

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ
DE CALDAS

TECNOLOGÍA EN LEVANTAMIENTOS
TOPOGRÁFICOS LEVANTAMIENTOS
PLANIMÉTRICOS

UNIDAD IV

MANEJO DE LA ESTACIÓN TOTAL

GUÍA DIDÁCTICA



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Elaborado por:

Camilo García Vivas

María Segura Díaz

TABLA DE CONTENIDO

1.	PROPÓSITO DE LA GUÍA.....	2
2.	CONCEPTOS BASICOS	3
3.	ARMADO ESTACIÓN TOPOGRÁFICA.....	16
4.	VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN	19
5.	REGISTRO DE DATOS	20
6.	DESCARGA DE DATOS.....	27
7.	CÁLCULO DE LA INFORMACIÓN	35

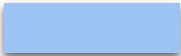
1. PROPÓSITO DE LA GUÍA


La presente guía tiene como finalidad afianzar los conocimientos básicos de planimetría para los estudiantes que inician su vida académica en el área de la topografía, basados en los conocimientos teórico-prácticos empleados en las competencias específicas de cada asignatura que imparte la universidad. Para la correcta aplicación de la guía se encontrarán explicados los términos técnicos detalladamente acompañados de ejercicios básicos, metodologías usadas al interactuar con una estación y el posterior manejo de la información (cabe resaltar que en la presente guía se usan términos y procedimientos de altimetría como lo son las alturas instrumentales, alturas de prisma y Nivelación Trigonométrica, ya que son de vital importancia para el entendimiento de la manipulación y posterior cálculo de la información de la estación).

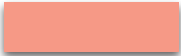
Cada egresado asumirá un rol según su perfil topográfico acorde a su proyección laboral, la cual sirva de apoyo para el desarrollo de sus actividades según sea su función a desempeñar desde oficina o campo, deberá regir bajo los parámetros de las normas técnicas de las entidades reguladoras más influyentes como lo son **EAAB-Norma Técnica versión 5.2 del acueducto – EPC**. Con base a cada requerimiento establecido, se efectuarán los levantamientos topográficos, la ejecución adecuada del cálculo de datos con las precisiones de acuerdo con su clasificación.


La guía esta creada con base a las normas anteriormente mencionadas para que el estudiante se familiarice con los parámetros expuestos en ellas, cabe resaltar que estas normas no son públicas ya que son entregadas explícitamente a las empresas contratistas, por ende solamente serán mencionadas brevemente a modo de explicación del porqué de los procedimientos expuestos.

Durante el desarrollo de la guía se encontraran diferentes globos, cuya finalidad es resaltar datos relevantes, al igual que se encuentran notas aclaratorias con consejos para la mejor ejecución de los procesos expuestos.

 Normatividad de EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá).

 Anexo técnico - Planes maestros de acueducto y alcantarillado de la EPC (Empresas Públicas de Cundinamarca).

 Notas aclaratorias de la finalidad de los conceptos y procedimientos explicados con anterioridad.

 Indicadores de las funciones de las diferentes opciones que se encuentran en las imágenes.

2. CONCEPTOS BÁSICOS

- **Topografía**

Ciencia que estudia los métodos que tienen como objetivo la representación gráfica de la superficie terrestre con sus formas y detalles tanto naturales como artificiales, por medio de mediciones de distancias, ángulos y elevaciones (estas mediadas por medio de Estaciones Totales, Teodolitos y Niveles) actualmente estos detalles también pueden ser tomados por medio de métodos como RTK o vuelos Lidar.

- **Planimetría**

Es la rama de la topografía que reúne una serie de métodos y procesos que obtienen como resultado la representación a escala de todos los detalles del terreno sobre el cual se ha realizado un previo levantamiento, siendo plasmados en un plano horizontal.

- **Coordenadas polares**

Son las coordenadas que definen la posición de un punto por medio de la distancia y Angulo entre dos puntos (este Angulo es la dirección).

- **Coordenadas rectangulares**

Es un objeto matemático (Punto) formado por dos rectas perpendiculares trazadas desde un plano llamadas ejes, la horizontal **X** y la vertical **Y**, donde estos dos valores definen la posición del punto.

- **Altimetría**

Es la rama de la topografía que reúne una serie de métodos y procesos que obtienen como resultado la representación de la altura o cota de cada punto respecto a un plano de referencia, haciendo posible representar el relieve del terreno.

Existen tres tipos de nivelación que son utilizados en los trabajos de topografía:

- **Nivelación geométrica**

Es la más usada por su precisión y esta se lleva a cabo por medio de la utilización del nivel óptico o electrónico, existiendo 4 tipos de esta definidos según su grado de precisión, 1° y 2° usados en geodesia y 3°, 4° en Topografía.

- **Nivelación trigonométrica**

Es la nivelación a partir de la medición de ángulos cenitales, de altura o depresión y distancias que posteriormente se usaran para resolver triángulos rectángulos donde el cateto opuesto marcará el desnivel entre el punto de armado y un punto cualquiera (esto con ayuda de la altura instrumental y de prisma).

- **Nivelación satelital**

Este tipo de nivelación utiliza el sistema de posicionamiento global para triangular la cota de un punto cualquiera.

- **Regla de Bessel**

Procedimiento por el cual se busca compensar los errores sistemáticos del aparato que se esté usando, por medio de la medición de una lectura directa a un punto fijo y otra (inversa) al mismo punto con el aparato transitado, para posteriormente promediar dichas lecturas.

- **Lecturas directas**

Son aquellas mediciones que se hacen hacia uno de los puntos de amarre estando el equipo en forma directa, una vez se fija el ángulo cero, la medición angular y la distancia obtenida, se considera como lectura directa la información obtenida en primera instancia desde el punto de armado hacia el punto visado orientado horizontalmente con la posición del tornillo de presión con dirección contraria del punto de amarre.

- **Lecturas inversas**

Una vez se ha realizado la lectura directa, se transitará el equipo 180° , visando nuevamente al punto de amarre y así se controlará todos los factores sobre los errores de medición con el respectivo chequeo de ángulos y distancias, hallando diferencias para lograr mayor precisión en las observaciones.

- **Lecturas promedio**

Se calcula el promedio de los valores obtenidos sobre cada uno de los lados de la poligonal para así generar una lectura compensada a partir de los ángulos directos e inversos y también de las distancias inclinadas.

- **Normatividad**

Conjunto de leyes o reglamentos que rigen conductas y procedimientos según los criterios de una institución u organización privada o estatal.

- **Carteras**

Libretas utilizadas en los levantamientos topográficos para llevar un control de la información levantada.

- **Carteras electrónicas**

Los teodolitos modernos, estaciones totales y niveles electrónicos vienen equipados con un dispositivo recolector automático de datos, que son del tamaño de una calculadora o vienen directamente incorporados al equipo, que guardan magnéticamente los datos, tales como la identificación de puntos, distancias y ángulos horizontales y verticales y algunas anotaciones descriptivas. Estos datos pueden ser transferidos a un archivo de computador vía interfaz directa o vía módem para su posterior procesamiento. Las carteras electrónicas tienen la ventaja de eliminar las equivocaciones en la lectura y registro de ángulos y distancias y reducir el tiempo de digitación y procesamiento, pero existe siempre el riesgo del borrado accidental de los datos.

- **Estación total**

Se denomina estación total a un instrumento electroóptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Algunas de las características que incorpora y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), Led de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de acimuts y distancias.

- **Poligonal**

Es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en campo. El trazo de una poligonal es la operación de establecer las estaciones de esta y de hacer las mediciones necesarias, que es uno de los procedimientos fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar la ubicación relativa de puntos en el terreno.

- **Poligonal ceros atrás**

Se debe iniciar en un punto de coordenadas conocidas y cerrando en el mismo punto para así determinar errores de cierre por medio de ángulos y distancias y poder ser ajustados

y corregidos. Básicamente consiste en hacer observaciones hacia cada uno de los puntos, fijando el ángulo cero como lectura directa, siendo transitado para así reconocer los errores de medición en ángulos y distancias.

- **Poligonal cerrada**

Serie de líneas que regresan al punto de partida, formando un polígono geométrico y analíticamente cerrado. Estas líneas terminan en otra estación que cuenta con una exactitud de posición, igual o mayor, que la del punto de partida. Las poligonales cerradas proporcionan comprobaciones de los ángulos y de las distancias medidas.

- **Precisión**

Se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones y la precisión se puede estimar como una función de ella. Lo que quiere decir es que si diferentes valores de una misma medición están muy próximos unos de otros decimos que ellos tienen una alta precisión

- **Puntos**

Son utilizados para la marcación de vértices, referencias y alturas en los levantamientos topográficos.

CONCEPTOS DE CAMPO

Antes de iniciar las labores en campo es importante entender cuáles son los datos que se deben registrar en la cartera y estación para hacer posible la representación gráfica del terreno. Estos datos se componen de: la altura instrumental, altura de prisma, ángulos horizontales, ángulos verticales, distancias inclinadas, distancias horizontales y codificaciones.

En el índice **4.2.1** de la norma de **EAAB V 5.2** se especifica: “En la memoria de la estación deben quedar almacenados todos datos crudos de los deltas que componen la poligonal (Angulo Horizontal, Angulo Vertical, Distancia Inclinada, Distancia Horizontal, acimut, Coordenada Norte y Coordenada Este) hasta que sean descargados para la entrega”.

En el anexo de la **EPC** se especifica: “En la memoria de la estación total deben quedar almacenados todos los datos de los deltas que componen la poligonal (Coordenada Norte, Coordenada Este, Distancia Horizontal, inclinada, vertical, Angulo Horizontal y vertical, acimut)”.

Nota: Los términos de altura instrumental, altura de prisma, ángulo vertical y ángulo cenit son referentes al área de **Altimetría** y serán explicados de forma breve, estos son incluidos ya que son de vital importancia para la manipulación adecuada de la estación y los posteriores cálculos de la información recolectada.

• Altura instrumental

Altura medida con ayuda de un flexómetro a partir de la punta de la puntilla o punto indicado en la placa donde el equipo está armado hasta la parte media de la estación (en ambos costados de cada estación se encuentra señalizado con una línea hasta donde se tiene que medir).



Figura 1. Altura Instrumental. Fuente: autoría propia.

• Altura de prisma

Altura tomada desde la punta inferior del bastón hasta el centro del prisma (cada bastón tiene señalada la altura a la cual se encuentra, esta cambia a medida que se ajusta cada cuerpo o sección que el mismo posea) es recomendable

chequear esta altura con un flexómetro y en dado caso que la altura tomada no corresponda con la señalizada en el bastón es necesario ajustar la tuerca que posee el bastón en la parte superior hasta que ambas alturas sean iguales (Si no es posible ajustar el bastón es importante tener en cuenta esta diferencia en el momento de recolectar los datos).

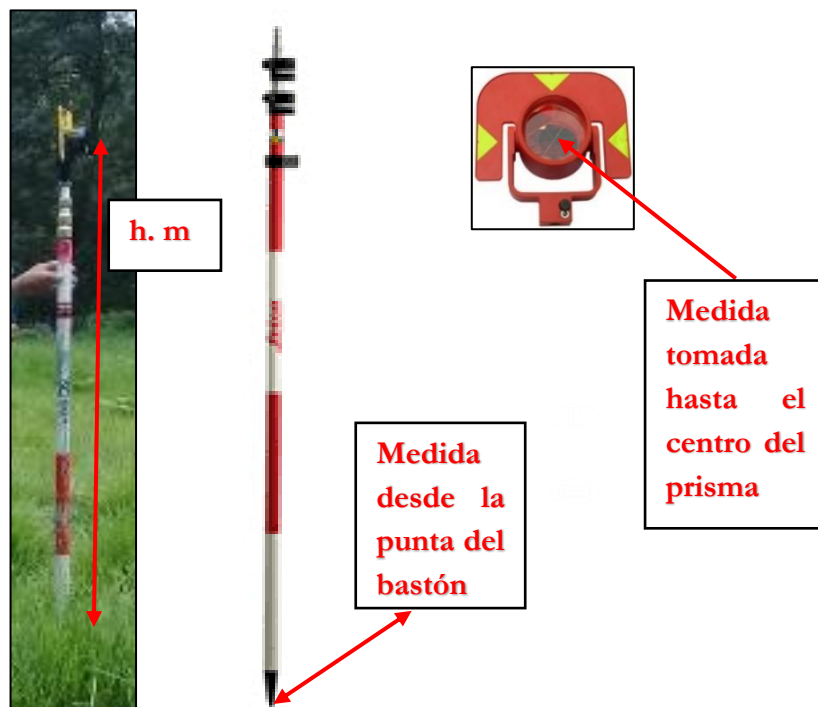


Figura 2. Altura del prisma. Fuente: autoría propia.

Cada una de las alturas del prisma junto con las alturas instrumentales tomadas en el levantamiento de detalles y poligonales es de suma importancia para calcular el valor de **cota trigonométrica** que le corresponde a cada punto (Altimetría).

- **Ángulo vertical**

Define el grado de inclinación de un alineamiento sobre el terreno. Si se toma como referencia la línea horizontal, el ángulo vertical se llama ángulo de pendiente, el cual puede ser positivo también llamado de elevación o negativo de depresión y este es el ángulo que se conoce como pendiente de una línea, el cual puede ser expresado tanto en ángulo como en porcentaje. En la estación este es medido a partir del horizonte puro.

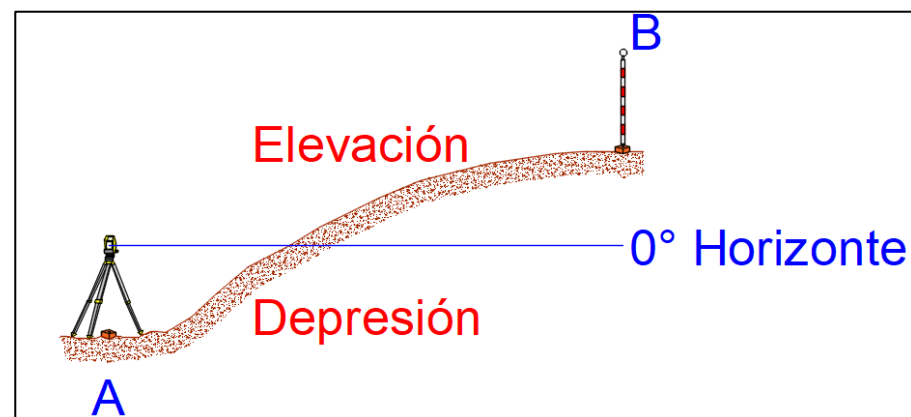


Figura 3. Angulo Vertical. Fuente: autoría propia

- **Ángulo Cenit**

Define el grado de inclinación de un alineamiento sobre el terreno. Este ángulo a diferencia del ángulo vertical se mide a partir del punto más alto del aparato.

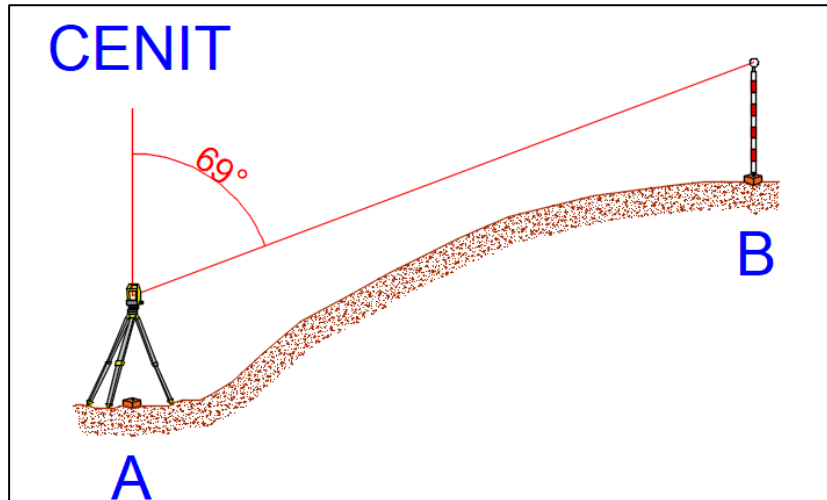


Figura 4. Angulo Cenit. Fuente: autoría propia.

Cada ángulo vertical nos indica la **inclinación del terreno** que se presenta entre dos puntos, esta se debe tener en cuenta para diseños civiles que requieran porcentajes de pendientes al igual que es importante para el cálculo de cotas trigonométricas de los puntos levantados.

- **Ángulo horizontal**

Es el ángulo formado por dos líneas rectas situadas en un plano horizontal que comparten el mismo punto de origen. Su valor se utiliza para definir la dirección de un alineamiento a partir de una línea cuyos puntos de los extremos son conocidos.

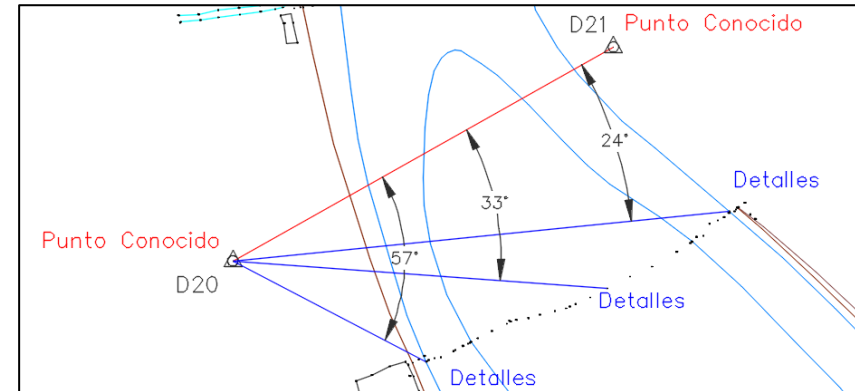


Figura 5. Toma de detalles. Fuente: autoría propia.

La toma de ángulos horizontales se realiza para dar **orientación a los puntos levantados** para su posterior cálculo de coordenadas.

- **Distancias inclinadas**

Distancia tomada desde un punto **A** hasta un punto **B** donde estos se encuentran a diferente altura. Expresado en un triángulo rectángulo esta distancia representa la hipotenusa, el punto "**A**" el eje formado por la hipotenusa y el cateto adyacente y el punto "**B**" el eje formado por el cateto opuesto y la hipotenusa.

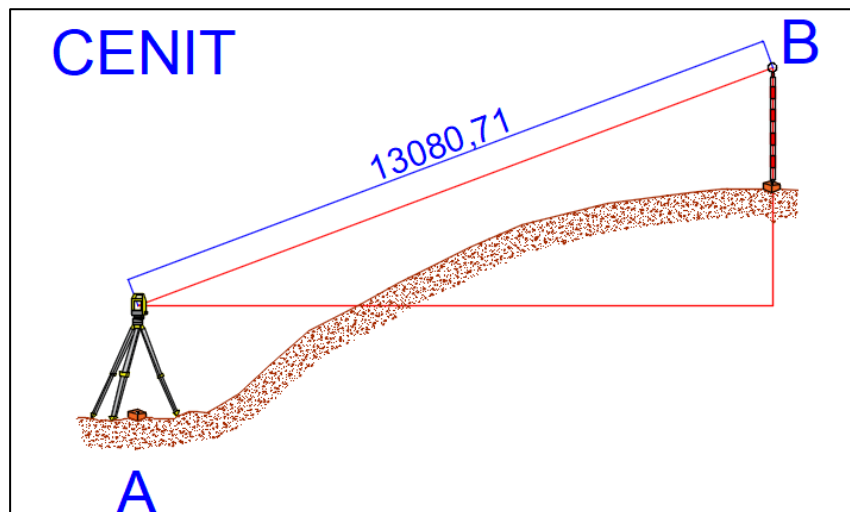


Figura 6. Distancia Inclinada. Fuente: autoría propia.

Esta distancia nos indica el valor de la hipotenusa del triángulo rectángulo que conforma el punto de armado del aparato con el punto a levantar, este valor es de vital importancia para el cálculo de las **cotas Trigonométricas**.

Distancias Horizontales

Distancia tomada desde un punto **A** hasta un punto **B** donde no se tiene en cuenta la diferencia de altura entre estos puntos. Expresado en un triángulo rectángulo esta distancia representa el cateto adyacente, el punto “**A**” el eje entre la hipotenusa y el cateto adyacente y el punto “**B**” el eje formado por el cateto opuesto y la hipotenusa.

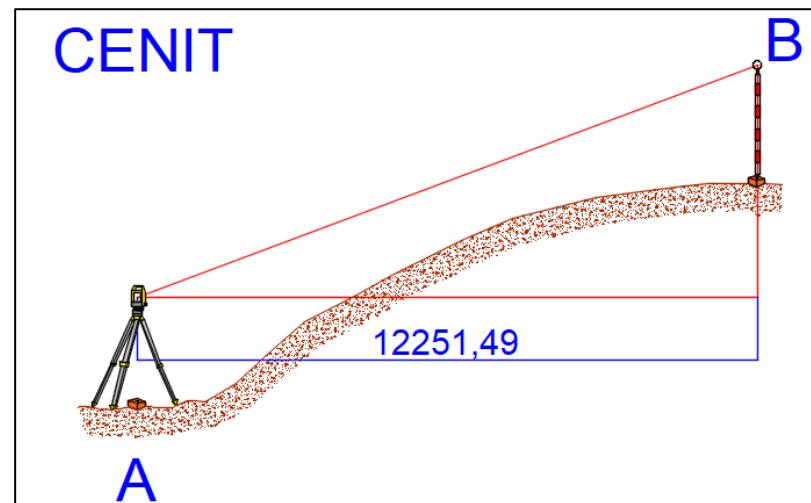


Figura 7. Distancia Horizontal. Fuente: autoría propia.

Las distancias horizontales se toman para conocer el **espacio que hay entre dos puntos**, acorde con el cálculo de coordenadas estas nos definen las proyecciones a partir del punto base.

• Codificación

Nomenclatura alfanumérica del punto que se pretende levantar. Normalmente esta descripción o código se expresa por medio de abreviaciones para hacer más rápido la recolección de datos en el aparato.

Tabla 1. Descripciones. Fuente: autoría propia.

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
AND-CON	ANDEN EN CONCRETO
ARB	ARBOL

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
AUX#	AUXILIAR #
BAR-MET	BARANDA METALICA
BV-ASF	BORDE VIA ASFALTO
CAB-H	HOMBRO CABEZOTE
CABLE	CABLE
CAJ	CAJA
CAJ-EN	CAJA DE ENERGIA

*Esta acción genera un trabajo más óptimo y rápido en campo ayudando a finalizar el levantamiento en **menor tiempo**.*

- **Recolección y posterior cálculo de coordenadas**

En los levantamientos planimétricos es necesario conocer las coordenadas norte, este y cota de 2 puntos, los cuales deben tener visual entre ellos para que de esta manera se den coordenadas de los puntos a levantar.

*En el índice 4.2.1 de la norma de **EAAB V 5.2** se especifica: “No se permite tomar como señal de azimuth elementos tales como la cruz de Monserrate u otros elementos no georreferenciados, únicamente se permite tomar como señal de azimuth la relación entre dos vértices previamente materializados y georreferenciados”.*

Para poder entender este procedimiento es importante conocer que son los puntos conocidos, que es un azimuth

(como se calcula) y como conocer las distancias horizontales a partir de las verticales (este último usado para controlar el levantamiento durante su ejecución).

- **Puntos con coordenadas conocidas**

Estos son estacas o placas materializadas en campo, las cuales poseen coordenadas determinadas con anterioridad por medio del rastreo de GPS o poligonales de amarre.

Estos puntos deben estar en un lugar visible y posicionado de tal manera que perduren durante el tiempo (para futuros trabajos o revisiones).



Figura 8. Puntos con coordenadas conocidas. Fuente: autoría propia.

*Es primordial que el estudiante conozca la importancia de los puntos con coordenadas conocidas para el **traslado de coordenadas a los diferentes puntos a levantar**.*

- **Azimuth**

Ángulo tomado entre dos líneas que comparten el mismo punto de origen, en donde la primera línea siempre está formada entre el punto de intersección de las dos líneas y el

norte magnético y la segunda línea está formada por la unión de los puntos conocidos (este ángulo siempre se toma hacia la derecha).

Para conocer el azimut entre 2 puntos conocidos primero hay que identificar en que cuadrante del plano cartesiano se encuentra la línea que une los puntos conocidos (siempre teniendo en el norte la segunda línea) para identificar esto tan solo hay que restar las coordenadas del punto conocido donde se está orientando (**Coordenadas B**) con las coordenadas del punto conocido donde se está armado (**Coordenadas A**).

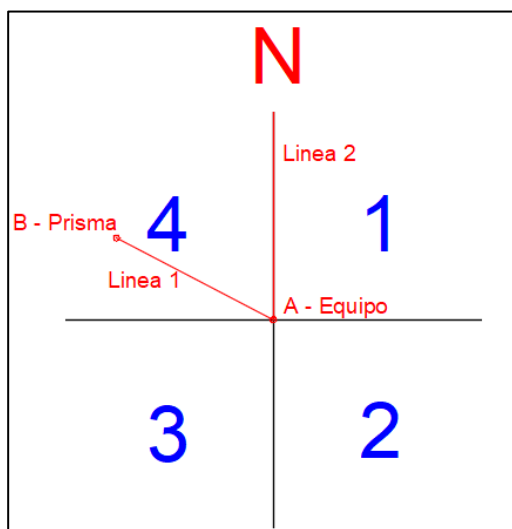


Figura 9. Azimut. Fuente: autoría propia.

El cálculo del azimut es importante para el **traslado de coordenadas** de los puntos conocidos a los puntos levantados durante las labores en campo.

- Sí, la diferencia entre las coordenadas **Norte (y) es positiva** y sí la diferencia entre las coordenadas **Este (x) es positiva**, esto significa que la línea se encuentra en el **cuadrante 1**.
- Sí, la diferencia entre las coordenadas **Norte (y) es Negativa** y sí la diferencia entre las coordenadas **Este (x) es positiva**, esto significa que la línea se encuentra en el **cuadrante 2**.
- Sí, la diferencia entre las coordenadas **Norte (y) es Negativa** y sí la diferencia entre las coordenadas **Este (x) es negativa**, esto significa que la línea se encuentra en el **cuadrante 3**.
- Sí, la diferencia entre las coordenadas **Norte (y) es positiva** y sí la diferencia entre las coordenadas **Este (x) es Negativa**, esto significa que la línea se encuentra en el **cuadrante 4**.

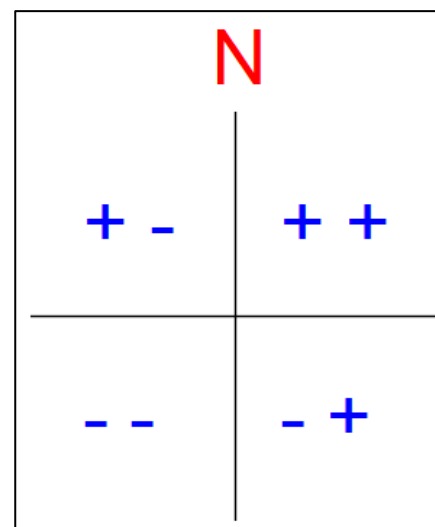


Figura 10. Azimut. Fuente: autoría propia.

Nota: El rumbo a diferencia del azimut se mide desde el norte o el sur de 0° hasta 90°, donde para especificar su cuadrante se lee en primera instancia **Norte** (Si la línea está por encima del eje **X**) o **Sur** (Si la línea está por debajo del eje **X**) seguido de los grados, minutos y segundos, para finalizar con la palabra **ESTE** (si la línea está a la derecha del eje **Y**) u **OESTE** (si la línea está a la izquierda del eje **Y**).

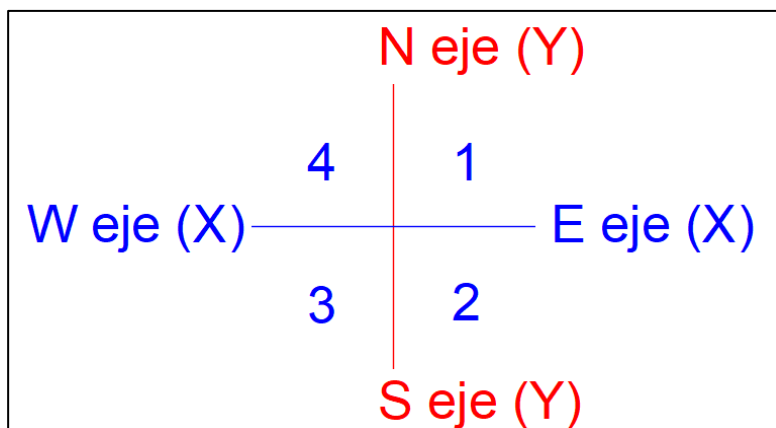


Figura 11. Rumbo. Fuente: autoría propia.

Al identificar el cuadrante, hay que calcular el Ángulo horizontal entre las dos líneas o el Rumbo utilizando la siguiente formula:

$$Rumbo = \text{Tangente}^{-1} \left(\frac{ESTE\ 2 - ESTE\ 1}{NORTE\ 2 - NORTE\ 1} \right)$$

Nota: El Este 1 y Norte 1 corresponden al punto de armado y el Este 2 y Norte 2 al punto visado.

Teniendo el rumbo y el cuadrante indicado, se aplica la siguiente tabla para obtener el azimut.

Tabla 2. Azimut. Fuente: autoría propia.

Cuadrante	Azimut
1	Mismo Rumbo
2	180° - Rumbo
3	180° + Rumbo
4	360° - Rumbo

Es importante calcular el azimut para dar orientación al levantamiento que se desea realizar. A continuación se expone un ejemplo del cálculo del azimut y unos ejercicios de práctica.

Ejemplo:

Se realiza un levantamiento topográfico a partir de dos puntos conocidos denominados **GNSS-MOC-01** y **86001003**, en el cual el equipo se encuentra **armado en GNSS-MOC-01** tomando como **referencia atrás al 86001003**, las coordenadas son:

Norte	Este	Cota	Descripción
617822.774	1048241.104	591.483	GNSS-MOC-01
617416.468	1048200.347	684.898	86001003

Diferencia en Norte: -406.306 metros

Diferencia en Este: -40.757 metros

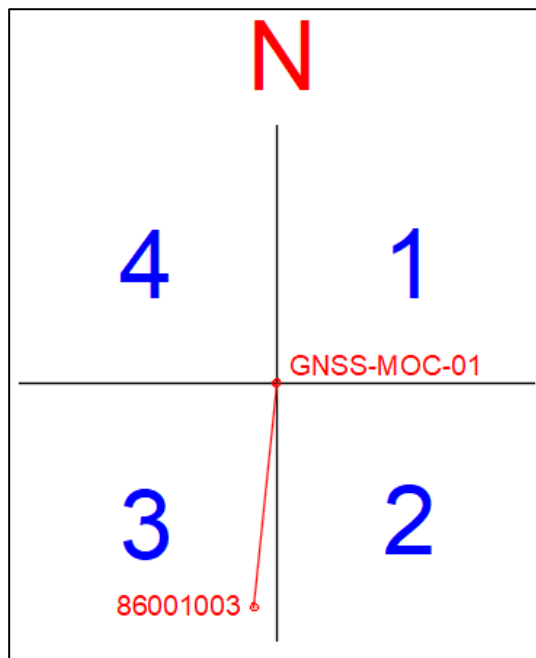


Figura 12. Ejemplo de Azimut. Fuente: autoría propia.

Rumbo

$$\text{Rumbo} = \text{Tangente}^{-1} \left(\frac{1048200.347 - 1048241.104}{617416.468 - 617822.774} \right)$$

Rumbo: SUR 5° 43' 41.67" OESTE

Azimut: 180° + 5° 43' 41.67" = 185° 43' 41.67"

Ejercicio:

Calcular el azimut de los puntos dados e indicar la letra que le corresponde:

Ejemplo:

1.

NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
617885.221	1048022.607	GPS 1 - Orientación
617924.963	1048013.436	GPS 2 - Armado

Respuesta: d. 167°0'18.4"

2.

NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
618064.604	1048006.661	GPS 3- Armado
618102.241	1047986.323	GPS 4 - Orientación

Respuesta: _____

3.

NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
618192.344	1048046.895	GPS 5 - Orientación
618227.981	1048101.741	GPS 6- Armado

Respuesta: _____

4.

NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
618125.011	1048276.664	GPS 7 - Orientación
617995.679	1048254.033	GPS 8 - Armado

Respuesta: _____

5.

NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
617371.401	1048151.589	GPS 9 - Orientación
617362.071	1048014.141	GPS 10 - Armado

Respuesta: _____

6.

NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN
618102.241	1047986.323	GPS 11 - Orientación
617995.679	1048254.033	GPS 12- Armado

Respuesta: _____

Respuestas:

- a. 86°7'0.40"
- b. 236°59'6.26"
- c. 291°42'18.74"
- d. 167°0'18.48"
- e. 331°36'52.64"
- f. 9°55'32.31"

El estudiante deberá asociar y diferenciar el rumbo del azimuth clasificando los cuadrantes según los resultados al que estén direccionados los azimuths ya que de esto depende el cálculo correcto de los detalles.

Distancia Horizontal

Para el cálculo de coordenadas es obligatorio utilizar distancias horizontales, ya que en los crudos de la estación se recopilan las distancias inclinadas, es necesario convertirlas para poder procesar los datos manualmente si así se desea.

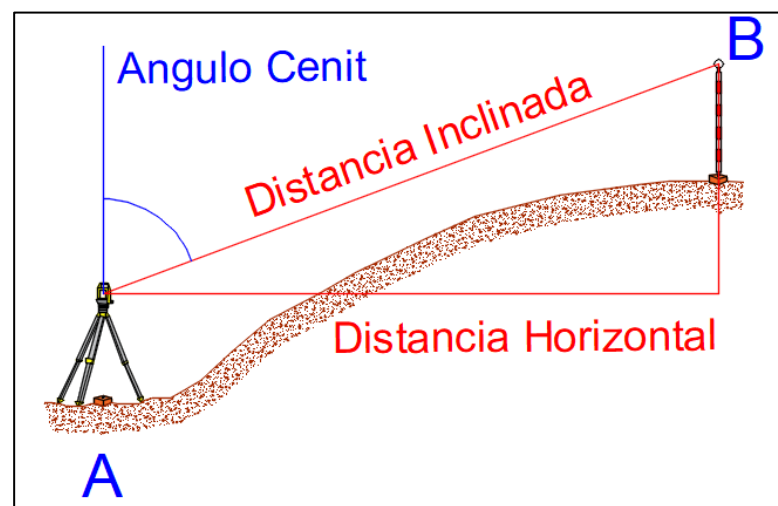


Figura 13. Calculo de distancia Horizontal. Fuente: autoría propia.

Para este cálculo solo es necesario el ángulo cenit y la distancia inclinada aplicando la siguiente formula.

$$\text{seno}(\text{Angulo Cenit}) * \text{Distancia Inclinada}$$

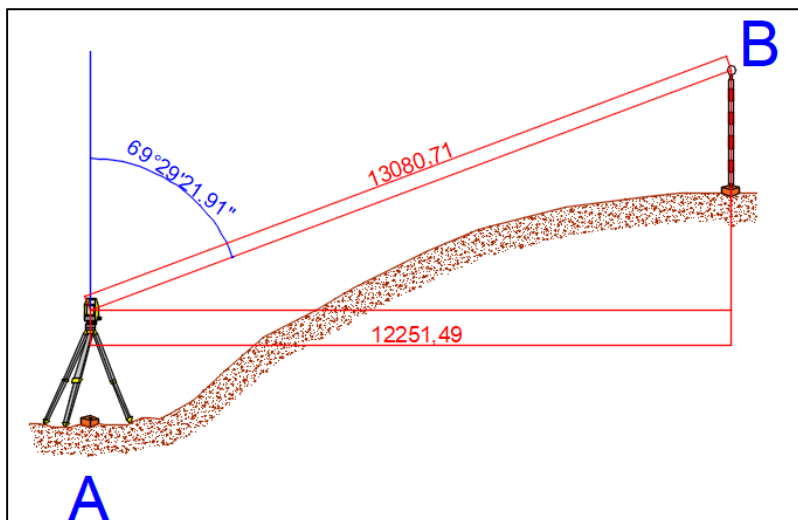


Figura 14. Ejercicio de distancia Horizontal. Fuente: autoría propia.

$$DH: \text{seno}(69^{\circ}29'21.91) * 13080.71 \text{ m}$$

Distancia Horizontal: 12251.49 metros

Nota: Durante el levantamiento es recomendable chequear las distancias entre el punto de armado y el visado al cambiar de armada (esto garantizara las medidas tomadas desde la nueva armada) para dicho chequeo es importante calcular la distancia horizontal en cada armada y cerciorase que estas sean iguales.

Ejercicio:

Unir con una línea la distancia horizontal correspondiente a los datos dados:

a. Angulo 86°29'28" dist 66.525 m	137.200 m
b. Angulo 82°50'26" dist 138.851 m	65.367 m
c. Angulo 88°54'09" dist 196.272 m	137.768 m
d. Angulo 86°27'57" dist 39.127 m	106.357 m
e. Angulo 78°52'55" dist 108.391 m	36.091 m
f. Angulo 91°05'04" dist 137.225 m	49.771 m
g. Angulo 91°00'17" dist 53.796 m	39.464 m
h. Angulo 84°08'21" dist 65.710 m	66.400 m
i. Angulo 88°19'15" dist 51.005 m	40.786 m
j. Angulo 88°50'14" dist 49.781 m	196.236 m
k. Angulo 88°34'25" dist 63.159 m	22.759 m
l. Angulo 89°31'46" dist 36.092 m	53.788 m
m. Angulo 90°34'49" dist 28.994 m	39.053 m
n. Angulo 91°38'32" dist 39.480 m	63.139 m
o. Angulo 87°44'58" dist 40.817 m	28.993 m
p. Angulo 89°01'57" dist 22.762 m	50.983 m

El ejercicio planteado tiene como finalidad reconocer la diferencia de distancias inclinadas y distancias horizontales.

3. ARMADO ESTACIÓN TOPOGRÁFICA

Nota: Los ítems relacionados con la armada, manipulación y descarga de datos de la guía están basados en la interfaz de la estación **Topcon GPT 3000**, donde cabe aclarar que los procedimientos de manipulación que se deben aplicar en las diferentes Estaciones que existen actualmente en el mercado son similares a los que se explican durante la guía, la diferencia radica primordialmente en la interfaz o presentación que cada una de estas presente.

- a. Posicione el trípode de tal forma que el plato quede más horizontal posible y centrado sobre el punto en el terreno (puntilla, placa, etc.) y que este esté a la altura del pecho de la persona que va a operar el equipo.

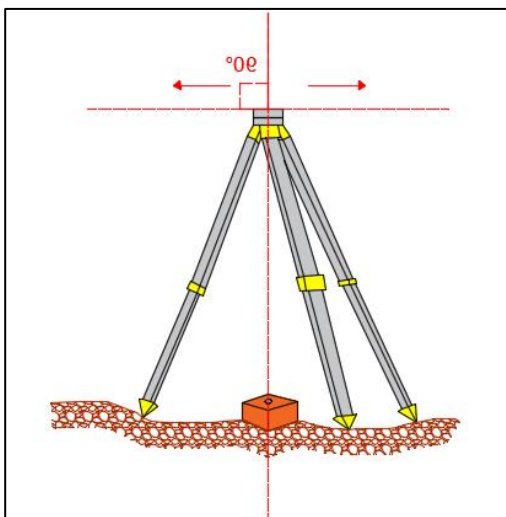


Figura 15. Trípode. Fuente: autoría propia.

- b. Coloque el trípode de tal manera en la que sus patas no obstruyan el paso al momento de la nivelación, además ayuda a evitar posibles accidentes e incomodidades al momento de realizar el levantamiento.
- c. Haga presión sobre una de las patas para que esta se adhiera al terreno y quede estática, esto con el fin de maniobrar al momento de centrar el equipo sobre el punto en el terreno.
- d. Posicione la estación sobre el plato, asegúrelo con el tornillo del trípode y cerciórese de que los tornillos de nivelación de la base se encuentren por debajo de la línea amarilla y a la misma altura.
- e. **Para estaciones totales sin plomada laser:**
Mire a través de la plomada óptica y tomando las dos patas que están libres, maniobre el equipo hasta encontrar el punto sobre el terreno, seguido de esto presione cada una de las patas hasta que queden fijas al terreno.
- f. **Para estaciones con plomada laser:**
Encienda el equipo, habilite la plomada laser y proceda a centrar el equipo de la manera explicada anteriormente.

Nota: El paso **F** sustituye a al **E** dependiendo de la marca de la estación (No todas las estaciones totales poseen plomada láser).

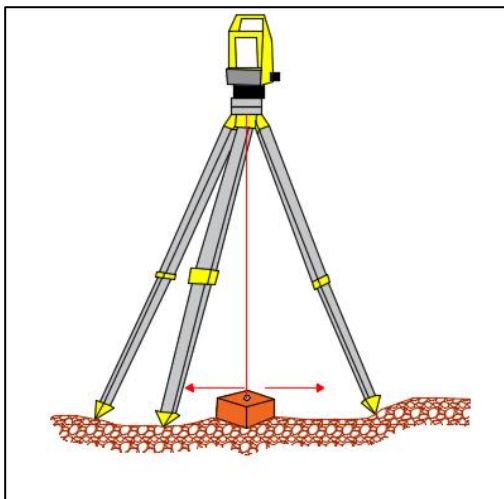


Figura 16.Centrado del equipo. Fuente: autoría propia.

- g. Centre el nivel circular (ojo de pollo) subiendo o bajando la altura de las patas desatornillando los seguros.

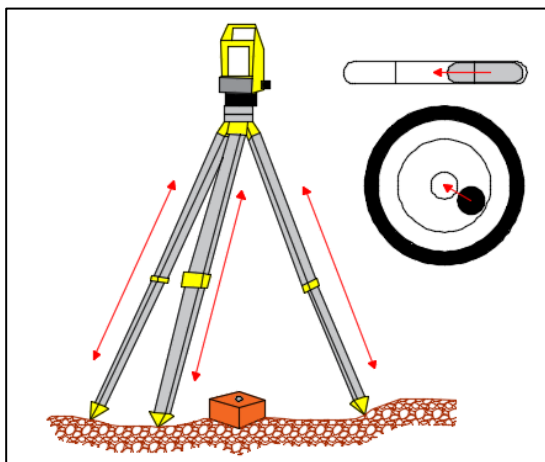


Figura 17.Nivelacion del equipo Fuente: autoría propia.

- h. Verifique con la plomada óptica o laser que la estación no se haya movido del punto, si esto sucede, suelte ligeramente el tornillo del trípode y desplace la estación sin que se salga del plato hasta lograr que esta quede totalmente centrada sobre el punto en el terreno y vuelva a ajustar.
- i. Ubíquese en frente de dos de los tornillos de nivelación de la base, gire la cabeza de la estación hasta que el tubular quede paralelo a los tornillos y centre la burbuja con estos.

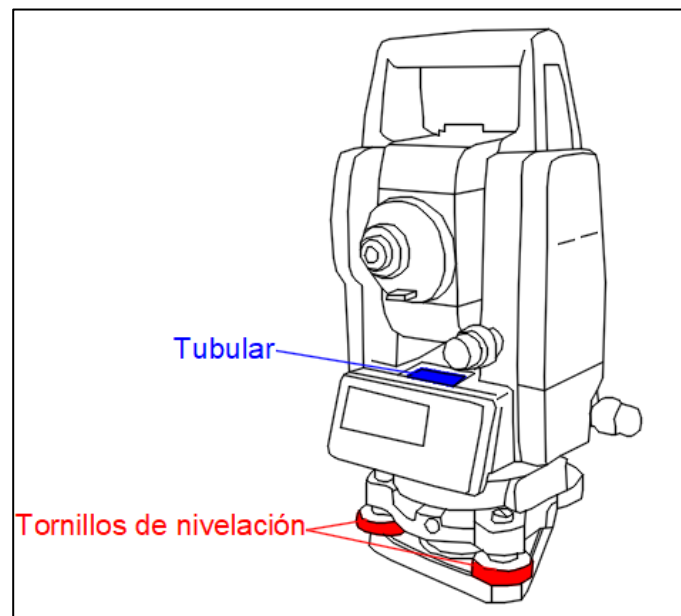


Figura 18.Nivelacion del Tubular Fuente: autoría propia.

- j. Gire la estación 90° para alinear el tubular con el tornillo sobrante, ajuste el tornillo hasta que la burbuja quede nuevamente centrada.

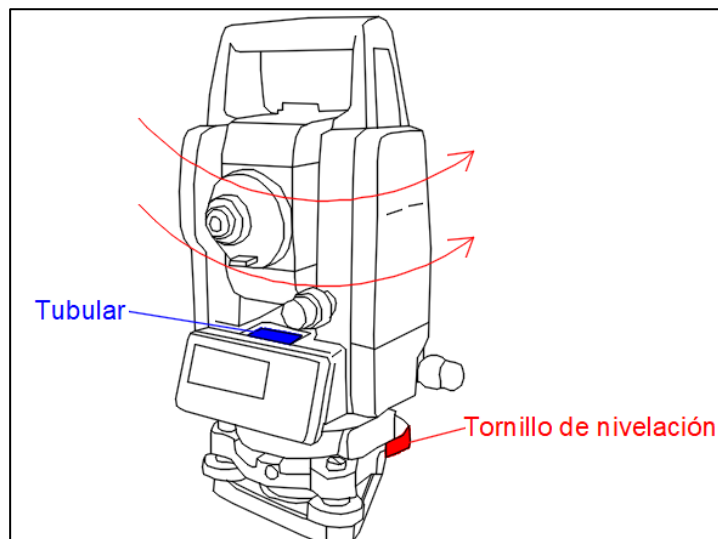


Figura 19. Nivelación del Tubular. Fuente: autoría propia.

- k. Revise nuevamente con la plomada laser o óptica que la estación este centrada en el punto correcto (si no es así jústela nuevamente).
- l. Confirme que el nivel Tubular este dentro de los reparos, si no es así repita los pasos l, J y K.

La precisión que se tenga del armado del equipo se verá reflejado en la toma de ángulos y distancias, llevando un acumulado de errores instrumentales, el cual se debe buscar minimizar.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

Con base a la explicación de profesor y los parámetros explicados anteriormente ejecute los siguientes ejercicios:

1. Ubique un Delta sobre una superficie firme (Concreto, adoquín o vía en afirmado).
2. Cada miembro del grupo debe armar la estación mínimo 3 veces, esto con el fin de tomar práctica y precisión en los futuros trabajos.
3. Ubique un Delta sobre una superficie blanda y en pendiente (zona verde o tierra) cada miembro del grupo deberá armar nuevamente el equipo.
4. Identificar las diferencias en las condiciones encontradas de ambas armadas.

NOTA: recuerde asegurar las 3 patas del trípode hasta que estas queden enterradas, esto hará que su armada sea más firme y las posibilidades que se mueva el equipo sean menores.

Este ejercicio se aplica con el propósito de practicar el armado del equipo logrando el objetivo de precisión en el menor tiempo posible.

4. VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN

Antes de iniciar el levantamiento topográfico es importante tener seguridad sobre el estado de calibración del equipo, para ello se realiza un chequeo rápido observando tres puntos a diferentes distancias, empezando con el más lejano. Se deben anotar los ángulos horizontales y verticales tanto en directo como en inverso.

Primero se realiza el chequeo en el ángulo horizontal verificando que la resta entre la lectura inversa y la lectura directa, debe dar 180° , para los ángulos horizontales y 0° para los verticales.

Ejemplo:

Lecturas ángulos horizontales

Lectura directa $250^\circ 30' 15''$

Lectura inversa $70^\circ 30' 17''$

$250^\circ 30' 15''$

$70^\circ 30' 17''$

$179^\circ 59' 58''$

Lecturas ángulos verticales (Para esta verificación es necesario calcular el **Angulo complementario** de la lectura inversa para poder conocer el error del quipo $= 360^\circ - \text{Angulo inverso}$) en este caso la resta de los ángulos verticales debe ser igual a 0° .

Lectura directa $89^\circ 32' 19''$

Lectura inversa $270^\circ 27' 43''$

Angulo complementario $= 360^\circ - 270^\circ 27' 43'' = 89^\circ 32' 17''$

$89^\circ 32' 19''$

$89^\circ 32' 17''$

$0^\circ 00' 02''$

Podemos observar que hay una diferencia de 2 segundos en ambas lecturas y se debe consultar en el manual o en el brochure la precisión angular por defecto de la estación que se utilice.

Por ejemplo, para la estación Topcon GPT 3002(L)N se consultó que la precisión angular es de $2''$ es decir que en este caso la estación se encuentra en un estado óptimo para trabajar.

Al revisar la diferencia de ángulos se garantizarán que las lecturas tomadas sean las más precisas, evitando acumulaciones de errores sistemáticos por fallas del Equipo. Es recomendable hacer este procedimiento antes de comenzar cualquier levantamiento.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1. Cada miembro del grupo debe verificar el error de la estación tanto en el ángulo vertical como en el horizontal.

NOTA: Ubique un punto fijo en una superficie inamovible (una pared o un poste) use este punto para verificar el equipo.

5. REGISTRO DE DATOS

Configuración de la estación:

Antes de iniciar los trabajos de campo es importante configurar la estación con respecto a la constante de prisma, compensador, el valor de la temperatura, la presión atmosférica y si es necesario la iluminación de la pantalla del equipo.

Para configurar el equipo hay que ingresar por el botón “**Star Key**” antes de tomar la primera lectura.

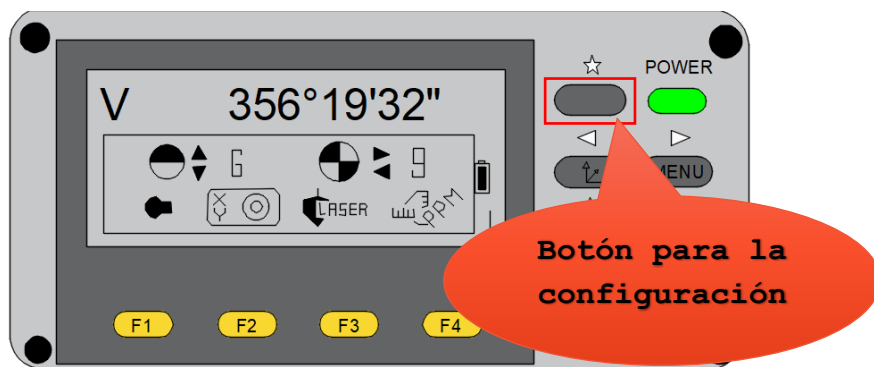


Figura 20. Configuración del equipo. Fuente: autoría propia.

En la pantalla emergente aparecerán las diferentes configuraciones que tiene el aparato:



Figura 21. Ajuste de contraste de la imagen. Fuente: autoría propia.



Figura 22. Ajuste de iluminación de la retícula. Fuente: autoría propia.



Figura 23. Iluminación de la pantalla. Fuente: autoría propia.

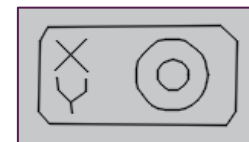


Figura 24. Configuración de compensador. Fuente: autoría propia.

El compensador es un sensor de inclinación que corrige automáticamente el Angulo vertical si es de un solo eje o el vertical y horizontal si es de doble eje (dependiendo de la marca de la estación) para así garantizar la precisión en la lectura de los ángulos.



Figura 25. Compensador. Fuente: autoría propia.

Nota: Es importante mantener activada esta opción para compensar cada una de las lecturas tomadas durante el levantamiento.



Figura 26. Activar plomada laser. Fuente: autoría propia.



Figura 27. Configuración partes por millón. Fuente: autoría propia.

Dentro de la opción de “**Configuración de partes por millón**” se encuentran las opciones para configurar la constante de prisma, PPM, Temperatura y presión.

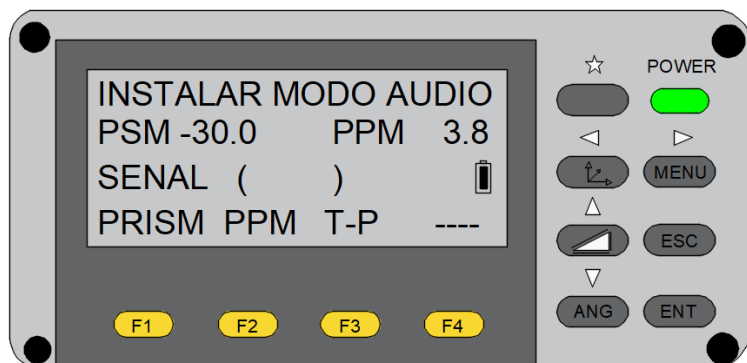


Figura 28. Configuración partes por millón. Fuente: autoría propia.

En la opción **F1 “PRISM”** se configurara la constante del prisma, donde deberá ser cero para los prismas de marca Topcon (usando estaciones de la misma marca), de ser de

otra referencia se tendrá que digitar dicha constante la cual se encuentra en el costado del lente del prisma o en la caja.

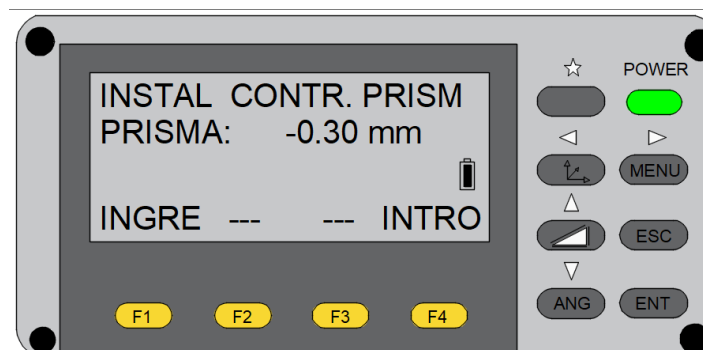


Figura 29. Constante del prisma. Fuente: autoría propia.

En la opción **F3 T-P** se encontrara la opción para el ingreso de la temperatura y la presión atmosférica, para esto hay que buscarla en la tabla teniendo en cuenta la temperatura y la altura de la zona de trabajo (estos datos se pueden buscar en internet).

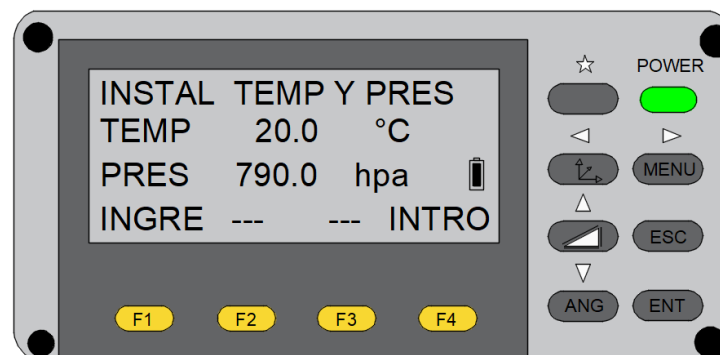
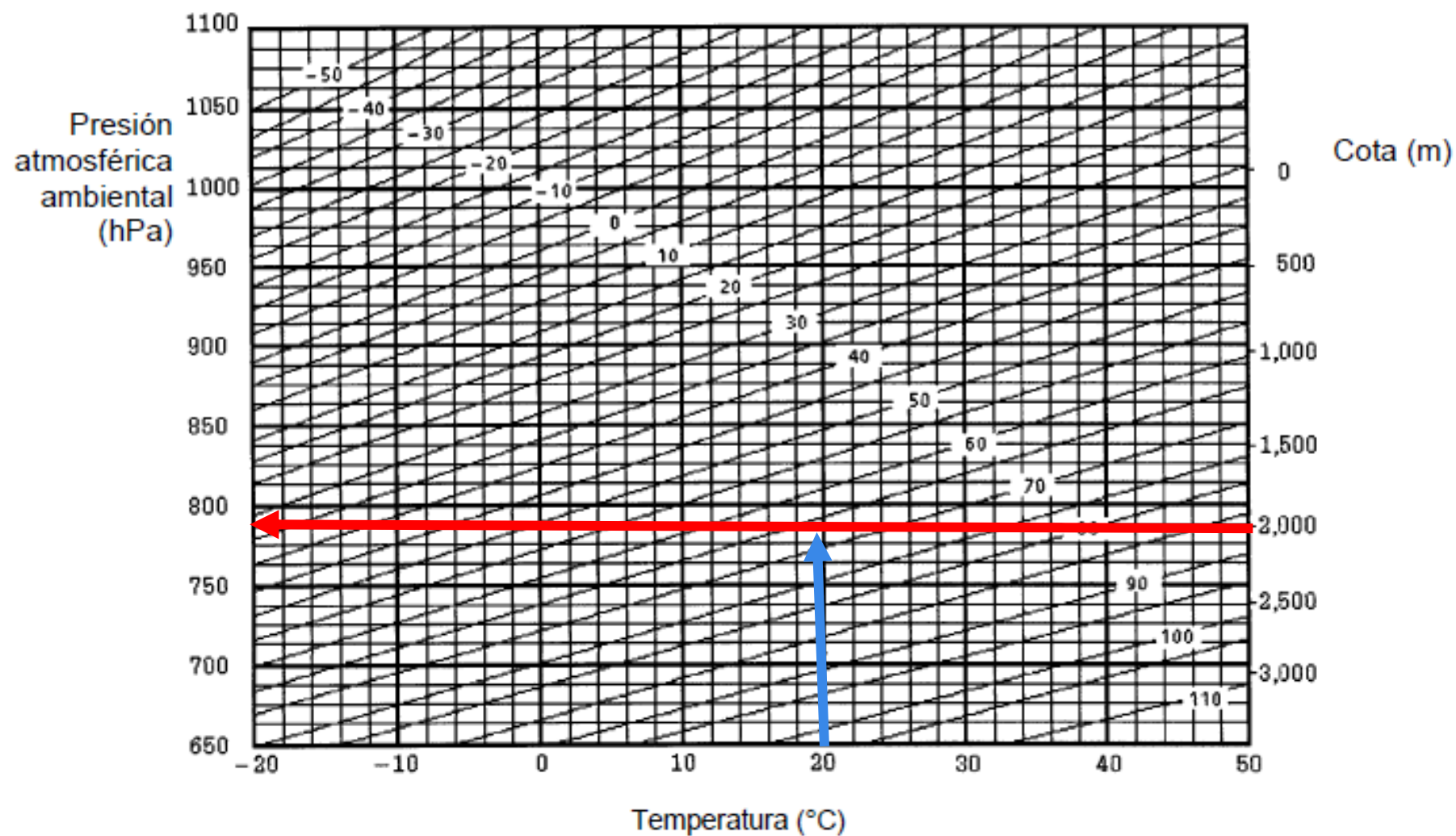


Figura 30. Configuración temperatura y presión. Fuente: autoría propia.

Tabla 3. Tabla para la corrección atmosférica. Fuente:
Manual GPT 3000 Topcon.

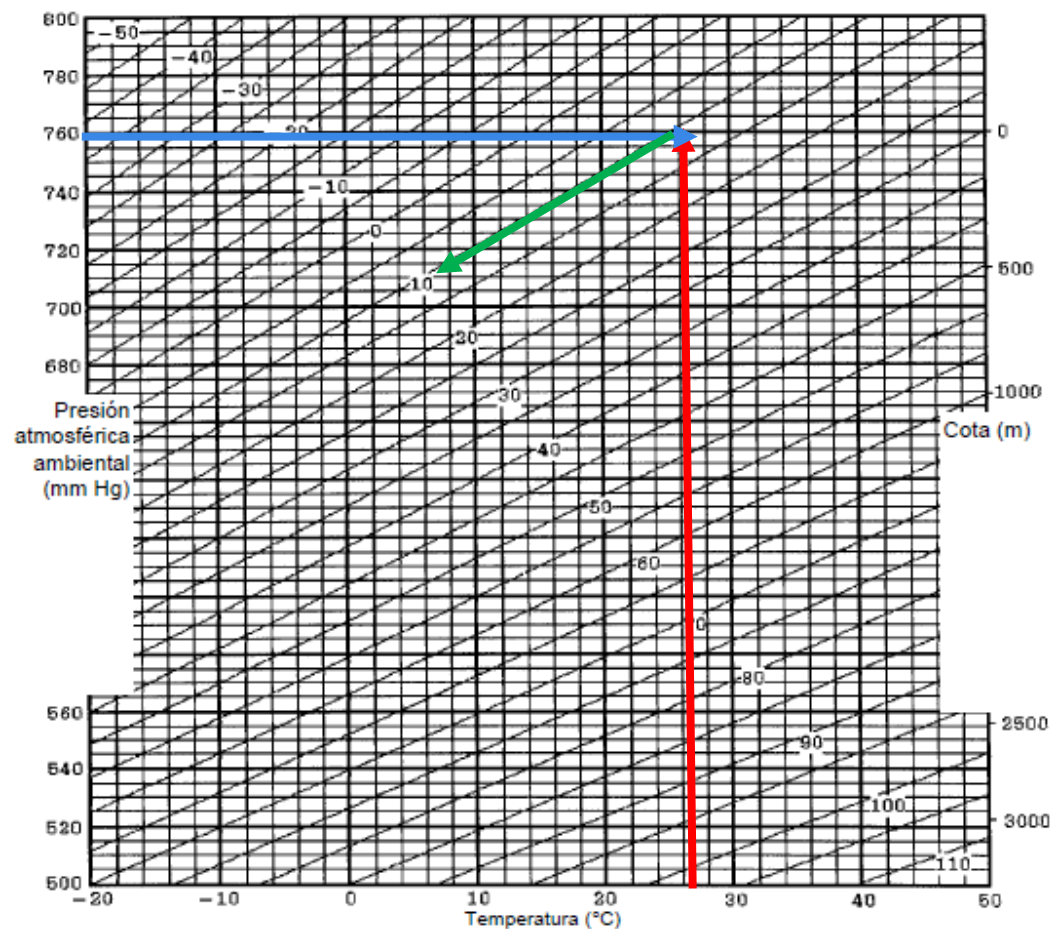


Ejemplo:

Altura 2000 msnm, temperatura 20 °C = 790 hPa

En la opción **F2 “PPM”** se configuraran el valor de partes por millón, para encontrar este dato hay que consultar en la red la temperatura y la presión atmosférica medida (mmHg).

Tabla 4. Tabla para PPM. Fuente: Manual GPT 3000 Topcon.



Ejemplo:

Temperatura consultada 26 °C, presión consultada 760 mmHg = **+10 ppm**

Registro de datos en la estación:

Para dar inicio al trabajo en campo posterior a la armada, centrado del equipo y configuración del mismo, se enciende la estación oprimiendo por dos segundos el botón denominado **“POWER”** ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.

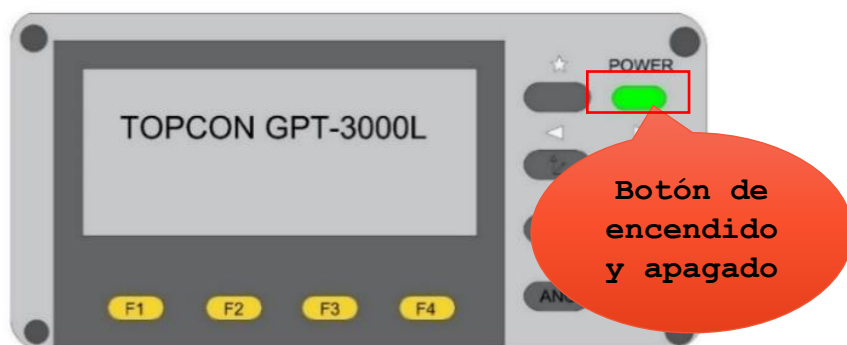


Figura 31. Encendido del equipo. Fuente: autoría propia.

Inicialmente se debe tener organización, por lo cual es primordial crear un archivo nuevo, esto con el fin de no mezclar la información nueva con datos tomados previamente en la estación (es recomendable descargar los datos de la estación y posteriormente eliminar el archivo de esta para evitar la mezcla de datos o que la estación se quede sin espacio de almacenamiento en medio de un levantamiento).

Al encender el equipo se mostrará en pantalla una interfaz donde permite leer ángulos y distancias sin opción de registrar

las mediciones, para proceder a crear el archivo se interactúa con el menú de la estación por medio del botón **“MENU”**.

Dentro de las opciones del menú de la estación se encuentra **“F1: COLECTOR DE DATOS”**, para seleccionar esta opción se tendrá que presionar el botón denominado **“F1”**.

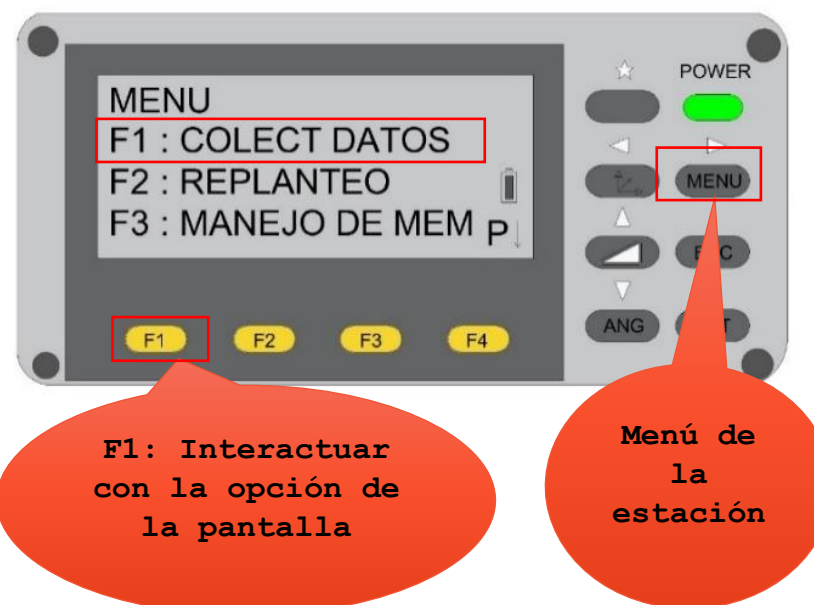


Figura 32. Colector de datos. Fuente: autoría propia.

Dentro de las opciones de **“F1: COLECTOR DE DATOS”** aparece la opción **“SELECCIONAR ARCHIVO”** donde se podrá seleccionar el indicador **“NUEVO ARCHIVO”** en el cual permitirá ingresar un nombre alfanumérico. Terminado esto regresará automáticamente al menú principal (a partir de ese momento todas las mediciones que se graben en la estación quedan guardadas en el archivo que se creó). Si ya se tiene

un archivo guardado en la estación anteriormente y se desea trabajar en este, solo se tendrá que elegir en el menú de **“SELECCIONAR ARCHIVO”**, hecho esto al igual que al crear el archivo la estación automáticamente saldrá al menú principal.

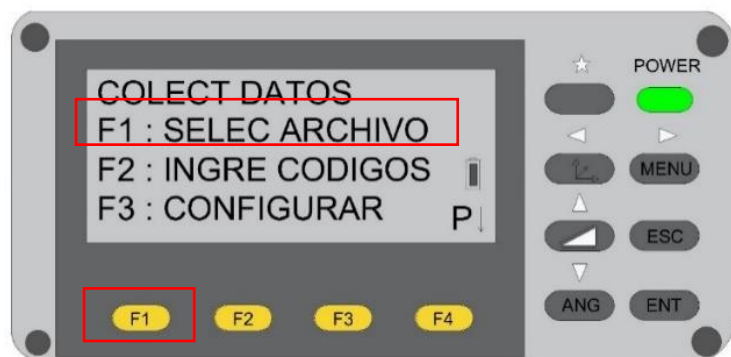


Figura 33. Fuente: autoría propia.

En el menú de **“COLECTOR DE DATOS”** se deben ingresar principalmente los datos del punto donde se está armado por medio de la opción **“F1: INGRESAR DATOS”**.



Figura 34. Estación Fuente: autoría propia.

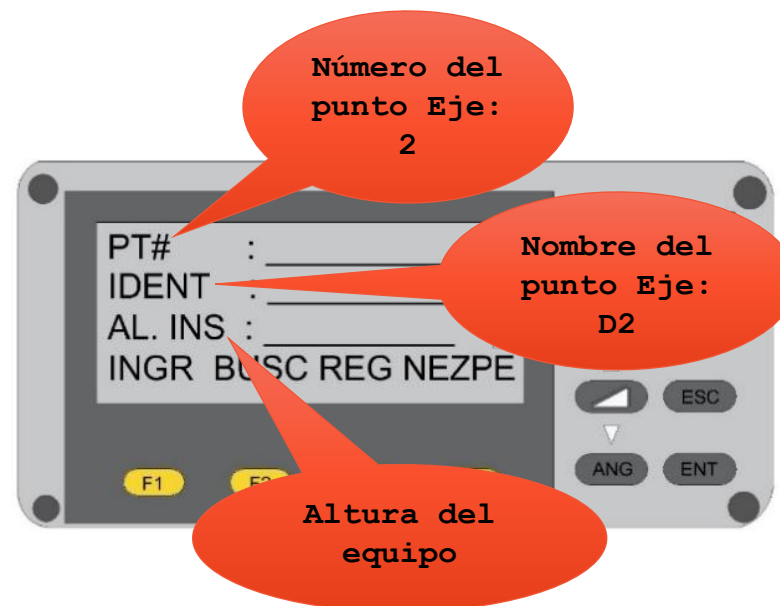


Figura 35. Ingreso de datos. Fuente: autoría propia.

Nota: PT# es el contador de la estación por lo cual nunca debe tener letras (en el caso que las tenga es probable que al descargar los datos se generen problemas que no permitan dicha descarga).

Para finalizar el ingreso de los datos del punto de armado se presionará en la opción **“REG”** con el botón **F3**.

Terminado el proceso de registro del punto de armado la estación automáticamente saldrá al menú del **“COLECTOR DE DATOS”** Donde se grabarán los datos pertinentes siguiendo la **norma**.

En el índice **4.2.1** de la norma de **EAAB V 5.2** se especifica: “Todas las mediciones angulares de los vértices de las poligonales deben realizarse en posición directa e inversa para eliminar los posibles errores (Regla de Bessel). estas mediciones deben quedar en la memoria de la estación y la cartera de campo”.

En el anexo de la **EPC** se especifica: “Todas las mediciones angulares de los vértices de la poligonal deben hacerse en posición directa e inversa, para de esta forma eliminar el error de colimación, estas mediciones deben quedar registradas en la memoria de la estación total y anotada en la cartera de campo”.

Para iniciar con la toma de datos es primordial orientar la estación a otro punto conocido (por defecto la estación al encenderse estará orientada a un punto arbitrario), para lo cual se ingresará en la opción “**F2 REFERENCIA ATRÁS**”.

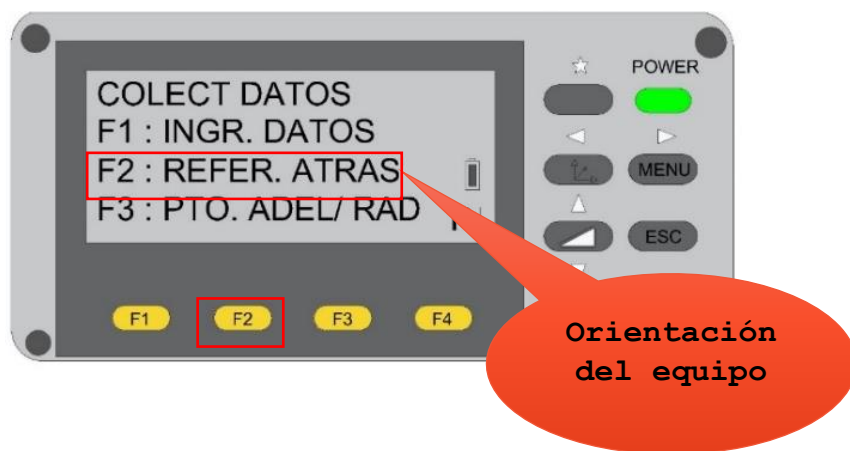


Figura 36. Orientación del equipo. Fuente: autoría propia.

Dentro del menú “**REFERENCIA ATRÁS**” aparecerá una lista de características del punto al cual se va a orientar el equipo.



Figura 37. Estación. Fuente: autoría propia.

Una vez terminado de ingresar los datos del punto de orientación, se tendrá que buscar con el lente objetivo y con los pasos lentos del equipo la plomada que se esté ubicando sobre el punto de referencia donde se esté orientando y se oprimirá la opción “**CERO**” (automáticamente el ángulo horizontal del equipo se pondrá en ceros en esa posición).

Posteriormente se pondrá el prisma sobre el punto y se elegirá en la opción “**MIDE**” (la estación automáticamente medirá la distancia horizontal, distancia vertical, ángulo vertical y el ángulo horizontal) aparecerá en la pantalla los datos tomados antes de ser guardados en la memoria interna de la estación, es aconsejable medir dos veces para verificar los datos tomados y luego de esto se debe grabar la medición.

Terminado el proceso de orientación del equipo, la estación regresará al menú de “**COLECTOR DE DATOS**” (para este momento el equipo ya estará orientado al punto atrás).

Siguiendo el procedimiento de ceros atrás se tendrá que transitar el equipo para volver a leer al punto donde se referencio previamente, para registrar esta información en el menú de “**COLECTOR DE DATOS**” se escogerá la opción “**F3 PUNTO ADELANTE /RADIACIÓN**”.

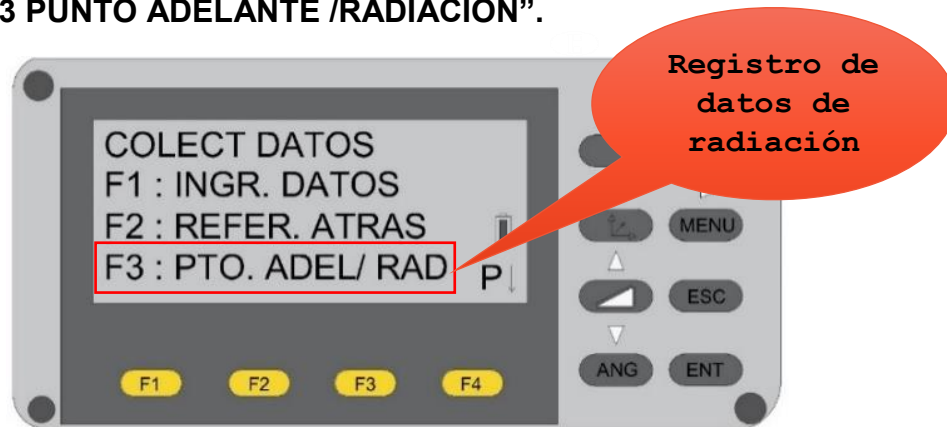


Figura 38. Estación. Fuente: autoría propia.

En el menú de “**F3 PUNTO ADELANTE /RADIACIÓN**” se encontrará las características de registro de punto que se

quiera grabar en el equipo, en el caso de las poligonales se registrarán los puntos adelante y las inversas de estos con el equipo transitado (los cuales serán denominados como deltas y deberán estar debidamente materializados) y para el caso de la toma de detalles se registrarán los puntos pertinentes para el dibujo de zona levantada.

Nota: PTN es el contador de la estación por lo cual nunca debe tener letras (en el caso que las tenga es probable que al descargar los datos se generen problemas que no permitan dicha descarga).



Figura 39. Estación. Fuente: autoría propia.

De nuevo ingresado los datos de la inversa al punto donde se orientó el equipo y alineado este con el mismo procedimiento de la orientación (Ubicación de la plomada y centrado del hilo medio con la línea de la plomada) se usará la opción **“TODO”** (la estación automáticamente medirá la distancia horizontal, distancia vertical, ángulo vertical y el ángulo horizontal), hecho esto el equipo mostrará los datos tomados antes de guardarlos.

NOTA: Este procedimiento se repetirá cada vez que se realice una nueva armada.

Siguiendo los parámetros que exige la norma, primero se materializan los vértices de las poligonales para cualquier proyecto, se radiará al punto adelante con el equipo en posición directa dentro de la misma opción donde se grabó anteriormente la inversa del punto de orientación del equipo, posteriormente se transitará el equipo y se volverá a leer al mismo punto adelante (todo este procedimiento se grabará en la mismo menú de **“F3 PUNTO ADELANTE /RADIACIÓN”** variando los números, descripciones y si es necesario las alturas del prisma).

Para grabar los detalles tan solo hay que variar las descripciones según sea el caso y la altura del prisma si es necesario (la estación automáticamente cambiara el número del detalle **PT N**).

Finalmente, luego de tomar toda la información necesaria se procederá a apagar el equipo oprimiendo por dos segundos el botón de **“POWER”**.

EJERCICIO DE APLICACIÓN

Teniendo en cuenta las instrucciones del profesor y los parámetros explicados anteriormente.

1. Cada miembro del grupo debe armar el equipo, levantar mínimo 50 puntos y estos deben estar grabados en la estación.

NOTA: Estos puntos deben ser en diferentes ubicaciones para cada miembro.

La implementación de este ítem busca que el estudiante interactúe con la configuración y parámetros de la toma de detalles al momento de ejecutar un levantamiento topográfico.

6. DESCARGA DE DATOS

Para la descarga de datos se requiere el cable de la estación y el programa original de este denominado **“GTS210”** que funciona solamente para equipos con sistema operativo de 32 Bits o descargar el programa Topcon Link (ambos gratuitos), para poder descargar los datos, el equipo y la estación deben estar bajo los mismos parámetros.

CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN

Para configurar la estación en el menú de esta se seleccionará la opción **“F3 MANEJO DE MEMORIA”**

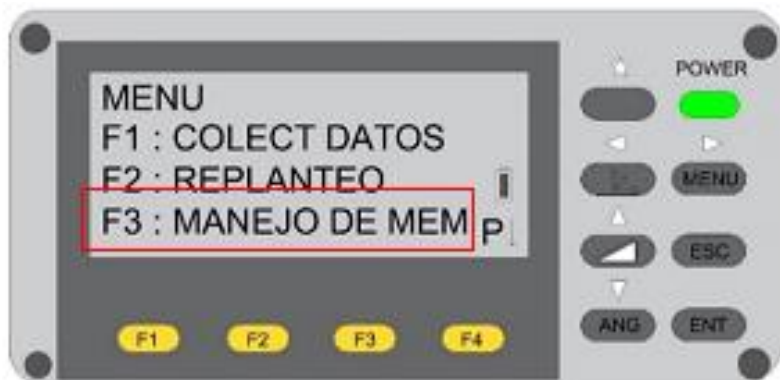


Figura 40. Estación. Fuente: autoría propia.

En el menú que se despliega se seleccionara **“F3 PARÁMETROS EN COMUN”**

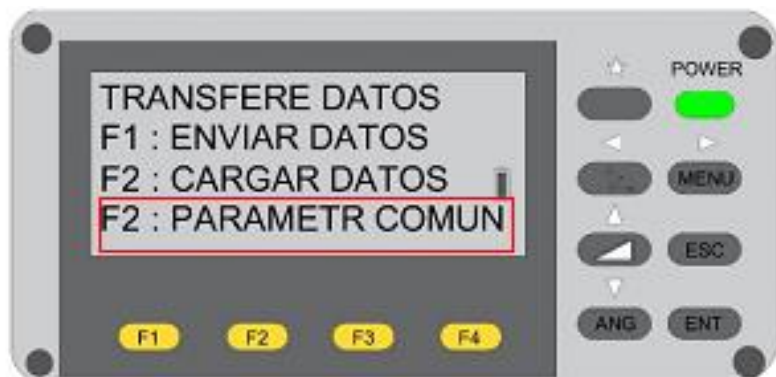


Figura 41. Estación. Fuente: autoría propia.

Se desplegará un listado de características de conexión al equipo receptor en las cuales es necesario que estén de la siguiente manera:

-PUERTO DE SERIE: **COM1** -PARIDAD: **NADA**

-VELO BAUDIOS: **9600** -BITS PARADA: **UNO**

En el menú de **“TRASFERIR DATOS”** se usará la opción **“ENVIAR DATOS”**.

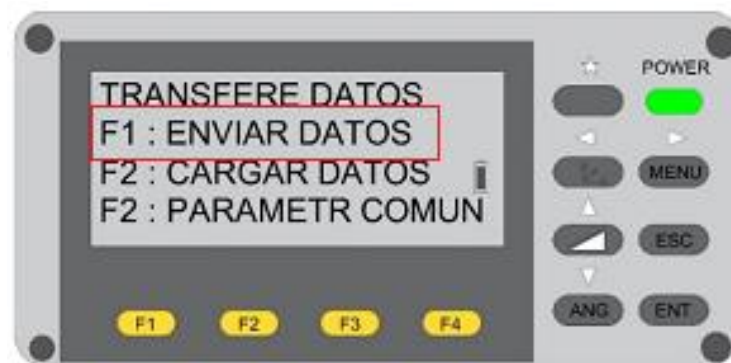


Figura 42. Estación. Fuente: autoría propia.

Aparecerán las opciones por las cuales se pueden descargar los datos, en este caso se utilizará la opción **“F1: FORMATO GTS”**

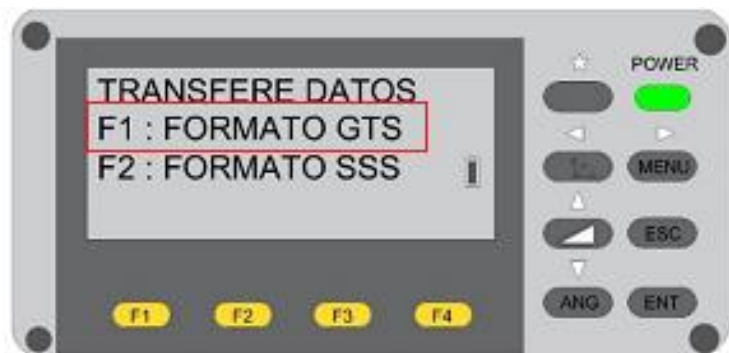


Figura 43. Estación. Fuente: autoría propia.

Posteriormente se usará la opción “**RS-232C**” (referente al uso del cable).



Figura 44. Estación. Fuente: autoría propia.

NOTA: Se selecciona en la opción INTRO primero en la estación y posteriormente en el programa.

CONFIGURACIÓN EN EL PROGRAMA GTS210

Este programa está diseñado para visualizar la cartera de la estación, descargar los datos almacenados en esta y cargar datos del quipo PC a la estación.

Al iniciar el programa saldrá la interfaz del inicio, solo bastará con seleccionar cualquier tecla para visualizar el menú principal.



Figura 45. GTS210. Fuente: autoría propia.

En el menú principal del programa se seleccionará la opción “**CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA**”.

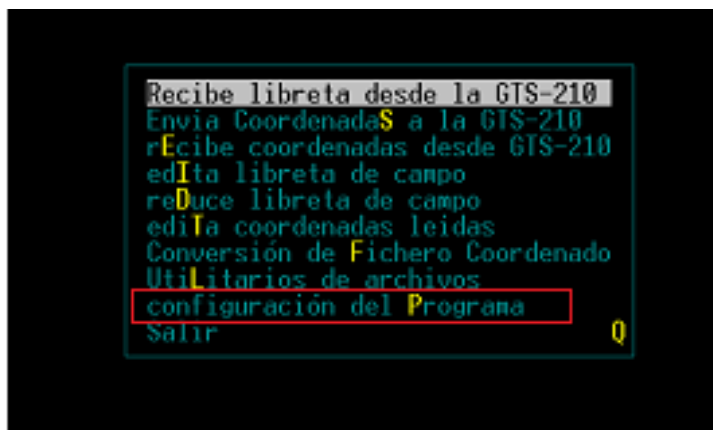


Figura 46. GTS210. Fuente: autoría propia.

En el menú que se despliega se revisara que los datos estén igual que en la estación si no es así se tendrán que cambiar a mano.



Figura 47. GTS210. Fuente: autoría propia.

Configurado el programa y la estación con los mismos parámetros se procederá a descargar los datos recolectados en campo.

En el menú principal se seleccionará la opción “**Recibe coordenadas desde GTS-210**”

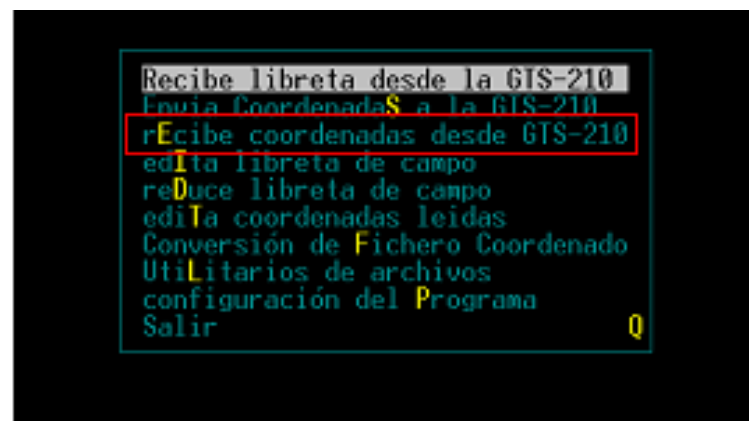


Figura 48. GTS210. Fuente: autoría propia.

En el espacio emergente se digitará el nombre el archivo a descargar (se oprimirá INTRO en la estación y posteriormente en el programa) automáticamente comenzara a descargar los datos almacenados en el equipo y dejaran un archivo con extensión **.FB0** en la carpeta donde se encuentra el ejecutable del programa.

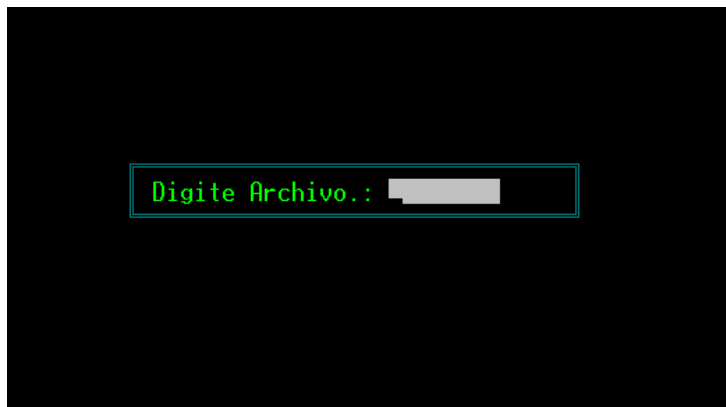


Figura 49. GTS210. Fuente: autoría propia.

DESCARGA EN TOPCON LINK

Este programa está diseñado para diferentes aplicaciones topográficas como lo es la descarga de datos de las diferentes versiones de las estaciones Topcon.

AL ingresar a al programa se dirigirá directamente a la opción **"IMPORT FROM DEVICE"** la cual tiene la función de descarga.

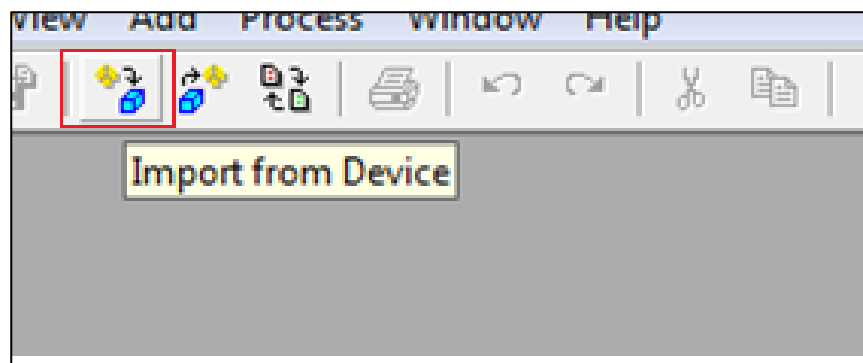


Figura 50. Topcon Link. Fuente: autoría propia.

Inmediatamente se desplegará la ventana emergente donde se agregarán las características de la estación de la cual se van a descargar los datos (este procedimiento solo se tendrá que hacer una vez).

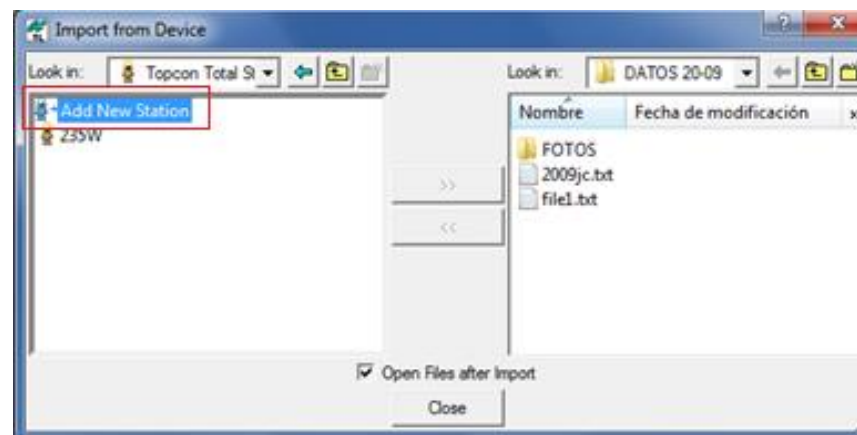


Figura 51. Topcon Link- IMPORT FROM DEVICE. Fuente: autoría propia.

Se desplegará la ventana emergente donde se configuran los parámetros de emparejamiento.

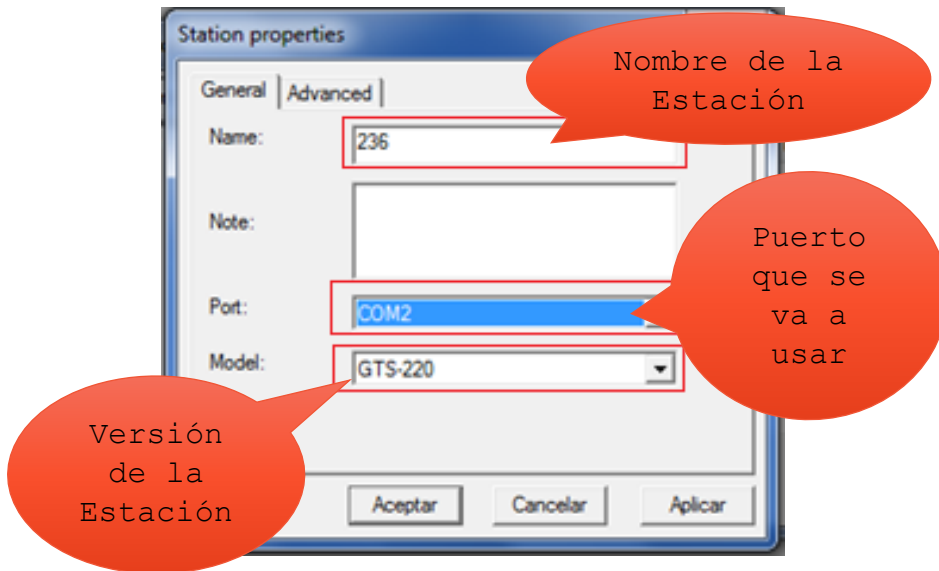


Figura 52. Topcon Link- Configuración. Fuente: autoría propia.

NOTA: La versión de la estación esta al costado de la misma y el puerto “**COM2**” será asignado por el equipo donde se esté trabajando, asegúrese que este puerto este configurado con los mismo parámetros previamente establecidos en la estación y el programa (Para revisar el puerto hay que dirigirse al “**Administrador de dispositivos**” del computador donde se esté trabajando, seguidamente se debe seleccionar la opción “**Puertos COM y LPT**” y dar clic en el puerto indicado, inmediatamente se verá la configuración del mismo.

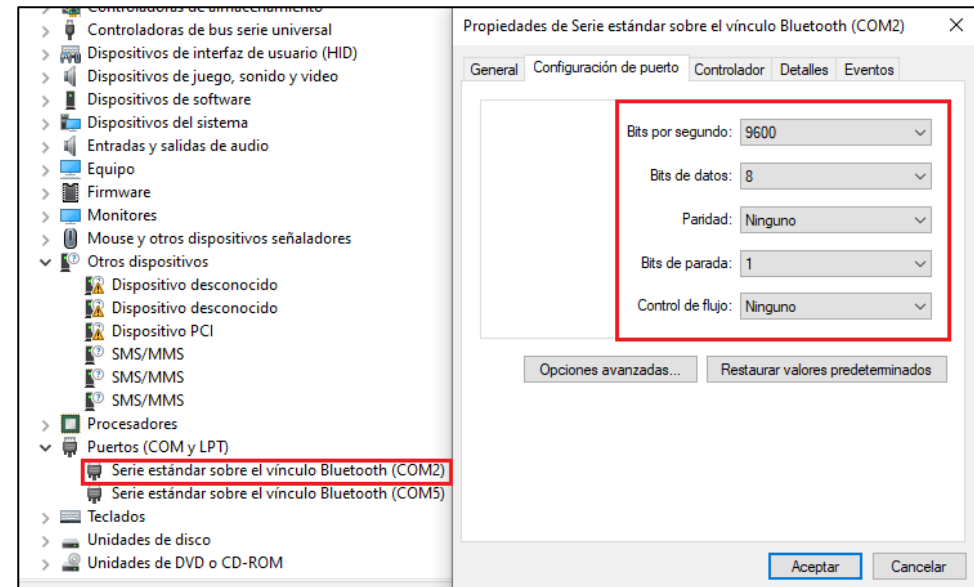


Figura 53. Administrador de dispositivos. Fuente: autoría propia.

También se debe configurar los parámetros en la pestaña **“ADVANCED”**

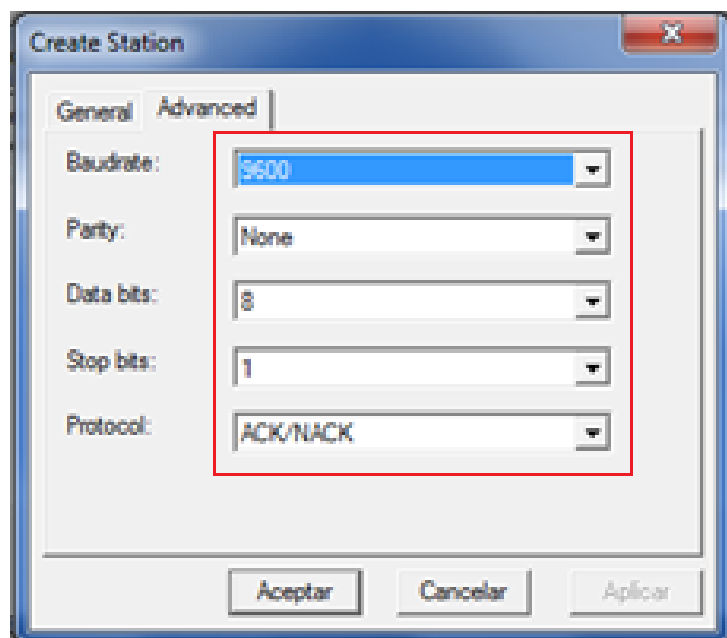


Figura 54. Topcon Link- “ADVANCED”. Fuente: autoría propia.

Configurados todos los parámetros se dará en aceptar, inmediatamente aparecerá una nueva opción donde estarán los parámetros seleccionados (estos podrán ser modificados en cualquier momento).

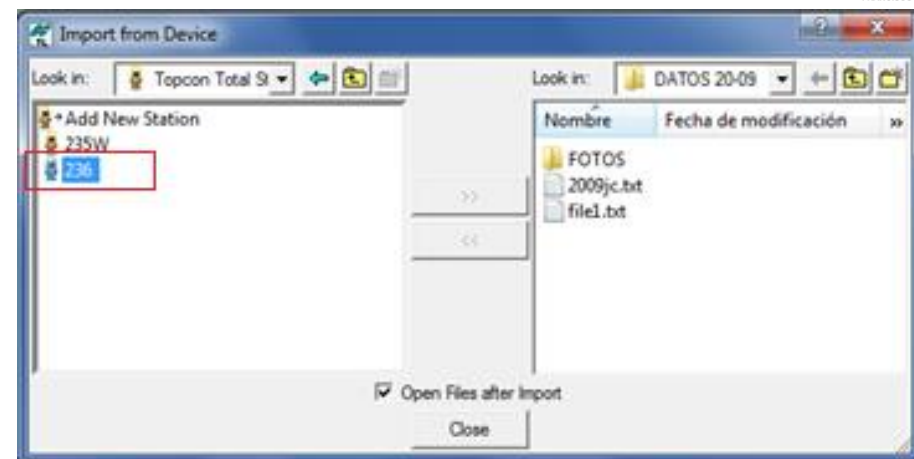


Figura 55. Topcon Link- “Nuevo parámetro”. Fuente: autoría propia.

Presionando dos veces en la nueva opción se ingresará a la interfaz para descargar los datos. En la pantalla derecha de la ventana se buscará la ruta donde quedará el crudo de la estación.

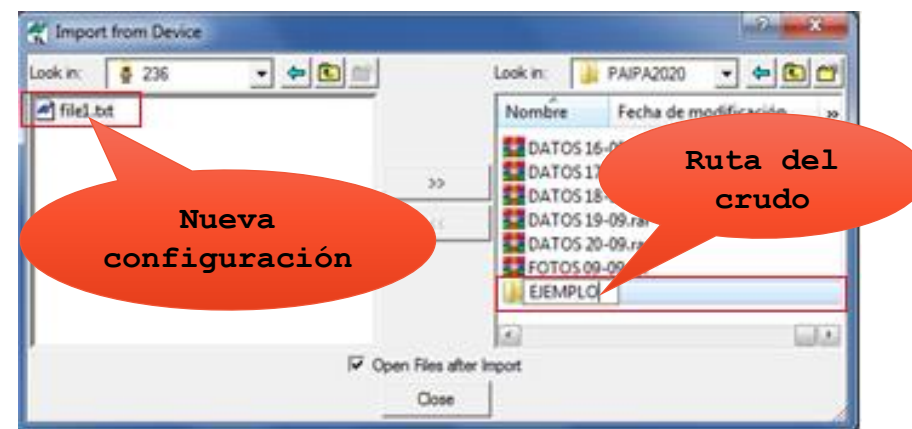


Figura 56. Topcon Link- “Ruta”. Fuente: autoría propia.

Como último paso, con la estación configurada y conectada al computador se hará clic en las dos flechas ubicadas en la mitad de las dos pantallas de la ventana.

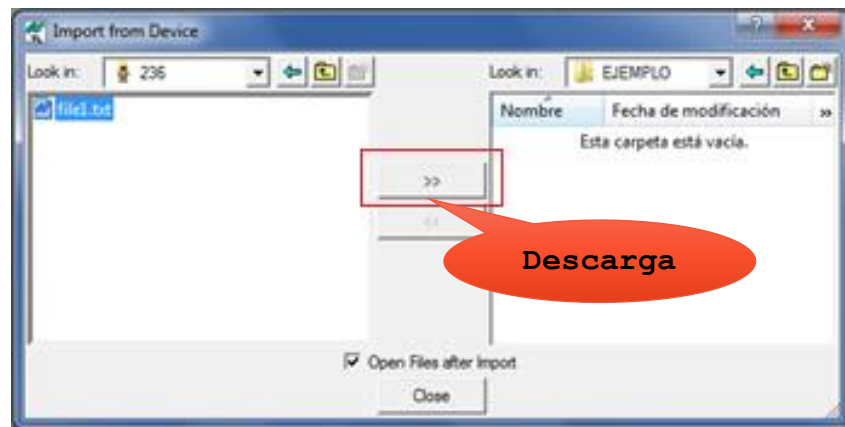


Figura 57. Topcon Link- “Descarga”. Fuente: autoría propia.

Inmediatamente se desplegará una ventana donde se dará clic en la opción “Start” y posteriormente se aceptará la transferencia de datos en la estación.

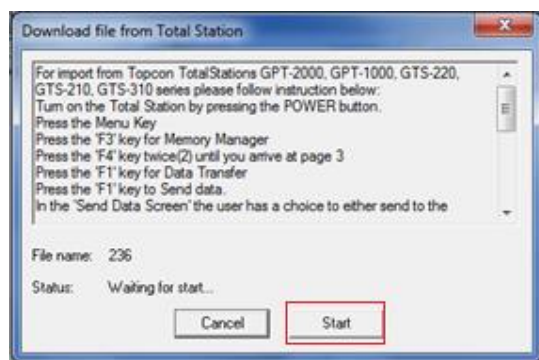


Figura 58. Topcon Link- “Confirmación de Descarga”. Fuente: autoría propia.

NOTA: En este programa es primordial primero aceptar la descarga en el computador y luego en la estación.

El programa abrirá automáticamente los datos descargados, permitiendo observar cada una de las lecturas tomadas divididas por armadas.

Point #	Point Name	Point No.	Reflector Height	Azimuth	Horizontal Circle	Slope Distance	Zenith Angle	Date	Note	Code	Type	Sited Result
1	236	236	1.000	170°00.0000"	31.432	89°12.0000"	31.432	20/09/2020		236	SS	
2	117	117	1.000	180°00.0000"	31.432	270°30.0000"	31.432	20/09/2020		117	SS	
3	4846	4846	1.000	290°14.43000"	14.061	89°50.0000"	14.061	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
4	4847	4847	2.000	290°07.00000"	11.286	89°50.0000"	11.286	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
5	4848	4848	2.000	297°34.26000"	12.628	89°53.20000"	12.628	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
6	4849	4849	1.000	277°38.52000"	11.762	89°52.00000"	11.762	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
7	4850	4850	1.000	294°14.27000"	6.446	89°46.00000"	6.446	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
8	4851	4851	1.000	297°12.00000"	6.133	89°47.00000"	6.133	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
9	4852	4852	0.500	320°46.53000"	38.800	89°48.00000"	38.800	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
10	4853	4853	0.500	320°40.00000"	38.886	89°43.00000"	38.886	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
11	4854	4854	0.500	321°44.00000"	11.853	89°50.00000"	11.853	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
12	4855	4855	0.500	327°39.42000"	11.858	89°50.00000"	11.858	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
13	4856	4856	1.000	330°09.00000"	12.270	89°52.00000"	12.270	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
14	4857	4857	1.000	330°17.00000"	11.512	89°52.00000"	11.512	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
15	4858	4858	0.500	338°15.00000"	11.428	89°53.00000"	11.428	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
16	4859	4859	0.500	337°39.00000"	11.125	89°52.00000"	11.125	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
17	4860	4860	1.000	335°23.00000"	17.272	89°50.00000"	17.272	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
18	4861	4861	1.000	335°36.00000"	17.227	89°50.00000"	17.227	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
19	4862	4862	1.000	337°06.00000"	11.745	89°53.00000"	11.745	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
20	4863	4863	1.000	337°24.00000"	12.366	89°48.00000"	12.366	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
21	4864	4864	1.000	337°10.00000"	12.310	89°52.00000"	12.310	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
22	4865	4865	0.500	1°52.00000"	11.862	89°50.00000"	11.862	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
23	4866	4866	1.000	340°19.00000"	12.462	89°52.00000"	12.462	20/09/2020		PLACA CON	SS	
24	4867	4867	1.000	340°14.00000"	11.264	89°48.00000"	11.264	20/09/2020		PLACA CON	SS	
25	4868	4868	1.000	337°18.00000"	11.151	89°48.00000"	11.151	20/09/2020		PLACA CON	SS	
26	4869	4869	1.000	354°10.00000"	14.061	89°52.00000"	14.061	20/09/2020		CAJA ELE	SS	
27	4870	4870	1.000	354°06.00000"	14.225	89°50.00000"	14.225	20/09/2020		CAJA ELE	SS	
28	4871	4871	1.000	353°02.00000"	11.473	89°52.00000"	11.473	20/09/2020		CAJA ELE	SS	
29	4872	4872	1.000	87°06.00000"	4.260	89°50.00000"	4.260	20/09/2020		CAJETA	SS	
30	4873	4873	1.000	102°18.00000"	2.138	89°53.00000"	2.138	20/09/2020		CAJETA	SS	
31	4874	4874	1.000	147°55.00000"	1.320	89°50.00000"	1.320	20/09/2020		CAJETA	SS	
32	4875	4875	0.500	1°22'00.0000"	17.203	89°54.20000"	17.203	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	
33	4876	4876	0.500	1°24'30.0000"	38.881	89°50.25000"	38.881	20/09/2020		H CANAAGUA	SS	

Figura 59. Topcon Link- Datos descargados. Fuente: autoría propia.

Nota: El programa permite modificar lecturas (Errores cometidos en campo referentes a alturas instrumentales o de prisma y cambio de descripciones).

Finalmente quedara el archivo con extensión .TXT la cual se tendrá que modificar a .FB0 para su posterior cálculo.

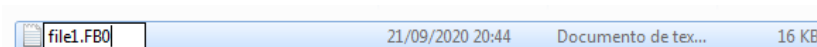


Figura 60. Topcon Link- Cambio de extensión. Fuente: autoría propia.

7. CÁLCULO DE LA INFORMACIÓN

Figura 61. Topcon Link- Datos descargados. Fuente: autoría propia.

Nota: Actualmente algunas estaciones pueden descargar los datos por **Bluetooth** o por medio de memorias **USB** facilitando este trabajo.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1. Cada miembro del grupo debe bajar los datos que fueron tomados en campo en el ejercicio anterior en cualquier programa indicado.

La práctica de este ejercicio fortalece el ámbito académico y laboral al que se enfrentará cada individuo, puesto que una de las actividades más frecuentes es la descarga de datos de cada levantamiento llevado a cabo en trabajos profesionales.

Al descargar los datos de la estación por medio del **GTS210** o el **Topcon Link** se obtendrá un archivo con extensión. **FBO** que podrá ser leído como un bloc de notas.

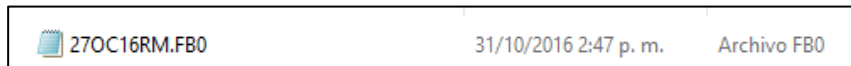


Figura 62. Archivo producto de la descarga de datos.

Fuente: autoría propia.

El archivo **.FBO** por defecto quedara con el nombre del proyecto que fue puesto en la estación.

Este tipo de crudos queda organizado en líneas continuas y sin separación por puntos, por lo cual es necesario trasformar la información para poder procesarla correctamente en el **Survey Link**.

Figura 63. Datos crudos tomados en campo presentados en una alineación continua. Fuente: autoría propia.

Para hacer la transformación de la información se utilizará el mencionado **Survey Link**, el cual es una extensión que tienen todos los **Auto CAD Civil 3D**. Para acceder a este ingresamos por la pestaña “**create Ground Data**” la cual se encuentra dentro de los comandos de “**Home**”.



Figura 64. AutoCAD. Fuente: autoría propia.

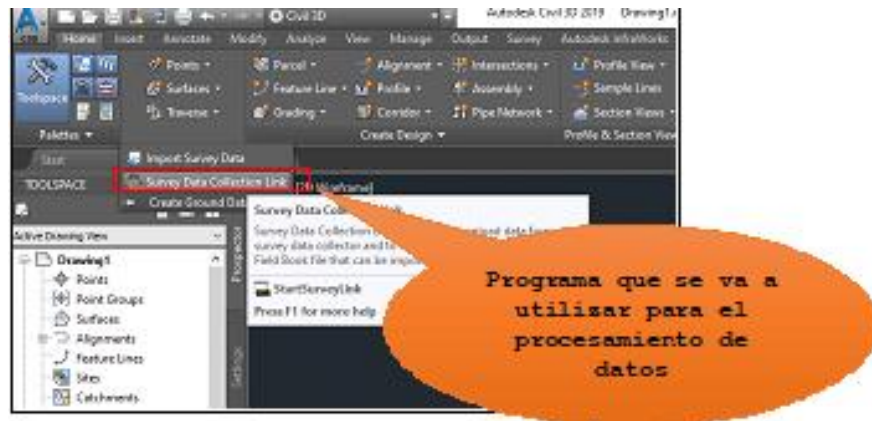


Figura 65. AutoCAD Fuente: autoría propia.

Al seleccionar la opción “**Survey Data Collection Link**” se abrirá una ventana emergente totalmente independiente de la interfaz inicial de Civil 3D.

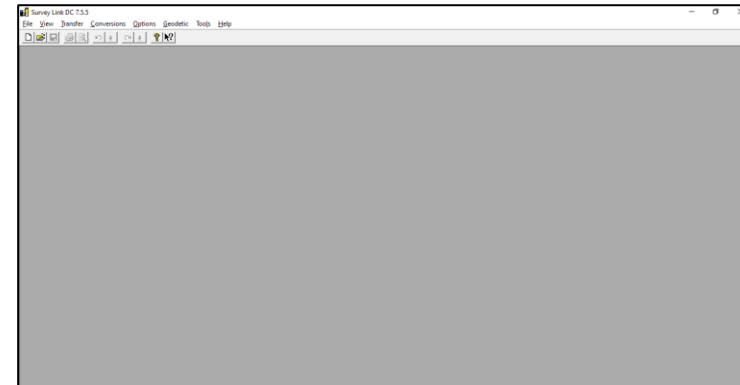


Figura 66.. Survey Data Collection Link Fuente: autoría propia.

Para poder transformar el archivo **.FBO** es necesario cambiarlo de extensión a un **.rw5** para lo cual se tendrá que dirigir a la pestaña “**Conversions**” y en ella dar clic izquierdo en la opción “**Conversions file format.....**”

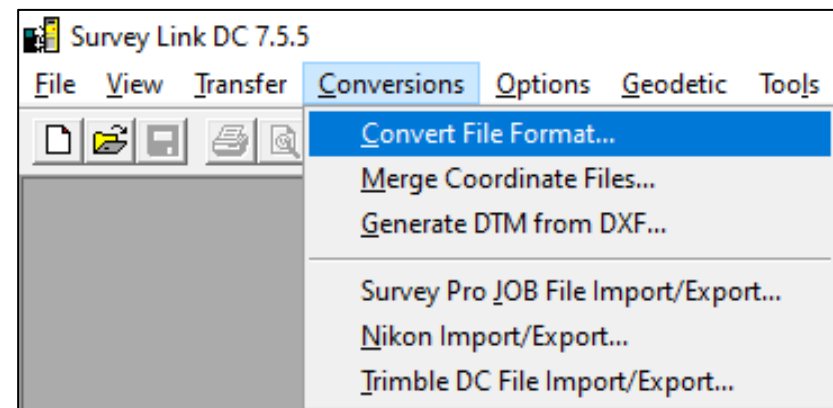


Figura 67. Survey Data Collection Link. Fuente: autoría propia.

Hecho esto se desplegará una pantalla llamada “**convert**” en donde se ira a la opción “**Raw data file**”, en la opción “**Input Type**” se encuentran todas las extensiones de los archivos crudos que se extraen de las diferentes estaciones totales, en este caso se usara “**Topcon GTS210**” que corresponde a los archivos crudos de las estaciones Topcon de cualquiera de sus referencias. (De ser otra la estación se seleccionará la que se necesite).



Figura 68. Survey Data Collection Link Fuente: autoría propia.

Para cargar los datos a transformar, se dará clic izquierdo en la pestaña “**Choose File**” de la parte superior, donde saldrá una ventana emergente en la cual se seleccionará la ruta donde se encuentra del archivo que se va a transformar (.FB0).

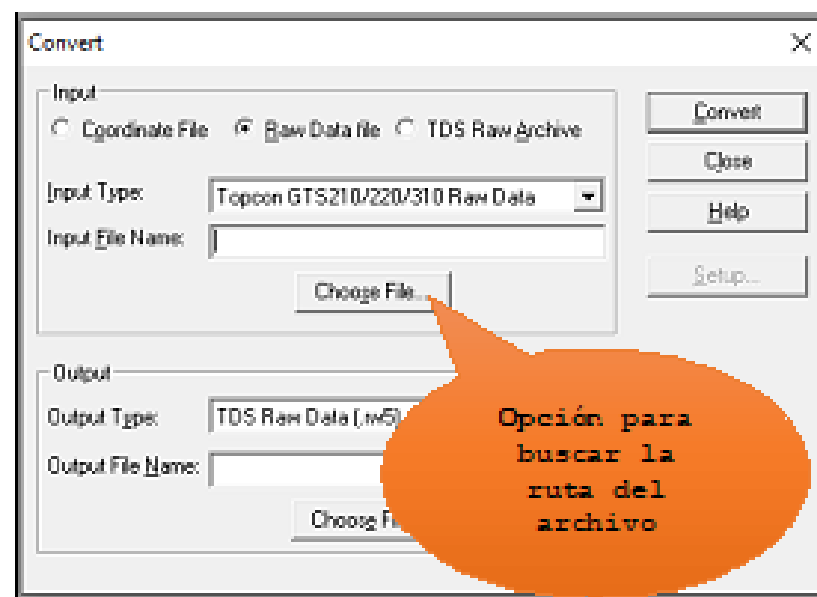


Figura 69. Ruta del archivo. Fuente: autoría propia.

Al encontrar la ruta del archivo se seleccionará y posteriormente se dará la confirmación con la pestaña abrir.

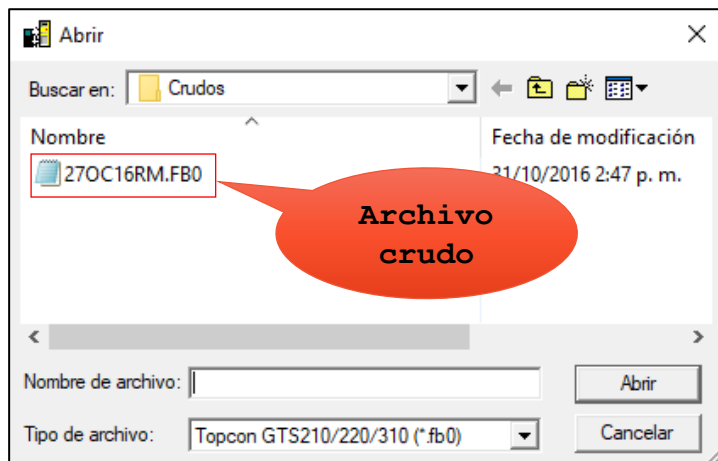


Figura 70. Archivo. Fuente: autoría propia.

Una vez seleccionado el archivo queda guardada la ruta de este en la opción **“Input File Name”**.

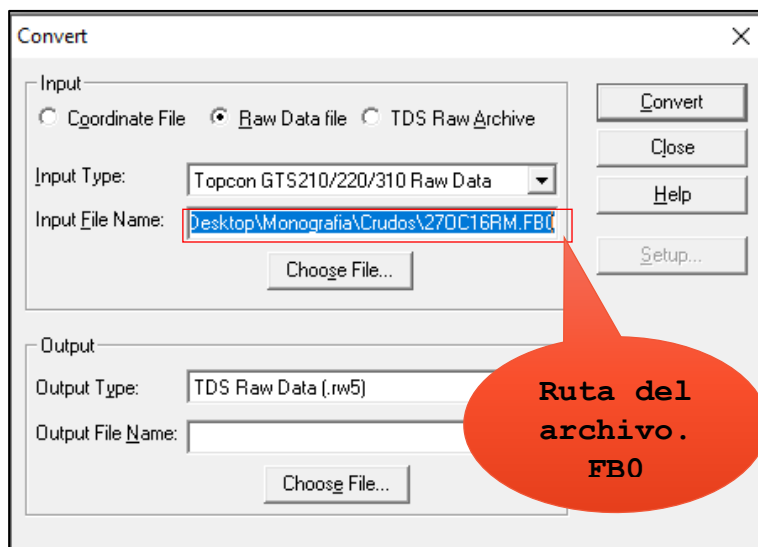


Figura 71. Extensión. Fuente: autoría propia.

Para culminar la transformación y que el archivo quede en la misma carpeta del archivo original se copiara completamente la ruta señalada en la opción **“Input File Name”** y se tendrá que pegar en opción **“Output File Name”** cambiando únicamente el **.FB0** que se encuentra al final de la ruta por un **.rw5**, hecho esto se verificara que en la opción **“Output Type”** se encuentre seleccionado **“TDS Raw DATA (.rw5)”** la cual es la extensión a la cual se trasformara el archivo, si esta no está seleccionada, tendrá que dar clic en la flecha de despliegue de opciones para buscarla.

Por último, se picará en la opción **“convert”** que se encuentra en la parte superior derecha, en donde se dará OK a todas las pestañas emergentes (ya que estas son un reporte de lo que se va a convertir), el programa automáticamente convertirá el **.FB0** en un **.rw5** y lo dejará en la misma ubicación del **.FB0**

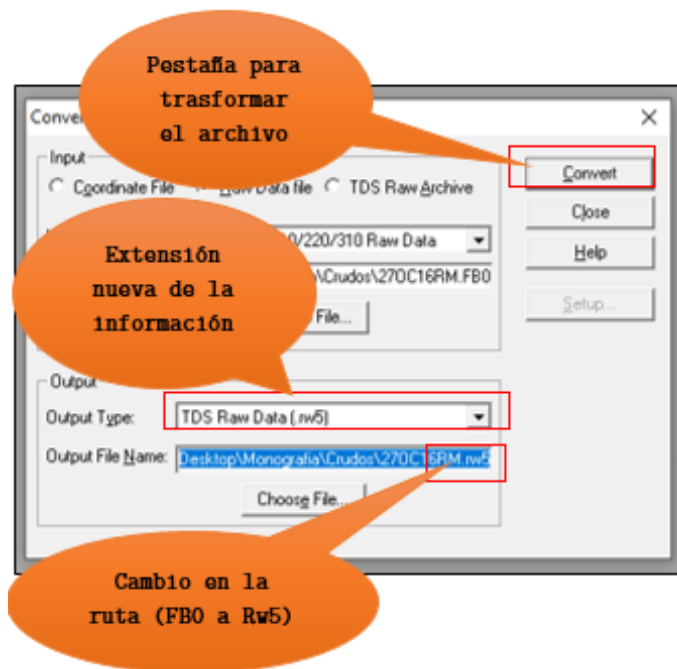


Figura 72. Extensión. Fuente: autoría propia.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
270C16RM.FB0	31/10/2016 2:47 p. m.	Archivo FB0	8 KB
270C16RM.rw5	1/02/2020 10:45 a. m.	Archivo RW5	8 KB

Figura 73. Archivo resultado de la transformación. Fuente: autoría propia.

En la transformación se generan líneas que solamente se encargan de dar un reporte de la armada pero que no son necesarias y si se dejan generarán errores en los pasos siguientes, por lo cual se tendrán que borrar (esto no omitirá ningún dato tomado en campo).

La línea iniciada con "SP," indican las coordenadas del punto de referencia de la armada, en muchos casos en el momento de la toma de datos estas no se conocen por lo cual se asumen o se dejan por defecto en **N 0.0000 E 0.0000 Z 0.0000**. Se dejará solamente la primera línea como estructura (posteriormente se borrará) y se borrarán todas las líneas restantes que inicien de esta manera.

Las líneas iniciadas con "OC," indican las coordenadas del punto de armada del equipo. Esta línea no es necesaria por lo cual se borran todas las líneas iniciadas de esta manera.

Las líneas iniciadas con "--user has...." son un reporte de la estación por lo cual se borrarán.

Estas líneas solo aparecen al inicio de cada armada.

```
JB,NM270C16RM,DT02-01-20,TM10:44:58
MO,AD0,UN1,SF1.000000,EC0,EO0.0000
SP,PN101,N 0.0000,E 0.0000,EL 0.0000,--Start
OC,OP101,N 0.0000,E 0.0000,EL 0.0000,--Start
LS,HI1.4390,HR1.7000
--user has entered the following as the backsight point's nez
SP,PN992,N 0.0000,E 0.0000,EL 0.0000,--Backsight
BK,OP101,PN992,BC359.5959
--SS,OP101,PN992,ZE88.3049,SD19.8710,--Backsight
SS,OP101,PN992,BC3050,SD19.8720,--GPS02
SS,OP101,PN992,E271.2908,SD19.8720,--GPS02
LS,HI1.4390,
```

Figura 74. RW5. Fuente: autoría propia.

Así mismo se crearán líneas indispensables para el procesamiento de los datos, que sin ellas se generarán errores por falta de información durante el procesamiento.

- La primera línea que inicia con “**JB**” indica el nombre del archivo y la fecha de creación del archivo **.rw5** (esta solo saldara una vez).
- La línea iniciada con “**MO**” indica el factor de escala que se aplicara a todas las lecturas de archivo, por defecto estas saldrán en 1, si es necesario aplicar un factor de escara se tendrá que escribir manualmente (Esta línea solo saldrá una vez).
- Las líneas iniciadas con “**LS**” indican la altura instrumental y de prisma de cada armada, esta se repetirá cada vez que se cambió la altura del prisma en campo o al inicio de cada armada.
- Las líneas iniciadas con “**BK**” indican el punto de ocupación del equipo y la referencia a la cual se amarro a la armada (cada delta, GPS y auxiliar tendrá que tener su propio código el cual aparecerá en esta línea) igualmente esta línea aparecerá al inicio de cada armada.
- Las líneas iniciadas con “**SS**” corresponden a cada lectura tomada en campo por lo cual serán las que más aparezcan el al archivo estas se estructuran de la siguiente manera:

- OP:** punto de ocupación del equipo, este se repetirá con el mismo código en las líneas hasta que aparezca una nueva armada.
- FP:** código asignado por el contador de la estación el cual cambiara en cada línea, si este código se repite en dos líneas generara un error por lo cual tendrá que ser único, si es el caso en el que se repite el código uno de estos tendrá que ser remplazado por uno nuevo que no se repita.
- AR:** corresponde al Angulo horizontal leído en campo.
- ZE:** corresponde al ángulo vertical que se tomó en campo.
- SD:** indica la distancia inclinada que fue leída en campo.
- XXX:** es el nombre indicado para el punto al cual se leyó.

Cada uno de estos estará separado por una coma

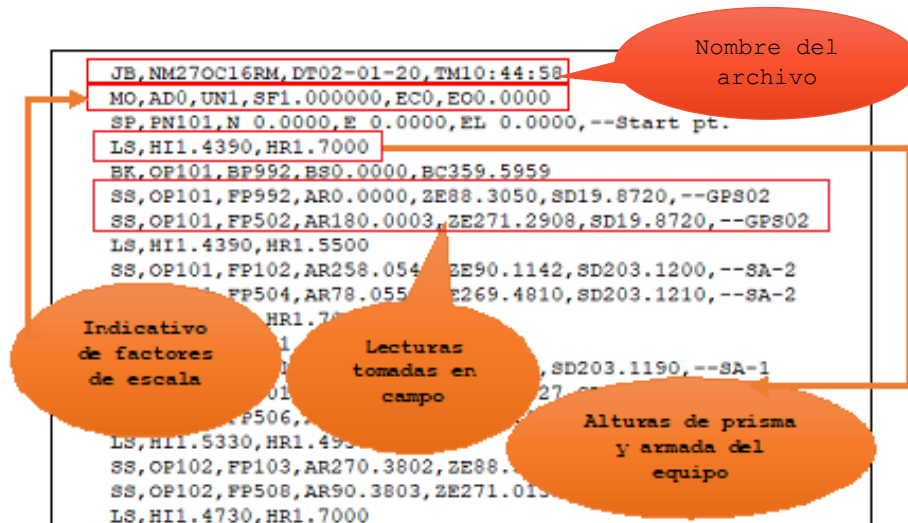


Figura 75. RW5. Fuente: autoría propia.

Basados en la norma del acueducto se tomaron las lecturas con el método de ceros atrás con lecturas inversas (para compensar el error de la estación), para lo cual se tendrá que promediar manualmente estas lecturas y escribirlas en la línea correspondiente a la lectura directa, para posteriormente borrar la línea de lectura en inversa.

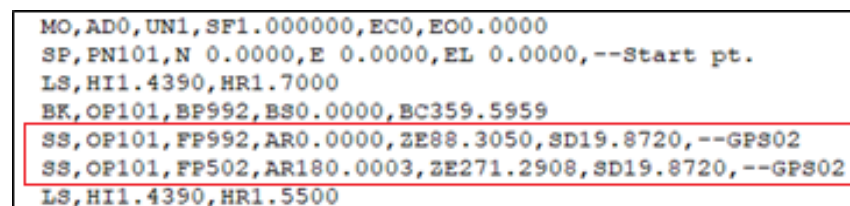


Figura 76. Lectura directa e inversa a la referencia. . Fuente: autoría propia.

Basados en el procedimiento estas lecturas aparecerán al principio de las armadas y si se pusieron auxiliares o deltas a partir de la armada, estas lecturas aparecerán inmediatamente después de las lecturas de referencia tal cual como lo indica la norma.

- El promedio para el Angulo horizontal es 0.00015 (indicando 1.5 segundos como corrección).
- Para el ángulo vertical se promediará a 88.3051 (indicando 1 segundo como corrección).
- Para la distancia no es necesario promediar ya que esta es igual, en dado caso que no lo sea se tendrá que promediar.

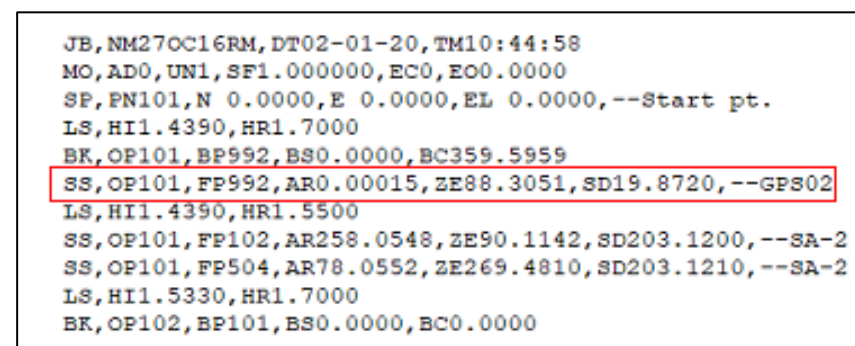


Figura 77. Lectura promedia. Fuente: autoría propia.

Este proceso se tendrá que repetir en cada armada. Estas líneas en las cuales aparecen los ceros atrás actúan como chequeos, por lo cual no pueden tener el mismo código del punto de referencia ya que generaría un conflicto en el procesamiento, por lo cual se tendrá que utilizar un código diferente a los de los Deltas, Auxiliares, GPS y detalles.

Posteriormente estos chequeos nos indicaran los errores existentes entre las armadas.

Para culminar la organización del archivo se utilizará la línea “**SP**” que no fue borrada, como estructura tal como se indicó anteriormente.

```
JB,NM27OC16RM,DT02-01-20,TM10:44:58
MO,AD0,UN1,SF1.000000,EC0,EO0.0000
SP,PN101,N 100000,E 200000,EL 350000,--D1
SP,PN992,N 200000,E 100000,EL 450000,--GPS02
LS,HI1.4390,HR1.7000
BK,OP101,BP992,BS0.0000,BC359.5959
SS,OP101,FP992,AR0.00015,ZE88.3051,SD19.8720,--GPS02
LS,HI1.4390,HR1.5500
SS,OP101,FP102,AR258.0548,ZE90.1142,SD203.1200,--SA-2
```

Figura 78. Coordenadas de los puntos de amarre y de armada. . Fuente: autoría propia.

PN: indica el código del punto conocido (punto de armado o referencia)

N: Norte del punto

E: Este del punto

EL: elevación del punto

--XXX: Nombre del punto

Cada armada que aparece en el archivo debe tener sus correspondientes líneas de “**SP**” (claramente 2), una del punto de ocupación y la otra de la referencia (no se deben indicar las coordenadas del punto de ocupación como “**OC**” como aparece inicialmente en el archivo, por lo cual se

indicara con “**SP**” al igual que el punto de referencia, esto no causara ningún error). La única excepción para no indicar las coordenadas de una armada es cuando en el mismo archivo se leyeron las lecturas correspondientes a uno o a los dos puntos que se usaron para armadas posteriores.

Terminado el proceso en el rw5. Se tendrá que subir al **Survey Link** para nuevamente transformarlo tanto en coordenadas como en un archivo de extensión DXF.

Se debe picar en la opción **OPEN** ubicada en la parte superior izquierda de la ventana, aparecerá una pantalla emergente donde se indicará la ruta en la cual se encuentra el archivo con extensión **.rw5**, se seleccionará este y se dará en la opción abrir.



Figura 79. Extensión. Fuente: autoría propia.

Una vez cargado el archivo se tendrá que corroborar que este no tenga errores para lo cual se ira a la pestaña “**Reports**” y en la pestaña emergente se seleccionará en “**Error Wizard**”

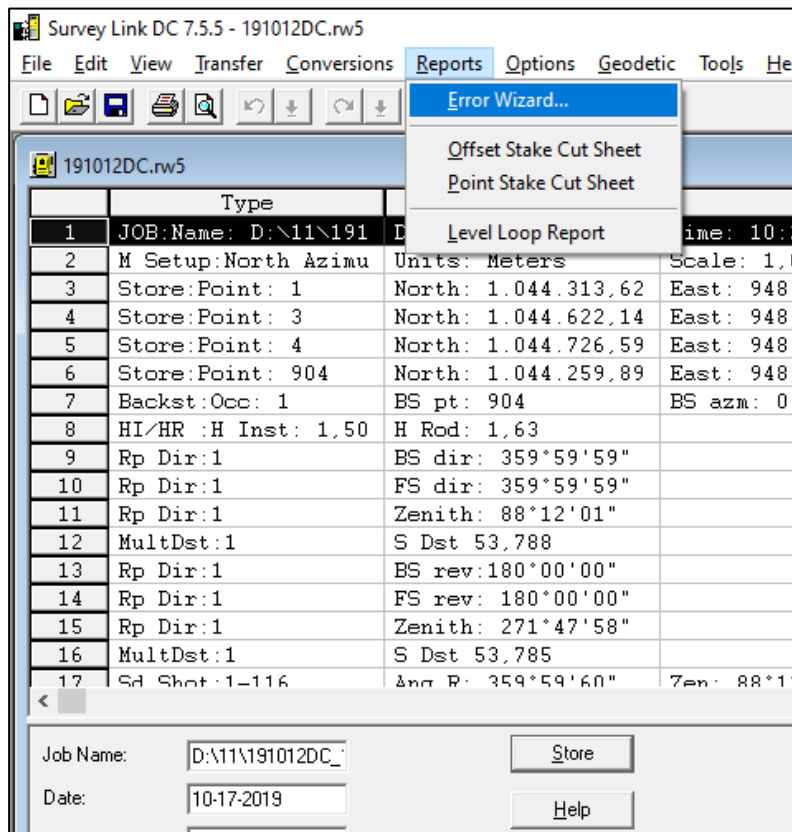
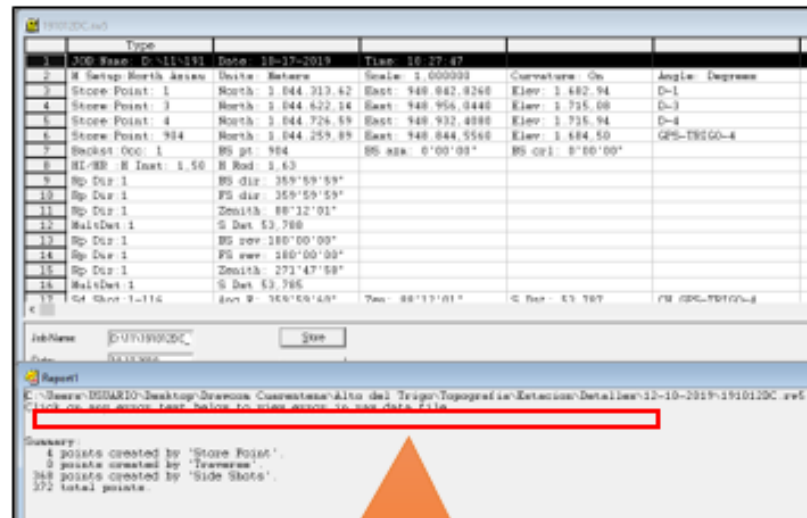


Figura 80. Crudo. Fuente: autoría propia.

En la pantalla emergente se presionará en “**OK**”, automáticamente el programa hará una revisión línea a línea para encontrar errores, si los hay los indicará para hacer los ajustes pertinentes a cada uno de estos.



En el caso de encontrar algún error se indicará en este espacio. Indicara el número de la línea donde se encuentra y el tipo de error

Figura 81. Chequeo. Fuente: autoría propia.

Al cerciorar que no hay errores podrá trasformar el archivo .rw5 a un .CR5 el cual es un listado de coordenadas producto de los cálculos que hace el programa. Para lo cual se cerrará la pantalla que se abrió en el momento de solicitar el reporte la cual se llama “**Report 1**”, se dirigirá a la pestaña “**Conversions**” y en la pestaña emergente seleccionar “**Generate coordinates**”.

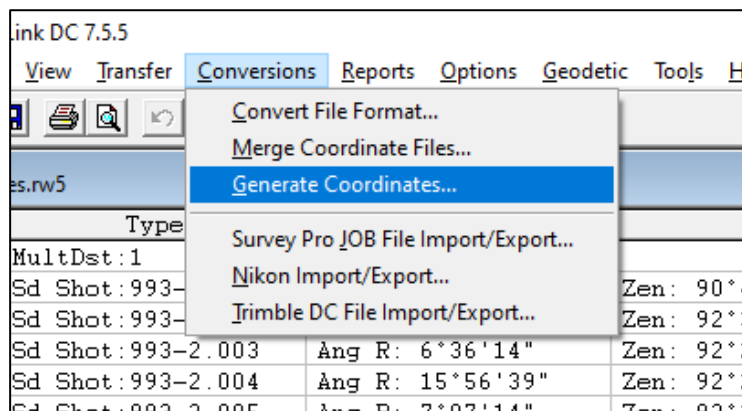


Figura 82. Coordenadas. Fuente: autoría propia.

Saldrá una pantalla emergente con la ruta donde quedara el cr5 la cual es la misma del rw5, dicha ruta **se copiará** y dará en **“OK”**

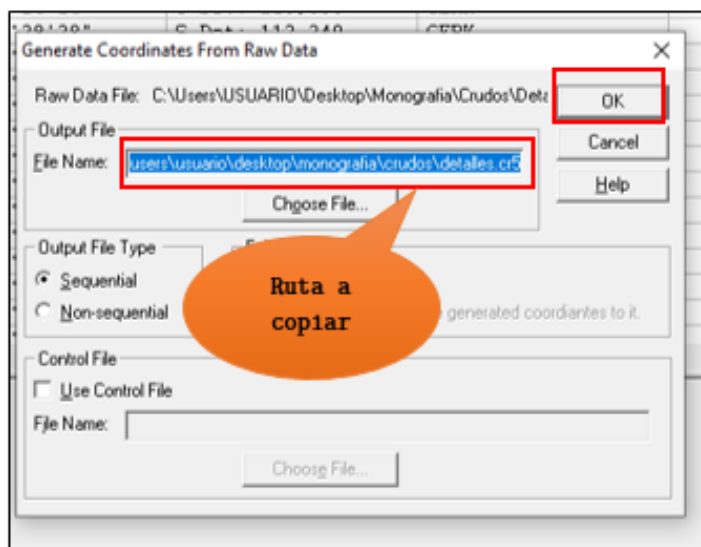


Figura 83. Ubicación. Fuente: autoría propia.

Automáticamente se generará un archivo con extensión **.cr5**, el cual inicialmente no se podrá leer y por lo tanto se tendrá que trasformar a archivos con extensión **.DXF** y **ASC**.

Para convertir el cr5 en .dxf se tendrá que ir a la pestaña **“convert”** pero esta vez en la opción **“coordinate file”** donde se pegará la ruta del .cr5 en la opción **“input File Name”** al igual que en la opción **“Output File name”** donde se cambiará en la ruta de esta opción él **.cr5** por **.dxf**, en la opción **“Input Trype”** tendrá que estar seleccionada la opción **“TDS Coordinates”**, en la opción **“Output Type”** tiene que estar con la opción **“AutoCAD DXF”** y para finalizar se dará en la opción **“Convert”**



Figura 84. Conversión. Fuente: autoría propia.

Para convertir el cr5 a un. asc estando en la misma ventana de **Convert**, con las mismas rutas del procedimiento del dxf, se cambiará en la opción “**Ouput File Name**” al final de la ruta él **.dxf** a **.asc** y en la opción “**Output Type**” se seleccionará en “**ASCII (N,E,Z,NOTE)**” y nuevamente en la opción “**Convert**”

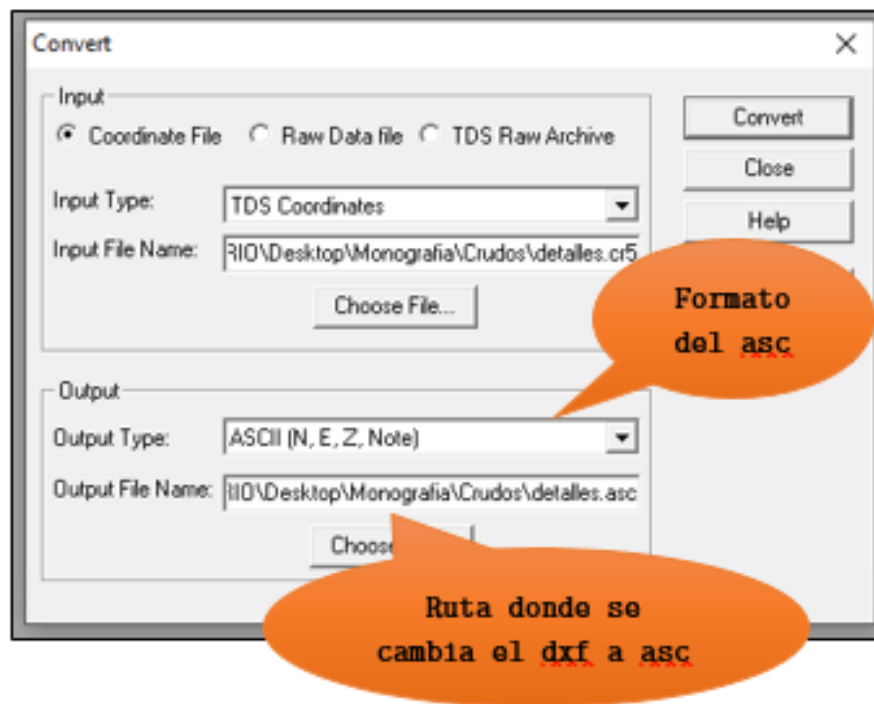


Figura 85. Conversión. Fuente: autoría propia.

En la carpeta donde se está trabajando se encontrarán todos los archivos que se generaron.

27OC16RM.asc	1/02/2020 11:39 a. m.	Archivo ASC	179 KB
27OC16RM.cr5	1/02/2020 11:28 a. m.	Archivo CR5	4,629 KB
27OC16RM.dxf	1/02/2020 11:39 a. m.	AutoCAD Drawing...	936 KB
27OC16RM.FB0	31/10/2016 2:47 p. m.	Archivo FB0	8 KB
27OC16RM.rw5	1/02/2020 10:45 a. m.	Archivo RW5	8 KB

Figura 86. Archivos. Fuente: autoría propia.

Al abrir el **.asc** se podrá visualizar la lista de coordenadas producto de procesamiento de datos

```

103,1048759.942000,1010668.551000, 2586.227000,SA3
104,1048940.886000,1010493.115000, 2591.038000,SA4
105,1049298.370000,1010872.744000, 2589.908000,SA5
106,1049283.317000,1011196.998000, 2586.481000,SA6
107,1049402.922000,1011467.759000, 2586.354000,SA7
108,1049381.846000,1011677.606000, 2586.228000,SA8
109,1049128.733000,1011411.928000, 2584.948000,SA9
111,1049101.026000,1011155.325000, 2585.069000,SA11
112,1048934.390000,1010854.654000, 2586.654000,SA12
118,1048946.416000,1011203.342000, 2583.525000,D18
129,1049101.222000,1011155.186000, 2584.980000,D19A
330,1049092.519150,1011018.275102, 2587.275403,CH GPS3
380,1048946.390655,1011203.349884, 2583.594574,CH D18
383,1049101.227953,1011155.322399, 2585.077272,CH D-19A
384,1049092.517718,1011018.275018, 2587.282453,CH GPS3
385,1048946.387930,1011203.350732, 2583.606898,CH D-18
485,1049381.204252,1011035.146316, 2589.375307,CH AUX-107
993,1049092.569000,1011018.278000, 2587.282000,GPS3
1001,1049259.548352,1010831.503255, 2589.635328,AUX1
1117,1049381.152000,1011035.056000, 2589.352000,AUX107
2002,1049070.105431,1011139.265247, 2581.524680,CERK
2003,1049085.935231,1011141.856820, 2581.849630,CERK
2004,1049068.465049,1011127.790638, 2582.172556,CERK
2005,1049085.211893,1011135.562697, 2581.612469,CERK
2006,1049067.345922,1011116.783459, 2582.417279,CERK
2007,1049083.991247,1011125.679014, 2581.797719,CERK
2008,1049068.676040,1011106.855240, 2582.418655,CERK

```

Figura 87.Nube de puntos en formato **.asc**. Fuente: autoría propia.

Esta lista se puede abrir en un archivo de Excel o se puede cargar en AutoCAD Civil 3D para generar superficies.

Al abrir con extensión .dxf (AutoCAD o en AutoCAD Civil 3D, en cualquier versión) se podrá visualizar la nube de puntos).

Este ítem está enfocado en el trabajo que se debe realizar en oficina, por medio de este se toma toda la información tomada en campo y se genera el producto final, el cual se va a entregar a los clientes para posteriores diseños.

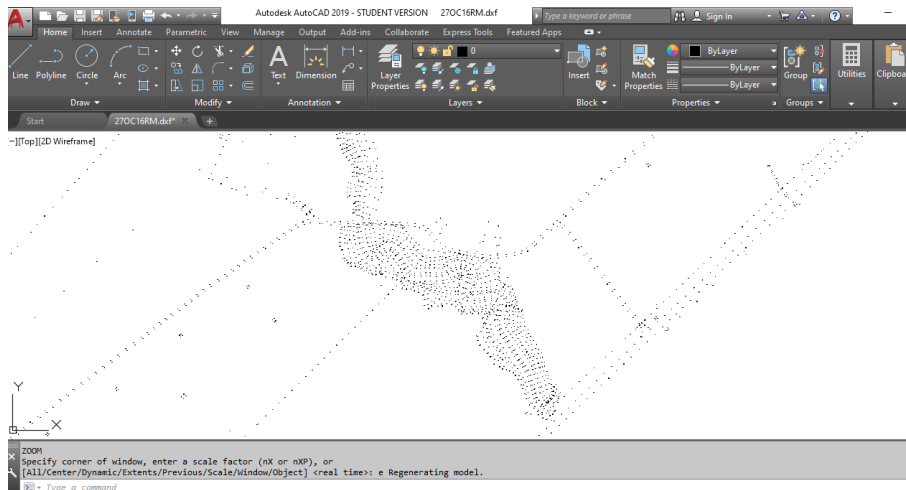


Figura 88. Nube de puntos en Auto Cad. Fuente: autoría propia.

EJERCICIOS DE APLICACIÓN

1. Calcule los datos tomados en campo.
2. Con los resultados del cálculo dibuje y presente un plano en la escala pertinente para medio pliego.
3. Presentar un informe en el cual se consolide toda la información teórico práctica que se realizó de la actividad y enfatizar en si cumplió con los requisitos expuestos (calibración, norma, etc.)

Respuestas:

Ejercicios de Azimut

1. d. $167^{\circ}0'18.4''$
2. e. $331^{\circ}36'52.64''$
3. b. $236^{\circ}59'6.26''$
4. f. $9^{\circ}55'32.31''$
5. a. $86^{\circ}7'0.40''$
6. c. $291^{\circ}42'18.74''$

Distancia Horizontal

- | | | |
|--|---|-----------|
| a. Angulo $86^{\circ}29'28''$ dist 66.525 m | = | 66.400 m |
| b. Angulo $82^{\circ}50'26''$ dist 138.851 m | = | 137.768 m |
| c. Angulo $88^{\circ}54'09''$ dist 196.272 m | = | 196.236 m |
| d. Angulo $86^{\circ}27'57''$ dist 39.127 m | = | 39.053 m |
| e. Angulo $78^{\circ}52'55''$ dist 108.391 m | = | 106.357m |
| f. Angulo $91^{\circ}05'04''$ dist 137.225 m | = | 137.200 m |
| g. Angulo $91^{\circ}00'17''$ dist 53.796 m | = | 53.788 m |
| h. Angulo $84^{\circ}08'21''$ dist 65.710 m | = | 65.367 m |
| i. Angulo $88^{\circ}19'15''$ dist 51.005 m | = | 50.983 m |
| j. Angulo $88^{\circ}50'14''$ dist 49.781 m | = | 49.771 m |
| k. Angulo $88^{\circ}34'25''$ dist 63.159 m | = | 63.139 m |
| l. Angulo $89^{\circ}31'46''$ dist 36.092 m | = | 36.091 m |
| m. Angulo $90^{\circ}34'49''$ dist 28.994 m | = | 28.993 m |
| n. Angulo $91^{\circ}38'32''$ dist 39.480 m | = | 39.464 m |
| o. Angulo $87^{\circ}44'58''$ dist 40.817 m | = | 40.786 m |
| p. Angulo $89^{\circ}01'57''$ dist 22.762 m | = | 22.759 m |