



**LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA**

**CRISTIAN DAVID MORA BERMÚDEZ
EMIR ROMERO BARRETO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ-CUNDINAMARCA
2016**



**LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA**

**CRISTIAN DAVID MORA BERMÚDEZ Cód. 190213114
EMIR ROMERO BARRETO Cód. 190211217**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CARTOGRAFÍA.**

**Director del proyecto:
Ingeniero SÓCRATES CARDONA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ-CUNDINAMARCA
2016**

NOTA DE ACEPTACIÓN

SÓCRATES CARDONA GIRALDO
Director de proyecto

JUAN RICARDO BARRAGÁN
Jurado

ADRIÁN ALEJANDRO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ
Jurado

AGRADECIMIENTOS

Le damos gracias a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud y sabiduría para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

DEDICATORIA

Dedicamos a nuestros amigos con los cuales nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional, también a cada uno de los profesores que nos formaron durante estos años, especialmente a Sócrates Cardona nuestro guía en la elaboración de este proyecto y a Juan Barragán y Adrián González encargados de la calidad de este producto.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FOTOGRAFÍAS	8
LISTA DE ILUSTRACIONES	9
LISTA DE TABLAS	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL POR SATÉLITE.....	19
2.2 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	20
2.2.1 Curvas de Nivel	20
2.3 UBICACIÓN	21
2.4 GEOMORFOLOGÍA	22
3. MARCO LEGAL.....	23
4. DESARROLLO METODOLÓGICO	26
4.1 pre-RECONOCIMIENTO Y TOMA DE FOTOGRAFÍAS DEL TERRENO	26
4.2 MONUMENTACIÓN o Materialización de puntos de referencia.....	26
4.2.1 Recomendaciones del IGAC para materializar puntos de referencia	28
4.3 Rastreo CON receptores de señal satelital	29
4.3.1 Coordenadas Geocéntricas de los Puntos GPS 1-2 y BOGA.....	30



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN
SOACHA

4.3.2	POST-PROCESO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA	32
4.3.3	Reportes	35
4.4	LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO	38
4.4.1	Instrumentos y accesorios	38
4.5	Trabajo de Oficina-Plano Topográfico A ESCALA 1:500	40
4.5.1	Modelo digital de Terreno (MDT)	44
5.	PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	47
6.	RESULTADOS	55
7.	CONCLUSIONES	57
8.	GLOSARIO	58
9.	REFERENCIAS	62
10.	ANEXOS.....	65



LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía	1. Localización de puntos en Zona Verde en el Centro de la Universidad.....	27
Fotografía	2 . Receptores de señal satelital doble frecuencia	30
Fotografía	3 .Observación a construcción desde delta 12.....	39
Fotografía	4. Proceso de excavación GPS-1	65
Fotografía	5. Proceso de excavación GPS-2	65
Fotografía	6. Excavación GPS-2.....	66
Fotografía	7. Ubicación de placa y de formaleta	66
Fotografía	8. Mezcla de concreto.....	67
Fotografía	9. Modelo de Placa	67
Fotografía	10.Prisma Pentax	68
Fotografía	11. Estación Electrónica LEICA	68
Fotografía	12. Mojón-GPS 1	69
Fotografía	13. Mojón-GPS 2	69
Fotografía	14. Localización y relación de distancia entre los mojones	73
Fotografía	15. Observación a tubería desde delta 09	73



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Satélites recepcionados por los equipos.....	32
Ilustración 2. Vector entre los puntos GPS-1 y GPS-2.....	34
Ilustración 3. Localización de puntos de interés en Google Earth.....	37
Ilustración 4. Procesamiento de datos en Nikon Transit.....	40
Ilustración 5. Elaboración de Plano Topográfico.....	41
Ilustración 6 y7. Herramienta para generar Curvas de nivel, mediante triangulación de puntos.....	42
Ilustración 9. Se define la proyección a curvas de nivel.Shp.....	44
Ilustración 10. Diseño del MDT mediante la herramienta TIN.....	45
Ilustración 11. Vista de Modelo Digital de Terreno en nueve (9) Rangos de altura	46
Ilustración 12. Clases o Rangos del MDT.....	46
Ilustración 13. Plano general topográfico de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha.....	47
Ilustración 14. Detalle de la zona oriental de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha.....	48
Ilustración 15. Detalle de la zona occidental de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha.....	49
Ilustración 16. Detalle de la zona sur de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha.....	50
Ilustración 17. Plano de la poligonal cerrada utilizada en el Levantamiento planimétrico y altimétrico.....	51
Ilustración 18.Plano altimétrico y planimétrico Universidad De Cundinamarca-Extensión Soacha en el software ArcMap.....	52
Ilustración 19. Plano altimétrico y planimétrico Universidad De Cundinamarca-Extensión Soacha en el software AutoCAD.....	53



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN
SOACHA

Ilustración 20. MDT (Modelo Digital de Terreno) de la Universidad De Cundinamarca-Extensión Soacha.....	54
Ilustración 21. Consulta base activa- BOGA	70
Ilustración 22. Consulta base activa	70
Ilustración 23. Especificaciones técnicas de los equipos empleados	71
Ilustración 24. Traslado de tiempo de rastreo entre los puntos de interés.....	72
Ilustración 25. Fachada de la Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha. Fuente: Google Earth	74
Ilustración 26. Nube de Puntos en AutoCAD	74



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas Geocéntricas de la base permanente BOGA, extraídas de la página del IGAC.....	31
Tabla 2. Datos crudos Coordenadas Geocéntricas.....	31
Tabla 3. Especificaciones de equipos y BOGA.....	33
Tabla 4. Duración y método de rastreo de datos	33
Tabla 5. Calidad de Observaciones GPS.....	35
Tabla 6. Puntos Ajustados	35
Tabla 7. Puntos de control	36
Tabla 8.Coordenadas Planas Gauss Kruger Y Geográficas Origen Bogotá.....	36
Tabla 9. Resumen de Ajuste.....	36
Tabla 10. Coordenadas Planas Gauss Kruger.....	50
<i>Tabla 11. Cartera de la Poligonal.....</i>	<i>75</i>



RESUMEN

Con el objetivo de generar la Cartografía del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se elaboró un levantamiento planímetro y altimétrico, el cual fue enlazado a una serie de puntos materializados en campo, asignándoles el sistema de coordenadas oficial para Colombia MAGNA-SIRGAS (Marco Geocéntrico Nacional).

Dando reconocimiento al terreno de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se ubicó y materializó 2 puntos de referencia. El levantamiento topográfico se desarrolló mediante la metodología de una poligonal cerrada. Se generó un modelo digital de terreno en tres dimensiones, para representar la superficie terrestre de la Universidad, el cual se creó en el software de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS.

Se obtuvo que la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha cuenta con un área de 52.143 m² y que la diferencia de alturas entre la cota más elevada y la más baja, fue de 10.5 metros, encontrando al nororiente del campus hasta una pendiente del 60%.

El levantamiento planimétrico y altimétrico se elaboró de acuerdo a los objetivos planteados y dejó datos espaciales e información topográfica de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha que permitirá tomar decisiones para generar nuevos proyectos.

Palabras clave: Planimetría, Altimetría, Morfología, Cartografía y Pendiente



ABSTRACT

In order to generate the mapping of the physical space of the University of Cundinamarca, Soacha extension, a planimeter and altimetry lifting was developed, which is linked to a number of points that are materialized in the field, assigning to them a the official coordinates system in Colombia , Magna SIRGAS (national geocentric framework).

Giving recognition to the field of the University of Cundinamarca, Soacha extension, these points were located and materialized. The lifting was formed by a closed polygon. A digital terrain model in three dimensions was created to represent the land surface of the university, which was created with the information system software ArcGIS.

It was found that the University of Cundinamarca, Soacha extensión, has a 52,143 m² área and the height difference between the highest and the lowest level was 10.5 meters, finding in the northeast of the campus a slope of 60%.

The planimetric and altimetric lifting was done according to the planned objectives and leave spatial data and topographic information of the University of Cundinamarca, Soacha extensión that will allow, the taking of decisions to generate new projects.

Keywords: Planimetry, Altimetry, Morphology, Mapping and Pendings.



INTRODUCCIÓN

Este proyecto está enfocado en utilizar herramientas topográficas y cartográficas para generar la planimetría y altimetría de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha y así reconocer el espacio físico en su totalidad, también se darán a conocer diversos temas de interés, tales como los sistemas de posicionamiento global por satélite, cartografía base, Red de Triangulación Irregular (TIN), Modelo Digital de Terreno (MDT), metodología, entre otros, los cuales serán explicados de una manera clara y precisa en el desarrollo del mismo.

Cuando se habla de describir gráficamente la realidad de un espacio, se puede mencionar muchos formatos de representación, tradicionalmente los terrenos y edificaciones se han dibujado en planos. Los terrenos se representan principalmente por curvas de nivel y diferentes tipos de convenciones necesarias como coberturas vegetales, hidrología, vías, construcciones, entre otras. (FAO, 2016).

De acuerdo a esto se realizó un levantamiento topográfico, ya que es necesario tener un plano con la planimetría y altimetría del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, la cual cuenta con un área de 52.143,64 m². El levantamiento fue debidamente georreferenciado como método de adquisición o elaboración de cartografía utilizando métodos topográficos, ya que la topografía es un método convencional y preciso que comprende mediciones de pequeñas porciones de terreno.

Además hay una desventaja en los planos para las personas ajenas al tema que los observan, puesto que tienen que interpretar en un plano de dos dimensiones, un espacio que se encuentra en tres dimensiones.



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

Se generó un Modelo Digital de Terreno para interpretar y entender de mejor manera la morfología del mismo, en donde se encuentra ubicada la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha. Esto hará posible interactuar con otras aplicaciones que inherentemente necesitan información gráfica y espacial.

Las posibilidades de análisis a partir de un MDT (Modelo Digital de Terreno) son numerosas, como: Pendientes, orientación, curvatura, cuencas de drenaje, redes de drenaje, área de drenaje específica, índices de erosión y deposición, índices de humedad y delineación de formas del terreno. (Martínez Casasnovas, 1999, págs. 3,4)

Esta información topográfica del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, permitirá reconocer, planificar, ejecutar y tener un desarrollo integral de terreno, es por esto, se necesita llevar a cabo dicho proceso, para valorar o caracterizar tal terreno.

Se construyó en terreno dos puntos de referencia, siguiendo recomendaciones del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), luego se calculó la elevación y coordenadas de dichos puntos, mediante el rastreo o posicionamiento con dos receptores de señal satelital de doble frecuencia, y posteriormente se transformaron al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS, el cual es el marco geocéntrico nacional de referencia y datum oficial de Colombia. Las coordenadas se ajustaron con una de sus estaciones activas, BOGA, de esta manera se pueden determinar elevaciones y coordenadas de otros puntos cercanos con mayor precisión.

El levantamiento topográfico se realizó con la metodología de poligonal cerrada, los datos recolectados se procesaron mediante software como Transit, Excel y AutoCAD, para generar una salida gráfica con la planimetría y altimetría de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha. Se decidió insertar el plano en papel tamaño pliego (100X70cm), ya que es el tamaño ideal para observar bien todos los detalles y a la escala 1:500, puesto que es la escala convencional más



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

cercana, a la escala calculada mediante una ecuación ilustrada en la metodología, de esta manera se muestran claramente todos los detalles del terreno.

El trabajo se realizó con el objetivo de alcanzar resultados confiables en cuanto a su precisión y exactitud. Los resultados de este trabajo podrán ser utilizados para la planificación y aprovechamiento de tipo académico, jurídico y legal, en el desarrollo de proyectos tendientes al mejoramiento, la proyección y promoción de los recursos físicos de la Universidad, tomando como base la cartografía generada y el modelo digital de terreno del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.



1. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un levantamiento planimétrico y altimétrico del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, con sus elementos inmersos y aledaños que identifiquen su forma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir en campo, dos puntos de referencia basándose en recomendaciones del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), debidamente georreferenciados.
- Producir la cartográfica de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha a partir de métodos topográficos.
- Generar un modelo digital de terreno con la morfología de la Universidad a partir de la planimetría y altimetría.



2. MARCO TEÓRICO

La Universidad de Cundinamarca desde su fundación en Fusagasugá y a través del transcurso de los años, dio poco a poco apertura a nuevos programas académicos y en consecuencia de esto, necesitó una infraestructura mayor y adecuada que permitiera la construcción de escenarios deportivos, laboratorios y espacios para desarrollo académico, con el objetivo de expandirse se abrieron 5 extensiones y 2 seccionales en los diferentes municipios de Cundinamarca. “La Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha se creó en el año 2000 y desde entonces no se ha tenido un plano actualizado donde se describa gráficamente la realidad de este espacio”. (UNIVERSIAD DE CUNDINAMARCA, 2015)

Cuenta con un área calculada de 52.143 metros cuadrados, con una infraestructura civil con grandes beneficios para la comunidad estudiantil y administrativa.

“Los planos y mapas cartográficos son dibujos que muestran las principales características físicas del terreno, tales como construcciones, vías, patrones de drenaje o hidrología, coberturas vegetales, entre otros, así como las diferencias de altura o pendientes que existen en el terreno mediante curvas de nivel”. (FAO, 2016)

Un levantamiento topográfico consiste en esencia de la medida de ángulos y distancias. Con una estación total electrónica y receptores de señal satelital de doble frecuencia, permiten certificar un punto con coordenadas precisas y exactas, esto se ha destacado en los últimos años en el país, como la mejor opción cuando se pretende tres enfoques esenciales: calidad, precisión y eficiencia.

“La estación total surge para reemplazar el instrumento conocido como teodolito, pero además integra en sí mismo otros instrumentos de gran



utilidad para la medición de distancias y un procesador de cálculos con memoria para el almacenamiento de datos”. (VALENCIA, 2011)

2.1. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL POR SATÉLITE

Los sistemas de posicionamiento global por satélite o GPS, se basan en la medición de distancias a partir de señales transmitidas por un grupo de satélites artificiales cuya órbita se conoce con precisión y que serán captadas y decodificadas por receptores ubicados en los puntos cuya posición se desea determinar.

Si se miden al menos tres distancias, entre tres satélites diferentes y un punto sobre la tierra, es posible determinar la posición de dicho punto por trilateración. La trilateración es un procedimiento similar a la triangulación pero basado en las medidas de los lados de un triángulo. (Casanova M., 2012)

De acuerdo a esto la precisión obtenida con equipos receptores de señal satelital puede variar en un rango entre milímetros y metros dependiendo de diversos factores, como el mismo equipo, es por esto que se usó equipos de doble frecuencia para georreferenciar los puntos, es decir, que recibe dos ondas (L1 y L2), también depende del tiempo de la medición, para este caso se aplicó la siguiente metodología:

Según especificaciones técnicas del IGAC, Inicialmente se debe dejar encendidos y rastreando los equipos, un mínimo de 25 minutos, luego 5 minutos más por cada kilómetro que se encuentre entre el punto a georreferenciar y la base con la cual se ajustaran las coordenadas.

Para la recolección de datos, análisis y procesamiento de datos o ajuste de coordenadas existen diferentes programas especializados, en este proyecto se utilizó Topcon Tools V 8.2.



2.2 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Se realizan con el fin de conocer la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o cualquier tipo de construcciones hechas por el hombre. En un levantamiento topográfico se deben tomar los datos necesarios para generar una salida gráfica o mapa del área en estudio.

Hasta la década de los 90, los procedimientos topográficos se realizaban con teodolitos y miras verticales. Con la introducción en el mercado de las estaciones totales electrónicas, con sus costos accesibles, funciones pre-programadas y programas de aplicación incluidos, la aplicación de la taquimetría tradicional con teodolito y mira ha venido siendo desplazada por el uso de estas estaciones. (Casanova Matera, 2012)

En este proyecto se utilizó una estación total electrónica Leica, con la cual se midió distancias, ángulos verticales y horizontales. Internamente se pudo calcular las coordenadas topográficas (norte, este, elevación) de los puntos observados y almacenarlos, para luego ser trasladados a un computador y procesados con programas de cartografía o edición gráfica como lo es AutoCAD y finalmente imprimir. El plano generado se adecuó en tamaño pliego a escala 1:500.

2.2.1 Curvas de Nivel

Son líneas que unen los puntos de cotas de igual elevación, para esto fue necesario recurrir a un proceso de interpolación lineal entre puntos



consecutivos, para ubicar dentro del plano acotado los puntos de igual elevación.

El proceso de interpolación, es un proceso lineal, ya que en la determinación de detalles se toman las cotas de los puntos de quiebre del terreno, por lo que la cota o elevación del terreno varía uniformemente entre un punto y otro. Para posteriormente ubicados los puntos de igual elevación, proceder a unirlos por medio de líneas continuas completando de esta manera el plano a curvas de nivel. (Casanova Matera, 2012)

De un mapa topográfico con curvas de nivel podemos determinar la cota o elevación de cualquier punto sobre el plano, la pendiente entre dos puntos, estimar los volúmenes de corte y relleno de material requerido en la ejecución de una obra, proyectar trazado de vías, etc.

2.3 UBICACIÓN

La extensión de la Universidad de Cundinamarca ubicada el municipio de Soacha, se encuentra al suroccidente de la capital Bogotá D.C., presenta una temperatura promedio de 11.5°C (temperatura máxima 23°C y mínima de 8°C). Precipitación media anual de 698 mm. Con una distribución de lluvias en dos periodo definidos, abril-junio y octubre–diciembre.

Soacha en la actualidad es uno de los municipios colombianos que presenta un mayor desorden físico, espacial y ambiental. La cuenca hidrográfica a la cual pertenece este municipio es la (cuenca alta del río Bogotá y subcuenca del río Soacha).

Los tres municipios con mayor extensión territorial dedicada a uso urbano son en su orden Soacha con 19 kilómetros cuadrados, Zipaquirá con 15



kilómetros cuadrados y Facatativá con 10 kilómetros cuadrados. (Alcaldía de Soacha , 2012)

Límites del municipio:

El territorio de Soacha limita:

- Al Norte con los municipios de Bojacá y Mosquera.
- Al Sur con los municipios de Sibaté, Pasca.
- Al Oriente con Bogotá Distrito Capital.
- Al Occidente con los municipios de Granada y San Antonio del Tequendama.

Extensión total	184.45 Km ²
Extensión área urbana	19 Km ²
Extensión área rural	165.45 Km ²

(Alcaldía de Soacha , 2012)

2.4 GEOMORFOLOGÍA

El municipio de Soacha está localizado en el borde sur - occidental del altiplano denominado Sabana de Bogotá, región que está localizada a su vez sobre la Cordillera Oriental, cuyo origen ha sido definido como superficie de relleno de un gran lago andino.

Debido a esta condición de origen de la Sabana de Bogotá, presenta como sustento geológico una serie de estratos sedimentarios depositados en el tiempo con espesores que oscilan entre 550 y 600 m. Van Der Hammen (1995) describe "El altiplano de Bogotá en ese entonces formaba un extenso lago aproximadamente 2550 m de altitud respecto al nivel del mar de la época. En esta cuenca lacustre se formaron más o menos 600 m de sedimentos fluvio-lacustres y luego lacustres puros" pertenecientes al plioceno tardío y el pleistoceno. (Alcaldía de Soacha , 2012)



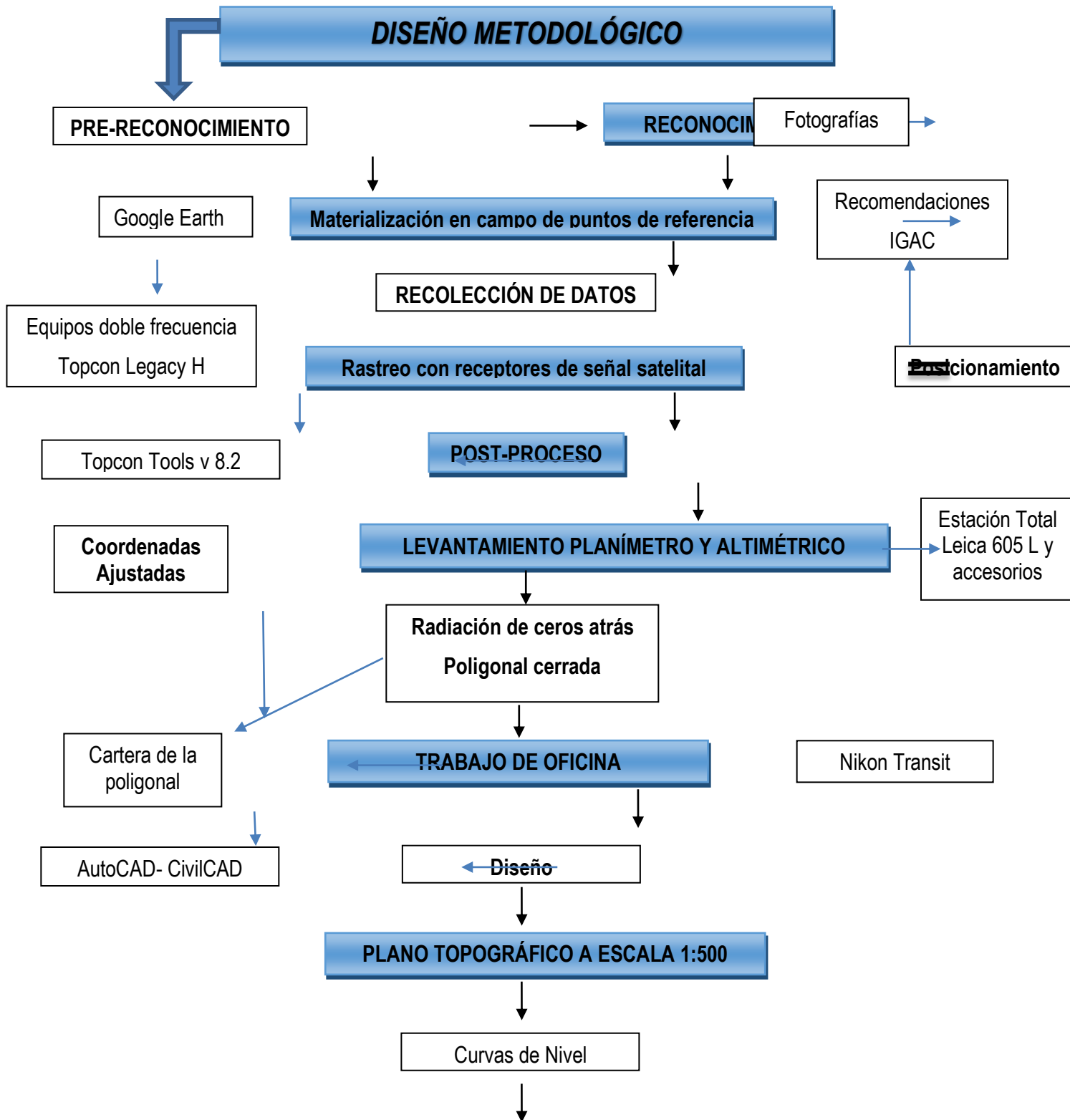
3. MARCO LEGAL

LEYES	DESCRIPCIÓN
<p>Decreto 690 de 1981 por el cual se reglamenta la Ley Profesional Nacional de Topografía la Ley 70 de 1979</p>	<p>ARTICULO. 1</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Agrimensura.- Corresponde todo levantamiento y localización, altimétrico y planimétrico, de terrenos urbanos o rurales, así como el dibujo de planos, cálculo de áreas y particulares.✓ Urbanismo.- Corresponde todo levantamiento y localización altimétrico y planimétrico, de terrenos de cualquier extensión, para proyectos urbanísticos, así como el dibujo de planos y cálculo de áreas.
<p>Ley 7 del 24 de enero de 1986</p>	<p>ARTICULO. 3</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Es cartografía básica, cualquiera que sea la escala de su levantamiento, aquella que se realiza de acuerdo con una norma cartográfica establecida por la Administración del Estado, y se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre.✓ La norma cartográfica correspondiente a cada serie cartográfica especificará necesariamente el datum de referencia de las redes geodésica y de nivelación, el sistema de proyección cartográfica y el sistema de referencia de hojas, para la cartografía terrestre y, además, por lo que respecta a la náutica, el datum hidrográfico al que estén referidas las sondas.✓ Además de lo establecido en el apartado anterior, la norma cartográfica contendrá cuantas especificaciones técnicas sobre el proceso de formación del mapa sean necesarias



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

<p>Ley 7 del 24 de enero de 1986</p>	<p>para garantizar que éste refleja la configuración de la superficie terrestre con la máxima fidelidad posible según los conocimientos científicos y técnicos de cada momento.</p> <p>ARTICULO 6</p> <p>✓ Es competencia de la Administración del Estado A través del Instituto Geográfico Nacional:</p> <ol style="list-style-type: none">1. El establecimiento y mantenimiento de las redes nacionales geodésica y de nivelaciones.2. La formación y conservación de las series cartográficas a escala 1/25.000 y 1/50.000 que constituyen el mapa topográfico nacional.
<p>Según Decreto 178 de 2010 Artículo 4 del Decreto 327 de 2004</p>	<p>ARTICULO 4</p> <p>"Parágrafo: Como requisito para solicitar la licencia de urbanismo, todo proyecto deberá contar con el plano topográfico actualizado, vial y cartográficamente, incorporado en la cartografía oficial."</p> <p>Por lo cual se asegura que el plano con la altimetría y planimetría elaborado en este trabajo servirá ante las entidades oficiales, para realizar trámites donde sean requisito.</p> <p>Según acuerdo 180 del 30 de septiembre de 2009 expedido por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural- INCODER, en su artículo 3 define el Amarre al Sistema Nacional de Coordenadas:</p> <p>Con el objeto de unificar un marco geográfico de referencia, todos los trabajos de georreferenciación estarán referidos al Datum oficial de Colombia MAGNA-SIRGAS, especificando el origen definido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).</p>





4. DESARROLLO METODOLÓGICO

Para cumplir con el objetivo general, el cual es realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha y sus respectivos objetivos específicos se procedió de la siguiente manera:

4.1 PRE-RECONOCIMIENTO Y TOMA DE FOTOGRAFÍAS DEL TERRENO

Se consultó en Google Earth la localización de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, luego se consultó en la página oficial de la universidad su área e historia.

En la primera visita hecha al campus de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se realizó un registro fotográfico, se observó que el terreno es irregular, es decir, presenta cambios de altura al oriente del terreno o entrada de la universidad y pendientes bajas en el centro y occidente del campus. Se analizó todos sus espacios para la localización y materialización de los puntos de referencia, también se conoció los días en que permitían el acceso al terreno y así poder calcular el tiempo aproximado de trabajo de acuerdo a su área y detalles.

4.2 MONUMENTACIÓN O MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA

Los procedimientos para determinar la mejor ubicación, en la cual se materializaron los puntos fueron visitar, reconocer y realizar registro fotográfico del espacio físico de la Universidad de Cundinamarca extensión



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

Soacha. Al observar el terreno, se decidió ubicar los dos puntos en el centro de la universidad (ver fotografía 1), ya que es un lugar plano, central y el que presenta menos obstáculos, que dificulten la recepción de señal satelital dentro de la Universidad.



Fotografía 1. Localización de puntos en Zona Verde en el Centro de la Universidad

Se procede a construir los deltas fijos llamados GPS-1 y GPS-2, es decir, puntos de referencia en terreno, cuya elevación y coordenadas son calculadas mediante el posicionamiento de dos receptores de señal satelital de doble frecuencia y ajustadas con la estación de apoyo BOGA, puesto que es la base activas de la red MAGNA-SIRGAS más cercana. El sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS, se define como un:

Marco geocéntrico con una consistencia interna de la red o precisión entre 2mm a 7mm, cuyo desarrollo se ha dado bajo los lineamientos de la geodesia internacional. Está definido de acuerdo con los modelos físico-matemáticos y técnicas de medición avanzadas. Constituye un marco nacional para la definición de coordenadas en Colombia; es un marco de referencia apto para soportar, entre otras,



el intercambio de información georreferenciado a escala nacional y mundial. (Sanchez Rodriguez, 2004)

4.2.1 Recomendaciones del IGAC para materializar puntos de referencia

Los puntos según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi deben quedar monumentados con las especificaciones y recomendaciones que se presentan a continuación:

- Para terreno se coloca una placa plana de 5.2 cm de diámetro
- ➔ Los materiales utilizados para la construcción del mojón tipo IGAC son:
 - Concreto (Arena, cemento y agua)
 - 1 varilla de acero inoxidable de 1.1 m de longitud por ½ pulgada de diámetro, con un punto grabado en el centro de una de sus caras.
 - 1 molde de madera de 40 x 40 cm de lado interior y 35 cm de altura para la parte superior del mojón.
 - 1 placa de bronce para la identificación del punto
 - 1 acople de madera
 - 1 hoja de plástico
- ➔ Procedimiento para la construcción un mojón.
 - Se hace una excavación de 40 x 40 x 90 cm en forma de cilindro. Esta excavación debe ensancharse hacia el fondo de modo que en la base (a 90 cm de profundidad) mida aproximadamente 60 x 60 cm e insertar el concreto. (Ramirez, Garcia, Bastidas, & Cardenas, 2016)

Luego de llevar a cabo correctamente dicho procedimiento se obtuvo dos mojones monumentados en campo, que sobre salen del terreno (Ver anexos- Fotografía 11 y 12). La formaleta se retira cuando ha fraguado el concreto.



4.3 RASTREO CON RECEPTORES DE SEÑAL SATELITAL

En el rastreo de coordenadas mediante receptores de señal satelital, se utilizó equipos de Doble frecuencia Marca Topcon Legacy H (Ver especificaciones en Anexos-Illustración 24), los cuales captan señal de los satélites GPS y GLONASS.

Se hizo una consulta telefónica al departamento de Geodesia en el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), para conocer el tiempo que se debía posicionar en relación con la distancia, la respuesta fue que los equipos deben durar un mínimo de 25 minutos encendidos y rastreando, luego de eso se calculan 5 minutos por cada kilómetro de distancia entre los receptores de señal satelital y la base con la que se corrigen posteriormente los datos, en este caso se tomó como referencia la Base permanente BOGA, para ajustar los datos recolectados en los puntos GPS 1 - GPS-2 materializados en campo y ubicados a una distancia aproximada de 13 kilómetros de la estación permanente ubicada en Bogotá. También recomendaron configurar los equipos para que graben épocas cada 15 segundos, por la geometría que presentan los cálculos en el postproceso.

Se calculó mediante la siguiente formula, un tiempo aproximado de posicionamiento de una hora y treinta minutos.

$$13 \text{ km} * 5 \text{ min} = 65 \text{ min} + 25 \text{ min} = 90 \text{ min}$$

Los datos recolectados en el posicionamiento de los puntos GPS 1 y GPS 2, se procesaron para calcular las coordenadas, mediante el programa Topcon Tools V 8.2.



Fotografía 2 . Receptores de señal satelital doble frecuencia

4.3.1 Coordenadas Geocéntricas de los Puntos GPS 1-2 y BOGA

Para ajustar las coordenadas de los puntos GPS-1 y GPS-2 se usó la base permanente BOGA, debido a su cercanía con estos puntos. Para obtener los datos de dicha base, se debió descargar los archivos Rinex de BOGA, los cuales se encuentran en la página oficial del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

Los archivos Rinex permiten obtener las coordenadas geográficas, planas y geocéntricas de la base permanente BOGA, “el sistema de coordenadas geocéntrico no es un sistema de coordenadas planas basado en una proyección cartográfica. Es un sistema de coordenadas geográficas en el que la Tierra se representa como una esfera o un esferoide en un sistema XYZ dextrógiro (cartesiano 3D) medido desde el centro de la Tierra.” (Esri, 2016)



El eje X señala al meridiano 0 de Greenwich, el eje Y señala a 90° en el plano ecuatorial y el eje Z señala en la dirección del Polo Norte.

Al descargar los archivos Rinex de la estación Boga y los receptores de señal satelital, se utilizó el programa Topcon Tools para el proceso de los datos; también se realizó la consulta de las coordenadas geocéntricas corregidas por la página de MAGNA-SIRGAS (Ver tabla 2), en donde se muestra el número, nombre, código, y coordenadas en X, Y, Z de la base BOGA. Estos datos que se extraen son reemplazados en el software de post-proceso, para calcular, corregir y certificar coordenadas de alta precisión en los puntos posicionados en campo, de acuerdo a que BOGA maneja un error de 2mm a 7mm.

Numero	Estación	Nombre	X (M)	Y (M)	Z (M)
103	BOGA	41901M002	1744517.18781	-6116051.10363	51258106.776

Tabla 1. Coordenadas Geocéntricas de la base permanente BOGA, extraídas de la página del IGAC

La semana GPS fue la 1871, el rastreo de datos se hizo el 15 de diciembre del 2015. También se descargó los archivos Rinex de las antenas receptoras de señal satelital utilizadas, los cuales generan las coordenadas planas, geográficas y geocéntricas de la estación puntos GPS 1 y GPS 2. A continuación se muestra un reporte del software Topcon tools, en donde se relacionan las coordenadas geocéntricas los puntos.

Nombre Proyecto: **UDEC SOACHA.ttp**
Unidad Lineal: **Metros**
Proyección: **Colombia-Gauss Bogotá**

Puntos			
Nombre	X (m)	Y (m)	Z (m)
BOGA	1.744517.187	-6.116051.103	512581.067
GPS 1	1.729286.953	-6.120905.376	505927.021
GPS 2	1.729279.725	-6.120903.171	505974.265

Tabla 2. Datos crudos Coordenadas Geocéntricas



4.3.2 POST-PROCESO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

Al insertar los datos al Software Topcon Tools, se configura parámetros como la zona horaria GPS, la cual es UTC-5:00 para Bogotá, el sistema de coordenadas, usando en este proyecto la proyección Gauss Krüger y Datum Bogotá, es decir, un tipo de coordenadas planas. Se manejó el sistema métrico, un nivel de confianza del 95%, una máscara de elevación de 15 grados, es decir, el ángulo de elevación sobre el horizonte bajo el cual no se utilizan satélites. Finalmente se configura el control de calidad, es decir, la precisión estática horizontal que fue de 0.02 m y la precisión estática vertical que siempre es el doble o más fue de 0.05 m. También la precisión en distancias fue de 0.03 m y la precisión tanto en ángulos verticales como en horizontales se configuró de 0°00'10". Al ingresar los archivos Rinex en el software se debe observar los satélites recepcionados para analizar y deshabilitar los intervalos que puedan afectar el ajuste de coordenadas, como se puede observar a continuación:

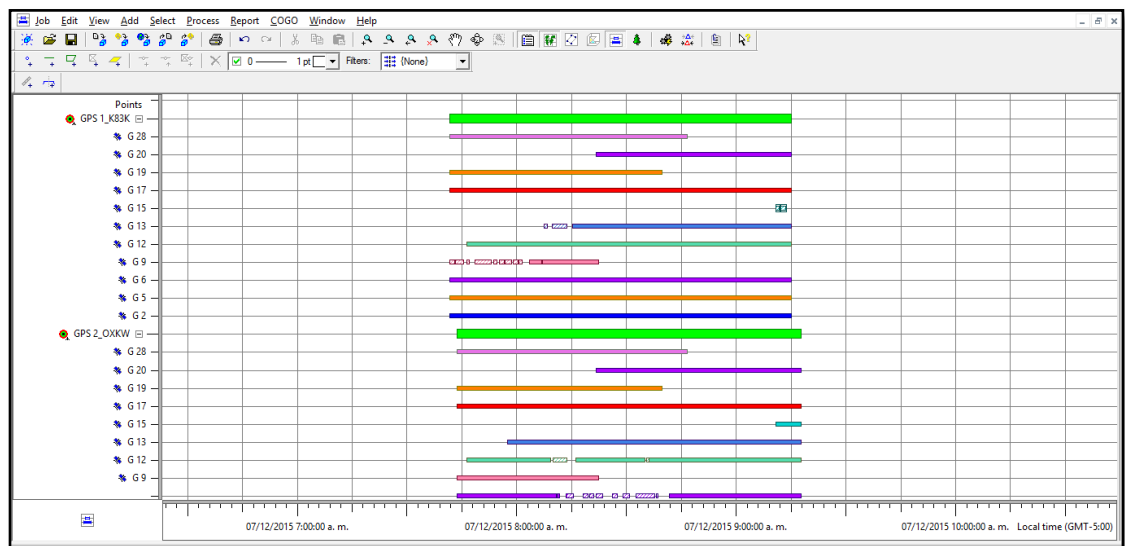


Ilustración 1. Satélites recepcionados por los equipos.

Además se debe ingresar la altura de las antenas utilizadas en los puntos GPS-1 y GPS-2 y la marca o referencia de las mismas. Ver tabla 2.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

Tabla 3. Especificaciones de equipos y BOGA

Nombre del punto	Nombre Original	Tipo de antena	Altura de la antena	Orientación
GPS-1	GPS-1-K83K	HiPer+	1,477	vertical
GPS-2	GPS-2-OXKW	HiPer+	1,44	vertical
BOGA	BOGA		1,511	vertical

Tabla 4. Duración y método de rastreo de datos

hora de inicio	hora de final	duración	Método	Nota
07/12/2015 7:41:45am	07/12/2015 09:15:15am	1:33:30	Estático	
07/12/2015 7:43:45am	07/12/2015 09:81:00 am	1:34:15	Estático	NEpoch=5760
06/12/2015 7:00:00am	07/12/2015 07:00:00am	24:00:00	Estático	

En la tabla 3 se observa la duración de cada uno de los equipos receptores y la base BOGA. En la ilustración 25 en anexos, se aprecia la relación o traslapo de tiempo que existe entre la base BOGA y los puntos materializados en campo llamados GPS 1 y GPS2.

Se ajusta y realiza el postproceso para verificar si se cumple las precisiones o configuración dada anteriormente. Con esto se presentan las coordenadas ajustadas de los puntos de interés.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

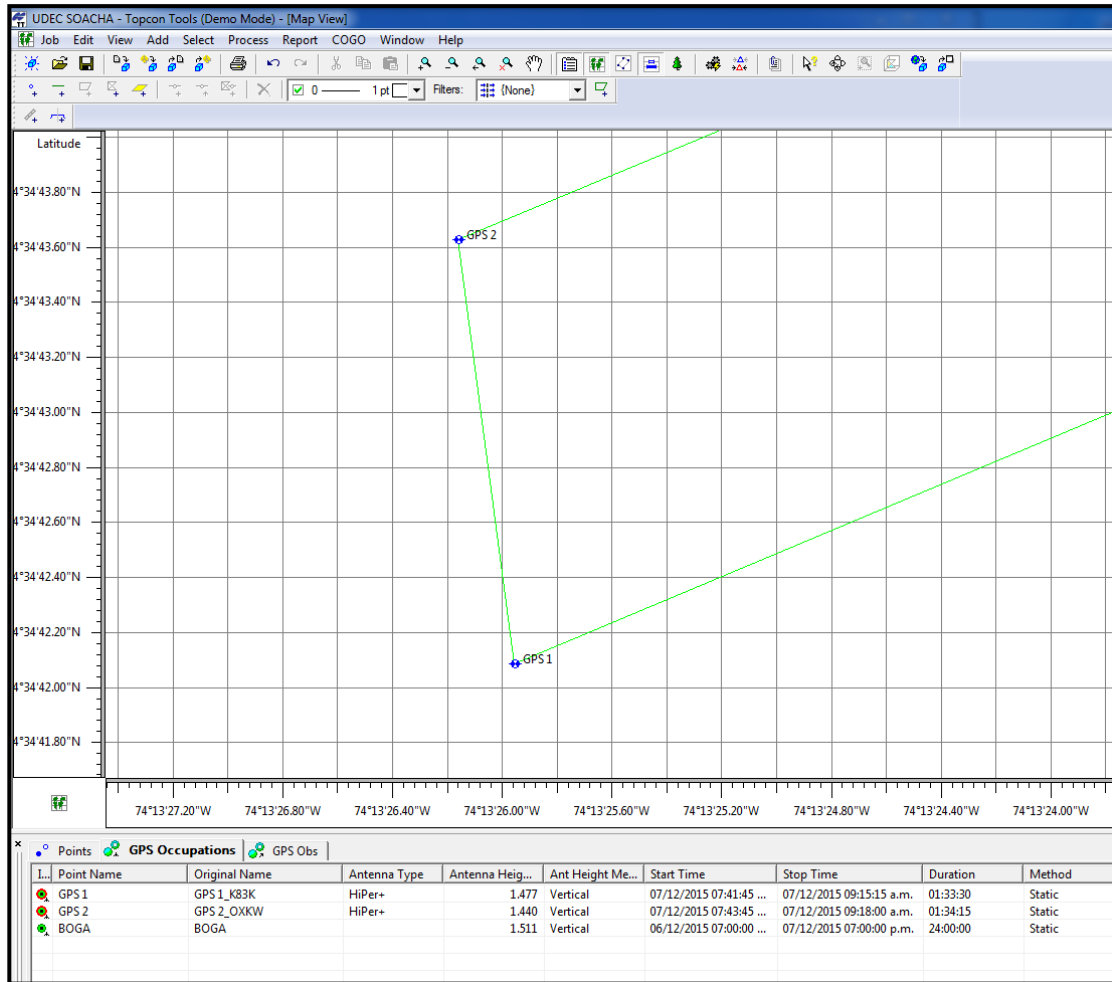


Ilustración 2. Vector entre los puntos GPS-1 y GPS-2

En la ilustración 3 se aprecian los vectores que genera el programa Topcon tools, desde la base BOGA hasta los puntos GPS-1 y GPS-2 y entre estos. También se observa las características del vector generado y ajustado, como los intervalos de tiempo empleados para este proyecto, la hora de inicio y fin, duración, las características de las antenas empleadas con su respectiva altura instrumental.



4.3.3 Reportes

En el software Topcon Tools versión 8.2, se procesó la información recolectada en campo y se obtuvo varios reportes que muestran el cierre o asignación de coordenadas a los nuevos vértices georreferenciados y que determinan los ajustes, las coordenadas finales, residuales y demás elementos, que se pueden observar en las tablas que a continuación se presentan.

Tabla 5. Calidad de Observaciones GPS

Nombre	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horizontal RMS (m)	Vertical RMS (m)
BOGA-GPS 1	-6.669.257	-15.971.187	-25.100	0.005	0.013
BOGA-GPS 2	-6.621.858	-15.977.535	-25.399	0.005	0.012
GPS 1-GPS 2	47.403	-6.344	-0.300	0.003	0.006

Analizando la tabla anterior, se pueden observar las diferencias de Norte, Estes y Alturas en metros, entre BOGA-GPS-1, BOGA-GPS 2 y GPS 1-GPS 2, también los errores estándar horizontales y verticales, que se presentaron al procesar los datos.

Se puede decir que al hacer la corrección de datos, se encontró un error estándar horizontal por debajo del milímetro en los tres puntos y en el error estándar vertical se observó que fue de un milímetro entre los puntos GPS 1 y GPS 2 con la base Boga, mientras que entre los puntos dichos GPS 1 y GPS 2, el error vertical estándar estuvo por debajo del milímetro.

Los reportes generados por el software Topcon Tools se muestran a continuación:

Tabla 6. Puntos Ajustados

Nombre	WGS84 Latitud	WGS84 Longitud	WGS84 Altura (msnm)
GPS 1	4°34'42.08614"N	74°13'25.95660"W	2.584.157
GPS 2	4°34'43.62928"N	74°13'26.16272"W	2.583.855

En la tabla 5 se muestran las coordenadas geográficas de los puntos



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

Se seleccionó como punto de control o base a:

Tabla 7. Puntos de control

Nombre	WGS84 Latitud	WGS84 Longitud	WGS84 Altura (msnm)
BOGA	4°38'19.25603"N	74°04'47.81811"W	2.609.873

Tabla 8. Coordenadas Planas Gauss Kruger Y Geográficas Origen Bogotá

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MONUMENTADOS			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
GPS 1	998.028.367	983.757.674	2.567.555
GPS 2	998.075.769	983.751.330	2.567.255
GPS 1	4°34'42.08614"N	74°13'25.95660"W	2.584.157
GPS 2	4°34'43.62928"N	74°13'26.16272"W	2.583.855

Tabla 9. Resumen de Ajuste

Tipo de ajuste	Nivel + Altura, Limitación Mínima
Nivel de confianza	95%
Número de puntos ajustados	3
Número de punto de control	1
Número de vectores GPS	3
A posteriori UWE	0.5610518,
Limites	(0.2683282, 1.766352)
Número de puntos de control de altura	1

Finalmente se obtiene las coordenadas Geográficas y Planas Gauss Kruger, arrojadas por el software con control de calidad de los puntos.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ



Ilustración 3. Localización de puntos de interés en Google Earth



4.4 LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO

De acuerdo a que un levantamiento planimétrico y altimétrico es un “conjunto de operaciones ejecutadas en terreno, con los instrumentos adecuados para representar la superficie del terreno en un plano horizontal sobre el cual se proyectan los detalles y que a partir de una serie de mediciones y triangulaciones, permite la elaboración del plano correspondiente con su respectiva altura” (IGAC, 2016, pág. 139), se siguió la siguiente metodología y se utilizaron los siguientes instrumentos:

4.4.1 Instrumentos y accesorios

Los equipos utilizados en este proyecto para su correcto desarrollo fueron:

- Receptores de señal satelital de doble frecuencia marca Topcon Hiper + con sus respectivos accesorios
- Estación total marca Leica referencia 605 L con sus accesorios

La metodología usada para realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico fue mediante diferentes pasos como centrado y nivelación de la estación total, orientación del levantamiento y observación de puntos.

Primero se localizó el mojón llamado GPS-1, en donde se instaló la estación total, alineando su mira óptica con el centro de la placa del punto y así iniciar el levantamiento con el método de radiación por ceros atrás el cual es un procedimiento geométrico, es decir los usos de figuras llamadas polígonos o poligonales

En este proyecto de utilizo el método de poligonal cerrada el cual consiste en” establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles, los cuales forman una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices y así determinar la posición de los vértices de una



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas” (Cruz Moncada, 2016)

Cada vez que se instaló el equipo en un delta (punto transitorio visible con otro, para elaborar una red de apoyo), se observó al punto o delta inmediatamente anterior para ubicar ceros atrás, es decir, el punto de partida o norte falso, para tomar los ángulos tanto horizontales como verticales que sean necesarios de acuerdo a los detalles que se encuentren, dándoles posteriormente coordenadas propias a los mismos.



Fotografía 3. Observación a construcción desde delta 12



4.5 TRABAJO DE OFICINA-PLANO TOPOGRÁFICO A ESCALA 1:500

Con el programa Leica office, que es el software de la estación utilizada en campo, se extrajo 625 puntos en formato (gsi), es decir, en bloc de notas. A estos puntos se les hizo una delimitación por columnas para separar cada uno de los datos recolectados en campo, mediante Excel, a este proceso se le llama depuración.

Con el programa llamado Nikon Transit, se procesó y organizó los detalles a cada uno sus deltas (ver ilustración 5), seguidamente se exporto el trabajo a formato DXF para poder operar los datos en AutoCAD o CivilCAD y de esta manera se inició el proceso de elaboración del plano topográfico final.

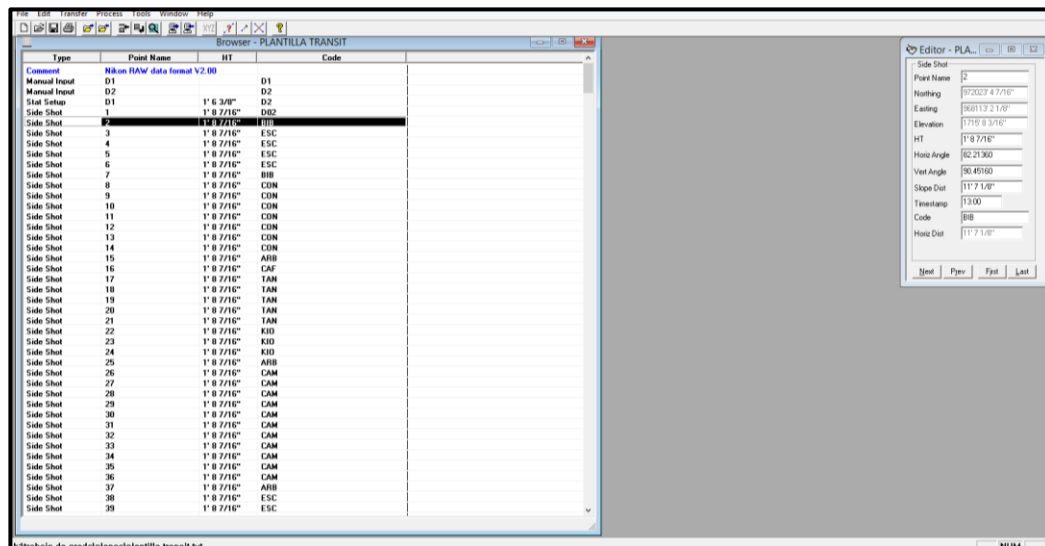


Ilustración 4. Procesamiento de datos en Nikon Transit

Este proceso genera una nube de puntos en formato DXF, con la se puede comenzar a dibujar y editar por capas en el programa AutoCAD, el plano topográfico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

También de elaboro una cartera de la poligonal y de las observaciones, adjunta en los anexos con sus respectivos detalles, azimuth, deltas, proyecciones y coordenadas calculadas y corregidas, para verificar la veracidad de los datos recolectados. En la cual se insertan también como



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN FACATATIVÁ

referencia las coordenadas planas obtenidas del post-proceso en los puntos GPS-1 y GPS-2. Como coordenada inicial del levantamiento se toma a GPS-1 y se calcula del azimut entre este punto y el punto visado atrás (GPS-2). El error de la poligonal fue de $0^{\circ}00'51''$ y se corrigió de forma uniforme en los ángulos externos de la poligonal, dividiendo el error en el número de vértices de la poligonal, es decir, se le resto $0^{\circ}00'5,6''$ a cada uno de los ángulos externos.

$$\sum \text{Ángulos Externos} = (n+2)*180 \Rightarrow n = \text{número de vértices}$$

$$\sum \text{Ángulos Externos} = (9+2)*180 \Rightarrow \text{vértices obtenidos} = 9$$

$$\sum \text{Ángulos Externos} = 1980.000$$

Al realizar la cartera topográfica de los datos (ver tabla 11 en anexos), se tuvo en cuenta la cota de los puntos posicionados, la altura instrumental de la estación y la altura del prisma, como resultado de esto, se obtuvo las coordenadas y la altura sobre el nivel del mar de todos los puntos observados.

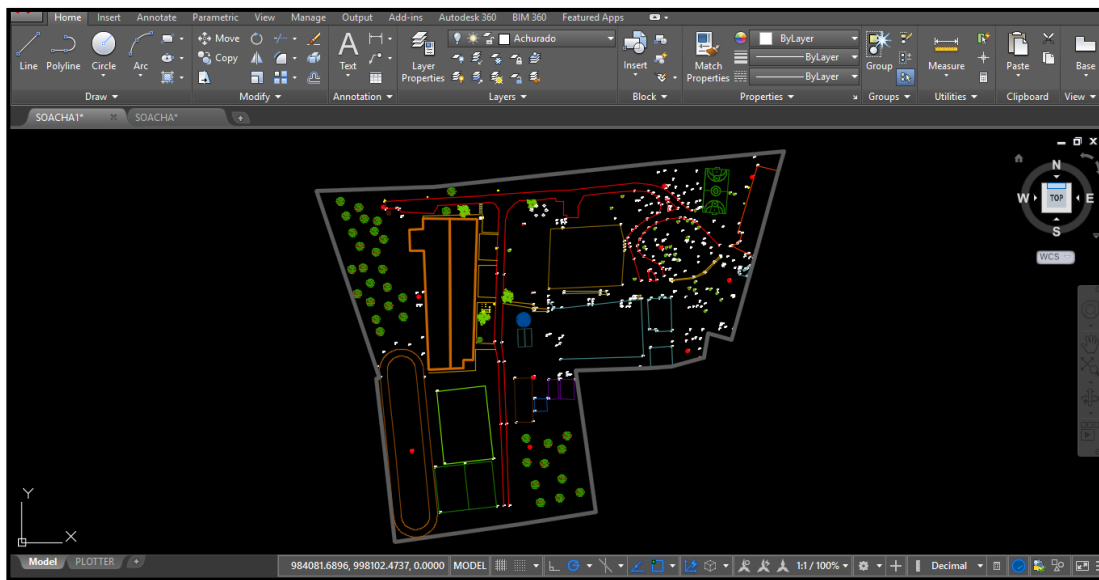


Ilustración 5. Elaboración de Plano Topográfico



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

Se unieron los puntos con líneas, polilíneas y curvas de acuerdo a la necesidad y a cada uno de los detalles presentes en terreno, como lo es perímetro, construcciones, cancha, vía, entre otros. (Ver ilustración 5)

Una vez se terminó de elaborar la planimetría del terreno, se procedió a generar las curvas de nivel, es decir la altimetría mediante la extensión de CivilCAD en AutoCAD. Se importó la nube de puntos para generar las curvas de nivel, definir la distancia entre curvas de nivel principales y secundarias, especificar su color, su escala y su numeración. (Ver ilustración 8)

Este proceso se llevó a cabo con el aplicativo de CivilCAD para AutoCAD, en el cual se genera una triangulación de los puntos como se observa en las ilustraciones 6 y 7.

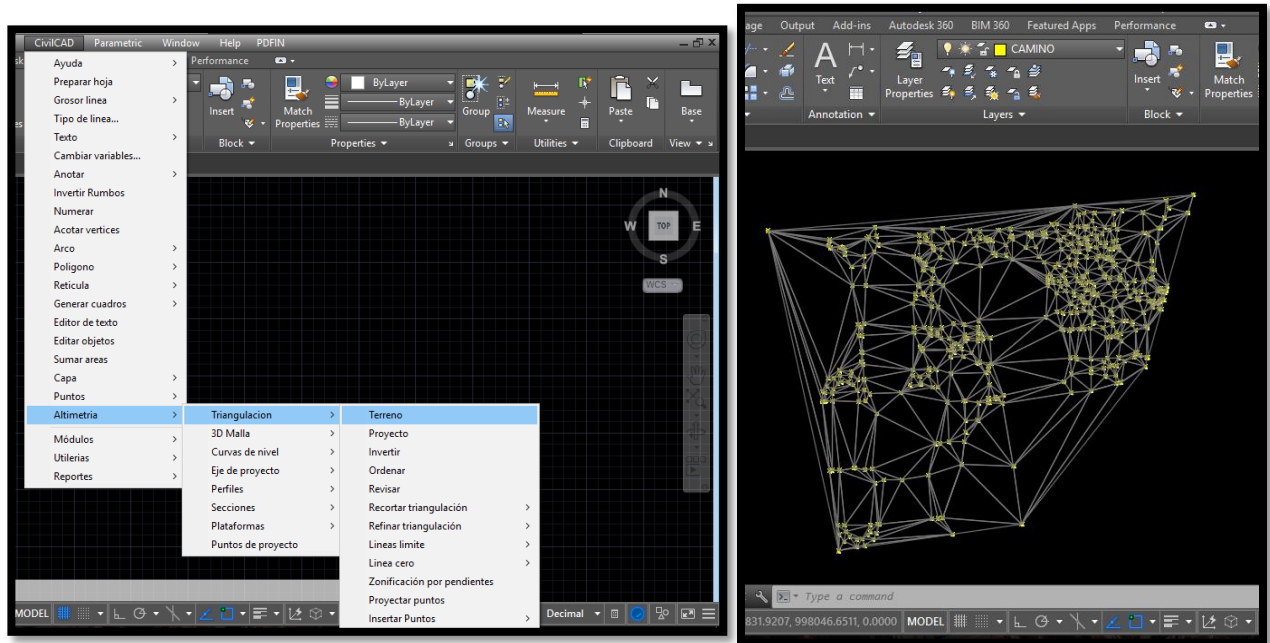


Ilustración 6 y7. Herramienta para generar Curvas de nivel, mediante triangulación de puntos



Posterior se generan las curvas de nivel primarias o índices cada 2 metros y las secundarias cada 0,5 m por las características que presenta el terreno, luego se enumeró las curvas índices y se hizo un control de calidad para que el producto quede de acuerdo a la realidad, como se ve en la ilustración 9.

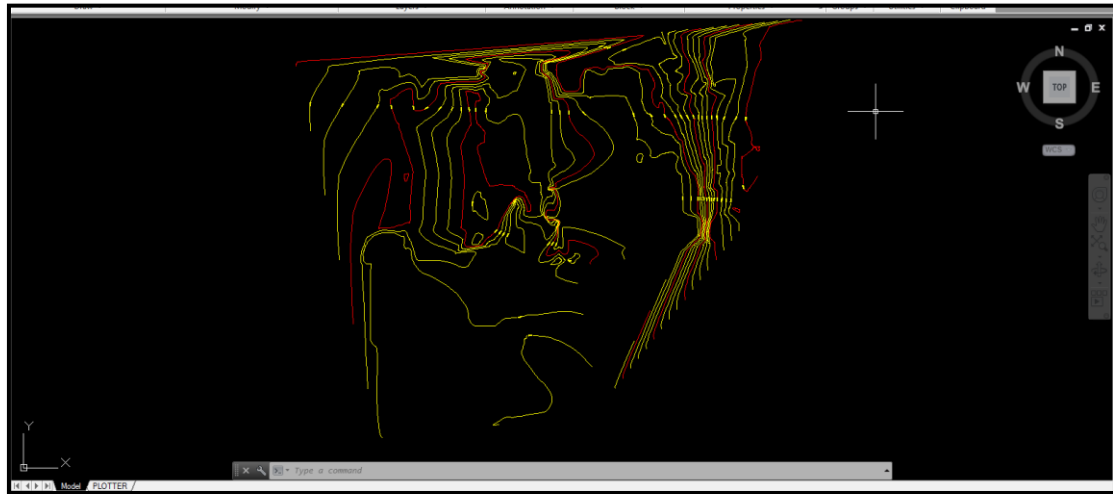


Ilustración 8. Curvas de nivel

Una vez terminado todos los detalles que el terreno presentaba e insertando todas las características que debe llevar un plano, se calculó la escala para el tamaño de papel pliego (100x70cm), aplicando la definición de $\text{Escala} = \text{Dibujo} / \text{Realidad}$, y relacionando las dimensiones horizontales y verticales se calculó:

$\text{Escala} = \text{Diferencia de Este} / \text{Ancho del papel}$.

$\text{Escala} = \text{Diferencia de Norte} / \text{Largo del papel}$.

$$E = 360 / 0.88 = 409$$

$$E = 300 / 0.68 = 441$$

Estas cifras salen de restar la coordenada mayor con la menor, tanto en este como en norte y de restar los espacios de márgenes y rotulo requerido al tamaño real del papel. Aproximando estos resultados a una escala convencional, se decide usar la escala 1:500. Y finalmente se obtiene el plano de altimetría y planimetría de la Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha, como se puede observar en la ilustración 20.



4.5.1 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

De acuerdo al tercer objetivo propuesto se generó un Modelo Digital de Terreno el cual muestra la morfología del terreno y no tiene en cuenta otros factores como infraestructura, vegetación, entre otros; en su representación gráfica. Se eligió este modelo por su fácil entendimiento hacia las personas y las posibilidades de análisis que tiene.

Los MDT son una categoría de modelos simbólicos que ha nacido y se ha desarrollado al amparo de las nuevas tecnologías. Los modelos digitales del terreno se han definido como un conjunto de datos numéricos que describe la distribución espacial de una característica del territorio. (Doyle, 1978)

Para generar el MDT se debió convertir las curvas de nivel generadas en AutoCAD con extensión .dwg, a Shape (.shp) mediante la herramienta Clip en Data Management Tools y definirle la proyección Magna Colombia Bogotá (ver ilustración 9)

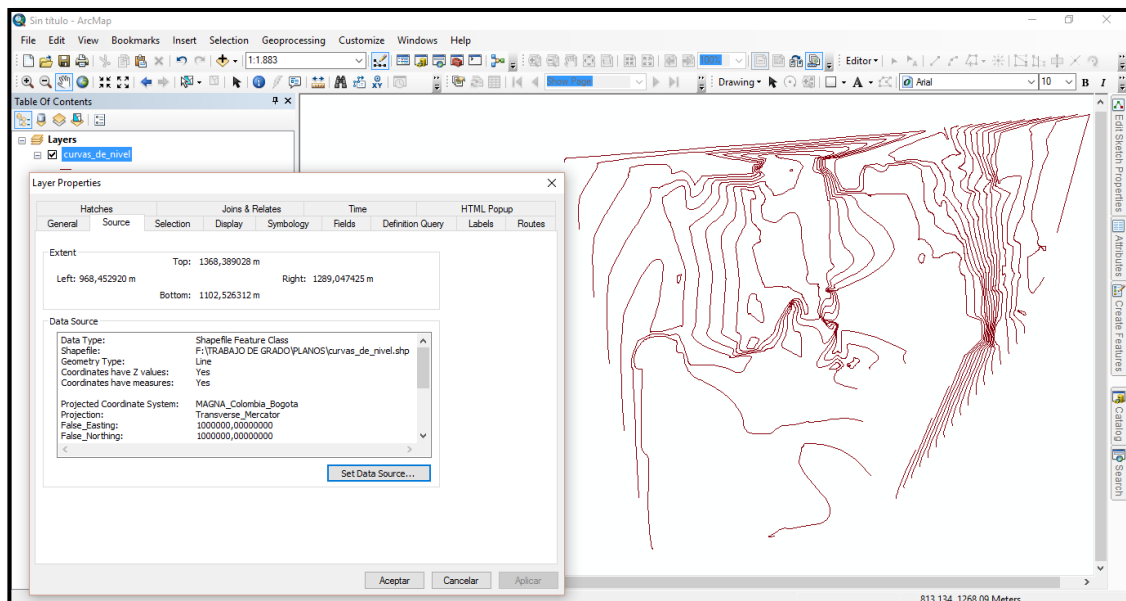


Ilustración 7. Se define la proyección a curvas de nivel.Shp



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

Luego con la herramienta Create TIN ubicada en 3D Analyst Tools, se genera el Modelo Digital De Terreno (ver ilustración 10).

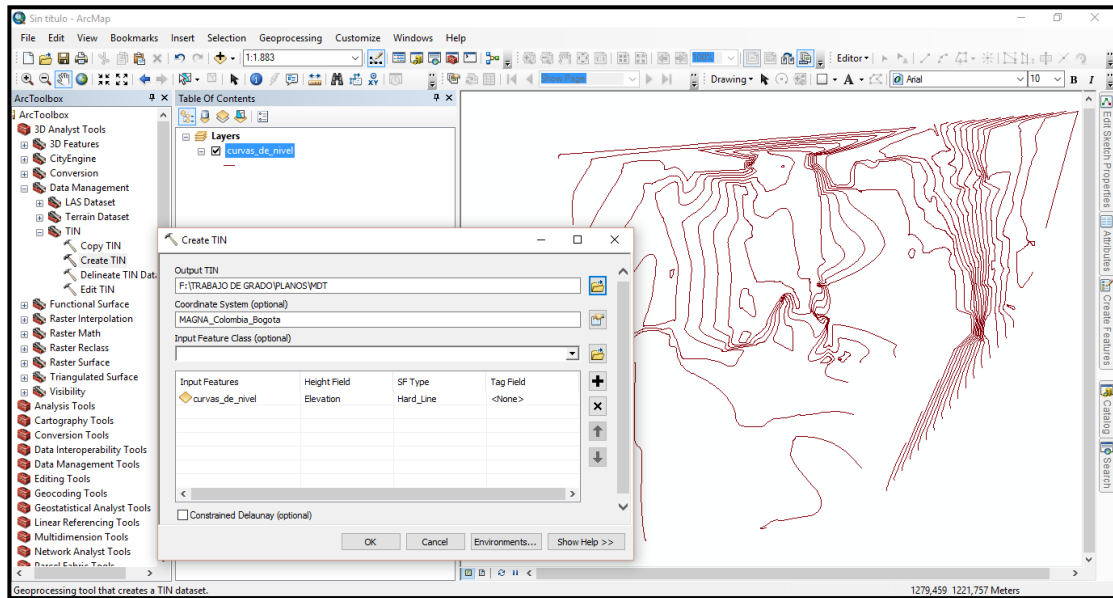


Ilustración 8. Diseño del MDT mediante la herramienta TIN

El MDT en factor de escala uno, es decir, la morfología real del terreno se dividió en nueve rangos (ver ilustración 12), de acuerdo a que las diferencias de alturas del terreno, se ven de una forma más marcada y facilita su análisis. Dando como resultado final:



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

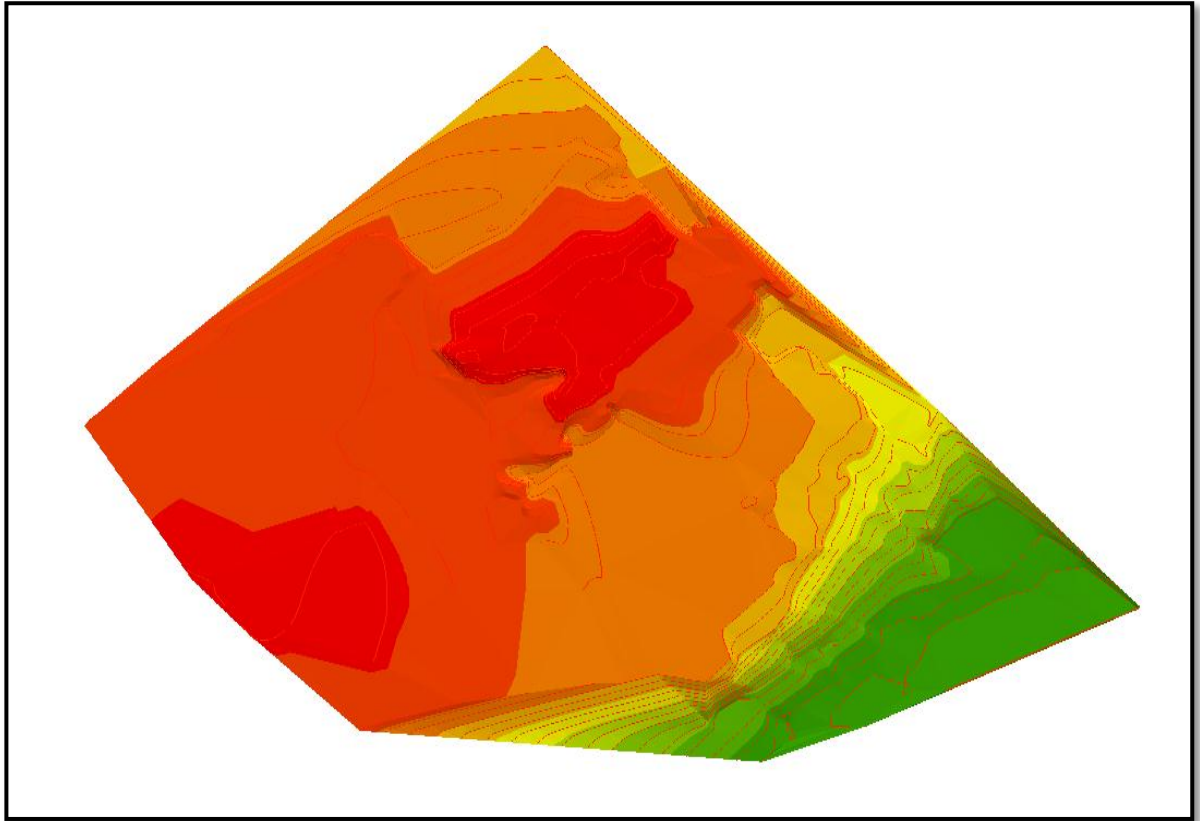


Ilustración 9. Vista de Modelo Digital de Terreno en nueve (9) Rangos de altura

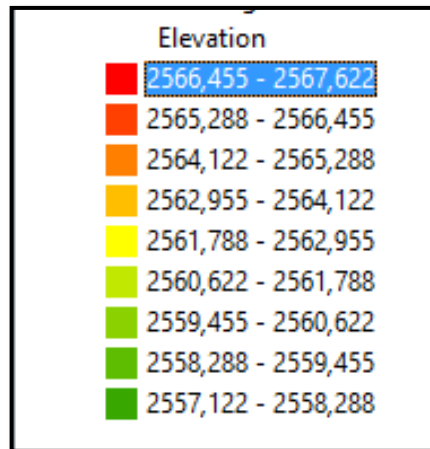


Ilustración 10. Clases o Rangos del MDT



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

5. PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Ilustración 11. Plano general topográfico de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Ilustración 12. Detalle de la zona oriental de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Ilustración 13. Detalle de la zona occidental de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

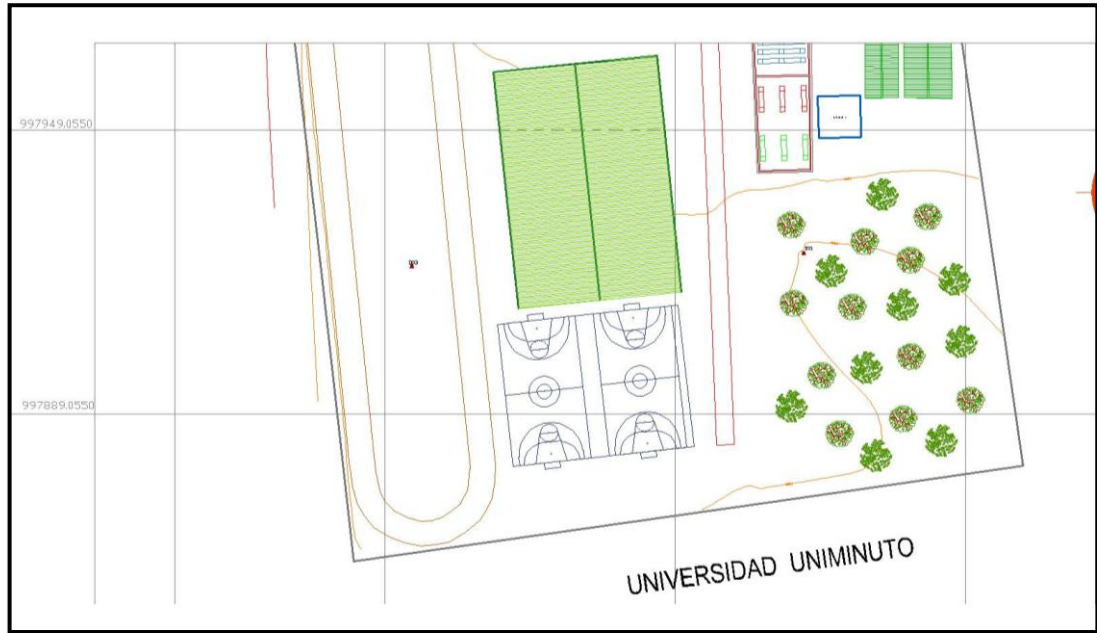


Ilustración 14. Detalle de la zona sur de la Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha

CUADRO DE COORDENADAS		
DELTA	NORTE	ESTE
GPS-1	998028,37	983757,674
GPS-2	998075,77	983751,33
3	997920,31	983675,126
4	998026,56	983679,849
5	998087,94	983655,413
6	998102,38	983848,599
7	998087,94	983909,116
8	998108,6	983893,313
9	997989,24	983864,714
10	997971,04	983758,714
11	997923,05	983756,181

Tabla 10. Coordenadas Planas Gauss Kruger



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

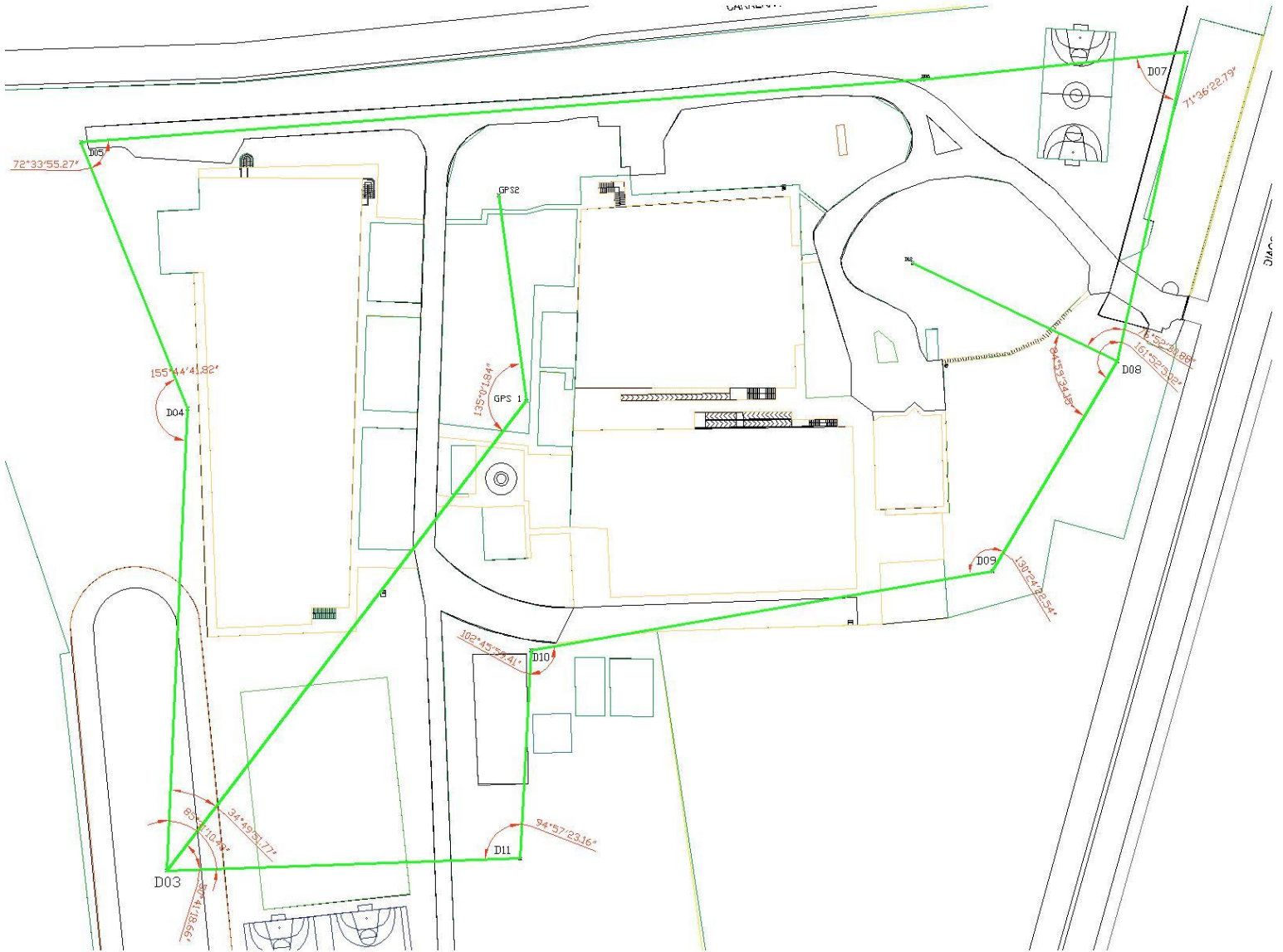


Ilustración 15. Plano de la poligonal cerrada utilizada en el Levantamiento planimétrico y altimétrico

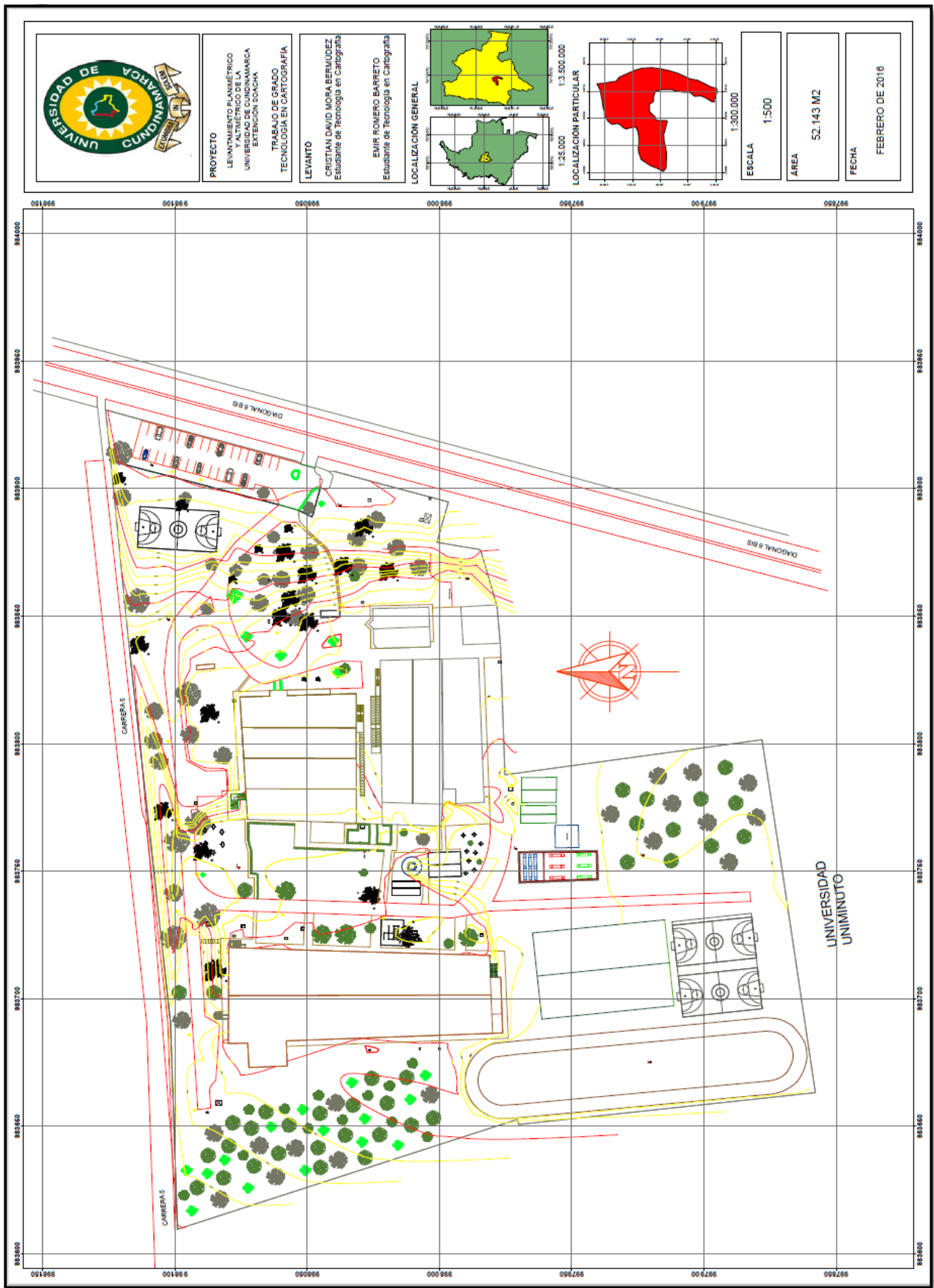


Ilustración 16. Plano altimétrico y planimétrico Universidad de Cundinamarca-Extensión Soacha en el software ArcMap



Ilustración 17. Plano altimétrico y planimétrico Universidad De Cundinamarca-Extensión Soacha en el software AutoCAD

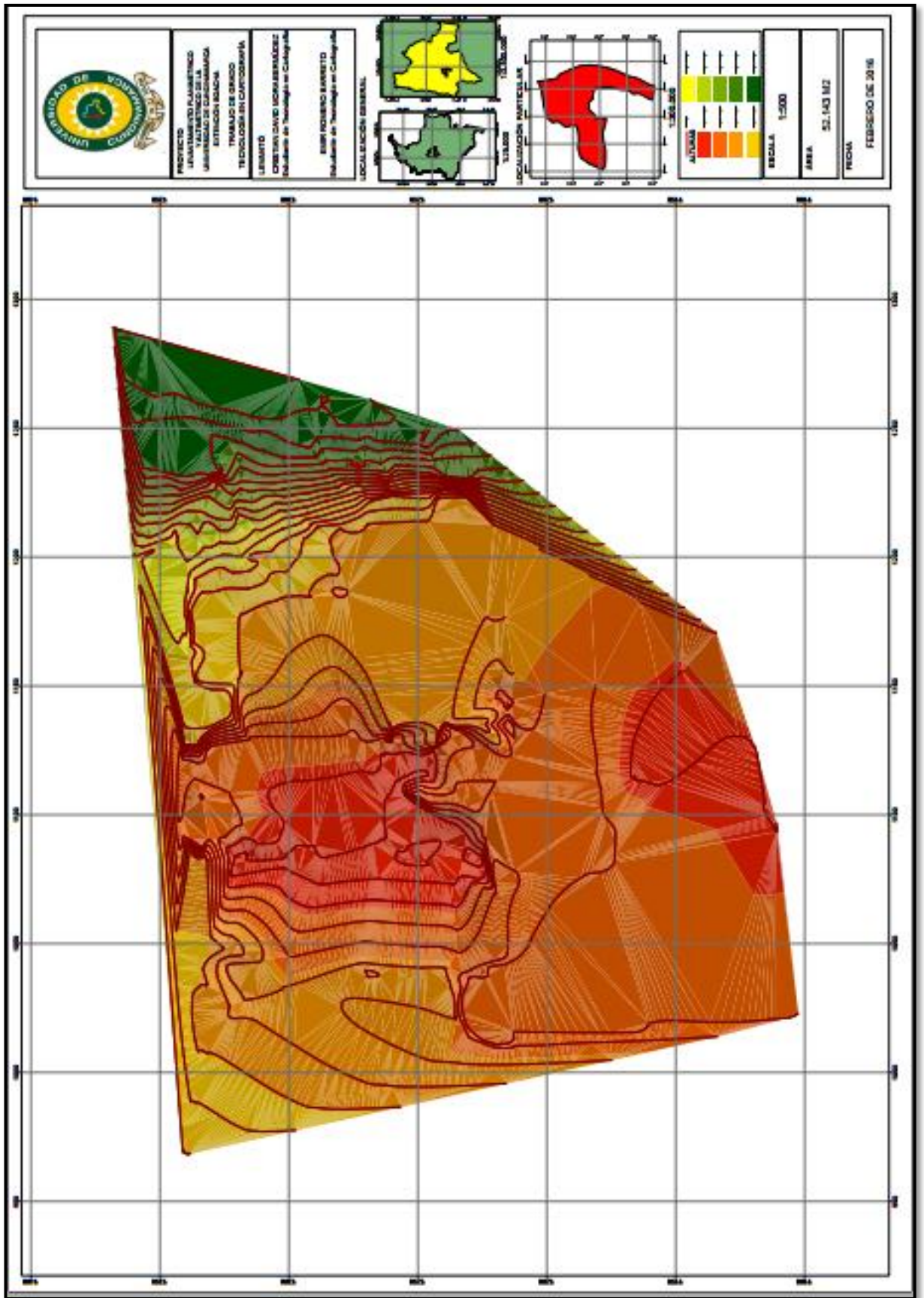


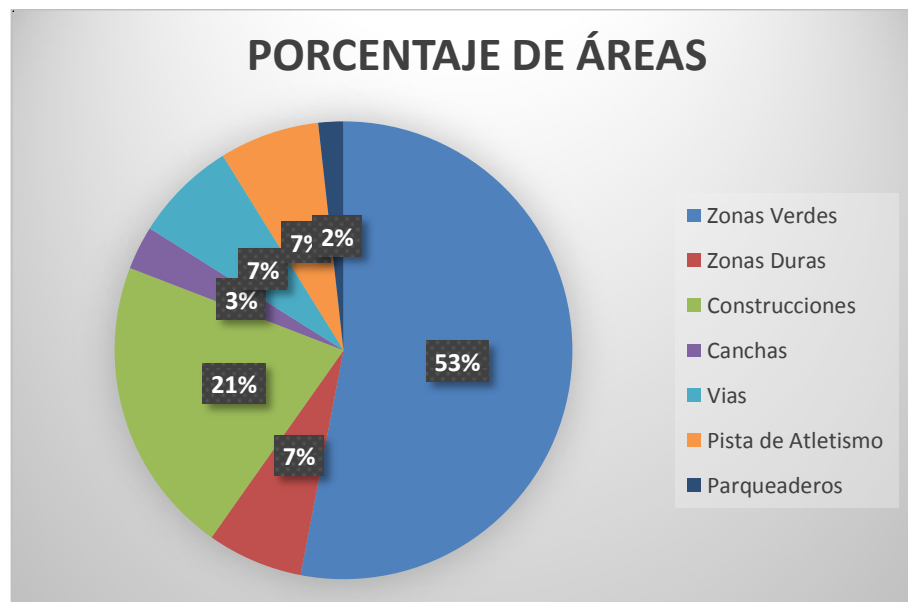
Ilustración 18. MDT (Modelo Digital de Terreno) de la Universidad De Cundinamarca-Extensión Soacha



6. RESULTADOS

- La Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha cuenta con un área total de 52.143,64 m² según levantamiento elaborado en este proyecto, las áreas calculas, de acuerdo al levantamiento planimétrico fueron:

CUADRO DE AREAS	
ÁREA TOTAL ZONAS VERDES	27641,4689 M ²
ÁREA TOTAL DE CONSTRUCCIONES	10990,5597 M ²
ÁREA TOTAL DE ZONAS DURAS	3527,1102 M ²
ÁREA TOTAL DE CANCHAS	1609,2690 M ²
ÁREA TOTAL DE VIAS	3768,2191 M ²
ÁREA DE PISTA DE ATLETISMO	3683,3700 M ²
ÁREA DE PARQUEADEROS	923,6431 M ²
ÁREA TOTAL DEL TERRENO	52143,64 M ²





LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

- Mediante el Levantamiento altimétrico se observó una diferencia de altura de 10,5 metros, entre la curva de mayor que pasa por el centro de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha con una altura de 2567 m.s.n.m. y la curva de menor altura con 2557 m.s.n.m. que pasa por la entrada y parqueadero de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.
- Se encontró en la parte central de la universidad una pendiente baja con el 1.6 % y una de las partes del terreno con pendiente más pronunciada se encontró al nororiente del campus con 60 %, además en la zona oriental o entrada a la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha se observó una pendiente del 20%.
- En el trabajo de campo se logró entender de mejor manera y llevando a la práctica las distintas herramientas que se ocupan en topografía y cartografía. También se pudo experimentar con las distintas herramientas e instrumentos conociendo en detalle su correcto funcionamiento e instalación.
- La información cartográfica y topográfica como datos, mapas, modelos gráficos, cálculos y demás información generada en este proyecto, será fundamental para que la Universidad reconozca su espacio físico y planifique y tramite procesos ante entidades públicas para llevar a cabo un desarrollo de proyectos tendientes al mejoramiento de ese lugar.



7. CONCLUSIONES

- Se realizó un levantamiento planimétrico y altimétrico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, mediante el método de observación de ceros atrás y poligonal cerrada.
- Se elaboró los puntos de referencia en el terreno con las recomendaciones del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), lo cual permitió georreferenciar y ajustar las coordenadas del plano altimétrico y planimétrico de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.
- Se creó un plano con la planimetría y altimetría de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, observando las buenas instalaciones y el alto porcentaje de zonas verdes con las que cuenta su campus.
- Utilizando receptores de señal satelital de doble frecuencia y combinándolos con la estación total electrónica, se obtuvo un levantamiento con coordenadas planas y geográficas con poco error, ya que se hizo un postproceso, en el cual se ajustaron los datos obtenidos por los receptores de señal satelital, con los archivos rinex de la base permanente oficial de IGAC llamada BOGA.
- Se generó un MDT (Modelo Digital de Terreno) en la cual se observó que la morfología del terreno es irregular, presentándose en una manera más marcada al oriente o entrada de la Universidad.



8. GLOSARIO

CARTOGRAFÍA BASE

Es un conjunto de datos de carácter topográfico, en los cuales se representa un territorio específico. En los mapas bases se encuentran diversas categorías como relieve donde se ubican las curvas de nivel, hidrografía donde se identifican ríos, lagos y lagunas y transportes donde se establecen vías de comunicación (carreteras, caminos y senderos).

ALTIMETRÍA

Considera las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción. Para poder conocer estas diferencias de nivel hay que medir distancias verticales directa o indirectamente. Esta operación se denomina nivelación. La superficie de nivel que se toma como referencia, bien sea ésta real o imaginaria, se llama DATUM. (Torres Nieto & Villate Bonilla, Topografía Edición 1, 1968)

CURVA DE NIVEL

Curva de nivel es la línea que une puntos de igual altitud y su representación en el plano viene dada por la intersección de una superficie de nivel con el terreno. Cuando la superficie de referencia es la del nivel medio del mar, a los desniveles se les llama altitudes. Por el contrario, si la superficie de comparación se elige arbitrariamente, a los desniveles calculados se les denomina cotas. (Lopez-Cuervo y Estevez, Topografía Edición 1, 1996)



PLANIMETRÍA

En los proyectos de cartografía de gran tamaño se realizan ajustes para corregir los errores causados por la curvatura de la tierra y por el hecho de que las líneas norte-sur que pasan por diferentes puntos de la superficie terrestre convergen en los polos Norte-Sur. Por lo tanto estas no son paralelas entre sí, excepto en la línea del ecuador. Sin embargo la planimetría se realiza en áreas tan pequeñas que puede ignorarse el efecto de dichos factores, es decir, se considera que la tierra es una superficie plana y se supone que las líneas Norte-Sur son paralelas. Los cálculos que se hacen en superficies planas son relativamente simples, ya que el topógrafo puede utilizar la geometría y la trigonometría planas. (McCormac, 2005)

TIN (Triangulated Irregular Network)

Son un medio digital para representar la morfología de la superficie. Las TIN son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos). Los vértices están conectados con una serie de aristas para formar una red de triángulos. Existen diversos métodos de interpolación para formar estos triángulos, como la triangulación de Delaunay o el orden de distancias. ArcGIS es compatible con el método de triangulación de Delaunay. Las aristas de los TIN forman facetas triangulares contiguas y no superpuestas que se pueden utilizar para capturar la posición de entidades lineales que juegan un papel importante en una superficie, como cadenas montañosas o arroyos. Las TIN se suelen utilizar para el modelado de alta precisión de áreas más pequeñas, como en aplicaciones de ingeniería, donde resultan útiles porque permiten realizar cálculos de área planimétrica, área de superficie y volumen. (ArcGIS Resource Center, 2012)



MODELO DIGITAL DE TERRENO

Un modelo digital de terreno (MDT) puede definirse como una representación estadística del terreno, en forma de números digitales, por medio de un conjunto de puntos con coordenadas x , y , z respecto a un sistema de georreferenciación conocido. Uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Terreno (MDT). Constituyen la base para un gran número de aplicaciones en ciencias de la Tierra, ambientales e ingenierías de diverso tipo (Laflamme, 1958)

TRÍPODE: Estructura sobre la que se monta el instrumento en el terreno.

BASE NIVELADORA: Es una plataforma que usualmente va enganchada al instrumento, sirve para acoplar la Estación Total sobre el Trípode y para nivelarla horizontalmente. Posee tres tornillos de nivelación y un nivel circular.

ESTACIÓN TOTAL: Se utilizó la Estación Electrónica LEICA TC 605L (ver anexos-fotografía10), su funcionamiento se basa en un principio geométrico sencillo conocido como triangulación, determinando las coordenadas geográficas de un punto a partir de otros dos conocidos, en este caso especial se determinará solo con uno y se orienta el norte con la lectura atrás. Básicamente está formado por un lente telescópico con objetivo láser, un teclado, una pantalla y un procesador interno para cálculo y almacenamiento de datos, funciona con batería de Litio recargable.

PRISMA: Se utilizó uno de marca Pentax (ver fotografía 14), es conocido como objetivo, que al ubicarse sobre un punto desconocido y ser observado por la Estación Total capta el láser y hace que rebote de regreso hacia el instrumento.



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

BASTÓN PORTA PRISMA: Es un tipo de bastón metálico con altura ajustable, sobre el que se coloca el prisma. Posee un nivel circular para ubicarlo con precisión sobre un punto en el terreno. (Sokkia Co., 2011)



9. REFERENCIAS

- Alcaldía de Soacha . (02 de Enero de 2012). *Alcaldía de Soacha - Cundinamarca*.
Obtenido de http://www.soacha-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml
- ArcGIS Resource Center. (7 de Noviembre de 2012). *ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//0060000000001000000>
- Casanova M., L. (2012). *Sistemas de Posicionamiento global*.
- Casanova Matera, L. (2012). *Topografía Plana*. Bogota : Merida.
- Castaño, S. L., & Almeciga, E. Y. *Sistema de informacion geografica 3D Universidad de Cundinamarca Sede Fusagasuga*. Universidad de Cundinamarca Sede Fusagasuga, Fusagasuga.
- Chueca Pazos, P. D., Herrarez Boquera, P. D., & Berné Valero, P. D. (1996). *Teoria de errores e instrumentacion Edicion 1*. Madrid: Paraninfo.
- Chueca Pazos, P. D., Herrarez Boquera, P. D., & Berné Valero, P. D. (1996). *Teoria de errores e instrumentacion Edicion 2*. Madrid: Paraninfo.
- Cruz Moncada, E. (2016). *TOPOGRAFIA BASICA Y S. I.G*. Obtenido de <http://topografiabasicasena.blogspot.com.co/p/calculo-de-angulos-horizontales.html>
- Davis, R. E., & Foote, F. S. (1964). *Tratado de Topografia*. Valencia.



- Doyle, F. (1978). *Digital Terrain Models: an overview*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
- Esri. (2016). *ArcGis for Desktop*. Obtenido de Coordenadas Geocentricas: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/geocentric-coordinate-system.htm>
- FAO. (2016). *Organizacion de Naciones Unidas para la alimentacion y la Agricultura*. Obtenido de ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6707s/x6707s09.htm
- Garcia, D. (2016). *Documents Tips*. Obtenido de <http://documents.tips/documents/escalas-y-acotaciones.html>
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) . (2016). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*.
- IGAC. (2016). *IGAC*. Recuperado el 05 de 2016, de CONCEPTUALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES PARA LA OPERACIÓN DEL CATASTRO MULTIPROPÓSITO V. 1.0: [http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/1c64af804c520c6b8113ab86e2f93c93/Conceptualizacio%C3%ACn+y+epesificaciones+para+la+operacio%C3%ACn+del+catastro+multipropo%C3%ACsito+V.1.0.+\(06042016\).pdf?MOD=AJPERES](http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/1c64af804c520c6b8113ab86e2f93c93/Conceptualizacio%C3%ACn+y+epesificaciones+para+la+operacio%C3%ACn+del+catastro+multipropo%C3%ACsito+V.1.0.+(06042016).pdf?MOD=AJPERES)
- Lopez-Cuervo y Estevez, S. (1996). *Topografia Edicion 1*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Lopez-Cuervo y Estevez, S. (1996). *Topografia Edicion 2*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Martínez Casanovas, J. A. (1999). *MODELOS DIGITALES DE TERRENO:ESTRUCTURAS DE DATOS Y APLICACIONES EN ANÁLISIS DE FORMAS DEL TERRENO Y EN EDAFOLOGÍA*. Lleida: QUADERNS



DMACS Núm. 25, Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl,
Universitat de Lleida.

McCormac, J. (2005). *Topografía*. Balderas: Limusa Wiley.

Ramirez, C., Garcia, J., Bastidas, M., & Cardenas, J. (2016). *Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental*. Obtenido de La red geodesica de alta precision y su importancia en la modelacion fluvial:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/agua2003/fluvi.pdf>

Sanchez Rodriguez, L. (2004). Adopcion del Marco Geocentrico Nacional de Referencia Magna Sirgas como Datum oficial de colombia. *Instituto Geografico Agustín Codazzi (IGAC)*.

Torres Nieto, A., & Villate Bonilla, E. (1968). *Topografía Edicion 1*. Bogota: Norma.

Torres Nieto, A., & Villate Bonilla, E. (1968). *TOPOGRAFIA Edicion 2*. Bogota: Norma.

Torres Nieto, A., & Villate Bonilla, E. (1968). *Topografía Edicion 3*. Bogota: Norma.

UNIVERSIAD DE CUNDINAMARCA. (2015). *UNICUNDI-Video Institucional* .
Obtenido de <http://www.unicundi.edu.co/index.php/institucion/video-institucional>

VALENCIA, M. L. (2011). *MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL. ENSEÑANZA DE LA TOPOGRAFÍA*.



10. ANEXOS



Fotografía 4. Proceso de excavación GPS-1



Fotografía 5. Proceso de excavación GPS-2



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Fotografía 6. Excavación GPS-2



Fotografía 7. Ubicación de placa y de formaleta



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Fotografía 8. Mezcla de concreto



Fotografía 9. Modelo de Placa



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Fotografía 10. Prisma Pentax



Fotografía 11. Estación Electrónica LEICA



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Fotografía 12. Mojón-GPS 1



Fotografía 13. Mojón-GPS 2



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

Consulta Base Activa

Abpw En La Pagina <http://www.igac.gov.co/igac>

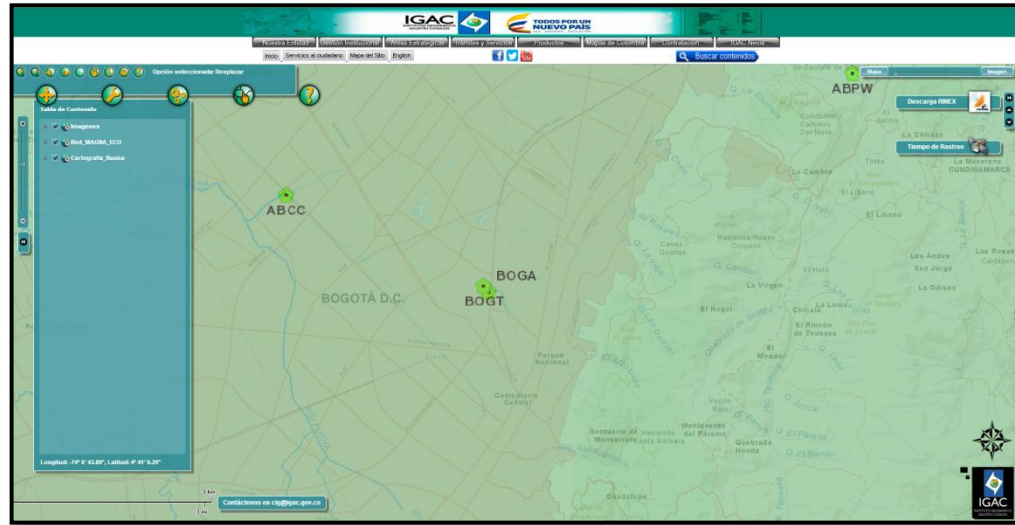


Ilustración 19. Consulta base activa- BOGA

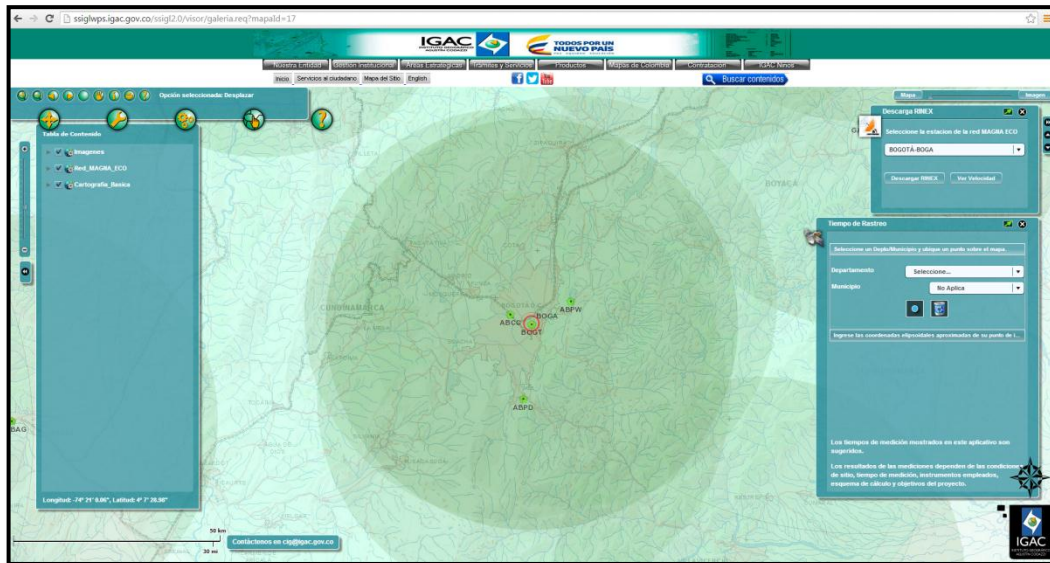


Ilustración 20. Consulta base activa



The Legacy-H GNSS receiver puts the high accuracy, fast acquisition, best under-canopy tracking in the palm of your hand. How can a GNSS receiver so small be so powerful?

At its core is our **Paradigm** chip featuring 40 universal super channels that can each track all signals of either L1 or L2 GPS or GLONASS frequencies—and up to 20 GNSS satellites at once, the maximum available at any one time! It incorporates our new innovations in signal processing, **multipath mitigation** and **co-op tracking**, making Topcon GNSS the best in the field for under-canopy and low signal strength reception.

Our unique Cinderella feature adds GPS L2 reception every other Tuesday for 24 hours so you can experience the real power of Topcon GNSS. Permanently activating GPS L2 or GLONASS frequencies and other options is easy with simple password commands entered via a PC. Options can even be added on a pay-per-use basis—only when you need it.

The **MINimum INTERFACE** keeps operation very simple. Just two function keys and two 3-color LED's are all that's needed to record data and check status. Up to four serial ports lets Legacy-E work with a variety of accessories in all types of configurations.



Its integrated circuit technology keeps average power consumption at 2 watts, the lowest in the industry, letting you work longer without interruption. Weighing only 14 ounces, you'll hardly know it's there, no matter how long you work.

Grab a Legacy-H at your Topcon dealer. It's extraordinary GNSS technology you can get a grip on.

Legacy-H Technical Data¹

Description	40 channel integrated GNSS receiver with MINTER interface
Tracking Specifications	
Tracking Channels, standard	40 L1 GPS (20 GPS L1+L2 on Cinderella ² days)
Tracking Channels, optional	20 GPS L1+L2 (GD); 20 GPS L1 + GLONASS (GG);
Signals Tracked	L1/L2 C/A and P Code & Carrier
Performance Specifications (1 sigma)	
Baseline Accuracy	Horizontal: 3mm + 1ppm for L1+L2; 5mm + 1.5ppm for L1 Vertical: 5mm + 1.5ppm for L1+L2; 6mm + 1.5ppm for L1
RTK (DFF) Accuracy	Horizontal: 10mm + 1.5ppm for L1+L2; 15mm + 2ppm for L1 Vertical: 15mm + 1.5ppm for L1+L2; 20mm + 2ppm for L1
Cold Start / Warm Start Reacquisition	<60 seconds / <10 seconds <1 second
Power Specifications	
Battery	External (maximum of 2 ports)
Power Input	6 to 28 volts DC
Power Consumption	1.8 - 2.4 watts
Continuous Operating Time	7 hours (typical w/2.3AH rechargeable battery)
GNSS Antenna Specifications	
GPS / GLONASS Antenna	External
Antenna Type	Microstrip (Zero-Centered)
Ground Plane	Antenna on a flat ground plate or Choke Ring
Radio Specifications	
Type	External, UHF/VHF radio modem
Base Power Output	0.5W/2.0W/3.5W
I/O	
Communication Ports	Serial (RS232), 4 maximum, 2 standard
Other I/O Signals	Tpss, event marker, frequency input, frequency output
Status Indicator	2x3-color LED's, two-function keys (MINTER)
Control & Display Unit	External: Husky P5/G1, P5/G3, Ranger, 3rd Party
Memory & Recording	
Internal Memory	Up to 96 Mbytes
Raw Data Recording	Up to 20 times per second (20Hz)
Data Types	Code and Carrier from L1 and L2, GPS and GLONASS
Data Output	
Real time data outputs	RTCM 104 version 2.2 and/or CMR2
ASCII Output	NMEA 0183 version 2.2/3 (2.3 default)
Other Outputs	TPS format
Output Rate	Up to 20 times per second (20Hz)
Environmental Specifications	
Enclosure	Waterproof
Operating Temperature	-40°C to 55°C / -40°F to 130°F
Dimensions	W 150 x H 110 x D 35 mm / 5.9 x 4.33 x 1.38 in.
Weight	0.4 kg / 14 ounces

Standard Configuration

- Legacy-E Receiver (OME)
- Cinderella GPS L2 activation
- 1 Hz Update Rate
- Co-op Tracking
- NMEA 0183 output
- User Defined Outputs
- MINTER Interface
- 2x RS232 Serial Ports
- 1x External Power Port
- Power Cables
- RS232 Cable

Common Accessories

- Topcon Antennas
- LegAnt-2 flat ground plane
- LegAnt-1 SD choke-ring
- LegAnt-2 DD choke-ring
- UHF/VHF/Spread Spectrum Base or Rover radio kit
- Topcon Power Station
- 2.3AH rechargeable battery
- Lithium-ion battery
- LitePole
- Tripod, InTrach & adapter
- Pinnacle software
- Carlson GPS software
- Survey Pro software
- Backpack, carrying case

Optional Features

- GPS L2 or GLONASS
- Update rate 5Hz, 10Hz, 20Hz
- RTK @ 5Hz, 10Hz, 20Hz
- Data Recording 4Mb to 96Mb
- CMR/RTCM input/output
- Advanced Multipath Reduction
- Frequency I/O

Footnotes:

¹ Specifications are subject to change without notice. Performance specifications assume a minimum of 6 GPS or 7 GPS-GLONASS satellites above 25 degrees in elevation and adherence to procedures recommended by TPS in its appropriate manuals. In areas of high multipath, during periods of high PDOP and during periods of high ionospheric activity performance may be degraded. Robust checking procedures are highly recommended in areas of extreme multipath or under dense foliage.

² Cinderella feature activates GPS L2 reception at GPS mid-night every other Tuesday for 24 hours.

©2001, Topcon America Corporation. All rights reserved. • Microsoft is a registered trademark of Microsoft Corporation. P/N: 7033-0425 Rev. A. Printed in USA. 801, 13M

Ilustración 21. Especificaciones técnicas de los equipos empleados



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA

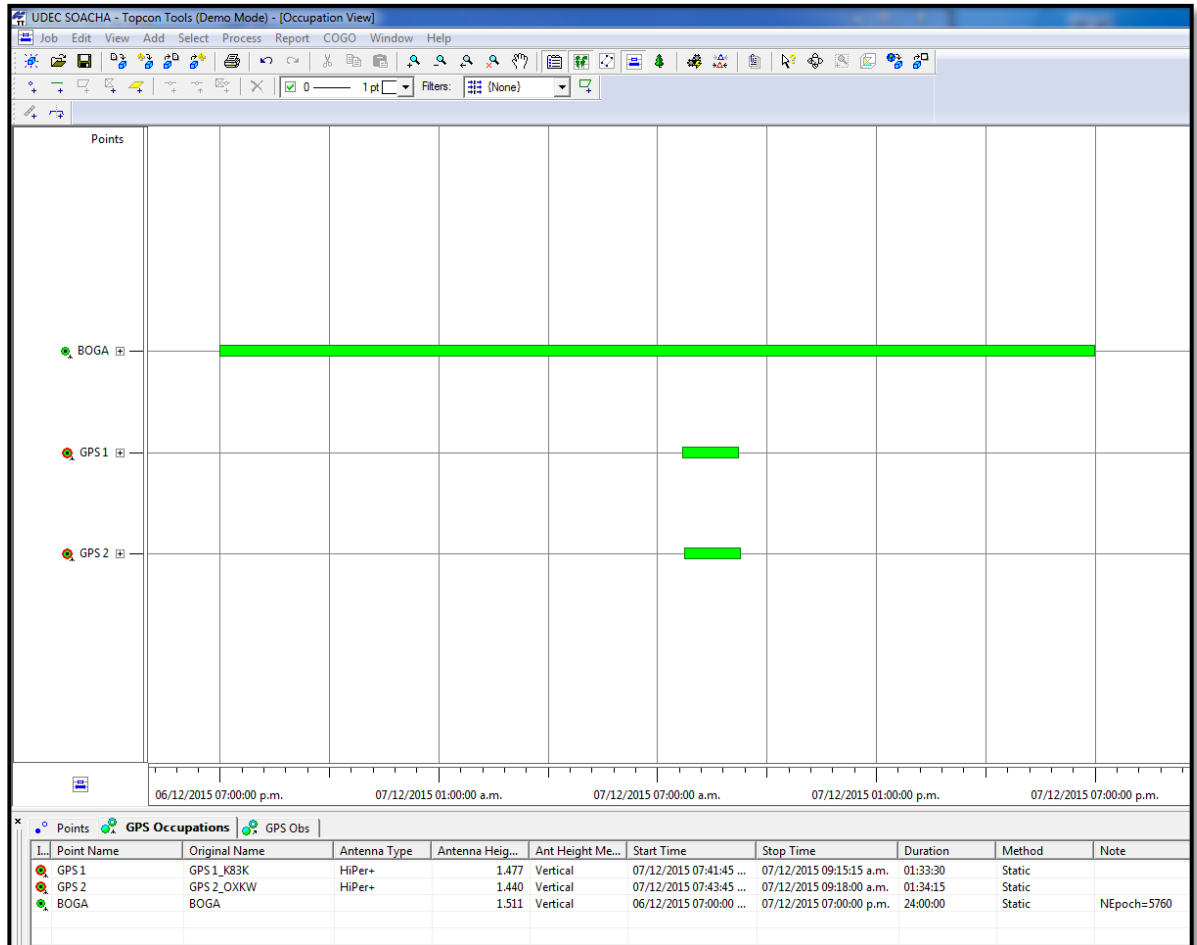


Ilustración 22. Traslapo de tiempo de rastreo entre los puntos de interés



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Fotografía 14. Localización y relación de distancia entre los mojones



Fotografía 15. Observación a tubería desde delta 09



LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA



Ilustración 23. Fachada de la Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha. Fuente: Google Earth

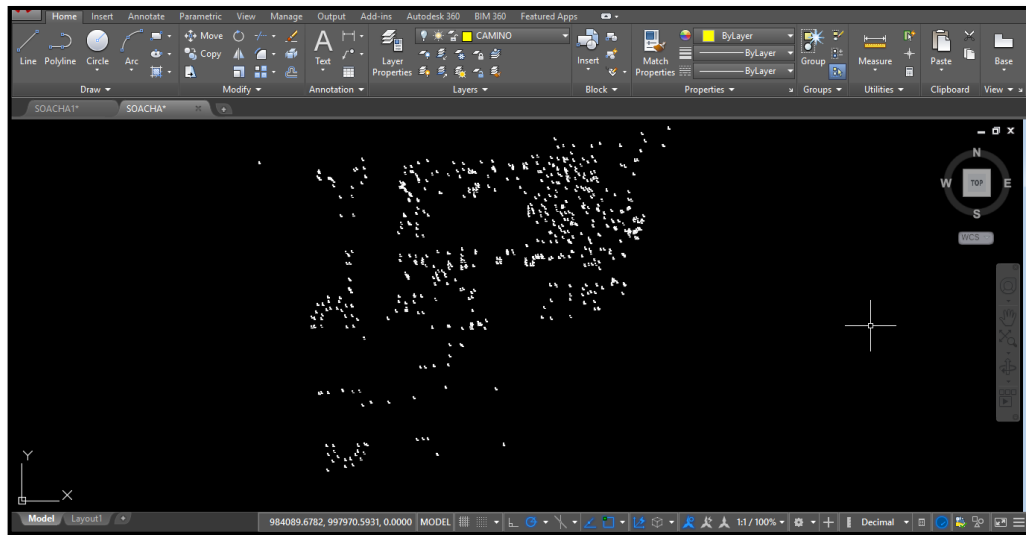


Ilustración 24. Nube de Puntos en AutoCAD

Tabla 111. Cartera de la Poligonal

Estación	Punto Visado	Angulo Observado			Azimut			Distancia Obtenida	Distancia Horizontal L	Angulo Vertical			PROYECCIÓN					ALTUR A PRISM A	COORDENADA			DETALLE
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos			Grados	Minutos	Segundos	E	W	N	S	ALTURA		ESTE	NORTE	ALTURA	
GPS-1	GPS-2	0	0	0	352	22	38											1,487	983757,674	998028,367	2567,555	MOJÓN
	D03	224	59	57	217	22	35	135,98	135,9799056	90	4	3	0	-82,546386	0	-108,05845	-0,160198	1,5	983675,127	997920,308	2567,38180	D3
D03	D04	325	11	1	362	33	36	106,311	106,306943	90	30	2	4,74825957	0	106,20085	0	-0,928757	1,7	983679,875	998026,509	2564,75304	D04
D04	D05	155	44	17	338	17	53,4	66,12	66,11503406	90	42	8	0	-24,447785	61,428849	0	-0,810352	1,7	983655,428	998087,938	2562,24269	D05
D05	D06	287	24	56	85	42	49,8	193,706	193,6975292	90	32	9	193,155797	0	14,47656	0	-1,811523	1,7	983848,583	998102,414	2558,73117	D06
D06	D07	178	24	32	84	7	22,2	61,07	60,83807447	94	59	42	60,5182914	0	6,2295829	0	-5,317292	1,7	983909,102	998108,644	2551,71387	D07
D07	D8	288	23	31	192	30	53,6	72,847	72,8460235	89	42	12	0	-15,785246	0	-71,115182	0,3771862	1,7	983893,316	998037,529	2550,39106	D08
D08	D09	198	7	49	210	38	43	56,559	56,08044815	82	32	29	0	-28,585408	0	-48,248224	7,3419219	1,7	983864,731	997989,281	2556,03298	D09
	D12	283	7	29	295	38	45	23,482	23,30602403	82	58	52	0	-21,010068	10,087011	0	2,8694195	1,7	983872,306	998047,616	2551,56048	D12
D09	D10	229	34	3	260	12	46,4	107,575	107,5624319	89	7	27	0	-105,99699	0	-18,284304	1,6443463	1,7	983758,734	997970,996	2555,97733	D10
D10	D11	103	1	54	221	40	6,4	48,044	48,03115914	88	40	31	0	-31,932029	0	-179,36985	1,110715	1,7	983726,802	997791,626	2555,38804	D11
D11	D03	264	57	46	306	37	52,8	81,107	81,10698463	90	2	7	0	-65,087649	48,393603	0	-0,049939	1,7	983661,714	997840,020	2553,63810	D03
D03	D04	274	21	9	40	59	2,2	106,343	106,3395395	90	27	44	13,4268453	0	80,275016	0	-0,857892	1,7	983675,141	997920,295	2551,08021	D04

$\sum E=271,849193670861$	$\sum W=-271,83510280624$	$\sum N=317,004459375759$	$\sum S=-317,017564522913$
$\Delta E-W=0,0140908646212949$ metros		$\Delta N-S=-0,0131051471534249$ metros	

Nº de vértices poligonal	9
Ángulos Internos o Externos	Externos
Precisión del Instrumento en Seg.	10
Cierre angular "teórico"	1980,000
Cierre angular decimal "obtenido"	1980,000
Error de cierre angular decimal	0,000

Error a ajustar		
Cierre angular "teórico"	1980,0000	
Cierre angular "obtenido"	1980,0142	1980°00'51"
Error de cierre angular decimal	0,0142	
Error de cierre angular en grados	00°00'51"	
segundos de corrección para vértices	0,0016	00°00'5,6"