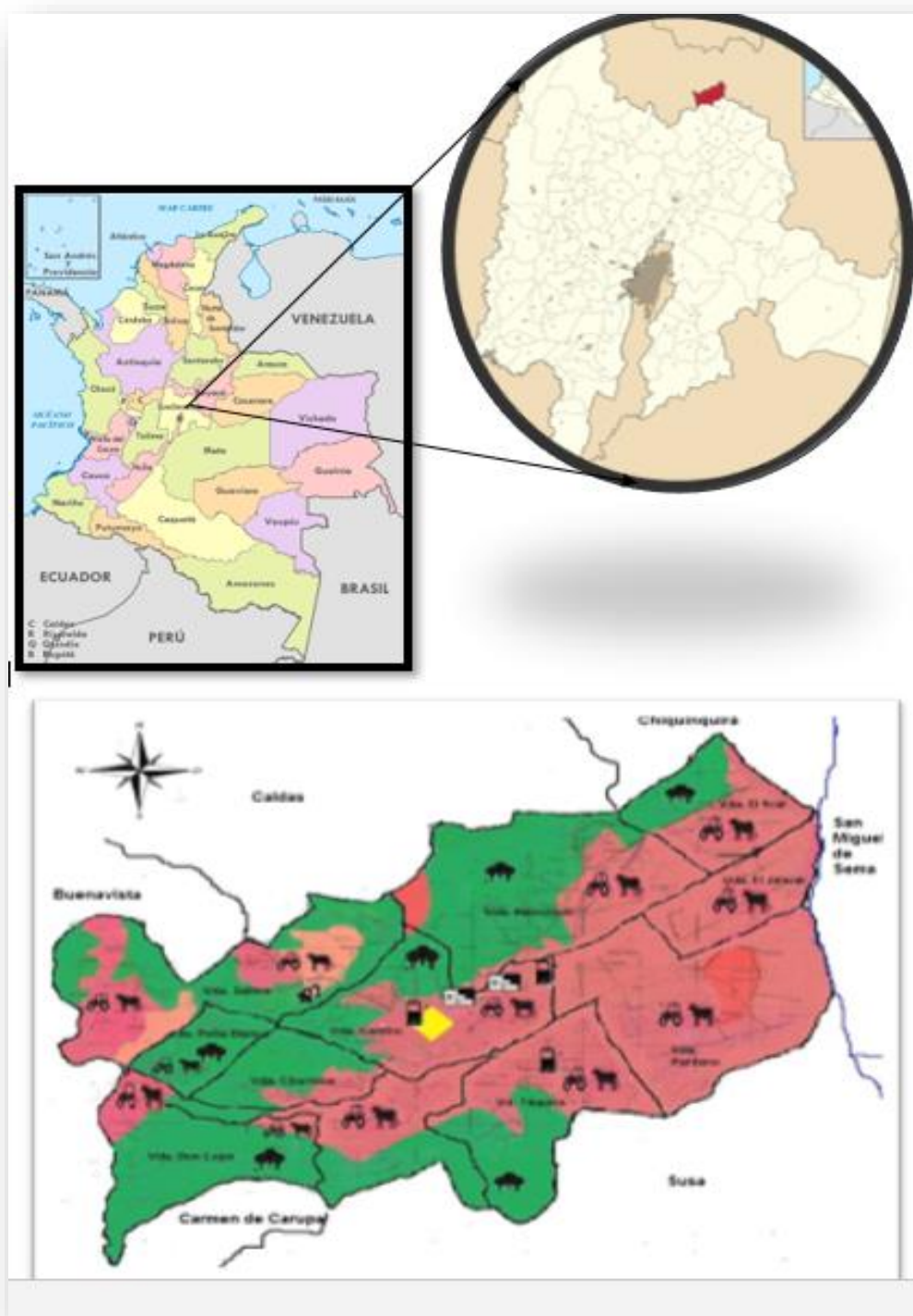
3.1. Ubicación de la vereda el salitre

La vereda El Salitre, está localizada en el municipio de Simijaca, en el departamento de Cundinamarca (Colombia), en la provincia del Valle de Ubaté, se encuentra a 121 km de Bogotá D.C y a 31,9 km de Ubaté.

El municipio se encuentra al norte del departamento de Cundinamarca, limitando por el norte con el departamento de Boyacá, municipio de Chiquinquirá, al sur con el departamento de Cundinamarca, los municipios de Susa y Carmen de Carupa, al occidente con el departamento de Boyacá, municipio de Caldas y al oriente con el departamento de Boyacá, municipio de San Miguel de Sema. (Alcaldía de Simijaca, 2020b)

Tiene una extensión de área total de 107 km², una extensión de área urbana de 0.8 km², una extensión de área rural de 106,2 km², y está a una temperatura promedio de 14°C y su altitud es de 2559 m.s.n.m (Alcaldía de Simijaca, 2020b)

Figura 2. Localización Vereda El Salitre



Fuente: Simijaca. (9 febrero 2021). En Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Simijaca>

Dentro del municipio de Simijaca, la vereda El Salitre está localizada al nor-occidente del municipio de Simijaca, limita al norte con el departamento de Boyacá con los municipios de Buenavista y Caldas, al sur con la Vereda Peña Blanca y la Vereda Centro, al Occidente con la Vereda Centro y la Vereda Hato chico y al Oriente con el departamento de Boyacá, el municipio de Buenavista.

Tabla 1. *Distribución del municipio por extensión territorial y área de residencia*

Municipio	Extensión urbana		Extensión rural		Extensión total	
	Extensión (km ²)	Porcentaje (%)	Extensión (km ²)	Porcentaje (%)	Extensión (km ²)	Porcentaje (%)
Simijaca	0.8	0,75	106,2	99,25	107	100

Fuente: Plan de Desarrollo Simijaca Nos Une 2020-2023

3.2. Aspectos económicos.

Figura 3. *Aspectos económicos*



Fuente: Elaboración propia

La estructura económica municipal es predominantemente agroindustrial con una mayor participación de la ganadería sobre la agricultura en términos de área ocupada y del valor de la producción; sin embargo, la agricultura genera mayor empleo (62%) ya que la ganadería se hace en forma tecnificada, dentro de otras actividades, sobresale la industria láctea. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

La agricultura está integrada principalmente por los cultivos de: maíz, fríjol, papa, zanahoria, arveja y constituyen el 26% del área ocupada; la ganadería ocupa el 57%, las tierras de descanso y bosque el 8% y el área de la zona árida 8%. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

La siembra de maíz y frijol se cultiva en modalidades tradicionales y esporádicamente de forma mecanizada, la arveja es usualmente utilizada como la rotación común. La horticultura está representada por los cultivos de cebolla; se siembra de manera rotativa en el año. La zanahoria se cultiva en la modalidad mecanizada, incluyendo el lavado. La ganadería es fundamentalmente de cría para la producción de leche en la parte plana y doble propósito en la parte alta, con la producción de papa. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

En el municipio de Simijaca se presentan áreas con diversidad de cultivos en rotación principalmente. El maíz y frijol son generalmente cultivos mixtos con 1385 ha (59%), la papa con 390 ha (17%) y las legumbres especialmente la arveja con 328 ha (14%). El cultivo de zanahoria ocupa una extensión de 240 ha (10%). (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

En la actualidad los cultivos de mayor importancia son el maíz y el frijol y los de mayor influencia en la región; le sigue el cultivo de la papa, que se siembra en la parte alta del municipio y junto con el maíz son los de mayor demanda. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

La agroindustria está dada fundamentalmente en el procesamiento de productos lácteos existen 3 pasteurizadoras, una pulverizadora de leche y varias fábricas de lácteos, una industria de enlatados y una industria de flores. Existe la industria textil de forma artesanal, son tejidos de lana virgen y aserríos. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

El comercio en la cabecera municipal es una actividad de pequeña escala; existen 200 establecimientos especializados a nivel industrial, comercial y de servicios.

La actividad industrial en el casco urbano y zona suburbana se destacan las pasteurizadoras, centros de acopio de leche, productos enlatados. Entidades industriales como California, Flores de la Sabana S.A. Ladrillera Simijaca, Industrias Lácteas como Alpina, Incolácteos, Santo Domingo, Picos del Sicuara, Delay Ltda. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

Dentro de la actividad comercial los productos agropecuarios están a la vanguardia del municipio, realizándose en las fincas en el sitio llamado Pénjamo y en la plaza de mercado. El comercio en el casco urbano crece a nivel de miscelánea, sin embargo, dentro del casco urbano se tienen pequeños cultivos de maíz y frijol. (Alcaldía de Simijaca, 2020e)

La vereda El Salitre, se localiza sobre la vía Simijaca - Buenavista, lo cual hace que sea de fácil acceso, esta vía cuenta con mejoramiento como placa huellas que conservan la infraestructura para el tránsito de vehículos permitiendo la facilidad de transportar los productos reduciendo los tiempos de viaje y accidentalidad, y alcantarillas que garantizan la evacuación de aguas especialmente en épocas de invierno.

Los habitantes son campesinos que viven en pequeñas propiedades rurales o parcelas, que cultivan con productos de pancoger, también se dedican al cuidado de especies menores como aves de corral y a la crianza de 1 a 5 vacas, razón por la cual se construyó en la vereda una planta de enfriamiento destinado a la recolección de leche cruda procedente de los pequeños productores de la vereda reduciendo los costos involucrados en el transporte y garantizándoles las cantidades y precios del producto.

3.3. Aspectos ambientales

Figura 4. *Aspecto ambiental*



Fuente: Elaboración propia

El Municipio de Simijaca tiene una extensión de 10305 hectáreas; la distribución del suelo es de: 305 hectáreas de páramo, 395 bosque natural e introducidos, 3380 hectáreas pastos, 54 hectáreas corresponden al casco urbano y 680 hectáreas a otros usos. (Cruz Barrero & Pinilla Pinilla, 2013, p. 28)

El municipio de Simijaca se encuentra ubicado en una zona plana propia del Valle de Ubaté con una altitud de 2.559 m.s.n.m... En él se distinguen: una región plana o ligeramente ondulada que se ubica al oriente y una zona montañosa localizada al occidente entre los 2550 a 3000 metros sobre el nivel del mar, el relieve es ondulado y quebrado con pendientes entre 3% y el 12% y entre el 25% y más de 50%; los terrenos de la Asociación Cabrera que están entre los 2600 a 3000 metros sobre el nivel del mar son ondulados, quebrados y con pendientes; el área rocosa escarpada está por encima de los 2800 metros sobre el nivel del mar, la zona de erosión entre los 2600 a 2900 metros sobre el nivel del mar, sin ningún uso agropecuario, y los terrenos planos que están sobre los 2700 a 3000 metros sobre el nivel del mar, son franco arcillosos y de estructura granular con espesor de

25 a 50 cm, que facilitan el encharcamiento en las épocas de invierno y un agrietamiento en épocas de verano. (Cruz Barrero & Pinilla Pinilla, 2013, p. 28).

3.4. Vías de comunicación

Figura 5. *Vía de acceso al municipio de Simijaca*



Fuente: Google Maps. (2021). Ubicación geográfica vía de acceso al municipio de Simijaca. Google Maps. <https://www.google.com/maps/@5.5108457,-73.9155322,12z?hl=es>

Terrestres: Corredor interregional. Eje Chiquinquirá – Ubaté. Corresponde al eje vial de integración del municipio con otros municipios (Susa, Ubaté y Chiquinquirá) en el eje vial nacional Chiquinquirá – Bogotá. Tendrá un ancho total de 22 metros y una franja de aislamiento ambiental de 12 metros. (Alcaldía de Simijaca, 2020d)

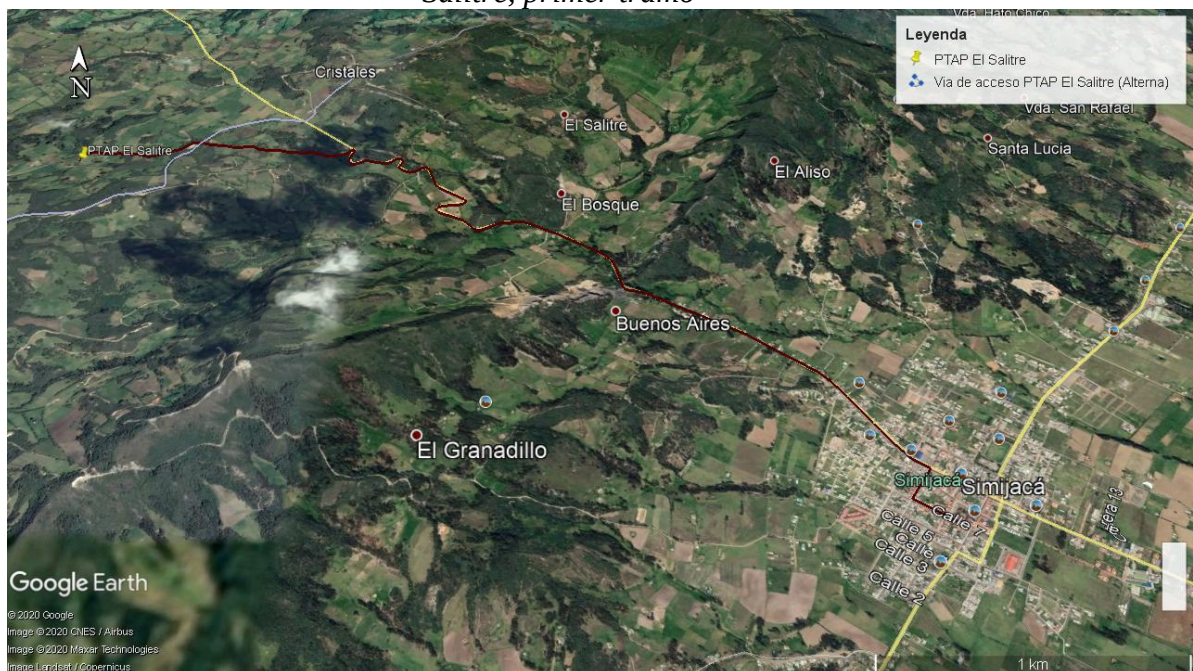
Ejes viales de conexión intermunicipal: primero, vías que comunican a Simijaca con los municipios del occidente de Boyacá, con la prolongación de la calle 9ª, a través de la vereda El Salitre; segundo, es el eje vial que comunica el municipio de Simijaca con el municipio de Carmen de Carupa a través de las veredas de Aposentos y Don Lope; tercero, es el eje vial que comunica a Simijaca con el municipio San Miguel de Sema a través de la vereda Pantano. (Alcaldía de Simijaca, 2020d)

El Municipio cuenta con una frecuencia alta de servicio de transporte intermunicipal; contando con una ruta de buses, busetas y taxis diarios desde la cabecera Municipal, y en forma continua por la carretera principal. (Alcaldía de Simijaca, 2020d)

El transporte de productos tanto para su evacuación como para suministro del municipio se realiza por la vía terrestre desde la población de Simijaca o directamente desde Bogotá. (Alcaldía de Simijaca, 2020d)

La Vereda el Salitre del Municipio de Simijaca, está conectada a la cabecera municipal de Simijaca, por medio de la vía nacional que comunica con el municipio de Buenavista Boyacá, la planta de tratamiento de la vereda, posee dos vías de acceso:

Figura 6. *Vía de acceso a la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, primer tramo*

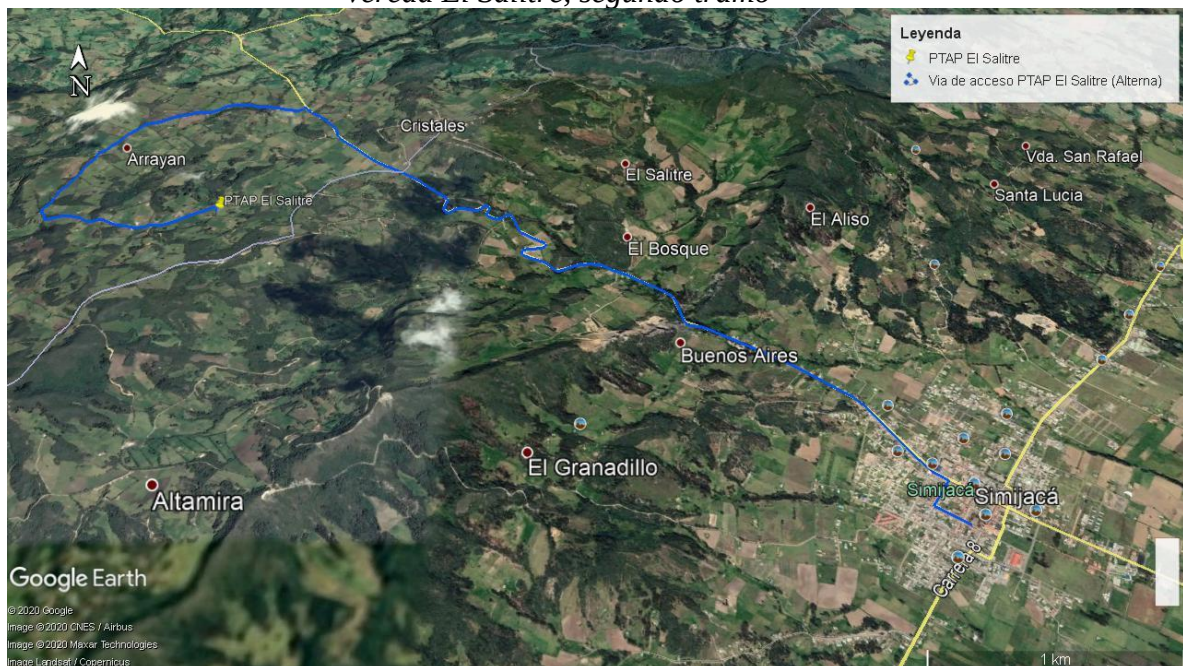


Fuente: Google Earth. (2021b). Vías de comunicación de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca. Google Earth. https://earth.google.com/web/@5.51577964,-73.87284651,2744.18182269a,4876.42858138d,35y,-0h,45.00007989t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

Por esta vía, la planta de tratamiento queda a 5,5 km aproximadamente desde el parque principal del municipio de Simijaca, con una elevación máxima de 2562,29 m y una inclinación promedio 6,8%.

Sus indicaciones para poder llegar a la planta desde el parque principal son: se ubica frente al Palacio Municipal (Alcaldía Simijaca, 2020c), sigue por la calle séptima hasta llegar a la carrera sexta, realiza un giro a mano derecha tomando la carrera sexta hasta la calle novena, tomando por la calle novena que conduce del municipio de Simijaca al municipio de Buenavista Boyacá, se desplaza aproximadamente 3,8 km hasta llegar al sitio conocido como el Alto de la Virgen, donde encontraremos un monumento o escultura de la virgen del Carmen, se realiza un desvío hacia la izquierda por una vía destapada, y recorreremos aproximadamente 1,5 km para poder llegar a la planta.

Figura 7. *Vía de acceso a la planta de tratamiento de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, segundo tramo*



Fuente: Google Earth. (2021c). Vías de comunicación de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca. Google Earth. https://earth.google.com/web/@5.51577964,-73.87284651,2744.18182269a,4876.42858138d,35y,-0h,45.00007989t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

Por esta vía, la planta de tratamiento queda a 8,7 km aproximadamente desde el parque principal del municipio de Simijaca, con una elevación máxima de 2562,29 m y una inclinación promedio 6,8%.

Sus indicaciones para poder llegar a la planta desde el parque principal son: se ubica frente al Palacio Municipal (Alcaldía Simijaca, 2020c), sigue por la calle séptima hasta llegar a la carrera sexta, realiza un giro a mano derecha tomando la carrera sexta hasta la calle novena, tomando por la calle novena que conduce del municipio de Simijaca al municipio de Buenavista Boyacá, se desplaza aproximadamente 5,2 km, se realiza un desvío hacia la izquierda por una vía destapada, y recorreremos aproximadamente 3,2 km para poder llegar a la planta.

3.5. Recursos hídricos

Figura 8. *Recursos hídricos*



Fuente: Alcaldía de Simijaca. (2020b). Sitios de Interés. Alcaldía de Simijaca. <http://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Sitios-de-Interes.aspx>

De acuerdo a información contenida en el EOT municipal y la Agenda Ambiental Municipal, el sistema hídrico municipal está compuesto por las micro cuencas del río Ubaté, del río Suárez y por la subcuenca principal del río Simijaca recurso hídrico que

alimenta a la población del municipio, el cual se encuentra dentro de la Cuenca Mayor de Ubaté la cual corresponde a la cuenca del río Ubaté; el río Simijaca nace en el municipio de Carmen de Carupa e inicia su recorrido hacia el oriente, para continuar en dirección hacia el norte y finalmente desembocar en el río Suárez, con un cubrimiento municipal de 7.487 Ha y sus afluentes son las quebradas Don Lope, San Isidro, Juan Pacho, Ruchical, Carrizal y Salitre, que componen un complejo hídrico formado por vallados y canales de drenaje que sirven para disminuir inundaciones de los suelos aledaños. Es del río Simijaca el que aprovecha el municipio el agua que viene por gravedad, para garantizar de forma continua el suministro del recurso a la población. La vereda El Salitre cuenta con el nacedero denominado río Colorado localizada en el sector de San José, realizan la captación por gravedad y en forma continua para la planta de tratamiento, y así abastecer de agua potable a la comunidad.

4. Detalle del terreno PTAP

Figura 9. Características del terreno



Fuente: Google Earth. (2021a). Ubicación geográfica de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca. Google Earth. https://earth.google.com/web/@5.51743081,-73.88508356,2960.63200995a,0d,35y,0.0002h,45.0001t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

El terreno consta de un área total de 302 m², y un área construida de 92 m², se encuentra al borde de la vía de acceso que comunica a la parte alta de la vereda, en una zona despejada con poca vegetación sus coordenadas son: 5° 31' 4,42" N y 73° 53' 6,6" O, una elevación de 2911 m.s.n.m. El predio tiene un cerramiento con un cimientado de concreto y una malla metálica de 2 m de altura, rematada con dos líneas de alambre de púa. (Google Earth, 2021a)

5. Fuente de abastecimiento

Figura 10. *Fuente de abastecimiento*



Fuente: Elaboración propia

La fuente, superficial denominada río Colorado presenta una cobertura vegetal con intervención antrópica compuesta por gramíneas, alisos y otras especies de árboles aislados.

La fuente, aporta un caudal al reservorio, según la comisión de aforos de la Subdirección de Recursos Naturales y Áreas Protegidas procedió a realizar el aforo en el reservorio (2009), si captado todo el caudal de la fuente sin sobrantes, obteniéndose por el un caudal de 0,553 lps (Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca, 2020)

6. Pruebas y ensayos de laboratorios

6.1 Aforos

Se realizaron cuatro tomas de muestras, a la entrada y a la salida de la planta, para verificar el caudal de entrada y de salida de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, por el método volumétrico, valido para caudales pequeños.

Tabla 2. *Datos de aforo a la entrada de la planta*

No	Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
1	2,2	2,7	0,81
2	2,3	2,5	0,92
3	2,4	2,6	0,92
4	2,5	2,7	0,93
PROM	2,4	2,6	0,9

Fuente: Elaboración propia

Donde se obtuvieron los siguientes resultados para el caudal de entrada:

Ecuación 1. *Fórmula para el cálculo del caudal*

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{2,4 L}{2,6 s}$$

$$Q \approx 0,92 \frac{L}{s}$$

Tabla 3. *Datos de aforo a la salida de la planta*

No	Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)
1	2,0	6,8	0,29
2	2,1	7,3	0,28
3	2,2	7,7	0,29
4	2,3	8,1	0,28
PROM	2,2	7,5	0,29

Fuente: Elaboración propia

Donde se obtuvieron los siguientes resultados para el caudal de salida:

$$Q = \frac{2,2 \text{ L}}{7,5 \text{ s}}$$

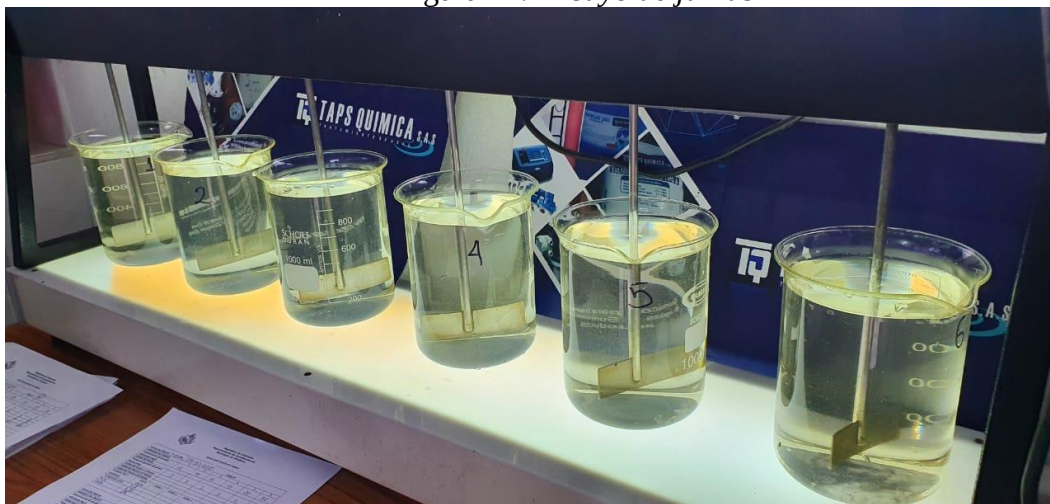
$$Q = 0,3 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Las muestras se tomaron el 15 de diciembre del 2020, estando en temporada de lluvia, a la entrada de la planta de tratamiento y a la salida donde se recoge el agua a los tanques de almacenamiento de agua tratada.

Los resultados obtenidos en estas pruebas nos indica que a la planta llega alrededor de 1L/s y sale a los tanques de almacenamiento un caudal de 0,3 L/s

6.2 Prueba de jarras

Figura 11. *Ensayo de jarras*



Fuente: Elaboración propia

Se tomo una muestra el día 28 del mes de octubre del año 2020, para realizar el ensayo de jarras, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. *parámetros de la muestra*

Parámetro y unidades	Agua cruda	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbiedad (UNT)	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PH (U)	6,52	6,54	5,99	5,35	5,14	5,035	4,93
Color	109	58	48	51	49	46	46

Fuente: Alcaldía de Simijaca. (2020g). Laboratorio planta de tratamiento Simijaca Nos Une. Alcaldía de Simijaca.

Tabla 5. *Resultados ensayo de jarras.*

Resultado ensayo de jarras						
Variables del ensayo	1	2	3	4	5	6
Concentración de alumbre adicionada (mg/l)	12	14	16	18	20	22
Calidad del floculo						
Tiempo de aparición del primer floculo (min)	2	1	2	2	1	2
Calidad del floculo a 5 min	C	C	C	C	B	B
Calidad del floculo a 15 min	D	D	D	C	C	C
Calidad del floculo a 30 min	E	E	D	D	D	C

Fuente: Alcaldía de Simijaca. (2020g). Laboratorio planta de tratamiento Simijaca Nos Une. Alcaldía de Simijaca.

Según los datos obtenidos podemos concluir que la dosificación adecuada es de 12 mg/l.

6.3 Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua

El agua para el consumo humano se deriva de dos fuentes: aguas superficiales como ríos y reservorios, y subterráneas (Fawell & Nieuwenhuijsen, citado por Gonzáles, 2020). Las primeras son aquellas que fluyen sobre la superficie de la Tierra, incluyen las que precipitan de las lluvias y las que brotan de los manantiales. Las segundas son las que están situadas bajo el nivel freático y saturando completamente los poros y fisuras del terreno; fluyen a la superficie del suelo de forma natural a través de manantiales y pozos artesanales, o por medio del sistema de bombeo (CIRA - UAEM 2005, citado por Gonzáles, 2020).

Los parámetros e indicadores de contaminación o índices de calidad permiten medir los cambios percibidos en un cierto cuerpo de agua que puede ser afectado por distintos tipos de contaminación o degradación física (Custodio & Díaz, citado por Gonzáles, 2020) cualquier cambio significativo en la concentración de algún parámetro indicador es sospechas de algún grado de contaminación ya sea físico, químico o bacteriológico (Farell & Nieuwenhuijsen, citado por Gonzáles, 2020).

Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes, (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc) incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, o incluso, en el caso de ciertos gases por intercambio, así como también la existencia de seres vivos en el medio acuático, que interrelacionan con el mismo mediante diferentes procesos biológicos en los que se consumen y desprenden distintas sustancias. (Gonzáles, 2020)

Esto causa que el agua pueda presentar un elevado número de sustancias química natural en su composición, dependiendo de diversos factores tales como las características de los terrenos atravesados, las concentraciones de gases disueltos, etc. Entre los compuestos más comunes que se pueden encontrar en las aguas dulces están: los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, fosfatos y silicatos, metales, gases disueltos. (Gonzáles, 2020)

El análisis, es un proceso físico-químico en el que se extrae una buena muestra del líquido a analizar. A partir de esa muestra, se determinará su calidad. (Gonzáles, 2020)

Según las Guías para la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud, no hay que llevar a cabo un exhaustivo proceso de detección de todos y cada uno de los agentes patógenos, ya que hacerlo requeriría un tiempo excesivamente largo y su procedimiento sería demasiado complejo (OPS citado por Zhen Wu, 2009). Por lo cual, es

suficiente identificar ciertos microorganismos que son perjudiciales para la higiene y sanidad humana: los llamados indicadores bacterianos de contaminación. (Zhen Wu, 2009)

Es esencial hacer un listado con el porcentaje de la cantidad de estas sustancias, porque comparándolas con los valores estandarizados indicados en la normativa colombiana de la calidad del agua (resolución 2115 del 22 de junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), ella nos dará la clave para saber cuán contaminado (o no) está el agua.

Tabla 6. *Resultado del análisis fisicoquímico, agua cruda, temporada seca.*

Reporte Resultados Analíticos No A20213			
Característica	Valor Obtenido	Valor máximo aceptable	Diagnostico
pH	6,37	6,5 a 9,0	No aceptable
Color aparente	39 UPC	15 UPC	No aceptable
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Conductividad	49 (µS/cm)	1000 (µS/cm)	Aceptable
Turbiedad	7 UNT	2 UNT	No aceptable
Nitritos	0,0 mg/L NO ₂ ⁻¹	0,1 mg/L NO ₂ ⁻¹	Aceptable
Cloruros	15 mg/L Cl ⁻	250 mg/L Cl ⁻	Aceptable
Sulfatos	2 mg/L SO ₄ ⁻²	250 mg/L SO ₄ ⁻²	Aceptable
Hierro total	0,56 mg/L Fe	0,30 mg/L Fe	No aceptable
Dureza Total	28 mg/ CaCO ₃	300 mg/ CaCO ₃	Aceptable
Cloro residual libre	mg/L	0,3 a 2,0	
Solidos disueltos totales	25 ppm		
Coliformes totales	>100 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	No aceptable
Escherichia coli	>100 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³	No aceptable

Fuente: Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021a). Reporte de resultados analíticos No A20213. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.

Tabla 7. *Resultado del análisis fisicoquímico, agua tratada, temporada seca.*

Reporte Resultados Analíticos No A20214			
Característica	Valor Obtenido	Valor máximo aceptable	Diagnostico
pH	6,41	6,5 a 9,0	Aceptable
Color aparente	10 UPC	15 UPC	Aceptable

Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Conductividad	61 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Aceptable
Turbiedad	2 UNT	2 UNT	Aceptable
Nitritos	0,0 mg/L NO_2^{-1}	0,1 mg/L NO_2^{-1}	Aceptable
Cloruros	15 mg/L Cl^-	250 mg/L Cl^-	Aceptable
Sulfatos	4 mg/L SO_4^{-2}	250 mg/L SO_4^{-2}	Aceptable
Hierro total	0,09 mg/L Fe	0,30 mg/L Fe	Aceptable
Dureza Total	32 mg/ CaCO_3	300 mg/ CaCO_3	Aceptable
Cloro residual libre	0,50 mg/L	0,3 a 2,0	Aceptable
Solidos disueltos totales	31 ppm		
Coliformes totales	0 UFC/100 cm^3	0 UFC/100 cm^3	Aceptable
Escherichia coli	0 UFC/100 cm^3	0 UFC/100 cm^3	Aceptable

Fuente: Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021b). Reporte de resultados analíticos No A20214. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.

Tabla 8. Resultado del análisis fisicoquímico, agua cruda, temporada de lluvia.

Reporte Resultados Analíticos No A20323

Característica	Valor Obtenido	Valor máximo aceptable	Diagnostico
pH	6,01	6,5 a 9,0	No aceptable
Color aparente	163 UPC	15 UPC	No aceptable
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Conductividad	103 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Aceptable
Turbiedad	30 UNT	2 UNT	No aceptable
Nitritos	0,0 mg/L NO_2^{-1}	0,1	Aceptable
Cloruros	15 mg/L Cl^-	250	Aceptable
Sulfatos	15 mg/L SO_4^{-2}	250	Aceptable
Hierro total	3,02 mg/L Fe	0,30	No aceptable
Dureza Total	20 mg/ CaCO_3	300	Aceptable
Cloro residual libre	mg/L	0,3 a 2,0	
Solidos disueltos totales	52 ppm		
Coliformes totales	>100 UFC/100 cm^3	0	No aceptable
Escherichia coli	>100 UFC/100 cm^3	0	No aceptable

Fuente: Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021c). Reporte de resultados analíticos No A20323. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.

Se realizaron tres ensayos de laboratorio, dos del afluente, ubicación de la toma fue a la entrada de la planta de tratamiento y uno del efluente que fue en el punto donde llega a los tanques de almacenamiento de agua tratada, los cuales se tomaron con 3 meses de

diferencia debido a la temporada, los reportes No A20213 y No A20214, se tomaron en el mes de septiembre que presentaba temporada seca, y el reporte No 20323 se tomó en el mes de diciembre, debido a que había temporada de lluvia. Los resultados obtenidos de las pruebas físico-químico y microbiológico nos arrojaron datos importantes, como, por ejemplo, el suelo donde se realiza la captación para la planta contiene hierro, el agua es acida y los valores como es de suponer, son más altos en temporada de invierno que en temporada de verano.

Los valores que tomaremos como referencia, son los del reporte analítico No 20323, ya que, estos valores son los más críticos.

7. Estado actual de la planta

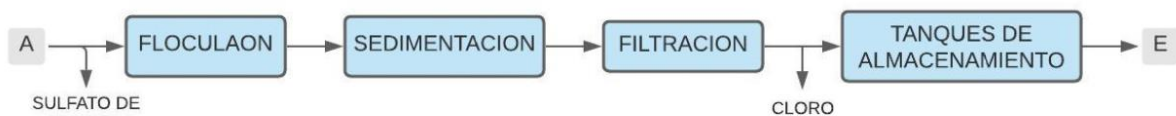
Figura 12. Estado actual de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre



Fuente: Elaboración propia

La planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, se encuentra en un estado de deterioro físico, esta planta fue inaugurada en el año 2000 donde funciono por 6 años, y debido a la falta de energía eléctrica fue suspendido su operación, sin embargo, desde el año 2019 está funciona como tanque de almacenamiento para realizar la distribución de agua a sus suscriptores, pero no se practican adecuadamente los procesos para la purificación del agua. (Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca, 2020)

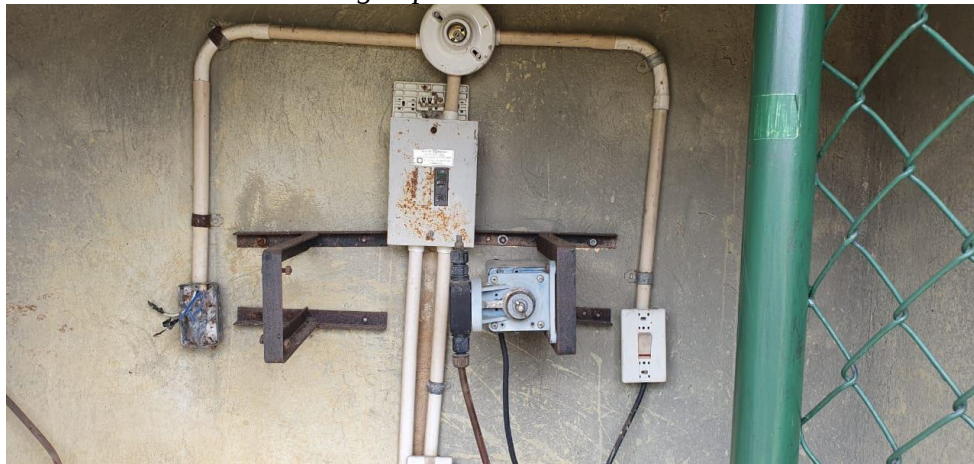
Figura 13. Tren de operaciones actual de la PTAP



Fuente: Elaboración propia

7.1 Dosificador y cuarto de almacenamiento

Figura 14. Estado actual del cuarto de almacenamiento y dosificador de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre



Fuente: Elaboración propia

Debido a la falta del servicio eléctrico el dosificador dejó de funcionar, debido al abandono este entro en estado de deterioro, el químico suministrado era sulfato de aluminio tipo A granulado.

7.2 Mezcla rápida

La planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, no cuenta con un mezclador rápido.

7.3 Aireación

La planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, no cuenta con un sistema de aireación, sin embargo, este sistema es requerido debido a que el afluente de la planta de tratamiento presenta hierro, y este sistema podría disminuir el consumo de sulfato de aluminio.

7.4 Mezcla lenta

Figura 15. *Estado actual del floculador de la planta de tratamiento*



Fuente: Elaboración propia

Floculador tipo Alabama, conformado con 5 cámaras de floculación, donde se realiza la coagulación y se forma el floc cuando se produce el intercambio iónico, conectado al sedimentador por medio de una tubería de 4 pulgadas.

7.5 Sedimentador

Figura 16. *Estado actual del sedimentador de la planta de tratamiento*



Fuente: Elaboración propia

Cuenta con 2 tanques sedimentadores de tipo placa inclinada paralela, con un vertedero regulable que controla el nivel del líquido, de 3,8m de largo, 0,9m de ancho, y una profundidad de 2 m, para una capacidad de $6,84\text{m}^3$ cada uno.

7.6 Filtración

Figura 17. *Estado actual del filtro de la planta de tratamiento*



Fuente: Elaboración propia

Cuenta con un tanque de filtración descendente, un área filtrante de 1,3m x 0,90m (1,17m²), del cual el lecho filtrante se compone gravas y arenas, con un falso fondo de 25cm paca perforada

7.7 Tanques de almacenamiento

Figura 18. *Estado actual del tanque de almacenamiento de la planta de tratamiento*



Fuente: Elaboración propia

Cuenta con dos tanques de almacenamiento, con capacidad de almacenamiento total de 100m³, este presenta fisuras y orificios por los cuales hay filtraciones de agua.

8. Conducción

Figura 19. *Lugar de captación*



Fuente: Elaboración propia

El lugar de captación se encuentra al lado izquierdo de la vía que conduce a la parte alta de la vereda el salitre sus coordenadas 1.019.751 al norte y 1.100.373 al este su altitud es de 3026 m.s.n.m.

La conducción del agua se realiza por gravedad a través de un canal en tierra hacia un reservorio con muros de concreto desde el cual se transporta hacia una caja de mampostería y de allí sale en tubería de 2", de alta precisión hasta el tanque donde se realiza el almacenamiento, tratamiento y distribución.

9. Patología de la estructura

Observando la planta de tratamiento de agua potable y sus procesos, se evidencia suciedad debido al rebose del agua, esto se produce, ya que, al momento de su construcción no se aplicó un impermeabilizante ni hidrofugo, esto, puede ocasionar un debilitamiento de la estructura y estéticamente no se ve agradable.

Por otra parte, la estructura de las escaleras está incompleta y con presencia de óxido, se recomienda elaborar una escalera que empiece desde la parte de abajo para facilitar el acceso al personal que labore, así mismo aplicar un anticorrosivo.

Figura 20. *Patología de la estructura de los procesos*



Fuente: Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca. (2020). Fotografías y carta. Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca.

En el cuarto de la dosificación se observó que las instalaciones del dosificador están deterioradas y se encuentra en obra gris, se recomienda aislar las instalaciones eléctricas del dosificador, debido a que no se cuenta con servicio de energía y también se recomienda aplicar pintura.

Figura 21. *Patología de la estructura del dosificador*



Fuente: Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca. (2020). Fotografías y carta. Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca.

En los tanques de almacenamiento, en la placa superior, se observó perforaciones y grietas, donde al estar lleno el tanque se encuentra inundación como se aprecia en la ilustración, para ello, se propone la instalación de un rebose que deje un borde libre de 20cm, en la parte superior del tanque para dirigirla hacia la vía o comunicarla con la tubería de desagüe para llevarla a un pozo donde se recoge el agua de lavado de la planta para humedecer los terrenos vecinos

Figura 22. *Patologías parte interna del tanque*



Fuente: Elaboración propia

En los tanques también se presenta la oxidación y deterioro de las escaleras de acceso, perjudicando el almacenamiento del agua, se recomienda colocar unas escaleras nuevas, recubrirlas con anticorrosivo, para prevenir la formación de óxido, también se evidencio desprendimiento del agregado en una de las esquinas, dejando al descubierto el refuerzo, esto implicaría un debilitamiento de la estructura, se propone un resane de las placas superficiales de los tanque para quitar las impurezas del concreto y dejar cubierto el refuerzo de estas mismas.

En la parte interna se ve presencia de materia orgánica debido a la falta de mantenimiento, se recomienda darles una limpieza a los tanques y aplicarle un impermeabilizante para evitar fugas.

Figura 23. *patologías del tanque de almacenamiento*



Fuente: Elaboración propia

En general la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca, requiere de un mantenimiento tal como impermeabilizante, elaboración de acceso a los tanques de lavado y a los tanques de almacenamiento, resane de las fisuras y grietas que se presentan, limpieza y mantenimiento del cercado y una empedradización para que esta quede visiblemente amigable.

10. Diseño para rehabilitar

Para el cumplimiento de los requisitos mínimos de calidad del agua para el consumo humano suministrada a la comunidad se deben desarrollar los siguientes componentes, procesos y operaciones de un sistema de potabilización.

Figura 24. *Tren de operaciones optimizado de la PTAP*



Fuente: Elaboración propia

10.1 Población, dotación y demanda

El total de la población del municipio de Simijaca es de 12.847 habitante al año 2018 de los cuales 7.407 se encuentran en la cabecera municipal y 5.440 en el área rural disperso.

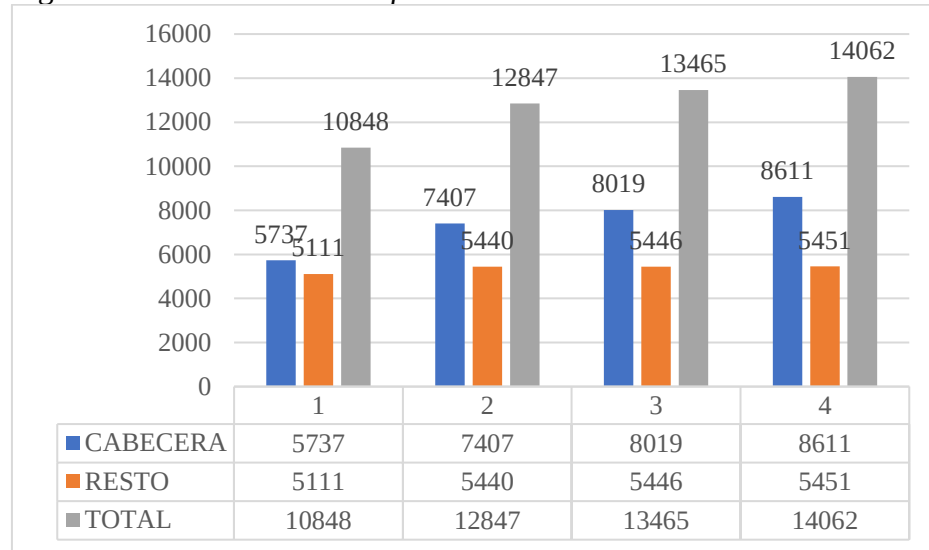
Tabla 9. *Distribución de la población en los últimos censos realizados*

Años	Cabecera	Resto	Total
Censo 2005	5737	5111	10848
Censo 2018	7407	5440	12847
Población 2019	8019	5446	13465
Población 2020	8611	5451	14062

Fuente: Departamento Administrativo nacional de estadística. [DANE]. (2021a). Censo general 2005. Proyecciones de población-línea base 2005. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>

Departamento Administrativo nacional de estadística. [DANE]. (2021b). Censo general 2018. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/311-demograficas/censo-2018>

Figura 25. *Distribución de la población en los últimos censos realizados*



Fuente: Alcaldía de Simijaca. (2020f). Proyecto plan de desarrollo Simijaca Nos Une. Alcaldía de Simijaca.

De acuerdo a los Censos 2005 y 2018 DANE se puede apreciar el crecimiento de la población tanto en cabecera como en el resto; para el año 2018 la población de cabecera corresponde a 7407 habitantes aumentando su crecimiento en un 29% respecto al 2005 y 5440 a Centro Poblado Rural Disperso donde aumento mínimamente en un 0.06% respecto al 2005. Para el año 2019 el crecimiento en cabecera fue del 8.26% y rural del 0.11% respecto al 2018; comportamiento similar en la proyección a 2020.

La población del municipio de Simijaca de acuerdo con la información de la base SISBEN del año 2017 se presenta de la siguiente manera:

Para la zona rural del municipio de Simijaca se tiene que hay un total de población de 4081 habitantes de la siguiente manera:

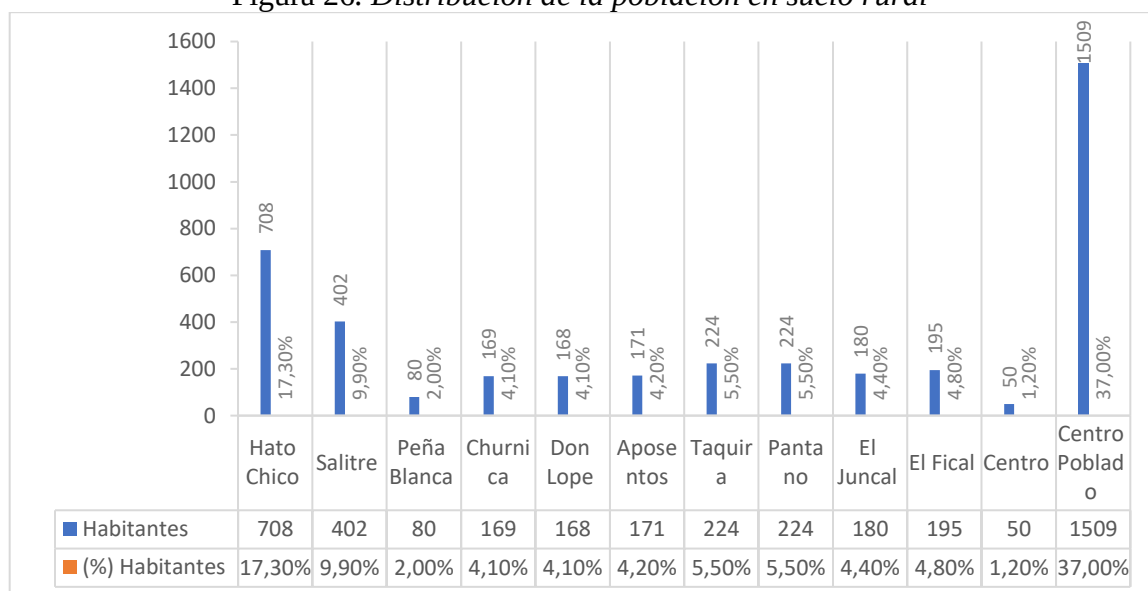
Tabla 10. *Distribución de la población en el suelo rural*

Vereda	Habitantes	(%) Habitantes
Hato Chico	708	17,30%
SALITRE	402	9,90%
Peña Blanca	80	2,00%
Churnica	169	4,10%

Don Lope	168	4,10%
Aposentos	171	4,20%
Taquira	224	5,50%
Pantano	224	5,50%
El Juncal	180	4,40%
El Fical	195	4,80%
Centro	50	1,20%
Centro Poblado	1509	37,00%
Total	4080	100,00%

Fuente: SISBEN, 2017 citado por proyecto plan de desarrollo Simijaca Nos Une. Alcaldía de Simijaca. (2020f). Proyecto plan de desarrollo Simijaca Nos Une. Alcaldía de Simijaca.

Figura 26. Distribución de la población en suelo rural



Fuente: Alcaldía de Simijaca. (2020f). Proyecto plan de desarrollo Simijaca Nos Une. Alcaldía de Simijaca.

En la anterior gráfica se observa la distribución de la población para la zona rural: el 37% de la población se encuentra situada en el centro poblado del municipio cercanía al casco urbano y a la vía nacional. Le sigue la Vereda Hato Chico con 17,3%, Vereda el Salitre con 9,9%, vereda Taquira y Vereda pantano con 5,5%, por debajo de ese porcentaje se encuentran las demás veredas siendo la menor poblada la Vereda Centro con 1,2%.

10.2. Métodos de cálculo para la proyección de la población

10.2.1. Método aritmético

Presume un crecimiento vegetativo, balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

Ecuación 2. *Fórmula para cálculo de la población proyectada, método aritmético*

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

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico.

10.2.2 Método geométrico

Es útil en poblaciones que expongan una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser proporcionadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

Ecuación 3. *Fórmula para cálculo de la población proyectada, método geométrico*

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

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico.

10.2.3 Método exponencial

El uso de este método requiere conocer por lo menos tres censos, para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen cuantiosas áreas de expansión. La ecuación empleada para este método es la siguiente:

Ecuación 4. *Fórmula para cálculo de la población proyectada, método exponencial*

$$P_f = P_{ci} \times e^{K \times (T_f - T_{ci})}$$

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico.

10.3. Proyección de la población por los método aritmético, geométrico y exponencial

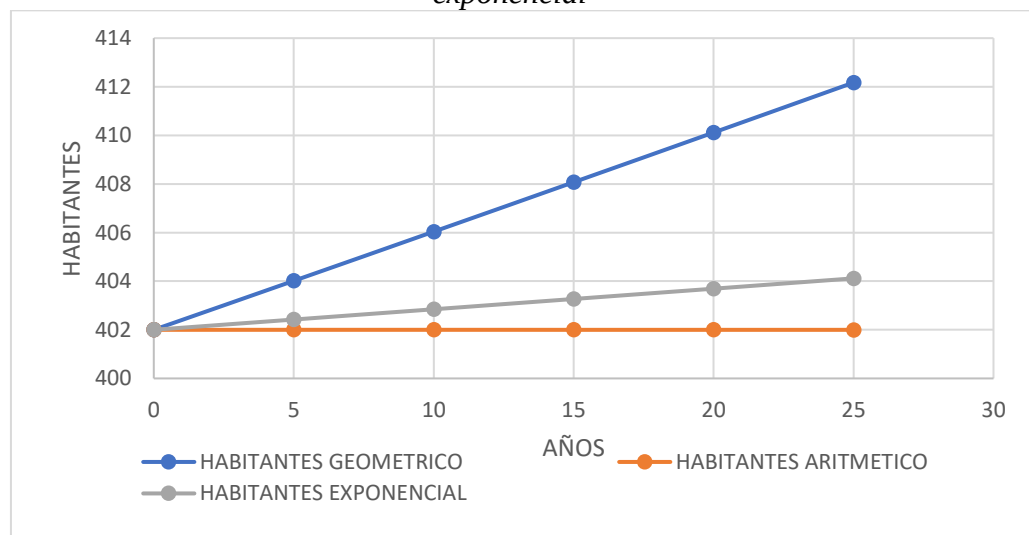
Para realizar el cálculo de proyección, nos basamos en los datos recolectados anteriormente mencionados, para el índice de o la tasa crecimiento poblacional, debido a que se trata de una zona rural, es de 0,06%, ya que es fuente de los datos del SISBEN de Simijaca, y reemplazando los datos de los censos en las ecuaciones anteriores.

Tabla 11. *Proyección de la población por los métodos geométrico, aritmético y exponencial*

AÑO	HABITANTES GEOMETRICO	HABITANTES ARITMETICO	HABITANTES EXPONENCIAL
0	402	402	402
5	404	402	402
10	406	402	403
15	408	402	403
20	410	402	404
25	420	402	404

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. *Proyección de la población, por los métodos geométrico, aritmético y exponencial*



Fuente: Elaboración propia

Según los análisis de crecimiento de población realizados, podemos observar que el método geométrico nos da una buena aproximación debido, a que, tiene un crecimiento lineal. Mientras que, con los métodos de crecimiento aritmético y exponencial, se obtienen valores moderados, dado que asume un crecimiento pausado en los próximos 25 años. En efecto, teniendo en cuenta los elementos que podrían afectar el valor de la población futura, aceptamos el método geométrico que proyecta una población de diseño igual a 412, sin embargo, haremos un aproximado de 420 para el año 2045.

10.4. Determinación del caudal de diseño

La capacidad de obtención de la planta de tratamiento de agua potable debe satisfacer el caudal máximo diaria, con el fin de diseñar las estructuras de los elementos que conforman los sistemas de la planta de tratamiento de agua potable para su abastecimiento, es ineludible calcular el caudal apropiado, el cual se debe combinar con el diseño de acuerdo a las necesidades de la población.

10.4.1 Dotación

10.4.1.1 Dotación neta máxima

El consumo de agua por habitante sólo puede determinarse con base a estadísticas permanentes, y, asimismo, establecer los valores de las dotaciones correspondientes a los consumos futuros.

De acuerdo a la información proporcionada por la Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca, el consumo promedio unitario, en condiciones satisfactorias, son:

Tabla 12. *Datos de consumo total de los usuarios, año 2019*

Consumo Total Bimensual (m³)						
Meses	Ene-Feb	Mar-Abr	May-Jun	Jul-Agos	Sept-Oct	Nov-Dic
Total	586	830	530	589	586	1188

Fuente: Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca. (2020).
Fotografías y carta. Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca.

La concesión de la fuente es de 0,5 L/s, sin embargo, tomaremos los datos del aforo que arroja 0,3L/s en la salida, donde su dotación bruta es de:

$$d_{bruta} = \frac{0,3 * 86400}{402}$$

$$d_{bruta} = 64,5 \frac{L}{hab * dia}$$

Y la dotación neta:

$$Consumo = \frac{718 * 1000}{60} = 11967 \frac{L}{dia}$$

$$d_{neta} = \frac{11967}{402} = 30 L/hab/dia$$

$$\%P = \frac{64,5 - 30}{64,5} * 100$$

$$\%P = 53\%$$

Tabla 13. *Datos de consumo total de los usuarios, año 2020*

Consumo Total Bimensual (m³)						
Meses	Ene-Feb	Mar-Abr	May-Jun	Jul-Agos	Sept-Oct	Nov-Dic
Total	538	749	617	486	848	812

Fuente: Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca. (2020).
Fotografías y carta. Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca.

$$d_{bruta} = \frac{0,3 * 86400}{402}$$

$$d_{bruta} = 64,5 \frac{L}{hab * dia}$$

Y la dotación neta:

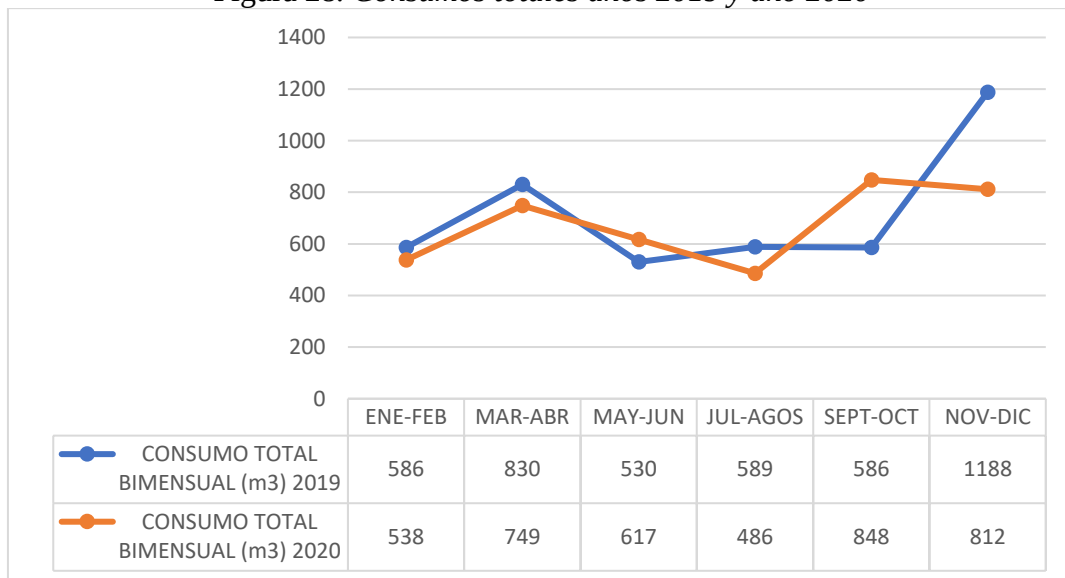
$$Consumo = \frac{675 * 1000}{60} = 11250 \frac{L}{dia}$$

$$d_{neta} = \frac{11250}{402} = 28 L/hab/dia$$

$$\%P = \frac{64,5 - 28}{64,5} * 100$$

$$\%P = 57\%$$

Figura 28. Consumos totales años 2019 y año 2020



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos por la Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca, nos arrojaron pérdidas del 53% y 57%, dado que todavía existen usuarios sin medidores, la red de abastecimiento cuenta con fisuras y en varios tramos de la red las raíces han causado daños en la tubería, por tal razón para el pre-dimensionamiento de los procesos y operaciones de la planta de tratamiento de agua potable de vereda El Salitre, se adoptó una dotación neta promedio estimada de 40 L/Hab/día, teniendo en cuenta que en condiciones futuras, se espera que la planta opere correctamente, y de esta

manera aumentaría el consumo. Con esta dotación adoptada, permitirá el dimensionamiento de los diferentes procesos y operaciones de las variantes de abastecimiento de agua.

Para efectos tarifarios, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) en la metodología de la Resolución 287 de 2004 la cual se aplicó a los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, hasta la expedición y aplicación de la nueva metodología tarifaria en el año 2016, reconocía un porcentaje máximo del Índice de Agua No Contabilizada (IANC) del 30%, fijado en el artículo 2.4.3.14 de la Resolución CRA 151 de 2001, en el cual se incorporan tanto las pérdidas comerciales como las pérdidas técnicas del sistema. (Castillo Pinilla, et al., 2019, p. 54)

Por tal razón tomaremos las pérdidas del 30% para efectos del diseño

10.4.1.2 Dotación bruta

Es la cantidad máxima de agua requerida, para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que sucedan en el sistema de acueducto.

Ecuación 5. *Fórmula para cálculo de la dotación bruta*

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

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico.

10.4.2 Variación del consumo

Según el Ministerio de Desarrollo Económico, los factores de mayoración K_1 y K_2 deben calcularse para cada caso, con base en, los registros históricos de macro medición. En condiciones excepcionales en las que dicha información no esté disponible, debe justificarse la selección de los valores empleados.

Para poblaciones menores o iguales a 12500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso factor K_1 será superior a 1,3 ni el factor K_2 superior a 1,6. Para poblaciones mayores

de 12500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso factor K_1 será superior a 1,2 ni el factor K_2 superior a 1,5.

Considerando las limitaciones para determinar las variaciones de consumo en las condiciones actuales, se adoptarán las siguientes variaciones diarias y horarias según.

- Máximo anual de la demanda diaria (K_1) = 1,3
- Máximo anual de la demanda horaria (K_2) = 1,6

10.4.3 Caudales de diseño

Tabla 14. *Caudales de diseño*

CAUDAL PROMEDIO ($Q_{promedio}$)	CAUDAL MAXIMO DIARIO (QMD)	CAUDAL DE DISEÑO (QD)
$\frac{Consumo(\frac{l}{hab} \cdot dia) \times Poblacion(hab)}{86400}$	$K_1 \times Q_{promedio}$	$QD = QMD + Q_{rpt}$
Ecuación 6. <i>Fórmula para cálculo del caudal promedio</i>	Ecuación 7. <i>Fórmula para cálculo del caudal máximo diario</i>	Ecuación 8. <i>Fórmula para cálculo del caudal de diseño</i>
Es el caudal promedio obtenido de un año de registros y es la base para la estimación del caudal máximo diario y el caudal máximo horario. Este caudal está expresado en litros por segundo.	Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, es decir, representa el día de mayor consumo en el año.	Corresponde a la demanda máxima que se requiere para poder realizar el abastecimiento a la comunidad y realizar el mantenimiento de la planta.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico.

Según los cálculos obtenidos, la dotación neta máxima por habitantes es de 40 (L/Hab/Día), y su porcentaje de pérdidas técnicas máximas para el diseño es del 30% debido a que la planta no cuenta con un control adecuado y generalmente se encuentran fugas de agua dentro de la planta, aparte de eso los medidores fueron colocados a principio

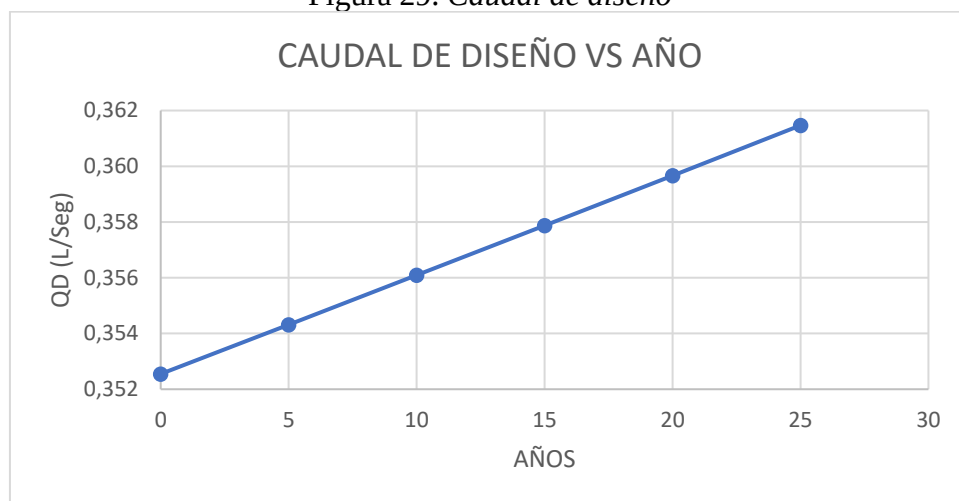
de año, también dentro de los suscriptores se encuentra la escuela de la vereda y una inspección y a estos no se les cobra.

Tabla 15. *Determinación caudal de diseño*

Año	Habitantes Geométrico	Dotación Neta L/H/D	Dotación Bruta L/H/D	Q Máximo Diario L/S	Q Diseño L/S
0	402	40,0	57,1	0,346	0,353
5	404	40,0	57,1	0,347	0,354
10	406	40,0	57,1	0,349	0,356
15	408	40,0	57,1	0,351	0,358
20	410	40,0	57,1	0,353	0,360
25	420	40,0	57,1	0,361	0,368

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. *Caudal de diseño*



Fuente: Elaboración propia

10.4.4. Unidades y etapas de construcción de los procesos

Para garantizar que la planta opere continuamente y eficientemente, se deben realizar mínimo 2 unidades según la resolución 0330 del 2017, pero debido a que el caudal se tomara de 1L/s se hará solo 1 unidad de cada operación.

Tabla 16. *Determinación de número de unidades*

Operaciones	Unidades	Etapas	Años
Aireador	1	1	0
Mezcladores	1	1	0
Floculadores	1	1	0
Sedimentadores	2	1	0
Filtración	1	1	0

Fuente: Elaboración propia

10.5 Aireador

Para el diseño del aireador, se tuvo en cuenta los parámetros señalados en la tabla 5 de la resolución 0330 del 8 de junio del 2017 que se encuentra a continuación.

Tabla 17. *Parámetros de referencia de diseño de aireadores de bandeja múltiples*

Parámetro	Valor
Carga hidráulica	500 - 1500 m/d
Altura total	1,2 - 3,0 m
Numero de bandejas	3 – 9
Distancia entre bandejas	0,3 - 0,5 m
Altura de bandeja	0,20 - 0,25 m
Diámetro medio orificios	0,5 - 0,6 cm
Separación media entre orificios	0,25 m
Eficiencia de remoción de CO2 esperado	60%
Material del lecho de contacto	Carbón activado o coque, ladrillo triturado, cerámica, resina de intercambio iónico
Tamaño del material de contacto	4 - 12 cm
Espesor del lecho de contacto	0,15 - 0,20 m

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 0330-2017. Por la cual se adopta el procedimiento técnico-científico y participativo para la determinación de los servicios y tecnologías que no podrán ser financiados con recursos públicos asignados a la salud y se establecen otras disposiciones. 14 de febrero 2017. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf

Los datos de entrada para poder realizar este diseño son los siguientes:

Tabla 18. *Datos de entrada para el diseño del aireador*

Datos De Entrada		
Parámetro	Valor	Unidades
Qd	86	m ³ /día
CH	500	m/día

No De Bandejas	3	
G	9,81	m/s ²
Altura Entre Bandejas	0,45	m
Altura De Bandeja	0,2	m
Diámetro De Orificios	0,5	cm
Separación Entre Orificios	2,5	cm
Cd	0,85	
Lámina De Agua	0,15	m
Lecho de contacto	0,25	m

Fuente: Elaboración propia

Los datos de entrada fueron tomados, en base a lo estipulado en la resolución 0330 del 8 de junio del 2017, y para sus dimensiones se calcularon bandejas cuadradas.

Área total de bandeja

Ecuación 9. *Fórmula para cálculo del área total de bandejas*

$$A_t = \frac{Q_d}{CH}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Área de bandeja

Ecuación 10. *Fórmula para cálculo del área de bandeja*

$$A_B = \frac{A_t}{N^{\circ} DE BANDEJAS}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Tiempo de contacto

Ecuación 11. *Fórmula para cálculo del tiempo de contacto*

$$T_c = N^{\circ}BANDEJAS * \sqrt{2 * \frac{ALTURA ENTRE BANDEJAS}{g}}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Tiempo entre bandejas

Ecuación 12. *Fórmula para cálculo del tiempo entre bandejas*

$$T_B = \frac{T_c}{N^{\circ} \text{ DE BANDEJAS}}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Altura total

Ecuación 13. *Fórmula para cálculo de la altura total de bandejas*

$$H_t = \text{ALTURA ENTRE BANDEJAS} * N^{\circ} \text{ DE BANDEJAS}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Dimensiones bandeja cuadrada

Ecuación 14. *Fórmula para cálculo de las dimensiones de la bandeja*

$$\text{DIMENSIONES BANDEJA CUADRADA} = \sqrt{A_B}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Área de orificios

Ecuación 15. *Fórmula para cálculo del área de orificios*

$$A_o = \sqrt{A_B}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Caudal del orificio

Ecuación 16. *Fórmula para cálculo del caudal del orificio*

$$Q_o = C_d * A_o * \sqrt{2 * g * h'}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Numero de orificios

Ecuación 17. *Fórmula para cálculo del número de orificios por bandeja*

$$N^{\circ} \text{ DE ORIFICIOS} = \frac{Q_d}{Q_o}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Resultados

Tabla 19. *Resultados del cálculo para el diseño del aireador*

Área Total Bandejas	Área Bandeja	Tiempo De Contacto	Tiempo Entre Bandejas	Altura Total	Dimensiones Bandejas Cuadradas	Área Orificio	Q _o	Numero De Orificios
0,17	0,06	0,91	0,30	1,35	0,24	0,000020	0,03	35,00
m ²	m ²	s	s	m	m	m ²	L/s	

Fuente: Elaboración propia

10.6 Aforo

Actualmente la planta no cuenta con un sistema que nos permita conocer cuanto caudal está tratando, debido a que, la planta no trata caudales muy elevados se opta, en este caso, por una aforador que estará ubicado en la bandeja de recolección de la aireación, de ahí saldrá una tubería de 1 ½ Pulgadas que conduce al siguiente proceso, por medio de la altura de la lámina de agua, que será referenciada por un tubo transparente al costado de la bandeja, se tomara la medida de la altura y con esta poder observar cuanto caudal está llegando a la planta mediante una tabla previamente realizada.

Tabla 20. *Cuadro de altura para caudales*

Diámetro		Cuadro de alturas para caudales				
Pulg	m	Área tubería salida (m ²)	Q (m ³ /s)	Q (l/s)	h (m)	h (cm)
1,5	0,0381	0,0011401	0,0001	0,1	0,001	0,05
			0,0002	0,2	0,002	0,22
			0,0003	0,3	0,005	0,49
			0,0004	0,4	0,009	0,87
			0,0005	0,5	0,014	1,36
			0,0006	0,6	0,020	1,95

0,0007	0,7	0,027	2,66
0,0008	0,8	0,035	3,47
0,0009	0,9	0,044	4,40
0,001	1	0,054	5,43
0,002	2	0,217	21,71

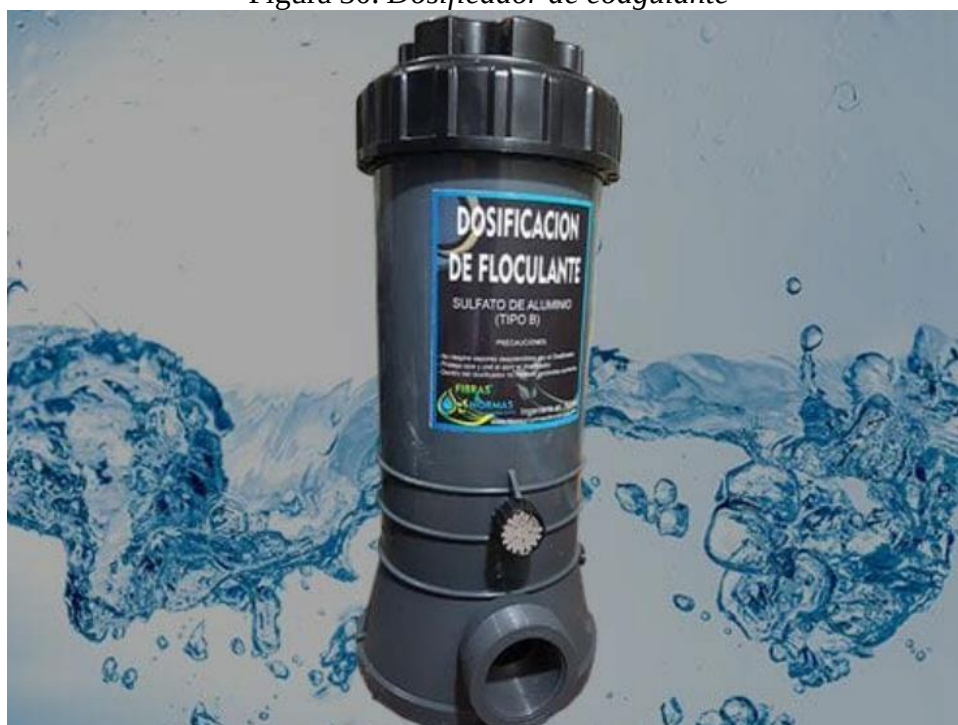
Fuente: Elaboración propia

10.7 Dosificador

La principal razón por la cual la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre dejó de funcionar y entró en estado de deterioro, fue la falta de energía eléctrica y debido a esto las bombas dosificadoras no funcionaron.

Es importante mencionar que: hoy en día la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre sigue sin energía eléctrica, por lo tanto, proponemos un dosificador que no requiera de este servicio como, por ejemplo:

Figura 30. *Dosificador de coagulante*



Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2020). Planta potabilizadora de 500L/H. Fibras y Normas de Colombia S.A.S. <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/plantas/tratamiento-agua-potable/potabilizacion-de-agua/potabilizadora-500lh/>

Módulo de dosificación de floculante-coagulante que consta de un dosificador en línea por diferencial de presión. De esta manera, se encarga de aplicar dosis controladas de sulfato de aluminio tipo B, y tiene como finalidad la formación de flóculos a través de la aglomeración de las partículas suspendidas en el agua y reducir las concentraciones de lodos, turbiedad y contaminantes como fosfatos contenidos en el agua a tratar. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S, 2020)

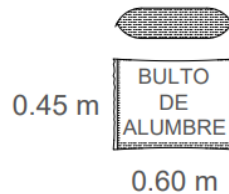
De esta manera y teniendo en cuenta el ensayo realizado podemos decir que: la dosis adecuada es de 12 mg/l

$$PESO = \frac{1 * 12 * 86400 * 365}{1 * 10^6}$$

$$PESO = 378.44 \frac{kg}{año}$$

dimensiones de un saco de 25 kg:

Figura 31. *dimensiones del bulo*



Fuente: Elaboración propia

$$v = 0.04 m^3$$

$$\# bultos = \frac{378.44}{40}$$

$$\# bultos = 9.5 \approx 10$$

El dosificador cuenta con una válvula para regular la dosis, para 12 ppm alcanza para 4 días y al 5 día se debe realizar nuevamente la adición de más coagulante, ya que, este tipo de dosificador tiene una capacidad de 4 kg.

10.8 Sedimentador

Propuesta 1

Tipo Colmena

Para realizar el diseño apropiado del sedimentador se toman algunos valores iniciales sugeridos en la Resolución 0330 – 2017 con los cuales se realizaron los respectivos cálculos con el fin de comprobar si el funcionamiento hidráulico del sistema es correcto.

Tabla 21. *Parámetros de referencia de diseño de sedimentación.*

Tipo de sedimentador	Carga superficial (m ³ /m ² /d)	Tiempo de retención hidráulica (h)	Velocidad de flujo (cm/s)
Flujo horizontal	15 – 30	2 - 4	< 1
flujo vertical	20 - 30 (máx. 60)		
Manto de lodos	30 – 120	1,0 - 1,5	2,15 - 5

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 0330-2017. Por la cual se adopta el procedimiento técnico-científico y participativo para la determinación de los servicios y tecnologías que no podrán ser financiados con recursos públicos asignados a la salud y se establecen otras disposiciones. 14 de febrero 2017. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf

Tabla 22. *Datos de entrada sedimentador*

Parámetros	Valor	Unidad
No Sed	2	
Qd	1	L/s
Qs	0.5	L/s
Qd	86.4	m ³ /día
Qs	43.2	m ³ /día
B	0.9	m
L	3.8	m
H	2	m
Cs	12.63	m ³ /m ² /día
Sc	1.33	
Inclinación	60°	
Sen 60°	0.866	
Cos 60°	0.5	

Fuente: Elaboración propia

Velocidad ascendente

Ecuación 18. *Velocidad critica de sedimentación*

$$V_{sc} = \frac{S_c * V_0}{\sin \theta + (LR * \cos \theta)}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Longitud relativa

Ecuación 19. *Longitud relativa.*

$$L = \frac{l}{e}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Área superficial de sedimentación

Ecuación 20. *Área superficial de sedimentación.*

$$A = \frac{Q}{V_0 \sin \theta}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Velocidad en los módulos de sedimentación de alta tasa

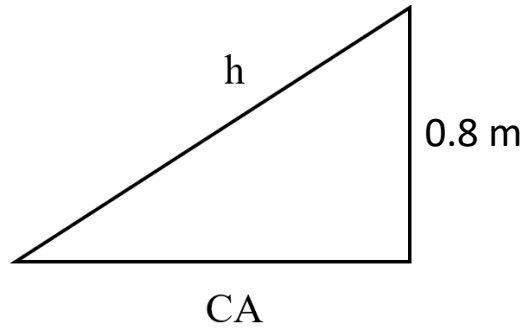
Ecuación 21. *Velocidad los módulos de sedimentación de alta tasa*

$$A = Ll + B$$

Fuente: Fandiño Piamonte, J. S. & Camargo Arcilla, C. E. (2013). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Purificación en el departamento de Tolima*. [Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil]. Universidad Católica de Colombia.

Espaciamiento entre los módulos de sedimentación de alta tasa

Figura 32. *Ilustración los módulos de sedimentación de alta tasa*



Fuente: Elaboración propia

Ecuación 22. *Razones trigonométricas*

$$\sin \theta = \frac{CO}{h}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 23. *Teorema de Pitágoras*

$$CA = \sqrt{h^2 - CO^2}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 24. *Espaciamiento entre los módulos de sedimentación de alta tasa*

$$e = \frac{L}{LR}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). Purificación de agua, ejercicios. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Numero de los módulos de sedimentación de alta tasa

Ecuación 25. *Numero de los módulos de sedimentación de alta tasa*

$$Nl = \frac{Ll}{e}$$

Fuente: Fandiño Piamonte, J. S. & Camargo Arcilla, C. E. (2013). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Purificación en el departamento de Tolima*. [Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil]. Universidad Católica de Colombia.

Tiempo de retención los módulos de sedimentación de alta tasa

Ecuación 26. *Tiempo de retención los módulos de sedimentación de alta tasa*

$$T = \frac{L}{V_0}$$

Fuente: Fandiño Piamonte, J. S. & Camargo Arcilla, C. E. (2013). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Purificación en el departamento de Tolima*. [Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil]. Universidad Católica de Colombia.

Numero de Reynolds

Ecuación 27. *Numero de Reynolds*

$$Re = \frac{V_0 * e}{\nu c}$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). *Purificación de agua, ejercicios*. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Corrección de la longitud relativa

Ecuación 28. *Corrección longitud relativa*

$$L' = 0,013 * Re$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). *Purificación de agua, ejercicios*. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Longitud relativa corregida

Ecuación 29. *Longitud relativa corregida*

$$L_c = L - L'$$

Fuente: Villegas de Brigard, M. P. (2007). *Purificación de agua, ejercicios*. (2da edición). Escuela Colombiana de Ingeniera.

Resultados

Tabla 23. *Resultados del diseño de sedimentador*

Parámetro	Lr	V0	Vsc	As	LI	H	CA	e	NL	T	Re	L'	Lc
Valor	20	0.0029	0.0004	0.20	0.18	0.92	1.7739	0.0887	2.0	10.2	231.7	3.0	17.0
Unidad		m/s	m/s	m ²	m	m	m	m		min		m	m

Fuente: Elaboración propia

Este diseño permite alcanzar una decantación ordenada y dirigida, acelerando la precipitación de los fangos en una altura mínima, consiguiendo cargas superficiales del orden de 120 a 300 m³/ m²/ día, con eficiencias de remoción superiores al 90%

Propuesta 2

Colonos de tubo para tratamiento de aguas y aguas residuales, tubo sedimentador (Lamella clarifiers):

Los colonos de tubo, también llamados clarificadores de laminillas, se utilizan para eliminar sólidos en el tratamiento de aguas y aguas residuales. Los colonos de tubos son perfiles de plástico individuales combinado a tubos. Este diseño multiplica el área de sedimentación hasta 15 veces por metro cuadrado de superficie y ayuda a mejorar la sedimentación en las plantas de tratamiento de agua potable y residual. Las diferentes ejecuciones respaldan un mejor proceso y la reducción de costos de la planta. Ventajas de los colonos de tubos (clarificadores de laminillas) (Ceramic Ball, Plastic Random Packing Co., Ltd. 2020).

Eficiencia del proceso

De la multiplicación del área de sedimentación, forma del canal equidistante del chevron y adaptación del espaciado y pendiente del área de sedimentación

Dimensiones flexibles Se puede adaptar a todo tipo de formas, inclinaciones, colonos redondos y permite recortes.

Fácil manejo el sencillo método de montaje en el sitio garantiza un envío seguro y de bajo costo a cualquier lugar del mundo.

Sofisticado sistema de soporte con acero inoxidable y vigas de plástico reforzadas con fibra de vidrio con forma especial que minimizan la turbulencia y el depósito de lodo. Material fuerte y de alta calidad proporcionamos alta estabilidad de los módulos para facilitar el mantenimiento.

Material de PP aprobado para altos estándares de aplicaciones de agua potable. (Ceramic Ball, Plastic Random Packing Co., Ltd. 2020).

Figura 33. los colonos de tubos (clarificadores de laminillas)



Fuente: Ceramic Ball, Plastic Random Packing Co., Ltd. (2020). Tubo de PVC lamella Tubo de sedimentadores para el tratamiento de aguas residuales. Ceramic Ball, Plastic Random Packing Co., Ltd. <http://es.nbbceramic.com/cooling-tower-packing/54602758.html>

Propuesta 3

Se toman algunos valores iniciales sugeridos en la Resolución 0330 – 2017 con los cuales se realizaron los respectivos cálculos con el fin de evidenciar si el funcionamiento hidráulico del sistema es correcto.

Bajantes en PVC cuadradas, se da esta propuesta innovadora y diferente a las demás, ya que en los sedimentadores casi no se encuentran este tipo de módulos de sedimentación con

tubería cuadrada, las más utilizadas son las placas paralelas y el tipo colmena. Debido a su economía y facilidad para instalar, se expone esta propuesta.

Tabla 24. *datos de entrada sedimentador con tubería cuadrada*

Parámetros	Valor	Unidad
Ht	0,6	
l	0,693	m
Vsc	15	cm/s
t	10	min
Sc	1,38	
e	0,065	m
v	0,000001006	m ² /s

Fuente: Elaboración propia

Realizando los cálculos correspondientes,

Tabla 25. *Resultados sedimentador tubería cuadrada*

Parámetros	Valor	Unidad
L	10,659	
Vo	67,59	cm/s
	0,67587747	
Re	43670,0152	

Fuente: Elaboración propia

10.9 Filtración

Para el proceso de diseño de filtración se debe tener en cuenta, los valores que se encuentra en la Resolución 0330-2017, para así, realizar los cálculos de cada uno de los elementos geométricos del sistema de filtrado.

Tabla 26. *Características de filtración convencional*

Parámetro	Filtración lenta con lecho simple	Filtración rápida con lecho simple	Filtración rápida con lecho mixto
Tasa de filtración (m ³ /m ² /d)	7,0 - 14,0	< 120	180 - 350

Profundidad del medio (m)	0,8 - 1,0	0,6 - 0,9	antracita: 0,4 - 0,6 Arena: 0,15 - 0,3
----------------------------------	-----------	-----------	---

Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 0330-2017. Por la cual se adopta el procedimiento técnico-científico y participativo para la determinación de los servicios y tecnologías que no podrán ser financiados con recursos públicos asignados a la salud y se establecen otras disposiciones. 14 de febrero 2017. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf

En las instalaciones se tiene un filtro, para hacer más eficiente la purificación tomaremos filtración rápida con lecho simple.

Tabla 27. Datos del filtro existente

Parámetro	Valor	Unidad
L	1.3	m
B	0.9	m
H	2.5	m
Área	1.17	m ²
QD	1	L/s
	0.001	m ³
Falso fondo	0.25	m

Fuente: Elaboración propia

El lecho de arena será de 70 cm, se utilizará arena estándar cuyo diámetro es de 0.45 mm, un lecho de gravas de 30 cm, cuyo diámetro es de 14". Estos espesores se proponen de acuerdo a las recomendaciones de la figura 6.8 del libro Potabilización del agua de Jairo Romero.

Según la figura 4-14 del libro Manual de tratamiento de Jorge Arboleda se determinó que el porcentaje de expansión de arenas es de 42%

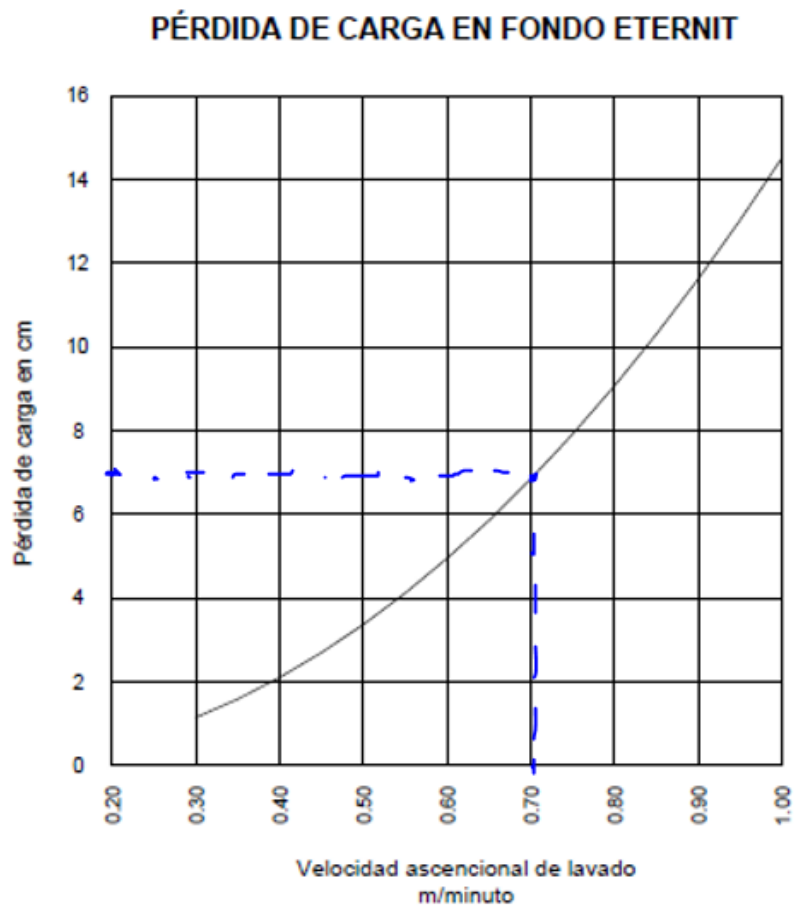
Por lo tanto:

$$e = 70 * 0.42 = 29.4 \approx 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

Falso fondo

Para el falso fondo, se eligió un fondo Eternit, entonces, se determina de acuerdo a la gráfica que las pérdidas en el falso fondo son de 7 cm = 0.07

Figura 34. *Pérdida de carga en fondos tipo Eternit. (Diseño de filtros)*

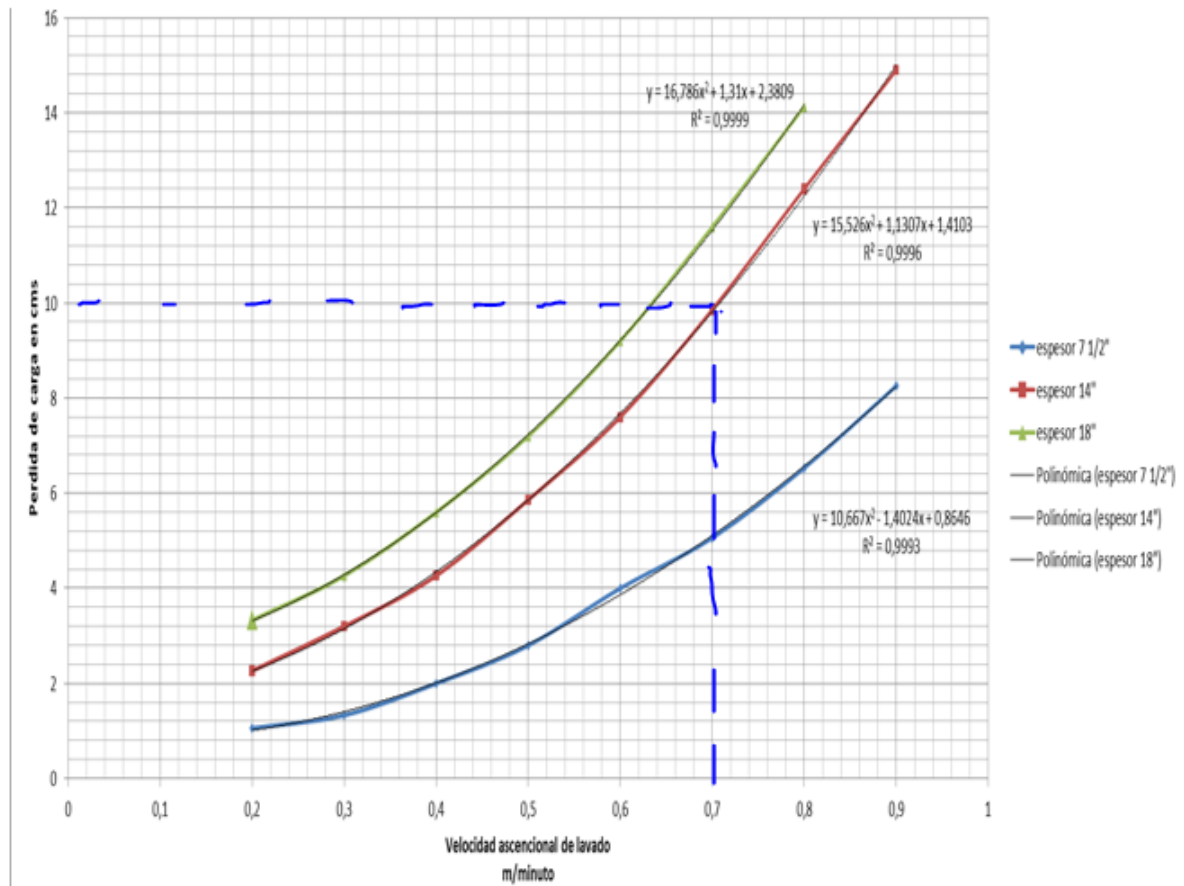


Fuente: Baquero Ángel, O. (2018). *Ejercicios de tratamiento de agua potable*. Universidad Santo Tomas

Grava.

De acuerdo a la siguiente tabla, se encuentra que la pérdida de carga en lechos de gravas es de
 $10\text{cm} = 0,1\text{m}$

Figura 35. *Perdida de carga en lechos de grava. (Diseño de filtro)*



Fuente: Baquero Ángel, O. (2018). *Ejercicios de tratamiento de agua potable*. Universidad Santo Tomas

Arena

$$h_{arena} = \frac{e(\gamma_{arena} - 1)(Porosidad)}{\gamma_{H_2O}}$$

$$h_{arena} = \frac{70(2,65 - 1)(0,40)}{1}$$

$$h_{arena} = 45,2 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$$

Total

$$h_{total} = h_{arena} + h_{grava} + h_{falsofondo}$$

$$h_{total} = 0,45 + 0,10 + 0,07$$

$$h_{total} = 0,62 \text{ m}$$

10.10 Cloración

Figura 36. Dosificador de cloro



Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2020). Planta potabilizadora de 500L/H. Fibras y Normas de Colombia S.A.S. <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/plantas/tratamiento-agua-potable/potabilizacion-de-agua/potabilizadora-500lh/>

Módulo de dosificación de cloro que consta de un dosificador en línea por diferencial de presión que se encarga de aplicar dosis controladas de hipoclorito de calcio al 70% para agua potable. Tiene como finalidad, desinfectar y eliminar compuestos contaminantes residuales y cumplir con el parámetro residual de cloro bactericida requerido por la normatividad colombiana. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S, 2020)

11. Análisis de resultados

En la evaluación inicial de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, se encontró que le hace falta algunos componentes como la aireación, y otros están en estado de abandono tales como el dosificador del coagulante y de cloro, el sedimentador y el filtro.

Actualmente a la planta está llegando y se está tratando un caudal de 1L/s, de los cuales los suscritos solo están consumiendo 0,3L/s, dejando a la planta con unas pérdidas de un 86% como se mencionó anteriormente, por ende, existe un sobre costo en cuanto a mantenimiento y operación.

Con base en lo que ya existe, se presentó una propuesta para optimización de la PTAP, los resultados obtenidos indicaron que se debe realizar un sistema de aireación, de este modo aplicar menos químico (sulfato de aluminio tipo A) utilizado en el proceso de dosificación y reducir los costos en la tratabilidad del agua.

Modificar el sedimentador a tipo colmena ya que es más versátil y se acomoda a cualquier dimensión, aumenta la capacidad del decantador en un 200%, su construcción es sencilla, ya que, no obedece a ningún patrón estándar de medida que incurre por lo general en sobre costos.

12. Recomendaciones

Realizar más ensayos de laboratorios, esto ya que el agua cambia constantemente debido a factores externos como temporada seca o lluvia, tala de árboles, semovientes ubicados muy cerca a la fuente de agua, entre otros. Al realizarse más ensayos de laboratorio se tiene mayor certeza a la hora de realizar el tratamiento para la purificación del agua.

Realizar o implementar un sistema de aireación, esto con el fin de reducir el consumo del coagulante, y mejorar la calidad del agua sin aplicar tanto químico.

Realizar un sistema de medición de caudal, el cual, está planteado en este documento, y así, tener un control del caudal de entrada, y la operación de la planta de tratamiento de agua potable sea más fácil.

Optimizar el sedimentador, en el informe hay propuestos tres tipos de sedimentadores los cuales todos cumplen en calidad y eficiencia lo que cambia son los costos y queda a disposición de la asociación escoger el que mejor se ajuste.

Realizar mantenimiento a la planta de tratamiento por lo menos una vez al mes para que su proceso sea más eficiente y la calidad de agua sea mejor.

Colocar una T en la tubería que conduce del filtro a los tanques de lavado para que así mismo estos tanques de lavado se les pueda dar un mantenimiento adecuado.

Elaborar escaleras de acceso para los tanques de lavado y así tener mayor facilidad en su mantenimiento

Actualmente la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca, cuenta con un filtro, no se ve necesario realizar otra unidad, dado que, las condiciones de la planta no requieren la construcción de esta, sin embargo, se debe modificar el lecho filtrante para que la filtración sea más eficiente.

13. Anexos

Figura 37. Resultado ensayo de jarras



República de Colombia
Departamento de Cundinamarca
Municipio de Simjaca

RESULTADO ENSAYO DE JARRAS

FECHA DEL ENSAYO 3:15 PM		28/10/2020		VASO N°			
VARIABLES DEL ENSAYO		1	2	3	4	5	6
Concentración del alumbre adicionada (mg/l)		12	14	16	18	20	22
Calidad del floculo							
Tiempo de aparición del primer floculo (min)		2	1	2	2	1	2
Calidad del floculo a 5 minutos		C	C	C	C	B	B
Calidad del floculo a 15 minutos		D	D	D	C	C	C
Calidad del floculo a 30 minutos		E	E	D	D	D	C
PARÁMETRO Y UNIDADES	AGUA CRUDA	JARRA 1	JARRA 2	JARRA 3	JARRA 4	JARRA 5	JARRA 6
TURBIEDAD (UNT)	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PH (U)	6,52	6,54	5,99	5,35	5,14	5,035	4,93
COLOR	109	58	48	51	49	46	46

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Resultados del análisis físico-químico, agua cruda, temporada seca

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS N° A20213

Pág. 1 de 1

SOLICITANTE: ALCALDIA DE SIMIJACA (CUNDINAMARCA). NIT: 899999384-2

Dirección y teléfono: Calle 7 N° 7-42, Parque Principal.

☒ FÍSICO-QUÍMICO	CLASE DE AGUA	☒ CRUDA
☒ MICROBIOLÓGICO		TRATADA

ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA: PUNTO DE TOMA: Punto de muestreo: N° 2, Bocatoma. DIRECCIÓN: Planta de Tratamiento. SECTOR: VEREDA: Salitre. BARRIO: FUENTE: Quebrada. MUNICIPIO: Simijaca, DEPARTAMENTO: Cundinamarca, TOMADA POR: María Margarita Caballero CC: 1073385056. EN CONSTANCIA DE: Julián Lancheros CC: 1073384715.

INSUMOS: N.A.

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

FECHA (Día-mes-año): DE TOMA: 07-09/2020, Hora: 09:22 a.m., DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO: 07-09/2020, Hora: 11:00 a.m., DE EMISIÓN DEL REPORTE: 12-09/2020.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

CARACTERÍSTICA	EXPRESADA COMO*	VALOR OBTENIDO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE*	DIAGNÓSTICO* (Aceptable/No Aceptable)
pH	En escala 0 a 14	6,37	6,5 a 9,0	NO ACEPTABLE
Color Aparente	UPC	39	15 UPC	NO ACEPTABLE
Olor	Aceptable/No Aceptable	Aceptable	Aceptable	ACEPTABLE
Conductividad	microsiemens/cm (µS/cm)	49	1000 µS/cm	ACEPTABLE
Turbiedad	UNT	7	2 UNT	NO ACEPTABLE
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻¹	0,000	0,1 mg/L	ACEPTABLE
Cloruros	mg/L Cl ⁻	15	250 mg/L	ACEPTABLE
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	2	250 mg/L	ACEPTABLE
Hierro Total	mg/L Fe	0,56	0,30 mg/L	NO ACEPTABLE
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	28	300 mg/L	ACEPTABLE
Cloro Residual Libre	mg/L Cloro residual libre		0,3 a 2,0 mg/L	
Sólidos Disueltos Totales	ppm	25	...	...
Coliformes totales	UFC/100 cm ³	>100	0 UFC/100 cm ³	NO ACEPTABLE
Escherichia coli	UFC/100 cm ³	>100	0 UFC/100 cm ³	NO ACEPTABLE

MÉTODOS UTILIZADOS: pH: SM4500H+ B, Color Aparente: SM2120 C, Olor: Organoléptico, Conductividad: SM2510B, Turbiedad: SM2130B, Nitritos: SM4500NO2-B, Cloruros: SM4500Cl- B, Sulfatos: SM4500SO4= E, Hierro Total: SM3500Fe B, Dureza Total: SM2340C, Cloro residual Libre: SM4500Cl G, SDT: Electrométrico, COT: Colorimétrico-Persulfato, Microbiológico: SM9222H y I, Filtración Por Membrana.

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

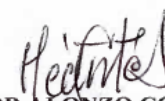
NOTA: Los resultados anteriores son válidos únicamente para la muestra analizada. Este informe no se debe reproducir, excepto totalmente, sin la autorización del Laboratorio de Aguas.

OBSERVACIONES: El dato de pH y Cloro es el de campo reportado por quien toma la muestra o en su ausencia, es el resultado de laboratorio.

Parámetros analizados: 14.

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA: 91,42 %

Nivel de Riesgo: INVIABLE SANITARIAMENTE.


HÉCTOR ALONZO CORTÉS SÁNCHEZ
 Director Técnico, Químico Farmacéutico, U.N.

Calle 19 N° 7 A - 44, Chiquinquirá, Cel. 311 2958717, 311 8904184, E-mail: laboratoriosunidos1@yahoo.es

Fuente: Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021a). Reporte de resultados analíticos No A20213. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.

Figura 39. Resultados del análisis físico-químico, agua tratada, temporada seca

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS N° A20214

Pág. 1 de 1

SOLICITANTE: ALCALDIA DE SIMIJACA (CUNDINAMARCA), NIT: 899999384-2

Dirección y teléfono: Calle 7 N° 7-42, Parque Principal.

ANÁLISIS SOLICITADO	☒ FÍSICO-QUÍMICO	CLASE DE AGUA	CRUDA
	☒ MICROBIOLÓGICO		☒ TRATADA
DATOS DE LA MUESTRA: PUNTO DE TOMA: Punto de muestreo: N° 1, Tanque. DIRECCIÓN: Planta de Tratamiento. SECTOR: VEREDA: Salitre. BARRIO: FUENTE: Quebrada. MUNICIPIO: Simijaca, DEPARTAMENTO: Cundinamarca, TOMADA POR: María Margarita Caballero CC: 1073385056. EN CONSTANCIA DE: Julián Lancheros CC: 1073384715.			
INSUMOS: Sulfato de Aluminio tipo A, Cloro			
MEDICIONES IN-SITU: Cloro Residual Libre: xxx pH: xxxx			
FECHA (Día-mes-año): DE TOMA: 07-09/2020, Hora: 09:22 a.m., DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO: 07-09/2020, Hora: 11:00 a.m., DE EMISIÓN DEL REPORTE: 12-09/2020.			

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

CARACTERÍSTICA	EXPRESADA COMO*	VALOR OBTENIDO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE*	DIAGNÓSTICO* (Aceptable/No Aceptable)
pH	En escala 0 a 14	6,41	6,5 a 9,0	NO ACEPTABLE
Color Aparente	UPC	10	15 UPC	ACEPTABLE
Olor	Aceptable/No Aceptable	Aceptable	Aceptable	ACEPTABLE
Conductividad	microsiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	61	1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	ACEPTABLE
Turbiedad	UNT	2	2 UNT	ACEPTABLE
Nitritos	$\text{mg}/\text{L NO}_2^{-1}$	0,000	0,1 mg/L	ACEPTABLE
Cloruros	$\text{mg}/\text{L Cl}^{-}$	15	250 mg/L	ACEPTABLE
Sulfatos	$\text{mg}/\text{L SO}_4^{-2}$	4	250 mg/L	ACEPTABLE
Hierro Total	$\text{mg}/\text{L Fe}$	0,09	0,30 mg/L	ACEPTABLE
Dureza Total	$\text{mg}/\text{L CaCO}_3$	32	300 mg/L	ACEPTABLE
Cloro Residual Libre	mg/L Cloro residual libre	0,50	0,3 a 2,0 mg/L	ACEPTABLE
Sólidos Disueltos Totales	ppm	31	...	...
Coliformes totales	UFC/100 cm^3	0	0 UFC/100 cm^3	ACEPTABLE
Escherichia coli	UFC/100 cm^3	0	0 UFC/100 cm^3	ACEPTABLE

MÉTODOS UTILIZADOS: pH: SM4500H+ B, Color Aparente: SM2120 C, Olor: Organoléptico, Conductividad: SM2510B, Turbiedad: SM2130B, Nitritos: SM4500NO2- B, Cloruros: SM4500Cl- B, Sulfatos: SM4500SO4- E, Hierro Total: SM3500Fe B, Dureza Total: SM2340C, Cloro residual Libre: SM4500Cl G, SDT: Electrométrico, COT: Colorimétrico-Persulfato, Microbiológico: SM9222H y I, Filtración Por Membrana.

*Para agua para consumo humano según Res. 2113/2007 de los Ministerios de la Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

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

OBSERVACIONES: El dato de pH y Cloro es el de campo reportado por quien toma la muestra o en su ausencia, es el resultado de laboratorio.

Parámetros analizados: 14.

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA: 1,76%

Nivel de Riesgo: SIN RIESGO.


HÉCTOR ALONZO CORTÉS SÁNCHEZ
 Director Técnico, Químico Farmacéutico, U.N.

Calle 19 N° 7 A - 44, Chiquinquirá, Cel. 311 2958717, 311 8904184, E-mail: laboratoriosunidos1@yahoo.es

Fuente: Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021b). Reporte de resultados analíticos No A20214. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.

Figura 40. Resultados del análisis físico-químico, agua cruda, temporada lluvia

LABORATORIOS UNIDOS - AMBIENTE Y SALUD SAS
 Res. 2625/2019, Ministerio de Salud y Protección Social
 AGUAS, PLANTAS DE TRATAMIENTO, MEDIO AMBIENTE,
 ASESORÍAS, AUDITORÍAS, SUMINISTROS.

REPORTE DE RESULTADOS ANALÍTICOS N° A20323

Pág. 1 de 1

SOLICITANTE: **MARIA MARGARITA CABALLERO**
 Dirección y Teléfono: Vereda Centro - Simijaca. 3123561464
 Nit: 1073385056
 E-mail: maria.caballero@usantotomas.edu.co

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

DATOS DE LA MUESTRA: PUNTO DE TOMA: Captación. DIRECCIÓN: ... BARRIO: ... SECTOR: San Francisco.
 VEREDA: Salitre. MUNICIPIO: Simijaca. DEPARTAMENTO: Cundinamarca, FUENTE: Quebrada Río Colorado.
 TOMADA POR: Julián Lancheros CC: 1073384715, Estudiante.

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

MEDICIONES LABORATORIO: Cloro Residual Libre: 0,00 ppm pH: 6,01

INSUMOS: N.A.

FECHAS (Día-mes-año): DE TOMA: 15-12/2020, Hora: 09:11 a.m., DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO: 15-12/2020, Hora: 10:40 p.m., DE EMISIÓN DEL REPORTE: 21 -12/2020.

CARACTERÍSTICA	EXPRESADA COMO*	VALOR OBTENIDO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE*	DIAGNÓSTICO* (Acceptable/No Acceptable)
pH	En escala 0 a 14	6,01	6,5 a 9,0	NO ACEPTABLE
Color Aparente	UPC	163	15 UPC	NO ACEPTABLE
Olor	Acceptable/No Acceptable	Acceptable	Acceptable	ACEPTABLE
Conductividad	microsiemens/cm (µS/cm)	103	1000 µS/cm	ACEPTABLE
Turbiedad	UNT	30	2 UNT	NO ACEPTABLE
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻¹	0,000	0,1 mg/L	ACEPTABLE
Cloruros	mg/L Cl ⁻	15	250 mg/L	ACEPTABLE
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	15	250 mg/L	ACEPTABLE
Hierro Total	mg/L Fe	3,02	0,30 mg/L	NO ACEPTABLE
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	20	300 mg/L	ACEPTABLE
Cloro Residual Libre	mg/L Cloro residual libre		0,3 a 2,0 mg/L	
Sólidos Disueltos Totales	ppm	52	...	
Coliformes totales	UFC/100 cm ³	>100	0 UFC/100 cm ³	NO ACEPTABLE
Escherichia coli	UFC/100 cm ³	>100	0 UFC/100 cm ³	NO ACEPTABLE

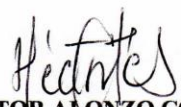
MÉTODOS UTILIZADOS: pH: SM4500H+ B, Color Aparente: SM2120 C, Olor: Organoléptico, Conductividad: SM2510B, Turbiedad: SM2130B, Nitritos: SM4500NO2-B, Cloruros: SM4500Cl- B, Sulfatos: SM4500SO4= E, Hierro Total: SM3500Fe B, Dureza Total: SM2340C, Cloro residual Libre: SM4500Cl G, SDT: Electrométrico, COT: Colorimétrico-Persulfato, Microbiológico: SM9222H y 1 Filtración Por Membrana.

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

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

OBSERVACIONES: El dato de pH y Cloro es el de campo reportado por quien toma la muestra o en su ausencia, es el resultado de laboratorio.

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


HÉCTOR ALONZO CORTÉS SÁNCHEZ
 Director Técnico, Químico Farmacéutico. U.N.

Calle 19 N° 7 A - 44, Chiquinquirá, Cel. 311 2958717, 311 8904184, E-mail: laboratoriosunidos1@yahoo.es

Fuente: Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021c). Reporte de resultados analíticos No A20323. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.

14. Conclusiones

Se puede concluir en los resultados arrojados del análisis del agua que esta tiene un alto contenido de hierro, la resolución 0330 de 2017: “sugiere que para el agua con presencia de hierro es aconsejable realizar el proceso de aireación” de esa manera poder reducir costos en el uso del coagulante.

Teniendo en cuenta lo establecido por la resolución 2115 del ministerio de la Protección Social, ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial del 22 de junio de 2007, la Alcaldía es la encargada de la vigilancia de la calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, y al momento de realizar los ensayos de laboratorio de tratabilidad del agua, han sido insuficientes, no se le hace seguimiento a los cambios físicos-químicos, ni microbiológicos que se presentan en el agua, y los ensayos se realizan solo una vez al año.

El levantamiento topográfico se realizó con coordenadas arbitrarias, debido a que el equipo (GPS de alta precisión) de la universidad no estaba en condiciones aptas para su uso.

La estructura de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre, se encuentra en estado de deterioro, debido a esto, los procesos y operaciones de esta planta no están en funcionamiento, la falta de mantenimiento se evidencia a simple vista.

Para la rehabilitación se consideraron los procesos y operaciones, requeridos para retirar elementos físicos, químicos y biológicos en la potabilización del agua tales como: aireación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, sistema de dosificación, realización de pruebas de laboratorio periódicas y sistema de desinfección, con el fin de cumplir con los límites máximos permisibles establecidos y asegurar la calidad de agua suministrada a esta población.

Para comprobar los diseños de las unidades de la planta y establecer el caudal de diseño fue necesario realizar la proyección de la población de la vereda El Salitre, debido a que, la demanda no siempre es la misma y hay un aumento progresivo de sus habitantes. Ya que, la población está integrada en un 100% por campesinos que se dedican a la ganadería y agricultura, su insumo principal para poder llevar acabo esta actividad es el agua, y al garantizar la calidad de agua y el abastecimiento constante de este líquido se garantizara una mejor calidad de vida

La rehabilitación de la planta de tratamiento de agua potable de la Vereda el Salitre permitirá mejorar la calidad de vida y un mejor servicio en pro del cuidado de la salud a los usuarios del sector, además de recuperar la capacidad instalada y optimizar los procesos de tratamiento, lo que implica la reposición de la infraestructura y equipamiento existente actualmente en estado de deterioro. Al implementar el diseño permitirá reducir costos en la operación y mejorar las condiciones de calidad del agua.

Se realiza entrega de plano general de la planta estado actual y estado propuesto, planos de cada proceso con sus cortes, adicional a esto se entrega un render.

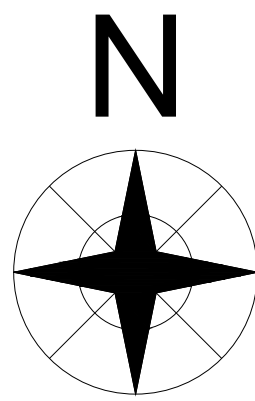
15. Referencias

- Alcaldía de Simijaca. (2020a). *Planeación, Gestión y Control*. Alcaldía de Simijaca. <http://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/Transparencia/Paginas/Planeacion-Gestion-y-Control.aspx>
- Alcaldía de Simijaca. (2020b). *Mi municipio*. Alcaldía de Simijaca. <https://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Alcaldía de Simijaca. (2020c). *Sitios de Interés*. Alcaldía de Simijaca. <http://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Sitios-de-Interes.aspx>
- Alcaldía de Simijaca. (2020d). *Vías de Comunicación*. Alcaldía de Simijaca. <http://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Vias-de-Comunicacion.aspx>
- Alcaldía de Simijaca. (2020e). *Economía*. Alcaldía de Simijaca http://www.simijaca-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx#
- Alcaldía de Simijaca. (2020f). *Proyecto plan de desarrollo Simijaca Nos Une*. Alcaldía de Simijaca.
- Alcaldía de Simijaca. (2020g). *Laboratorio planta de tratamiento Simijaca Nos Une*. Alcaldía de Simijaca.
- Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca. (2020). *Fotografías y carta*. Asociación de Usuarios del Acueducto Vereda El Salitre del municipio de Simijaca.
- Baquero Ángel, O. (2018). *Ejercicios de tratamiento de agua potable*. Universidad Santo Tomas
- Castillo Pinilla, D. M., Rojas Vargas, J. F., Puerto Gómez, C. F., Villalba Hernández, N. A. & Córdoba Velandia, D. C. (2019). *Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado*. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_sectorial_aa_2018-20-12-2019.pdf
- Ceramic Ball, Plastic Random Packing Co., Ltd. (2020). *Tubo de PVC lamella Tubo de sedimentadores para el tratamiento de aguas residuales*. Ceramic Ball, Plastic Random Packing Co., Ltd. <http://es.nbbceramic.com/cooling-tower-packing/54602758.html>
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2001). Resolución 151-2001 *Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo*. 2 de marzo 2001. Diario Oficial No 44.344
- Cruz Barrero, I. J. & Pinilla Pinilla, O. A. (2013). *Actualización del plan municipal de gestión de riesgos de desastres de Simijaca para contribuir con la reducción de la vulnerabilidad de los habitantes, bienes y servicios*. [Tesis de especialización en gestión ambiental urbana]. Universidad Piloto de Colombia. <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000838.pdf>
- Departamento Administrativo nacional de estadística. [DANE]. (2021a). *Censo general 2005. Proyecciones de población-línea base 2005*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- Departamento Administrativo nacional de estadística. [DANE]. (2021b). *Censo general 2018*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/311-demograficas/censo-2018>
- Decreto 475 de 1998. [Ministerio de Salud Pública]. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. 16 de marzo de 1998. Diario Oficial No. 43.259. https://www.redjurista.com/Documents/decreto_475_de_1998_ministerio_de_salud.aspx#
- Fandiño Piamonte, J. S. & Camargo Arcilla, C. E. (2013). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Purificación en el departamento de*

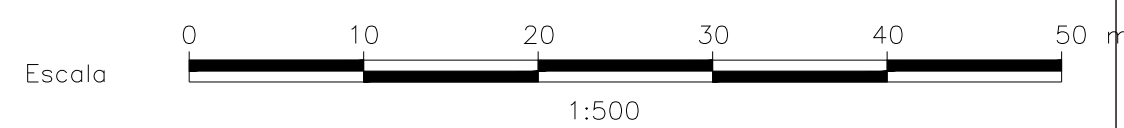
- Tolima*. [Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil]. Universidad Católica de Colombia.
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2020). *Planta potabilizadora de 500L/H*. Fibras y Normas de Colombia S.A.S. <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/plantas/tratamiento-agua-potable/potabilizacion-de-agua/potabilizadora-500lh/>
- García, M., Sánchez, F. D., Marín, R. Guzmán, H., Verdugo, N., Domínguez, E., Vargas, O., Panizzo, L., Sánchez, N., Gómez, J. & Cortes, G. (2020). *El agua*. Ideam. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- Google Earth. (2021a). *Ubicación geográfica de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca*. Google Earth. https://earth.google.com/web/@5.51743081,-73.88508356,2960.63200995a,0d,35y,0.0002h,45.0001t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- Google Earth. (2021b). *Vías de comunicación de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca*. Google Earth. https://earth.google.com/web/@5.51577964,-73.87284651,2744.18182269a,4876.42858138d,35y,-0h,45.00007989t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- Google Earth. (2021c). *Vías de comunicación de la planta de tratamiento de agua potable de la vereda El Salitre del municipio de Simijaca*. Google Earth. https://earth.google.com/web/@5.51577964,-73.87284651,2744.18182269a,4876.42858138d,35y,-0h,45.00007989t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419
- Google Maps. (2021). *Ubicación geográfica vía de acceso al municipio de Simijaca*. Google Maps. <https://www.google.com/maps/@5.5108457,-73.9155322,12z?hl=es>
- Gonzales, L. (2020). *Análisis de aguas*. UPTC. https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf
- Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021a). *Reporte de resultados analíticos No A20213*. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.
- Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021b). *Reporte de resultados analíticos No A20214*. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.
- Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S. (2021c). *Reporte de resultados analíticos No A20323*. Laboratorios Unidos Ambiente y Salud S.A.S.
- López Cualla, R A. (2000). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniería. https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Dise%C3%B1o_para_Acueductos_y_Alcantarillados Ing Ricardo Alfredo L%C3%B3pez Cualla
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000*. Ministerio de Desarrollo Económico.
- Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115-2007. *Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. 22 de junio 2007.
- Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 0330-2017. *Por la cual se adopta el procedimiento técnico-científico y participativo para la determinación de los servicios y tecnologías que no podrán ser financiados con recursos públicos asignados a la salud y se establecen otras disposiciones*. 14 de febrero 2017.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf

- Pulido Muñoz, H. S. & Carrillo Bernal, M. F. (2016). *Diseño hidráulico de una planta de potabilización de agua en la vereda de San Antonio de Anapoima*. [Tesis de pregrado de ingeniería civil]. Universidad Católica de Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14039/4/DISE%C3%91O%20HIDR%C3%81ULICO%20DE%20UNA%20PLANTA%20DE%20POTABILIZACI%C3%93N%20DE%20AGUA%20EN%20LA%20VEREDA%20DE%20SAN%20ANTONIO%20DE%20ANAPOIMA.pdf>
- Romero, R. J. (2004) *Calidad del agua*, Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, R. J. (2017). *Potabilización del agua*. (3^{ra} edición). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, R. J. (2004). *Purificación del agua*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Simijaca. (9 febrero 2021). En Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Simijaca>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2016). *Glosario de términos técnicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo*. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Villegas de Brigard, M. P. (2007). *Purificación de agua, ejercicios*. (2^{da} edición). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Zhen Wu, B. Y. (2009). *Calidad físico-químico y bacteriológica del agua para el consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008*. [Tesis de posgrado de maestría en Manejo de Recursos Naturales]. Universidad Estatal A Distancia Escuela de Ciencias Exactas y Naturales.
<https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad%20f%C3%ADsico-qu%C3%ADmica%20y%20bateriol%C3%B3gica%20del%20agua%20para%20consumo%20humano%20de%20la%20microcuenca.pdf>

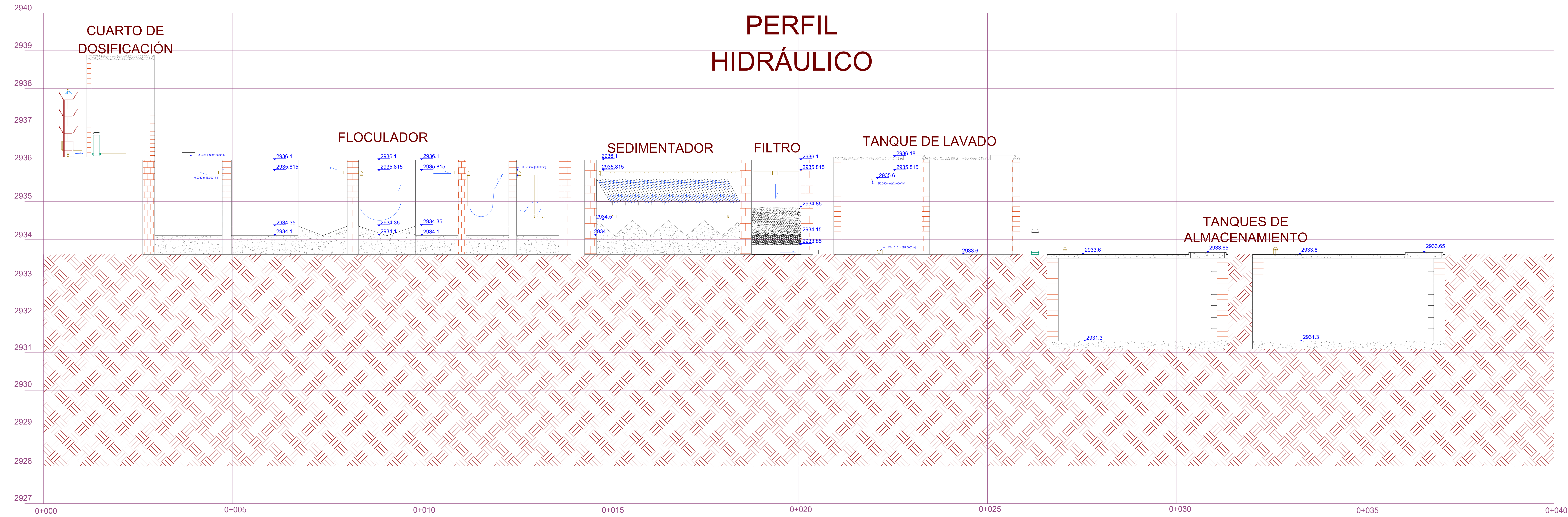


1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON COORDENADAS ARBITRARIAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EL SALITRE, COMO SE ENCUENTRA ACTUALMENTE SIN NINGUNA MODIFICACIÓN.



Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ


UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
 PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
 DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 BOGOTÁ D.C.



CONVENCIONES

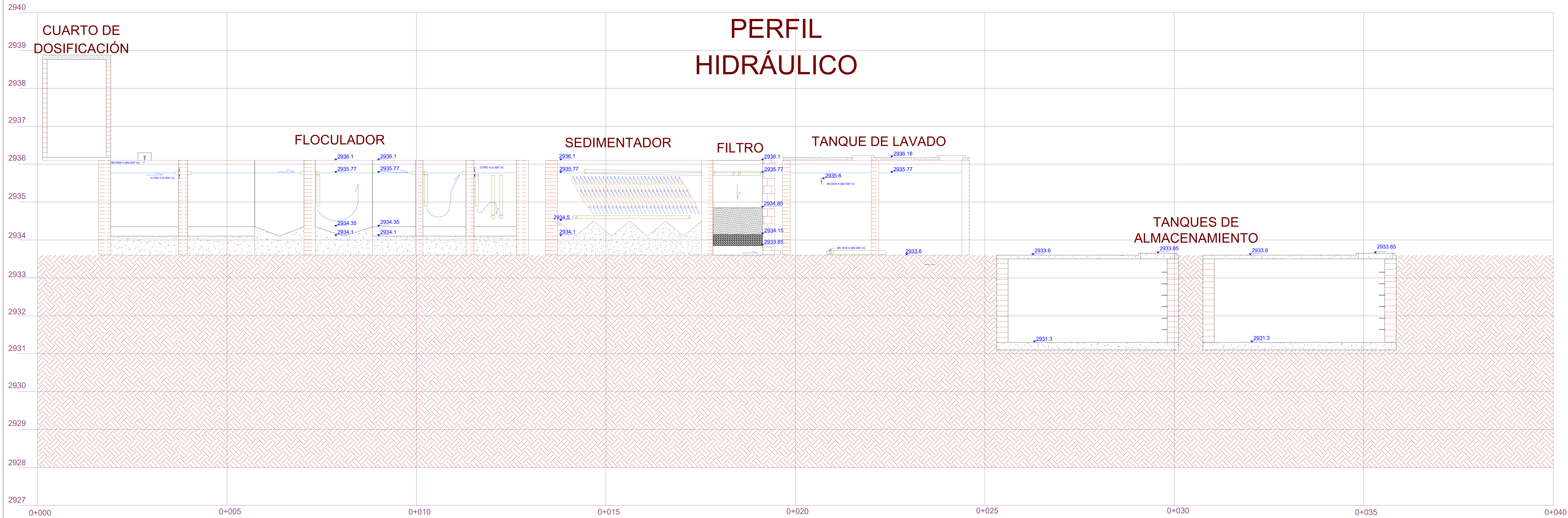
- TUBERIA ENTERRADA
- DIRECCIÓN DEL AGUA
- CONCRETO
- ARENA
- GRAVA
- AGUA DE LAVADO FILTRO

NOTAS:

1. PERFIL HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CON LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO Y ENTRADA DE FUNCIONAMIENTO.

2. DISEÑADO POR: MARIA MARGARITA CABALLERO PEDROZA
JULIAN ANDRES LANCHEROS TORRES

VoBo: DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VoBo: PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ



NOTAS:
1. PERFIL HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO COMO SE ENCUENTRA ACTUALMENTE.

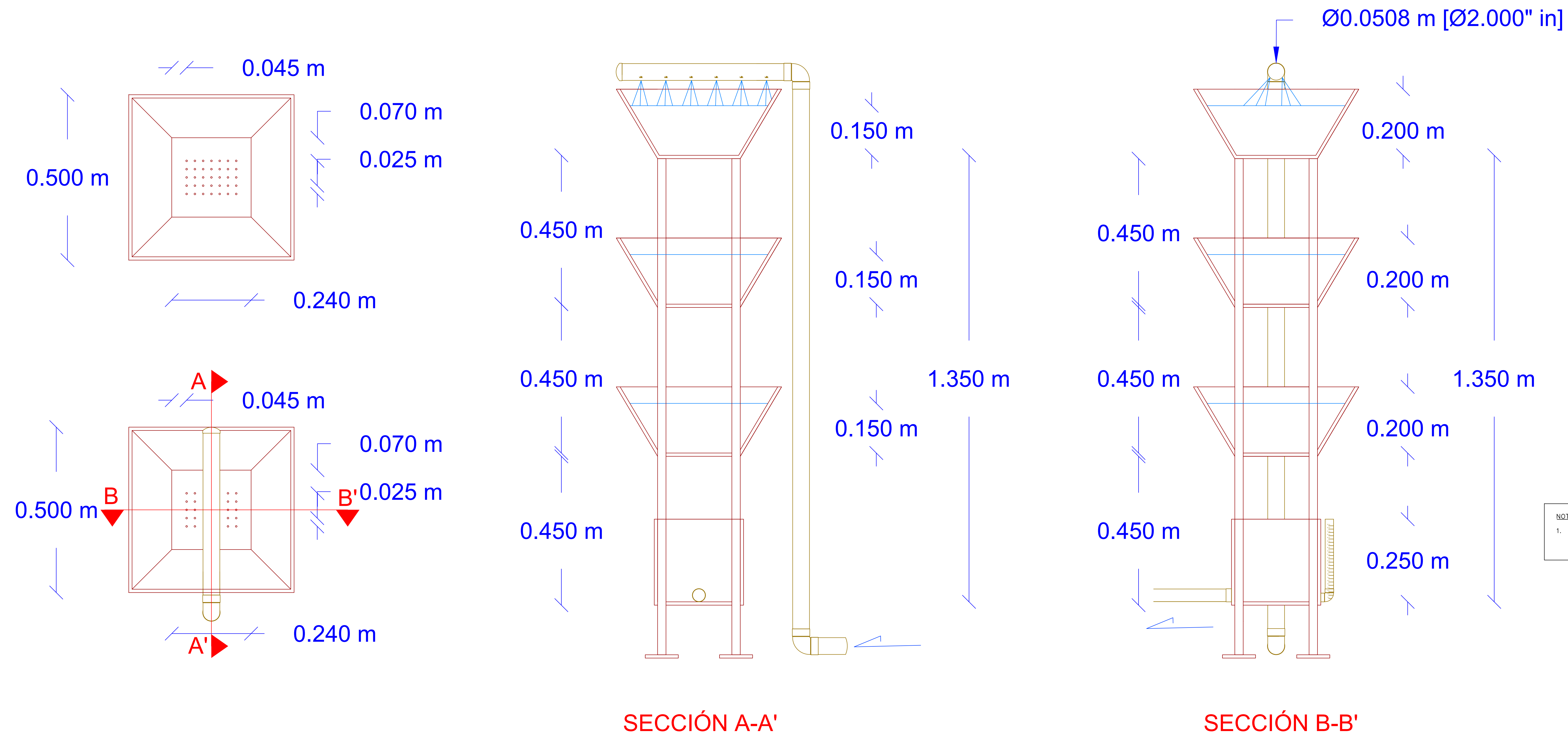
CONVENCIONES

- TUBERIA ENTERRADA
- DIRECCIÓN DEL AGUA
- CONCRETO
- ARENA
- GRAVA
- AGUA DE LAVADO FILTRO

VaBo DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VaBo PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

MODIFICACIONES		
FECHA	MODIFICACIÓN	FIRMA

AIREADOR DE BANDEJAS



NOTAS:

1.

CONVENCIONES

- TUBERIA ENTERRADA
- DIRECCIÓN DEL AGUA
- CONCRETO
- ARENA
- GRAVA
- AGUA DE LAVADO FILTRO

Escala

0 10 20 30 40 50 m

1:500

VoBo DIRECTOR:

Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL

VoBo PAR:

Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

AFORADOR

0.250 m

0.250 m

0.250 m
Ø0.0381 m [Ø1.500" in]

Ø0.0254 m [Ø1.000" in]

CONVENCIONES

TUBERIA ENTERRADA

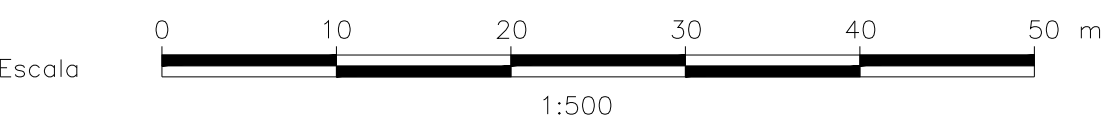
DIRECCIÓN DEL AGUA

CONCRETO

ARENA

GRAVA

AGUA DE LAVADO
FILTRO



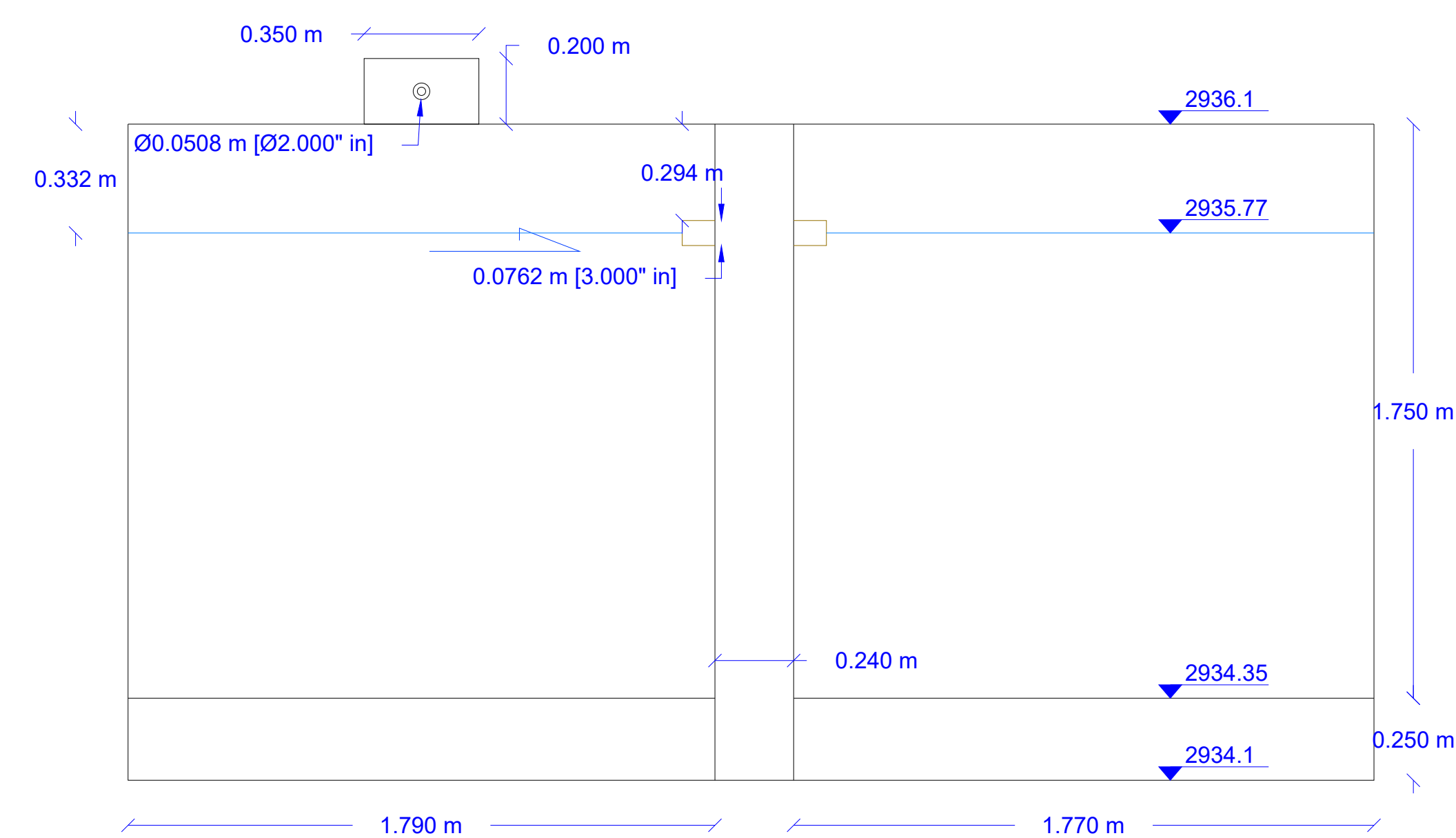
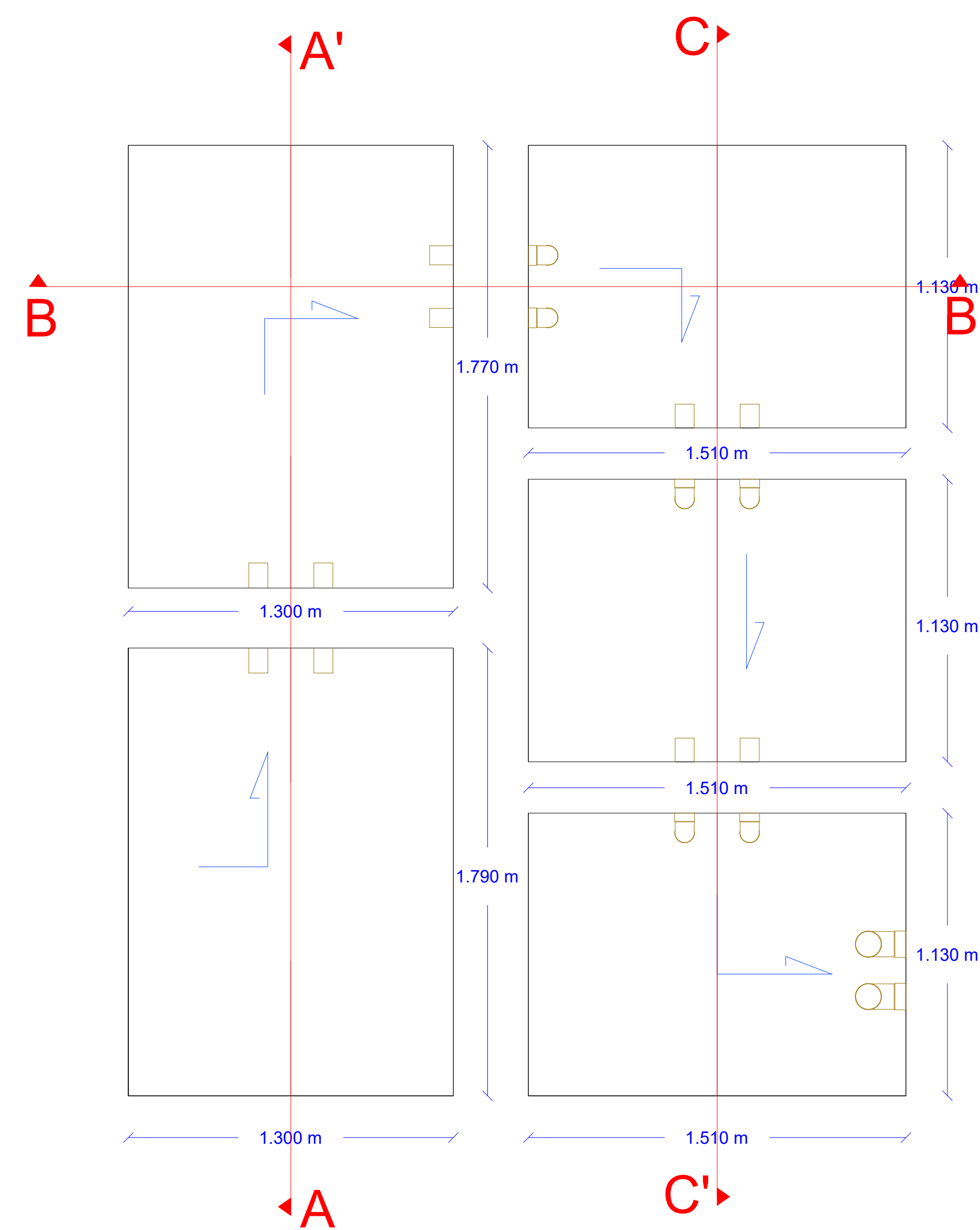
VuBo DIRECTOR:

VuBo PAR:

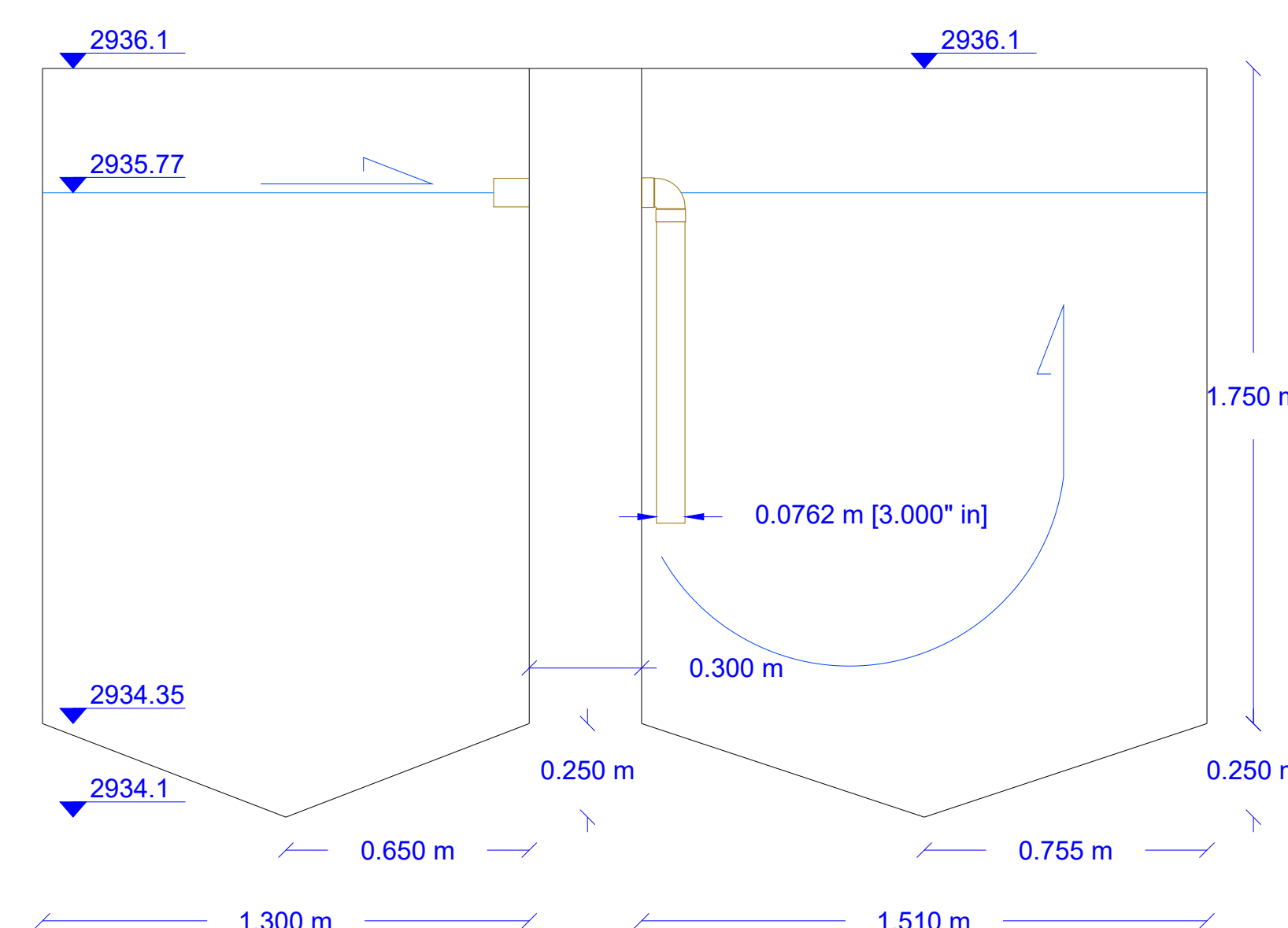
VuBo:

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C.	ESTUDIANTES: JULIÁN LANCHEROS Y MARIA CABALLERO Código: 2156316 Y 2155777	COMITE DE GRADO: COORDINADOR: xxxxxxxx	LOCALIZACIÓN: ESC: 1:100 	Coordenadas cartes: topográfico Identificación: Cota: ARBITRARIAS N=: ARBITRARIAS E=: ARBITRARIAS	MODIFICACIONES			PROYECTO: PREDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACION DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA Contiene : VISTA EN PLANTA Y CORTES DEL AFORADOR	NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199 LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL ESCALA: 1:500	NOMBRE DEL ARCHIVO: LEVANTAMIENTO PTAP.DWG	PROYECTO N° : 1 FECHA: 22 DE FEBRERO DE 2021 PLANO No. 6/12
					FECHA	MODIFICACIÓN	FIRMA				

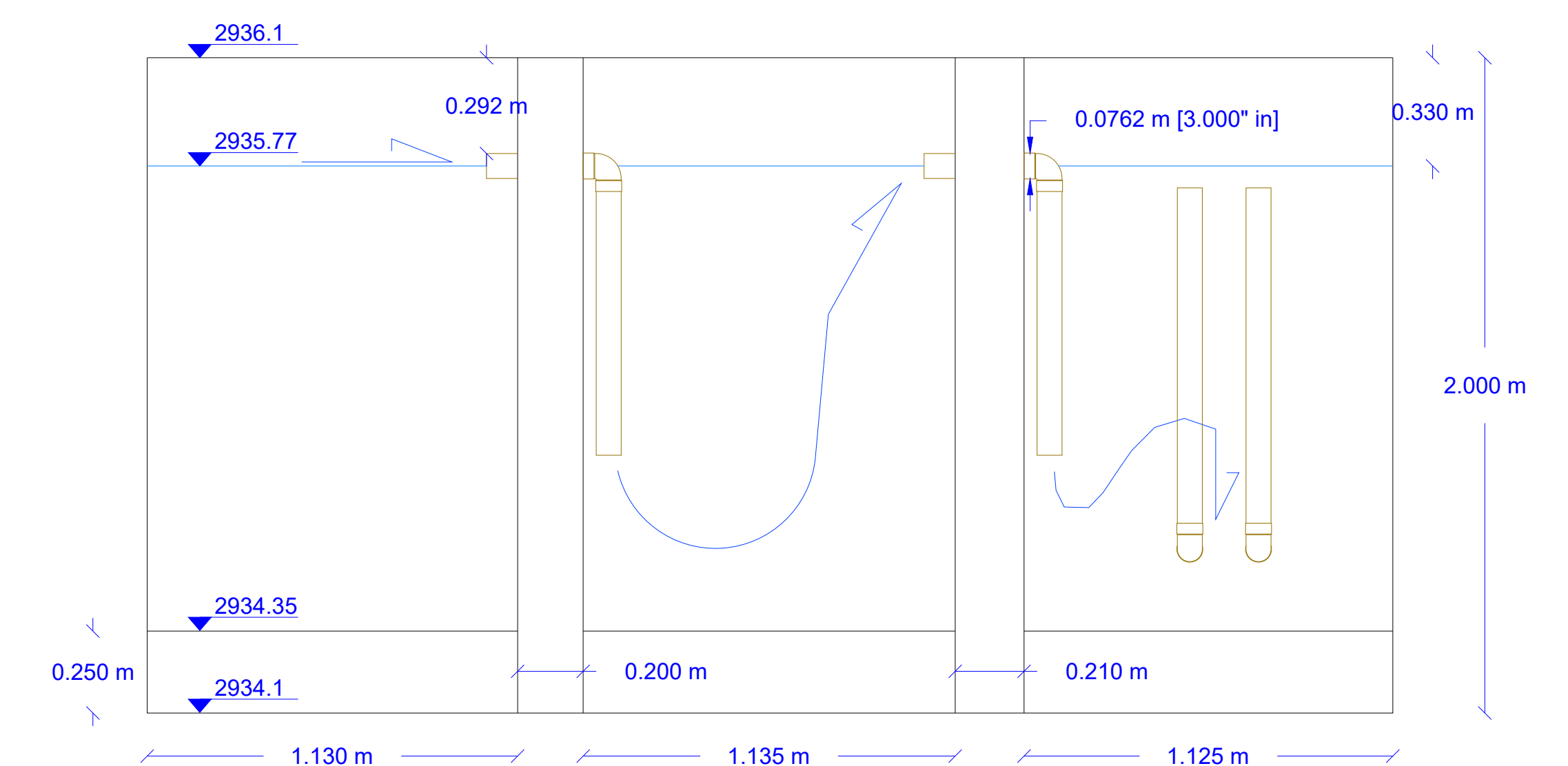
SECCIÓN A-A'



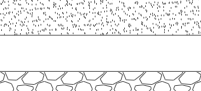
SECCIÓN B-B'

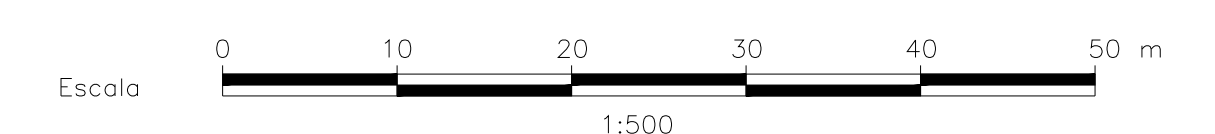


SECCIÓN C-C'



CONVENCIONES

	TUBERIA ENTERRADA
	DIRECCIÓN DEL AGUA
	CONCRETO
	ARENA
	GRAVA
	AGUA DE LAVADO FILTRO

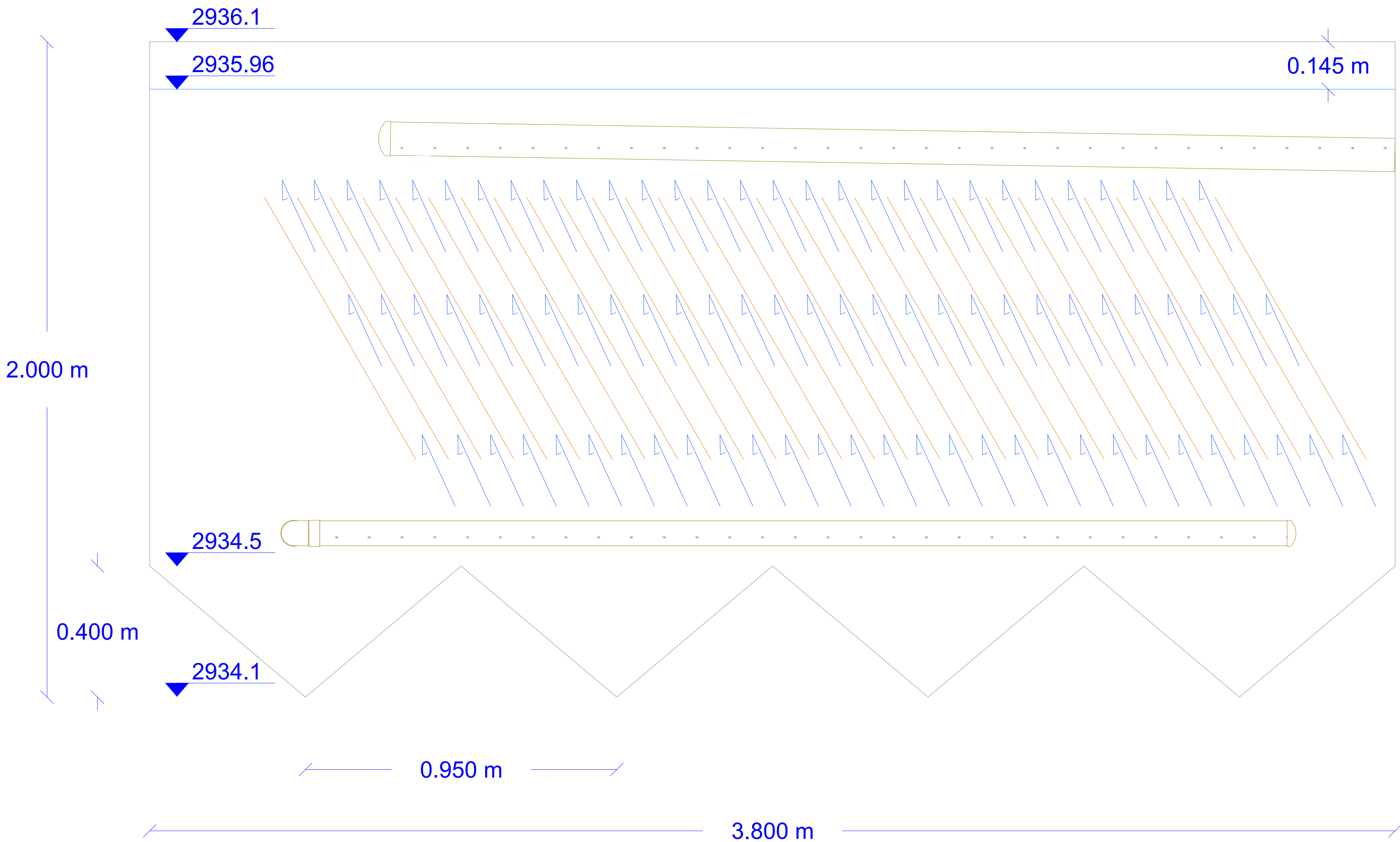
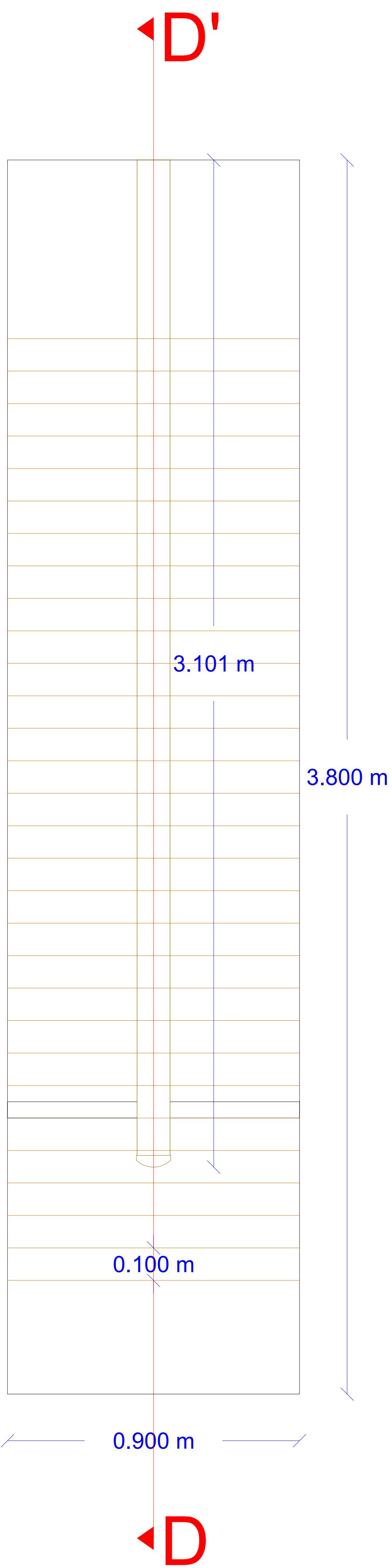


VoBo DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VoBo PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

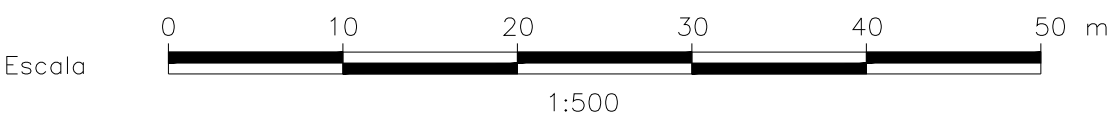
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C.	ESTUDIANTE(S):	COMITÉ DE GRADO:	LOCALIZACIÓN: ESC: 1:1000	Coordenadas en: UTM Eje X: Eje Y: Identificación: U= E= 	MODIFICACIONES		PROYECTO: REDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACION DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA	NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199		PROYECTO N° : 1
	FECHA MODIFICACION FIRMA		Contiene : VISTA EN PLANTA Y CORTES DE FLOCULADOR		LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA		FECHA: 22 DE FEBRERO DE 2021			
					ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS		PLANO No. 7/12			
					TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL					
					ESCALA: 1:500 NOMBRE DEL ARCHIVO: LEVANTAMIENTO PTAP.DWG					

SEDIMENTADOR

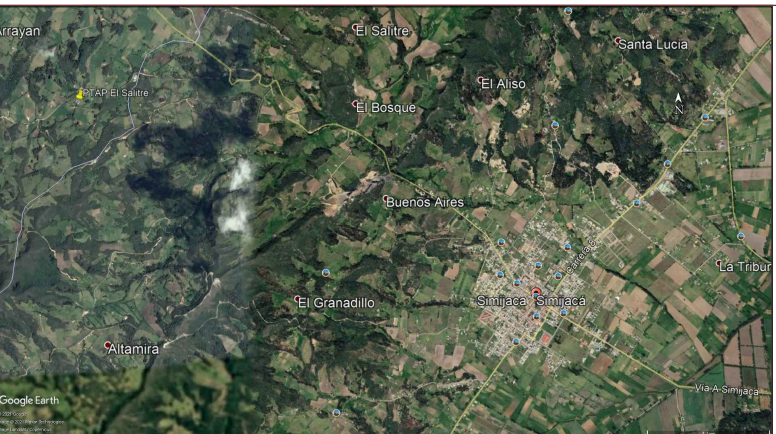
SECCIÓN D-D'



CONVENCIONES	
	TUBERIA ENTERRADA
	DIRECCIÓN DEL AGUA
	CONCRETO
	ARENA
	GRAVA
	AGUA DE LAVADO FILTRO



Nombre DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

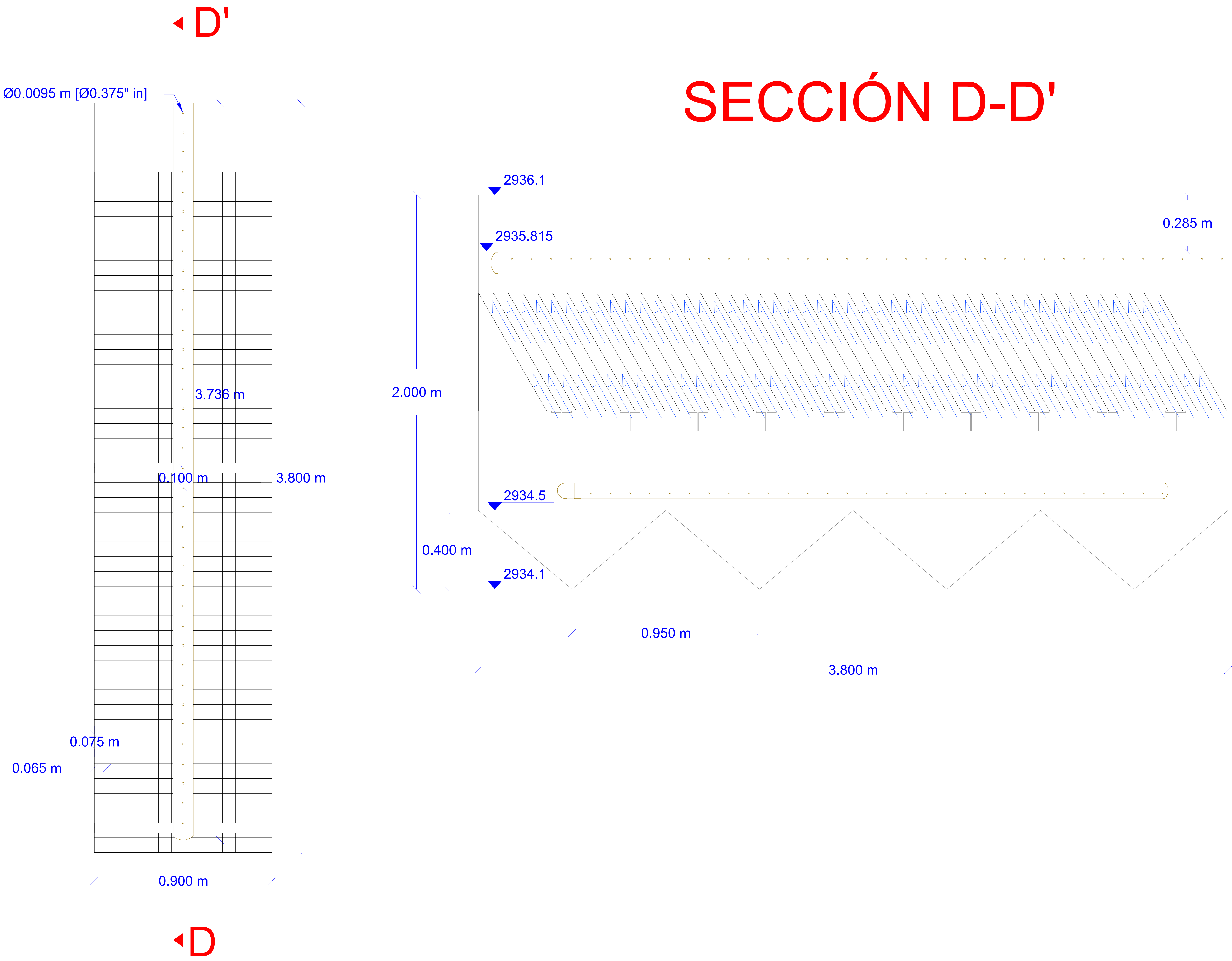


MODIFICACIONES		
FECHA	MODIFICACIÓN	FIRMA

PROYECTO: PREDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACION DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA	NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199
Contiene : VISTA EN PLANTA Y CORTES DEL SEDIMENTADOR	LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA
	ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS
	TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL
	ESCALA: 1:500

SEDIMENTADOR PROPUESTO

SECCIÓN D-D'



NOTAS:
1. SEDIMENTADOR PROPUESTO CON BAJANTES CUADRADAS DE PVC DE 10X10 CM.

CONVENCIONES	
	TUBERIA ENTERRADA
	DIRECCIÓN DEL AGUA
	CONCRETO
	ARENA
	GRAVA
	AGUA DE LAVADO FILTRO

Visto DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
Visto PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ



MODIFICACIONES		
FECHA	MODIFICACIÓN	FIRMA

PROYECTO:
REDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACIÓN DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
DE LA VEREDA EL SALITRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA

Contiene : VISTA EN PLANTA Y CORTES DEL SEDIMENTADOR

NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199
LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA

ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS

TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL

ESCALA: 1:500

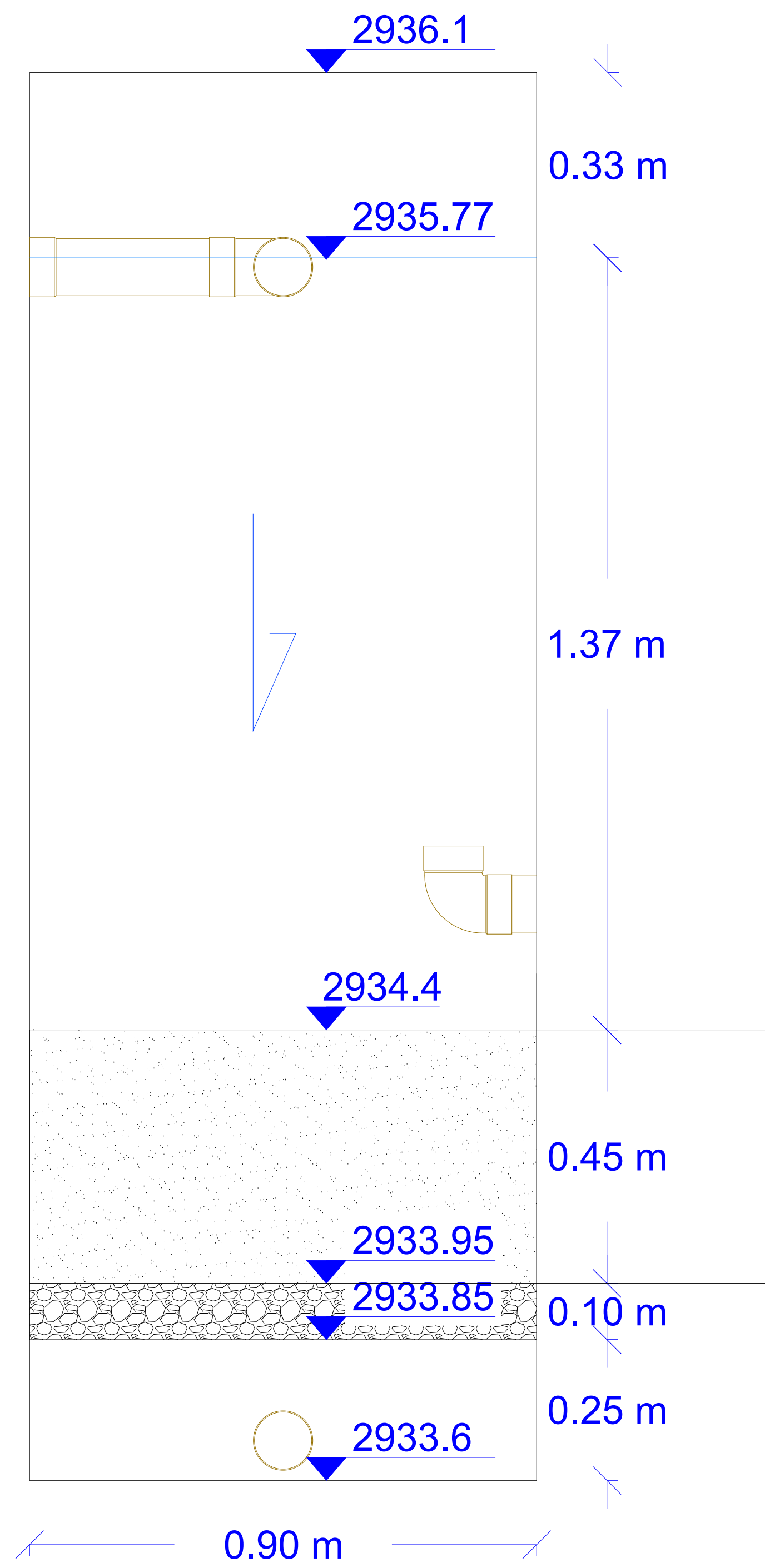
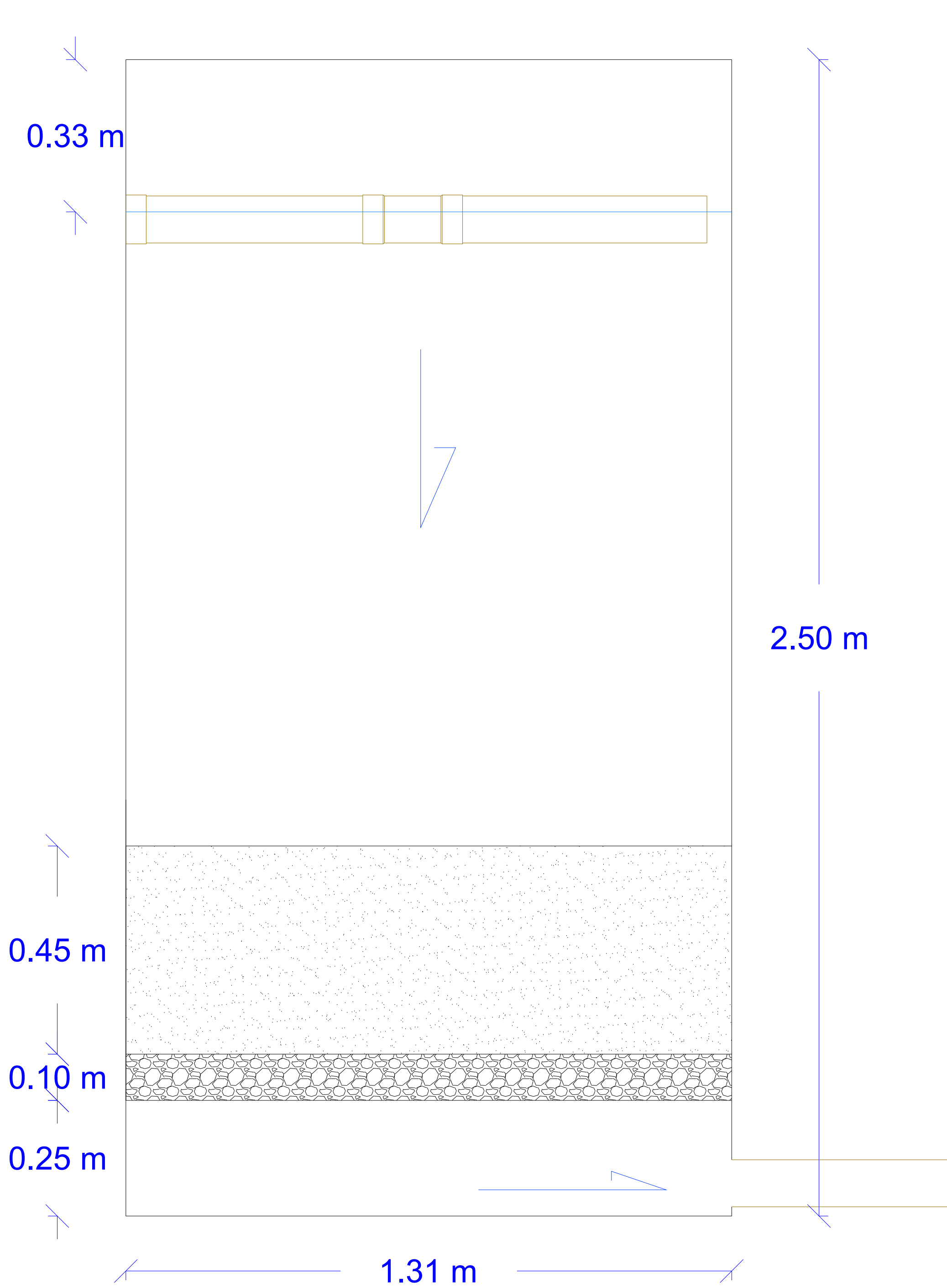
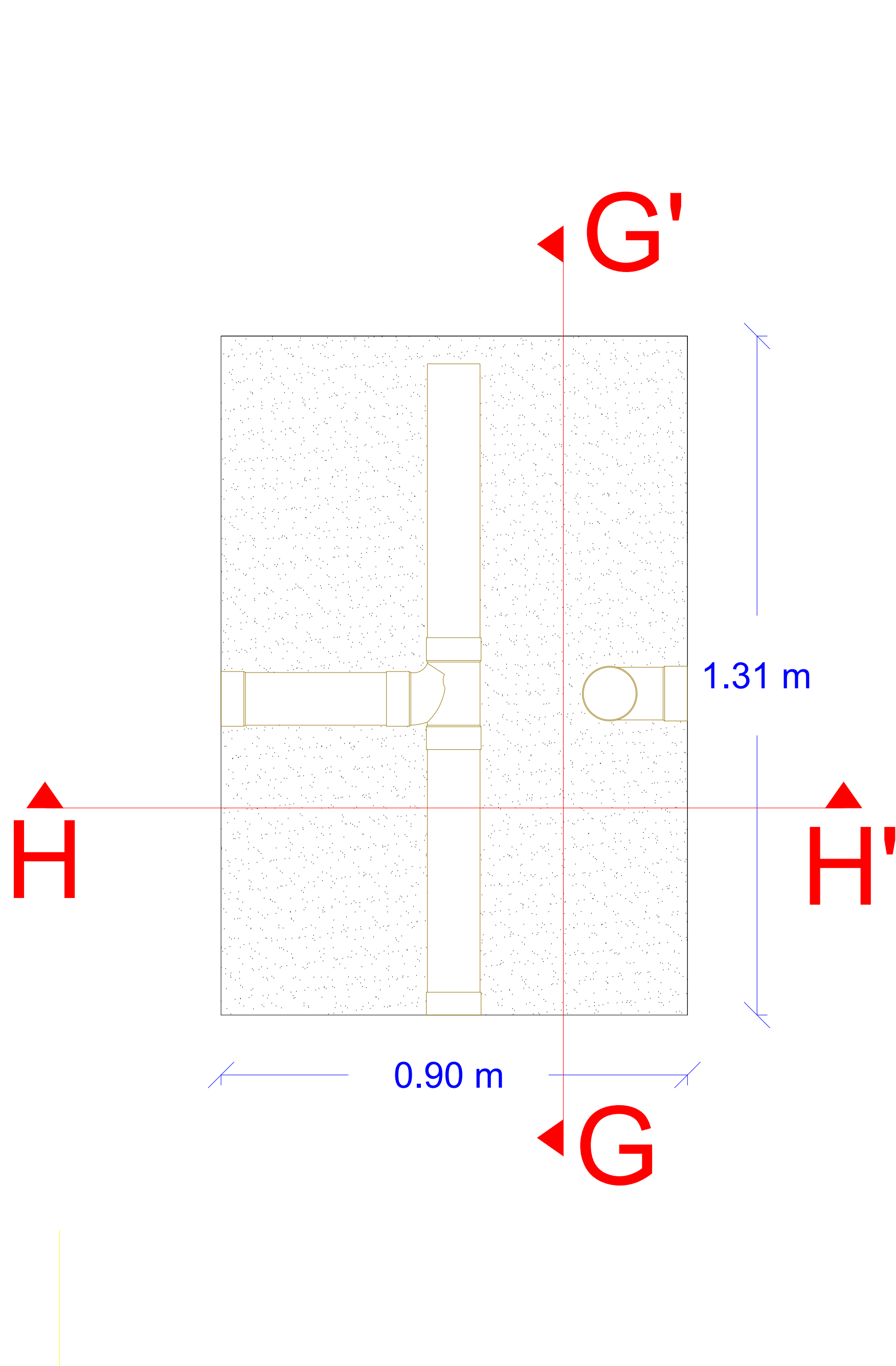
NOMBRE DEL ARCHIVO:
LEVANTAMIENTO_PTAP.DWG

PROYECTO N° : 1
FECHA: 22 DE FEBRERO DE 2021
PLANO No. 9/12

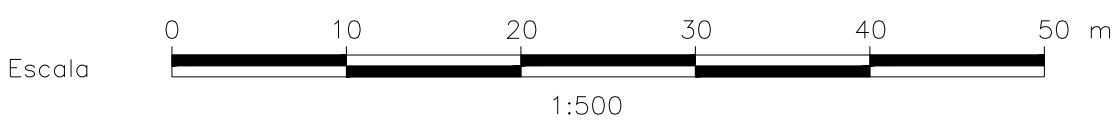
FILTRO

SECCIÓN G-G'

SECCIÓN H-H'



CONVENCIONES	
	TUBERIA ENTERRADA
	DIRECCIÓN DEL AGUA
	CONCRETO
	ARENA
	GRAVA



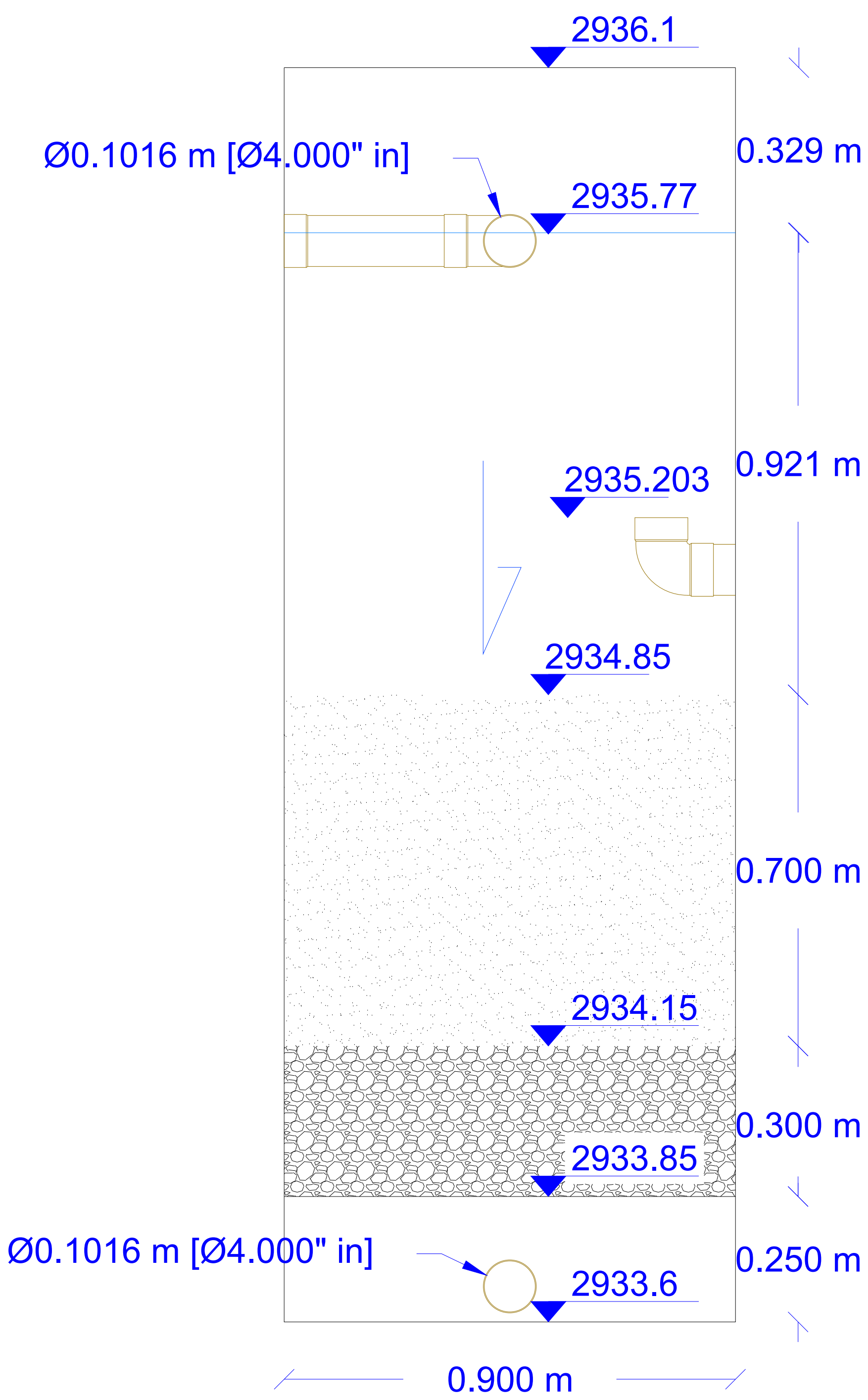
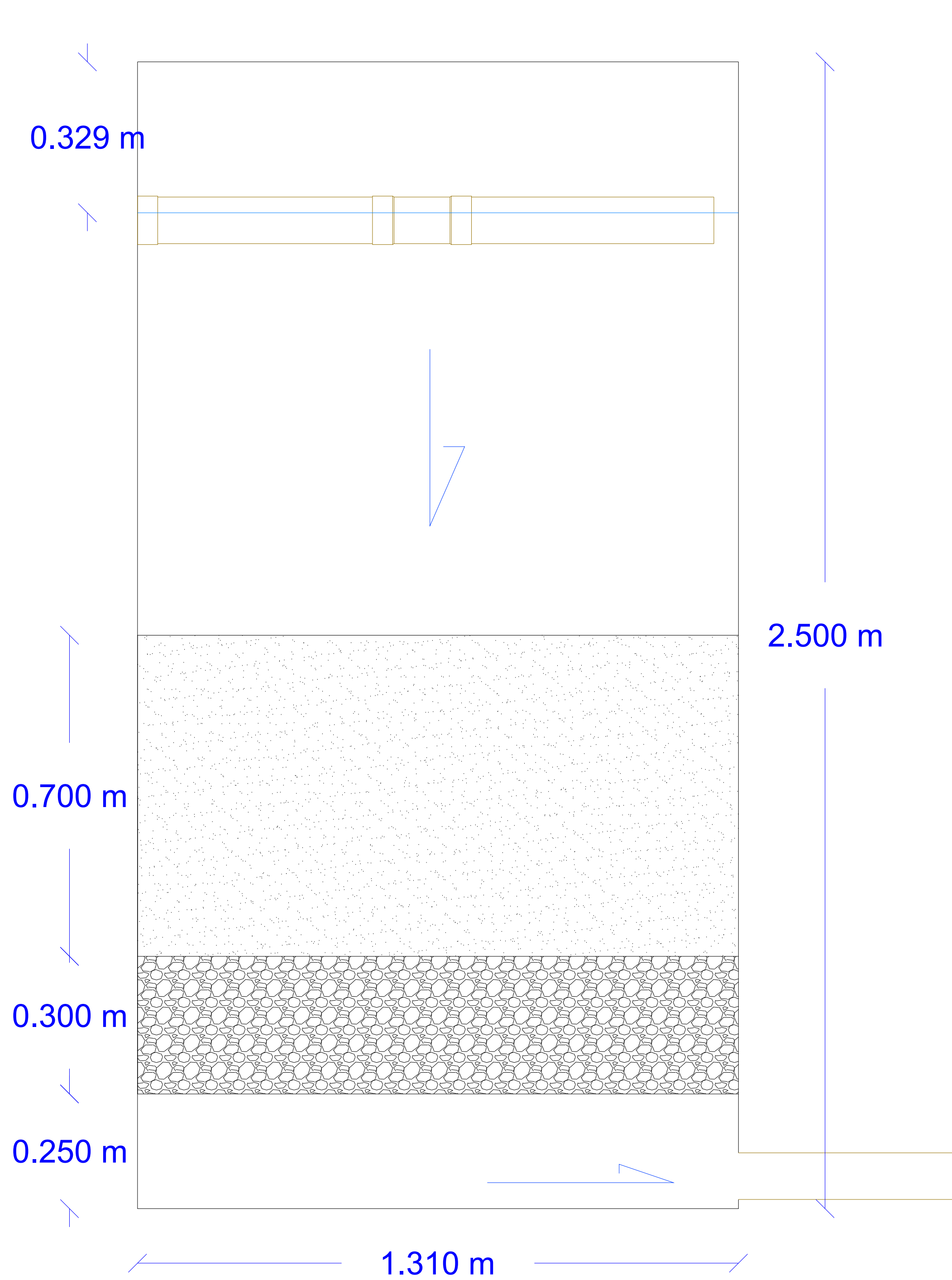
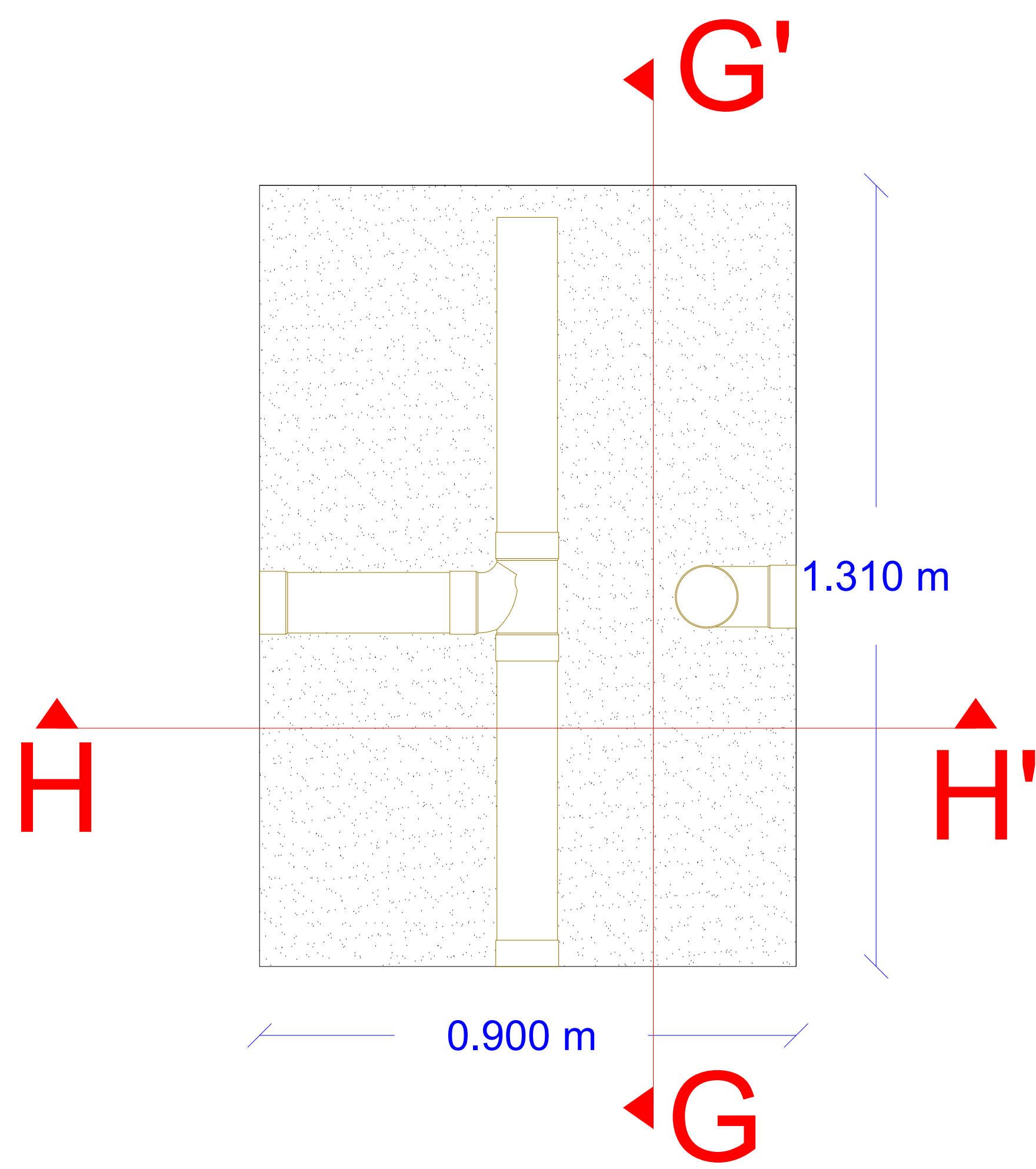
VuBo DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VuBo PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

	ESTUDIANTES: JULIAN LANCHEROS Y MARIA CABALLERO Código: 2156316 Y 2155777	COMITE DE GRADO: COORDINADOR: XXXXXXXX	LOCALIZA ESC: 1:100 	Coordenadas código topográfico Identificación: Cota: ARBITRARIAS N= ARBITRARIAS E= ARBITRARIAS	MODIFICACIONES		PROYECTO: PREDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACION DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA Contiene : VISTA EN PLANTA Y CORTES DE FILTRO	NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199 LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL ESCALA: 1:500	NOMBRE DEL ARCHIVO: LEVANTAMIENTO PTAP.DWG	PROYECTO N° : 1
										FECHA: 22 DE FEBRERO DE 2021
										PLANO No.
										4/5

FILTRO

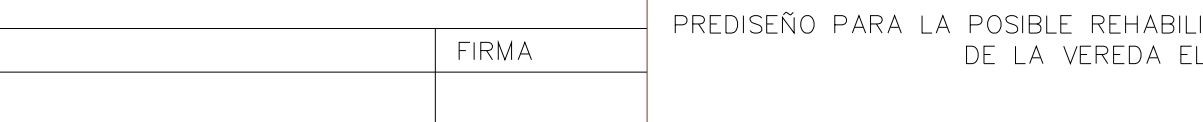
SECCIÓN G-G'

SECCIÓN H-H'

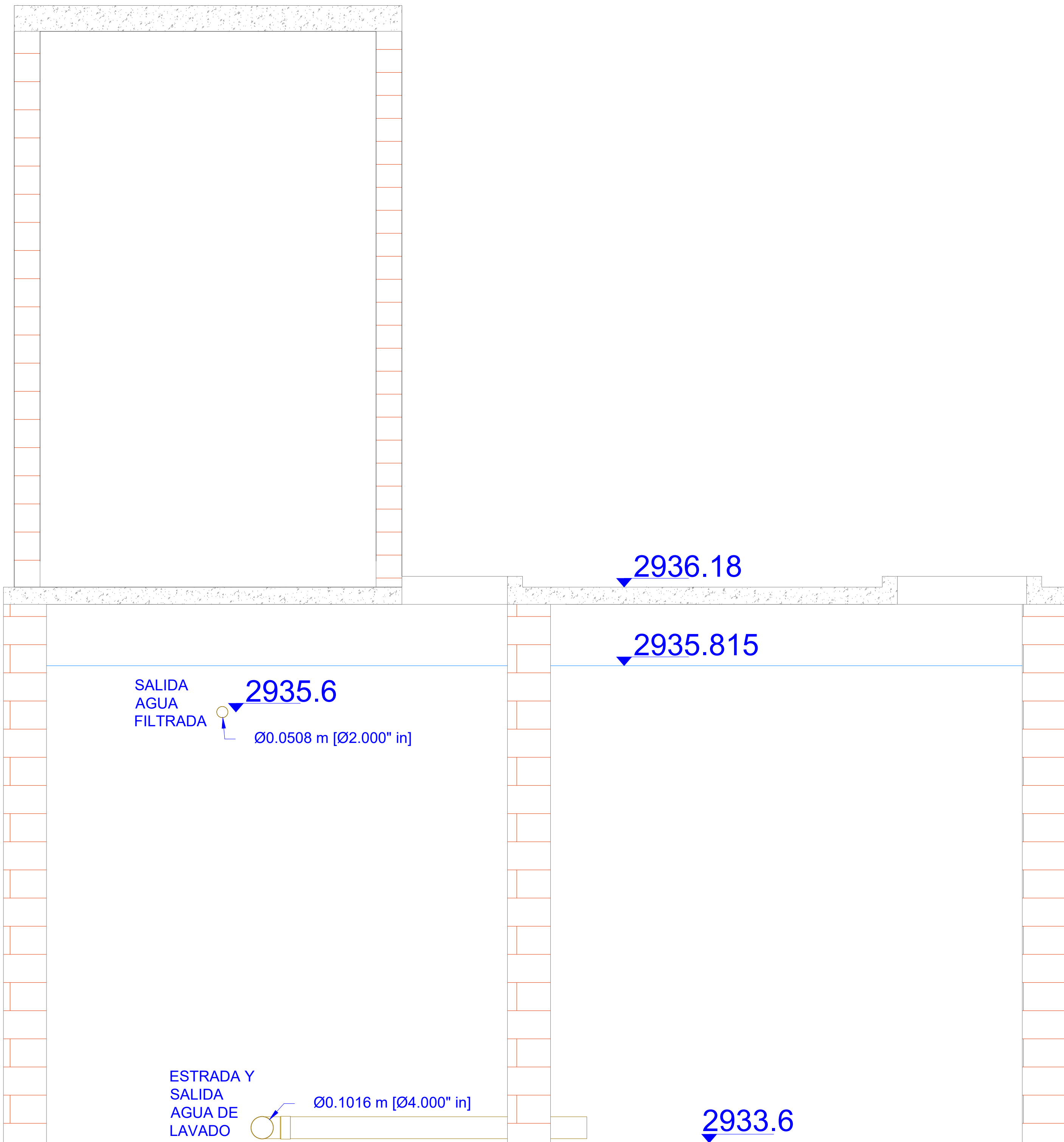
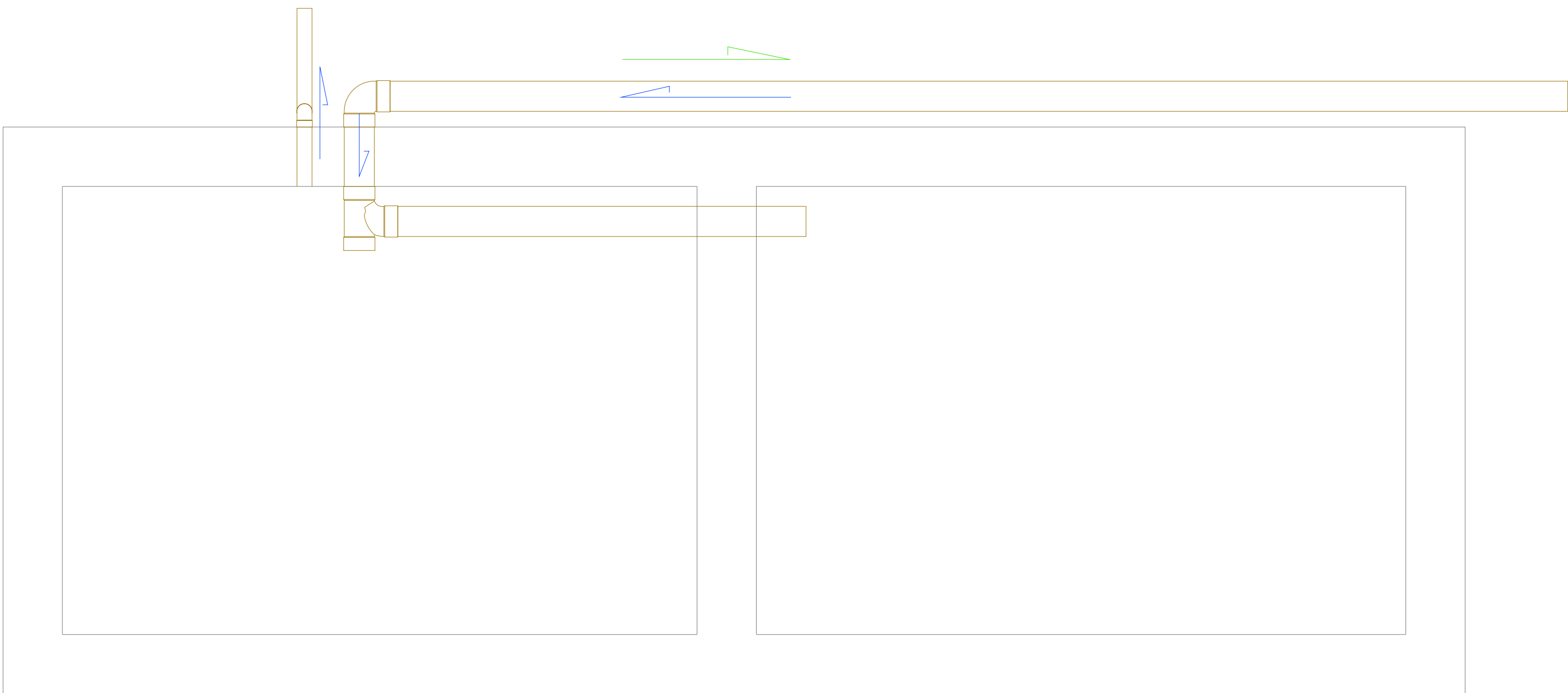
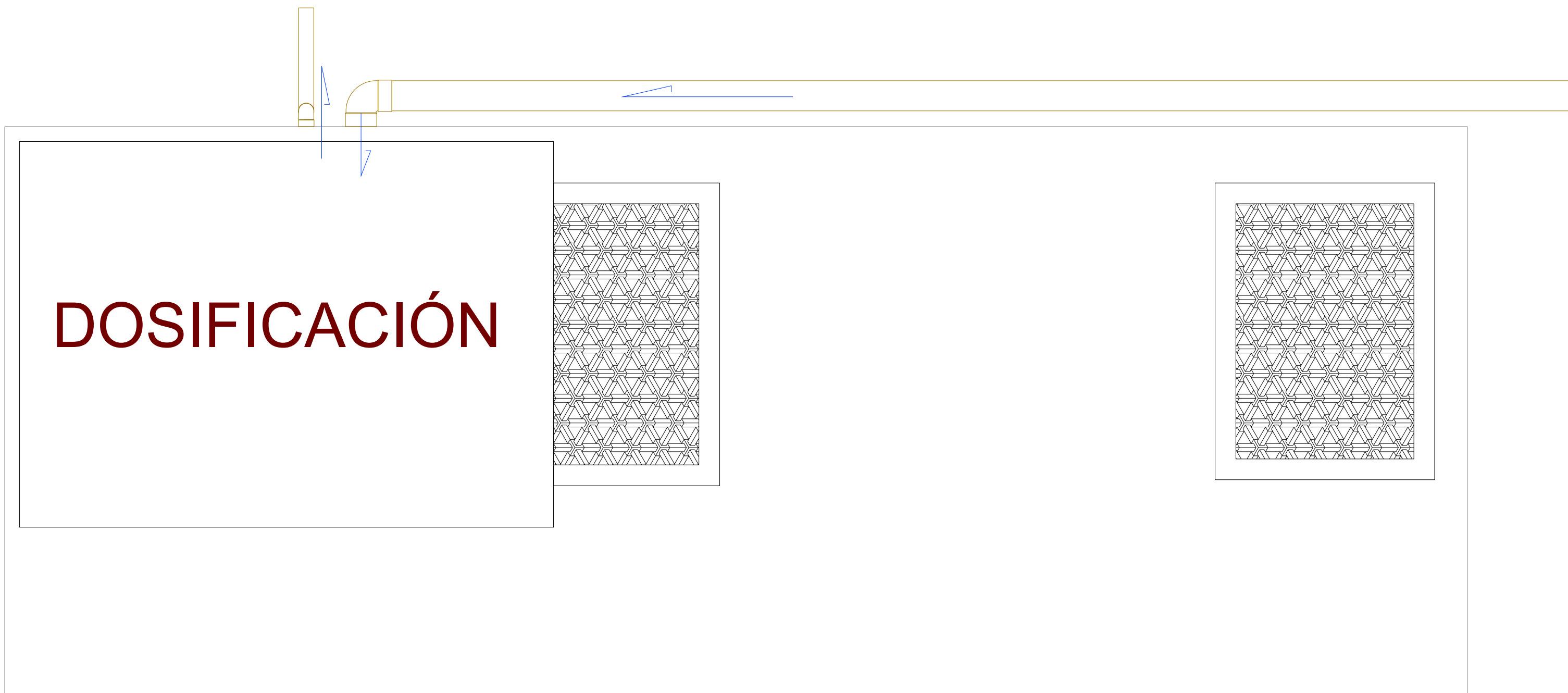


CONVENCIONES	
	TUBERIA ENTERRADA
	DIRECCIÓN DEL AGUA
	CONCRETO
	ARENA
	GRAVA
	AGUA DE LAVADO FILTRO

VuBo DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VuBo PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C.	ESTUDIANTES:	COMITE DE GRADO:	LOCALIZA ESC: 1:100		Coordenadas amarre topográfico Identificación: Cota: ARBITRARIAS N= ARBITRARIAS E= ARBITRARIAS	MODIFICACIONES		PROYECTO: PREDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACION DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALTIRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA	NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199	PROYECTO N° : 1	
	JULIÁN LANCHEROS Y MARIA CABALLERO Código: 2156316 Y 2155777	COORDINADOR: xxxxxxxx	FECHA			MODIFICACIÓN	FIRMA	Contiene : VISTA EN PLANTA Y CORTES DE FILTRO	LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA	FECHA: 22 DE FEBRERO DE 2021	
									ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS		PLANO No. 10/12
									TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL		
									ESCALA: 1:500		

TANQUE DE LAVADO



CONVENCIONES

- TUBERIA ENTERRADA
- DIRECCIÓN DEL AGUA
- CONCRETO
- ARENA
- GRAVA
- AGUA DE LAVADO FILTRO

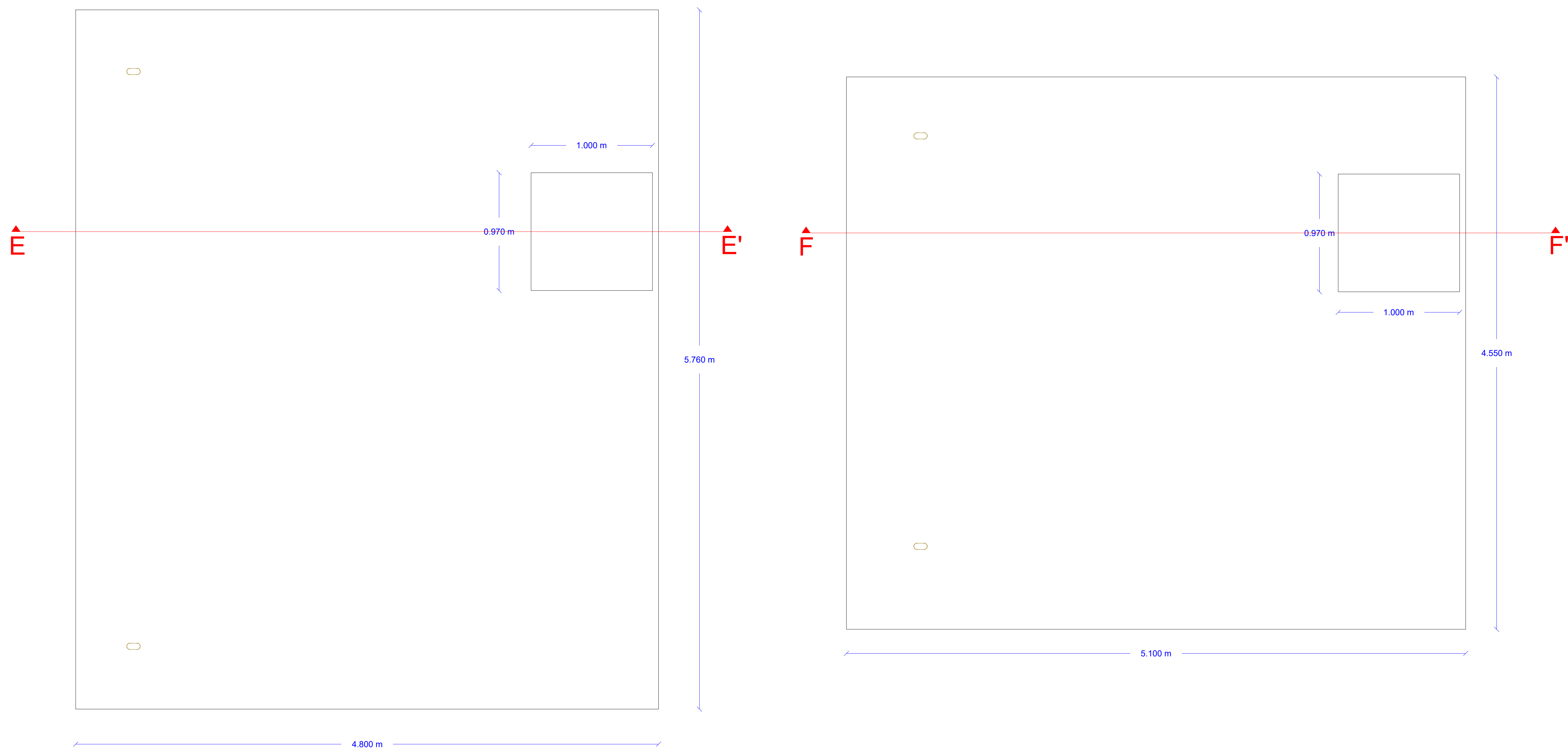
VoBo DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VoBo PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ



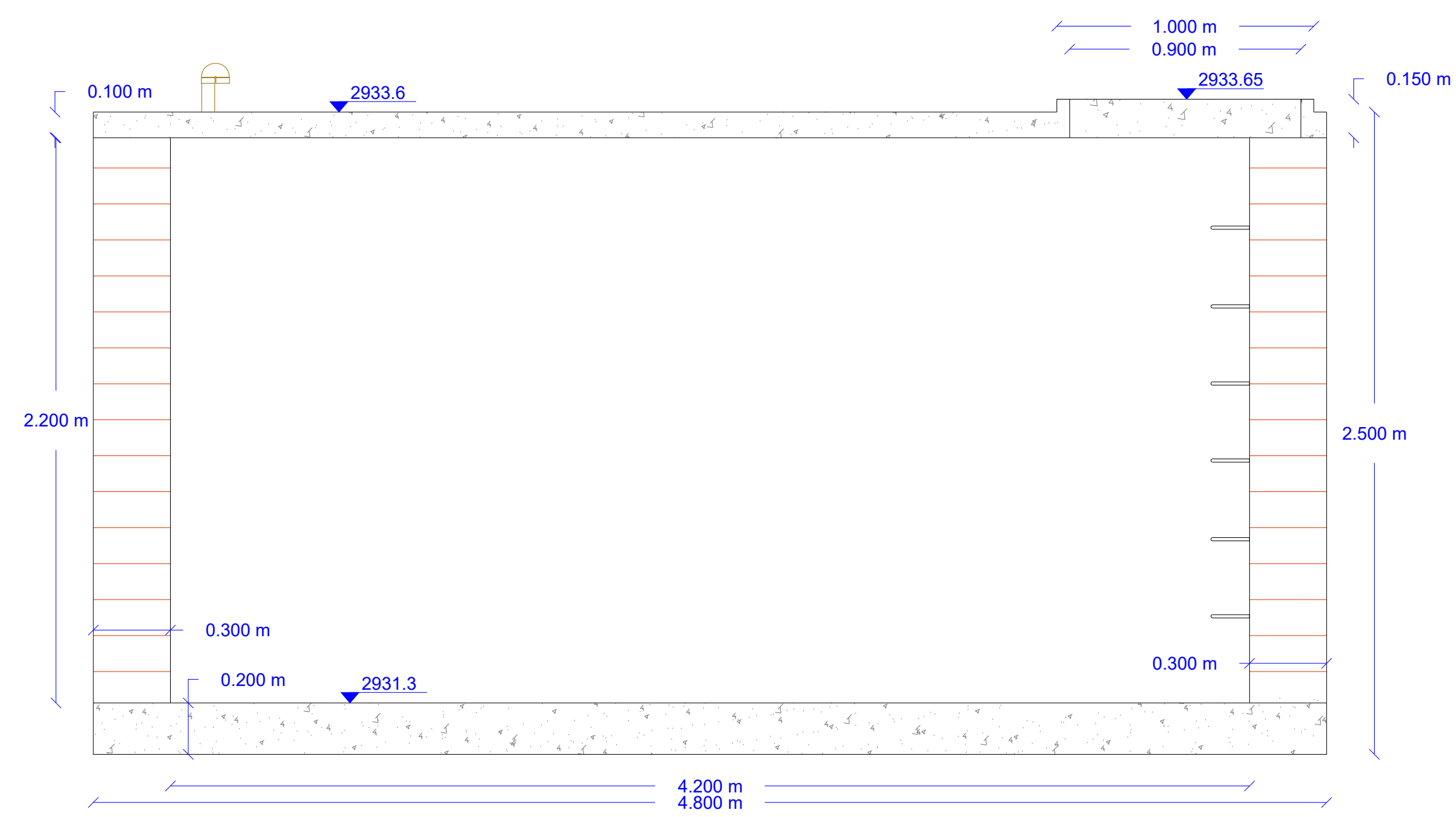
MODIFICACIONES		
FECHA	MODIFICACIÓN	FIRMA

NÚMERO PROYECTO DE GRADO:	199
LOCALIZACIÓN :	SIMIJACA CUNDINAMARCA
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	AGUAS
TIPO PROYECTO DE GRADO:	SOCIAL
ESCALA:	1:500
NOMBRE DEL ARCHIVO:	LEVANTAMIENTO PTAP.DWG

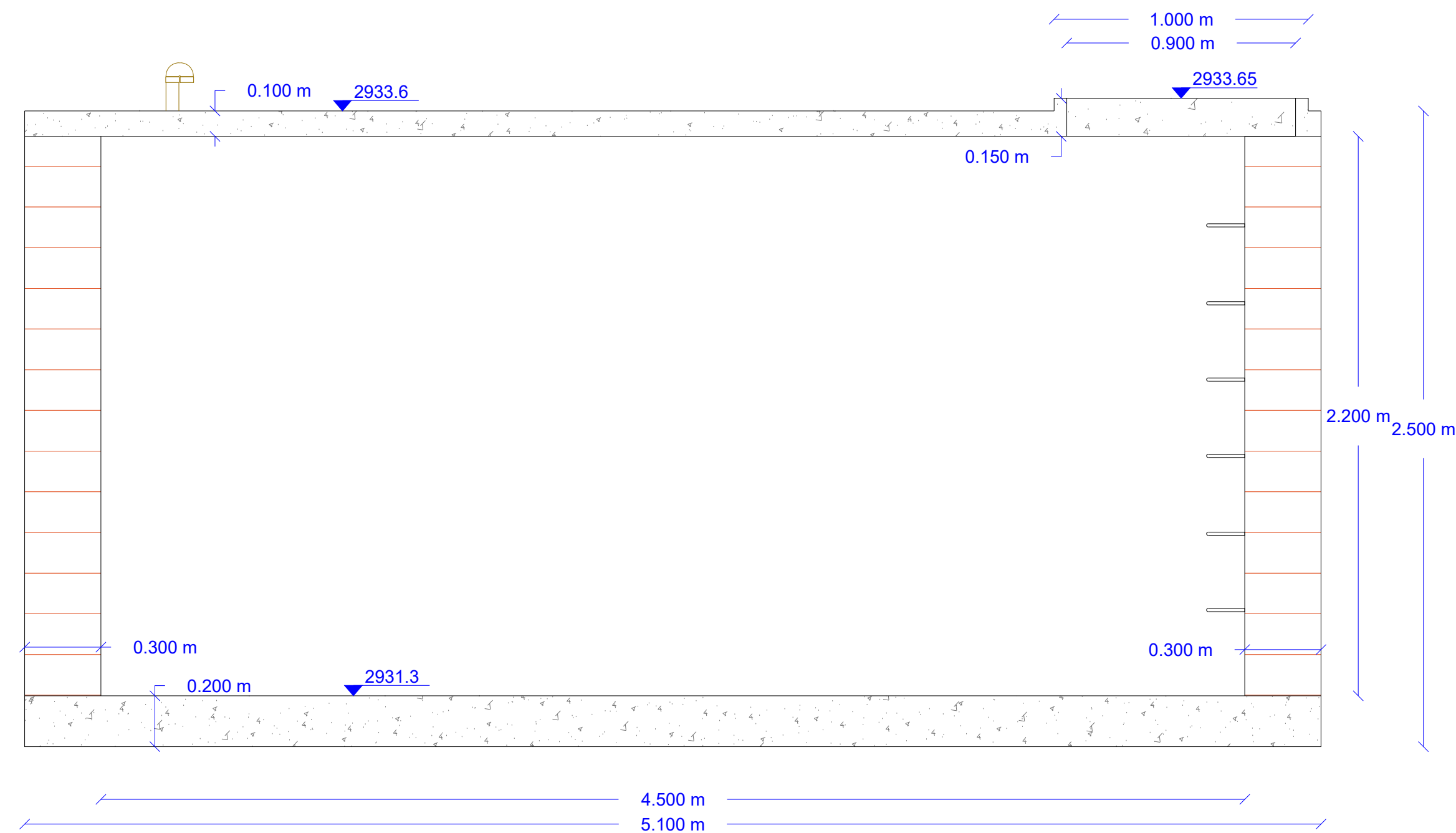
TANQUES DE ALMACENAMIENTO



SECCIÓN E-E'



SECCIÓN F-F'



CONVENCIONES	
	TUBERIA ENTERRADA
	DIRECCIÓN DEL AGUA
	CONCRETO
	ARENA
	GRAVA
	AGUA DE LAVADO FILTRO

VoBo DIRECTOR:
Nombre: OSCAR BAQUERO ANGEL
VoBo PAR:
Nombre: FABIO EDUARDO DIAZ LOPEZ

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C.	ESTUDIANTES:	COMITÉ DE GRADO:	LOCALIZACIÓN: ESC: 1:100		Coordenadas Origen: topográfico Identificadas: Cota: ARBITRARIAS N= ARBITRARIAS E= ARBITRARIAS	MODIFICACIONES		PROYECTO: REDISEÑO PARA LA POSIBLE REHABILITACION DE LA PLANA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA EL SALITRE DEL MUNICIPIO DE SIMIJACA	NÚMERO PROYECTO DE GRADO: 199	PROYECTO N° : 1		
	JULIÁN LANCHEROS Y MARIA CABALLERO Código: 2156316 Y 2155777	COORDINADOR: xxxxxxxx					FECHA	MODIFICACIÓN	FIRMA	Contiene VISTA EN PLANTA Y CORTE DE LOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO	LOCALIZACIÓN : SIMIJACA CUNDINAMARCA	FECHA: 22 DE FEBRERO DE 2021
											ÁREA DE CONOCIMIENTO: AGUAS	PLANO No. 12/12
											TIPO PROYECTO DE GRADO: SOCIAL	
									ESCALA: 1:500	NOMBRE DEL ARCHIVO: LEVANTAMIENTO_PTAP.DWG		