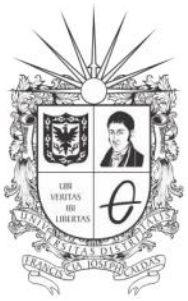
Apoyo a la Realización, Revisión, Control y Verificación de los Levantamientos Topográficos Realizados en el Municipio de Facatativá para el Desarrollo del Plan Maestro de Acueducto

Lobsang Alfonso Tabares
Daniel Mauricio Matiz Torres



Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Topográfica
Bogotá 2020

Apoyo a la Realización, Revisión, Control y Verificación de los Levantamientos Topográficos Realizados en el Municipio de Facatativá para el Desarrollo del Plan Maestro de Acueducto

Lobsang Alfonso Tabares cod. 20171732009
Daniel Mauricio Matiz Torres cod. 20171732016

Trabajo De Grado En Modalidad De Pasantía Para Optar Por El Título De Ingeniero Topográfico

Director Interno:
Ing. Msc. Mariam Rivas Diazgranados

Director Externo:
Ing. Fabián Enrique Suarez Otalvaro

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Topográfica
Bogotá 2020

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y sus docentes por ayudar y guiar nuestra formación de igual manera a nuestras familias por apoyarnos en cada decisión y proyecto que hemos emprendido.

Tabla de Contenidos

1 INTRODUCCIÓN 8
2 OBJETIVOS 9
2.1 Objetivo General 9
2.2 Objetivos Específicos 9
3 MARCO TEÓRICO 10
3.1 MARCO GEOGRÁFICO 10
3.2 MARCO CONCEPTUAL 11
3.3 Topografía 11
3.4 Sistema de Referencia 12
3.5 Sistema de posicionamiento Global 13
3.6 Actividades y divisiones para su estudio 14
3.7 Levantamientos Topográficos 14
3.8 Altimetría 15
3.9 Nivelación 16
3.10 Acueducto y alcantarillado 17
3.10.1 Servicio Público Domiciliario De Acueducto 17
3.10.2 Servicio Público Domiciliario De Alcantarillado. 17
3.10.3 Sistemas de Alcantarillados 20
3.11 Referenciación de redes 20
4 METODOLOGÍA 22
4.1 Georreferenciación 22
4.2 Sistema de Referencia 24
4.3 Nivelación 24
4.4 Nivelación Pozos 26
4.5 Levantamiento Topográfico 27
4.6 Levantamiento de detalles 28
4.7 Equipos Utilizados 29
4.7.1 Nivel Automático Topcon AT-B4 29
4.7.2 Estación Topcon GTS-229 31
5 RESULTADOS 32
5.1 Nivelación 32
5.1.1 Sector Cartagenita 32
5.1.2 Sector Tanque 35
5.1.3 Sector Calle 4 38
5.1.4 Sector Plazoleta Éxito y Parque. 40
5.2 Nivelación Pozos y Descargas. 42
5.3 Levantamiento Topográfico 46

5.3.1 Sector Mancilla 46
5.3.2 Sector Cartagenita 48
5.3.3 Sector Luz Bersa 49
5.3.4 Sector Calle 13 50
5.3.5 Sector Gatillo 51
5.3.6 Sector Pozo Deudoro a Ptap Guapucha 52
5.3.7 Zonas descargas 53
6 CONCLUSIONES 55
7 RECOMENDACIONES 57
8 REFERENCIAS 58
9 ANEXOS 59
9.1 Salidas Graficas 59
9.2 Registro Fotográfico 67

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Localización Del Proyecto 10
Ilustración 2 Zonas de Estudio 11
Ilustración 3 Ejes de un sistema de referencia 13
Ilustración 4 Levantamientos Topográficos 15
Ilustración 5 Altimetría - cota y altura 16
Ilustración 6 Nivelación Geométrica 17
Ilustración 7 Esquema manejo del agua 18
Ilustración 8 origen cartesiano local Facatativa 2006 22
Ilustración 9 Localización de Vértices Establecidos 24
Ilustración 10 Nivelación y contra nivelación en campo. 25
Ilustración 11 Inspección de pozos en campo. 27
Ilustración 12 Levantamiento Topográfico Trabajo en Campo 28
Ilustración 13 Plano en AutoCAD civil 3d 29
Ilustración 14 Nivel automático Topcon AT-B4 30
Ilustración 15 Especificaciones Técnicas Topcon AT-B4 30
Ilustración 16 Estación Topcon GTS-229 31
Ilustración 17 Especificaciones Técnicas Topcon GTS-229 31
Ilustración 18 Levantamiento Mancilla 46
Ilustración 19 Detalle Levantamiento Mancilla 47
Ilustración 20 Levantamiento Cartagenita 48
Ilustración 21 Detalle Levantamiento Cartagenita 48
Ilustración 22 Levantamiento Luz Bersa 49
Ilustración 23 Detalle Levantamiento Luz Bersa 49
Ilustración 24 Levantamiento Calle 13 50
Ilustración 25 Detalle Levantamiento Calle 13 51
Ilustración 26 Levantamiento Gatillo 51
Ilustración 27 Detalle Levantamiento Gatillo 52
Ilustración 28 Levantamiento Pozo Deudoro A Ptap Guapucha 52
Ilustración 29 Detalle Levantamiento Pozo Deudoro A Ptap Guapucha 53
Ilustración 30 Levantamiento zonas de descarga 53
Ilustración 31 Secciones zonas de descarga 54
Ilustración 32 Salida Grafica Descargas 59
Ilustración 33 Planta – Perfil Luz Bersa 1 60
Ilustración 34 Planta – Perfil Luz Bersa 2 61
Ilustración 35 Planta – Perfil Luz Bersa 3 62
Ilustración 36 Planta – Perfil Luz Bersa 4 63
Ilustración 37 Planta – Perfil Luz Bersa 5 64
Ilustración 38 Plano Calle 13 65
Ilustración 39 Planta Calle 13 66

Lista de Tablas

Tabla 1. Listado de Coordenadas 23
Tabla 2 Listado de Cotas 26
Tabla 3 Nivelación Sector Cartagenita 32
Tabla 4 Contra nivelación Sector Cartagenita 33
Tabla 5 Ajuste Nivelación Sector Cartagenita 34
Tabla 6 Nivelacion Sector Tanque. 35
Tabla 7 Contra Nivelación Sector Tanque. 36
Tabla 8 Ajuste Nivelación Sector Tanque. 37
Tabla 9 Nivelación Sector calle 4. 38
Tabla 10 Contra nivelación Sector Calle 4. 38
Tabla 11 Ajuste Nivelación Sector Calle 4. 39
Tabla 12 Nivelación Sector Plazoleta Éxito y Parque. 40
Tabla 13 Contra nivelación Sector Plazoleta Éxito y Parque. 41
Tabla 14 Ajuste Nivelación Sector Plazoleta Éxito y Parque. 42
Tabla 15 Nivelaciones de Pozos y Descargas 45

1 INTRODUCCIÓN

En el municipio de Facatativá se van a diseñar y posteriormente a ejecutar, nuevas obras civiles para el desarrollo del sistema de acueducto local y así asegurar la prestación oportuna, con calidad y eficiencia del servicio. Estos proyectos conllevan a la realización de estudios topográficos para levantar todos los detalles del terreno con precisión, cumpliendo con los estándares y calidades exigidas, y así conducir a estudios y diseños eficientes, que beneficiaran a la comunidad de usuarios de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Teniendo en cuenta esto y en el marco de la pasantía establecida como modalidad de grado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas para la obtención del título de Ingeniero Topográfico se desarrollaron actividades como Nivelación geométrica ligada a la red Geodésica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), levantamiento topográfico de los puntos de interés mediante estación total, la cual es presentada de manera clara y precisa, describiendo las condiciones del terreno a nivel Planimétrico y altimétrico de los vértices así como los cálculos y la elaboración de planos topográficos

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Apoyar la realización del estudio topográfico y la generación de productos finales solicitados para las zonas de estudio en el municipio de Facatativá. para el desarrollo del plan maestro de acueducto

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar la nivelación geométrica de las diferentes zonas que van a ser objeto del estudio topográfico.

- Ejecutar el traslado de coordenadas y levantamiento de información topográfica de los elementos relevantes ubicados en la zona de estudio.

- Generar cálculos de la información capturada y salidas gráficas correspondientes a los levantamientos topográficos de las diferentes zonas que van a ser objeto del estudio.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO GEOGRÁFICO

El área donde se desarrollará el proyecto se encuentra ubicada en el municipio de Facatativá en el departamento de Cundinamarca, ubicado en las coordenadas 4°48′53″N 74°21′19″O limita al Norte con El Rosal, antigua inspección de Subachoque hasta 1997, y San Francisco, Sur: Bojacá, Zipacón y Anolaima., Este: Madrid, Oeste: La Vega, y Sasaima y Albán. Cuenta con una extensión de 158 Km² aproximadamente y tiene una altura de 2586 m.s.n.m. Por su altitud el municipio de Facatativá presenta un clima frío que tiene como temperatura media anual los 14 °C; además tienen una población de 139. 441 hab², una densidad de 741,35 hab/km² y una población urbana de 125.348 hab. (DANE, 2018)

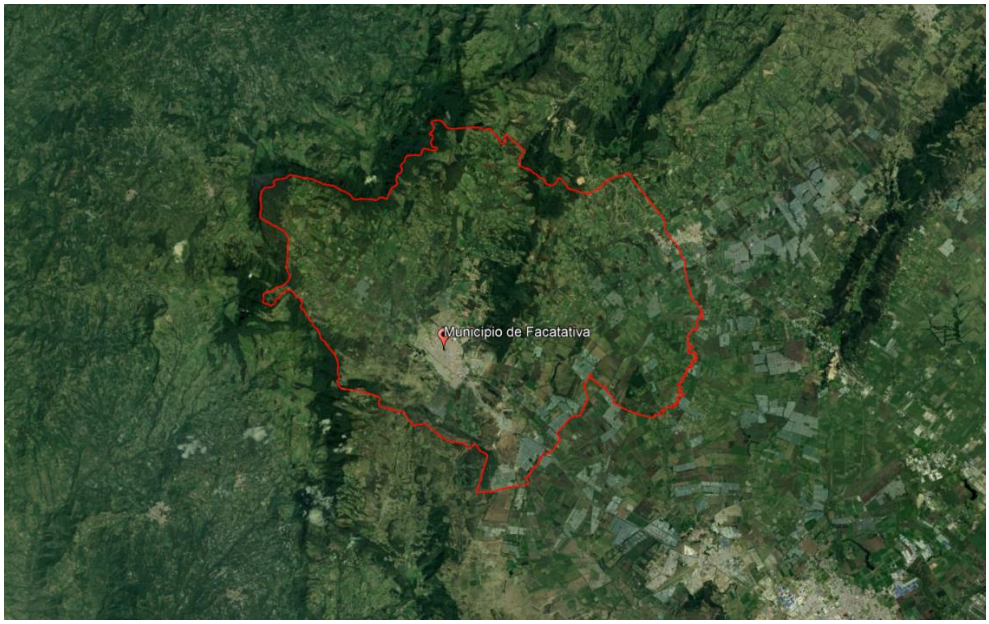


Ilustración 1. Localización Del Proyecto

Fuente: Adaptación Propia de Google Earth

Para el desarrollo del plan maestro de acueducto del Municipio de Facatativá se han identificado varias zonas como se ve en la Ilustración 2 Zonas de Estudio como son los sectores de Cartagenita, Luz Bersa, Mancilla, Gatillo, Calle 13, entre otros.

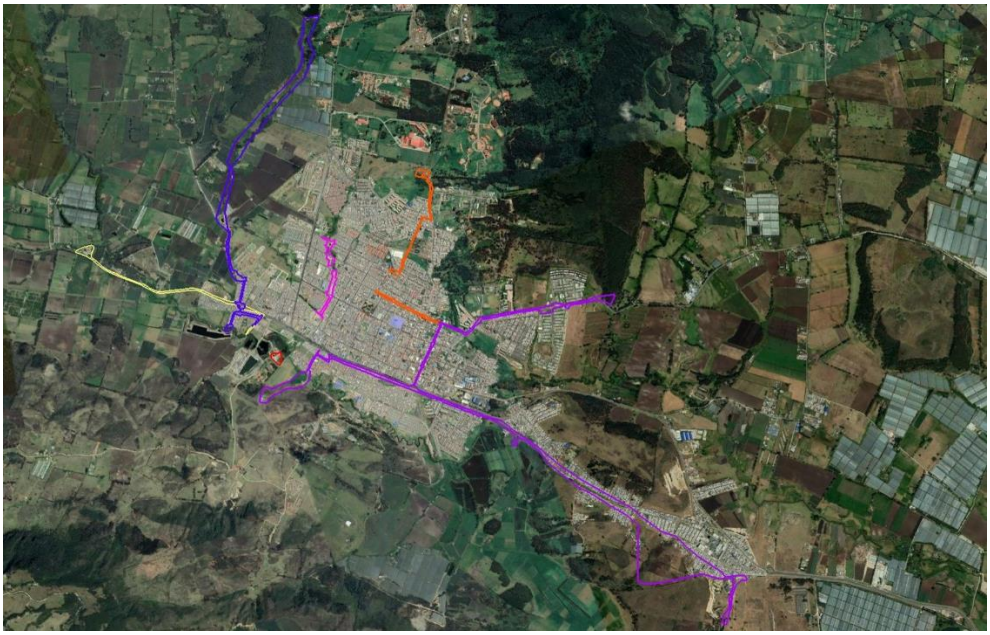


Ilustración 2 Zonas de Estudio

Fuente: Adaptación Propia de Google Earth

3.2 MARCO CONCEPTUAL

3.3 Topografía

Es una ciencia aplicada que se encarga de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción (limitada) de la superficie terrestre; es decir, estudia los métodos y procedimientos para hacer mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada. También ejecuta replanteos (trazos) sobre el terreno para la realización de

diversas obras de ingeniería, a partir de las condiciones del proyecto establecidas sobre un plano. Asimismo, realiza trabajos de deslinde, división de tierras (agrodesia), catastro rural y urbano, así como levantamientos y trazos en trabajos subterráneos. En la práctica de la topografía es necesario tener conocimientos de matemáticas, así como un adiestramiento sobre el manejo de instrumentos para hacer mediciones. Para comprender mejor esta ciencia y profundizar en ella, es necesario tener conocimientos de física, cosmografía, astronomía, geología y otras ciencias. (García, 2014)

3.4 Sistema de Referencia

Un sistema de referencia es el conjunto de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que definen, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres ejes coordenados [X, Y, Z] como se ve en la Ilustración 3. Dado que un sistema de referencia es un modelo (una concepción, una idea) éste es materializado (realizado, concretado) mediante puntos reales cuyas coordenadas son determinadas sobre el sistema de referencia dado, dicho conjunto de puntos se denomina marco de referencia (Reference Frame) (IERS 2000). En otras palabras, un marco de referencia es la realización práctica o materialización de los conceptos teóricos introducidos en el sistema de referencia. Tal materialización se da a través de la determinación de puntos fiduciarios (de alta precisión). (Rodriguez, 2004)

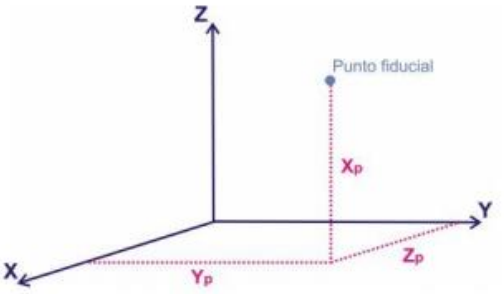


Ilustración 3 Ejes de un sistema de referencia
Fuente: (IGAC, 2004)

3.5 Sistema de posicionamiento Global

Se denomina así, de forma genérica a los Sistemas de Navegación por Satélite que proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación. El primer sistema operativo fue el sistema GPS, gestionado por el ejército de los Estados Unidos por ello, a pesar de desarrollase otros sistemas, en la cultura social es un término tan extendido que se confunde con el término GNSS, que engloba además del GPS a otros sistemas de navegación por satélite como son GLONASS, GALILEO, BEIDOU. Los sistemas de posicionamiento por satélite permiten determinar coordenadas geográficas de un punto y de tiempo con relativa exactitud en cualquier parte del mundo, las 24 horas del día y en todas las situaciones climatológicas. Para alcanzar precisiones mayores, suficientes para el trabajo de Topografía, Geodesia y Geomática, se deberán aplicar una serie de correcciones. (Villèn, 2020)

3.6 Actividades y divisiones para su estudio

Las actividades principales de la topografía se realizan en el campo y el gabinete. En el primero se efectúan las mediciones y recopilaciones de datos suficientes, y en el segundo para dibujar en un plano una figura semejante al terreno que se desea representar. A estas operaciones se les denomina levantamientos topográficos. Sobre los planos se hacen proyectos (urbanizaciones, caminos, instalaciones deportivas, etc.), cuyos datos y especificaciones deben replantearse posteriormente sobre el terreno, a esta operación se le conoce como trazo entre las actividades de gabinete se encuentran los métodos y procedimientos para el cálculo y el dibujo. (García, 2014)

3.7 Levantamientos Topográficos

Son el conjunto de operaciones necesarias para determinar posiciones sobre la superficie de la Tierra, de las características naturales y/o artificiales de una zona determinada y establecer la configuración del terreno. El procedimiento a seguir en los levantamientos topográficos comprende dos etapas fundamentales:

El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos como se ve en la Ilustración 4. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales.

El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano. La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las

medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría. (Jauregui, 2013).

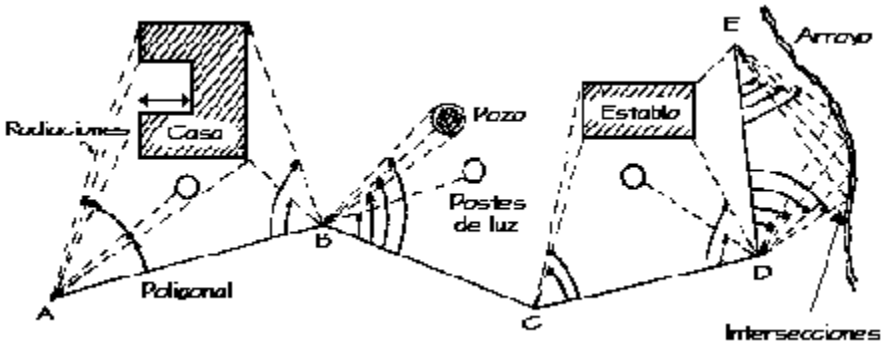


Ilustración 4 Levantamientos Topográficos
Fuente: recuperado de http://jrperez.webs.uvigo.es/servicios-topografia-planimetria.htm

3.8 Altimetría

La altimetría (también llamada hipsometría) es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura, o "cota", de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia como se ve en la Ilustración 5. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno (planos de curvas de nivel, perfiles, etc.) (Botia, Vargas, & Villalba, 2011)

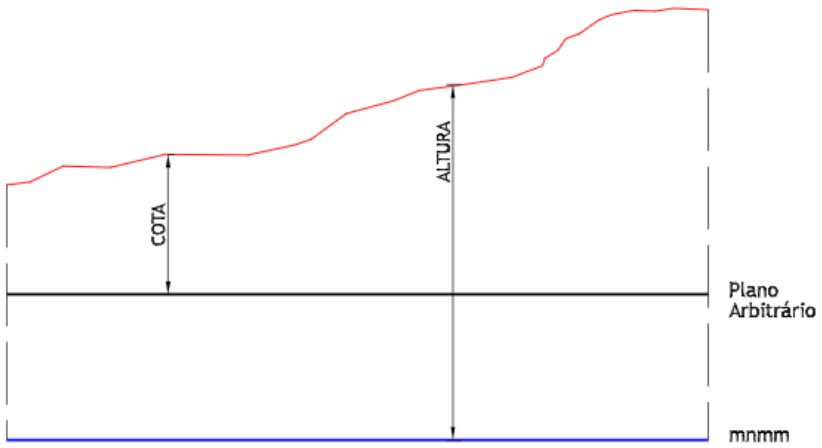


Ilustración 5 Altimetría - cota y altura
Fuente: (Botia, Vargas, & Villalba, 2011) Recuperado de Altimetría

3.9 Nivelación

La Nivelación es el procedimiento utilizado para determinar la distancia vertical entre dos puntos, regularmente de uno al cual se le conoce el valor de la cota o altura, a otro de cota desconocida. Existen varios tipos de nivelación de acuerdo con el método y el equipo utilizado, la nivelación geométrica es el procedimiento mediante el cual se determina la distancia vertical directamente, con la medición de alturas desde un nivel de precisión sobre una regla llamada “mira” como se ve en la Ilustración 6. (Botia, Vargas, & Villalba, 2011)

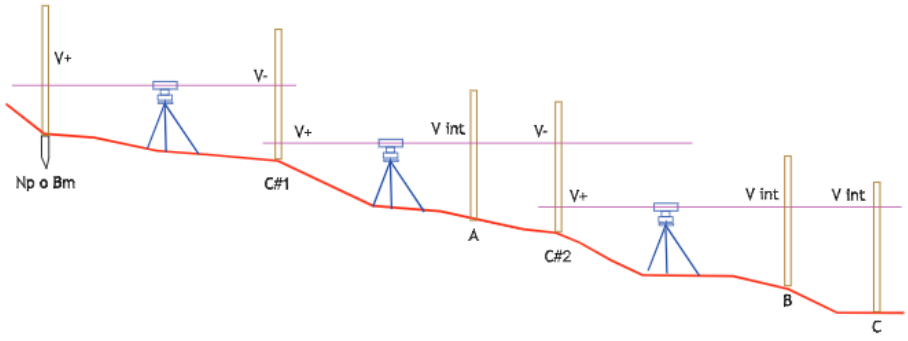


Ilustración 6 Nivelación Geométrica

Fuente: (Botia, Vargas, & Villalba, 2011)

3.10 Acueducto y alcantarillado

3.10.1 Servicio Público Domiciliario De Acueducto.

Llamado también servicio público domiciliario de agua potable. Es la distribución municipal de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias tales como captación de agua y su procesamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y transporte. (Ley 142 de 1994)

3.10.2 Servicio Público Domiciliario De Alcantarillado.

Es la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos. (Ley 142 de 1994)

Cualquier sistema de abastecimiento de agua a una comunidad, por rudimentario que sea, consta de los siguientes elementos como se puede ver en la Ilustración 7.

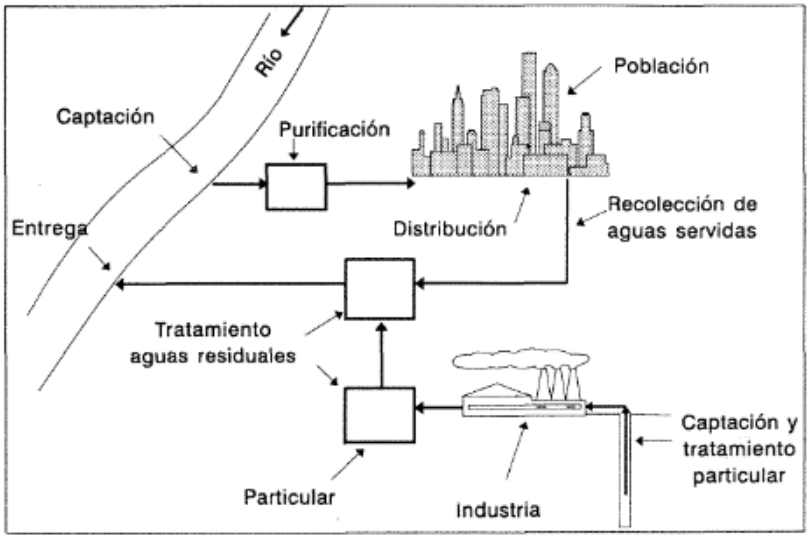


Ilustración 7 Esquema manejo del agua

Fuente: (Cualla, 1995)

- ✓ Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua puede ser superficial, como en los casos de ríos, lagos, embalses o incluso aguas lluvias, o de aguas subterráneas superficiales o profundas. La elección del tipo de abastecimiento depende de factores tales como localización, calidad y cantidad.

- ✓ Obras de captación

El tipo de estructura utilizada para la captación del agua depende en primer lugar del tipo de fuente de abastecimiento utilizado. En general, en los casos de captación de agua superficial se habla de "bocatomas", mientras que la captación de aguas subterráneas se hace por medio de "pozos".

- ✓ Obras de conducción

En un proyecto existen numerosas conducciones de agua entre diferentes puntos, como por ejemplo bocatoma-desarenador, desarenador-tanque de almacenamiento y línea matriz. Hidráulicamente estas conducciones pueden ser de diferentes formas, dependiendo de la topografía y la longitud de las mismas. Estas conducciones son generalmente por tubería a presión o por gravedad, por canales rectangulares o trapeciales abiertos o cerrados.

- ✓ Tratamiento del agua

En la actualidad ningún agua en su estado natural es apta para el consumo humano; además, siempre se requerirá un tratamiento mínimo de cloración con el fin de prevenir la contaminación con organismos patógenos durante la conducción del agua.

- ✓ Almacenamiento

Dado que el caudal de captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, es necesario almacenar agua en un tanque durante los períodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los períodos en que la comunidad demanda gran cantidad del líquido.

- ✓ Distribución

La distribución de agua a la comunidad puede hacerse desde la manera más simple que sería un suministro único por medio de una pileta de agua, hasta su forma más compleja por medio de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada domicilio

3.10.3 Sistemas de Alcantarillados

- ✓ Alcantarillado sanitario: Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- ✓ Alcantarillado pluvial: Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la 11uvia.
- ✓ Alcantarillado combinado: Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales domesticas e industriales) y las aguas lluvias. (Cualla, 1995)

3.11 Referenciación de redes

Este tipo de referenciación se ejecuta con equipos topográficos de precisión que permiten ubicar los elementos de las redes en coordenadas reales a partir de puntos geodésicos establecidos y aprobados por la Secretaría de Planeación del Municipio respectivo, o a partir de varios puntos levantados con equipos GPS de alta precisión especificados para aplicaciones de topografía y geodesia validados, Para obtener las coordenadas reales de un punto se pueden utilizar diferentes tecnologías, como: Estación total con amarre a la red geodésica. Topografía convencional (tránsito y nivel) con amarre

a la red geodésica. Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) de precisión milimétrica (especificado para aplicaciones de Topografía y Geodesia). Combinación de algunas de las anteriores tecnologías. Los levantamientos topográficos de la base cartográfica existente (paramentos, bordes de vía, construcciones, hidrografía, nomenclatura, entre otros) realizados durante la etapa de diseño y construcción de las redes, los deberá entregar el diseñador. (Aguas, 2010)

4 METODOLOGÍA

Para este proyecto no se realizó posicionamiento GNSS, dado que se hizo usó de la Red de Control Geodésico obtenida del proyecto "ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.".

4.1 Georreferenciación

Las coordenadas suministradas de los 16 vértices están en coordenadas planas cartesianas locales, origen Facatativá 2006 (el cual se generó a partir de las coordenadas planas de gauss del punto **GPS-C-T-44** de la red pasiva del IGAC). Con los parámetros de Ilustración 8 origen cartesiano local Facatativa 2006.

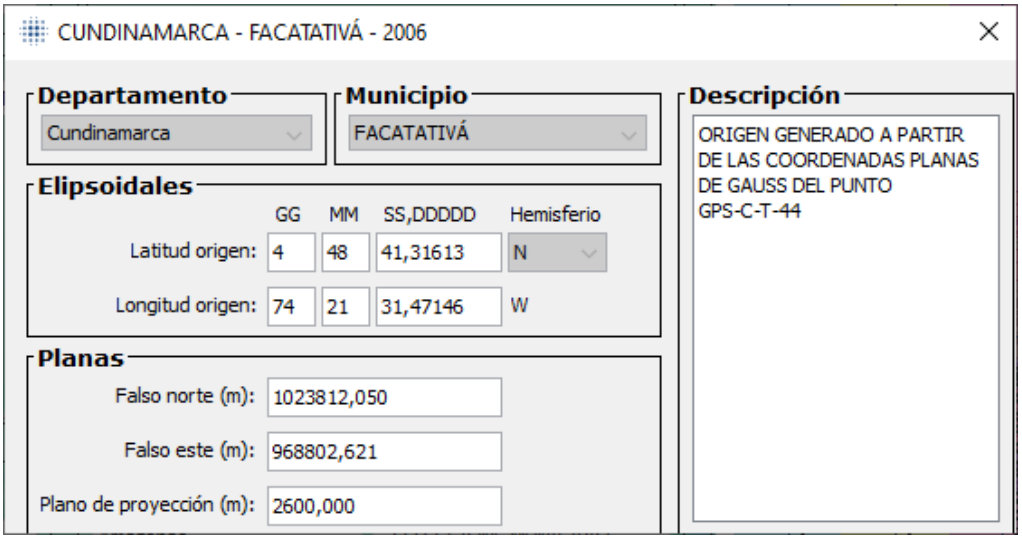


Ilustración 8 origen cartesiano local Facatativa 2006

Fuente: software libre Magna Sirgas Pro 4.0 del IGAC.

Para esta actividad se realizó un posicionamiento GNSS por el método estático en cada uno de los vértices materializados, tomando como control horizontal para el procesamiento, estaciones de la red activa del IGAC y EAAB (BOGA, ABCC), junto con un vértice de control vertical (GPS C-T-44 con cota geométrica certificada por el IGAC). Posteriormente se realizó el post proceso de la información capturada mediante software especializado, Como resultado se obtuvo las coordenadas planas cartesianas como se puede ver en la Tabla 1. Listado de Coordenadas de cada uno de los vértices y en la Ilustración 9.

Coordenadas Referidas al Sistema de Coordenadas Planas Cartesianas: Facatativá 2006			
Vértice	Norte	Este	Alt. Elipsoidal
FACA-2	1024271.519	968427.43	2607.051
FACA – 4	1025783.819	969306.654	2628.378
GPS-001	1023670.458	969304.591	2608.011
GPS-002	1023565.442	969312.897	2606.866
GPS-003	1024063.84	968595.388	2608.070
GPS-004	1025519.656	969146.249	2624.423
GPS-005	1023724.312	970794.971	2614.238
GPS-006	1023984.259	970845.674	2616.105
GPS-008	1022997.417	969773.811	2602.054
GPS-009	1022852.263	969981.365	2613.015
GPS-011	1021666.443	971353.379	2601.813
GPS-012	1021389.888	971479.393	2597.243
GPS-013	1027174.98	969948.686	2646.138
GPS-014	1027293.077	970046.179	2647.715
GPS-C-T-44	1023812.102	968802.643	2607.621
TANQUE	1023731.873	968029.199	2659.583

Tabla 1. Listado de Coordenadas

Fuente: "actualización del plan maestro de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Facatativá."

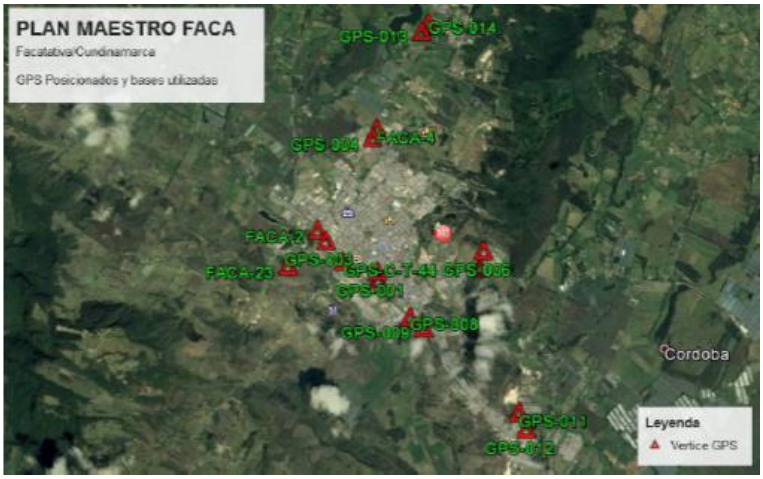


Ilustración 9 Localización de Vértices Establecidos

Fuente: "actualización del plan maestro de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Facatativá."

4.2 Sistema de Referencia

El levantamiento topográfico se realizó en el sistema de coordenadas planas cartesianas locales Facatativá_2006, referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (MAGNA SIRGAS).

4.3 Nivelación

La nivelación geométrica es una actividad que consiste en determinar la diferencia de cotas entre puntos observados de forma geométrica para así brindar más precisión al levantamiento topográfico.Se realizó proceso de nivelación y contra nivelación con nivel automático en circuitos de manera controlada como se ve en la Ilustración 10, para ello se

empleó la medición de cada uno de los tramos con cinta métrica garantizando que la distancia no supere los 100 metros entre cambios ni un kilómetro en los anillos de nivelación.

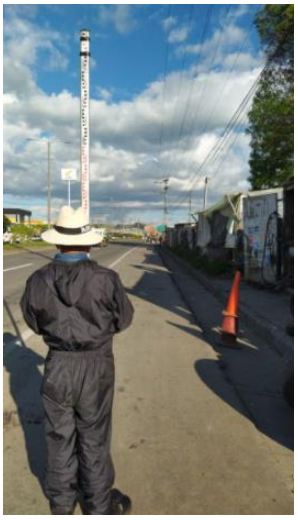


Ilustración 10 Nivelación y contra nivelación en campo.

Para cada circuito se definió un punto BM (el cual es la base para la nivelación de cada uno de los puntos de referencia del proyecto), tomando como referencia los vértices que vemos en la Tabla 2 Tabla 2 Listado de Cotas que se obtuvo del informe "actualización del plan maestro de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Facatativá". Se da inicio a la nivelación de cada circuito definido.

Listado de Cota (Altura m.s.n.m), determinada por medio de nivelación geométrica a partir de vértice geodésico: GPS C-T-44			
Vértice	Cota	Vértice	Cota
FACA 1	2587.326	GPS005	2592.546
FACA 2	2585.519	GPS006	2594.414
FACA 3	2593.104	GPS008	2580.425

FACA 4	2606.759	GPS009	2591.366
GPS001	2587.326	GPS011	2580.168
GPS002	2586.064	GPS012	2575.580
GPS003	2586.529	GPS013	2624.549
GPS004	2602.870	GPS014	2626.143

Tabla 2 Listado de Cotas

Fuente: "actualización del plan maestro de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Facatativá.

El chequeo de las carteras de nivelación no indican que estén bien o mal hechas por lo consecuente es necesario ejecutar la contra nivelación o nivelación de vuelta con lo cual obtenemos una diferencia entre la cota de salida y de llegada la cual llamaremos "error de cierre de nivelación", el cual se ajustó por medio de una compensación en toda el circuito de nivelación, el error se reparte en partes equitativas a la cantidad de cambios en el circuito, ajustando así las cotas de los cambios y conservando la cota inicial con la de llegada después de realizar el circuito de nivelación.

4.4 Nivelación Pozos

Para determinar la diferencia de nivel con los pozos que se encuentran dentro de la zonas de estudio como se ve en la Ilustración 11, se requiere realizar nivelación geométrica para garantizar la precisión de los datos, para ello se tomó como referencia BM establecidos, dado que cuenta con cota geométrica. Al ser puntos inter visibles con el BM no se requiere realizar un circuito, todas las lecturas se realizan como detalles intermedios. Posteriormente se realiza el cálculo de las cotas.



Ilustración 11 Inspección de pozos en campo.

4.5 Levantamiento Topográfico

Se empleó topografía convencional para realizar el levantamiento topográfico del proyecto mediante a partir del método de radiación por ceros atrás como se ve en la Ilustración 12, desde los vértices de control con coordenadas planas cartesianas locales, realizando un poligonal controlado punto a punto localizando deltas de apoyo para realizar radiaciones simples de detalles requeridos en el área de estudio correspondiente a la topografía del terreno.



Ilustración 12 Levantamiento Topográfico Trabajo en Campo

4.6 Levantamiento de detalles

Para el levantamiento de este proyecto se hizo un reconocimiento en campo para identificar los elementos más relevantes del tramo de interés. Con lo anterior, poder garantizar una completa nube de puntos para una base adecuada en la ejecución del proyecto y etapas futuras de este. El levantamiento a detalle de los elementos en el corredor se realizó mediante estación total con cartera electrónica. Para cada uno de los tramos se estandariza la captura de la información descrita mediante códigos de detalle.

Posteriormente se realizó el levantamiento topográfico de los detalles más relevantes del terreno mediante metodología de radiación directa por coordenadas conocidas. Se descargó la información, se realizó la revisión y congruencia de los datos. Para finalmente obtener

una nube de puntos con la que se realiza el respectivo plano topográfico detallado en el software civil 3d como se ve en la Ilustración 13.

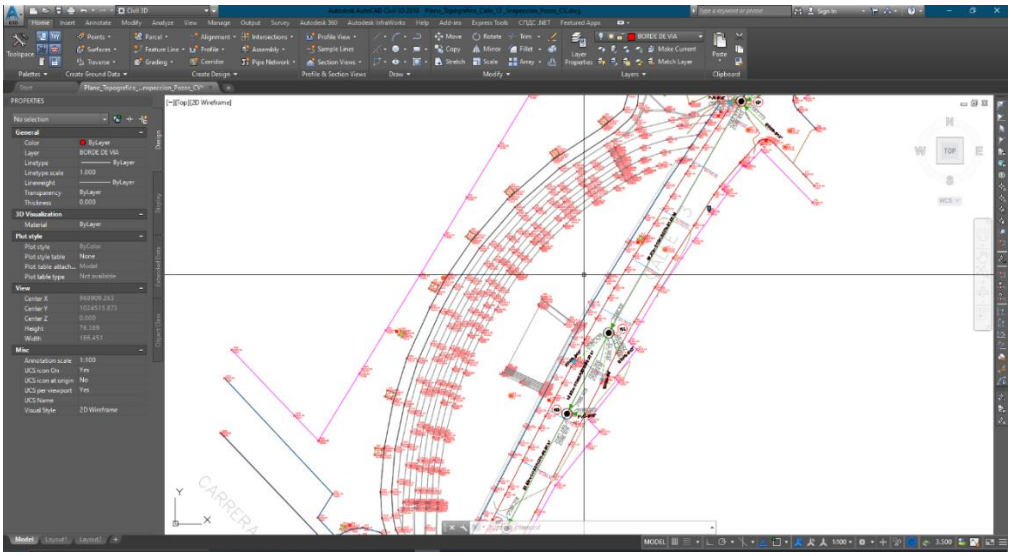


Ilustración 13 Plano en AutoCAD civil 3d

4.7 Equipos Utilizados

Para la realización de los trabajos de topografía de campo se realizó una calibración previa de los equipos en un laboratorio que cuenta con certificación bajo la norma ISO 9001 y que está asociado al Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC). Teniendo en cuenta que en el país no se encuentran aún laboratorios para calibración de equipos topográficos que cuenten con certificación del ONAC, se utiliza una inscripción de “asociado” como se mencionó previamente.

Los equipos utilizados durante el proceso se listan a continuación, así como la descripción general de características técnicas.

4.7.1 Nivel Automático Topcon AT-B4

Es un nivel automático de compensación que utiliza un sistema de amortiguación magnética de sincronización precisa para estabilizar rápidamente la mira aún bajo condiciones de vibración baja y leve continuas, en la Ilustración 14 podemos ver el equipo y en la Ilustración 15 las especificaciones técnicas del mismo



Ilustración 14 Nivel automático Topcon AT-B4

ESPECIFICACIONES DE LA Serie AT-B

TELESCOPIO	AT-B2	AT-B3	AT-B4
Longitud	215 mm (8,46 pulg.)	215 mm (8,46 pulg.)	215 mm (8,46 pulg.)
Ampliación	32x	28x	24x
Apertura del objetivo	42 mm (1,65 pulg.)	36 mm (1,42 pulg.)	32 mm (1,26 pulg.)
Poder de resolución	3 pulg.	3,5 pulg.	4 pulg.
Campo visual	1°20'	1°25'	1°25'
(a 100 m/328 pies)	(2,3 m/7,5 pies)	(2,5 m/8,2 pies)	(2,5 m/8,2 pies)
Enfoque mínimo desde el extremo del telescopio	0,2 m (7,9 pulg.)	0,2 m (7,9 pulg.)	0,2 m (7,9 pulg.)
Enfoque mínimo desde el centro del instrumento	0,3 m (1 pie)	0,3 m (1 pie)	0,3 m (1 pie)
Imagen	Montar	Montar	Montar
Constante estadimétrica	0	0	0
Proporción estadimétrica	100	100	100
Perilla de enfoque	2 velocidades	1 velocidad	1 velocidad
Ayuda para la observación	Mira	Mira telescópica	Mira telescópica
PRECISIÓN (1 km de nivelación de doble pasada)			
Sin micrómetro	0,7 mm (0,03 pulg.)	1,5 mm (0,06 pulg.)	2,0 mm (0,08 pulg.)
Con micrómetro	0,5 mm (0,02 pulg.)	n/d	n/d
Compensador			
Tipo	Compensador de péndulo con sistema de amortiguación magnética		
Precisión del montaje	0,3 pulg.	0,5 pulg.	0,5 pulg.
Rango de trabajo	±15 pies.	±15 pies.	±15 pies.
NIVEL CIRCULAR			
Sensibilidad	10 pies/2 mm	10 pies/2 mm	10 pies/2 mm
Círculo horizontal			
Diámetro	103 mm (4,1 pulg.)	103 mm (4,1 pulg.)	103 mm (4,1 pulg.)
División mínima	1°/1 gon	1°/1 gon	1°/1 gon
General			
Resistencia al agua	IPX6 (IEC 60529:2001)		
Temperatura de funcionamiento	-4° F a +122° F (-20° C a +50° C)		
Ancho	5,12 pulg. (130 mm)	5,12 pulg. (130 mm)	5,12 pulg. (130 mm)
Longitud	8,46 pulg. (215 mm)	8,46 pulg. (215 mm)	8,46 pulg. (215 mm)
Altura	5,51 pulg. (140 mm)	5,51 pulg. (140 mm)	5,31 pulg. (135 mm)
Peso	4,1 lbs. (1,85 kg)	3,7 lbs. (1,7 kg)	3,7 lbs. (1,7 kg)

Ilustración 15 Especificaciones Técnicas Topcon AT-B4

4.7.2 Estación Topcon GTS-229

Para la realización de esta labor se ocupó una estación total, marca Topcon, referencia: GTS-229, junto con sus respectivos accesorios como trípodes, bastones, prismas, en la Ilustración 16 podemos ver el equipo y en la Ilustración 17 las especificaciones técnicas del mismo.



Ilustración 16 Estación Topcon GTS-229

	GTS-223	GTS-225	GTS-226	GTS-229
TELESCOPIO				
Longitud	150 mm			
Diámetro del Objetivo	45 mm (EDM: 50 mm)			
Aumentos	30×			
Imagen	Directa			
Campo de Visión	1° 30'			
Potencia de Resolución	2,5"			
Distancia Mínima de Enfoque	1,3 m			
MEDICIÓN DE DISTANCIA				
Condición 1				
1 prisma	3.000 m			2.000 m
3 prismas	4.000 m			2.700 m
9 prismas	5.000 m			3.400 m
Condición 2				
1 prisma	3.500 m			2.300 m
3 prismas	4.700 m			3.100 m
9 prismas	5.800 m			4.000 m
Condición 1: Niebla ligera con visibilidad de aprox. 20 km, luz solar moderada y legera reverberación. 2: Sin niebla con visibilidad de aproximadamente 40 km, nublado y sin reverberación				
Exactitud	±(2mm+2ppmxD)m.s.e			±(3mm+3ppm ·D)m.s.e
	D: Distancia medida (mm)			
Cómputo Mínimo				
Modo fino	1 mm / 0,2 mm			
Modo grueso	10 mm / 1 mm			
Modo rastreo	10 mm			
Pantalla de Medición	11 dígitos: visualización máxima ±9999999,9999			
Tiempo de Medición				
Modo fino	1 mm: 1,2 seg. (inicial 4 seg.) 0,2 mm: 2,8 seg. (inicial 5 seg.)			
Modo grueso	0,7 seg. (inicial 3 seg.)			
Modo rastreo	0,4 seg. (inicial 3 seg.) (El tiempo inicial será diferente para cada condición y de la configuración del tiempo apagado del EDM			
Corrección Atmosférica	-999,9 hasta +999,9 ppm (incremento de 0,1 ppm)			
Corrección Constante Prisma	-99,9 hasta +99,9 mm (incremento de 0,1 mm)			
MEDICIÓN ANGULAR				
Método	Lectura absoluta			
Sistema de Detección	H: 2 lados	V: 1 lado	H: 1 lado	V: 1 lado
Lectura Mínima	1" / 5" (0.2mgon/1mgon)			5" / 10" (1mgon/2mgon)

	GTS-223	GTS-225	GTS-226	GTS-229
Exactitud*	3" (1mgon)	5" (1.5mgon)	6" (1.8mgon)	9" (2.7mgon)
Tiempo de Medición	menos de 0,3 seg.			
Diámetro del Círculo	71 mm			
COMPENSADOR				
Sensor de Inclinación	Doble eje			Simple
Método	Tipo líquido			
Intervalo de Compensación	±3'			
Unidad de Corrección	1" (0,1 mgon)			
OTROS				
Altura del Instrumento	176 mm			
SENSIBILIDAD DEL NIVEL				
Nivel Circular	10'/2 mm			
Nivel Alidada	30"/2 mm		40"/2 mm	
PLOMADA LÁSER: ESTÁNDAR				
PLOMADA ÓPTICA (OPCIONAL)				
Aumentos	3x			
Intervalo de Enfoque	0,5 m hasta infinito			
Imagen	Directa			
Campo de Visión (a 1,3 m)	5° (114 mmø)			
DIMENSIÓN				
	336(Al)×184(An)×150(L)mm [13.2(Al)×7.2(An)×5.9(L)in.]			
Peso				
Instrumento (con la batería)	4,9 kg			
Estuche de Plástico	3,2 kg			
DURABILIDAD				
Protección contra Agua	IPX6 (con BT-52QA)			
Temperatura de Operación	-20°C hasta +50°C			
BATERÍA BT-52QA				
Voltaje de Salida	7,2 V			
Capacidad	2,7AH (Ni-MH)			
Tiempo máximo de operación				
Medición angular y distancia	10 horas (12.000 puntos)			
Solo medición angular	45 horas			
Peso	0,3 kg			
CARGADOR DE BATERÍA BC-27BR/27CR				
Voltaje de Entrada	AC 120V (BC-27BR)		AC 230V (BC-27CR)	
Frecuencia	50/60Hz			
Tiempo de Recarga (a 20°C)	1,8 horas			
Temperatura de Operación	+10°C hasta +40°C			
Peso	0,5 kg			

Ilustración 17 Especificaciones Técnicas Topcon GTS-229

5 RESULTADOS

5.1 Nivelación

Se realizó apoyo en la digitalización de carteras de nivelación cálculos y ajustes de los siguientes sectores

5.1.1 Sector Cartagenita

La nivelación del sector Cartagenita de Muestra en la Tabla 3, la contra nivelación en la Tabla 4 y el ajuste en la Tabla 5.

PROYECTO FACATATIVÁ					
NIVELACION GEOMETRICA - SECTOR CARTAGENITA					TopoSIG S.A.S. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
TOPOGRAFO	Juan Urrego			FECHA	03-sep-20
AUXILIAR	Jeferson Catro			EQUIPO UTILIZADO	ATB4 SERIE (MZ- 6463)
NIVELACION DE GPS009 - FACA2					
PUNTO	V+	V-	HI	COTA	OBSERVACIÓN
GPS-009	0,462		2591,828	2591,366	
P-1	1,203	2,862	2590,169	2588,966	
P-2	0,283	2,863	2587,589	2587,306	
P-3	0,078	2,567	2585,1	2585,022	
P-4	0,773	2,855	2583,018	2582,245	
P-5	1,458	1,749	2582,727	2581,269	
GPS-008	2,279	2,305	2582,701	2580,422	
P-6	1,444	1,592	2582,553	2581,109	
P-7	1,558	1,167	2582,944	2581,386	
D-2	1,684	1,288	2583,34	2581,656	
P-8	1,758	1,273	2583,825	2582,067	
D-3	1,973	1,368	2584,43	2582,457	
P-9	1,676	1,208	2584,898	2583,222	
AUX-3	1,926	1,544	2585,28	2583,354	
D-4	1,978	1,118	2586,14	2584,162	
P-10	1,504	1,205	2586,439	2584,935	
D-5	1,677	1,522	2586,594	2584,917	
D-6	1,828	1,237	2587,185	2585,357	
P-11	1,765	1,513	2587,437	2585,672	
P-12	1,556	0,726	2588,267	2586,711	
AUX-6	1,668	1,258	2588,677	2587,009	
D-7	0,9	1,487	2588,09	2587,19	
GPS-003	0,528	1,556	2587,062	2586,534	
P-13	1,148	2,623	2585,587	2584,439	
FACA-2		0,064		2585,523	

Tabla 3 Nivelación Sector Cartagenita

PROYECTO FACATATIVÁ					
NIVELACION GEOMETRICA - SECTOR CARTAGENITA					TopoSIG S.A.S. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
TOPOGRAFO	Juan Urrego			FECHA	03-sep-20
AUXILIAR	Jeferson Catro			EQUIPO UTILIZADO	ATB4 SERIE (MZ- 6463)
CONTRANIVELACION DE FACA2 - GPS009					
PUNTO	V+	V-	HI	COTA	OBSERVACIÓN
FACA-2	0,056		2585,579	2585,523	
P-13	2,582	1,14	2587,021	2584,439	
GPS-003	1,476	0,488	2588,009	2586,533	
D-7	1,527	0,82	2588,716	2587,189	
AUX-6	1,226	1,708	2588,234	2587,008	
P-12	0,663	1,524	2587,373	2586,71	
P-11	1,448	1,703	2587,118	2585,67	
D-6	1,207	1,763	2586,562	2585,355	
D-5	1,472	1,647	2586,387	2584,915	
P-10	1,168	1,454	2586,101	2584,933	
D-4	1,092	1,941	2585,252	2584,16	
AUX-3	1,466	1,9	2584,818	2583,352	
P-9	1,178	1,598	2584,398	2583,22	
D-3	1,338	1,943	2583,793	2582,455	
P-8	1,212	1,728	2583,277	2582,065	
D-2	1,208	1,624	2582,861	2581,653	
P-7	1,127	1,478	2582,51	2581,383	
P-6	1,533	1,404	2582,639	2581,106	
GPS-008	2,285	2,22	2582,704	2580,419	
P-5	1,703	1,438	2582,969	2581,266	
P-4	2,838	0,728	2585,079	2582,241	
P-3	2,527	0,061	2587,545	2585,018	
P-2	2,788	0,243	2590,09	2587,302	
P-1	2,725	1,128	2591,687	2588,962	
GPS-009		0,325		2591,362	

Tabla 4 Contra nivelación Sector Cartagenita

COMPENSACION DE ERROR RED DE NIVELACION			
#CAMBIOS		25	
ERROR		0,004	
AJUSTE POR PUNTO		0,00016	
PUNTO	COTA	AJUSTE	COTA AJUSTADA
GPS-009	2591,366		2591,366
P-1	2588,966	0,00016	2588,966
P-2	2587,306	0,00032	2587,306
P-3	2585,022	0,00048	2585,022
P-4	2582,245	0,00064	2582,246
P-5	2581,269	0,0008	2581,270
GPS-008	2580,422	0,00096	2580,423
P-6	2581,109	0,00112	2581,110
P-7	2581,386	0,00128	2581,387
D-2	2581,656	0,00144	2581,657
P-8	2582,067	0,0016	2582,069
D-3	2582,457	0,00176	2582,459
P-9	2583,222	0,00192	2583,224
AUX-3	2583,354	0,00208	2583,356
D-4	2584,162	0,00224	2584,164
P-10	2584,935	0,0024	2584,937
D-5	2584,917	0,00256	2584,920
D-6	2585,357	0,00272	2585,360
P-11	2585,672	0,00288	2585,675
P-12	2586,711	0,00304	2586,714
AUX-6	2587,009	0,0032	2587,012
D-7	2587,19	0,00336	2587,193
GPS-003	2586,534	0,00352	2586,538
P-13	2584,439	0,00368	2584,443
FACA-2	2585,523	0,00384	2585,527
GPS-009	2591,362	0,004	2591,366

Tabla 5 Ajuste Nivelación Sector Cartagenita

5.1.2 Sector Tanque

La nivelación del sector Tanque de Muestra en la Tabla 6, la contra nivelación en la Tabla 7 y el ajuste en la Tabla 8.

PROYECTO FACATATIVÁ					
CONTRANIVELACION GEOMETRICA SECTOR TANQUE					TopoSIG S.A.S. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
TOPOGRAFO	Juan Carlos Martin			FECHA	05-sep-20
AUXILIAR	Jeferson Castro			EQUIPO UTILIZADO	ATB4 SERIE (MZ-6463)
NIVELACION DE GPS003 - FACA23					
PUNTO	V+	V-	HI	COTA	OBSERVACIÓN
GPS-003	1,192		2587,72952	2586,538	
AUX-J7	1,712	1,706	2587,736	2586,024	
AUX-J8	1,768	1,862	2587,642	2585,874	
T-21	1,145	1,603	2587,184	2586,039	
AUX-J9	0,922	2,962	2585,144	2584,222	
T-20	1,035	1,792	2584,387	2583,352	
T-19	2,612	0,588	2586,411	2583,799	
T-18	2,705	0,098	2589,018	2586,313	
T-17	2,958	0,206	2591,770	2588,812	
T-16	2,902	0,285	2594,387	2591,485	
T-15	2,823	0,231	2596,979	2594,156	
T-14	2,846	0,008	2599,817	2596,971	
T-13	2,978	0,315	2602,480	2599,502	
T-12	2,656	0,243	2604,893	2602,237	
T-11	2,957	0,133	2607,717	2604,760	
AUX-5	2,488	0,498	2609,707	2607,219	
T-10	2,847	0,162	2612,392	2609,545	
AUX-1	2,812	0,061	2615,143	2612,331	
T-9	2,870	0,132	2617,881	2615,011	
T-8	2,953	0,060	2620,774	2617,821	
T-7	2,482	0,233	2623,023	2620,541	
AUX-2	1,855	0,682	2624,196	2622,341	
T-6	2,565	0,424	2626,337	2623,772	
T-5	2,910	0,077	2629,170	2626,260	
T-4	2,299	0,178	2631,291	2628,992	
T-3	2,634	0,049	2633,876	2631,242	
T-2	2,820	0,324	2636,372	2633,552	
T-1	2,862	0,800	2638,434	2635,572	
FACA-23		0,326		2638,108	

Tabla 6 Nivelacion Sector Tanque.

PROYECTO FACATATIVÁ					
CONTRANIVELACION GEOMETRICA SECTOR TANQUE					TopoSIG S.A.S. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
TOPOGRAFO	Juan Carlos Martin			FECHA	05-sep-20
AUXILIAR	Jeferson Catro			EQUIPO UTILIZADO	ATB4 SERIE (MZ-6463)
CONTRANIVELACION DE FACA23 - GPS003					
PUNTO	V+	V-	HI	COTA	OBSERVACIÓN
FACA-23	0,372		2638,47952	2638,108	
T-1	0,870	2,908	2636,442	2635,572	
T-2	0,402	2,890	2633,954	2633,552	
T-3	0,059	2,712	2631,301	2631,242	
T-4	0,203	2,309	2629,195	2628,992	
T-5	0,110	2,935	2626,370	2626,260	
T-6	0,457	2,598	2624,229	2623,772	
AUX-2	0,702	1,888	2623,043	2622,341	
T-7	0,273	2,502	2620,814	2620,541	
T-8	0,098	2,992	2617,920	2617,822	
T-9	0,152	2,908	2615,164	2615,012	
AUX-1	0,077	2,832	2612,409	2612,332	
T-10	0,202	2,863	2609,748	2609,546	
AUX-5	0,525	2,528	2607,745	2607,220	
T-11	0,156	2,983	2604,918	2604,762	
T-12	0,258	2,679	2602,497	2602,239	
T-13	0,342	2,993	2599,846	2599,504	
T-14	0,053	2,873	2597,026	2596,973	
T-15	0,252	2,868	2594,410	2594,158	
T-16	0,312	2,923	2591,799	2591,487	
T-17	0,235	2,985	2589,049	2588,814	
T-18	0,013	2,734	2586,328	2586,315	
T-19	0,635	2,527	2584,436	2583,801	
T-20	1,832	1,082	2585,186	2583,354	
AUX-J9	3,000	0,962	2587,224	2584,224	
T-21	1,623	1,183	2587,664	2586,041	
AUX-J8	1,900	1,788	2587,776	2585,876	
AUX-J7	1,747	1,750	2587,773	2586,026	
GPS-003		1,232	2586,541	2586,541	

Tabla 7 Contra Nivelación Sector Tanque.

COMPENSACION DE ERROR RED DE NIVELACION			
#CAMBIOS		28	
ERROR		-0,003	
AJUSTE POR PUNTO		-0,000107143	
PUNTO	COTA	AJUSTE	COTA AJUSTADA
GPS-003	2586,538		2586,538
AUX-J7	2586,024	-0,00010714	2586,023
AUX-J8	2585,874	-0,00021429	2585,873
T-21	2586,039	-0,00032143	2586,038
AUX-J9	2584,222	-0,00042857	2584,221
T-20	2583,352	-0,00053571	2583,351
T-19	2583,799	-0,00064286	2583,798
T-18	2586,313	-0,00075	2586,312
T-17	2588,812	-0,00085714	2588,811
T-16	2591,485	-0,00096429	2591,484
T-15	2594,156	-0,00107143	2594,154
T-14	2596,971	-0,00117857	2596,969
T-13	2599,502	-0,00128571	2599,500
T-12	2602,237	-0,00139286	2602,235
T-11	2604,760	-0,0015	2604,758
AUX-5	2607,219	-0,00160714	2607,217
T-10	2609,545	-0,00171429	2609,543
AUX-1	2612,331	-0,00182143	2612,329
T-9	2615,011	-0,00192857	2615,009
T-8	2617,821	-0,00203571	2617,818
T-7	2620,541	-0,00214286	2620,538
AUX-2	2622,341	-0,00225	2622,338
T-6	2623,772	-0,00235714	2623,769
T-5	2626,260	-0,00246429	2626,257
T-4	2628,992	-0,00257143	2628,989
T-3	2631,242	-0,00267857	2631,239
T-2	2633,552	-0,00278571	2633,549
T-1	2635,572	-0,00289286	2635,569
FACA-23	2586,541	-0,003	2586,538

Tabla 8 Ajuste Nivelación Sector Tanque.

5.1.3 Sector Calle 4

La nivelación del sector Calle 4 de Muestra en la Tabla 9, la contra nivelación en la Tabla 10 y el ajuste en la Tabla 11.

PROYECTO FACATATIVÁ					
NIVELACION GEOMETRICA SECTOR CALLE 4					TopoSIG S.A.S.
TOPOGRAFO	Juan Carlos Martin			FECHA	09-sep-20
AUXILIAR	Jeferson Castro			EQUIPO UTILIZADO	ATB4 SERIE (MZ-6463)
NIVELACION DE CALLE 4 FACA					
PUNTO	**V+**	**V-**	**HI**	**COTA**	**OBSERVACIÓN**
AUX3	1,737		2585,093	2583,356	
C#1	2,515	0,877	2586,731	2584,216	
D-A2	1,913	1,073	2587,571	2585,658	
C#2	1,917	1,084	2588,404	2586,487	
D-A3	2,178	1,447	2589,135	2586,957	
C#3	1,453	0,552	2590,036	2588,583	
D-3A	0,488	1,843	2588,681	2588,193	
C#4	0,218	2,672	2586,227	2586,009	
C#5	0,089	2,923	2583,393	2583,304	
C#6	0,058	2,897	2580,554	2580,496	
C#7	0,743	2,981	2578,316	2577,573	
D-5A		1,285		2577,031	

Tabla 9 Nivelación Sector calle 4.

PROYECTO FACATATIVÁ					
CONTRANIVELACION GEOMETRICA SECTOR CALLE 4					TopoSIG S.A.S.
TOPOGRAFO	Juan Carlos Martin			FECHA	09-sep-20
AUXILIAR	Jeferson Castro			EQUIPO UTILIZADO	ATB4 SERIE (MZ-6463)
CONTRANIVELACION DE CALLE 4 FACA					
PUNTO	**V+**	**V-**	**HI**	**COTA**	**OBSERVACIÓN**
D-5A	1,276		2578,307	2577,031	
C#7	2,981	0,734	2580,554	2577,573	
C#6	2,889	0,057	2583,386	2580,497	
C#5	2,913	0,081	2586,218	2583,305	
C#4	2,634	0,208	2588,644	2586,010	
D-3A	1,793	0,45	2589,987	2588,194	
C#3	0,503	1,403	2589,087	2588,584	
D-A3	1,432	2,128	2588,391	2586,959	
C#2	1,088	1,901	2587,578	2586,490	
D-A2	1,018	1,917	2586,679	2585,661	
C#1	0,807	2,46	2585,026	2584,219	
AUX3		1,667		2583,359	

Tabla 10 Contra nivelación Sector Calle 4.

COMPENSACION DE ERROR RED DE NIVELACION			
#CAMBIOS		12	
ERROR		-0,003	
AJUSTE POR PUNTO		-0,00025	
PUNTO	**COTA**	**AJUSTE**	**COTA AJUSTADA**
AUX3	2583,356		2583,356
C#1	2584,216	-0,00025	2584,216
D-A2	2585,658	-0,0005	2585,658
C#2	2586,487	-0,00075	2586,486
D-A3	2586,957	-0,001	2586,956
C#3	2588,583	-0,00125	2588,582
D-3A	2588,193	-0,0015	2588,192
C#4	2586,009	-0,00175	2586,007
C#5	2583,304	-0,002	2583,302
C#6	2580,496	-0,00225	2580,494
C#7	2577,573	-0,0025	2577,571
D-5A	2577,031	-0,00275	2577,028
AUX-3	2583,359	-0,003	2583,356

Tabla 11 Ajuste Nivelación Sector Calle 4.

5.1.4 Sector Plazoleta Éxito y Parque.

La nivelación del sector Plazoleta Éxito y Parque de Muestra en la Tabla 12, la contra nivelación en la Tabla 13 y el ajuste en la Tabla 14.

NIVELACION GEOMETRICAPLAZOLETA ÉXITO Y PARQUE					TopoSIG S.A.S. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA	
Topógrafo	Juan Urrego			Fecha	12-ago-20	
Auxiliar	Jeferson Castro			Equipo	ATB4 SERIE (MZ- 6463)	
CIRCUITO DE NIVELACIÓN PLAZOLETA ÉXITO Y PARQUE						
PUNTO	V +	VI	V-	H.I.	COTA	OBSERVACIONES
FACA-2	2,124			2587,643	2585,519	Vértice de control
C#-1	2,302		0,613	2589,332	2587,030	Cambio sobre puntilla
DL-1	1,556		1,647	2589,241	2587,685	Delta
C#-2	1,478		1,334	2589,385	2587,907	Cambio sobre puntilla
C#-3	2,030		1,05	2590,365	2588,335	Cambio sobre puntilla
D-2	2,168		0,639	2591,894	2589,726	Delta
C#-4	1,574		1,483	2591,985	2590,411	Cambio sobre puntilla
D-3	1,412		1,582	2591,815	2590,403	Delta
C#5	0,813		2,028	2590,600	2589,787	Cambio sobre puntilla
D-4	2,105		1,754	2590,951	2588,846	Delta
C#6	3,544		2,115	2592,380	2588,836	Cambio sobre puntilla
D-5	3,977		3,675	2592,682	2588,705	Delta
CD-1	1,840		0,323	2594,199	2592,359	Delta
CD-2	1,732		1,214	2594,717	2592,985	Delta
CD-3	3,182		1,789	2596,110	2592,928	Delta
CD-4			1,003	2595,107	2595,107	Delta

Tabla 12 Nivelación Sector Plazoleta Éxito y Parque.

CONTRANIVELACION GEOMETRICA PLAZOLETA ÉXITO Y PARQUE				TopoSIG S.A.S. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA		
Topógrafo	Juan urrego			Fecha	12-ago-20	
Auxiliar	Jeferson Castro			Equipo	NIVEL TOPCON ATB4 SERIE (MZ- 6463)	
CIRCUITO DE CONTRANIVELACIÓN PLAZOLETA ÉXITO Y PARQUE						
PUNTO	V +	VI	V-	H.I.	COTA	OBSERVACIONES
CD-4	0,962			2596,069	2595,107	Delta
CD-3	1,775		3,141	2594,703	2592,928	Delta
CD-2	1,191		1,719	2594,175	2592,984	Delta
CD-1	0,303		1,817	2592,661	2592,358	Delta
D-5	3,574		3,957	2592,278	2588,704	Delta
C#-6	2,085		3,443	2590,920	2588,835	Cambio sobre puntilla
D-4	1,724		2,075	2590,569	2588,845	Delta
C#-5	1,988		0,784	2591,773	2589,785	Cambio sobre puntilla
D-3	1,552		1,372	2591,953	2590,401	Delta
C#-4	1,513		1,544	2591,922	2590,409	Cambio sobre puntilla
D-2	0,629		2,198	2590,353	2589,724	Delta
C#-3	1,031		2,02	2589,364	2588,333	Cambio sobre puntilla
C#-2	1,313		1,459	2589,218	2587,905	Cambio sobre puntilla
DL-1	1,677		1,536	2589,359	2587,682	Delta
C#-1	0,552		2,332	2587,579	2587,027	Cambio sobre puntilla
CD-4			2,063		2585,516	Vértice de control

Tabla 13 Contra nivelación Sector Plazoleta Éxito y Parque.

COMPENSACION DE ERROR RED DE NIVELACION			
#CAMBIOS		16	
ERROR		0,003	
AJUSTE POR PUNTO		0,0001875	
PUNTO	COTA	AJUSTE	COTA AJUSTADA
FACA-2	2585,519		2585,519
C#-1	2587,030	0,0001875	2587,030
DL-1	2587,685	0,000375	2587,685
C#-2	2587,907	0,0005625	2587,908
C#-3	2588,335	0,00075	2588,336
D-2	2589,726	0,0009375	2589,727
C#-4	2590,411	0,001125	2590,412
D-3	2590,403	0,0013125	2590,404
C#5	2589,787	0,0015	2589,789
D-4	2588,846	0,0016875	2588,848
C#6	2588,836	0,001875	2588,838
D-5	2588,705	0,0020625	2588,707
CD-1	2592,359	0,00225	2592,361
CD-2	2592,985	0,0024375	2592,987
CD-3	2592,928	0,002625	2592,931
CD-4	2595,107	0,0028125	2595,110
FACA-2	2585,516	0,003	2585,519

Tabla 14 Ajuste Nivelación Sector Plazoleta Éxito y Parque.

5.2 Nivelación Pozos y Descargas.

Se realizó apoyo en la digitalización y cálculos de nivelación de pozos y descargas, enviados. Como se puede ver en la Tabla 15

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 10D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
Aux 1 LB	0,972			2589,478	2588,506	Auxiliar
Aux 2 LB	1,496		1,451	2589,524	2588,027	AUX1 Carrilera
C # 1 LB	1,141		1,700	2588,964	2587,824	Cambio Puntilla
C # 2 LB	1,332		1,210	2589,087	2587,755	Cambio Puntilla
Entrada 1		3,513			2585,574	
Salida 1		3,440			2585,647	

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 3D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
D5 LB	1,460			2590,885	2589,425	Delta
Salida 1		3,615			2587,270	
Salida 2		3,641			2587,244	
Entrada 2		3,643			2587,242	
Entrada 1		3,254			2587,631	

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 9D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
Aux 1 LB	0,972			2589,478	2588,506	Auxiliar
Aux 2 LB	2,303		1,451	2590,330	2588,027	Auxiliar
Entrada fondo		4,143			2586,187	
Salida fondo		3,779			2586,551	

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 0-12D "CUARTO DE BOMBAS"						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
AUX 1 LB	0,975			2589,481	2588,506	
AUX 2 LB	1,496		1,451	2589,527	2588,031	
C1	1,146		1,700	2588,973	2587,827	
C2	1,651		1,210	2589,415	2587,763	
C3	2,094		1,388	2590,121	2588,027	
D3B	0,548		1,520	2589,149	2588,601	
C4	0,000		1,350	2587,799	2587,799	
D3D			1,467		2586,332	
D3D	1,374			2587,706	2586,332	
D3E	1,339		1,294	2587,751	2586,411	
T12 1			0,995		2586,756	Tubería 12"
T 12 2			1,015		2586,736	Tubería 12"
T12 3			0,900		2586,851	Tubería 12"
T 12 4			0,940		2586,811	Tubería 12"
D3D			1,460	2586,200	2584,740	
TN			1,570		2584,630	Terreno Natural
LA			2,385		2583,815	Lámina Agua Descarga 0-12

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 1D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
D0 J	1,475			2587,396	2585,921	
D1 J			1,900		2585,496	
LAMINA DE AGUA		4,191			2583,205	
D1 J	3,670			2589,166	2585,496	
D2 J		1,236			2587,931	
D 7 L B			0,997		2588,169	Montallantas

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 6 D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
D5-LB	1,071			2590,495	2589,424	Delta
C5#LB	1,745		1,468	2590,773	2589,028	Cambio Puntilla
C#6LB	1,619		1,597	2590,794	2589,176	Cambio Puntilla
D2-D6		1,560			2589,235	Delta
D1-D6			1,090		2589,704	Delta
LLEGADA		2,124			2588,670	CONCRETO 24"
Salida		2,264			2588,530	CONCRETO 24"

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 0-14 D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
GPS 003	0,860			2587,389	2586,529	Vértice de Control
D1-O14			1,303		2586,087	Delta

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 2 D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
FACA 3	0,186			2593,290	2593,104	Vértice de Control
C # 1 G	0,962		2,379	2591,873	2590,911	Cambio Puntilla
D L 2	0,447		2,139	2590,182	2589,735	Delta
D2 2D		1,835			2588,347	Delta
D1 2D	1,441		2,349	2589,274	2587,833	Delta
Salida fondo		4,485			2584,789	
Entrada		4,460			2584,814	

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 63 D						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
FACA 3	2,393			2595,497	2593,104	Vértice de Control
C#1	0,857		1,547	2594,807	2593,950	Cambio Puntilla
C#2	1,625		1,965	2594,468	2592,843	Cambio Puntilla
D2		1,478			2592,989	Delta Cancha
D1	0,438		2,108	2592,798	2592,360	Delta Cancha
Aux1		0,960			2591,838	Auxiliar
Tubo 40cm		5,240			2587,558	Fondo

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 23 y 27						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
FACA 3	2,393			2595,497	2593,104	Vértice de Control
C#1	0,857		1,547	2594,807	2593,950	Cambio Puntilla
C#2	1,742		1,965	2594,585	2592,843	Cambio Puntilla
D3		1,650			2592,935	Delta
C#3	2,259		0,521	2596,323	2594,064	Cambio Puntilla
D4	2,697		1,208	2597,811	2595,114	Delta
C#4	1,497		0,637	2598,671	2597,174	Cambio Puntilla
D2	0,573		1,565	2597,679	2597,106	Descarga 27
709		-0,400			2592,333	
709,1		4,946			2592,733	
D2	2,063		0,573	2599,169	2597,106	Delta
D1	0,156		1,895	2597,430	2597,274	Descarga 23
712		3,671			2593,759	Batea

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DESCARGA 13 y 14						
PUNTO	V+	VINT	V-	H.I.	COTA	OBS
GPS 004	2,005			2604,875	2602,870	Vértice de Control
1A	2,090		0,835	2606,130	2604,040	Cambio Puntilla
2A	0,304		0,693	2605,740	2605,437	Cambio Puntilla
3A	0,602		2,232	2604,111	2603,509	Cambio Puntilla
4A	1,256		2,337	2603,030	2601,774	Cambio Puntilla
5A	1,826		1,872	2602,983	2601,158	Cambio Puntilla
D13			1,484		2601,499	Delta
BATEA		3,448			2599,535	Descarga 13
D13	0,838			2602,337	2601,499	Delta
BATEA		3,111			2599,226	Descarga 13
BATEA		3,791			2598,546	Descarga 14
D14			2,643		2599,694	Delta

Tabla 15 Nivelaciones de Pozos y Descargas

5.3 Levantamiento Topográfico

Se realizó la verificación y corrección de carteras de campo para generar los archivos de detalles que sirven como insumo para la realización del plano topográfico de las zonas de estudio, posteriormente en la delineación y ajuste de los planos topográficos de los siguientes sectores.

5.3.1 Sector Mancilla

La zona de estudio del sector mancilla se puede ver en la Ilustración 18 y un detalle del levantamiento topográfico en la Ilustración 19

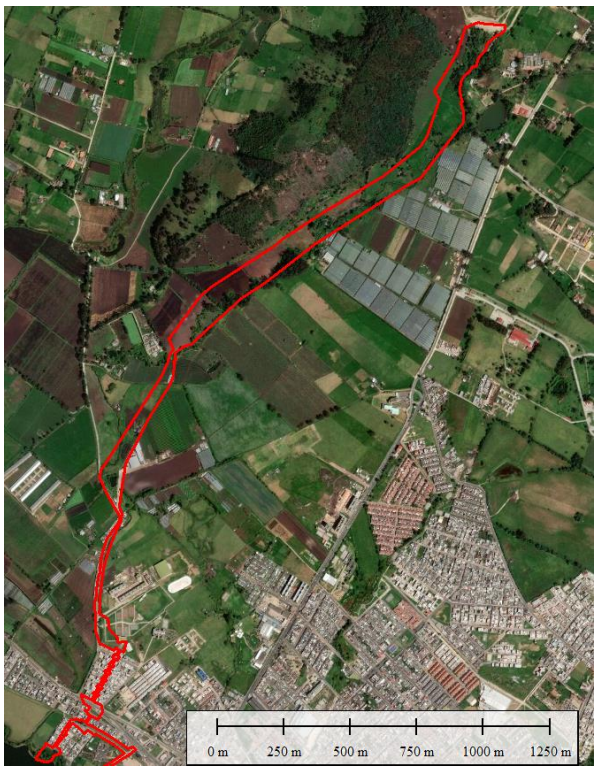


Ilustración 18 Levantamiento Mancilla

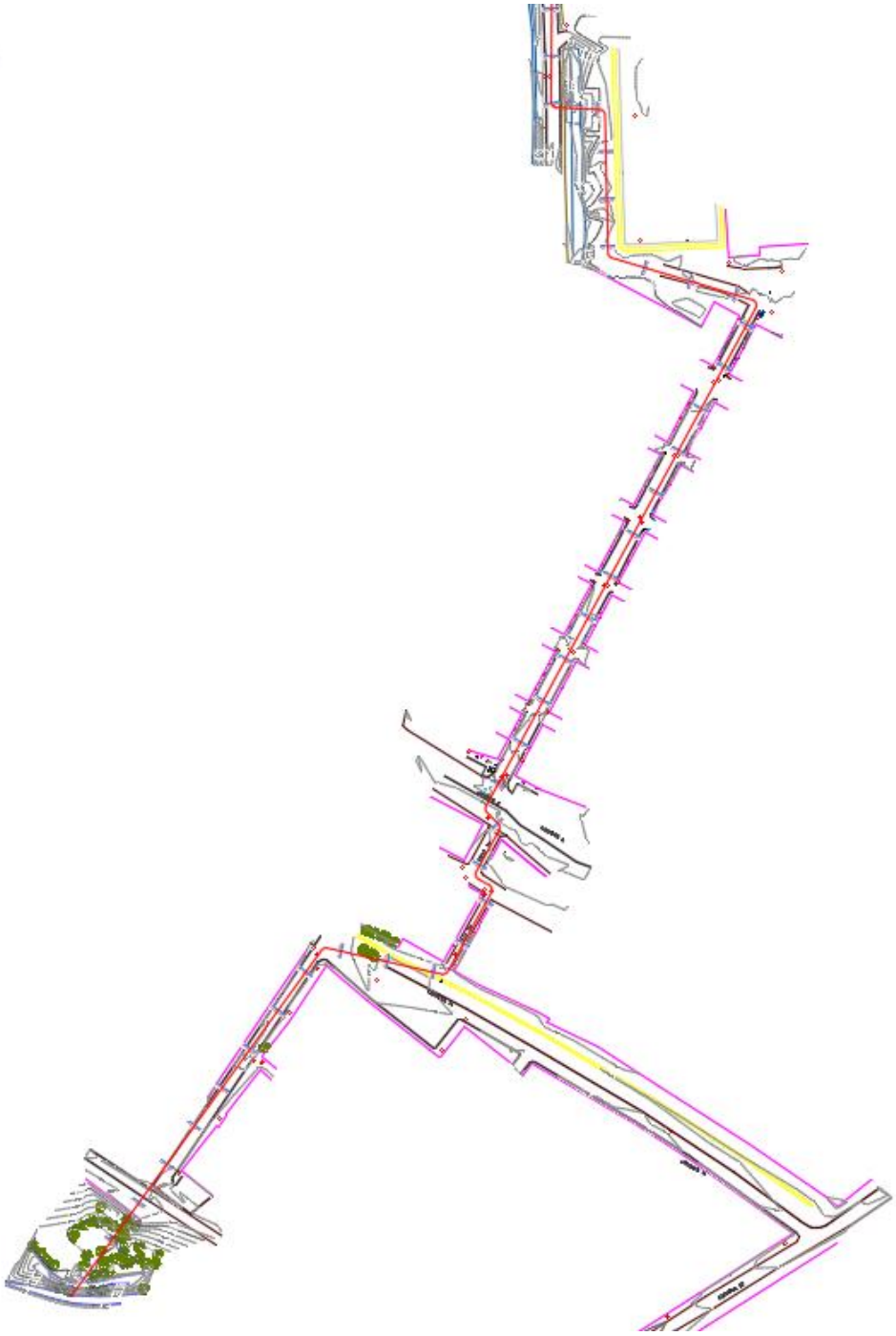


Ilustración 19 Detalle Levantamiento Mancilla

5.3.2 Sector Cartagenita

La zona de estudio del sector Cartagenita se puede ver en la Ilustración 20 y un detalle del levantamiento topográfico en la Ilustración 21.

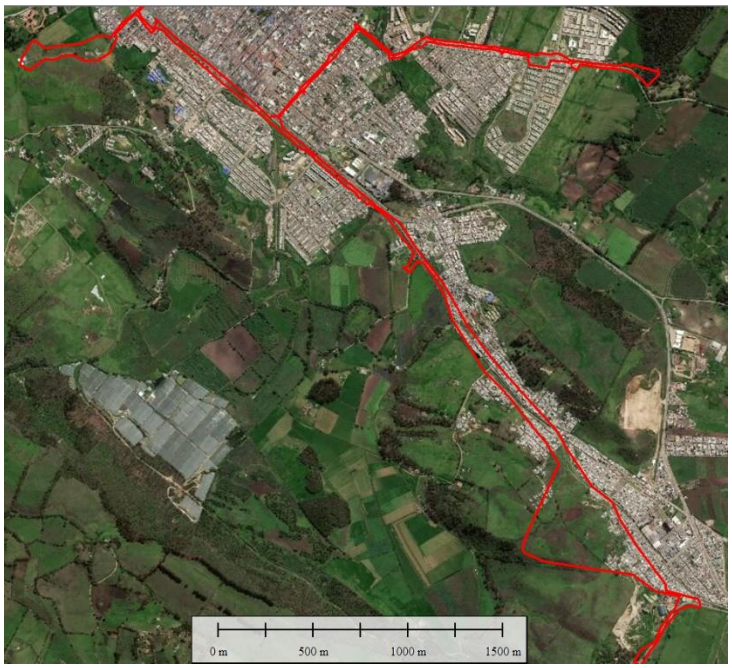


Ilustración 20 Levantamiento Cartagenita

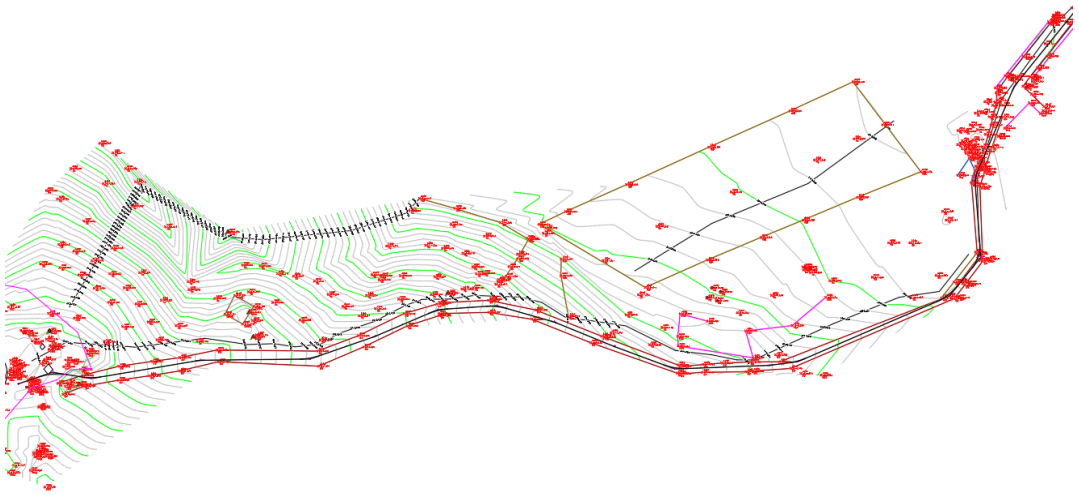


Ilustración 21 Detalle Levantamiento Cartagenita

5.3.3 Sector Luz Bersa

La zona de estudio del sector Luz Bersa se puede ver en la Ilustración 22 y un detalle del levantamiento topográfico en la Ilustración 23.



Ilustración 22 Levantamiento Luz Bersa

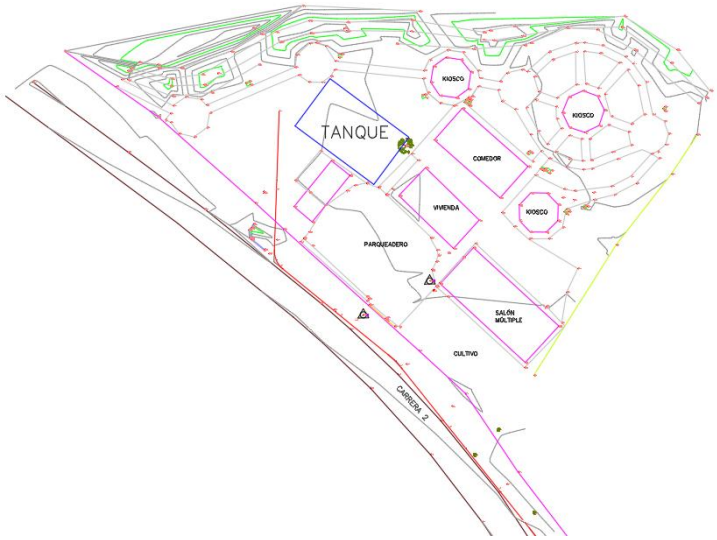


Ilustración 23 Detalle Levantamiento Luz Bersa

5.3.4 Sector Calle 13

La zona de estudio del sector calle 13 se puede ver en la Ilustración 24 y un detalle del levantamiento topográfico en la Ilustración 25



Ilustración 24 Levantamiento Calle 13

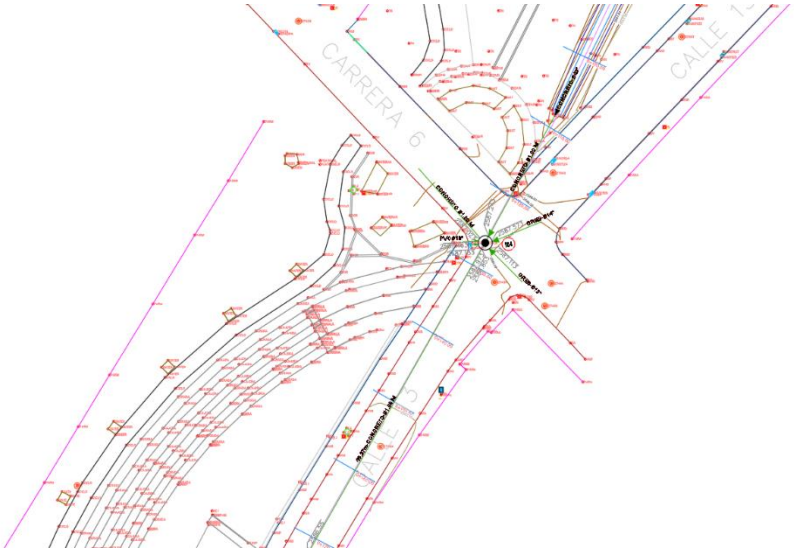


Ilustración 25 Detalle Levantamiento Calle 13

5.3.5 Sector Gatillo

La zona de estudio del sector gatillo se puede ver en la Ilustración 26 y un detalle del levantamiento topográfico en la Ilustración 27.



Ilustración 26 Levantamiento Gatillo



Ilustración 27 Detalle Levantamiento Gatillo

5.3.6 Sector Pozo Deudoro a Ptap Guapucha

La zona de estudio del Deudoro a Ptap Guapucha se puede ver en la Ilustración 28 y un detalle del levantamiento topográfico en la Ilustración 29.

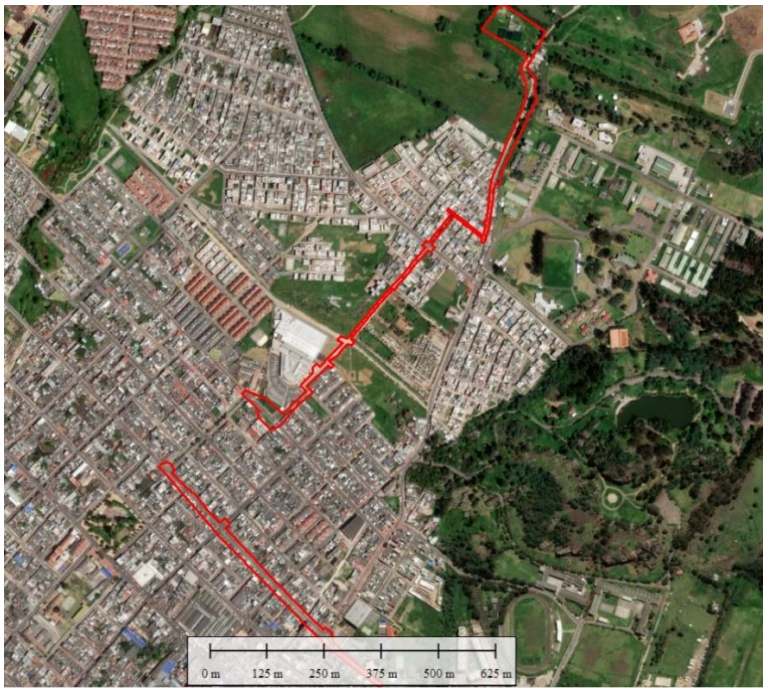


Ilustración 28 Levantamiento Pozo Deudoro A Ptap Guapucha



Ilustración 29 Detalle Levantamiento Pozo Deudoro A Ptap Guapucha

5.3.7 Zonas descargas

Se puede ver en la Ilustración 30 un levantamiento en detalle de la zonas de descargas y las secciones en la Ilustración 31.

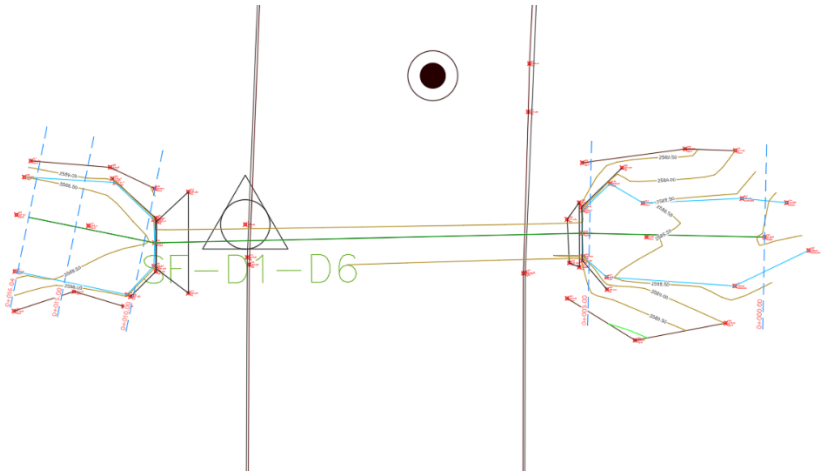


Ilustración 30 Levantamiento zonas de descarga

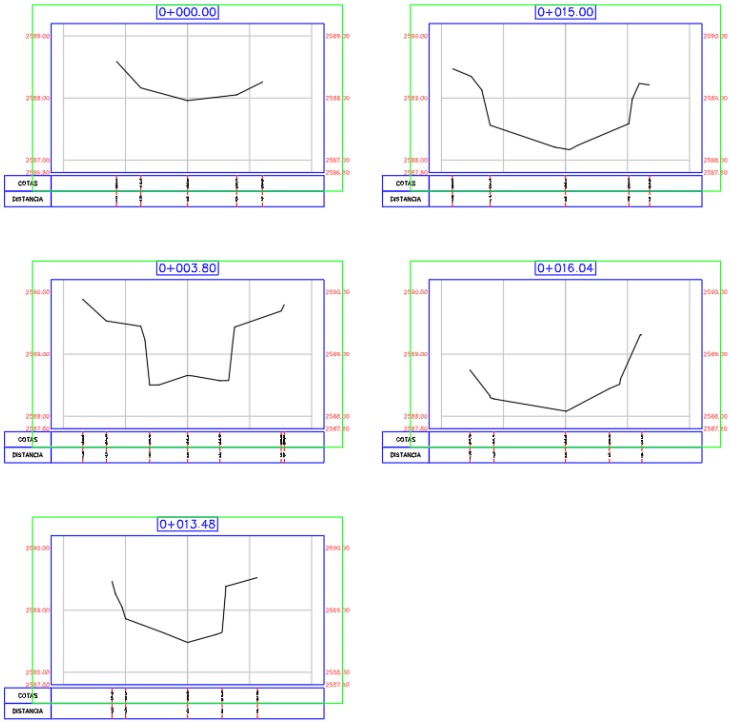


Ilustración 31 Secciones zonas de descarga

6 CONCLUSIONES

En el marco del acuerdo institucional y de procedimientos dictados por la Universidad Distrital Francisco José de caldas debido a la emergencia sanitaria causada por el COVID-19, las medidas de aislamiento preventivo y cuidado adoptadas por la comunidad; el desarrollo de esta pasantía se realizó de manera remota y virtual apoyando los procesos de oficina asignados en el proyecto por lo que los objetivos planteados inicialmente se cumplieron parcialmente.

A través de la pasantía se desarrollaron conceptos vistos en la carrera que permiten comprender la labor del ingeniero topográfico de manera más clara. Se logró entregar los insumos y productos de nivelación de las zonas de descargas y los sectores Cartagenita, Calle 13, Calle 4, Tanque, Plazoleta Éxito y Parque, revisión de los levantamientos de información en los sectores, delineación de planos de los sectores Mancilla, Cartagenita, Luz Bersa, Calle 13 , Gatillo y Pozo deudora a PTAP. Guapucha y zonas de descarga todo esto de acuerdo con lineamientos técnicos dados por la empresa que garantizan cumplir con los objetivos propuestos de la pasantía.

Los levantamientos topográficos son de gran importancia para todo tipo de proyectos en especial para el trazado de redes de acueducto y alcantarillado ya que es el insumo principal para la proyección y diseño de las obras de infraestructura, si no se tiene un buena topografía del lugar se pueden cometer errores al momento de evaluar, proyectar, diseñar

y ejecutar las obras. Se podrían presentar inconvenientes en la ubicación de las redes y obras, o errores de elevación del terreno que son fundamentales para la conducción de las aguas para los sistemas de captación, distribución y recolección.

La información y los productos topográficos son fundamental para la intervención de otros componentes y etapas posteriores del proyecto a la finalización de los proyectos de ingeniería, mediante información de calidad se garantiza minimizar errores, aumentar la velocidad de ejecución en los procesos y se reducir costos

7 RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de los levantamientos topográficos es recomendable que todas las comisiones de topografía tengan códigos establecidos para la captura de los elementos ya que es más fácil de manejar y depurar la información debido a que el volumen de información es bastante.

Teniendo en cuenta el buen estado de los mojones de amarre se sugiere tenerlos en cuenta como herramienta para el desarrollo de proyectos con características similares al presentado.

Para el desarrollo de este tipo de proyectos y otros de características similares se sugiere mantener un diálogo permanente con las comunidades a fin de identificar las problemáticas que las aquejan y darles adecuada atención, además de mitigar los impactos medioambientales que ellos pueden conllevar.

Se recomienda realizar el proceso de verificación del estado actual de las redes tanto de acueducto como de alcantarillado a fin de establecer las condiciones actuales de estas junto con la de los pozos y cámaras de caída que se puedan encontrar a lo largo del diseño de redes hidráulicas.

8 REFERENCIAS

Aguas, E. G. (2010). *Manual para la Referenciación de Redes de Acueducto y Alcantarillado.* Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/manuales/52220-1Manual_Referenciacion07_09_2010.pdf

Botia, C. J., Vargas, W. E., & Villalba, M. A. (2011). *Altimetria.* Bogota: Editorial UD.

Colombia, C. d. (1994). *secretariasenado.* Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html

Cualla, R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados.* Bogota: Escuela Colombiana de Ingenieria.

DANE. (2018). *www.dane.gov.co*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018

García, D. A. (2014). *Topografia y sus Aplicaciones.* Mexico D. F: Continental.

IGAC. (2004). *Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como datum oficial de Colombia* . Bogota. Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/adopcion.pdf

Jauregui, L. (25 de 02 de 2013). *webdelprofesor.* Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones

Rodriguez, L. S. (Mayo de 2004). *IGAC.* Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/anexo_8._tipos_de_coordenadas_manejados_en_colombia_igac._ano_2004.pdf

Villèn, N. G. (2020). Obtenido de https://nagarvil.webs.upv.es/sistemas-gnss-introduccion/

9 ANEXOS

9.1 Salidas Graficas

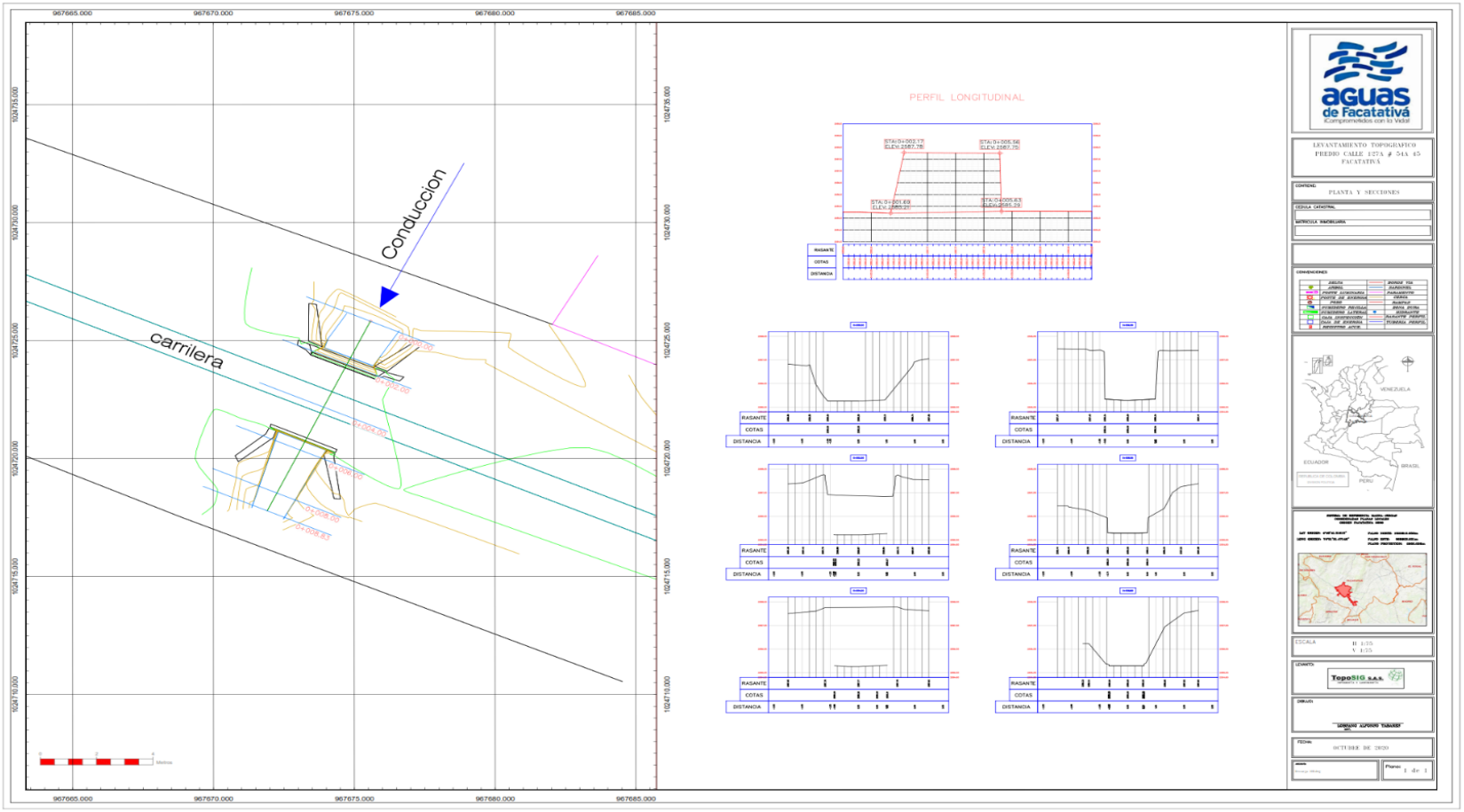


Ilustración 32 Salida Grafica Descargas

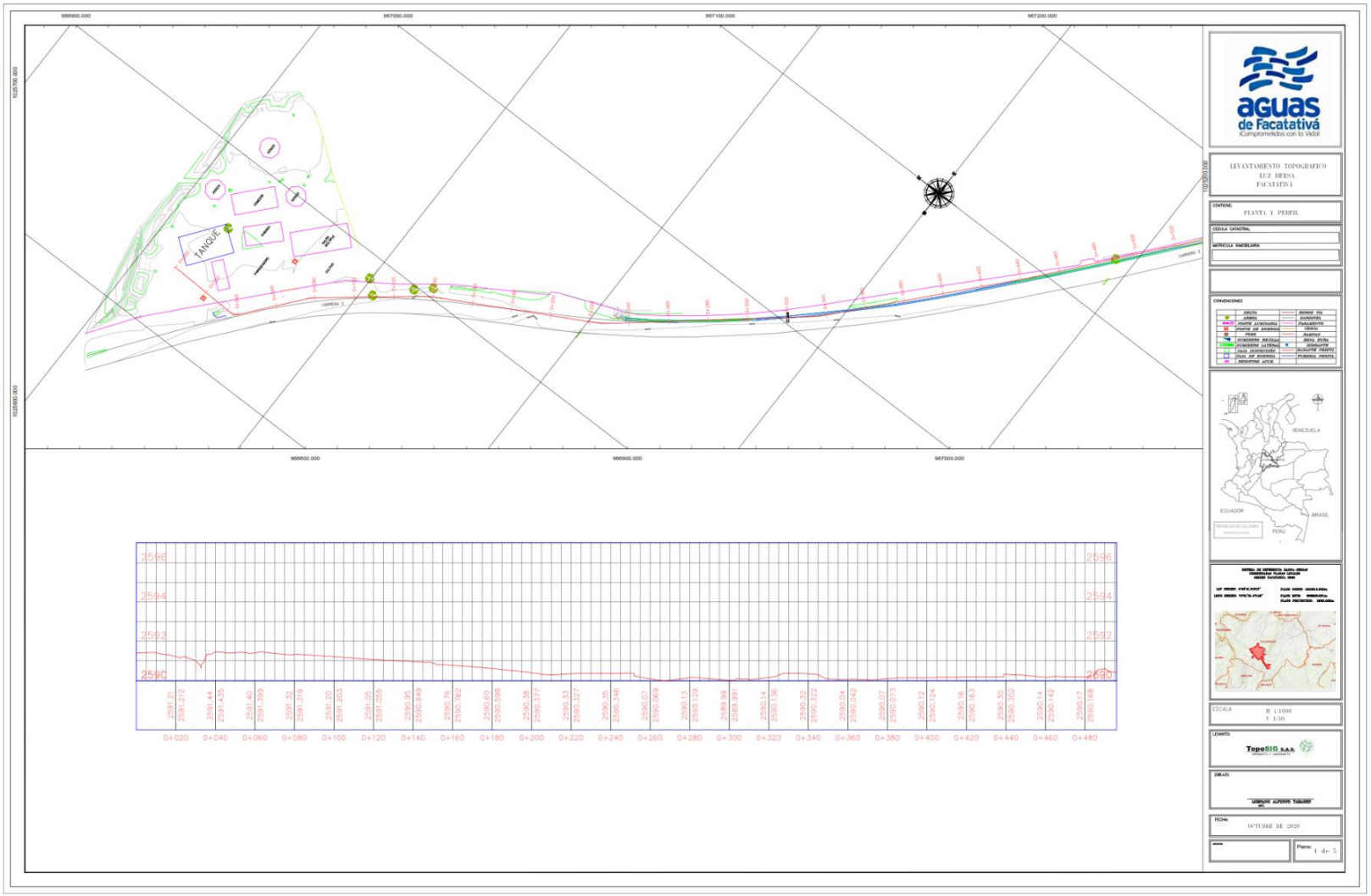


Ilustración 33 Planta – Perfil Luz Bersa 1

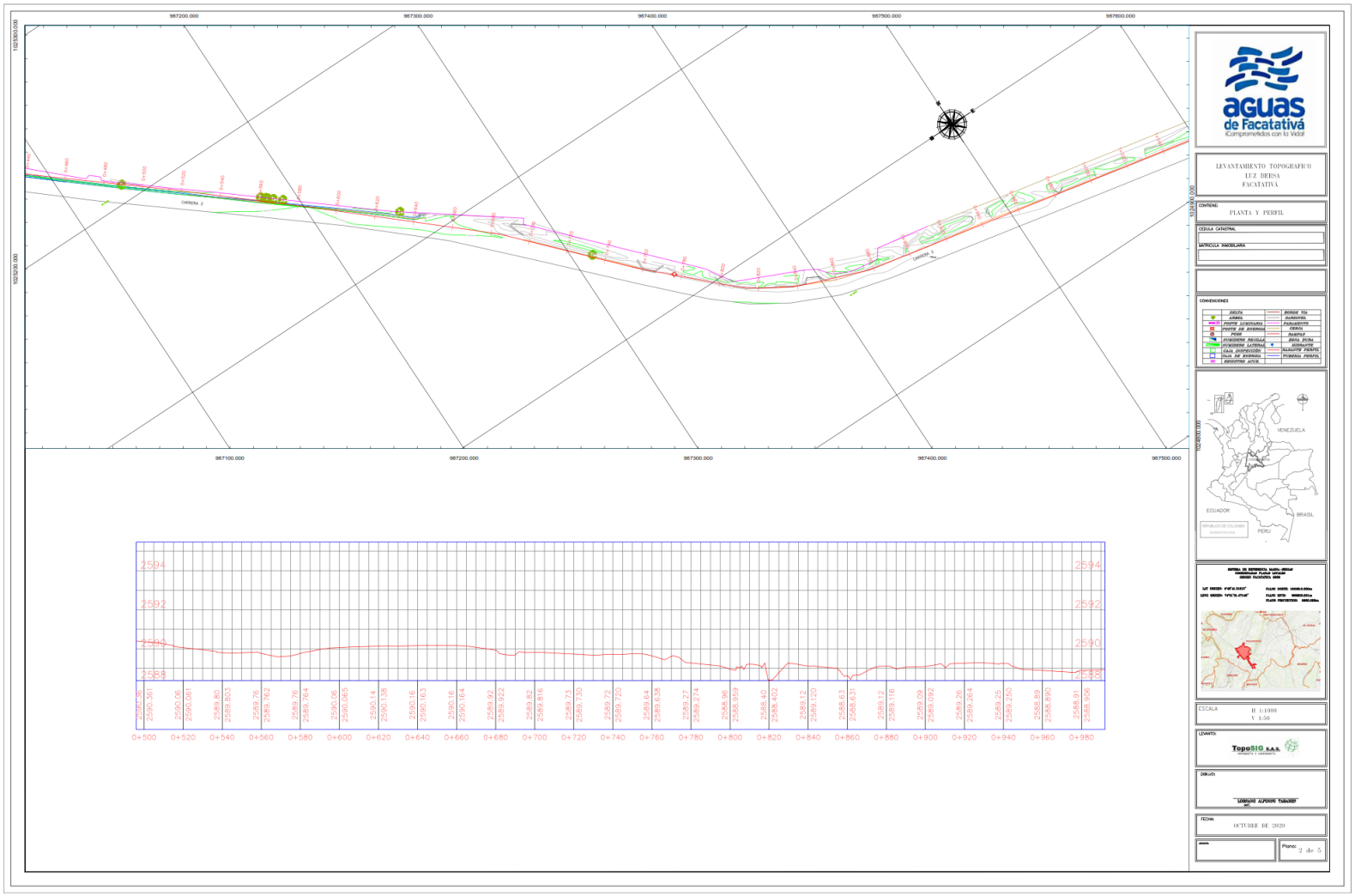


Ilustración 34 Planta – Perfil Luz Bersa 2

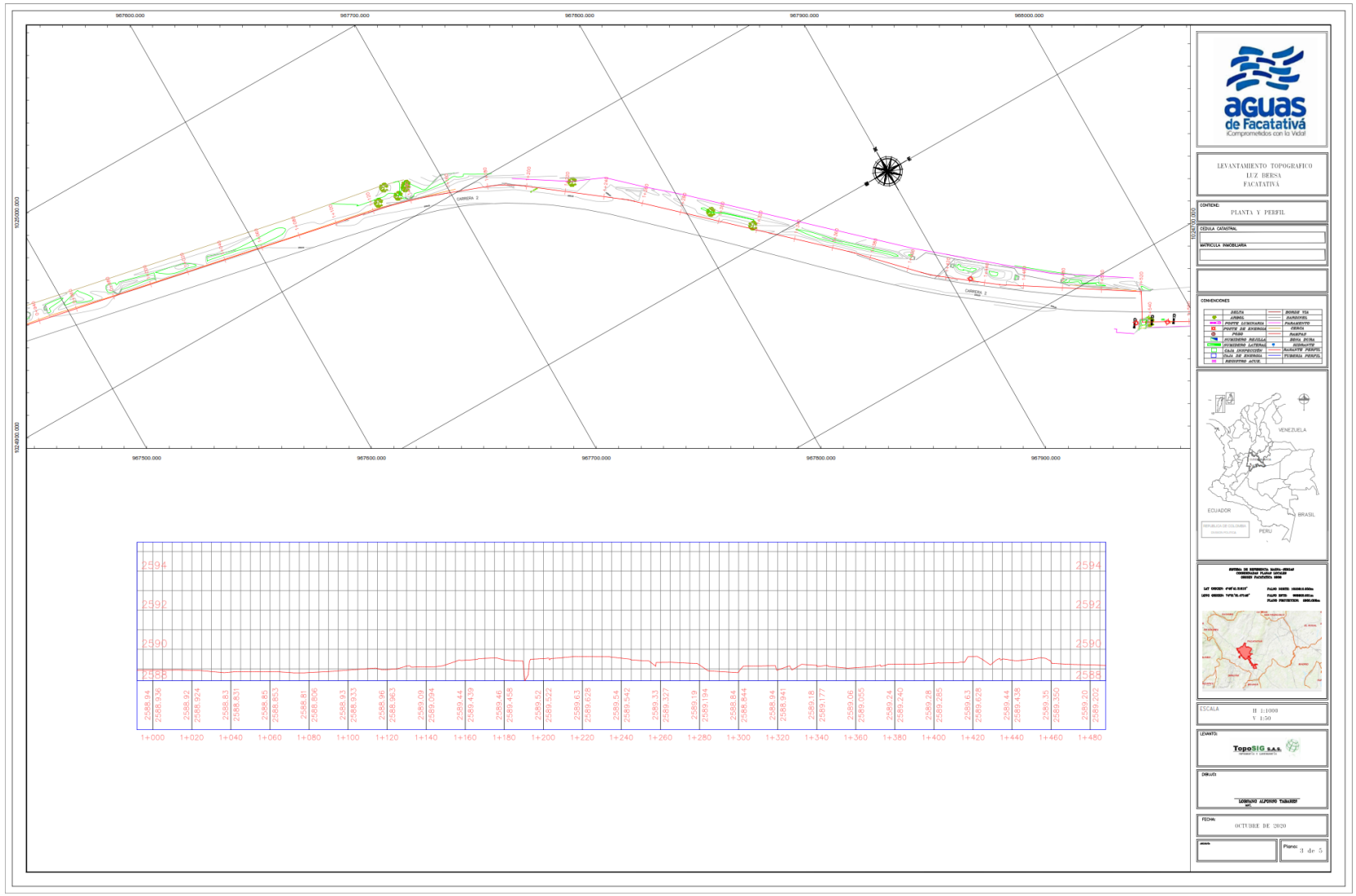


Ilustración 35 Planta – Perfil Luz Bersa 3

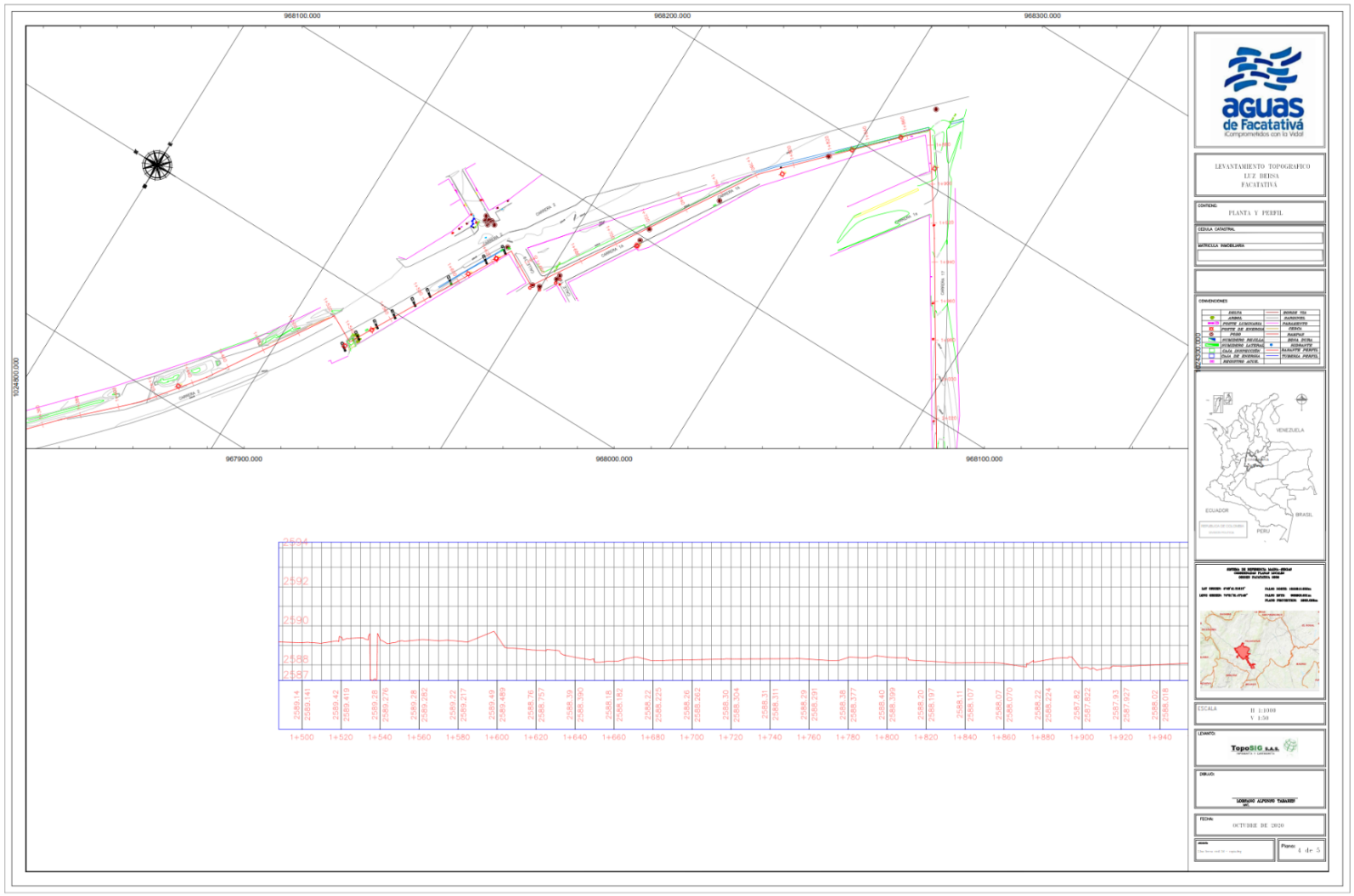


Ilustración 36 Planta – Perfil Luz Bersa 4

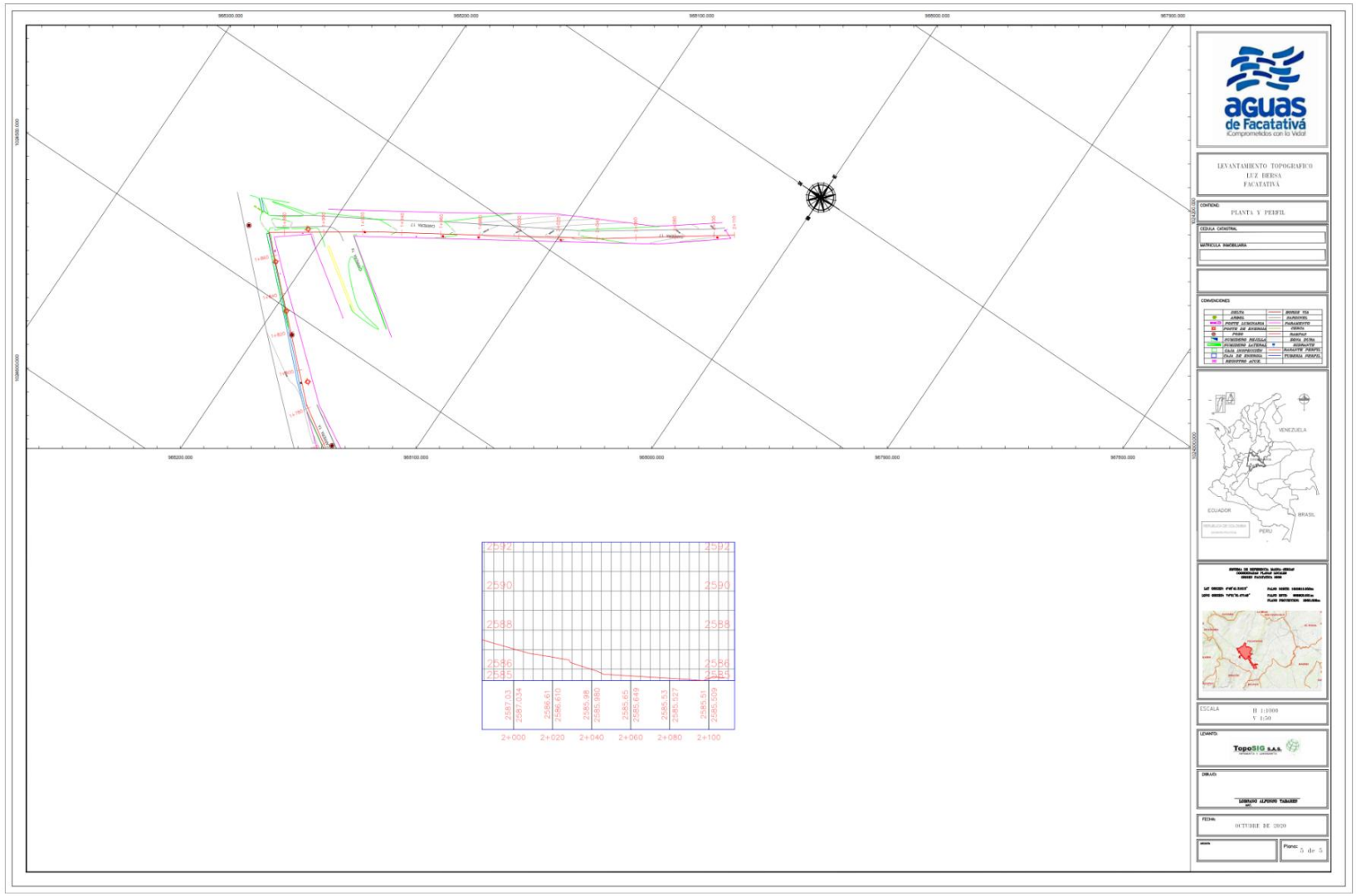


Ilustración 37 Planta – Perfil Luz Bersa 5

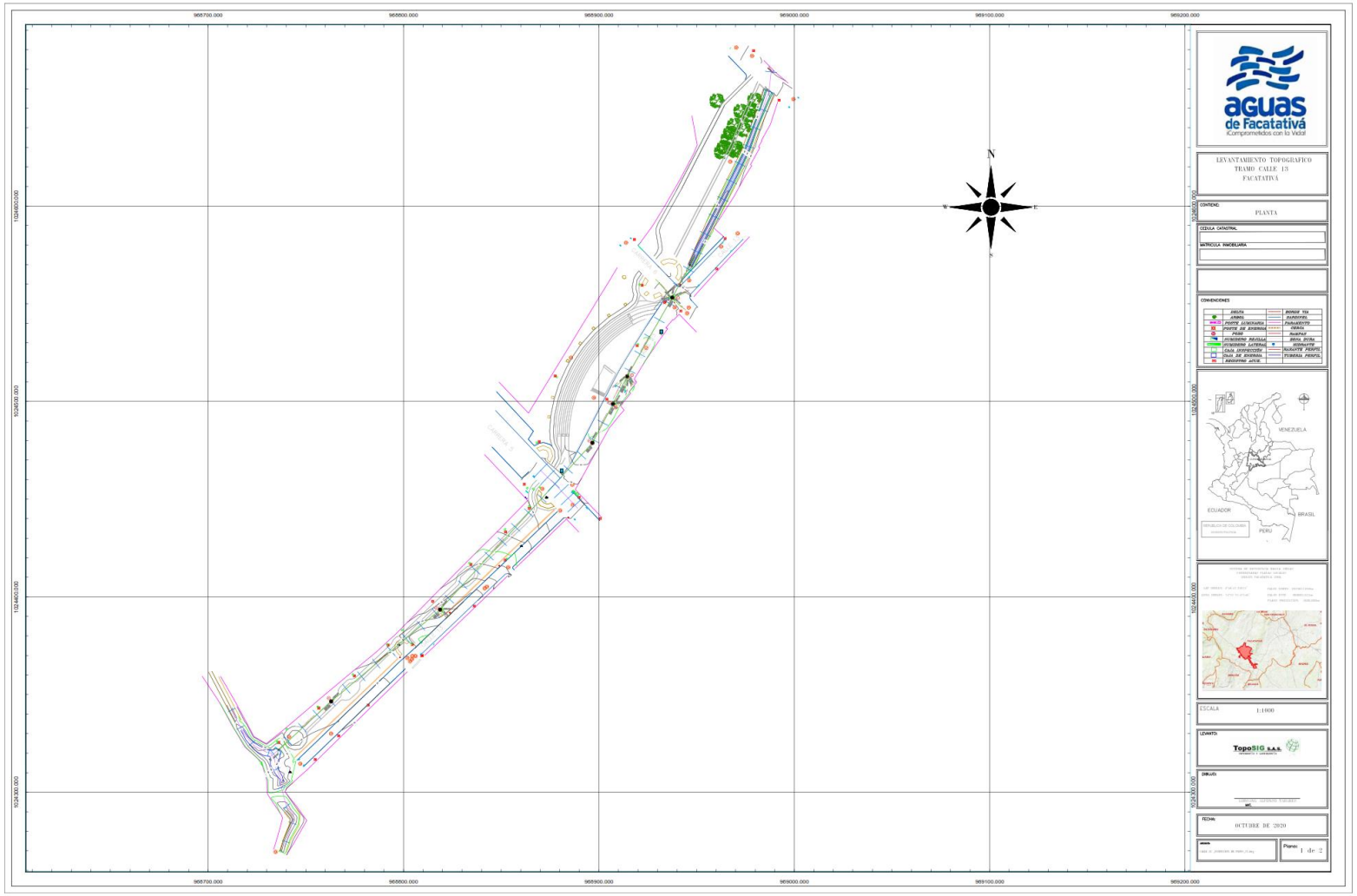


Ilustración 38 Plano Calle 13

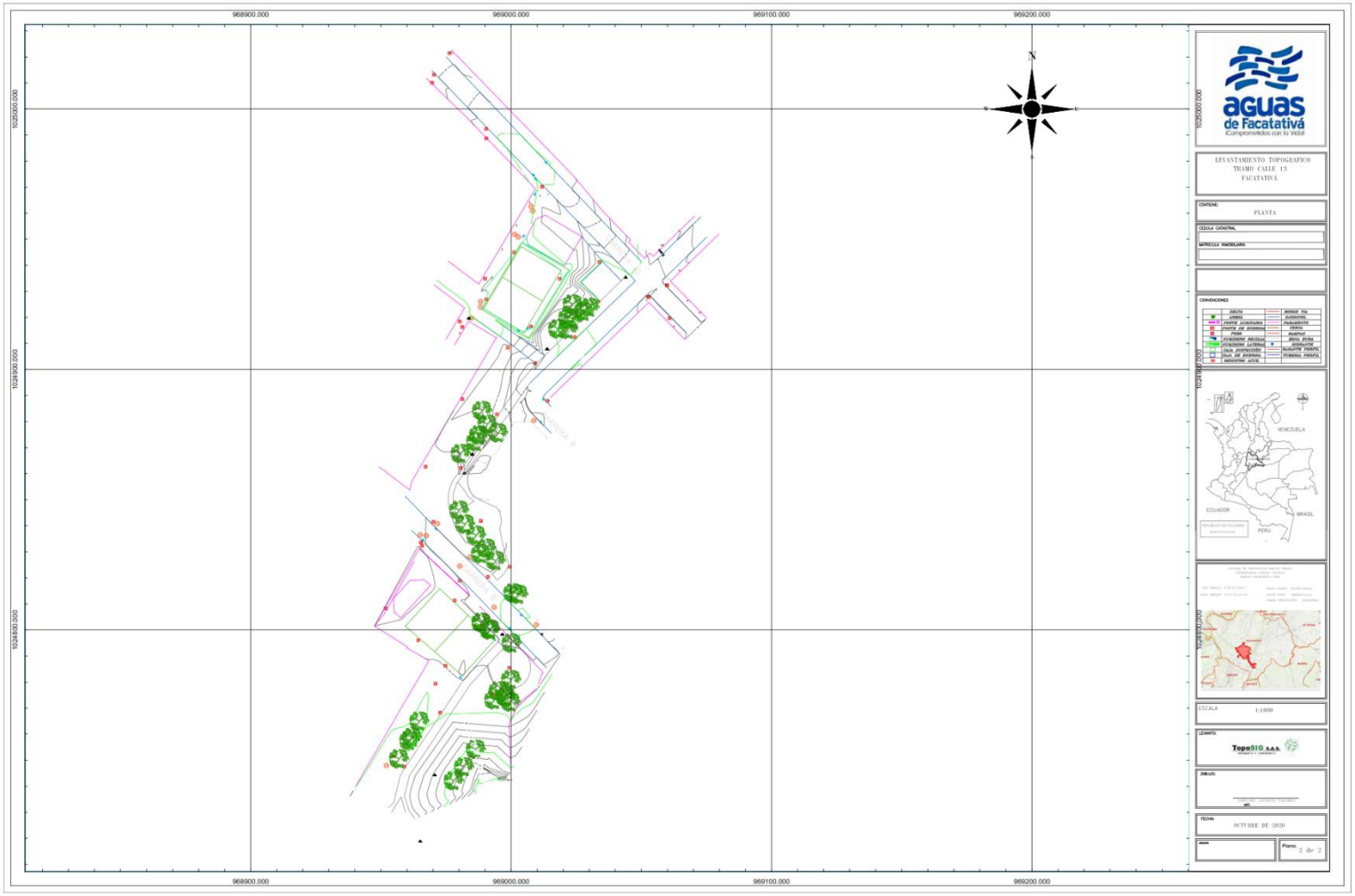


Ilustración 39 Planta Calle 13

9.2 Registro Fotográfico





