

AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LOS DIFERENTES PROYECTOS DE  
CONSULTORÍA PARA LA EMPRESA UNIÓN TEMPORAL PLANES MAESTROS SAN  
ANDRÉS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SANTANDER

EDWIN FABIAN DUARTE NIEVES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PAMPLONA

2016

AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LOS DIFERENTES PROYECTOS DE  
CONSULTORÍA PARA LA EMPRESA UNIÓN TEMPORAL PLANES MAESTROS SAN  
ANDRÉS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SANTANDER

EDWIN FABIAN DUARTE NIEVES

C.C. 1.102.722.279

Trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial presentado como requisito para optar al  
título de Ingeniero Civil

Director de Práctica:

VICTOR HUGO VERJEL

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PAMPLONA

2.016

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del director académico

---

Firma de jurado

---

Firma de jurado

Pamplona Norte De Santander, Junio de 2016

## CONTENIDO

GLOSARIO .....	9
RESUMEN .....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
3. MARCO REFERENCIAL .....	14
3.1. MARCO HISTÓRICO.....	14
3.2. MARCO TEÓRICO.....	14
3.3. MARCO CONTEXTUAL.....	15
3.4. MARCO LEGAL.....	19
4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA .....	20
5. ADMINISTRACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	42
5.1. DIBUJO DE LA TOPOGRAFÍA .....	42
5.2. INSERCIÓN DE DATOS DEL ALCANTARILLADO A LOS PLANOS .....	45
5.3. INSERCIÓN DE DATOS DEL ACUEDUCTO A LOS PLANOS .....	45
5.4. DIGITALIZACIÓN DE PLANOS EXISTENTES .....	46
5.5. CATASTRO DE LA RED ACTUAL DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO....	48
6. CÁLCULOS Y MODELACIÓN HIDRÁULICA .....	50
6.1. ESTUDIO DE LA DEMANDA .....	51
6.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	55
6.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS ESTRUCTURAS .....	56
6.3.1. Estructura de Captación. ....	56
6.3.2. Desarenador. ....	57
6.3.3. Tanque de Almacenamiento. ....	59
7. CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO	60
7.1. CANTIDADES DE OBRA.....	60
7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	60
7.3. PRESUPUESTO.....	60
8. INFORME FINAL DE LA CONSULTORÍA.....	61
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	62

10. CONCLUSIONES .....	63
BIBLIOGRAFÍA .....	64

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Población Actual Pangote .....	51
Cuadro 2. Cronograma de Actividades .....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del departamento de Santander. ....	15
Figura 2. Localización geográfica del municipio de San Andrés. ....	16
Figura 3. Vista satelital del casco urbano del municipio de San Andrés .....	16
Figura 4. Localización Geográfica Centros Poblados.....	17
Figura 5. Vista satelital del centro poblado Pangote.....	18
Figura 6. Vista satelital del centro poblado Laguna de Ortices .....	18
Figura 7. Fuente de Abastecimiento Quebrada La Camila .....	20
Figura 8. Bocatoma Existente .....	21
Figura 9. Desarenador Existente .....	21
Figura 10. Paso Elevado Existente.....	22
Figura 11. Tanque de Almacenamiento 1 existente.....	22
Figura 12. Tanque de Almacenamiento 2 existente.....	23
Figura 13. Válvula existente .....	23
Figura 14. Estructura de Captación Existente.....	24
Figura 15. Desarenador 1 Existente .....	25
Figura 16. Desarenador 2 Existente .....	25
Figura 17. Tanque de Almacenamiento Existente .....	26
Figura 18. Paso Elevado Existente.....	26
Figura 19. Inspección de Pozos Laguna de Ortices .....	27
Figura 20. Interior de Pozos Laguna de Ortices .....	28
Figura 21. Inspección de Pozos Pangote.....	28
Figura 22. Interior de Pozos Pangote .....	29
Figura 23. Estructura de Captación Acueducto San Andrés .....	30
Figura 24. Levantamiento Topográfico Acueducto San Andrés .....	30
Figura 25. Desarenador Acueducto San Andrés .....	31
Figura 26. Aducción Acueducto San Andrés.....	31
Figura 27. PTAP Acueducto San Andrés .....	32
Figura 28. Macromedidores PTAP Acueducto San Andrés .....	32
Figura 29. Tanque de Almacenamiento Acueducto San Andrés .....	33
Figura 30. Inspección de pozos San Andrés .....	34
Figura 31. Trabajos Inspección de pozos san Andrés.....	34
Figura 32. Levantamiento Topográfico San Andrés.....	35
Figura 33. Interior de Pozos San Andrés .....	35
Figura 34. Pretratamiento PTAR San Andrés.....	36
Figura 35. Tratamiento Secundario PTAR San Andrés.....	36
Figura 36. Lechos de Secado PTAR San Andrés .....	37
Figura 37. Válvulas San Andrés .....	38
Figura 38. Inspección de Válvulas San Andrés .....	38
Figura 39. Interior de Válvulas San Andrés.....	39
Figura 40. Válvula Tapada San Andrés .....	39
Figura 41. Válvula con Fuga San Andrés .....	40

Figura 42. Hidrante San Andrés.....	40
Figura 43. Nube de Puntos en Civil 3D .....	43
Figura 44. Formato de Puntos en Civil 3D .....	43
Figura 45. Planos Topografía.....	44
Figura 46. Redes del Alcantarillado San Andrés .....	45
Figura 47. Redes del Acueducto San Andrés.....	46
Figura 48. Plano Escaneado.....	47
Figura 49. Plano Digitalizado .....	48
Figura 50. Modelación Hidráulica Laguna de Ortices.....	50
Figura 51. Bocatoma Existente Pangote .....	56
Figura 52. Desarenador 1 Existente Pangote .....	57
Figura 53. Desarenador 2 Existente Pangote .....	58
Figura 54. Tanque de Almacenamiento Existente Pangote .....	59

## GLOSARIO

**POT:** Plan de Ordenamiento Territorial, es un instrumento técnico y normativo de planeación y gestión de largo plazo; es el conjunto de acciones y políticas, administrativas y de planeación física que orientarán el desarrollo del territorio municipal por los próximos años y que regularán la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural.

**Levantamiento Topográfico:** Un levantamiento topográfico consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto.

**Topografía:** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

**Comisión Topográfica:** Cuadrilla de trabajo necesaria para realizar un levantamiento topográfico, generalmente un topógrafo y dos cadeneros.

**Paramento:** Es la línea que determina el límite de construcción permitida en una obra.

**Casco urbano:** Se refiere al suelo urbano de un municipio o ciudad

**Catastro de red:** Sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas, hidrantes y todo accesorio de la red.

**Pozo de Inspección:** Estructuras construidas en los alcantarillados para verificar el estado de funcionamiento del sistema.

**Válvula:** Accesorio cuyo objetivo es regular y controlar el caudal y la presión de agua en una red de conducción y/o distribución de agua potable.

**Tubería:** Ducto de sección circular para el transporte de agua.

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

**Red de conducción:** Serie de tuberías que transportan el agua desde las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento y/o compensación, o entre tanques sin conexión de suscriptores.

**Red de distribución:** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

**Tanque de almacenamiento:** Depósito de agua en un sistema de acueducto cuya función es suplir las necesidades de demanda en los momentos picos, permitiendo una recuperación del volumen en las horas de bajo consumo para poder suministrar sin problemas en las máximas demandas.

**Hidrante:** Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios

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

**Digitalización:** Es el proceso de convertir información analógica en formato digital.

**Cota Batea:** Es el punto más bajo de la sección transversal interna de un conducto.

**Mojón:** Construcción realizada en la superficie terrestre a fin de materializar e indicar la posición de un punto en el terreno (Punto Fijo, Punto trigonométrico, Punto gravimétrico y otros).

## **RESUMEN**

El desarrollo de la práctica consiste básicamente en los aportes en trabajo y conocimiento como auxiliar de Ingeniería Civil en un proyecto de consultoría que trata en forma general de los planes maestros de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de San Andrés en el departamento de Santander, y los corregimientos de Laguna de Ortices y Pangote en el mismo municipio. En éste documento se describen las labores realizadas durante la práctica, lo cual implicó trabajos como recolección de información primaria, supervisión y revisión de los levantamientos topográficos, junto con todo lo que tiene que ver con la generación y ajuste de los planos definitivos, aportes en la modelación hidráulica del acueducto, presupuesto y por último aportes en el documento final del proyecto de consultoría.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El sector de agua y saneamiento básico es fundamental dado que contribuye de manera sustancial en la calidad de vida de las personas y es fundamental para el crecimiento económico territorial, ya que al tener unas buenas condiciones al respecto, se puede pensar en una expansión de la actividad urbana, comercial e industrial.

Para el municipio de San Andrés, Santander se desea proyectar un plan maestro de acueducto y alcantarillado para brindar a la población posibilidades de mejor calidad de vida y de manera paralela incentivar el desarrollo de la región.

Como futuro profesional y con los conocimientos adquiridos durante la vida universitaria, se desarrolló la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil, llevando a cabo actividades como supervisión y revisión de levantamientos topográficos, generación de planos en el software AutoCAD y Civil 3D, presupuestos, informes, modelación hidráulica de acueducto, entre otras actividades que se presentaron durante el proyecto, todo esto supervisado por la unión temporal Planes Maestros San Andrés en cabeza de su representante legal Carlos Arturo Corzo López ingeniero civil y especialista en gerencia e interventoría de obras civiles.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Ejercer como auxiliar de ingeniería civil en el proyecto de consultoría mencionado en el presente escrito, asesorado y supervisado por la unión temporal Planes Maestros San Andrés.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar toda la información de campo necesaria para la implementación del plan maestro de acueducto y alcantarillado en el municipio de San Andrés, centros poblados Laguna de Ortices y Pangote, solicitada por cada uno de los diseñadores.
- Supervisar y revisar los levantamientos topográficos con ayuda del software AutoCAD y adicionar a los planos la información requerida para los diseñadores.
- Modelación del diseño para el plan maestro del acueducto del municipio de San Andrés, Santander, corregimiento de Laguna de Ortices y corregimiento de Pangote.
- Realización del presupuesto general, Análisis de precios unitarios y cantidades de obra para el plan maestro de acueducto del corregimiento de Pangote en formato digital a fin de poder actualizar en cualquier momento los precios de los proyectos.
- Elaboración del informe técnico del plan maestro de acueducto de San Andrés.
- Presentar un informe quincenal al director académico de los avances del proyecto.

### **3. MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1. MARCO HISTÓRICO**

El municipio de San Andrés fue fundado hace 245 años por el Fraile Dominicano como padre José de las Casas Novas Bermúdez de Olarte y don Juan Fernando Caballero de los Olivos, El Municipio de San Andrés se encontraba habitado por tribus indígenas sencillos, apacibles bonachones, trabajadores, El crecimiento de la población indígena, de blancos y mestizos se llevó a cabo. Se inició en el valle de Guaca el proceso para erigir una parroquia exclusivamente de blancos. Fray José de las casas proyectó la fundación de una capilla independiente en el sitio de San Andrés. Se erige la vice parroquia de San Andrés. Culminan las diligencias de fundación con la elección de la Parroquia de San Andrés. Con la aparición del estado soberano de Santander se creó el municipio de Fortul con capital en San Andrés conformado también por Cepita y Guaca. Fortul se convirtió en provincia con San Andrés como capital hasta 1.937 cuando fue suprimida y volvió a hacer reconocido como Municipio.

Respecto a las últimas intervenciones que se le hicieron al alcantarillado del municipio de San Andrés esta fue en el año 2006 donde se realizó una inspección y diagnóstico del plan maestro de acueducto y alcantarillado, pequeñas intervenciones en el año 2010, 2011, 2013 y 2015.

#### **3.2. MARCO TEÓRICO**

- Son contratos de consultoría los que celebren las entidades estatales referidas a los estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, pre factibilidad o factibilidad para programas o proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.
- Una unión temporal es cuando dos o más personas en forma conjunta presentan una misma propuesta para la adjudicación, celebración y ejecución de un contrato, respondiendo solidariamente por el cumplimiento total de la propuesta y del objeto contratado, pero las sanciones por el incumplimiento de las obligaciones derivadas de la propuesta y del contrato se impondrán de acuerdo con la participación en la ejecución de cada uno de los miembros de la unión temporal.
- El cargo de Auxiliar de Residencia, que también puede ser desempeñado por un Arquitecto, Arquitecto Constructor, Ingeniero Civil o Tecnólogo en Construcción, y a veces estudiantes de práctica de las carreras antes mencionadas, es un cargo que aparece en algunas estructuras organizativas de los diferentes proyectos.

El Auxiliar de Residencia debe aprender mediante órdenes claras y metas muy definidas a conocer los materiales, sistemas constructivos, a medir obra, el trato con el personal obrero, la organización de los trabajos específicos; o sea, que aprende el detalle y la labor misma.

Es un cargo que sirve de ayuda al Residente de Obra, sobre todo cuando las obras son grandes y complejas y también cuando a veces en la estructura organizativa de la empresa no existe el Director de Obra; lo que pasa es que esta organización como se ha dicho con anterioridad, depende siempre de la estructura organizativa de la empresa.

### 3.3. MARCO CONTEXTUAL

San Andrés está situado al nororiente del Departamento de Santander, ubicado al 6° 45' 5 latitud Norte y 72° 51' de longitud Oeste. La cabecera municipal está ubicada a 1.610 msnm y la extensión territorial del municipio comprende alturas que van desde los 850 msnm en su parte más baja, hasta los 4.200 msnm. Con una temperatura promedio de 19°C; su relieve es fuertemente quebrado y escarpado, pertenece a la cuenca hidrográfica del río Chicamocha y está situado al Oriente del Río Guaca sobre la vía que de Bucaramanga (capital del Departamento), conduce a Málaga (capital de la provincia de García Rovira). Ubicado a una distancia de 104 kilómetros aproximadamente de la capital del departamento Bucaramanga y a 50 kilómetros del municipio de Málaga, capital de la provincia de García Rovira, su extensión total es de 278 Km<sup>2</sup>.

*Figura 1. Localización geográfica del departamento de Santander.*



Figura 2. Localización geográfica del municipio de San Andrés.

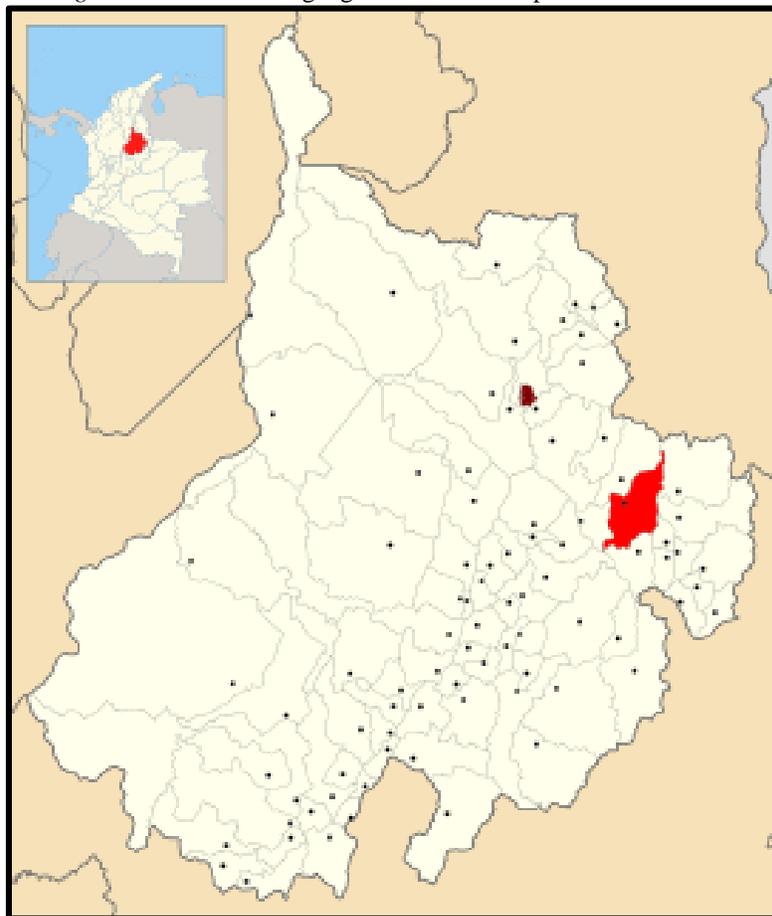


Figura 3. Vista satelital del casco urbano del municipio de San Andrés



Los centros poblados, Pangote y Laguna de Ortics son los únicos corregimientos del municipio de San Andrés.

Figura 4. Localización Geográfica Centros Poblados



Figura 5. Vista satelital del centro poblado Pangote



Figura 6. Vista satelital del centro poblado Laguna de Ortices



### **3.4. MARCO LEGAL**

- Resolución 5456 del 07 de febrero del 2003.

Por medio de la cual se regula en la Contraloría General de la República la implementación de las prácticas, pasantías o judicaturas de los estudiantes de último año o con terminación y aprobación de estudios universitarios.

- Acuerdo no.186 del 2 de diciembre de 2005.

En cual se compila y actualiza el reglamento académico estudiantil de pregrado de la universidad de Pamplona bajo las atribuciones legales que le confieren al consejo superior de la misma. Donde se permite la realización del trabajo de grado en la modalidad de pasantía, consignado en el capítulo vi, artículo 36, literal d que establece la modalidad como el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo.

- Artículo 7 numeral 2 de la ley 80 de 1993.

Unión Temporal: cuando dos o más personas en forma conjunta presentan una misma propuesta para la adjudicación, celebración y ejecución de un contrato, respondiendo solidariamente por el cumplimiento total de la propuesta y del objeto contratado, pero las sanciones por el incumplimiento de las obligaciones derivadas de la propuesta y del contrato se impondrán de acuerdo con la participación en la ejecución de cada uno de los miembros de la unión temporal.

- Artículo 32 numeral 2 de la ley 80 de 1993.

Son contratos de consultoría los que celebren las entidades estatales referidas a los estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad o factibilidad para programas o proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.

Son también contratos de consultoría los que tienen por objeto la interventoría, asesoría, gerencia de obra o de proyectos, dirección, programación y la ejecución de diseños, planos, anteproyectos y proyectos.

#### 4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

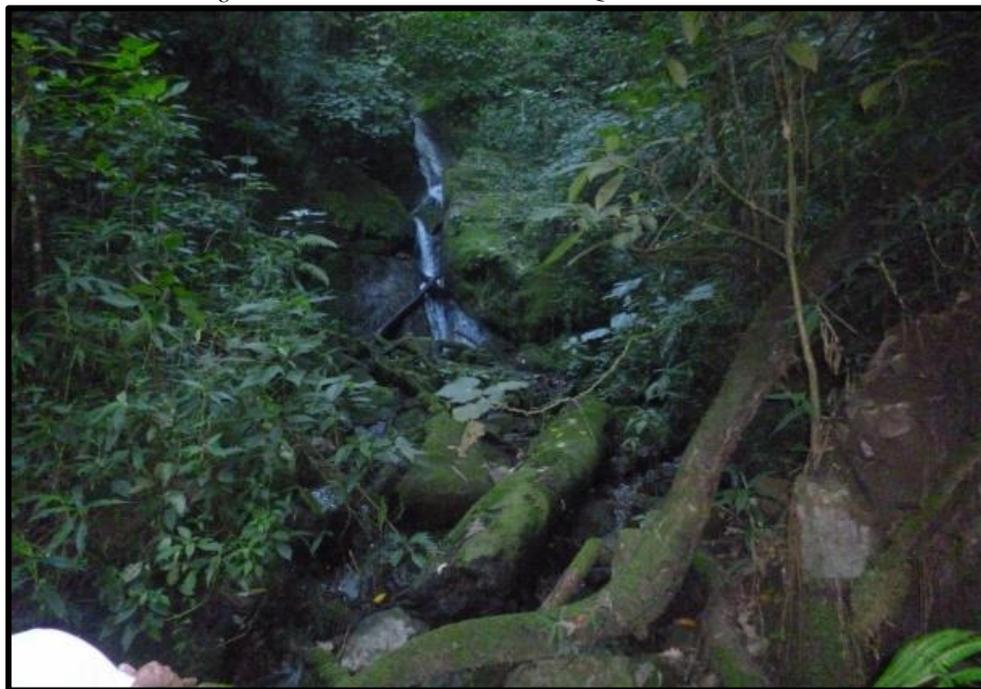
Para dar inicio al desarrollo de los proyectos del plan maestros de acueducto y alcantarillado, se programó la primera visita al municipio de San Andrés; esta se realizó en conjunto con las comisiones topográficas, las cuales fueron asignadas en primera instancia para los corregimientos Pangote y Laguna de Ortices. Inicialmente se realizó un recorrido por la red de acueducto existente de cada uno de los corregimientos, en el cual se hizo una evaluación preliminar a las diferentes estructuras componentes del sistema de acueducto como es la bocatoma, desarenador, pasos elevados, tanques de almacenamiento y tanquillas.

Se recopiló toda la información existente del sistema actual tales como planos, EOT del municipio, Población actual y otros datos que fueron suministrados por la oficina de Planeación Municipal. También fue necesario acudir a la oficina del Sisben y el hospital, con el fin de reunir toda la información solicitada por los diseñadores.

La fuente de abastecimiento utilizada por el acueducto del corregimiento de Laguna de Ortices es la quebrada La Camila, localizada en la vereda Santa Cruz; de la cual se concluyó que es la única fuente con la capacidad hídrica y que topográficamente puede operar por gravedad en su totalidad para todos los usuarios.

A continuación se presentan algunas fotografías del recorrido realizado en el corregimiento de Laguna de Ortices.

*Figura 7. Fuente de Abastecimiento Quebrada La Camila*



*Figura 8. Bocatoma Existente*



*Figura 9. Desarenador Existente*



*Figura 10. Paso Elevado Existente*



*Figura 11. Tanque de Almacenamiento 1 existente*



*Figura 12. Tanque de Almacenamiento 2 existente*



*Figura 13. Válvula existente*



En el corregimiento de Laguna de Ortices se pudo observar que la red de acueducto no solamente abastece las viviendas del sector urbano, sino que también beneficia a los habitantes de distintas veredas del sector, es decir, que antes de llegar a la red de distribución del sector urbano la red desprende algunos ramales de tuberías con el fin de hacer llegar el agua hasta las fincas más lejanas. Se detectan también algunas válvulas de purga y ventosas en mal estado, junto con algunos pasos elevados que presentan deterioro. Existen dos tanques de almacenamiento en el sistema, uno regula el agua para todos los usuarios del corregimiento, y el otro presta servicio únicamente para ciertos usuarios del sector rural. En esta visita se recopila la información acerca del listado de usuarios del acueducto, número de hoteles, restaurantes y colegios que existen en el corregimiento, para los tres sectores misionados. [Información Pangote](#), [Información Laguna de Ortices](#), [Información San Andrés](#).

Luego de visualizar la zona de trabajo, se procedió a dar las siguientes indicaciones a la comisión de topografía: Elementos que deben quedar plasmados en los planos, por ejemplo, cada uno de los usuarios del acueducto en la parte rural referenciando cada una de las casas, cultivos, vías, diámetros de las tuberías, puntos en la bocatoma existentes incluido la quebrada en ese sector, referenciar los dos mojones que se instalaron en el corregimiento, el descole de las aguas residuales del alcantarillado, la totalidad de los pozos de inspección del alcantarillado y todas las estructuras existentes en el acueducto.

De la misma manera se procede para el corregimiento de Pangote, sin embargo este acueducto es menos complejo y abastece únicamente la zona urbana. Durante el recorrido se identificaron diferentes estructuras del acueducto y se tomó registro de ellas. El sistema de acueducto tiene como fuente de abastecimiento la quebrada La Peñonera, la cual es la única que cumple con las características topográficas para hacer llegar el agua por gravedad a la totalidad de usuarios del corregimiento.

A continuación se presentan algunas fotografías del recorrido realizado en el corregimiento de Pangote

*Figura 14. Estructura de Captación Existente*



*Figura 15. Desarenador 1 Existente*



*Figura 16. Desarenador 2 Existente*



*Figura 17. Tanque de Almacenamiento Existente*



*Figura 18. Paso Elevado Existente*



Dentro de esta investigación para recopilar toda la información del acueducto y el alcantarillado actual, se procede a realizar la inspección de cada uno de los pozos del sistema de recolección de aguas residuales, lo cual consiste en destapar cada uno de ellos y tomar datos como diámetros de tuberías, material de tuberías, profundidades, estado del pozo y otras características necesarias para hacer un informe completo acerca del estado actual de la red del alcantarillado. Este trabajo se realiza con una cuadrilla (1X1) encabezada por el auxiliar de ingeniería y un obrero.

*Figura 19.* Inspección de Pozos Laguna de Ortices



*Figura 20. Interior de Pozos Laguna de Ortices*



*Figura 21. Inspección de Pozos Pangote*



*Figura 22. Inspección de Pozos Pangote*



Ciertos pozos del sistema de alcantarillado del corregimiento de Laguna de Ortices y el corregimiento de Pangote no pudieron ser inspeccionados, esto debido a diferentes circunstancias, una de ellas es que estaban enterrados a profundidades considerables por lo cual se opta por proyectar nuevos pozos en estos puntos, en otras ocasiones las tapas de los pozos se encontraban cubiertas con el pavimento de la vía. Los resultados de la inspección técnica realizada se encuentran en el catastro de las redes de acueducto y alcantarillado descritos en el numeral 5.5 del presente documento.

Luego de terminar la fase de recolección de información en los corregimientos, se procede a hacer lo mismo para en casco urbano del municipio de San Andrés, donde se divide el trabajo para las comisiones de topografía en dos sectores, una es enviada a realizar el levantamiento de la red de acueducto desde la estructura de captación, incluida la planta de tratamiento de agua potable y demás estructuras pertenecientes al sistema hasta llegar al casco urbano. La otra comisión de topografía se queda para trabajar en la parte urbana del municipio incluido la planta de tratamiento de agua residual ubicada en la parte baja del pueblo y toda la red del alcantarillado. Las indicaciones para el levantamiento topográfico en este sector son las mismas que se dieron para los corregimientos de Laguna de Ortices y Pangote.

*Figura 23. Estructura de Captación Acueducto San Andrés*



*Figura 24. Levantamiento Topográfico Acueducto San Andrés*



*Figura 25. Desarenador Acueducto San Andrés*



*Figura 26. Aducción Acueducto San Andrés*



*Figura 27. PTAP Acueducto San Andrés*



*Figura 28. Macromedidores PTAP Acueducto San Andrés*



Figura 29. Tanque de Almacenamiento Acueducto San Andrés



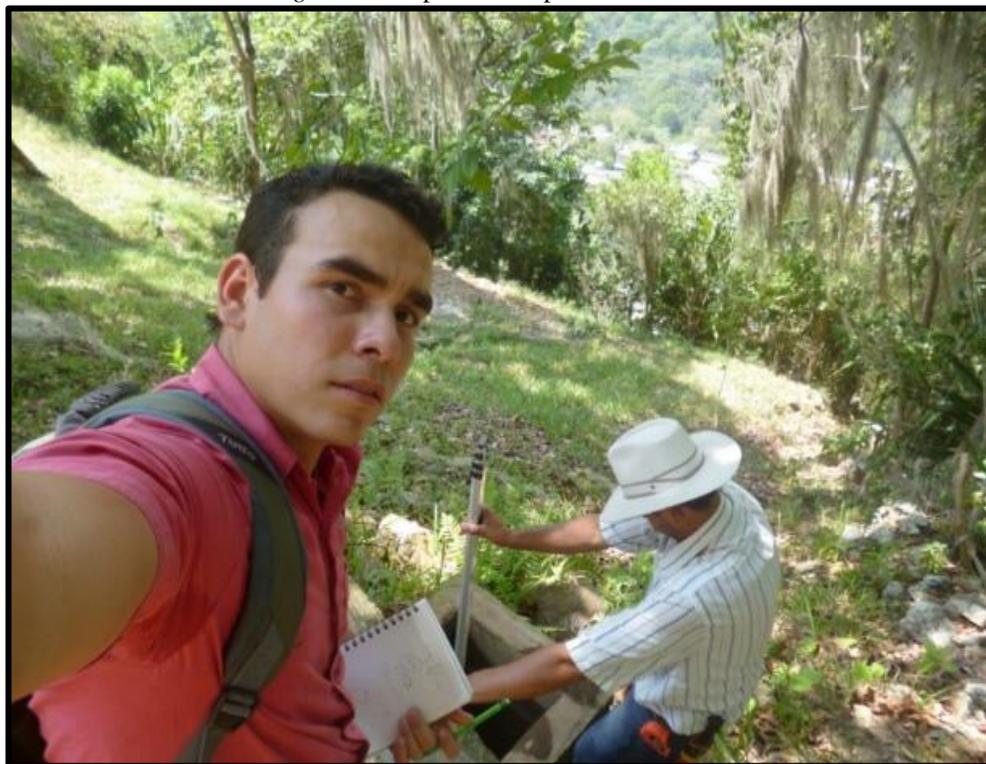
El plan maestro de acueducto y alcantarillado del municipio de San Andrés incluye la optimización de las plantas de tratamiento tanto de agua potable como de agua residual, por lo que se requiere tener toda la información acerca de estas estructuras; planos existentes, estado de deterioro, funcionamiento, ubicación y cotas de ciertos elementos de la misma; todo esto con el fin de que el diseñador pueda dar un diagnóstico y proponer alternativas de rehabilitación y mejoramiento, esta información se obtiene directamente de los operadores de las plantas, el levantamiento topográfico y los planos existentes que son proporcionados por la oficina de planeación del municipio. Ver [Planos existentes](#).

Para la planta de tratamiento de agua potable se encontró que actualmente está tratando 18 lps, lo cual equivale a la totalidad de agua que consume la población del casco urbano del municipio de San Andrés; la planta de tratamiento de agua residual no se encuentra en funcionamiento desde hace muchos años, sin embargo una fracción de las aguas servidas del pueblo pasa por el pretratamiento que consiste en un desarenador para luego ser vertidas a la quebrada La Llorona, otra fracción del agua residual es vertida directamente a esta misma quebrada y una pequeña porción restante de las aguas residuales es vertida directamente en el río guaca correspondiente a un barrio llamado los Pinos ubicado a la entrada del pueblo llegando desde la ciudad de Bucaramanga.

Se realiza un levantamiento topográfico de la zona donde se encuentran las plantas de tratamiento y que incluye las cotas de ciertos puntos solicitados por el diseñador.

Ver plano [Levantamiento PTAP](#) y [Levantamiento PTAR](#).

*Figura 30. Inspección de pozos san Andrés*



*Figura 31. Trabajos Inspección de pozos San Andrés*



*Figura 32. Levantamiento Topográfico San Andrés*



*Figura 33. Interior de Pozos San Andrés*



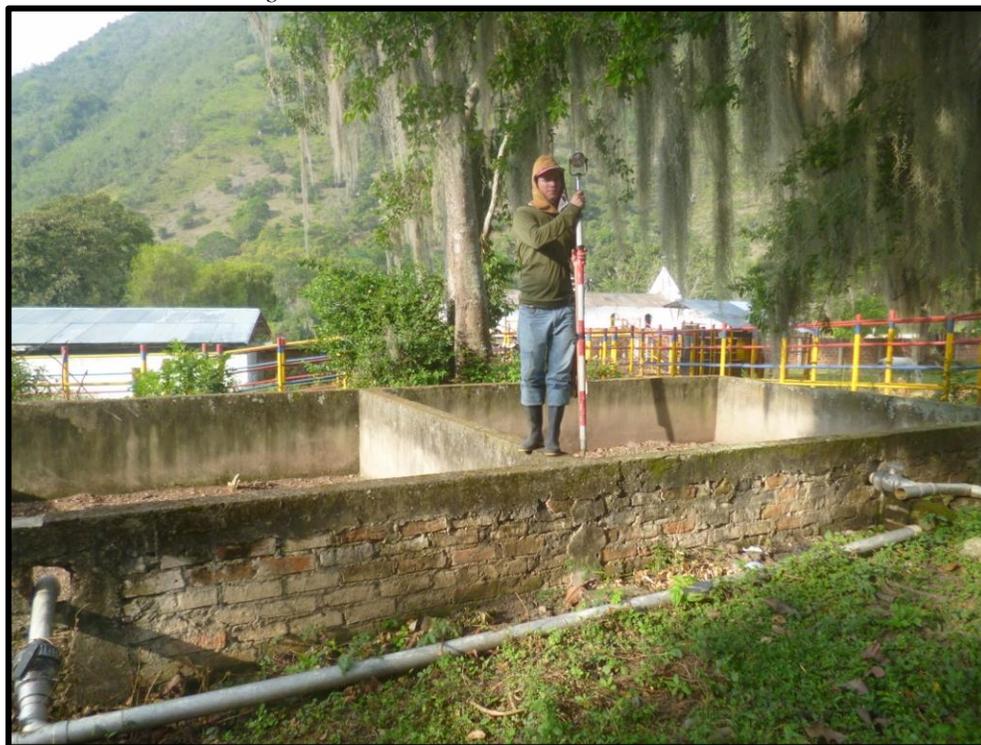
*Figura 34. Pretratamiento PTAR San Andrés*



*Figura 35. Tratamiento Secundario PTAR San Andrés*



Figura 36. Lechos de Secado PTAR San Andrés



También fue necesario realizar una inspección de los hidrantes y válvulas del acueducto del corregimiento de Laguna de Ortices, el corregimiento de Pangote y el casco urbano del municipio de San Andrés, esto con el fin de conocer el estado en el que se encuentran estos componentes. En esta inspección técnica se registra el diámetro, material, estado de deterioro y otras características necesarias para dar un informe claro acerca del estado actual de estos. El corregimiento de Pangote cuenta únicamente con una válvula que al ser cerrada impide el paso de agua a la totalidad de los usuarios del acueducto, esto con el fin de poder realizar arreglos en la red de distribución en caso de daños. El corregimiento de Laguna de Ortices se encuentra sectorizado con tres válvulas que están en regulares condiciones, sin embargo existe otro sector que no depende de estas válvulas y que corresponde a un ramal veredal que recibe agua del tanque secundario del sistema de acueducto. El casco urbano del Municipio de San Andrés cuenta con un número importante de válvulas, algunas se encuentran selladas por el pavimento de las vías y requieren ser reemplazadas, otras son de cierre permanente con el fin de sectorizar la red y mejorar las condiciones de presión y operación.

los resultados de esta inspección técnica de las válvulas se reflejan en los siguientes documentos: [CATASTRO DE VALVULAS PANGOTE](#), [FICHA TECNICA-VALVULAS PANGOTE](#), [CATASTRO DE VALVULAS LAGUNA DE ORTICES](#), [FICHA TECNICA-VALVULAS LAGUNA DE ORTICES](#), [CATASTRO DE VALVULAS SAN ANDRES](#), [FICHA TECNICA-VALVULAS SAN ANDRES](#) y [LISTA DE HIDRANTES SAN ANDRES](#).

*Figura 37. Válvulas San Andrés*



*Figura 38. Inspección de Válvulas San Andrés*



*Figura 39. Interior de Válvulas San Andrés*



*Figura 40. Válvula Tapada San Andrés*



*Figura 41. Válvula con Fuga San Andrés*



*Figura 42. Hidrante San Andrés*



En esta primera fase se concluye todo lo relacionado con el trabajo de campo, Sin embargo, a pesar de haber terminado esta actividad fue necesario hacer visitas cortas para realizar actividades que quedaron inconclusas o simplemente tomar información necesaria para resolver diferentes dudas que se generaron a lo largo los trabajos de oficina, por ejemplo: en una ocasión se tuvo que hacer una visita de un solo día para verificar ciertos pozos que en los análisis iniciales, presentaba un flujo de agua residual incoherente, es decir, las cotas de las tuberías no concordaban con el flujo de las aguas, por lo cual fue necesario volver a referenciarlos en la topografía. En este caso se concluyó que en el primer levantamiento se había cometido un error y así como esta situación se presentaron otro tipo de dudas, las cuales generaban visitas cortas que se realizaron satisfactoriamente.

## 5. ADMINISTRACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

### 5.1. DIBUJO DE LA TOPOGRAFÍA

Una vez terminado los trabajos de campo, los topógrafos hacen entrega de las carteras, las cuales son suministradas en medio físico correspondiente a los dibujos en cuaderno y en medio magnético correspondiente al consecutivo de puntos tomados en la estación; estos datos tienen la descripción de cada punto en el siguiente orden: consecutivo de puntos, coordenadas (este y norte), cota y por último nombre del punto.

Toda esta información se encuentra en los siguientes documentos: [COORDENADAS Y COTAS LAGUNA DE ORTICES](#), [CARTERA LAGUNA DE ORTICES](#), [COORDENADAS Y COTAS PANGOTE](#), [CARTERA PANGOTE](#), [COORDENADAS Y COTAS SAN ANDRES Y CARTERA SAN ANDRES](#).

Con la totalidad de los levantamientos topográficos, lo cual incluye línea del acueducto en el sector rural y casco urbano, se procede a organizar dicha información para enviar la parte del Casco urbano del municipio de San Andrés a un profesional contratado por la empresa para realizar los dibujos, durante la ejecución del dibujo del casco urbano del municipio de San Andrés, se adquiere este conocimiento mediante las indicaciones del director de la consultoría y el dibujante contratado.

Con este conocimiento adquirido se procede a realizar los dibujos del corregimiento de Laguna de Ortices y el corregimiento de Pangote en el programa Civil 3D, trabajo que consiste en insertar los puntos entregados por los topógrafos que se encuentran en un bloc de notas, desde donde se extraen para ser insertados al programa de dibujo, una vez que tenemos los puntos en el programa procedemos a unirlos por medio de líneas con capas que distinguen cada uno de los elementos, por ejemplo, una capa para los bordes de vías, otra para los paramentos, líneas para las tuberías del acueducto y demás. Este trabajo de unir puntos se realiza con ayuda de los dibujos a mano alzada entregados por los topógrafos.

En la figura 43 se muestra una nube de puntos que corresponde al corregimiento de Pangote, de esta manera presenta los puntos de la topografía el Programa Civil 3D luego de ser insertados desde el bloc de notas.

Seguidamente en la figura 44 se observa un acercamiento en un punto específico, el cual nos muestra un dato en color rojo que nos indica el consecutivo del punto, el dato de color amarillo nos indica la altura y el nombre del punto se encuentra escrito en color verde.

En este caso estamos hablando de un poste de energía (PST), pero cada uno de los puntos corresponde a elemento diferente, como bordes de vía, aceras, contadores, etc.

Figura 43. Nube de Puntos en Civil 3D

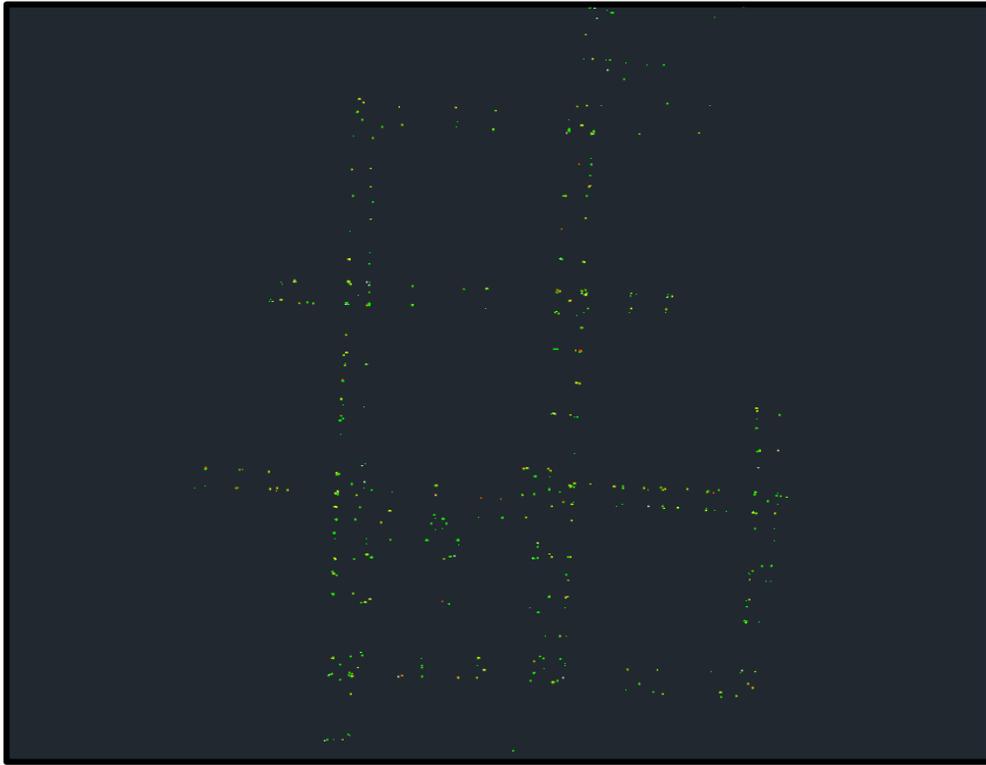
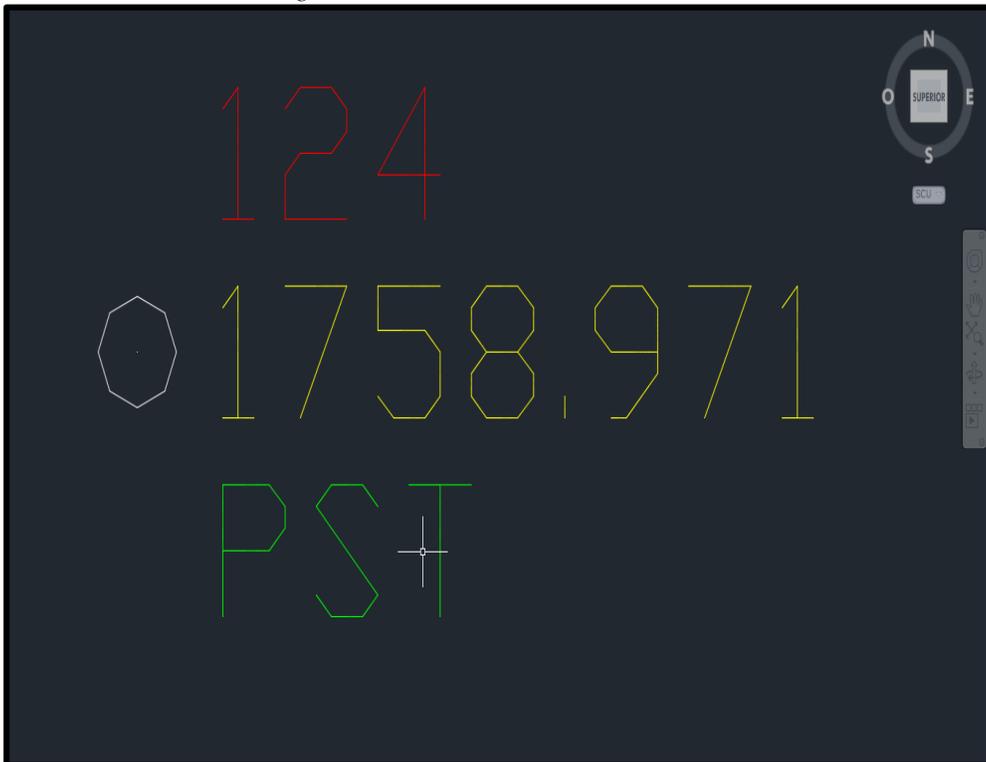


Figura 44. Formato de Puntos en Civil 3D



El siguiente paso consiste en unir cada uno de los puntos correspondientes a la misma estructura, guiándonos con las carteras de campo suministradas por los topógrafos.

*Figura 45. Planos Topografía*



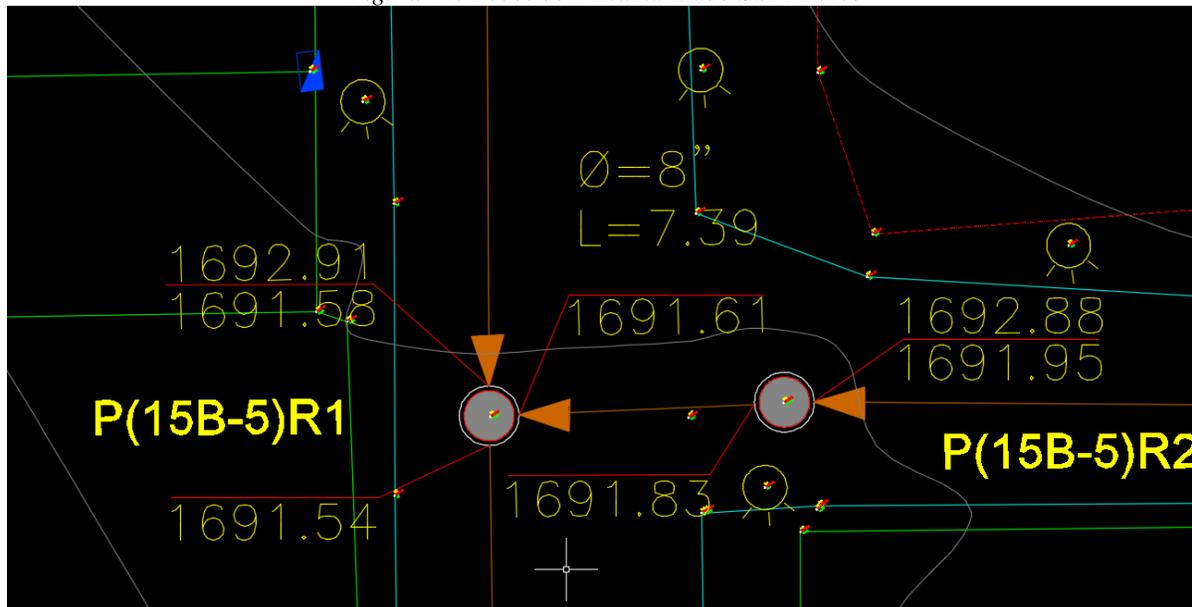
De esta misma manera fue generado el plano de Laguna de Ortices, donde los topógrafos hacen entrega de las carteras de campo y con ayuda del software se hace el dibujo de los planos. Es importante aclarar que cada uno de los planos fue amarrado a coordenadas reales suministradas en dos lugares específicos de cada sector, estos son mojones instalados en ciertos puntos los cuales tienen información de coordenadas y cotas reales, de allí se proporciona información precisa a los planos.

Ver planos [CONSOLIDADO LAGUNA DE ORTICES](#) y [CONSOLIDADO PANGOTE](#)

## 5.2. INSERCIÓN DE DATOS DEL ALCANTARILLADO A LOS PLANOS

Con los planos en Civil3D ya trazados, se procede a exportarlos y abrirlos en un archivo de AutoCAD para insertar los datos de cada uno de los pozos existentes, este trabajo fue realizado para los tres sectores en su totalidad por el ingeniero auxiliar. Allí se insertó la siguiente información: sentido de flujo de las aguas residuales, cota batea de la tubería de entrada y salida de los pozos, diámetros de las tuberías y distancia entre pozos. Cada uno de estos pozos debió ser identificados en el catastro de redes del alcantarillado; por esta razón se les fue asignado un nombre, el cual inicia por la letra P (hace referencia al pozo), seguido de su ubicación (calle-carrera) y por último la letra R (residual) acompañado de un número en los casos en que comparten la misma calle.

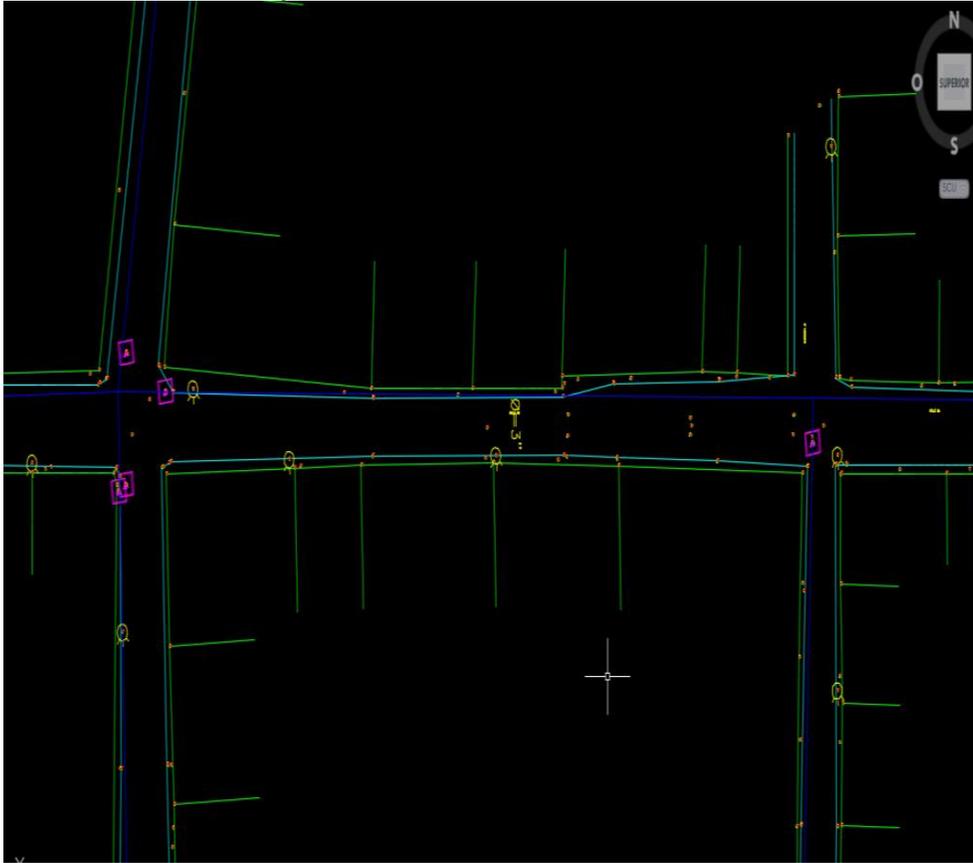
Figura 46. Redes del Alcantarillado San Andrés



## 5.3. INSERCIÓN DE DATOS DEL ACUEDUCTO A LOS PLANOS

En una de estas visitas cortas comentadas anteriormente, se hizo un trazado a mano alzada de las tuberías de acueducto que pasan por las calles del casco urbano del municipio de San Andrés, para luego en la oficina ser insertados en los planos; en este trazado se indicó por cuál de los lados de la vía pasan estos tubos con una línea de color azul y además el diámetro de cada uno de ellos, ya que en la oficina de planeación no cuenta con planos respecto a esto. En este plano también se insertaron las válvulas inspeccionadas que se encuentran visibles en color rosado.

Figura 47. Redes del Acueducto San Andrés



#### 5.4. DIGITALIZACIÓN DE PLANOS EXISTENTES

En la oficina de Planeación del municipio fueron encontrados 11 Planos en medio físico referentes a la PTAP y a la PTAR (plantas de tratamiento de agua potable y residual), el diseñador de estas estructuras solicitó que estos planos fueran presentados en un archivo de AutoCAD. Esta tarea se realizó utilizando un escáner, para luego ser insertados en formato de imagen al archivo de AutoCAD y después poder ser calcados en el programa. Los planos físicos que se encontraron fueron realizados a mano en su momento debido a que en esa época no utilizaban estos programas, por lo tanto las escalas utilizadas son bastante erróneas y las medidas no son consistentes en todo el dibujo, para darle solución a estos inconvenientes se decidió editar las cotas que arrojaba el programa para coincidir con las de la imagen, esto con el fin de no modificar los dibujos y no extender el trabajo.

Figura 48. Plano Escaneado

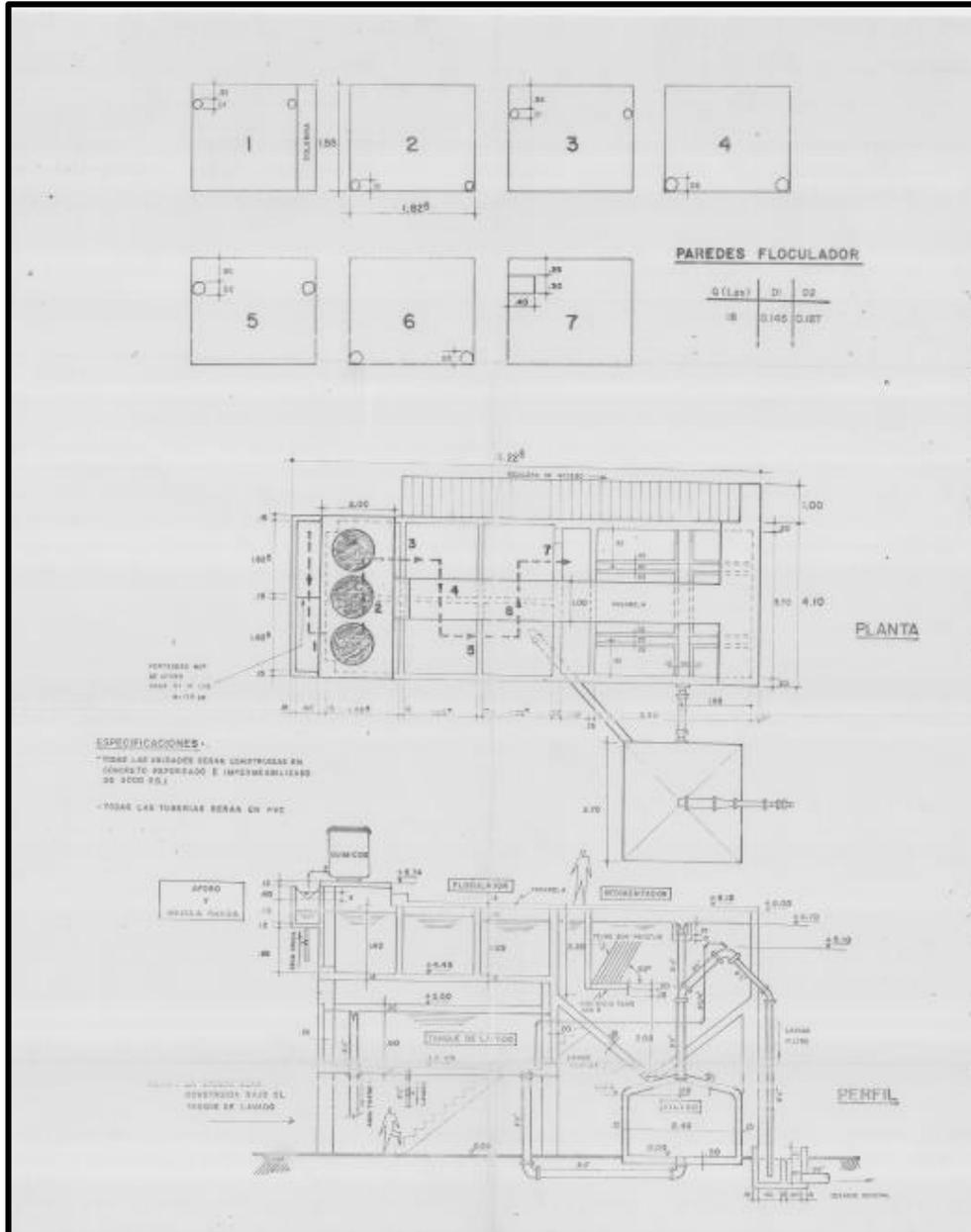
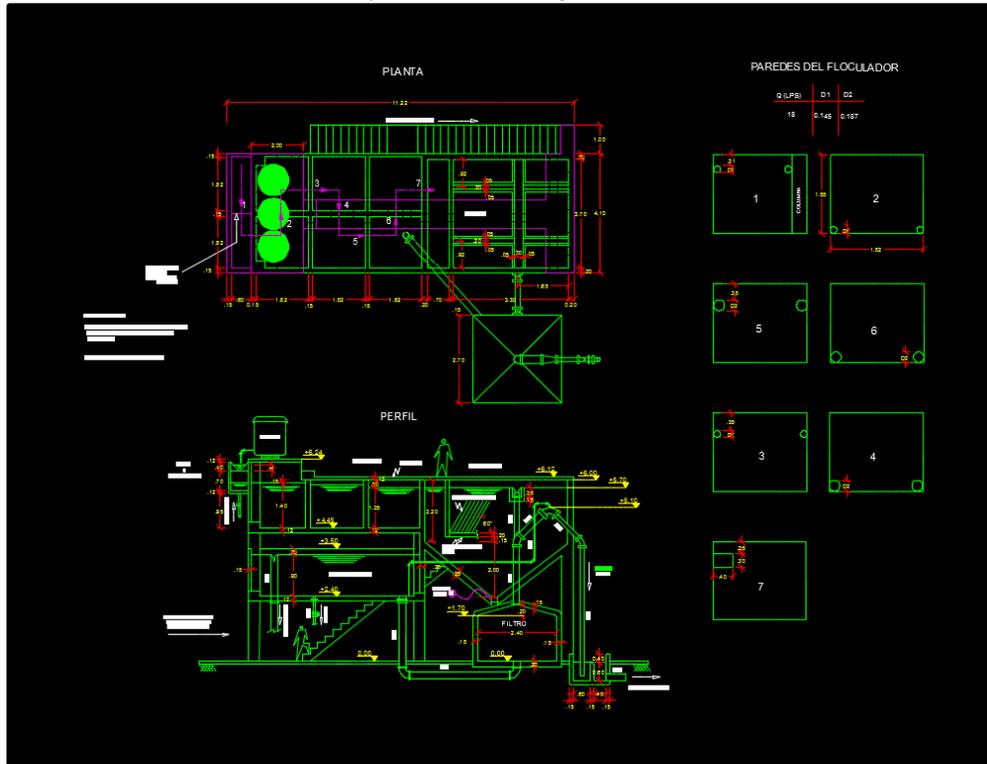


Figura 49. Plano Digitalizado



Ver [PLANOS DIGITALIZADOS](#)

## 5.5. CATASTRO DE LA RED ACTUAL DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

El catastro de las redes es identificar todos los componentes del sistema tanto en acueducto como para el alcantarillado, consiste en organizar toda la información por componentes para tener claridad respecto a lo existente y características de los mismos.

Con toda la información del acueducto recopilada, es necesario tener un orden para la presentación de todos documentos, se debe tener por separado cada uno de los componentes que contiene la red de acueducto actual. Siguiendo este orden de ideas, se procede a realizar diferentes documentos donde se plasma todo este tipo de información, en estos archivos podemos encontrar el listado y las características de las válvulas del sistema, hidrantes y diámetros de las tuberías de la red. Estos fueron presentados anteriormente en los resultados de la inspección técnica de las válvulas de los sistemas de acueducto.

Para el alcantarillado se realizó un diagnóstico técnico del sistema para cada uno de los sectores en estudio, en este documento se puede visualizar de manera clara, el estado actual del sistema de alcantarillado, la metodología de los trabajos de campo realizados, descripción en forma estadística del sistema, registro fotográfico digital y por su puesto la ficha técnica de cada uno de los pozos.

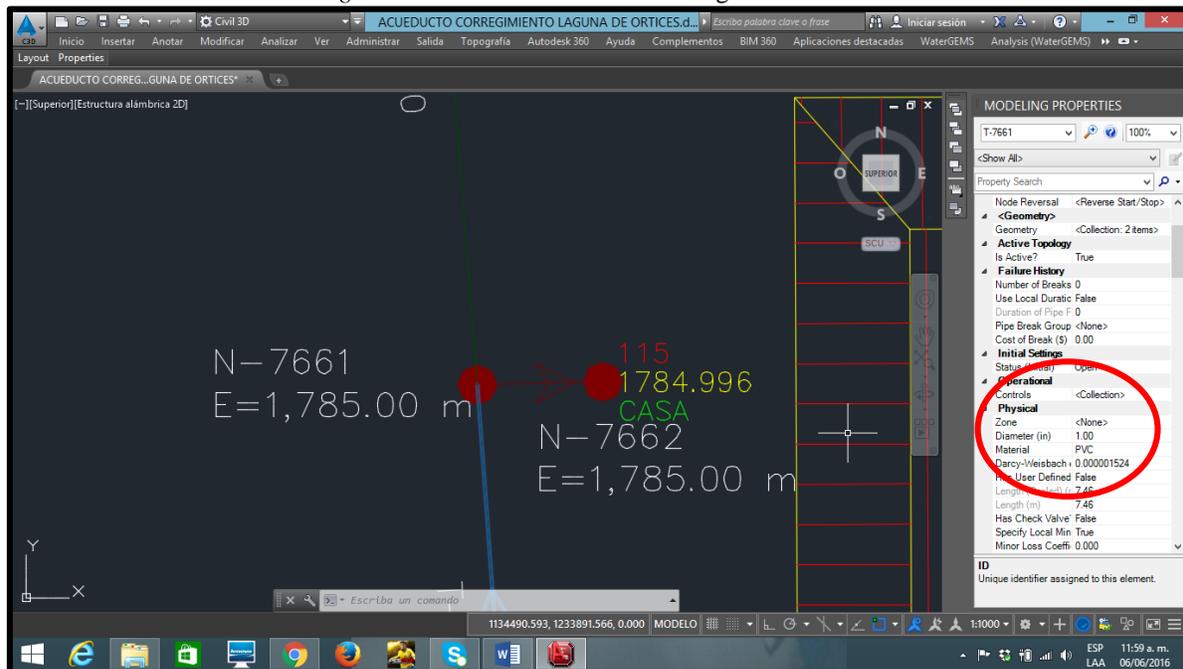
La información mencionada anteriormente se encuentra en los siguientes documentos: [DIAGNÓSTICO TÉCNICO ALCANTARILLADO LAGUNA DE ORTICES](#), [DIAGNÓSTICO TÉCNICO ALCANTARILLADO PANGOTE](#) Y [DIAGNÓSTICO TÉCNICO ALCANTARILLADO SAN ANDRÉS](#).

## 6. CÁLCULOS Y MODELACIÓN HIDRÁULICA

En esta etapa se trabajó en los tres sectores mencionados, para todos los sectores se ingresaron ciertos datos de entrada en el programa WaterGEMS junto con el trazado de cada una de las tuberías con sus respectivos diámetros, esta actividad consiste en dibujar las tuberías del acueducto utilizando las herramientas del programa, inicialmente se deben configurar los siguientes parámetros: elegir el sistema de medición, en nuestro caso sistema internacional, se designa la cantidad de decimales que se manejarán, se debe elegir el método de fricción, en nuestro caso Darcy- Weisbach y se configuran los diferentes tipos de tuberías que se van a utilizar, es decir, asignar diámetros y materiales a las mismas, luego de esto se procede a iniciar con el trazado de la tubería a través de los diferentes comandos que presenta el programa, iniciando con el comando reservoir que hace referencia a la estructura de captación; para el siguiente punto se utiliza el comando pipe que hace referencia a la tubería, en este comando se debe señalar una de las tuberías que se crearon anteriormente, de esta manera procedemos para cada uno de los nodos que se van a incluir en el diseño; estos nodos corresponden a cada uno de los puntos registrados en la estación y que realizan el recorrido de las redes del acueducto; de esta manera se hace el trazado por toda la red incluyendo las diferentes tuberías existentes y todas las estructuras pertenecientes al sistema. Una vez terminado el dibujo se procede a insertar las alturas en cada uno de los puntos tomados, la información de las cotas se encuentra en los planos de la topografía realizada. Este trabajo es entregado al director de la consultoría quien realiza el resto de la modelación.

A continuación se muestra la forma como se presentan los datos en WaterGEMS:

Figura 50. Modelación Hidráulica Laguna de Ortices



El programa arroja las presiones en cada uno de los nodos insertados teniendo en cuenta los datos registrados; de esta manera el diseñador puede ajustar los diámetros de las tuberías y sus respectivos RDE, insertar válvulas de presión u otras estructuras que demande el diseño para cumplir las especificaciones del RAS.

Para el corregimiento de Pangote se evaluaron las estructuras existentes del acueducto, Bocatoma, desarenador y Tanque de almacenamiento con el fin de proyectar y diseñar las nuevas estructuras necesarias para optimizar el sistema, en este trabajo se utilizó una hoja de cálculo de Excel suministrada por la empresa, editada para diseñar las mencionadas estructuras, adicionalmente este documento de Excel facilita el cálculo de la proyección de la población y la demanda. Las ecuaciones utilizadas en la hoja de cálculo coinciden con lo descrito en el libro “Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados” de Ricardo Alfredo López Cualla.

Todos los cálculos realizados se rigen con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y la resolución 2030 del 2009.

## 6.1. ESTUDIO DE LA DEMANDA

De acuerdo con los trabajos de campo, se pudo establecer el número de viviendas y familias existentes para lo cual se tomó la información del número de usuarios del acueducto suministrado por la tesorera y según el catastro de usuarios realizado, con el que se estableció de manera precisa la población beneficiaria del proyecto determinada con un promedio de 4 habitantes por vivienda:

*Cuadro 1. Población Actual Pangote*

<b>POBLACIÓN ACTUAL</b>		
<b>SECTOR</b>	<b>Nº VIVIENDAS</b>	<b>POBLACIÓN Hab.</b>
PANGOTE	68	272

Para determinar la población futura del Acueducto, se tomó como referencia la tasa de crecimiento del casco urbano del Municipio de San Andrés la cual es de 2%, para efectos de seguridad en los diseños ya que el comportamiento poblacional en el casco urbano es más complejo que en el corregimiento, es decir, se espera un menor aumento de población en este sector y teniendo en cuenta las expectativas de desarrollo en la región, por cuanto se espera un crecimiento en la economía del centro poblado por la pavimentación de la vía San Andrés-Málaga y el turismo que ofrece el sitio, este valor nos sirve como referente de crecimiento para calcular la población por el método Geométrico para el año horizonte, el cual se determina a partir de nivel de complejidad, en este caso **Bajo**.

Con base en el nivel de complejidad del sistema tomamos el periodo de diseño a 25 años. La dotación neta se extrae de la tabla B.2.3 del RAS, en ella se deduce una dotación de 90 (L/hab-día)

debido a que esta población está ubicada por encima de los 1000 msnm, para lo cual el RAS considera un clima frío o templado.

Se toma un porcentaje de pérdidas para el nivel bajo de 25% para el cálculo de la dotación bruta.

$$D_{BRUTA} = \frac{D_{neta}}{1 - \% P}$$

$$D_{BRUTA} = \frac{90 \text{ l/hab-dia}}{1 - 25\%} + N_{ptap}$$

$$D_{BRUTA} = 122.78 \text{ l/hab-dia}$$

Con la dotación bruta obtenida se pasa a calcular el caudal medio diario (Qmd) que corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y es la sumatoria de los diferentes consumos que se presentan en la zona, en nuestro caso se tomaron en cuenta únicamente los consumos residencial, escolar, institucional e industrial:

- Consumo residencial:

$$q.m.d_{residencial} = \frac{P \times D_{bruta}}{86400}$$

P: Población para el año 2041

$$q.m.d_{residencial} = \frac{446 \text{ hab} \times 122.78 \text{ l/hab-dia}}{86400}$$

$$q.m.d_{residencial} = 0.634 \text{ l/seg}$$

- Consumo Escolar:

$$Q_{md-ESCOLAR} = 0.040 \text{ l/s}$$

- Consumo Institucional:

$$Q_{md-INSTITUCIONAL} = 0.080 \text{ l/s}$$

- Consumo Industrial:

$$Q_{md-INDUSTRIAL} = 0.087 \text{ l/s}$$

**Qmd** = Qmd(doméstico) + Qmd(escolar) + Qmd(institucional) + Qmd(industrial)

$$q.m.d_{2041} = 0.841 \text{ l/seg}$$

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k1, en nuestro caso, **1.30**.

$$Q.M.D_{2041} = 0.841 \times 1.30$$

$$Q.M.D_{2041} = 1.093 \text{ l/seg}$$

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k2, en nuestro caso, **1.60**.

$$Q.M.H_{2041} = 1.093 \text{ l/seg} \times 1.60$$

$$Q.M.H_{2041} = 1.749 \text{ l/seg}$$

La siguiente figura contiene un resumen de la información calculada en el estudio de la demanda.

PARAMETROS DE DISEÑO		
Número de viviendas	68	
Habitantes por vivienda	4,00	
Rata de crecimiento	2,000	%
Periodo de diseño	25	Años
Población actual	272	Habitantes
Población futura	446	Habitantes
Nivel de complejidad del sistema	<b>Bajo</b>	
Dotación Neta	90	Lt/hab-día
Necesidades de PTAP	3	%
Dotación Neta corregida	90,00	Lt/hab-día
Pérdidas Técnicas	25,00	%
Dotación Bruta	122,78	Lt/hab-día
Consumo medio diario (Qmd)		
Doméstico	0,63	Lt/seg
Comercial	0,00	Lt/seg
Industrial	0,09	Lt/seg
Rural	0,00	Lt/seg
Público	0,00	Lt/seg
Escolar	0,04	Lt/seg
Institucional	0,08	Lt/seg
Total Consumo medio diario (Qmd)	0,84	Lt/seg
Coefficiente de QMD, K <sub>1</sub>	1,30	
<b>Consumo Máximo Diario, QMD</b>	<b>1,093</b>	Lt/seg
Tipo de red de distribución	MENOR	
Coefficiente de QMH, K <sub>2</sub>	1,60	
<b>Consumo Máximo Horario, QMH</b>	<b>1,749</b>	Lt/seg

Ver [CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEMANDA PANGOTE](#)

## 6.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

El acueducto del corregimiento de Pangote actualmente no cuenta con una planta de tratamiento de agua potable, el único tratamiento que se le hace al agua es la remoción de partículas mediante el desarenador. Se proyecta la construcción de una planta de tratamiento de agua potable compacta con capacidad de 1 lps con el fin de garantizar la calidad del servicio a los usuarios; según el RAS, el caudal de diseño para las plantas de tratamiento de agua potable para un sistema de acueducto con tanque de almacenamiento o compensación debe ser igual al caudal máximo diario, en nuestro caso es un poco menor al estipulado, sin embargo se opta por esta capacidad justificado por diferentes conceptos, el primero es que el caudal máximo diario es solo un poco mayor a 1 lps únicamente al aproximarnos al año 2041, lo que significa que solo en los últimos años de la proyección se rebasará el caudal de la planta en una mínima fracción, por lo que no se considera viable la instalación de una planta con más capacidad, que de acuerdo a las existentes en el mercado sería sobredimensionada para este sistema y además el costo se aumentaría significativamente. Otro aspecto que se tuvo en cuenta para determinar la posibilidad de optar por un caudal un poco menor al estipulado, es la proyección de población realizada, la cual se hizo con un margen de seguridad amplio, ya que se tomó la tasa de crecimiento del casco urbano del municipio de San Andrés y muy seguramente el corregimiento no tendrá el mismo comportamiento a este, debido a que existe poca área de expansión y estamos hablando de un área rural, por lo que muy probablemente la demanda no alcanzará el valor calculado.

De acuerdo a lo anterior se proyecta la construcción de una planta de tratamiento de agua potable compacta con capacidad de 1 lps ubicada pocos metros antes de llegar al tanque de almacenamiento, estas plantas deben ser cotizadas por medio de empresas que suministran e instalan este tipo de sistemas, esta actividad es realizada tanto para el corregimiento de Pangote como para el Corregimiento de Laguna de Ortices y se debe hacer mediante diversas empresas para tener diferentes propuestas. Para solicitar tal cotización se debe suministrar a la empresa ciertos datos que deben tenerse en cuenta a la hora de su construcción, estos datos son los siguientes: identificación del sitio donde se construirá la planta, lugar donde se ejecutará el proyecto, caracterización físico-química del agua, acceso al sitio de construcción y disponibilidad de energía eléctrica. La caracterización físico-química del agua es realizada por un laboratorio, el cual se contrató para realizar este análisis.

Esta actividad incluye también la cotización de las plantas de tratamiento de agua residual para los dos corregimientos que en resumen son las siguientes.

1. Una planta de tratamiento de agua potable compacta de 1 lps (Pangote)
2. Una planta de tratamiento de agua potable compacta de 3.5 lps (Laguna de Ortices)
3. Una planta de tratamiento de agua residual compacta de 1 lps (Pangote)
4. Una planta de tratamiento de agua residual compacta de 1.5 lps (Laguna de Ortices)

En los siguientes documentos se encuentran las diferentes cotizaciones solicitadas en diferentes empresas, junto con las especificaciones de cada planta: [COTIZACIÓN ACUATECNIA](#), [COTIZACIÓN AQUAORIENTE](#) Y [COTIZACIÓN ASI](#).

### 6.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS ESTRUCTURAS

El acueducto de Pangote cuenta con todos los componentes básicos de un acueducto convencional, tiene su respectiva estructura de captación, cuenta con dos desarenadores y también posee un tanque de almacenamiento o compensación; a partir de las visitas realizadas se evaluaron todas estas estructuras desde dos puntos de vista clave, estado de deterioro de las estructuras y funcionalidad. Para cada una de las estructuras existentes se realizó un cálculo y se determinó la capacidad de cada una de estas, según las condiciones actuales.

#### 6.3.1. Estructura de Captación.

La bocatoma existente consta de dos muros de contención con dos extensiones perpendiculares que conducen el agua por un espacio más pequeño hacia el canal de conducción, estos muros presentan filtraciones en los costados y se encuentran invadidos por la vegetación y no cuentan con la altura necesaria, por lo tanto el agua se rebosa sobre estos; la estructura no cuenta con una rejilla que impida el paso de material hacia las tuberías y tampoco cuenta con una cámara de recolección, los sedimentos se retienen en el solado superior permitiendo que cuando se presentan aumentos considerables de caudal todos estos sedimentos se arrastren hacia las tuberías, provocando taponamientos e impidiendo el paso del agua hacia el primer desarenador. Debido a lo anterior se opta por proyectar una nueva estructura de captación ubicada en el mismo sitio donde se encuentra la existente y con capacidad para abastecer a la población del año 2041.

*Figura 51. Bocatoma Existente Pangote*



El cálculo de la estructura de captación se hizo para una bocatoma de fondo, en la hoja de cálculo suministrada por la empresa se introducen datos de entrada correspondientes a la investigación que se realizó, como lo son el caudal mínimo, medio y máximo del río, caudal de diseño que corresponde al caudal máximo diario en el año proyectado, ancho del río y por su puesto un predimensionamiento, este último se hace a criterio, basándose en lo aprendido en la vida académica, como por ejemplo el ancho de la presa, diámetro de los barrotes, entre otros. A pesar de que la hoja de cálculo es una herramienta bastante útil, es necesario verificar las dimensiones y condiciones resultantes de la estructura para cerciorarnos que el diseño sea correcto y que cumpla con las especificaciones del RAS.

Ver [CÁLCULOS HIDRÁULICOS ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN](#)

### 6.3.2. Desarenador.

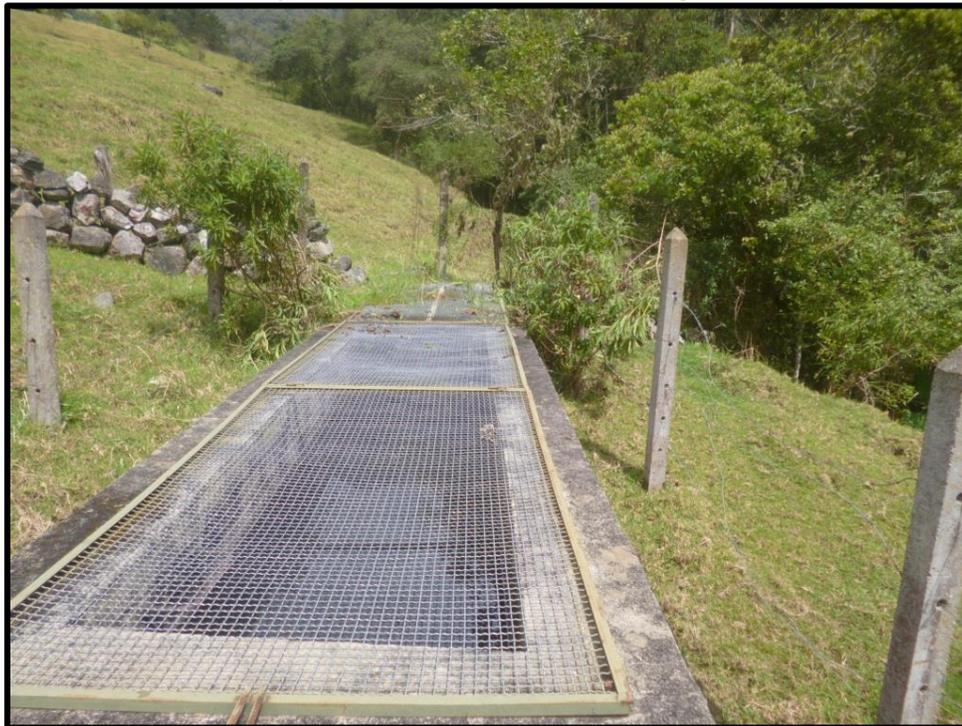
El sistema de acueducto existente cuenta con dos desarenadores, el desarenador número uno se encuentra ubicado a aproximadamente 22 metros de la bocatoma, sin embargo, este desarenador es poco funcional ya que fue construido por la comunidad y no cuenta con un diseño adecuado, posee una barrera de concreto en el fondo y no cuenta con pantallas, cámara de aquietamiento, vertederos, ni pendiente en el fondo para depositar los lodos, tiene un volumen de aproximadamente  $5.4 \text{ m}^3$ , cuenta con una tubería de excesos y un tubo de salida hacia el segundo desarenador.

*Figura 52. Desarenador 1 Existente Pangote*



El desarenador número dos es una estructura mucho más funcional, cuenta con todos los componentes que debe tener un desarenador, es decir, cámara de aquietamiento, pantallas de entrada y de salida, almacenamiento de lodos y demás, hidráulicamente cumple con las dimensiones necesarias, sin embargo presenta deterioro en la cámara de aquietamiento, está invadido por la vegetación y tiene filtraciones y la parte inicial del tanque, la administración del acueducto para evitar el paso del agua por la cámara de aquietamiento decidió prolongar la tubería de llegada hasta la primera pantalla, lo que conlleva un mal funcionamiento de la estructura, reduciendo el periodo de retención y evitando la remoción de las partículas, este desarenador se encuentra a 40 metros de distancia del tanque de almacenamiento y la diferencia de altura con respecto a este es de 2.6 metros.

*Figura 53. Desarenador 2 Existente Pangote*



Las especificaciones de la planta de tratamiento de agua potable cotizadas indican que debe tener como mínimo una presión a la entrada de la planta de 5 mca. Debido a que la planta va a estar antes del tanque de almacenamiento no se podrá cumplir esta condición por gravedad, justamente por la diferencia de presión entre el desarenador y el tanque; por esta razón y por el estado actual de las estructuras existentes, se decide construir un nuevo desarenador ubicado 10 metros abajo del primero existente, con esto garantizamos una presión aceptable para el funcionamiento de la planta sin necesidad suministrar una sistema de bombeo, y además dotaremos al acueducto de un desarenador adecuado para el caudal máximo diario en el año 2041.

Al igual que para el diseño de la bocatoma, se cuenta con una hoja de cálculo para diseñar el desarenador, donde verificamos que con las dimensiones calculadas se cumplan ciertos

requerimientos, como por ejemplo, periodo de retención hidráulica mayor a 25 minutos y menor a 240 minutos, relación entre velocidad de traslación y sedimentación menores a 20 y otras condiciones que debe cumplir un desarenador.

Para esta estructura se calculan todos sus componentes, tanque desarenador, deflectores, cámara de aquietamiento, pantallas, vertedero de salida, tubería de lavado y almacenamiento de lodos.

Ver [CÁLCULOS HIDRÁULICOS DESARENADOR](#)

### 6.3.3. Tanque de Almacenamiento.

Existe un tanque de almacenamiento en el sistema de acueducto existente con las siguientes dimensiones:

$$4 \times 5 \times 1.60 = 32 \text{ m}^3 \text{ útiles}$$

El tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 32 m<sup>3</sup> útiles, volumen suficiente para satisfacer las necesidades del acueducto de Pangote en el año 2041, Para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento se realizó con base en el caudal máximo diario.

Ver [CÁLCULOS HIDRÁULICOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO](#)

*Figura 54. Tanque de Almacenamiento Existente Pangote*



El tanque se encuentra construido en concreto reforzado y está ubicado a 40 metros del segundo desarenador existente no presenta filtraciones y se encuentra en buen estado. De acuerdo a lo anterior se concluye que no es necesario la proyección de un nuevo tanque de almacenamiento.

## **7. CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO**

Este trabajo se realizó únicamente para el plan maestro de acueducto del corregimiento de Pangote los sectores restantes fueron ejecutados por otros ingenieros de la empresa.

### **7.1. CANTIDADES DE OBRA**

En esta etapa del proyecto se cuenta ya con los diseños y plano para el cálculo de las cantidades de obra, son suministrados algunos planos de diferentes estructuras con sus respectivas medidas y descripciones, información suficiente para determinar dichas cantidades de material necesario para la construcción de las estructuras.

Ver [CANTIDADES DE OBRA ACUEDUCTO PANGOTE](#)

### **7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

El análisis de precios unitario se realiza para cada uno de los ítems descritos en el presupuesto, esta tarea es realizada con la orientación y supervisión del director de la consultoría, la orientación consiste en aclarar términos a tener en cuenta en los APU, como por ejemplo, los porcentajes de administración, imprevistos y utilidades (IAU), porcentaje de prestaciones sociales de la mano de obra, rendimientos, cuadrillas entre otros.

Ver [ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ACUEDUCTO PANGOTE](#)

### **7.3 PRESUPUESTO**

Una vez obtenidas las cantidades de obra y el valor unitario de las diferentes actividades se procede a realizar el presupuesto del plan maestro de acueducto del corregimiento de Pangote. También conté con orientación a la hora de aplicar porcentajes de los costos indirectos y de los costos de interventoría al valor del proyecto.

Estas actividades se realizaron utilizando hojas de cálculo de Excel para facilitar el trabajo y agilizar la tarea.

Ver [PRESUPUESTO ACUEDUCTO PANGOTE](#)

## **8. INFORME FINAL DE LA CONSULTORÍA**

En esta última etapa del proyecto se introdujo información a los documentos finales del plan maestro de acueducto del corregimiento de Laguna de Ortices, corregimiento de Pangote y el casco urbano del municipio de San Andrés, esta información corresponde a la investigación que se realizó en cada uno de los sectores, datos del municipio, junto con todos los trabajos que se realizaron durante la consultoría, incluido registros fotográficos y otras evidencias de los trabajos.

Dentro de este documento también se introdujeron los parámetros de diseño de acueductos según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, como por ejemplo, determinación del nivel de complejidad del sistema, caudal de diseño de las redes de acueducto, presiones máximas y mínimas en la red, periodo de diseño de tanques de almacenamiento, entre otros. Se realiza una descripción de cada uno de los componentes existentes que pertenecen al sistema de acueducto, como lo son la bocatoma, desarenador, tanques de almacenamiento, pasos elevados y taquillas rompecargas.

Ver [DOCUMENTO ACUEDUCTO LAGUNA DE ORTICES](#), [DOCUMENTO ACUEDUCTO PANGOTE](#) y [DOCUMENTO ACUEDUCTO SAN ANDRÉS](#).

## 9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 2. Cronograma de Actividades

OBJETIVOS	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
● Recopilar toda la información de campo necesaria para la implementación del plan maestro de acueducto y alcantarillado en el municipio de San Andrés, centros poblados Laguna de Ortices y Pangote, solicitada por cada uno de los diseñadores.																
● Supervisar y revisar los levantamientos topográficos con ayuda del software AutoCAD y adicionar a los planos la información requerida para los diseñadores.																
● Modelación del diseño para el plan maestro del acueducto del municipio de San Andrés, Santander, corregimiento de Laguna de Ortices y corregimiento de Pangote.																
● Realización del presupuesto general, Análisis de precios unitarios y cantidades de obra para el plan maestro de acueducto del corregimiento de Pangote en formato digital a fin de poder actualizar en cualquier momento los precios de los proyectos.																
● Elaboración del informe técnico del plan maestro de acueducto de San Andrés.																

## 10. CONCLUSIONES

Se ejecutaron satisfactoriamente cada una de las actividades propuestas al inicio del proyecto, realizando las visitas de campo en el municipio de San Andrés y los corregimientos de Laguna de Ortices y Pangote, se guiaron los levantamientos topográficos y se realizaron los planos de los dos corregimientos.

Se realizaron inspecciones técnicas a cada uno de los pozos del sistema de alcantarillado actual del corregimiento de Laguna de Ortices, Corregimiento de Pangote y casco urbano del municipio de San Andrés. También se hizo la inspección técnica de cada una de las válvulas del sistema de acueducto de los tres sectores en estudio.

Se adquirieron conocimientos en la elaboración de planos de topografía a partir de los datos tomados de una estación total utilizando el software Civil 3D.

Se adquirieron conocimientos acerca del diseño de redes de aducción, redes conducción y redes de distribución utilizando el software WaterGEMS.

Se realizó un presupuesto real, el cual será utilizado para conseguir recursos para la ejecución de estos proyectos de obra civil.

En este proyecto fue necesario el manejo de personal para la elaboración de los levantamientos topográficos y las inspecciones técnicas que se realizaron, lo cual es una experiencia bastante importante para la vida profesional de un ingeniero civil.

Se pusieron a prueba los conocimientos adquiridos durante la vida universitaria en un proyecto de consultoría para el municipio de San Andrés en el departamento de Santander, concluyendo que lo adquirido en la universidad de Pamplona es satisfactorio para ejercer como profesional de ingeniería civil.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home\\_15/recursos/01\\_general/09062014/n\\_icontec.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_15/recursos/01_general/09062014/n_icontec.pdf)
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS\_Título B Sistemas de Acueducto
- Resolución Número 2320 del 27 de Noviembre de 2009
- Google Maps
- [https://es.over-blog.com/Levantamientos\\_topograficos\\_definicion\\_y\\_consecuencias\\_que\\_provoca-1228321783-art288041.html](https://es.over-blog.com/Levantamientos_topograficos_definicion_y_consecuencias_que_provoca-1228321783-art288041.html)