



---

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) Y PLANTAS DE  
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) EN LA FUNDACIÓN PARA EL  
DESARROLLO AMBIENTAL, SOCIAL Y CULTURAL-ODONATA**



**ANDRÉS ALVEAR BETANCOURT**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN - CAUCA**

**2020**



**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) Y PLANTAS DE  
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) EN LA FUNDACIÓN PARA EL  
DESARROLLO AMBIENTAL, SOCIAL Y CULTURAL-ODONATA**



**Informe final de trabajo de grado modalidad práctica profesional- pasantía para  
obtener el título de ingeniero civil**

**ANDRÉS ALVEAR BETANCOURT**

**CODIGO: 100415021726**

**Director**

**MAURICIO HERNÁN AGUIRRE GÓMEZ**

**Ingeniero Civil, MSc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN – CAUCA**

**2020**



### NOTA DE ACEPTACIÓN

El Director y los Jurados evaluaron este documento, estuvieron presentes durante la sustentación y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniero Civil.

---

JURADO

---

DIRECTOR DE LA PASANTÍA

Popayán, Junio 11 de 2020.



## AGRADECIMIENTOS

*Primordialmente a Dios por permitirme culminar con esta etapa; a mis padres y familiares por el apoyo constante en cada fase de este proceso; a los docentes por su profesionalismo, colaboración, humanismo y compromiso para apoyarme en la carrera de aprendizaje.*

*Agradecimiento especial al Ingeniero Mauricio Hernán Aguirre Gómez por la responsabilidad en la dirección del presente trabajo, por su dedicación, asesoría, para el logro de las metas propuestas. Al Ingeniero Rodrigo Alberto Álvarez Agudelo por la oportunidad brindada para realizar la práctica profesional a todo el personal de la FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL SOCIAL Y CULTURAL ODONATA, por su enseñanza durante el transcurso de las labores de la práctica. A mis compañeros y amigos que con su amistad hicieron más tolerables los tiempos difíciles.*



---

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>14</b>
<b>3. GENERALIDADES DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 INFORMACION DE LA EMPRESA RECEPTORA.....</b>	<b>15</b>
3.1.1 DATOS DE LA EMPRESA.....	15
3.1.2 OBJETO SOCIAL .....	15
3.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	16
<b>3.2 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ACUEDUCTO INTERVEREDAL – LA BETULIA – EL ASIO – CALOTO NUEVO .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 LOCALIZACIÓN .....	16
3.2.2 DATOS DEL PROYECTO .....	17
3.2.3 TECNOLOGÍA “TECNIFLOC” .....	18
3.2.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN PÚBLICA .....	20
<b>3.3 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES PARCELACIÓN SAN CRISTÓBAL .....</b>	<b>23</b>
3.3.1 LOCALIZACIÓN .....	23
3.3.2 DATOS DEL PROYECTO .....	25
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 PTAP INTERVEREDAL TORIBIO .....</b>	<b>26</b>



---

<b>4.2</b>	<b>PTAR PARCELACIÓN SAN CRISTOBAL .....</b>	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>DESARROLLO DE ACTIVIDADES PTAP TORIBIO .....</b>	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA LOSA DE SOPORTE PRINCIPAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>31</b>
5.1.1	COMBINACIONES DE CARGA.....	32
5.1.2	CARGAS .....	33
5.1.3	DISEÑO DE LOSA DE CIMENTACION .....	34
	CHEQUEO DE CIMENTACIÓN.....	34
	CHEQUEO DEL ACERO .....	35
<b>5.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN CAMPO.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3</b>	<b>MANEJO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS .....</b>	<b>56</b>
<b>5.4</b>	<b>COMPRA DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE BITACORAS. ....</b>	<b>57</b>
<b>5.5</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....</b>	<b>59</b>
<b>5.6</b>	<b>REALIZACION DE ACTAS DE PAGO PARCIAL .....</b>	<b>61</b>
<b>5.7</b>	<b>REALIZACION DE PRE-ACTAS .....</b>	<b>64</b>
<b>6.</b>	<b>PROYECTO PTAR PARCELACIÓN SAN CRISTOBAL.....</b>	<b>65</b>
<b>6.1</b>	<b>AJUSTE DE LA LOCALIZACIÓN EN CAMPO DE LAS ETAPAS DEL TRATAMIENTO .....</b>	<b>66</b>
<b>6.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO, SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN CAMPO.....</b>	<b>69</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>



---

<b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>78</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>79</b>
<b>10.1 PRE-ACTA No 1.....</b>	<b>79</b>



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL PROYECTO PTAP TORIBIO-----	17
FIGURA 2: LOCALIZACIÓN PROYECTO PTAP TORIBIO -----	17
FIGURA 3. UBICACIÓN PTAR SAN CRISTÓBAL -----	24
FIGURA 4: UBICACIÓN PARCELACIÓN SAN CRISTÓBAL -----	24
FIGURA 5. TENSIÓN MÁXIMA -----	34
FIGURA 6. MOMENTO MÁXIMO (KN-M) -----	35
FIGURA 7. CORTANTE MÁXIMO (KN) -----	35
FIGURA 8 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO MANUAL -----	38
FIGURA 9 EXCAVACIÓN Y PERFILADO DE TALUDES-----	39
FIGURA 10: EXCAVACIÓN PARA TUBERÍAS DE DESAGÜE-----	40
FIGURA 11: EXCAVACIÓN DE ZAPATAS-----	41
FIGURA 12: SOLADO PARA LOSAS DE E: 25CM -----	42
FIGURA 13. SOLADO PARA CAJAS DE LAVADO -----	43
FIGURA 14. COLOCACIÓN Y VIBRADO DEL CONCRETO DE LAS LOSAS DE E: 25 CM ---	44
FIGURA 15. ESQUEMA GENERAL DE CIMENTACIÓN DEL CERRAMIENTO CONSTRUIDO. (DIBUJO DE AUTOCAD .DWG) -----	44
FIGURA 16: ACERO DE LOSAS PRINCIPALES -----	46
FIGURA 17: ACERO DE VIGAS Y COLUMNAS-----	47
FIGURA 18: SUMINISTRO DE SISTEMA DE POTABILIZACIÓN. -----	48
FIGURA 19. VÁLVULAS VENTOSAS ANTES DEL REEMPLAZO-----	50
FIGURA 20. VARIACIÓN EN LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO-----	50
FIGURA 21. REEMPLAZO DE MATERIAL FILTRANTE EN LA UNIDAD DE COAGULACIÓN FLOCULACIÓN. -----	51





---

FIGURA 22. ESQUEMA GENERAL OBRA CIVIL DISPOSICIÓN DE LA PLANTA (DIBUJO DE AUTOCAD .DWG) -----52

FIGURA 23: CAJA DE LAVADO -----53

FIGURA 24. DOSIFICACIÓN DE CLORO-----54

FIGURA 25: PUERTA EN MAYA ESLABONADA EN ACERO GALVANIZADO -----55

FIGURA 26. CERRAMIENTO EN LADRILLO, MALLA ESLABONADA COLUMNAS DE CONCRETO, CIMENTACIÓN EN CONCRETO CICLÓPEO. -----56

FIGURA 27. DETALLE DE COMPONENTES DE LA PLANTA POTABILIZADORA TECNIFLOC-----57

FIGURA 28. DETALLE DE REFUERZO DE LOSA DE SOPORTE DE LAS UNIDADES DE LA PLANTA POTABILIZADORA TECNIFLOC -----57

FIGURA 29. TOMA DE MUESTRA DE CONCRETO PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN-----60

FIGURA 30. ESQUEMA GENERAL RED DE CONDUCCIÓN. -----67

FIGURA 31. LOCALIZACIÓN, REPLANTEO Y EXPLANACIÓN DE LOS SITIOS DE IMPLANTACIÓN DE LAS UNIDADES DE LA PTAR SAN CRISTOBAL-----71

FIGURA 32. COLOCACIÓN DE ACERO FORMAleta PARA LAS LOSAS DE SOPORTE DE LA PTAR SAN CRISTOBAL -----71

FIGURA 33. FUNDICIÓN DE LOSAS FLOTANTES DE SOPORTE PTAR SAN CRISTOBAL --72



## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PRESUPUESTO GENERAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE POTABILIZACIÓN TECNI-FLOC -----	23
TABLA 2. ACERO PARA LOSAS DE SOPORTE PRINCIPALES DEL SISTEMA-----	46
TABLA 3: ACERO PARA LOSAS DE SOPORTE CAJAS DE LAVADO -----	46
TABLA 4. RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA CONCRETO ELABORADO DE 3000 PSI -----	60
TABLA 5. ACTA FINAL DE PAGO CONTRATO 108 DE 2019-----	63
TABLA 6. EFICIENCIA DEL SISTEMA A INSTALAR -----	65
TABLA 7. DIMENSIONES UNIDADES DE LA PTAR -----	66
TABLA 8. ACERO DE REFUERZO PARA LA LOSA DEL PROYECTO PTAR SAN CRISTOBAL -----	70
TABLA 9. CÁLCULO DE AGREGADO PARA LA PTAR SAN CRISTOBAL -----	70
TABLA 10. CÁLCULO DE CANTIDAD DE LADRILLOS SEGÚN DIMENSIONES LECHO DE SECADO PARA LA PTAR SAN CRISTOBAL-----	70
TABLA 11. PRE-ACTA ÍTEM 1.3 CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN DE LA EXPLANACIÓN. -----	79
TABLA 12. PRE-ACTA ÍTEM 2.1 SOLADO DE LIMPIEZA E = 0.05M R - 10.5 MPA-----	80
TABLA 13. PRE-ACTA ÍTEM 2.2 PISO EN CONCRETO E = 0.25M R - 28 MPA-----	81
TABLA 14 PRE-ACTA ÍTEM 5.1 CAJAS 1.20 * 1.20 * 1.20 * 0.80 CTO 3000 PSI PARA DESAGÜE EN PTAP-----	82
TABLA 15 PRE-ACTA ÍTEM 5.1 CAJAS 1.20 * 1.20 * 1.20 * 0.80 CTO 3000 PSI PARA DESAGÜE EN PTAP-----	83



---

## LISTA DE ANEXOS DIGITALES

**ANEXO N°1.** Resolución N° 163 de 2019, 17 de julio. Por la cual se autoriza TRABAJO DE GRADO, PRACTICA PROFESIONAL – PASANTÍA y se designa su Director.

**ANEXO N°2.** Certificación de cumplimiento de las horas exigidas por la Universidad del Cauca para el desarrollo de la práctica profesional, emitida por el responsable de la pasantía Ing. Rodrigo Alberto Álvarez Agudelo Director de la *FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL SOCIAL Y CULTURAL ODONATA*.

**ANEXO N°3.** PREACTAS Y ACTA FINAL TORIBIO.



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo primordial de la ingeniería constituye la búsqueda de soluciones a las necesidades básicas de las comunidades, siendo indispensable la preservación del equilibrio entre el hombre y su entorno durante el desarrollo de estos procesos. El agua potable y el saneamiento básico son algunos de los principales retos del gobierno, en la búsqueda de garantizar la calidad de vida y el bienestar de las personas.

El gobierno Nacional dispone jurídica y legalmente los requisitos mínimos que deben cumplir las organizaciones sociales, las empresas privadas y públicas que dispongan aguas servidas en las fuentes superficiales o que capten agua para consumo humano. Con ello se busca optimizar y garantizar la calidad de los recursos hídricos, para que pueda existir un aprovechamiento ambientalmente sostenible de los mismos. Para el caso de aguas servidas, se desarrollan los procesos en los marcos normativos vigentes, cumpliendo los niveles de carga contaminante permitida en vertimientos de aguas residuales que descargan fuentes superficiales, de la resolución 0631 de 2015 y a la resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Para la regulación y evaluación de la calidad de agua potable existe la resolución 2115 de 2007 y el decreto 1575 de 2007.

Los componentes de un sistema de tratamiento, bien sea, de agua potable o residual, deben garantizar su calidad en el tiempo, mediante el cumplimiento de los estándares mínimos exigidos por las normas colombianas y/o las entidad estatales, quienes definirán en muchos casos los atributos que deberán tener los elementos de un proyecto. En la PTAP de Toribio, todos los componentes, materiales utilizados en la obra civil, elementos estructurales, se elaboraron o instalaron de acuerdo al pliego de condiciones que el contratante entregó al contratista, y que este acepto mediante la firma del contrato de construcción de la planta,



siempre teniendo en cuenta los protocolos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR 10). En el contrato además de especificar la calidad y el dimensionamiento de los elementos de la planta, también se muestran las memorias de cantidades, Análisis de Precios Unitarios “APUS” y los presupuestos generales de la planta, que fueron objeto de seguimiento en el transcurso de la práctica. En general la labor como pasante en el proceso de construcción de la PTAP se orientó al apoyo en la elaboración de actas, pre-actas, balances e informes de obra que se entregaron a la alcaldía del municipio de Toribio.

Por otra parte, en la construcción de la PTAR de la parcelación San Cristóbal, la participación como auxiliar de Ingeniería fue limitada, debido al cumplimiento de la duración de la práctica profesional, por consiguiente, solo se intervino en la fase inicial del proyecto. Se proporcionó asistencia en la localización de los componentes de la planta y en la construcción de los elementos estructurales para soporte de cada una de las unidades del tratamiento siguiendo los diseños y la reglamentación existente.

Las labores desarrolladas en la fundación además incluyeron actividades relacionadas con la verificación de la calidad de los materiales y procesos constructivos, presupuestos y cantidades en las obras, compras de materiales, entre otras. De igual forma para cumplir con las acciones delegadas se recurrió a la utilización de herramientas de planificación, programas computacionales y de diseño, fundamentales en la ejecución de proyectos de ingeniería como Microsoft Excel, AutoCAD y el software para el diseño de cimentaciones SAFE 2016.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la práctica profesional como trabajo de grado en la modalidad de pasantía, para obtener el título de ingeniero civil, contribuyendo con las actividades técnicas y administrativas, de un proyecto de planta de potabilización de agua para consumo humano, en la zona rural del municipio de Toribio y un proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales en la vereda Santa Rosa del municipio de Popayán.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Efectuar la Revisión de los proyectos en planos, memorias descriptivas y cantidades de obra requeridas, presupuesto general, análisis de precios unitarios y otros que se requieran para adelantar la fase constructiva.
- Realizar la supervisión en campo para el seguimiento de la ejecución física de las obras, manteniendo la calidad en los procesos de CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL – LA BETULIA – EL ASIO – CALOTO NUEVO EN LA VEREDA SANTA RITA MUNICIPIO DE TORIBIO Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PARCELACIÓN SAN CRISTOBAL, VEREDA SANTA ROSA MUNICIPIO DE POPAYÁN
- Apoyar a la residencia de las obras en la elaboración pre actas, actas, balances generales, bitácoras, memorias de cantidades, informes y demás documentación respecto a los proyectos.



### 3. GENERALIDADES DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.

El desarrollo de la práctica profesional se orientó en las labores de auxiliar de ingeniería en la Residencia de las obras de la PTAP Interveredal La Betulia-el Asio - Caloto Nuevo del municipio de Toribio y la PTAR de la Parcelación San Cristóbal en Popayán

#### 3.1 INFORMACION DE LA EMPRESA RECEPTORA

##### 3.1.1 DATOS DE LA EMPRESA

**Razón social:** Fundación para el desarrollo ambiental social y cultural-ODONATA

**Dirección:** Cra 6 #44N-46 oficina 1 Popayán, Cauca

**Correo electrónico:** fundaciónodonata@hotmail.com

**Actividad económica:**

**Actividad principal:** Actividades de Arquitectura e Ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica.

**Actividad secundaria:** Actividades de otras asociaciones

##### 3.1.2 OBJETO SOCIAL

El objeto principal de la fundación ODONATA es velar por el mejoramiento de la calidad de vida, recuperación y conservación de ecosistemas.

Desarrollar y orientar iniciativas y proyectos que permitan la gestión, investigación financiación, implementación de procesos que permitan la restauración ecológica.



Realizar estudios de investigación social, cultural, políticos y científicos que contribuyan al desarrollo ambiental, social y a la construcción ciudadana

### **3.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

La fundación es administrada y dirigida por la asamblea general, la junta directiva y el representante legal. Dentro de las funciones de la asamblea general están el velar por el correcto funcionamiento de la empresa, velar por el cumplimiento de los objetivos, cumplir con los estatutos existentes.

## **3.2 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ACUEDUCTO INTERVEREDAL – LA BETULIA – EL ASIO – CALOTO NUEVO**

### **3.2.1 LOCALIZACIÓN**

El proyecto de construcción de la PTAP interveredal está localizado en el municipio de Toribio ubicado al nor-orienté en el departamento del cauca a una distancia de 123 kilómetros de la ciudad de Popayán, la cabecera municipal está localizada a los 02° 57' 29" de latitud norte y 76° 16' 17" de longitud oeste, presenta una altura sobre el nivel del mar a.s.n.m. de 1.700 m y temperatura media de 19°C. En el municipio el proyecto está ubicado en la vereda Santa Rita que pertenece al resguardo indígena de San Francisco (Figura 1 y Figura 2) al cual también pertenecen las veredas Caloto Nuevo, La Betulia y el Asio las cuales conforman la población servida del acueducto. El resguardo está ubicado al sur del municipio y cuenta con su respectivo Cabildo, los cuales son reconocidos como entidades públicas de carácter especial, con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa:



Fuente: ACIN, Asociación de Cabildos Indígenas del Norte del Cauca <https://nasaacin.org/>

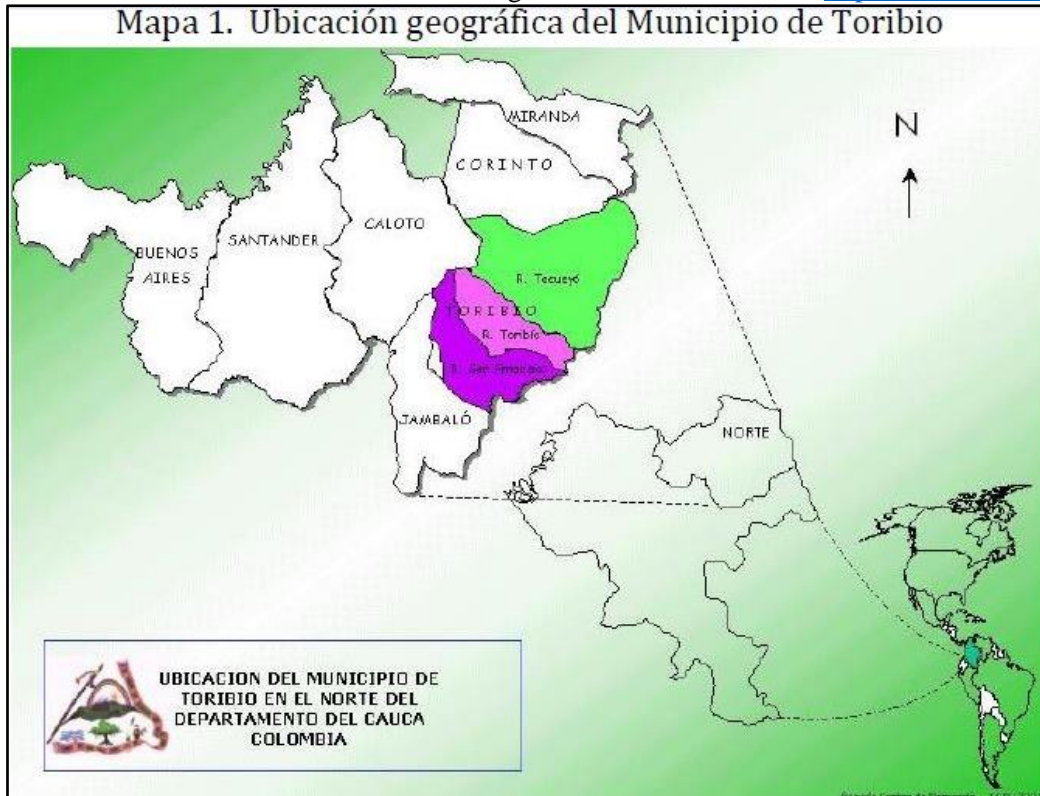


Figura 1. Localización general proyecto PTAP Toribio

Fuente: Google earth

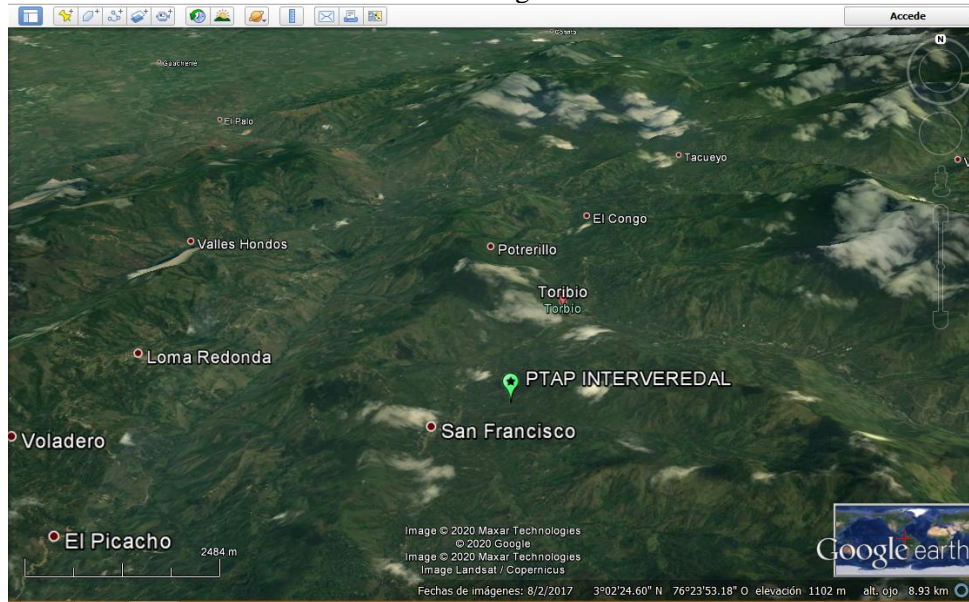


Figura 2: Localización proyecto PTAP Toribio

### 3.2.2 DATOS DEL PROYECTO

Según documentos previos del proceso (SECOP), en Toribio el total de habitantes de la zona rural es 34.661 distribuidos en las 64 veredas de los 3 resguardos indígenas, de los cuales el



64% no cuentan con el servicio de agua potable. Una gran parte de las consultas médicas (17% del total) están relacionadas con enfermedades infecciosas y parasitarias ocasionadas por inadecuada alimentación y el consumo de agua no potable, aumentando así la morbilidad, mortalidad y desnutrición en la población del municipio.

La alcaldía de Toribio haciendo frente a este problema priorizó la construcción de la planta de potabilización “TECNIFLOC” para proveer el servicio de agua potable a las veredas de Santa Rita, sector el Asio, Caloto Nuevo y La Betulia en el Resguardo de San Francisco. La planta de potabilización se construyó con una capacidad para tratar un caudal de 10 L/s y consta de un sistema trabajando en paralelo a dos líneas de 5 L/s cada una, según los estudios previos realizados por la entidad en la etapa precontractual. Mediante este sistema se servirá a una población cercana a las 5500 personas en las veredas ya mencionadas.

### **3.2.3 TECNOLOGÍA “TECNIFLOC”**

La tecnología TECNIFLOC funciona para agua superficial a gravedad con coagulación en mezclador estático, floculación en medio poroso, sedimentación de alta tasa y filtración descendente automatizada hidráulicamente, sin manejo de válvulas para las operaciones de filtración y lavado de filtros y tampoco requiere energía eléctrica para su funcionamiento. Se incluyen sistemas hidráulicos automáticos de dosificación de coagulante y cloro. La planta opera y produce agua potable conforme a los parámetros establecidos por el decreto en la resolución 2115 de 2.007 y la norma RAS 2017. Las etapas del proceso se describen a continuación.



- **potabilización de agua mediante coagulación – filtración por contacto:** Cuando se agrega un coagulante al agua, el volumen total de partículas en la suspensión se aumenta en proporción directa a la dosis de coagulantes usados.

En el proceso de coagulación-filtración por contacto, se agrega al agua la cantidad de coagulante necesario como para producir un micro flóculo de pequeño volumen y muy compacto, que pueda filtrarse directamente, antes de que haya tenido tiempo de crecer por hidratación, además de favorecer el mecanismo de adherencia de las partículas en el lecho filtrante.

- **filtro grueso ascendente tipo TECNIFLOC:** El filtro grueso ascendente, trabaja con el principio de presión diferencial solamente por la energía hidráulica del agua, es ideal para el uso en áreas o zonas peligrosas o de difícil acceso.

Como su nombre lo indica, consiste en un filtro grueso empacado con grava de diferente granulometría el cual previa dosificación de coagulante se utiliza como pre-tratamiento de la filtración rápida descendente, no obstante su principal característica es que funciona de manera automática, sin válvulas, mediante la instalación de un sistema de sifón y vacío pues trabaja con el principio de presión diferencial solamente por la energía del agua, de tal manera que por efecto de la suciedad del agua y a medida que se realiza la filtración los poros del sistema se saturan, generando una presión diferencial que incrementa la altura de agua en la tubería de descarga (sifón) hasta alcanzar un eyector que genera vacío en el tope de la tubería, activando el sifón y generando la descarga de fondo del filtro, eliminando toda la suciedad acumulada en el mismo, repitiéndose nuevamente el proceso cada vez que el filtro se ensucia, eliminando completamente el error humano.



De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es conveniente utilizar un coagulante como el sulfato de aluminio con el fin de mejorar la remoción de partículas coloidales que generan turbiedad y color.

- **filtro automático a gravedad tipo TECNIFLOC:** Los procesos de filtración, retro lavado y enjuague funcionan sin la utilización de partes móviles. No hay válvulas, medidores de corriente, controles o señalizadores.

El retro lavado es iniciado automáticamente cuando la presión estática del agua cruda y el agua filtrada cambia debido a la acumulación de impurezas en el lecho del filtro.

El nivel del agua en la tubería de retro lavado es una medida de la presión diferencial.

El agua de retro lavado es guardada en un tanque dentro del filtro. No hay necesidad de una bomba de retro lavado, aire comprimido, electricidad o agua presurizada.

Todos los procesos comienzan automáticamente y fluyen fuera del filtro aisladamente.

El retro lavado comienza automáticamente cuando la presión diferencial establecida en el filtro es alcanzada. La tasa de retro lavado y el volumen de retro lavado son constantemente mantenidos en los niveles correctos.

### **3.2.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN PÚBLICA**

Gran parte de la práctica profesional se desarrolló en el marco de la etapa contractual, del proceso que se describe a continuación, la fase restante de la pasantía se desarrolló en otro proyecto como se evidencia en el ítem 3.3 del presente documento.



**CONTRATO No. 108 de 2019**

**ENTIDAD CONTRATANTE:** Municipio de Toribio Cauca.

**OBJETO:** CONSTRUCCIÓN PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA TIPO TECNIFLOC DE FILTRACIÓN ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL -LA BETULIA- EL ASIÓ - CALOTO NUEVO MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA”.

**TIPO DE PROCESO:** Licitación Pública

**CONTRATISTA:** Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ

**CEDULA:** 76.027.866

**CONTRATO DE INTERVENTORÍA:** No. 122 DE 2019

**INTERVENTOR:** JULIO MEDINA MOSQUERA

**RESIDENTE DE INTERVENTORIA:** JHON DIEGO OME

**VALOR INICIAL CONTRATO DE OBRA:** \$590.519.139

**PLAZO INICIAL:** 3 meses

**FECHA DE INICIO:** 04/06/2019

**FECHA DE TERMINACIÓN:** 04/09/2019

**PRESUPUESTO:**

Fuente: Alcaldía del Municipio de Toribio-Cauca

<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PTAP, TECNOLOGÍA</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>CANT</b>	<b>VR/ UNIT</b>	<b>VR /TOTAL</b>



<b>1 PRELIMINARES</b>					
1,1	Localización y Replanteo	M2	44,1	\$ 11.504,00	\$ 507.326,40
1,2	Excavación en Conglomerado	M3	70,56	\$ 67.700,00	\$ 4.776.912,00
1,3	Conformación y Nivelación de la Explanación	M2	44,1	\$ 4.399,00	\$ 193.995,90
Sub Total			\$ 5.478.234,30		
<b>2 CONCRETOS</b>					
2,1	Solado de Limpieza E=0.05 R-10.5Mpa	M2	42	\$ 51.410,00	\$ 2.159.220,00
2,2	Piso en Concreto E=0.25M R-28Mpa	M3	20,8	\$ 740.547,00	\$ 15.403.377,60
Sub Total			\$ 17.562.597,60		
<b>3 ACEROS</b>					
3,1	Acero Fy=420Mpa	KG	2013,68	\$ 4.588,00	\$ 9.238.763,84
Sub Total			\$ 9.238.763,84		
<b>4 HIDRAULICOS</b>					
4,1	Suministro e instalación de Sistema de Potabilización Ascendente – Descendente de agua hidráulicamente de 5 LPS	UND	2	\$ 197.565.543,00	\$ 395.131.086,00
Sub Total			\$ 395.131.086,00		
<b>5 OBRAS COMPLEMENTARIAS PTAP</b>					
5,1	Cajas 1.2 X 1.2 X 0.80 Cto 3000 psi para desagüe en PTAP	UND	5	\$ 643.956,00	\$ 3.219.780,00
5,2	Cajas 1.5 X 1.5 X 1.0 Cto 3000 psi para Cloración en PTAP	ML	1	\$ 928.006,00	\$ 928.006,00
5,3	Puerta doble en malla eslabonada galvanizada No 10 en rombo 2", tubo galvanizado 2", platina 1/2", soporte en tubo galvanizado 4" y concreto 3000psi	UND	1	\$ 1.351.822,00	\$ 1.351.822,00



5,4	Cerramiento en malla eslabonada galvanizada No 10 en rombo 2" h=1.5 m, poste en tubo galvanizado 4" h=2m con tapón galvanizado, 3 líneas de alambre de púas, muro en ladrillo h=1.0mt y viga de cimentación en concreto ciclópeo 30x30 y viga en concreto simple 20x20.	ML	48	\$ 465.594,00	\$ 22.348.512,00
Sub Total			\$ 27.848.120,00		
6 OTROS					
6,1	Aseo General Y Retiro De Sobrantes	M2	32	\$ 9.952,00	\$ 318.464,00
Sub Total			\$ 318.464,00		
Sub Total					\$ 318.464,00
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO:</b>	\$ 455.577.265,74
				ADMINISTRACIÓN (22%)	\$ 100.226.998,46
				IMPREVISTOS (3%)	\$ 13.667.317,97
				UTILIDAD (5%)	\$ 22.778.863,29
				IVA (19%)	\$ 4.327.984,03
				<b>TOTAL PRESUPUESTO:</b>	<b>\$ 596.578.429,49</b>

Tabla 1. Presupuesto General para la construcción del sistema de Potabilización tecni-floc

### 3.3 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

#### AGUAS RESIDUALES PARCELACIÓN SAN CRISTÓBAL

##### 3.3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto de la PTAR de la parcelación San Cristóbal se encuentra localizada al suroccidente de Colombia, en el departamento del Cauca, al nor-occidente en el municipio de Popayán en el corregimiento llamado San Rafael como se muestra en la Figura 3y Figura 4

Fuente: Alcaldía de Popayán <http://www.popayan.gov.co/sites/default/files/files/division-politica.pdf>

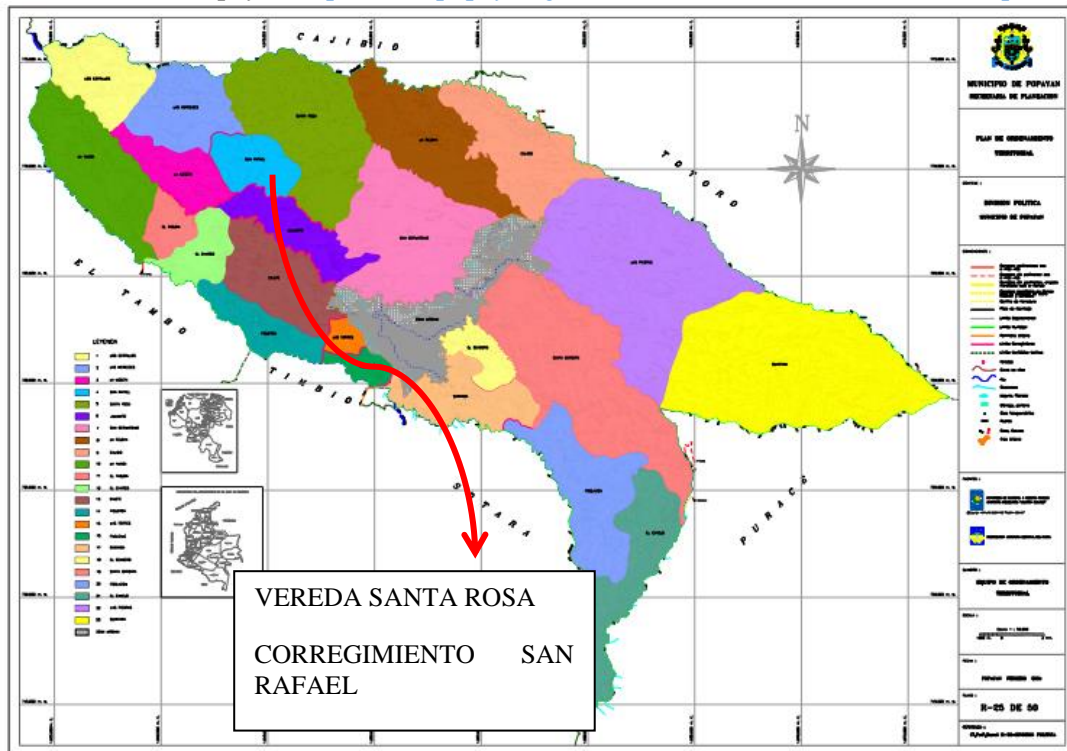


Figura 3. Ubicación PTAR San Cristóbal

Fuente: Google earth



Figura 4: Ubicación Parcelación San Cristóbal





### 3.3.2 DATOS DEL PROYECTO

El sistema de alcantarillado que se proyectó para la parcelación es separado, a la planta solo ingresan aguas residuales domésticas

La colaboración en este proyecto se limitó a su fase inicial, es decir, en la construcción de la obra civil de la planta. La parcelación está compuesta por 85 lotes cada uno con área de 500m<sup>2</sup> hasta 2000 m<sup>2</sup> aproximadamente. La planta de tratamiento se diseñó para tratar las aguas servidas de 95 viviendas, aproximadamente 5 personas por vivienda, para un total de 475 habitantes por cada vivienda y un periodo de diseño de 25 años. Se tienen los siguientes datos del predio y del proyecto:

**Propietario actual:** Franki Uriel Ríos

**No de matrícula:** 120-12813

**No Radicado permiso de vertimientos:** SP-09581-2018

**Presencias de fuentes de aguas superficiales.** Hacia el sentido norte del lote se encuentra ubicada la quebrada la Laja la cual es el cuerpo receptor.

**Caudal de diseño:** 1 L/s: Según memorias de cálculo permiso de vertimientos

La tecnología que se usó en el proyecto fue de tipo anaerobio El sistema consta de una unidad de desarenado y trampa de grasas, un sistema combinado de tanque séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente y un lecho de secado par lodos. Por ende la losa de soporte principal es la del sistema combinado el cual tenía un volumen mayor a 18 m<sup>3</sup> por tanto una masa considerable.



#### **4. METODOLOGÍA**

El trabajo de pasantía se realizó durante 11 semanas, acumulando un total de 576 horas, se inició el 12 de Julio de 2019 y termino el 21 de octubre del mismo año. Es de resaltar que por cuestiones de retraso en el cronograma de ejecución de la obra de la PTAP INTERVEREDAL en el Municipio de Toribio, se requirió de trabajo en jornadas adicionales sábados Domingos y festivos en dicho municipio.

Se realizaron visitas técnicas rutinarias a los sitios de construcción, es decir, en la primera fase de la pasantía en la vereda Santa Rita en el municipio de Toribio por un periodo aproximado de 9 semanas y en la segunda fase en la vereda Santa Rosa en Popayán, hasta cumplir el tiempo y los términos de práctica profesional.

##### **4.1 PTAP INTERVEREDAL TORIBIO**

Durante la primera semana de labores se hizo un reconocimiento a la documentación de los estudios previos entregados por la alcaldía de Toribio y se realizó la verificación de los elementos de soporte del sistema mediante la orientación del Ingeniero estructural del proyecto, como se registra en el apartado 5.1 del presente documento se efectuó la revisión en el programa SAFE 2016, teniendo en cuenta el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR 10). Una vez se corrobore el diseño de la losa y se revisaron los documentos concernientes a cantidades y dimensionamiento de la planta, se hizo la visita en al terreno de implantación del proyecto de la PTAP de Toribio en la vereda Santa Rita, verificando la topografía y las condiciones de estabilidad del terreno, se evidenció que en los estudios previos se contemplaban cantidades que en el terreno eran mayores como quedo registrado en los balances y actas de cobro; se cotejo la información consignada en la



documentación del proyecto para dimensionar el movimiento de tierras y localizar los elementos constituyentes de la planta.

La excavación y perfilación de taludes en muchas ocasiones se efectuó los domingos iniciando en la segunda semana del periodo contractual del proyecto, contando con el aporte de mano de obra de los beneficiarios del proyecto, debido al compromiso que estos adquirieron con el Sistema General de Regalías del municipio de Toribio, ellos también participaron en el transporte de materiales e insumos para la planta debido a la complejidad del acceso al sitio de construcción, al cual solo se llegaba caminando por una vía peatonal estrecha y con pendientes elevadas.

Antes de realizar cada actividad en la obra, se tenían en claro los protocolos y especificaciones de la misma, para ello se revisaba con anterioridad los planos y documentación otorgada por la entidad y se elaboraban formatos para el registro de cantidades ejecutadas. Se prestaba atención a las sugerencias y órdenes impartidas por los ingenieros y profesionales involucrados en el proyecto y se colocaban a disposición del maestro de la obra.

Los primeros componentes del proyecto en construirse fueron las losas y cajas de lavado de la planta; el tiempo de ejecución era limitado y para el armado de las unidades y calibración de la planta se necesitaba que estos elementos adquirieran la resistencia a la compresión deseada a los 28 días. La compra de algunos materiales de construcción para las losas de soporte del sistema se hizo durante la segunda y tercera semana del plazo de ejecución, para los otros elementos se obtuvieron los insumos a medida que se iban requiriendo, puesto que, por el difícil acceso no se podía adquirir la totalidad del material, ya que estos eran ayudados a transportar solo los domingos por las personas de la “minga” en motocicletas o caminado, no había un sitio para almacenaje dada lo agreste del terreno.



Una vez terminadas las actividades de construcción de la losa y cajas de lavado se empezaron a instalar los componentes del sistema TECNIFLOC y el cerramiento de manera simultánea, este último se modificó de acuerdo a lo acordado con la Interventoría del proyecto elaborando zapatas en la parte frontal para el soporte del mismo. La instalación de las unidades de la planta estuvo a cargo de un técnico quien dirigió este proceso, por lo cual fue difícil intervenir en este proceso.

A fin de llevar a cabo la vigilancia control y seguimiento para el cumplimiento de objetivos contractuales y de la práctica profesional se efectuaron las siguientes actividades

- En el trabajo en campo se escribía un borrador de la bitácora, en el cual se especificaban datos como condiciones atmosféricas, personal presente en la obra y las eventualidades que se presentaban el proceso constructivo.
- Se supervisó la ejecución de las actividades dentro de la obra, apoyando al personal en la lectura de planos y memorias técnicas de los diseños del proyecto.
- Se llevó a cabo el cálculo de cantidades de materiales para compra y recepción en obra de acuerdo al avance presentado en el proyecto.
- Se hicieron labores de vigilancia y control a la calidad de los materiales puestos en obra además se realizó el chequeo de las cuantías en elementos estructurales que no sobrepasaran la máxima y mínima permitida en la NSR 10
- Se verificaron las secciones de elementos como tuberías, diámetros y Relaciones Diámetro Espesor RDE que componen el sistema TECNIFLOC, el bypass, y la línea de conducción del acueducto
- Se efectuó seguimiento al proceso constructivo, verificando el cumplimiento de la calidad en la elaboración o instalación de cada elemento.



- Se hizo la revisión y registro del dimensionamiento de elementos estructurales y otros como encofrados y pre-fabricados, con el fin de garantizar el cumplimiento de las especificaciones y llevar memorias de cantidades ejecutadas, para elaboración de pre-actas y actas.

#### **4.2 PTAR PARCELACIÓN SAN CRISTOBAL**

La participación en este proyecto se limitó a su fase inicial, es decir hasta la construcción de las losas y estructura para los lechos de secado de la planta. Los elementos que constituyen los procesos de decantación, y tratamiento de las aguas que ingresan a la planta, se elaboran en fibra de vidrio soportado bajo una estructura metálica que se fabrica por operarios en un taller a las afueras de la ciudad de Popayán vía al municipio de Timbio.

La primera acción que se realizó fue la revisión de los documentos aprobados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC en el permiso de vertimientos con radicado SP-09581-2018. Seguidamente se realizó la visita de reconocimiento al terreno en compañía de la parte administrativa del proyecto (FUNDACIÓN ODONATA y propietario del proyecto), y el maestro de obra, con el fin de establecer la localización de los elementos de la PTAR. Se encontraron falencias en la ubicación de la unidad para cribado y trampa de grasas, pues no concordaba la altura de entrada a esta unidad con el descole en el diseño del alcantarillado, por lo que se efectuaron los cálculos para su reubicación como se muestra en el apartado 6.1 del presente documento.

Se delegó por parte de la fundación el cálculo de cantidades de materiales y la compra en las ferreterías de Popayán, con lo que se dio inicio a las actividades de construcción de elementos estructurales, y a la supervisión medición control y vigilancia de los procesos. Al ser un



proyecto de carácter privado no se requirió la realización de actas, se entregó reporte de cantidades a la fundación.



## 5. DESARROLLO DE ACTIVIDADES PTAP TORIBIO

### 5.1 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA LOSA DE SOPORTE PRINCIPAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Durante el desarrollo de la práctica profesional en el proyecto de la PTAP interveredal del Municipio de Toribio, fue necesario realizar un chequeo del diseño de la losa principal de soporte (losa del sistema combinado), a fin de garantizar la resistencia de la misma a los esfuerzos derivados de las cargas y sus combinaciones según la Norma Sismo Resistente de 2010 NSR 10.

El diseño estructural es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en las edificaciones por lo que estas se ven sometidas a fuerzas sísmicas u otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso. Su diseño se realiza para que la estructura sea capaz de resistir todas las posibles combinaciones de carga con la rigidez y resistencia adecuada.

El siguiente informe comprende la verificación del diseño estructural de la cimentación de la planta de tratamiento de agua potable tecnología “TECNIFLOC” de 10 L/s PTAP ubicada en el Municipio de Toribio, Departamento del Cauca.

Se utiliza el sistema losa en concreto reforzado como sistema estructural y capacidad especial de disipación de energía (DES). El sistema tendrá como esfuerzo máximo a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de 21MPa y esfuerzo de fluencia del acero ( $Fy$ ) de 420 Mpa.

Las cargas en consideración para el diseño son producto del peso propio de estructura (carga muerta), las cargas debido a su funcionamiento (carga de agua sobre los tanques y placas flotantes) que no se encuentran de forma permanente (carga viva), su modelación se realiza con el programa SAFE 2016, cuyos resultados obtenidos se presentan en la Figura 5, Figura 6 y Figura 7



De acuerdo al estudio de suelos entregado, el suelo corresponde a un perfil de suelo tipo E acorde a la clasificación de la NSR-10, con una máxima presión de contacto será de 5.5 ton/m<sup>2</sup>.

### MATERIALES

Concreto = 21 Mpa

Acero de refuerzo = 420 Mpa

Estados Límite.

E.L.U. de rotura. Hormigón	
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones Tensiones sobre el terreno	NSR-10
Desplazamientos	Acciones características

#### 5.1.1 COMBINACIONES DE CARGA

Nombres de las hipótesis

PP = Peso propio

CM = Cargas muertas

Qa = Sobrecarga de uso

H1 = Empuje Del Terreno

Comb.	PP	CM	H 1	Qa
1	1.400	1.400		
2	1.200	1.200		





3	1.200	1.200		1.600
4	1.200	1.200	1.600	
5	1.200	1.200	1.600	1.600
6	0.900	0.900		
7	0.900	0.900	1.600	

### Tensiones sobre el terreno

Comb.	PP	CM	H 1	Qa
1	1.000	1.000		
2	1.000	1.000		1.000
3	1.000	1.000	1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000
5	0.600	0.600		
6	0.600	0.600	1.000	

### 5.1.2 CARGAS

#### i.1. CARGA VIVA

Viva por acción del agua = 8 KN/m<sup>2</sup>

#### i.2. CARGAS DE GRANIZO

Las cargas se tienen en cuenta en regiones a más de 2000 metros de altura sobre el nivel del mar o en lugares de menor altura donde la autoridad municipal o distrital así lo exija. (NSR-10 B.4.8.3.1)

Altura Promedio Municipio de Toribio: 1701 m.s.n.m

Por lo tanto, las cargas de granizo no serán consideradas en el presente diseño.

### 5.1.3 DISEÑO DE LOSA DE CIMENTACION

#### CHEQUEO DE CIMENTACIÓN

Losas Cimentación	Canto (Cm)	Módulo Balasto (KN/M <sup>3</sup> )	Tensión Admisible En Situaciones Persistentes (Mpa)	Tensión Admisible En Situaciones Accidentales (Mpa)
Todas	20	3800.00	0.055	0.072

Tensión admisible = 0.055 Mpa

Máxima calculada: 0.02 Mpa < 0.055 Mpa => Cumple

Fuente. Elaboración Propia

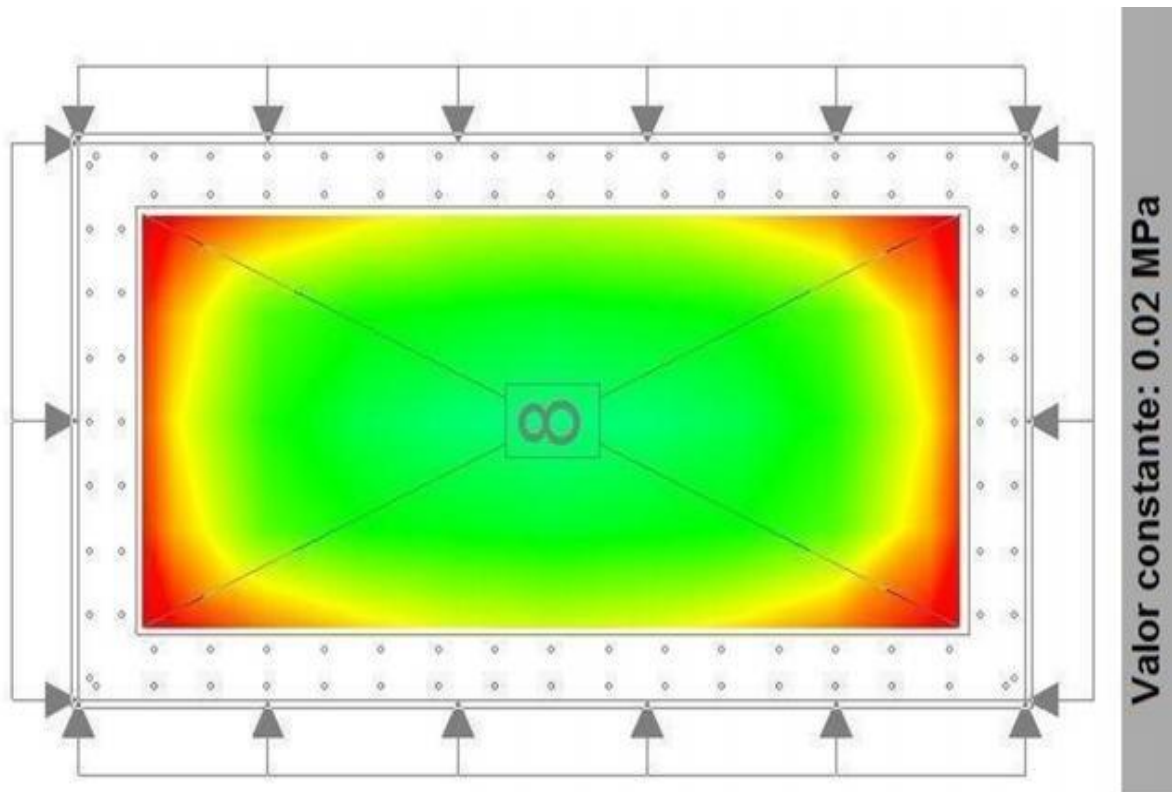


Figura 5. Tensión máxima

Fuente. Elaboración Propia

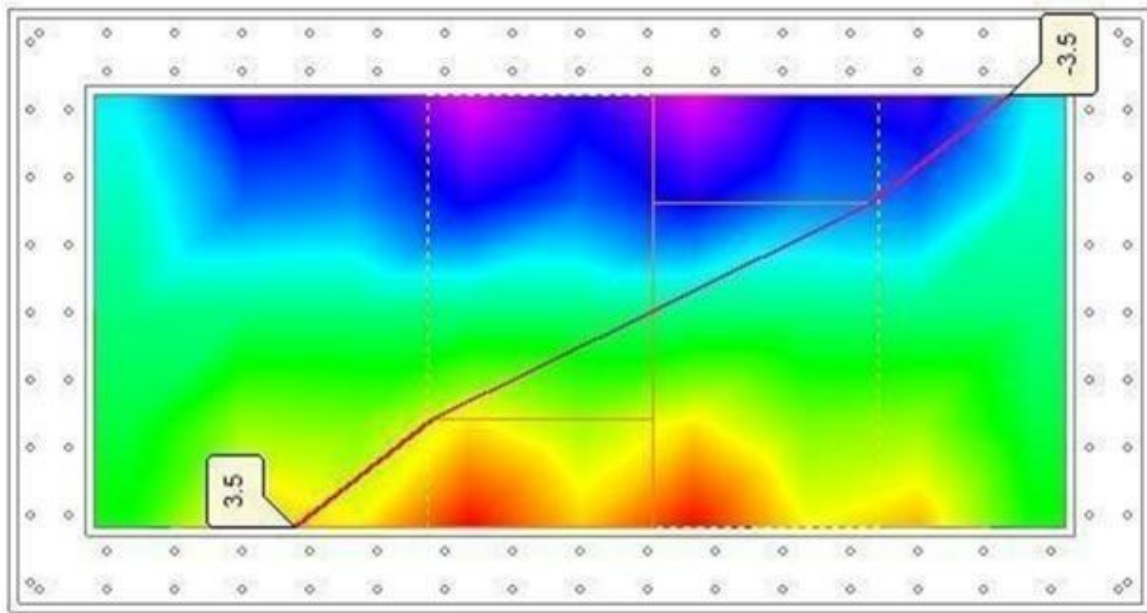


Figura 6. Momento máximo (KN-m)

Fuente. Elaboración Propia

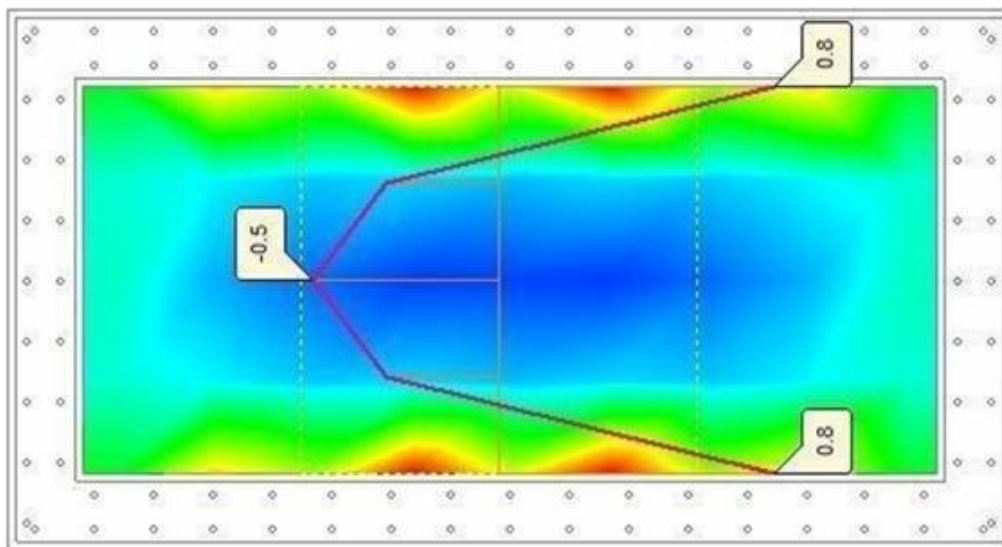


Figura 7. Cortante máximo (KN)

### CHEQUEO DEL ACERO

<b>Mu máx.=</b>	<b>3.50</b>
<b>Vu máx.=</b>	<b>0.80</b>



<b>MATERIALES</b>		
<b>f'c KN-m</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>210</b>
<b>Fy</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>4200</b>
<b>d</b>	<b>cm</b>	<b>11.86</b>
<b>As Min</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>3.96</b>
<b>As Max</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>29.66</b>
<b>As T°</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>3.60</b>

<b>DIMENSIONES</b>		
<b>Ancho</b>	<b>cm</b>	<b>100</b>
<b>Altura</b>	<b>cm</b>	<b>20.0</b>
<b>Recubrimiento</b>	<b>cm</b>	<b>7.5</b>

	# Barra	e = (m)	As cm <sup>2</sup>	As dise.	a	c	Et	Ø	Mr (KN- m)	Chequeo As	As Max
<b>As requerido</b>	<b>4</b>	<b>0.20</b>	<b>6.33</b>	<b>6.33</b>	<b>1.4</b>	<b>1.75</b>	<b>0.02</b>	<b>0.90</b>	<b>26.62</b>	<b>OK As</b>	<b>OK</b>
<b>As Temperatura</b>	<b>4</b>	<b>0.20</b>	<b>6.33</b>	<b>6.33</b>							<b>OK</b>

<b>CORTANTE</b>	<b>Ø =</b>	<b>Vc (kN)</b>	<b>Ø Vc (kN)</b>	<b>Vu</b>	<b>Chequeo Cortante</b>
	<b>0.75</b>	<b>97.38</b>	<b>73.03</b>	<b>3.50</b>	<b>OK Espesor</b>

## 5.2 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN CAMPO.

Más adelante se describe el seguimiento a los procesos constructivos que se llevaron a cabo en la ejecución del proyecto de la PTAP interveredal en el municipio de Toribio. Es de



resaltar que se presentaron inconvenientes relacionados con la realización de actividades presupuestadas, entre los que se cuentan los siguientes.

- Debido a la topografía del terreno en el sitio de implantación del proyecto, la cual no fue detallada en los estudios previos y buscando proteger de los deslizamientos a las unidades que componen el sistema de potabilización, se requirieron mayores cantidades de localización y replanteo, excavación manual del material de sitio; como se explicara más adelante en este documento.
- La cantidad de acero presupuestada por el municipio de Toribio, era superior a la requerida en los planos de despiece de los elementos estructurales del proyecto
- Se modificó las dimensiones de las losas de soporte del sistema de tratamiento, pasado de una losa de 6m x 7m a dos losas 6m x 3.5m lo cual resultaba más conveniente para el proyecto y sin modificar la cantidad presupuestada, todo en común acuerdo con el Interventor del proyecto.
- Fue necesaria la construcción de elementos para cimentación en la elaboración del cerramiento como se evidencia más adelante, esto debido a las condiciones de inestabilidad geotécnica existente en la parte posterior del terreno. Esto al igual que en todos los casos en que se presentaron inconvenientes se acordó con la interventoría de la obra.
- La Fundación ODONATA, concedió sin costo, accesorios para mejorar las condiciones de funcionamiento de la línea de Conducción del acueducto interveredal, entre los que se cuentan válvulas de compuerta abierta, válvulas ventosas entre otros aditamentos que se requirieron para la adecuación de las redes del acueducto y la planta.

A continuación se presenta el seguimiento general de cada actividad del contrato

### Localización y replanteo

El terreno donde se construyó la PTAP interveredal se encuentra ubicado en el municipio de Toribio en la vereda Santa Rita, fue necesario hacer explanación dado lo agreste del terreno, como se muestra en la Figura 8 el proceso de localización de los elementos que componen la planta de tratamiento de agua potable. En total lo contratado en este ítem de localización y replanteo eran 44.1 m<sup>2</sup> y se ejecutaron 143 m<sup>2</sup>, Para la supervisión de esta actividad al maestro de obra, solo fue necesario hacer uso de una cinta métrica con la que se verificó medidas establecidas en los planos suministrados por la entidad contratante .

Fuente: Elaboración propia

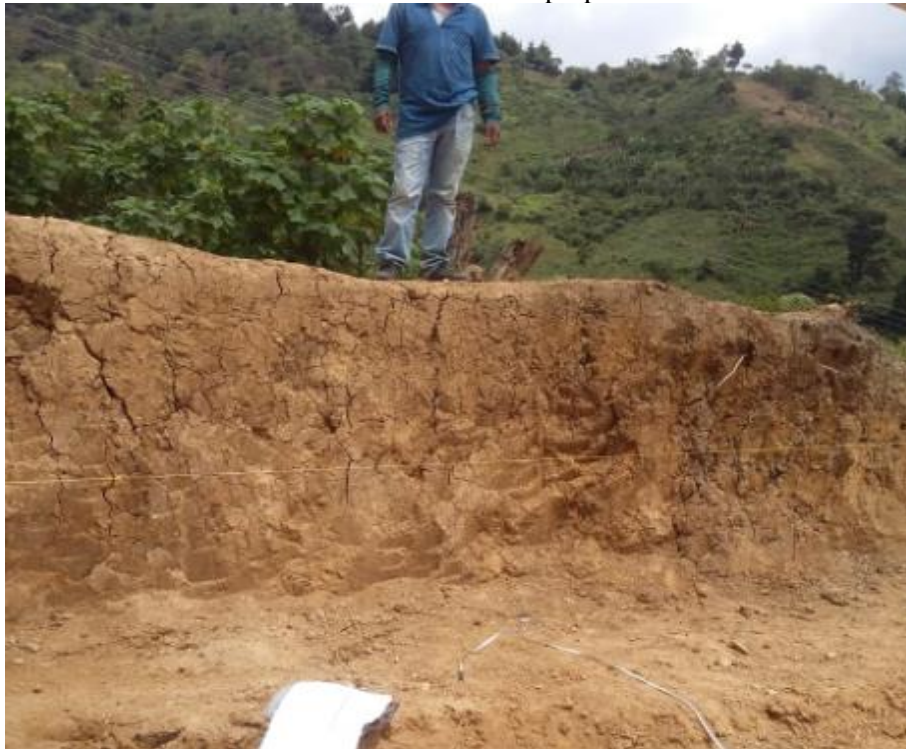


Figura 8 Localización y replanteo manual

### Excavación y explanación

El proceso de explanación del terreno se realizó de manera manual, debido que para ingresar al sitio de implantación se debe hacer en motocicleta (lo cual es riesgoso dadas las

condiciones del terreno) o caminando en un trayecto de aprox. 500 m, por lo que no fue posible el uso de herramientas o equipos pesados por la complejidad del acceso al sitio de la obra. El sitio de implantación de la PTAP fue designado por la alcaldía de Toribio, pues ya existía el tanque de almacenamiento en concreto reforzado en este lugar.

Esta actividad se realizó con la colaboración de la comunidad beneficiaria del proyecto, en el área de influencia directa con el apoyo de la fundación ODONATA. En total para este ítem contractualmente se tenían 70.56 m<sup>3</sup> y se ejecutaron 217.82 m<sup>3</sup> los cuales se distribuyeron así

- a. Excavación de taludes y adecuación de terreno; 189.5 m<sup>3</sup>:

Para lograr obtener el nivel de terreno apto para trabajar, se excavo un volumen de 189.5 m<sup>3</sup>, con el fin de perfilar un talud existente (Figura 9) y evitar que representara peligro para los habitantes y para el proyecto. La pendiente que se manejó en el talud 1:2

Fuente: elaboración propia



Figura 9 excavación y perfilado de taludes

- b. Excavación para instalación de tubería de desagüe de 6"; 19.8 m<sup>3</sup> :

Se realizó la excavación desde la caja de desagüe hasta la quebrada para instalar 30 metros lineales de tubería de 6" (Figura 10). La excavación es de  $(1.10 \times 0.60 \times 30) \text{ m}^3$ .

Fuente: Elaboración propia



Figura 10: excavación para tuberías de desagüe

c. Excavación para caja de desagüe;  $0.80 \text{ m}^3$ :

Se realizó la excavación de  $1.0 \times 1.0 \times 0.80 \text{ m}^3$  para instalar la caja de desagüe a la que desembocan las cajas de lavado.

d. Excavación para zapatas;  $2.29 \text{ m}^3$

Contractualmente no se había contemplado la elaboración de zapatas, pero al encontrar que parte del terreno comprendido entre la losa y el tanque de almacenamiento es material de relleno (material suelto), se excavó hasta encontrar terreno firme para construir dichos elementos de cimentación (Figura 11). Las medidas excavadas son:

1 zapata de  $(1.20 \times 0.80 \times 0.80) \text{ m}^3$

3 zapatas de  $(0.80 \times 0.80 \times 0.80) \text{ m}^3$



Para un total de  $2.29 \text{ m}^3$  de excavación para 4 zapatas.

Fuente : elaboración propia



Figura 11: excavación de zapatas

e. Excavación muro ciclópeo viga;  $2.7 \text{ m}^3$ :

Para el muro ciclópeo se excavo 30 m donde se contaba con terreno firme a nivel de la losa.

La excavación está dada por  $(0.30 \times 0.30 \times 30) \text{ m}^3$ .

f. Excavación para movimiento de tubería de entrada;  $2.73 \text{ m}^3$ :

La tubería de 3" en el tramo final de la línea de conducción del acueducto se necesitó que concordara con la tubería de entrada a la planta. Por lo tanto se requirió el movimiento de tierras tanto para encontrarla como para reubicarla, bajo los siguientes volúmenes de excavación:

Localización:  $(0.60 \times 0.30 \times 7) = 1.26 \text{ m}^3$

Reubicación:  $(0.70 \times 0.30 \times 7) = 1.47 \text{ m}^3$

### **Solado de limpieza e=0.05m R: 10.5 Mpa.**

La cantidad contratada correspondía al solado de la losa de 42 metros cuadrados como se muestra en la Figura 12. Sin embargo se adicionó cantidad de este ítem para las losas de las cajas de lavado:  $1.20 \times 1.20 \times 2 = 2.88 \text{ m}^2$  (Figura 13) y además solado para las zapatas:  $0.8 \times 0.8 \times 4 = 2.56 \text{ m}^2$ . Para la revisión de esta actividad se requirió de la medición de los espesores de solado de limpieza, se prestó especial atención a los procesos constructivos seguidos por el maestro en la preparación de la mezcla de concreto con dosificación 1:2:2.5 de acuerdo a las cantidades de cada material.

Fuente: Elaboración propia



Figura 12: Solado para losas de e: 25cm

Fuente: elaboración propia



Figura 13. Solado para cajas de lavado

#### **Piso en concreto e: 25 cm R: 28 Mpa**

La cantidad de concreto contratado equivale a  $20.8 \text{ m}^3$ . Lo ejecutado corresponde a el concreto de la losa ( $6 \times 7 \times 0.25 = 10.5 \text{ m}^3$ ). Es de resaltar que se requirió concreto adicional para las losas de soporte de las cajas de lavado de dimensiones ( $1.20 \times 1.20 \times 0.25 \times 2 = 0.72 \text{ m}^3$ ); además por condiciones desfavorables e inestabilidad en el suelo de cimentación en la parte que colinda con el tanque de almacenamiento se requirió de la construcción de zapatas las cuales no estaban presupuestadas pero que fueron avaladas por el Interventor de la obra. El concreto utilizado para la construcción de las zapatas fue  $0.8 \times 0.8 \times 0.25 \times 4 = 0.64 \text{ m}^3$  y para pedestales  $0.30 \times 0.20 \times 0.20 \times 3 = 0.036 \text{ m}^3$ . En la Figura 14 se muestra el concreto instalado en la obra

Fuente Elaboración propia



Figura 14. Colocación y vibrado del concreto de las losas de e: 25 cm

En las Figura 15 se evidencia el esquema general del cerramiento mostrando el reforzamiento de la cimentación con zapatas.

Fuente: Elaboración propia

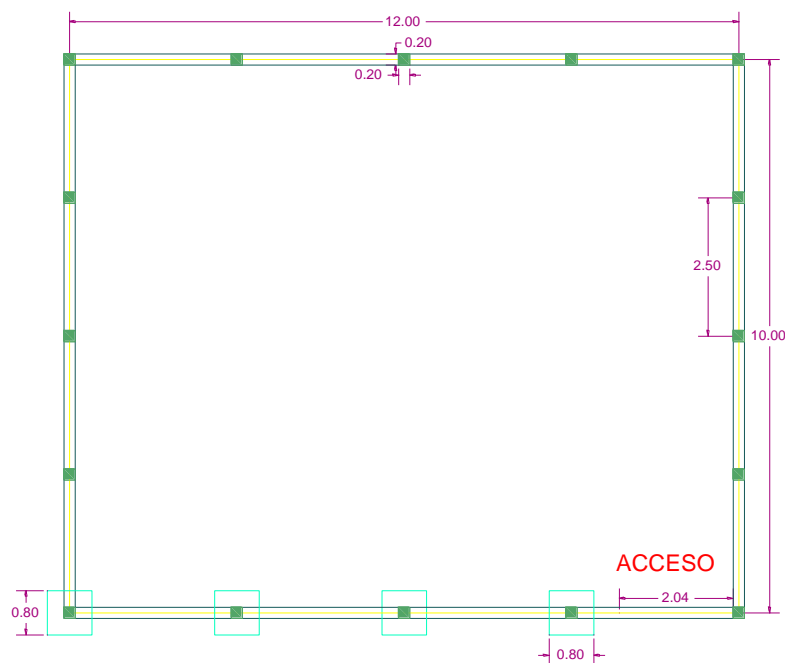


Figura 15. Esquema general de cimentación del cerramiento construido. (Dibujo de AUTOCAD .DWG)



**Acero Fy: 420 Mpa**

Durante la ejecución del proyecto se requirió de acero para refuerzo de las losas de soporte del sistema de potabilización, para zapatas, vigas y columnas (Figura 16 y Figura 17). El valor contratado en esta actividad era 2013,68kg. Se prestó especial importancia en los detalles de los planos estructurales, se respetaron las longitudes de “gancho” y desarrollo para  $\varnothing$ . 1/2” y 3/8” y las cuantías de los elementos estructurales, según capítulo C 21 de la NSR 10. Se ejecutó este ítem para refuerzo de las losas de soporte del sistema y cajas de lavado, además, el refuerzo para cimentación en general. A continuación se muestra el acero usado para las losas de 3.5m x 6m. El acero del proyecto fue flejado a mano por los trabajadores, puesto que una gran cantidad de este material se compró en el casco urbano del municipio con el fin de apoyar la economía regional. En la Tabla 2 y Tabla 3 se relacionan las dimensiones y cantidades de acero Fy 420 Mpa empleadas.

Fuente: Elaboración propia

Nombre de la obra LOSAS STAP TORIBIO Fecha (dd/mm/aa) 18/07/2019

Ubicación TORIBIO CAUCA

PESO ESPECIFICO ACERO 7850 Kg/m3

ACERO EN OBRA									
Descripción	Longitud varilla (m)	$\varphi$	$\varphi$ (m)	# unidades	losa N°	longitud total (m)	ÁREA acero (m2)	Volumen (m3)	CANTIDAD (kg)
Transversal	3.7	11mm	0.011	78	losa 1	288.6	0.000095	0.02742	215.247
Transversal	2.3	11mm	0.011	78	losa 1	179.4	0.000095	0.01704	133.764
Transversal	2	11mm	0.011	78	losa 1	156	0.000095	0.01482	116.337
Longitudinal	6	11mm	0.011	16	losa 1	96	0.000095	0.00912	71.592
Longitudinal	6	1/2"	0.0127	30	losa 1	180	0.000127	0.02286	179.451
Longitudinal	0.8	11mm	0.011	46	losa 1	36.8	0.000095	0.0035	27.475
Separadores parrillas	0.37	3/8"	0.009525	16	losa 1	5.92	0.000071	0.00042	3.297
Transversal	3.7	11mm	0.011	78	losa 1	288.6	0.000095	0.02742	215.247
Transversal	2.3	11mm	0.011	78	losa 1	179.4	0.000095	0.01704	133.764
Transversal	2	11mm	0.011	78	losa 1	156	0.000095	0.01482	116.337
Longitudinal	6	11mm	0.011	16	losa 1	96	0.000095	0.00912	71.592
Longitudinal	6	1/2"	0.0127	30	losa 1	180	0.000127	0.02286	179.451
Longitudinal	0.8	11mm	0.011	46	losa 1	36.8	0.000095	0.0035	27.475
Separadores parrillas	0.37	3/8"	0.009525	16	losa 1	5.92	0.000071	0.00042	3.297

Nombre de la obra LOSAS STAP TORIBIO

Fecha (dd/mm/aa) 18/07/2019

Ubicación TORIBIO CAUCA

PESO ESPECIFICO ACERO 7850 Kg/m<sup>3</sup>

ACERO EN OBRA									
Descripción	Longitud varilla (m)	$\varphi$	$\varphi$ (m)	# unidades	losa N°	longitud total (m)	ÁREA acero (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD (kg)
<b>TOTAL</b>								0.19036	1494.326

Tabla 2. Acero para losas de soporte principales del sistema

Fuente: Elaboración propia



Figura 16: acero de losas principales

Fuente Elaboración propia

ACERO EN OBRA									
Descripción	Longitud varilla (m)	$\varphi$	$\varphi$ (m)	CANT.	losa N°	longitud total (m)	ÁREA acero (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD (kg)
Longitudinal	1.4	1/2"	0.0127	14	losa 1	19.6	0.000127	0.00249	19.5465
transversal	1.26	1/2"	0.0127	16	losa 1	20.16	0.000127	0.00256	20.096
<b>TOTAL</b>								0.00256	20.096

Tabla 3: Acero para losas de soporte cajas de lavado

Adicionalmente se utilizó acero para el reforzamiento de las vigas de amarre zapatas y columnas del cerramiento, debido a que en el contrato se especificaba que el sistema era en concreto simple. La cantidad que se empleó fue de 64 varillas de diámetro  $\frac{1}{2}$ " para el acero a flexión y para esfuerzos cortantes estribos cuadrados de 15cm de lado con un de diámetro  $\frac{1}{4}$ " distanciados centro a centro cada 15cm; en total fueron 44 metros de vigas de amarre y 16 metros de columnas de igual sección. En total para vigas y columnas se utilizaron 466 estribos de 0.17 kg cada uno, para un total de acero de  $64 \times 6 \text{ kg} + 456 \times 0.17 \text{ kg} = 461 \text{ kg}$ . Se revisaron midieron las separaciones entre los refuerzos principales de las losas y elementos estructurales, longitudes de gancho, recubrimientos, traslapos (dependiendo de los diferentes diámetros de varilla en el proyecto) se verificaron que las cuantías instaladas concordaran con las de los planos estructurales del proyecto. Es de resaltar que las losas de soporte de las unidades del sistema se reforzaron con doble "parrilla" de acero de  $\frac{1}{2}$ " separadas en dos direcciones cada 15 cm, sin embargo, como no se consiguió la cantidad de varillas necesarias para la ejecución de esta actividad se consiguieron varillas de 11mm reduciendo el espaciamiento entre estas, para así respetar las cuantías, según lo acordado por el Interventor y el residente de la obra.

Fuente Elaboración propia



Figura 17: acero de vigas y columnas

## Suministro e instalación de sistema de potabilización ascendente-descendente de agua hidráulicamente de 5 Lps

Es de anotar que por el difícil acceso a la zona de trabajo, el transporte de los componentes en fibra de vidrio de la planta se efectuaron por la minga de los domingos como se muestra en la Figura 18.

El sistema de potabilización contratado para el tratamiento del agua del acueducto interveredal de Toribio, es del tipo tecnifloc que involucra procesos de Coagulación-Floculación-filtración ascendente en medio de alta porosidad y filtración descendente en medio de baja porosidad; para posterior desinfección con cloro. Se instalaron las 2 unidades trabajando en paralelo, para garantizar el abastecimiento a la población servida, frente al mantenimiento o eventualidades. En este aspecto es de resaltar que se presentaron inconvenientes en la instalación del sistema dado que las condiciones de flujo en el acueducto no eran uniformes, además se presentaban muchos cambios en los diámetros de tubería en la red de Distribución por lo cual se presentaban problemas.

Fuente: Sistema general de Regalías Municipio de Toribio Cauca disponible en <http://www.toribio-cauca.gov.co/tema/sistema-general-de-regalias/acueductos-574873>



Figura 18: Suministro de sistema de potabilización.





Al ser un sistema que trabaja a presión, se requiere a la entrada de la planta una cabeza mínima de 7 metros de columna de agua (7 m.c.a, según especificaciones del fabricante), la cual inicialmente no se alcanzó porque se presentaron inconvenientes en el acueducto ya construido. El flujo a través de la tubería de entrada a la planta no era constante por ello se realizó un recorrido al sistema de acueducto, en el cual se identificaron problemas; entre los más relevantes se tenían :

- Averías en las válvulas “ventosas ” del sistema (Figura 19), las cuales se reemplazaron y en se instalaron algunas antes de la entrada del fluido a la planta a fin de evitar el aire
- cambios en diámetros de tubería (se pasaba de 2” a 2½” y luego a 3” y viceversa en distintos tramos), por lo que se pudo presentar el fenómeno de cavitación por la variación brusca en la presión del fluido, ocasionada por cambios bruscos de velocidad, pendiente y diámetros de tubería (Figura 20)
- Las cámaras de quiebre no estaban trabajando en condiciones óptimas, puesto que la salida no permanecía sumergida, por lo que se presentaban problemas de aire dentro de la tubería. Este inconveniente se solucionó, limpiando la rejilla y los componentes en la bocatoma mejorando la captación de agua disminuyendo también el aire transportado en la conducción, además se estranguló un poco la válvula de salida de la cámara para que trabajara sumergida.

Fuente Elaboración propia



Figura 19. Válvulas ventosas antes del reemplazo

Fuente Elaboración propia



Figura 20. Variación en los diámetros de tubería en la línea de conducción del acueducto

Se requirió de reemplazo del material filtrante a fin de reducir posibles daños en los materiales que componen la planta de tratamiento (fibra de vidrio); puesto que al aumentar la

porosidad del lecho se reducen las sobrepresiones dentro del sistema, se pasó de material de Tamaño Máximo Nominal TMN de  $\frac{3}{4}$  " a  $1 \frac{1}{2}$  (Figura 21).

Fuente Elaboración propia



Figura 21. Reemplazo de material filtrante en la unidad de coagulación floculación.

Es de resaltar que el sistema de tratamiento de agua potable instalado incluyó la instalación de un bypass con tuberías y válvulas de entradas necesarias para el correcto funcionamiento de la planta.

Al final se entregó un manual de operación a la comunidad con las recomendaciones, acciones y pautas a seguir para evitar el deterioro y el mal funcionamiento de la planta. Dentro de este se expresó la importancia de la revisión de la línea de conducción del acueducto veredal y las labores de mantenimiento, como el lavado del material filtrante de todas las unidades, y la regularidad en el suministro de los compuestos químicos con los que opera la planta (Sulfatos de Aluminio y cloro)

## Construcción de cajas de lavado

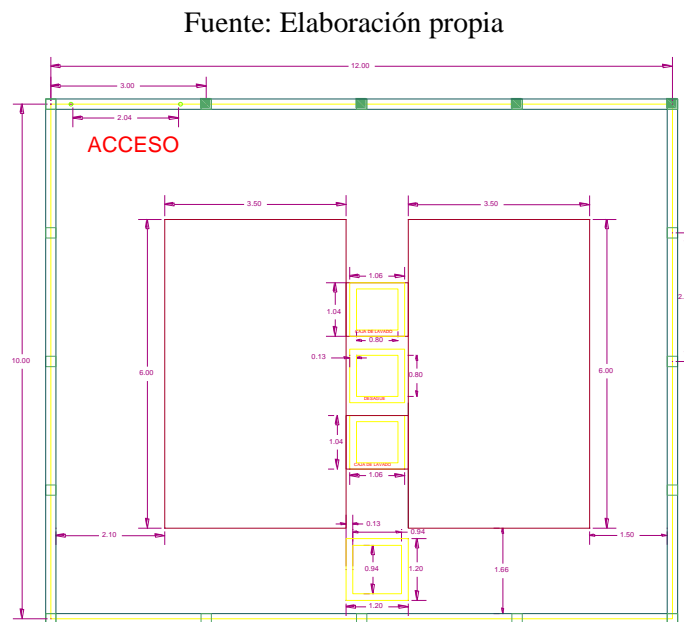


Figura 22. Esquema general obra civil disposición de la planta (dibujo de AUTOCAD .DWG)

En la Figura 22 se muestra la disposición de las cajas de lavado en la parte intermedia entre las losas. Las dimensiones de estas estructuras inicialmente estaban planteadas de 1.5m x 1.5m sin embargo por limitantes en el terreno, y en concordancia con las especificaciones del fabricante se construyeron de menor tamaño, de 1.05m x 1.04m aproximadamente cumpliendo satisfactoriamente con el objetivo de estas. En el contrato se especificaron 5 cajas de este tipo de las cuales se construyeron 4 como las de la Figura 23. Se verificó la instalación de la formaleta en la cual se usó de madera disponible en la cabecera municipal, la colocación de acero de refuerzos ( $3/8''$  cada 15cm en ambos sentidos) y los espesores de las paredes y el piso de la misma (12cm). Una vez desencofrada y habiendo adquirido una resistencia inicial se comprobó que no existieran daños en el concreto reforzado, en especial para controlar las filtraciones de las mismas durante la operación de la planta. Al finalizar el proyecto se puso en marcha la planta y mediante prueba de estanqueidad se comprobó que las cajas de lavado funcionaban correctamente es decir no se presentaban filtraciones.

Fuente: Elaboración propia



Figura 23: Caja de lavado

### **Construcción de cajas de cloración**

No se construyeron las cajas para cloración presupuestadas debido a que la planta posee sistemas de dosificación de cloro (Figura 24) que trabaja con el flujo de agua que pasa a través de las tuberías del sistema. Para la instalación de estos dispositivos hay que tener claro conceptos básicos de hidráulica pues estos trabajan con flujo a presión obtenido a través de derivaciones de ½” que se toman de un punto de alta presión en las tuberías principal de 4” de entrada a la planta. Una vez el agua sale del sistema se almacena en el tanque de almacenamiento construido previamente por la alcaldía de Toribio.

Se dió inducción a los fontaneros del acueducto, por parte de la fundación ODONATA y el técnico especializado encargado de la instalación de la planta. Se resaltó la importancia de las válvulas que poseen los dispositivos que regulan las cantidades de sulfato de Aluminio y Cloro para el tratamiento del agua residual. De lo anterior también quedó registro en el manual de operación de la planta de tratamiento.

Fuente Elaboración propia



Figura 24. Dosificación de Cloro

### **Puerta doble en maya eslabonada en acero galvanizado**

Como se ve en la Figura 25 Se cumplió a cabalidad con este ítem según las dimensiones que estaban presupuestadas y cumpliendo con los materiales dispuestos en los análisis de precios unitarios, contratados con la alcaldía del municipio de Toribio. Entre los materiales a utilizar tanto en la puesta como en el cerramiento se incluyen maya eslabonada en acero galvanizado dispuesto en “rombos” de 2” y tubos de acero calibre 18 de 2” lo cual se verifico en el recibo de los elementos en obra a través de facturas de compra de los materiales realizada por el taller de ornamentación en Santander de Quilichao y mediciones realizadas en obra.

Fuente: Elaboración propia



Figura 25: puerta en maya eslabonada en acero galvanizado

**Cerramiento en malla eslabonada galvanizada N° 10 en Rombo 2” h=1.5mts, muro en ladrillo h= 1mts y viga de cimentación en Concreto ciclópeo 0.30X0.30 y viga en concreto simple 0.20X0.20**

Se cumplió con las especificaciones técnicas estipuladas en el contrato para la construcción del cerramiento como se relaciona en la Figura 26 . Se respetaron las dimensiones de las secciones de vigas y columnas, las cantidades de acero, separaciones máximas entre columnas entre otras descritas en los detalles de los planos y análisis de precios unitarios.

Durante la ejecución de esta actividad sobresale el hecho de que fue necesaria la construcción de cimentación adicional dado que la margen anterior izquierda el terreno presenta inconsistencias como se explicó en la actividad Acero.

La cantidad contratada inicialmente eran 48 metros lineales, sin embargo se ejecutaron 42m dado que era suficiente para aislar las unidades de tratamiento de los predios aledaños, además de que el terreno no permitió mayor extensión de cerramiento, por existir taludes aledaños al sitio de implantación del sistema

Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Cerramiento en ladrillo, malla eslabonada, columnas de concreto, cimentación en concreto ciclópeo.

### 5.3 MANEJO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

Durante el desarrollo del proyecto se presenta la interpretación de planos para la buena ejecución de cada ítem del contrato. Dentro de estos se encuentran aspectos relacionados con la localización de los componentes del sistema de tratamiento de agua potable, además de ello muestran el dimensionamiento de los elementos estructurales, y las recomendaciones que se deben seguir dentro de los procesos constructivos. A continuación a manera de ilustración (Figura 27) se muestra detalle de los componentes de una de las líneas de la planta de 5Lps, la vista en planta muestra la ubicación de elementos como cajas de desagüe, sistemas de dosificación de coagulación y cloración, y los diámetros de tubería a ser usados en la instalación de los mismos.



Fuente: Estudios previos Alcaldía de Toribio - Cauca

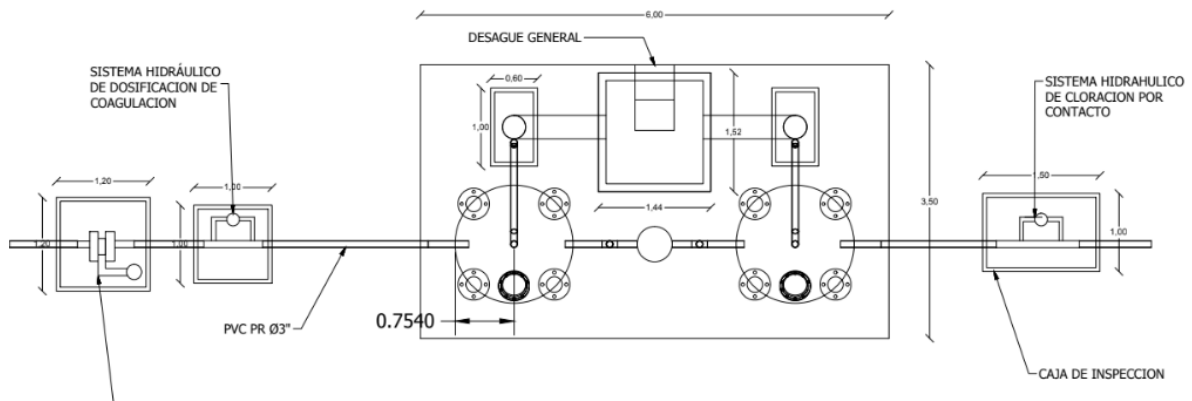


Figura 27. Detalle de componentes de la planta potabilizadora TECNIFLOC

Las losas de soporte del sistema de tratamiento se construyeron acorde a los requerimientos consignados en los planos estructurales del proyecto (Figura 28), respetando las dimensiones, calidad y cantidad de los materiales; tal cual, como se muestra en los planos.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Detalle de refuerzo de losa de soporte de las unidades de la planta potabilizadora TECNIFLOC

#### 5.4 COMPRA DE MATERIALES Y ELABORACIÓN DE BITACORAS.

El auxiliar de residencia realiza el pedido de acuerdo a las cantidades necesarias, verificando la calidad de los materiales utilizados en la obra. Existe alta complejidad para el transporte de insumos necesarios para la construcción del proyecto, hay un trayecto para llegar al sitio de construcción de la planta no se encuentra en condiciones óptimas para el tránsito de vehículos



automotores, puesto que constituye un “camino de herradura”. Por lo anterior los acarreos en al sitio se realizaron mediante las Mingas. Se realizó compra de agregados en la **tritadora de PETRAE** en Caloto-Cauca, algunas de las tuberías y accesorios para las mismas, como válvulas aditamentos y demás se compraron en Popayán, la parte metálica del proyecto para cerramiento como la maya eslabonada y el portón se adquirieron en Santander de Quilichao, se contrató las cantidades incluyendo la instalación y transporte de las mismas. Con respecto al cemento y acero se compró en las ferreterías existentes en el pueblo, dado el análisis previo de los precios y con el objetivo de ahorrar costos en el transporte desde Popayán, Santander de Quilichao ó Cali. En cuanto a los precios de la mano de obra del proyecto se acordó con el maestro pagar en la misma unidad estipulada en el contrato, realizando cortes para los pagos parciales cada vez que se terminaba una determinada actividad, por ejemplo: para la Actividad de concreto F’c: 28 Mpa la unidad de pago fue m<sup>3</sup> se realizó el pago parcial de dicha actividad una vez terminada la fundición de las losas. Es de resaltar en los pagos de mano de obra no incluyeron la seguridad social cuyo pago fue asumido por el contratista de obra.

La elaboración de la bitácora contó con el apoyo del maestro, ya que este, se encontraba la mayor parte del tiempo cuando se realizaron actividades en la obra. Se llevó un registro de eventos o actividades importantes durante la ejecución de las obras, especificando aspectos relevantes como las condiciones atmosféricas, la fecha y hora de ejecución de alguna actividad importante, el nombre del personal presente en la obra entre otros. La bitácora no salió del sitio de obra, se dispuso bajo llave en un lugar aledaño al sitio de la obra (residencia vecina).



## 5.5 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se realizó la toma de cilindros para pruebas de acuerdo a las normas del Instituto Nacional de Vías INVÍAS. Según la INV-E 410-13 para ensayo de resistencia a la compresión del concreto se evaluó las condiciones expuestas en el presupuesto; resistencia a la compresión a los 28 días de 28 Mpa para los elementos estructurales; también se realizó el ensayo de asentamiento con cono Slump, según la norma INV-E 404-13.

Se utilizó concreto preparado en obra. La toma de muestras se realizó siguiendo los lineamientos descritos en las normas INV-E-401-13 e INV-E-402-13, el molde utilizado posee un diámetro de 150 mm (Figura 29).

En total se llenaron 6 moldes para realizar pruebas a los 7, 14 y 21 días, es decir, dos muestras por edad de ensayo tal como se especifica en la INV E- 402-13. Se realizó el procedimiento como sigue:

Colocar el molde previamente humedecido con desmoldante sobre una superficie plana,

A continuación se llena en tres capas más o menos de igual volumen. Cada capa se compacta con 25 “golpes” de la varilla lisa, distribuyéndolas uniformemente. La primera capa se compacta en toda su altura, pero sin tocar el fondo del molde; las otras capas se compactan penetrando hasta la mitad de la capa anterior.

Seguido se da golpes suaves con un mazo de goma alrededor del molde a fin de eliminar las burbujas de aire. Se enraza acentuando longitudinalmente la varilla en las paredes del molde para luego enrazar desde el centro a los bordes.

Durante las primeras 24 horas se colocan los moldes sobre una superficie plana y libre de vibraciones y previniendo que se pierda mucha humedad. En este caso para prevenir la pérdida de humedad se utilizó un costal de fique húmedo según recomendación de la norma de ensayo.

Luego se desencofran, se sumergen en un tanque de agua saturada con cal hasta el día del ensayo. Una vez realizado el curado en obra, se transportaron después a Popayán para realizar el proceso de ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Toma de muestra de concreto para ensayo de Resistencia a la Compresión

Los ensayos se realizaron en el laboratorio ubicado en el barrio Yanaconas (CITEC). Según reporte se obtuvieron los resultados de la Tabla 4 según la edad de ensayo:

Fuente: Elaboración propia

Día	Resistencia PSI
7	2406
14	2956
28	3564

Tabla 4. Resultados de ensayo de compresión para concreto elaborado de 3000 PSI



Los resultados obtenidos muestran la resistencia a la compresión de los especímenes ensayados pertenecientes a la losa de soporte principal del sistema, la cual cumple con la exigida en el contrato.


### **5.6 REALIZACION DE ACTAS DE PAGO PARCIAL**

Se realizó el acta de recibo y pago final del contrato, dado que no fue necesario el pago de actas parciales para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, se realizó un balance con mayores y menores cantidades del contrato que fue avalado y aprobado por el interventor para la liquidación del contrato. El acta final se actualizó con las medidas del balance en el formato correspondiente otorgado y aceptado por la Alcaldía del Municipio de Toribio. La información contenida en el acta final de recibo y cobro contiene la información básica contractual contenida en el contrato de obra, tales como número de contrato, fecha de inicio, fecha de terminación, plazo del contrato, valor del contrato, objeto del contractual, nombre del contratista, nombre del interventor, etc.

En la Tabla 5 se relaciona el acta final que se presentó ante la entidad pública para el pago de las obligaciones contractuales.



Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TORIBIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS											 <b>ACTA FINAL</b>		
DATOS CONTRACTUALES													
CONTRATO No.	108 DE 2019	VALOR INIC CONTRATO									\$ 590,519,139		
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE TORIBIO	PLAZO INICIAL									3 MESES		
CONTRATISTA:	Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ	FECHA SUSC DE CONTR									23/04/2019		
CEDULA O NIT:	C.C 76.027.866	FECHA DE INICIO									04/06/2019		
OBJETO	CONSTRUCCION PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA TIPO TECNIFLOC	FECHA DE SUSPENSION									-		
	DE FILTRACION ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA	FECHA DE REINICIACION									-		
	RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL - LA BETULIA - EL ASIO - CALOTO NUEVO - MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA												
INTERVENTOR	JULIO MEDINA M.	FECHA DE TERMINACION									04/09/2019		
			OBRA CONTRATADA				MODIFICACIONES		CONDICIONES ACTUALIZADAS		TOTAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL		
1.1	Localización y replanteo	M2	44.1	\$ 11,400.00	\$ 502,740.00	98.90	\$ 1,127,460.00	143.00	\$ 1,630,200.00	143.00	\$ 1,630,200.00		
1.2	Excavación en conglomerado	M3	70.56	\$ 67,200.00	\$ 4,741,632.00	147.26	\$ 9,895,872.00	217.83	\$ 14,638,445.00	217.83	\$ 14,638,444.80		
1.3	Conformacion y nivelacion de la explanacion	M2	44.1	\$ 4,350.00	\$ 191,835.00	98.90	\$ 430,215.00	143.00	\$ 622,050.00	143.00	\$ 622,050.00		
2.1	Solado de limpieza e = 0.05m R - 10.5 Mpa	M2	42	\$ 51,100.00	\$ 2,146,200.00	5.44	\$ 277,984.00	47.44	\$ 2,424,184.00	47.44	\$ 2,424,184.00		
2.2	Piso en concreto e = 0.25m R - 28 Mpa	M3	20.8	\$ 740,000.00	\$ 15,392,000.00	-8.904	\$ (6,588,960.00)	11.90	\$ 8,803,040.00	11.90	\$ 8,803,040.00		
3.1	Acero Fy = 420 Mpa	KG	2013.68	\$ 4,550.00	\$ 9,162,244.00	-499.68	\$ (2,273,544.00)	1514.42	\$ 6,890,620.00	1514.42	\$ 6,890,620.10		
4.1	Suministro e instalacion de sistema de potabilizacion ascendente - descendente de agua hidraulicamente de 5 Lps	UND	2	\$ 197,100,000.00	\$ 394,200,000.00			2.00	\$ 394,200,000.00	2.00	\$ 394,200,000.00		
5.1	Cajas 1.20 * 1.20 * 1.20 * 0.80 Cto 3000 psi para desague en PTAP	UND	5	\$ 641,000.00	\$ 3,205,000.00	-1.00	\$ (641,000.00)	4.00	\$ 2,564,000.00	4.00	\$ 2,564,000.00		
5.2	Cajas 1.50 * 1.50 * 1.50 * 1.00 Cto 3000 psi para cloracion en PTAP	ML	1	\$ 926,400.00	\$ 926,400.00	-1.00	\$ (926,400.00)	0.00	\$ -	0.00	\$ -		
5.3	Puerta doble en malla eslabonada galvanizada No 10 en rombo 2", tubo galvanizado 2", platina 1/2", soporte en tubo galvanizado 4" y concreto 3000 psi	UND	1	\$ 1,320,800.00	\$ 1,320,800.00			1.00	\$ 1,320,800.00	1.00	\$ 1,320,800.00		
5.4	Cerramiento en malla eslabonada galvanizada No 10 en rombo 2" h=1.50 mts, poste en tubo galvanizado 4" h=2mts con tapon galvanizado , 3 lineas de alambre de puas, muro en ladrillo h=1.0mts y viga de cimentacion en concreto ciclopeo 0.30*0.30 y viga en concreto simple 0.20*0.20	ML	48	\$ 461,300.00	\$ 22,142,400.00	-6.00	\$ (2,767,800.00)	42.00	\$ 19,374,600.00	42.00	\$ 19,374,600.00		



6.1	Aseo Generaly retiro de sobrantes	M2	32.00	\$ 9,820.00	\$ 314,240.00	149.01	\$ 1,463,312.10	181.01	\$ 1,777,552.00	181.01	\$ 1,777,552.10
	<b>COSTO DIRECTO</b>				\$ 454,245,491.00		\$ (2,860.90)		\$ 454,245,491.00		\$ 454,245,491.00
	<b>ADMINISTRACION 22%</b>				\$ 99,934,008.00		\$ (629.00)		\$ 99,934,008.00		\$ 99,934,008.00
	<b>IMPREVISTOS 3%</b>				\$ 13,627,365.00		\$ (86.00)		\$ 13,627,365.00		\$ -
	<b>UTILIDAD 5%</b>				\$ 22,712,275.00		\$ (143.00)		\$ 22,712,275.00		\$ -
	<b>AJUSTE POR ACTA DE MODIFICACION</b>										
	<b>COSTO TOTAL</b>				\$ 590,519,139.00		\$ (3,718.90)		\$ 590,519,139.00		\$ -
	<b>AMORT ANTICIPO 100%</b>				\$ 295,259,570						
	<b>VALOR TOTAL A PAGAR</b>				\$ 295,259,569.50		\$ (3,718.90)				
<b>VALOR TOTAL PRESENTE ACTA: DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE PESOS MONEDA CORRIENTE</b>											
<b>CONCEPTO SOBRE CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES CONTRACTUALES:</b>											
El Supervisor del Contrato deja constancia que las obras recibidas están de acuerdo al objeto contractual en las condiciones pactadas de acuerdo a lo planteado en el contrato											
<b>RESUMEN FINANCIERO DEL CONTRATO</b>											
	VALOR CONTRATADO	\$	590,519,139.00								
	VALOR ANTICIPO	\$	295,259,569.50								
	VALOR EJECUTADO ACTAS ANTERIORES	\$	-								
	VALOR PRESENTE ACTA	\$	-	\$	590,519,139.00						
	VALOR POR EJECUTAR	\$	-	\$	-						
	<b>SUMAS IGUALES</b>	\$	<b>590,519,139.00</b>	\$	<b>590,519,139.00</b>						
	<b>Avance de obra =</b>				<b>100.00%</b>						
	<b>Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ</b>			<b>Ing. JULIO MEDINA MOSQUERA.</b>				<b>ING. GINETH NATHALIA DUARTE PIEDRAHITA</b>			
	Contratista			Interventor				Supervisor Municipio de Toribio			
								Secretaria de Obras Publicas Municipal			

Tabla 5. Acta final de pago Contrato 108 de 2019



### **5.7 REALIZACION DE PRE-ACTAS**

Se necesita previamente al cobro de acta parcial o final, la realización de pre-actas en donde se indique el registro fotográfico de cada actividad, las memorias de cálculo de las mismas, justificación de los ítem nuevos y/o mayores y menores cantidades requeridas para suplir la necesidad a satisfacer en el objeto del contrato. En Anexos se presenta algunas partes de la pre-acta presentada para el cobro del acta final del contrato No. 108 de 2019; en Anexos digitales se presenta el acta completa elaborada.

No se presentó la necesidad de realizar actas de cobro parcial ni suspensiones durante el plazo contractual. Se realizó la entrega del proyecto cumpliendo con el objetivo del contrato en los plazos estipulados.





## 6. PROYECTO PTAR PARCELACIÓN SAN CRISTOBAL

Durante el desarrollo de este proyecto se realizó el seguimiento de los procesos de construcción, especificaciones, localización de los componentes del proyecto de la planta de tratamiento de agua residual domestica para dicho asentamiento.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales de la parcelación San Cristóbal comprende una unidad para el desarenado y trampa de grasas, y un sistema combinado de tanque séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente, además de un lecho para el secado de lodos. A manera de ilustración en la Tabla 6 se presentan los datos de concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> y Solidos Suspendidos Totales SST calculada en el agua residual que ingresa a la planta y las remociones de carga contaminante esperadas en el sistema de tratamiento. En la Tabla 7 se relaciona el dimensionamiento de las unidades de remoción tomadas del permiso de vertimientos gestionado por la fundación ODONATA.

Fuente: Fundación ODONATA

CONDICIONES INICIALES		EFICIENCIAS DE REMOCIÓN ESPERADAS DESPUES DEL TRATAMIENTO					
		TRAMPA DE GRASAS Y CRIBADO		TANQUE SÉPTICO		FILTRO ANAEROBIO	
		% DE REMOCIÓN	VALOR (mg/L)	% DE REMOCIÓN	VALOR (mg/L)	% DE REMOCIÓN	VALOR (mg/L)
DBO <sub>5</sub>	421.5 mg/L	5	400.25	50	200.21	70	60
SST	621.06 mg/L	10	541.36	60	216.54	70	65

Tabla 6. Eficiencia del sistema a instalar

Como se demuestra en la tabla anterior el valor que se espera para la DBO<sub>5</sub> y los SST después del tratamiento es 60 mg/L y 65mg/L respectivamente, cumpliendo con los valores máximos



permitidos para descargas de agua residual doméstica (90mg/L para DBO<sub>5</sub> y 100mg/L para SST) de la resolución 0631 de 2015.

Fuente: Fundación ONDONATA

UNIDADES DEL SISTEMA	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
TRAMPA DE GRASAS	área	m <sup>2</sup>	0.38
	largo	m	1.25
	ancho	m	0.5
	profundidad total	m	1.02
	profundidad útil	m	0.72
	volumen útil	m <sup>3</sup>	0.274
	diámetro de la tubería de entrada	pulgadas	3
	diámetro de la tubería de salida	pulgadas	3
DESARENADOR	área	m <sup>2</sup>	1.4
	largo	m	2
	ancho	m	0.7
	profundidad total	m	1
	velocidad del agua	m/s	0.3
	volumen útil	m <sup>3</sup>	1.95
	profundidad útil	m	0.7
	diámetro de la tubería de entrada	pulgadas	3
	diámetro de la tubería de salida	pulgadas	3
SISTEMA INTEGRADO TANQUE SEPTICO + FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE	volumen útil filtro anaerobio	m <sup>3</sup>	5.1266
	radio del tanque	m	1.25
	% volumen ocupado por el FAFA	%	38.95
	volumen útil total del sistema	m <sup>3</sup>	13.16
	altura total del sistema	m	3.7

Tabla 7. Dimensiones unidades de la PTAR

## 6.1 AJUSTE DE LA LOCALIZACIÓN EN CAMPO DE LAS ETAPAS DEL TRATAMIENTO

Fue necesario ajustar la localización en campo de los componentes del proyecto por las limitaciones surgidas debido a errores en el modelo digital del terreno. En el sitio en el cual se mostraba el descole del sistema de alcantarillado sanitario había que ceder 1.5m en altura para

garantizar velocidad mínima y pendiente mínima en la red sanitaria. El diseño inicial de la planta contemplaba que la salida de la trampa de grasas estaría ubicada 2m por encima del nivel de agua en el sistema combinado (FAFA Y Tanque Séptico). Se realizaron los cálculos para comprobar si se podía modificar la instalación de la trampa de grasas con diferencia hidráulica entre los niveles de 50cm. Para ello, se realizó un chequeo sencillo de la línea de conducción de la trampa de grasas al sistema combinado de Tanque Séptico + Filtro anaerobio (esquema de la Figura 30).

Se realizó el análisis mediante la ECUACIÓN DE LA ENERGÍA y ecuaciones de HAZEN Y WILLIAMS se obtuvo una pérdida de 2cm en la conducción, con lo cual por seguridad se instaló la trampa de grasa con una diferencia de niveles respecto al tanque séptico en de 50 cm por recomendación del diseñador de la Fundación ODONATA y asumiendo que el control de nivel del tanque séptico lo da la tubería de rebose del mismo.

Fuente: Elaboración propia.

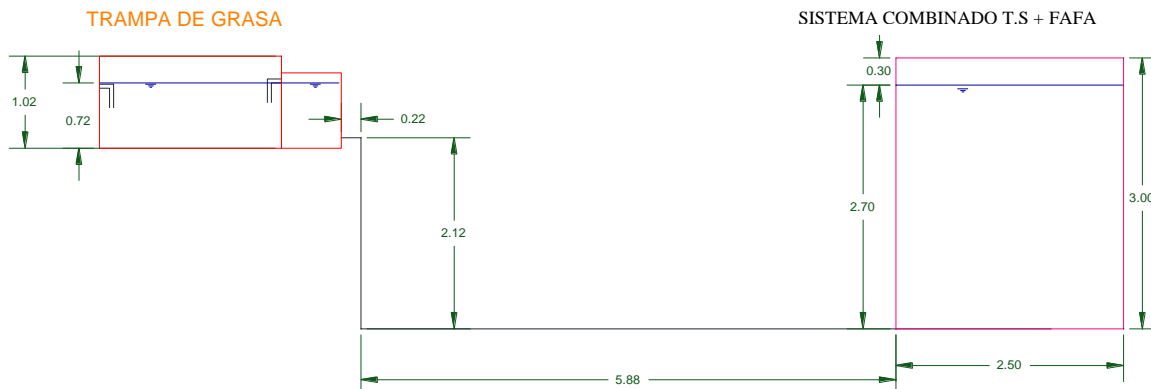


Figura 30. Esquema general red de conducción.

Para realizar el chequeo se utilizó la ecuación de la energía y la ecuación de Hazen y Williams para hallar la velocidad de flujo en la tubería y así encontrar las pérdidas.

$$Q_{\text{máx}} = 1.5 \text{ L/s} = 0.0015 \text{ m}^3/\text{s}$$



Diámetro de la tubería = 3" = 7.62 cm

Coefficiente de Hazen y Williams para PVC: 150

Longitud de la conducción = 8.22 m

$$\frac{P1}{\gamma} + Z1 + \frac{V1^2}{2g} = \frac{P2}{\gamma} + Z2 + \frac{V2^2}{2g} + hP$$

Ecuación 1 Ecuación de la energía

En este caso el punto 1 y 2 están en el nivel superior de agua de cada tanque por lo que la velocidad 1 (V1) y la velocidad 2 (V2) son iguales a cero al igual que las presiones que se anulan. La ecuación se reduce a:

$$\frac{P1}{\gamma} + Z1 + \frac{V1^2}{2g} = \frac{P2}{\gamma} + Z2 + \frac{V2^2}{2g} + hP$$

$$Z1 - Z2 = hP$$

Se halla las pérdidas mediante la ecuación de HAZEN Y WILLIAMS (Ecuación 2)

$$H = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Ecuación 2. Hazen y Williams

Dónde:

L: longitud de la conducción

H: pérdidas por fricción- Q: caudal

C: coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams



D: diámetro de la tubería

$$H = \frac{10.674 * 8.22 * 0.0015^{1.852}}{150^{1.852} * 0.0762^{4.87}} = 0.013cm \approx 2cm$$

Las pérdidas por fricción son mayores a las locales por lo general, al realizar este chequeo se comprueba lo que se mencionó inicialmente.

### 6.2 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO, SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES EN CAMPO.

Se apoyó en el cálculo de cantidades, compra de materiales necesarios para el proyecto (Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10), y la solución de inconvenientes en campo. Para el mortero de pega se usó una dosificación 1:3 y para la dosificación de los concretos se utilizó la relación 1:2:2.5. Las losas que se construyeron poseen las siguientes dimensiones:

- 1 Losa de áreas 3m x 2m x espesor de 12cm con refuerzo en malla electro-soldada de diámetro 6mm y espaciada cada 15 cm en ambas direcciones para el soportes del sistema de cribado y trampa de grasas
- 1 losa de 4.5m x 4.5 m x espesor de 15 cm reforzada con acero corrugado de ½ “ cada 20 cm en ambas direcciones para soporte del sistema combinado FAFA + Tanque Séptico
- 1 loseta de área 3m x 2.5m de espesor 12cm con refuerzo en malla electro-soldada de diámetro 4mm y espaciada cada 15 cm en ambas direcciones para lecho de secado de lodos

Fuente: Elaboración propia.

CANTIDAD DE ACERO			
Nombre de la obra	<u>SAN CRISTOBAL</u>	Fecha (dd/mm/aa)	<u>03/10/2019</u>
Ubicación	<u>LA REJOYA</u>		



cuantía de Acero 1 # 4 Cada 20 cm en 2 direcciones PESO ESPECIFICO ACERO 7850 Kg/m3

ACERO EN OBRA										
Descripción	Longitud varilla (m)	φ	φ (m)	cantidad	Dimensiones de la losa	longitud total (m)	ÁREA acero (m2)	Volume n (m3)	CANTIDAD (kg)	
Transversal	4.6	1/2"	0.0127	23	4,5x4,5	105.8	0.000127	0.01344	105.504	
Longitudinal	4.6	1/2"	0.0127	23	4,5x4,5	105.8	0.000127	0.01344	105.504	
<b>TOTAL</b>								0.02688	211.008	46

Tabla 8. Acero de refuerzo para la losa del proyecto PTAR SAN CRISTOBAL

Fuente: Elaboración propia.

CANTIDADES EN OBRA		
Nombre de la obra	<u>SAN CRISTOBAL</u>	Fecha (dd/mm/aa) <u>03/10/2019</u>
Ubicación	<u>LA REJOYA</u>	

CONCRETO(SOLADO 1:2:4, LOSA 1:2:3)							
DESCRIPCION	DIMENSIONES (m)			CANTIDAD (m3)	CEMENTO (SACOS)	ARENA (m3)	TRITURADO m3
	LARGO	ANCHO	ESPESOR				
SOLADO	4.5	4.5	0.05	1.0125	6.075	1.458	0.972
LOSA	4.5	4.5	0.15	3.0375	22.78125	1.701	2.5515
LOSA	3	2	0.12	0.72	5.4	0.4032	0.6048
LOSA	3	2.5	0.12	0.9	6.75	0.504	0.756
PAREDES LECHO ALTURA 50CM	3	2.5	0.12	0.66	4.95	0.3696	0.5544
MATERIAL LECHO GRAVA	3	2.5	0.2	1.1	X	X	0.924
MATERIAL LECHO ARENA	3	2.5	0.2	1.1	X	0.616	X
MATERIAL LECHO MORTERO PEGA	3	2.5	0.2	0.0616	0.5544	0.066528	X
<b>TOTAL</b>				9.1	49	5.4	6.7

Tabla 9. Cálculo de agregado para la PTAR SAN CRISTOBAL

Fuente: Elaboración propia.

CANTIDADES EN OBRA		
Nombre de la obra	<u>SAN CRISTOBAL</u>	Fecha (dd/mm/aa) <u>03/10/2019</u>
Ubicación	<u>LA REJOYA</u>	

LECHO						
DESCRIPCION	DIMENSIONES			UNIDAD	CANTIDAD	# DE LADRILLOS
	LARGO	ANCHO	ALTO			
LADRILLO	3	2.5	0.2	m2	2.2	110

Tabla 10. Cálculo de cantidad de ladrillos según dimensiones lecho de secado para la PTAR SAN CRISTOBAL

Durante el seguimiento de las actividades en campo, se verificaron las cuantías de acero a instalar en las losas de soporte midiendo la separación entre las barras y diámetros dispuestos en cada losa, la calidad de los materiales y del concreto, también se prestó importancia la eficacia de los procesos constructivos. A continuación se presenta registro fotográfico evidencia del desarrollo de las actividades constructivas en los elementos de la obra civil de la PTAR San Cristóbal (Figura 31 y Figura 32).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Localización, replanteo y explanación de los sitios de implantación de las unidades de la PTAR SAN CRISTOBAL

Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Colocación de acero formaleta para las losas de soporte de la PTAR SAN CRISTOBAL

Durante el proyecto de la parcelación San Cristóbal se llegó hasta la etapa constructiva de la fundición de las losas como se muestra en la Figura 33, dado que se cumplieron con las horas contempladas para el desarrollo de la pasantía según las directrices de la Facultad de Ingeniería civil de la Universidad del Cauca (576 horas).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Fundición de losas flotantes de soporte PTAR SAN CRISTOBAL





---

## 7. CONCLUSIONES

- Durante el proceso de la Práctica profesional en calidad de pasante en la FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL SOCIAL Y CULTURAL ODONATA, se fortaleció la formación personal, laboral y académica del estudiante. Durante estos meses de trabajo se abordaron temas relacionados con las etapas de la contratación pública, se comprendieron y utilizaron los conceptos teóricos aprendidos durante las clases en la universidad, se identificaron los protocolos a seguir de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante exigidos a través de la Interventoría y funcionarios de la misma. En lo personal se resalta la colaboración del personal contratado para los proyectos de la empresa, los Maestros, técnicos, Residentes, los habitantes y beneficiarios de los proyectos de la PTAP interveredal de Toribio, que contribuyeron a la formación humana del Practicante.
- Se ejecutaron las actividades contractuales en los proyectos. Se interpretaron los aspectos técnicos, por medio de los estudios previos brindados por la entidad estatal. Se examinaron los planos, los análisis de precios unitarios, presupuestos para lograr el objetivo contractual cumpliendo con los requisitos técnicos Legales, Ambientales y Financieros del Proyecto exigidos en la adjudicación del contrato.
- Es de vital importancia la etapa de estudios previos en un proyecto puesto que estos definen las actividades a ejecutar con el fin de subsanar una determinada necesidad, además direccionan el proyecto y lo condicionan a través de los detalles y especificaciones en los planos y análisis de precios unitarios de los mismos. Estos estudios son susceptibles de fallar en ciertos aspectos, de presentarse es la entidad estatal



a través de la interventoría la que debe pronunciarse para enmendar el error no imputable al contratista, en este caso la interventoría analizó interpretó y sugirió las acciones a desarrollar cuando se encontraron dificultades como en el caso de la cimentación adicional, todo incluido en el marco legal vigente.

- La comunidad juega un papel importante durante la ejecución de este tipo de contratos en zonas rurales impactadas por el conflicto armado. Al involucrarlos directamente en el proyecto a través de las Mingas y la mano de obra para el desarrollo de actividades, se genera un vínculo en el que se da confianza y se fortalecen las actitudes personales
- Las herramientas tecnológicas y sus aplicaciones juegan un papel fundamental en la actualidad. Mediante ellas podemos modelar rápidamente elementos estructurales como en el caso del programa SAFE 2016, en el cual se pudo tener un acercamiento gracias a los profesionales que apoyan los proyectos en la fundación ODONATA.
- Se cumplió con la normatividad vigente concerniente a cada actividad realizada en los proyectos en los que se participó en el transcurso de la pasantía. Se forjaron capacidades como profesional durante el tiempo de la pasantía adquiriendo habilidades para el manejo de proyectos de obras civiles.
- Durante el trabajo en campo en las construcciones de las dos plantas de tratamiento de agua residual y agua potable, se retomaron conocimientos ya adquiridos durante la etapa académica, como las ecuaciones fundamentales de la hidráulica de flujo a presión, debido a que se requirió durante los procesos de construcción e instalación de las mismas. se utilizaron en casos sencillos en los que se requerían para localizar elementos o



para encontrar perdidas de cargas. También se afianzaron conocimientos en análisis estructural, cálculo de cimentaciones, preparación de mezclas de concreto, entre otros durante el desarrollo de la práctica profesional.

- Los controles y seguimientos a los procesos constructivos, son de gran importancia para garantizar el cumplimiento de las especificaciones descritas en los diseños, y el cumplimiento de las normas técnicas de construcción, de esta forma se garantizan la calidad de las obras, durante el periodo de diseño.
- La toma de decisiones en campo es muy común, por tanto es indispensable que las mismas sean supervisadas y cuenten con el aval de un grupo de profesionales especialistas, con experiencia técnica necesaria en el tema. Las inquietudes se transmiten en su orden al residente de obra, al ingeniero director, al ingeniero calculista.



---

## 8. RECOMENDACIONES

- Para mejorar los rendimientos en la obra y cumplir con la programación y tiempos de ejecución especificados en los contratos de obra, se recomienda realizar una selección del personal teniendo claro cuáles son las actividades en la que mejor se desempeña para tenerlos a disposición para cada sitio de obra. Es necesario fortalecer las relaciones entre personal administrativo y trabajadores de la obra para generar lazos que permitan desarrollar las actividades con un mayor rendimiento.
- Algunas de las actividades que se ejecutan en los contratos de obra se contratan con empresas externas, como es el caso de elementos metálicos de los cerramientos de las plantas. Se evidencia que existe variedad de herramientas en el sitio de fabricación de las unidades que componen los sistemas de tratamientos y los trabajadores están capacitados para manejar este tipo de equipos y recursos; lo cual puede aprovecharse para realizar la construcción de este tipo de elementos con ello se logra obtener una mayor utilidad
- Es necesario que antes de iniciar la ejecución del contrato en zonas con problemas de orden público, se cuente con todas las licencias exigidas para desarrollar proyectos de construcción, de esa manera se garantiza el cumplimiento de las normas que rigen la materia evitando altercados y malentendidos con los habitantes del área de influencia directa de cada proyecto. Así también es necesario que se presente el grupo de trabajo ante la comunidad del área de influencia directa del proyecto.
- Durante la ejecución de determinados proyectos se presentan actividades que requieren



ser desarrolladas por la comunidad beneficiaria de las obras, en las que son necesarias tener las medidas de seguridad mínimas a fin de proteger la integridad física de las personas involucradas.

- Se recomienda que los equipos que se utilizan en las actividades durante los procesos de construcción e instalación de las plantas, cumplan con los estándares de calidad exigidos, con el objetivo de generar seguridad laboral en los puestos de trabajo. En el caso de las obras se alquilaron equipos, de los cuales se debería tener un reporte del sitio de alquiler por el mantenimiento de los mismos.



## 9. BIBLIOGRAFIA

- Estatuto General de la Contratación Pública, Ley 80 de 1993. Ed. 2019.
- Normas APA .2020, Formato para la presentación de trabajos escritos. Recuperado de: <https://normasapa.in/>
- NORMAS Y ESPECIFICACIONES INVIAS 2013, Normas de ensayo de materiales de carreteras, sección 400 recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-ynormas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras>
- RAS 2017, Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Junio de 2017
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR 10). Bogotá, marzo de 2010
- Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP)
- Sistema General de Regalías, Municipio de Toribio Cauca. Recuperado de: <http://www.toribio-cauca.gov.co/tema/sistema-general-de-regalias/acueductos-574873>

## 10. ANEXOS

### 10.1 PRE-ACTA No 1

Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TORIBIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS											
DATOS CONTRACTUALES											
CONTRATO No.	108 DE 2019			VALOR INIC CONTRATO	\$590.519.139						
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE TORIBIO			PLAZO INICIAL	3 MESES						
CONTRATISTA	Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ			FECHA SUSC DE CTO	23/04/2019						
CEDULA O NIT:	C.C 76.027.866			FECHA DE INICIO	04/06/2019						
OBJETO	CONSTRUCCION PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA TIPO TECNIFLOC DE FILTRACION ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL - LA BETULIA - EL ASIO - CALOTO NUEVO - MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA			FECHA DE SUSPENSION	-						
				FECHA DE REINICIACION	-						
INTERVENTOR	JULIO MEDINA M.			FECHA DE TERMINACION	04/09/2019						
<b>PRE ACTA</b>											
			OBRA CONTRATADA			MODIFICACIONES		CONDICIONES ACTUALIZADAS		TOTAL	
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL
1.3	Conformación y nivelación de la explanación	M2	44.1	\$ 4.350.00	\$ 191.835.00	98.90	\$ 430.215.00	143.00	\$ 622.050.00	143.00	\$ 622.050.00
<b>JUSTIFICACIÓN</b>											
<p>La cantidad contratada es de 44,1m2 sin embargo con el cambio de dimensiones de terreno, se aumentó la cantidad de conformación y nivelación de la explanación para obtener un lote nivelado de 143 metros cuadrados. Adicionalmente se compacto el terreno de alrededor de la losa y el terreno que queda por fuera del cerramiento obteniendo así mejor acabado estético</p>											
<b>CÁLCULOS</b>											
DESCRIPCION		UNIDAD	ANCHO	LARGO	TOTAL						
Conformación y nivelación de la explanación		M2	13	11	143						
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>											
											

Tabla 11.Pre-acta ítem 1.3 conformación y nivelación de la explanación.

Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TORIBIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS																	
DATOS CONTRACTUALES																	
CONTRATO No.	108 DE 2019			VALOR INIC CONTRATO	\$590.519.139												
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE TORIBIO			PLAZO INICIAL	3 MESES												
CONTRATISTA	Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUNOZ			FECHA SUSC DE CONTR	23/04/2019												
CEDULA O NIT:	C.C 76.027.866			FECHA DE INICIO	04/06/2019												
OBJETO	CONSTRUCCION PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA TIPO TECNIFLOC DE FILTRACION ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL - LA BETULIA - EL ASIO - CALOTO NUEVO - MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA			FECHA DE SUSPENSION	-												
				FECHA DE REINICIACION	-												
				FECHA DE TERMINACION	04/09/2019												
INTERVENTOR	JULIO MEDINA M.																
<b>PRE ACTA</b>																	
OBRA CONTRATADA												MODIFICACIONES		CONDICIONES ACTUALIZADAS		TOTAL	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL						
2.1	Solado de limpieza e = 0.05m R - 10.5 Mpa	M2	42	\$ 51,100.00	\$ 2,146,200.00	5,44	\$ 277,984.00	47,44	\$ 2,424,184.00	47,44	\$ 2,424,184.00						
<b>JUSTIFICACIÓN</b>																	
La cantidad contratada corresponde al solado de la losa de 42 metros cuadrados para la construcción de las losas de soporte del sistema de tratamiento de agua potable. Sin embargo se adiciono solado para las losas de las cajas de lavado 2.88 metros y el solado para las zapatas que equivale a 2.56 metros cuadrados, para un total de 47.44 m2 de solado con resistencia de 10.5 Mpa.																	
<b>CÁLCULOS</b>																	
DESCRIPCION	UNIDAD	ANCHO	LARGO	CANTIDAD	TOTAL												
Solado de limpieza e = 0.05m R - 10.5 Mpa para losa	M2	6	7	1	42												
Solado de limpieza e = 0.05m R - 10.5 Mpa para cajas de lavado	M2	1,2	1,2	2	2,88												
Solado de limpieza e = 0.05m R - 10.5 Mpa para zapatas	M2	0,8	0,8	4	2,56												
				TOTAL	47,44												
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>																	

Tabla 12. Pre-acta ítem 2.1 Solado de limpieza e = 0.05m R - 10.5 Mpa



Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TORIBIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS											
DATOS CONTRACTUALES											
CONTRATO No.	108 DE 2019			VALOR INIC CONTRATO			\$590.519.139				
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE TORIBIO			PLAZO INICIAL			3 MESES				
CONTRATISTA:	Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ			FECHA SUSC DE CONTR			23/04/2019				
CEDULA O NIT:	C.C 76.027.866			FECHA DE INICIO			04/06/2019				
OBJETO	CONSTRUCCION PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA TIPO TECNIFLOC DE FILTRACION ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL - LA BETULIA - EL ASIO - CALOTO NUEVO - MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA			FECHA DE SUSPENSION			-				
				FECHA DE REINICIACION			-				
INTERVENTOR	JULIO MEDINA M.			FECHA DE TERMINACION			04/09/2019				
<b>PRE ACTA</b>											
		OBRA CONTRATADA				MODIFICACIONES		CONDICIONES ACTUALIZADAS		TOTAL	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL
2.2	Piso en concreto e = 0.25m R - 28 Mpa	M3	20.8	\$ 740,000.00	\$ 15,392,000.00	-8.904	\$ (6,588,960.00)	11.90	\$ 8,803,040.00	11.90	\$ 8,803,040.00
<b>JUSTIFICACIÓN</b>											
<p>La cantidad de concreto contratado equivale a 20.8 m<sup>3</sup>.          Lo ejecutado corresponde a el concreto de las dos losas de soporte para el sistema de agua potable fue de 10.5m<sup>3</sup> (6x7x0.25). Se le adiciona el concreto de las losas para soporte de las cajas de lavado (1.20x1.20x0.25x2=0.72m<sup>3</sup>) y a su vez el concreto utilizado para la construcción de las zapatas de cimentación debido a las condiciones topográficas y geotécnicas del terreno, para las cuales se requirió 0.64 metros cúbicos y pedestales (0.30x0.20x0.20x3=0.036m<sup>3</sup>). Adjunto a la pre acta, se anexa el resultado del estudio de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico NTC 673 con lo que se deja constancia de la resistencia requerida.</p>											
<b>CÁLCULOS</b>											
DESCRIPCION	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ESPESOR	CANTIDAD	TOTAL					
Losa para sistema de potabilización	M2	6	3.5	0.25	2	10.5					
Losa para caja de lavado	M2	1.2	1.2	0.25	2	0.72					
zapatas	M3	0.8	0.8	0.25	4	0.64					
Pedestales	M3	0.3	0.2	0.2	3	0.036					
					TOTAL	11.896					
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>											

Tabla 13. Pre-acta ítem 2.2 Piso en concreto e = 0.25m R - 28 Mpa

Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TORIBIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS											
DATOS CONTRACTUALES											
CONTRATO No.	108 DE 2019	VALOR INIC CONTRATO	\$590.519.139								
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE TORIBIO	PLAZO INICIAL	3 MESES								
CONTRATISTA	Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ	FECHA SUSC DE CONTR	23/04/2019								
CEDULA O NIT:	C.C 76.027.866	FECHA DE INICIO	04/06/2019								
OBJETO	CONSTRUCCION PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA TIPO TECNIFLOC DE FILTRACION ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL - LA BETULIA - EL ASIO - CALOTO NUEVO - MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA	FECHA DE SUSPENSION	-								
		FECHA DE REINICIACION	-								
INTERVENTOR	JULIO MEDINA M.	FECHA DE TERMINACION	04/09/2019								
<b>PRE ACTA</b>											
OBRA CONTRATADA			MODIFICACIONES			CONDICIONES ACTUALIZADAS			TOTAL		
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL
5.1	Cajas 1.20 * 1.20 * 1.20 * 0.80 Cto 3000 psi para desague en PTAP	UND	5	\$ 641.000,00	\$ 3.205.000,00	-1.00	\$ (641.000,00)	4.00	\$ 2.564.000,00	4.00	\$ 2.564.000,00
<b>JUSTIFICACION</b>											
<p>En el ítem de cajas de lavado, se realizó un ajuste de medidas, dado que la cantidad contratada no cuadra con lo requerido en obra. Se construyeron 2 cajas de lavado (1.13x1.13x0.80) m<sup>3</sup> y cada caja contiene 2 pantallas reforzadas (0.55x0.80x0.08) m<sup>3</sup>, cajas cuyo soporte son dos losas a nivel de la losa. La caja de desague se construyó de (1.04x1.04x0.80) m<sup>3</sup>. Adicional se construyó una caja para las válvulas de control del sistema de tratamiento de agua.</p>											
<b>CÁLCULOS</b>											
DESCRIPCION	ANCHO	LARGO	ALTURA	CANTIDAD							
CAJA PARA LAVADO	1.13	1.13	0.8	2							
CAJA PARA DESAGÜE	1.04	1.04	0.8	1							
CAJA PARA VALVULAS	1	1	0.8	1							
				TOTAL	4						
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>											
Caja de desague						Cajas de válvulas					
Cajas de lavado											

Tabla 14 Pre-acta ítem 5.1 Cajas 1.20 \* 1.20 \* 1.20 \* 0.80 Cto 3000 psi para desague en PTAP

Fuente: Elaboración propia

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TORIBIO SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS				
<b>DATOS CONTRACTUALES</b>				
CONTRATO No.	108 DE 2019	VALOR INIC CONTRATO	\$590.519.139	
CONTRATANTE:	MUNICIPIO DE TORIBIO	PLAZO INICIAL	3 MESES	
CONTRATISTA:	Ing. DIEGO FERNANDO RUIZ MUÑOZ	FECHA SUSC DE CONTR	23/04/2019	
CEDULA O NIT:	C.C 76.027.866	FECHA DE INICIO	04/06/2019	
OBJETO	CONSTRUCCION PLANTA DE POTABILIZACION DE AGUA TIPO TECNIFLOC DE FILTRACION ASCENDENTE - DESCENDENTE, EN LAS VEREDAS SANTA RITA PARA EL ACUEDUCTO INTERVEREDAL - LA BETULIA - EL ASIO - CALOTO NUEVO - MUNICIPIO DE TORIBIO DEPARTAMENTO DEL CAUCA	FECHA DE SUSPENSION	-	
		FECHA DE REINICIACION	-	
INTERVENTOR	JULIO MEDINA M.	FECHA DE TERMINACION	04/09/2019	

PRE ACTA												
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	OBRA CONTRATADA				MODIFICACIONES		CONDICIONES ACTUALIZADAS		TOTAL	
			CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	CANT	VALOR TOTAL	
5.4	Cerramiento en malla eslabonada galvanizada No 10 en rombo 2" h=1.50 mts, poste en tubo galvanizado 4" h=2mts con tapon galvanizado , 3 lineas de alambre de puas, muro en ladrillo h=1.0mts y viga de cimentacion en concreto ciclopeo 0.30*0.30 y viga en concreto simple 0.20*0.20	ML	48	\$ 461,300.00	\$ 22,142,400.00	-6.00	\$ (2,767,800.00)	42.00	\$ 19,374,600.00	42.00	\$ 19,374,600.00	

**JUSTIFICACIÓN**

Inicialmente la cantidad contratada eran 48 metros. Por condiciones del terreno como el excesivo movimiento de tierras que debía de realizarse dado que el terreno entre el tanque de almacenamiento y el cerramiento es material de relleno y hacia la parte trasera existe un talud de tierra de gran dimensión, las medidas se redujeron quedando un rectángulo de cerramiento de 42 metros lineales, 12m de frente por 10m de fondo, descontando la luz de la puerta que equivale a 2m.

**CÁLCULOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	ANCHO	LARGO	TOTAL
Cerramiento	ml	10	12	44
puerta	ml	2		2
TOTAL				42

**REGISTRO FOTOGRAFICO**



Tabla 15 Pre-acta ítem 5.1 Cajas 1.20 \* 1.20 \* 1.20 \* 0.80 Cto 3000 psi para desagüe en PTAP