

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL PUERTO DE CARTAGENA Y CASCO ANTIGUO.

**Alumno:** Daniel Navarro Agüera

**Titulación:** Ingeniero Técnico en Obras Públicas

**Director:** Manuel Rosique Campoy

Cartagena a 23/09/2013





# **DOCUMENTO**

## **Nº1:**

# **MEMORIA**



## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **I. PRESENTACIÓN**

El proyecto de fin de carrera que se expone a continuación tiene como objetivo la realización de un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, partiendo de unas bases topográficas definidas con alta precisión. La zona de estudio es el campus del CIM y sus alrededores, considerando como tales parte del puerto de Cartagena y las zonas anexas al parque de Héroes de Cavite y viejo ayuntamiento.

La realización del proyecto se realizará mediante la medición de una serie de puntos de la zona de estudio, utilizando los métodos planimétricos conocidos como radiación y poligonación o itinerario, y el método altimétrico de nivelación geométrica compuesta conocida como método del punto medio.

### **II. EMPLAZAMIENTO**

La zona de estudio y realización del proyecto corresponde al campus del CIM (antiguo Cuartel de Instrucción de Marina y emplazamiento actual de la Facultad de Ciencias de la Empresa de la Universidad Politécnica de Cartagena) así como sus alrededores.

Como alrededores consideramos parte de la dársena deportiva del puerto de Cartagena, la Calle Pescadería, parte del Paseo Alfonso XII, la Plaza de Héroes de Cavite y el antiguo ayuntamiento, con sus correspondientes calles peatonales anexas, la Plaza María José Artes, la Calle San Agustín y parte de la Calle Real.

### **III. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS**

Este apartado se describe ampliamente en el Anejo III: Características Técnicas de los Aparatos Utilizados en la Medición.



#### **IV. AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi compañero Jesús Aguirre Cárcel la ayuda prestada durante la realización de toma de datos en campo, sin la cual este proyecto habría sido imposible de ejecutar.

#### **V. DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Documento N°1: Memoria.

Memoria descriptiva.

Introducción.

Anejo I: Cálculo de errores.

Anejo II: Cálculos justificativos.

Anejo III: Características técnicas de los aparatos utilizados en la medición.

Anejo IV: Programas informáticos.

Anejo V: Coordenadas finales absolutas de todos los puntos.

Anejo VI: Datos en bruto.

Anejo VII: Croquis y fotos de puntos relevantes.

Documento N°2: Planos

Relación de planos del proyecto.

#### **VI. CONCLUSIÓN A LA MEMORIA**

Estimando que para la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las condiciones impuestas por la especificación entregada por Manuel Rosique Campoy (director del proyecto), se somete a la aprobación por el jurado del departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica, dándolo por terminado en Cartagena a 25 de Septiembre de 2013.



## **INTRODUCCIÓN:**

### **1.- TRABAJO DE CAMPO**

#### **1.1- Definición del trabajo.**

Comenzamos estudiando la posibilidad de realizar este proyecto con el profesor encargado del mismo D. Manuel Rosique Campoy.

Este nos informó que se deseaba realizar un estudio topográfico sobre la zona del campus del CIM, sede de la Facultad de Ciencias de la Empresa de la Universidad Politécnica de Cartagena. Al ser dos personas las interesadas en la realización del proyecto, esta zona universitaria se quedaba un poco escasa por lo que se decidió incluir la superficie comprendida entre la Calle Pescadería, la Calle San Agustín, parte de la Calle Real (hasta la rotonda frente a la facultad), parte del Paseo Alfonso XII y parte de la dársena deportiva del puerto de Cartagena. Esta zona, a la que hemos llamado "alrededores" incluye la Plaza de Héroes de Cavite, el edificio de la Autoridad Portuaria, el viejo ayuntamiento, la Plaza María José Artes y el edificio del antiguo Club de Regatas de Cartagena, así como todas sus zonas peatonales próximas.

La finalidad de este proyecto es la medición, en altimetría y planimetría, de toda la zona citada anteriormente, usando para ellos los equipos de estación total y nivel necesarios, así como el GPS.

Este proyecto parte de la necesidad de renovar un plano realizado por la comunidad autónoma de Murcia que ya se encuentra obsoleto al ser un plano anterior a todas las obras de modernización y peatonalización del casco antiguo y centro de la ciudad.

#### **1.2- Estudio inicial.**

Inicialmente, el profesor fue el encargado de indicarnos la zona completa sobre la que debíamos trabajar. Con ayuda de la universidad, pudimos trabajar en las diferentes zonas dentro del campus y tener acceso a los distintos aparatos topográficos necesarios para poder realizar el trabajo de campo.

Para poder realizar los distintos itinerarios, necesitábamos un par de puntos de coordenadas conocidas sobre los que comenzar nuestro trabajo.

Estos dos puntos, a los que denominamos CIM-1 y CIM-2, fueron proporcionados como datos de partida por parte del tutor.



La elección de estos dos puntos como base responde a dos necesidades. Por un lado es necesario que ambos puntos sean perfectamente visibles entre sí, para poder cerrar el itinerario. Por otro lado, era necesario que estos puntos estuviesen tomados de tal forma que se pudiesen realizar itinerarios cerrados o encuadrados sin exceder la colocación de unas 8 o 9 estaciones, para evitar una acumulación de errores demasiado elevada, y que finalmente cubrieran toda la zona de trabajo.

Antes de comenzar con la toma de datos propiamente dicha, decidimos ir un par de tardes con el fin de familiarizarnos con la zona de trabajo y decidir los puntos sobre el terreno más adecuados para colocar las estaciones.

Cabe destacar la dificultad que tuvimos en la elección de algunos puntos, sobre todo al principio debido a nuestra inexperiencia, pero también debido a la vegetación y a la forma irregular de los parterres del jardín anexo al edificio del CIM, lo que limitó considerablemente nuestro campo de visión. La elección de las estaciones de los alrededores del campus fueron más fáciles, al tratarse de zonas más despejadas, no obstante la toma de datos desde estas estaciones también presentó cierta dificultad, al tratarse de una zona muy concurrida.

### **1.3- Definición de los itinerarios.**

Se decidió realizar un total de tres itinerarios cerrados, uno correspondiente al Campus de CIM dos para los alrededores:

El primer itinerario, correspondiente al Campus, comienza y termina en CIM-2 y tiene diez estaciones, mas una undécima, interior al edificio de la universidad. Fue necesario disponer dos estaciones relativamente cercanas entre sí en el jardín anexo al edificio, debido a la abundante vegetación y a la forma irregular de los parterres. Esto supuso un verdadero problema, ya que tuvimos que reorganizar en varias ocasiones el número de puntos que se visualizaban desde cada estación, al no corresponderse con lo previamente planeado.

También supuso un cierto problema la visualización del pórtico frente al edificio de la universidad. Esto se solucionó mediante la inclusión de una nueva estación, la estación 8 con la cual pudimos visar tanto la parte del pórtico que da a la Calle Real, como una de las esquinas del edificio, que no podía ser visada ni desde la estación 5 ni desde la 9. La realización de este primer itinerario corresponde al proyecto de mi compañero Jesús Aguirre.

Mi trabajo consistió en la realización de los itinerarios 2 y 3, que corresponden a lo que anteriormente hemos definido como "alrededores".

El itinerario 2 comienza en CIM-1 y tiene 5 estaciones. Este itinerario es el correspondiente al puerto y su principal dificultad fue la gran cantidad de detalles que componen esta zona, tales como maceteros, obeliscos, monumentos, escalones, bolardos pegados al margen de la carretera etc.

El itinerario 3 también comienza en CIM-1 y consta de seis estaciones. Este itinerario es el correspondiente a los alrededores del campus y abarca toda la zona



Daniel Navarro Agüera

que va desde el puerto hasta la Calle Mayor. La principal dificultad que encontramos fue la visualización de la Plaza de Héroes de Cavite, debido de nuevo a la vegetación y a las numerosas aristas que componen la geometría de la misma. También cabe señalar que la calle peatonal que va desde el puerto hasta la Calle Mayor (estaciones 5 y 6) es muy transitada. Esto no supuso una dificultad en sí, pero en ocasiones fue bastante molesto e incómodo, ya que la gente solía interponerse entre la estación y el prisma, dificultando la lectura de los puntos.

Por otro lado, la Calle San Agustín y la plaza José María Artes no han presentado cambios ostensibles en el tiempo respecto de los planos proporcionados, con lo cual no fue necesario tomar numerosos puntos de estas zonas.

#### **1.4- Colocación de los puntos de estación.**

Una vez realizada una vista preliminar in situ, y definidos los itinerarios sobre el plano, se procedió a la colocación de los puntos de estación. Las estaciones correspondientes al itinerario de mi compañero Jesús sí fueron señaladas en su mayoría mediante la hinca de clavos. Respecto de mi trabajo, se optó por la demarcación mediante clavos en las estaciones 2, 3 y 4 del itinerario 2 correspondiente al puerto y la estación 6 del itinerario 3. El resto de estaciones se decidió marcarlas con spray ya que el terreno no era propicio para la hinca de clavos al tratarse de suelo de losa de piedra cimentado sobre hormigón. Otra de las razones por la que nos decantamos por la demarcación con spray es que se trata de una zona turística y con importante tránsito de gente con lo que corríamos el riesgo de que alguien nos llamara la atención.

## **2.- MEDICIONES**

A continuación, cuando ya tuvimos todos los puntos de estacionamiento colocados y marcados, llegó la hora de comenzar a medir.

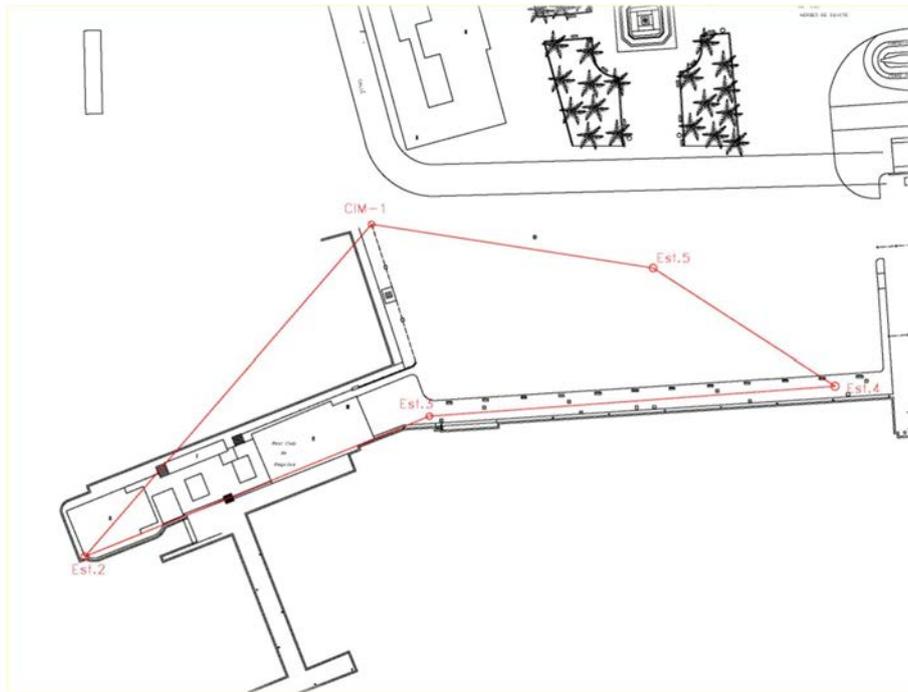
### **2.1- Croquis iniciales**

Antes de empezar a medir, se decidió realizar un croquis a mano alzada de los itinerarios a seguir. Asimismo, sobre diversos croquis realizados a mano, se decidió disponer de manera aproximada todos los puntos de la radiación correspondientes a cada una de las estaciones. Lógicamente, a la hora de realizar las mediciones, algunos de estos puntos tuvieron que ser modificados.

La realización de estos croquis nos sirvió para, posteriormente, al tener el listado de puntos de cada estación, saber qué representaba cada punto en el plano.

Para poder visualizar más fácilmente estos croquis, realizados en el campo a mano alzada, vamos a introducir los itinerarios correspondientes a mi zona de trabajo. Estas son las zonas correspondientes a los itinerarios descritos anteriormente como dos y tres.

Daniel Navarro Agüera



Croquis 1: Itinerario 2



Croquis 2: Itinerario 3

## 2.2- Mediciones de campo

Comenzamos la toma de datos mediante la realización de los itinerarios, para lo cual, el instrumento topográfico utilizado fue la estación total. He de decir que



gracias a las indicaciones de nuestro tutor y a la propia guía del aparato, no fue difícil recordar su utilización. No obstante, nuestra falta de experiencia no resultó ventajosa, especialmente al principio. Sin embargo, con el transcurso del tiempo fuimos cogiendo práctica en el uso de los aparatos, lo que se tradujo en una mejor coordinación entre mi compañero y yo, así como una mayor precisión y rapidez en la toma de datos.

Tuvimos que diferenciar básicamente, entre dos tipos de trabajo:

El primero fue la medición de los itinerarios, en el que debíamos visar a la estación anterior y posterior dentro del itinerario en el que nos encontrásemos y, si estábamos en la estación inicial del mismo, además de esto, visar al punto exterior de coordenadas conocidas.

El segundo tipo fue el radiado. En este tipo de trabajo, se estacionaba sobre cualquier punto de estación (colocado con anterioridad) y desde él se visaba a todos los puntos de interés.

Gracias a este segundo tipo de medición pudimos realizar la representación del plano, ya que contábamos con todas las coordenadas de todos los puntos que fue posible de medir.

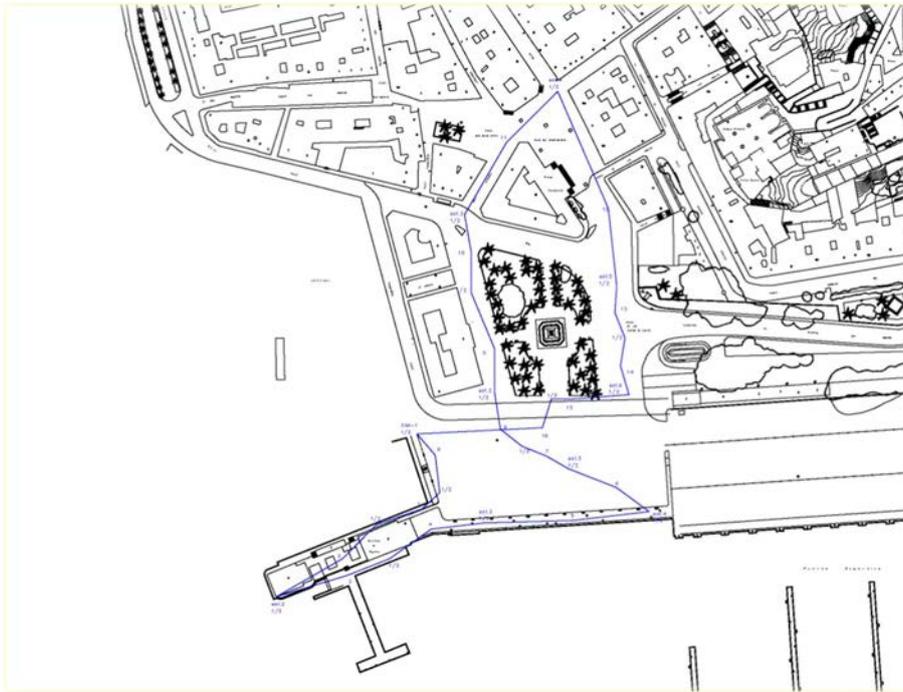
### **2.3- Nivelación**

Finalmente, para completar el trabajo, se decidió realizar un levantamiento altimétrico. Por comodidad y sencillez, se decidió utilizar el instrumento topográfico conocido como nivel.

El método utilizado es el llamado BF (espalda-frente). Este consiste en estacionar el nivel en un punto intermedio entre otros dos, y tomar sendas visuales hacia esos puntos. Acto seguido, se estaciona el nivel en un nuevo punto y se visa al anterior, teniendo en cuenta que la mira que antes correspondía a la visual de frente ahora es la de espaldas (Back), y al siguiente, que obviamente corresponde a la visual de frente (Front). Repetimos el proceso sucesivamente hasta completar el itinerario, el cual debe ser cerrado. En mi caso, el itinerario empezó y terminó en CIM-1, que es un punto de cota inicialmente conocida, y constó de 16 estaciones a lo largo del puerto, la plaza de Héroes de Cavite y el ayuntamiento, formando una especie de "L", tal como se aprecia en el croquis.

Hay que señalar que el método empleado obligó a realizar todo el itinerario el mismo día, ya que es de vital importancia que tanto el nivel como las miras sean utilizadas con la misma altura durante todo el proceso.

No obstante, la toma de datos con nivel resultó rápida y sencilla, gracias tanto a la facilidad de utilización del nivel digital, como por la zona donde se realizó el estudio, que es prácticamente llana.



Croquis 3: Nivelación

#### 2.4- División del trabajo

Una vez finalizado el trabajo de campo, se abordó la repartición de zonas para la realización de proyectos separados.

Lo acordado fue que mi compañero de proyecto, Jesús Aguirre Cárcel, se quedara con la zona correspondiente al Campus del CIM, incluido el jardín anexo. Por tanto, la parte correspondiente a mi proyecto consistió en los alrededores.



## **ANEJO I: CÁLCULO DE ERRORES**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El error es una discrepancia entre el valor de la magnitud que se quiere medir y el realmente medido. Los errores son debidos fundamentalmente a dos causas: Limitaciones de los aparatos empleados y de la propia vista humana. Es importante no confundir error con equivocación. La equivocación, falta o error grosero es una discrepancia entre la magnitud medida y la real, motivada por descuido o impericia del propio observador. Las equivocaciones deben evitarse siempre. Los errores por el contrario, no pueden anularse por completo aunque se debe procurar reducir al máximo su cuantía.

Los errores pueden dividirse en sistemáticos y accidentales. Los errores sistemáticos se producen por limitación del propio aparato, siguiendo una ley determinada, siempre en la misma dirección y en la misma cuantía, por lo que pueden ser anulados. Los errores accidentales por el contrario, se producen aleatoriamente y no es posible su eliminación. Estos errores son los que nos atañen en nuestro estudio.

También es conveniente distinguir entre error absoluto y relativo. El error absoluto es la diferencia entre el valor real de la magnitud, o más bien el que admitimos como real ya que el valor real no se conoce nunca, y el valor medido. El error relativo es el cociente entre el error absoluto y el valor real, expresado por norma general en tanto por ciento.

El objeto de este anejo es la determinación de los errores máximos cometidos en la realización del itinerario con la estación total y los errores propios de la radiación, así como los del levantamiento altimétrico, para lo cual, en primer lugar deberemos calcular los errores propios de la estación total y del nivel.

### **2.-ERRORES MÁXIMOS EN LOS APARATOS DE MEDIDA.**

En este apartado estudiaremos los errores máximos que pueden darse en los dos tipos de aparatos que hemos utilizado. La estación total y el nivel.



## 2.1- ERRORES TOTALES EN LA ESTACIÓN TOTAL

Con la estación total, se pueden dar errores tanto a la hora de medir ángulos como a la hora de medir distancias.

### **A) Errores en la medida de ángulos:**

Como sabemos, con una estación total se pueden medir ángulos horizontales (acimutales) utilizados en planimetría y ángulos verticales (cenitales) utilizados en altimetría. Por tanto habrá que calcular dos tipos de errores angulares totales: error total acimutal ( $E_a$ ) y error total cenital ( $E_c$ ). Evidentemente los errores sistemáticos debidos a descorrecciones del propio instrumento (errores de construcción, de ajuste etc.) no se tendrán en cuenta al considerarse despreciables con las correcciones y verificaciones aplicadas antes de la utilización de cualquier instrumento topográfico.

Respecto a los errores aleatorios o accidentales, en la medida de ángulos estos son:

- Error de verticalidad del eje principal
- Error de dirección
- Error de puntería
- Error de lectura

#### 1.- Error de verticalidad del eje principal:

Este se produce cuando el eje principal no queda en posición totalmente vertical al estacionar el aparato. Toma valores distintos si las lecturas realizadas son de ángulos acimutales o cenitales.

Para la determinación de este primer tipo de error es necesaria la introducción de un nuevo parámetro que es la sensibilidad. La sensibilidad de un nivel de burbuja es el ángulo de giro, expresado en segundos, que corresponde a una división del nivel. En nuestro caso, la sensibilidad utilizada es la del estabilizador TC(R)407 de la estación total y que tiene un valor:

$$S=2'' \text{ (segundos sexagesimales).}$$

**Caso A:** En observaciones cenitales el error máximo de verticalidad del eje principal corresponde al valor un tercio de la sensibilidad del nivel de burbuja, expresada esta en segundos sexagesimales.



Daniel Navarro Agüera

$$e_{vc} = \frac{1}{3} * S'' = \frac{1}{3} * 2'' = \mathbf{0,67''}$$

**Caso B:** En observaciones acimutales el error de verticalidad del eje principal corresponde al valor un doceavo de la sensibilidad del nivel de burbuja, expresada esta en segundos sexagesimales.

$$e_{va} = \frac{1}{12} * S'' = \frac{1}{12} * 2'' = \mathbf{0,17''}$$

## 2.- Error de dirección:

Este error es el que se produce cuando el eje principal del instrumento topográfico no pasa exactamente por el punto de estación, o bien cuando la mira, prisma o señal sobre la que visamos no se sitúa exactamente sobre el punto que pretendemos medir. Este error solo afecta a la medida de los ángulos acimutales. La fórmula para calcular el error de dirección es la siguiente:

$$e_{da} = \frac{e_e + e_p}{D} * 206265$$

Donde " $e_{da}$ " es el error de dirección, " $e_e$ " la máxima desviación admisible de la plomada del instrumento topográfico utilizado respecto al punto de estación, " $e_p$ " la separación máxima admisible de la mira o señal de puntería respecto al punto visado y " $D$ " la distancia reducida entre el punto donde se encuentra colocado el aparato y el punto donde se sitúa el prisma. El número 206265 es un factor de conversión para pasar del sistema radial al sistema sexagesimal, ya que el error de dirección debe ser expresado en segundos sexagesimales.

En nuestro caso, al disponer de una estación total con plomada laser y jalón portaprisma con nivel de burbuja, el valor máximo para el error es  $e_e + e_p = 1,25 \text{ cm} = 0,0125 \text{ m}$

La distancia " $D$ " la he estimado realizando una medición aproximada con Google Maps, para lo cual he cogido la distancia entre la Estación 2 situada al final del espigón del puerto y uno de sus puntos más alejados y la distancia entre CIM-1 y uno de sus puntos más alejados.

A continuación he realizado la media aritmética de ambas mediciones obteniendo una distancia relativa estimada en torno a  $D=90\text{m}$ .



$$e_{da} = \frac{0,0125}{90} * 206265 = \mathbf{28,65''}$$

### 3.- Error de puntería.

Este error es debido a limitación de la vista humana y se basa en la imposibilidad de hacer que el centro de la cruz filar del anteojo del aparato coincida exactamente con el centro de la señal de puntería que estamos visando, en este caso, el prisma.

Para el cálculo de los errores cenitales emplearemos la siguiente fórmula.

$$e_{pc} = \frac{20''}{A} * \left[ 1 + \frac{(4 * A)}{100} \right]$$

Donde "A" expresa el número de aumentos de la estación. De acuerdo con los datos proporcionados por el fabricante, consideramos que la estación total utilizada tiene 30 aumentos. Por tanto, el error de puntería para el ángulo cenital es:

$$e_{pc} = \frac{20}{30} * \left[ 1 + \frac{(4 * 30)}{100} \right] = \mathbf{1,47''}$$

Para la medida del ángulo acimutal, la expresión para el error máximo de puntería (el error máximo es el que buscamos) viene dada por la siguiente expresión:

$$e_{pa} = \frac{10''}{A} * \left[ 1 + \frac{(4 * A)}{100} \right] = \frac{10}{30} * \left[ 1 + \frac{(4 * 30)}{100} \right] = \mathbf{0,73''}$$



#### 4.- Error de lectura

El error de lectura es el cometido al hacer la lectura sobre el dispositivo que permite leer valores de ángulo sobre los limbos. Dicho dispositivo será un micrómetro. Este error solo debe tenerse en cuenta en la utilización de instrumentos óptico-mecánicos y por tanto en nuestro caso no es necesario calcularlo ya que la estación total mide automáticamente y este error de visibilidad de las divisiones del micrómetro no existe.

#### 5.- Error angular total

Finalmente nos queda calcular el error total para la medida de ángulos. El error total de una operación en la que intervienen varias causas de error independientes entre sí será la raíz cuadrada de la suma al cuadrado de cada uno de dichos errores.

El error acimutal total se designa por  $E_a$ :

$$E_a = \sqrt{e_{va}^2 + e_{da}^2 + e_{pa}^2 + e_{la}^2} = \sqrt{0,17^2 + 28,65^2 + 0,73^2 + 0} = 28,66''$$

El error cenital se designa por  $E_c$ :

$$E_c = \sqrt{e_{vc}^2 + e_{pc}^2 + e_{lc}^2} = \sqrt{0,67^2 + 1,47^2 + 0} = 1,62''$$

#### **B) Errores en la medida de distancias:**

Este apartado corresponde a la determinación de los errores aleatorios o accidentales en la medida de distancias mediante métodos electrónicos. Estos son los siguientes:



### 1.- Error en la medida de la distancia mediante distanciómetro.

Este error es dado por el fabricante para cada equipo mediante la expresión:  $A_{mm} + B_{ppm}$ . Lo denotamos por " $e_d$ ". En nuestro caso, en el capítulo "Datos Técnicos" del manual de instrucciones del aparato se establece lo siguiente:

$$e_d = 5mm + 2ppm$$

Finalmente, para obtener  $e_d$  en unidades de medida de distancia, milímetros en este caso, debemos modificar el segundo sumando de la ecuación multiplicándolo por la distancia que hemos medido con el aparato. Como hemos tomado una distancia reducida media de 90 metros, el error en la medida de la distancia quedará:

$$e_d = e(mm) + D(km) * P(ppm) = 5 + 0,090 * 2 = \mathbf{5,18\ mm}$$

### 2.- Error de dirección

En este caso, a diferencia de para la medida de ángulos, utilizaremos independientemente los valores del error para el punto de estación y para el punto visado. Estos valores son sacados del libro de teoría de la asignatura.

- $e_e$  con plomada láser: 0,0025m
- $e_p$  con jalón: 0,01m

### 3.- Error de inclinación del jalón

Normalmente el jalón dispone de un nivel de burbuja, no obstante mantener la burbuja centrada durante la medición es extremadamente costoso, de modo que lo normal es que se cometa un pequeño error de inclinación de este. La fórmula final ya transformada queda de la siguiente forma:

$$e_i = \frac{A_p * \sin \beta}{\cos \alpha}$$

Donde:

$A_p = 1,55m$  es la altura del prisma estimada.



Daniel Navarro Agüera

$\beta = 1^g$  representa la inclinación del prisma. De acuerdo con las indicaciones del libro, cuando el prisma dispone de nivel esférico se puede considerar de media una inclinación del mismo equivalente a un grado centesimal.

$\alpha = 1^g$  representa la altura de horizonte de la visual. Teniendo en cuenta que la zona donde hemos realizado el trabajo es prácticamente llana he considerado que un grado centesimal es una estimación suficiente.

$$e_i = \frac{1,55m * \sin 1^g}{\cos 1^g} = \mathbf{0,024 m}$$

No obstante y de acuerdo con las mediciones realizadas, se ha observado que hay una serie de puntos en los que la altura de horizonte es sensiblemente mayor estando en torno a los 10 grados centesimales. Sin embargo, esto solo ocurre en unos cuantos puntos aislados y probablemente debido al desnivel existente en los escalones del puerto. La distancia "D" para estos datos está de media en torno a los 6-7m. El error para esta altura de horizonte es:

$$e'_i = \frac{1,55m * \sin 1^g}{\cos 10^g} = \mathbf{0,025 m}$$

En este caso el error sigue siendo el mismo, tal como se puede ver.

#### 4.- Error total en la medida de distancias

El error total en la medida de distancias con el distanciómetro ( $E_d$ ) será:

$$E_d = \sqrt{e_d^2 + e_e^2 + e_p^2 + e_i^2} = \sqrt{5,18^2 + 2,5^2 + 10^2 + 24^2} = \mathbf{26,63 mm}$$

Para este caso, para un valor de 10 grados centesimales de altura de horizonte, el error máximo en la medida de distancias ( $E'_d$ ) apenas variaría.

### **C) Errores accidentales en la medida del desnivel.**

Ya hemos determinado el error angular y el de distancia con la estación total. Queda calcular los errores accidentales en la medida del desnivel con la estación total. Estos son debidos al desnivel del propio terreno. Estos errores son los siguientes:



### 1.- Error por visuales inclinadas y en la medida de la distancia

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$e_t = D * \left[ \left( 1 + \frac{E_d}{D} \right) * \tan(\alpha + E_c) - \tan \alpha \right]$$

Donde:

D= Distancia reducida

$\alpha$ = Altura de horizonte prevista

$E_d$ = Error total en la medida de la distancia (calculado anteriormente)

$E_c$ = Error angular cenital total (calculado anteriormente)

Seguimos utilizando el mismo valor de D que hasta ahora (90m). Para la altura de horizonte cogemos un valor  $\alpha = 1^g$ , que es un valor estimado a ojo a partir de las características de la zona. Finalmente obtenemos el siguiente error:

$$e_t = 90 * \left[ \left( 1 + \frac{0,02663}{90} \right) * \tan(0,9 + 0,00045) - \tan 0,9 \right] = \mathbf{0,00113 m}$$

Evidentemente hemos tenido que transformar las unidades convenientemente para que la ecuación tenga sentido dimensionalmente, pasando el error de dirección de milímetros a metros, la altura de horizonte de grados centesimales a sexagesimales y el error angular de segundos sexagesimales a grados sexagesimales.

Para un valor  $\alpha = 10^g$  de altura de horizonte y una D=7m, el error sería:

$$e'_t = 7 * \left[ \left( 1 + \frac{0,02663}{7} \right) * \tan(9 + 0,00045) - \tan 9 \right] = \mathbf{0,00427 m}$$

Como era de esperar, en este caso el error es sensiblemente mayor (más de cuatro veces), no obstante, como ya se ha dicho, este valor de  $\alpha$  solo aparece en algunas mediciones aisladas.

### 2.- Error en la medida de la altura del aparato

Por indicación del libro cogemos el valor  $e_i = 0,01m$



### 3.- Error de verticalidad del prisma

Como ya se ha dicho, este error es debido a la imposibilidad de mantener el prisma totalmente vertical, incluso disponiendo este de un nivel de burbuja. La ecuación que utilizamos es la siguiente:

$$e_m = A_p * \sin \beta * \tan(\alpha + \beta) = 1,55m * \sin 1^g * \tan(1^g + 1^g) = 0,00076m$$

Para  $\alpha = 10^g$ :

$$e'_m = 1,55m * \sin 1^g * \tan(10^g + 1^g) = 0,0043m$$

### 4.- Error total en altimetría con estación total

Para el cálculo del error total en la medida de desniveles con estación total empleamos la siguiente expresión:

$$E_V = \sqrt{e_t^2 + e_i^2 + e_m^2} = \sqrt{0,00113^2 + 0,01^2 + 0,00076^2} = \mathbf{0,010m}$$

En cuanto al error en altimetría para una altura de horizonte de diez grados centesimales:

$$E'_v = \sqrt{0,00427^2 + 0,01^2 + 0,0043^2} = \mathbf{0,012m}$$

## 2.1- ERRORES TOTALES EN EL NIVEL

Los errores aleatorios o accidentales que pueden producirse en las mediciones con nivel son los siguientes:

### 1.- Error de horizontalidad del eje de colimación

Es el error que se comete cuando al lanzar la visual, el eje de colimación no queda en una posición totalmente horizontal. Como, por construcción, el eje de colimación es perpendicular al eje principal, lo que hacemos es verificar la verticalidad de este.

En consecuencia, por definición, este error es equivalente al error de verticalidad del eje principal que ya calculamos para ángulos cenitales con la estación total. La



sensibilidad del nivel de burbuja para el modelo DL-101C, que es el modelo de nivel digital que hemos utilizado es de 0,3" de acuerdo con los datos proporcionados por el fabricante. Por tanto, el error de horizontalidad del eje de colimación ( $e_h$ ) será:

$$e_h = \frac{1}{3} * S'' = \frac{1}{3} * 0,3'' = 0,1''$$

## 2.- Error de puntería

Este tipo de error ya se explicó para la estación total. El concepto es el mismo y por tanto no es necesario volver a explicarlo. De acuerdo con el manual proporcionado por el fabricante, el modelo DI-101C tiene  $A = 32$  aumentos

El error de puntería para el nivel será:

$$e_p = \frac{50''}{A} * \left(1 + \frac{4 * A}{100}\right) = \frac{50''}{32} * \left(1 + \frac{4 * 32}{100}\right) = 3,56''$$

## 3.- Error total para el nivel

Como los errores anteriores venían expresado en segundos sexagesimales, el error total para el nivel también vendrá definido en esta unidad mediante la expresión:

$$E_n = \sqrt{e_h^2 + e_p^2} = \sqrt{0,1^2 + 3,56^2} = 3,56''$$

## 3.- ERRORES MÁXIMOS DE LAS MEDICIONES

Tras calcular los errores propios de los aparatos de medida, debemos realizar un estudio de cómo afectan esos errores a la realización de las mediciones con dichos aparatos. Para ello llevaremos a cabo dos estudios según los dos tipos de procedimientos que hemos utilizado: la radiación y el itinerario.

### 3.1- ERRORES EN LOS ITINERARIOS

Los errores accidentales cometidos en la determinación de acimuts y distancias, provocarán diferencias entre la situación real de los puntos de estación y la obtenida



al aplicar el método de poligonación. Los errores individuales cometidos en cada medición nunca serán conocidos, pero en itinerarios cerrados y encuadrados disponemos de información suficiente para determinar los errores de cierre, es decir, los errores finales acumulados.

Los errores tienden a acumularse a medida que avanzamos en la resolución del itinerario. De modo que, cuanto más largo sea este, mayor será el error de cierre. Por ello es recomendable trabajar con la menor cantidad de estaciones posible, de modo que no se supere la tolerancia fijada.

### 1.- Error en la medida de ángulos horizontales

Este error viene dado por la siguiente expresión:

$$e_{ca} = \frac{(D * E_a)}{r} * \sqrt{\frac{n * (n + 1) * (2 * n + 1)}{6}}$$

Donde:

"D" sigue siendo la media aritmética entre distancia desde la Estación 2 del itinerario, situada al final del espigón del puerto y uno de sus puntos más alejados y la distancia entre CIM-1 y uno de sus puntos más alejados, y que, como ya se estableció anteriormente, cuando se calcularon los errores en la medida de ángulos con la estación total está en torno a los 90 metros. Conviene que esta distancia sea la máxima posible, ya que lo que queremos es determinar el error máximo para el caso más desfavorable.

"E<sub>a</sub>" es el error total angular para la estación total. Ya ha sido calculado anteriormente.

"r" es el número de segundos centesimales de un radián.

$$r = \frac{200}{\pi} * 100^2 = 636620''$$

"n" es el número de estaciones del itinerario. Como buscamos el caso mas desfavorable, cogemos el itinerario más largo, en nuestro caso, el itinerario tres, que cuenta con seis estaciones.



Daniel Navarro Agüera

$$e_{ca} = \frac{(90 * 28,66)}{636620} * \sqrt{\frac{6 * (6 + 1) * (2 * 6 + 1)}{6}} = \mathbf{0,039 m}$$

## 2.- Error en la medida de distancias reducidas

Al ser el instrumento utilizado la estación total, los errores de distancias serán los propios de los métodos electrónicos de medida. La expresión utilizada es la siguiente:

$$e_{cl} = E_d * \sqrt{n}$$

donde  $E_d$  es el error total en la medida de distancias con el distanciómetro, que ya hemos calculado previamente y  $n$  el número de estaciones del itinerario más largo.

$$e_{cl} = 26,63 * \sqrt{6} = \mathbf{65,23 mm}$$

## 3.- Error de cierre total del itinerario

Este vendrá dado por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de ambos términos resultantes, quedando la ecuación:

$$e_c = \sqrt{e_{ca}^2 + e_{cl}^2} = \sqrt{39^2 + 65,23^2} = \mathbf{76 mm}$$

### 3.2- ERRORES EN LA RADIACIÓN

El método de radiación se basa en la determinación de ángulos horizontales y distancias reducidas, de modo que estará afectado por los errores accidentales que se produzcan en la medida de estos.

La determinación del error total en la radiación se determina mediante la siguiente expresión:



Daniel Navarro Agüera

$$e_r = \sqrt{E_a^2 + E_d^2}$$

donde  $E_a$  es el error angular total pasado a milímetros y  $E_d$  es el error total en la medida de distancias con el distanciómetro.

$$E_a (mm) = \frac{E_a * D}{206265} = \frac{28,66'' * 90 m}{206265} = 0,0125 m = 12,5 mm$$

$$e_r = \sqrt{12,5^2 + 26,63^2} = \mathbf{29,41 mm}$$

#### 4.- ACUMULACIÓN DE ERRORES

Para poder realizar la acumulación de errores en primer lugar necesito conocer los errores cometidos con GPS en los puntos CIM-1 y CIM-2. Al no haber realizado medición alguna con GPS, el profesor aconsejó utilizar los valores obtenidos por la alumna Begoña Simón Toquero.

##### 4.1- ERRORES TOTALES EN GPS

Los valores obtenidos por Begoña son los de la tabla siguiente

Punto	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Desv.X (m)	Desv.Y (m)	Desv.Z (m)
CIM-1	677738,2048	4163094,2679	51,9330	0,0029	0,0048	0,0094
CIM-2	677617,9487	4163066,9338	51,9676	0,0034	0,0050	0,0094

Señalar que las coordenadas han sido calculadas conforme al elipsoide de referencia **ETRS89**. Se puede observar que para cada punto existe una desviación en el eje X y en el eje Y diferente. Esto es normal, ya que las desviaciones de cada uno de los ejes así como el error total cometido en la medición dependen de diversos factores como la posición de los satélites en un determinado momento o las condiciones atmosféricas entre otros.

A continuación calculamos el error total para cada punto medido con GPS, esto se puede hacer como la raíz cuadrada de la suma de la desviación de cada uno de los ejes al cuadrado.



Daniel Navarro Agüera

$$e_{GPS} = \sqrt{desv.X^2 + desv.Y^2}$$

$$e_{CIM1} = \sqrt{0,0029^2 + 0,0048^2} = \mathbf{0,0056\ m}$$

$$e_{CIM2} = \sqrt{0,0034^2 + 0,0050^2} = \mathbf{0,0061\ m}$$

#### 4.2- CÁLCULO DE LA ACUMULACIÓN DE ERRORES

En primer lugar, sumaremos el error cometido para GPS con el error en el itinerario y procederemos a compensar el error de cierre, obteniendo así la corrección correspondiente a cada estación. A continuación sumaremos esta compensación al valor del error obtenido anteriormente como suma de ambos errores.

En segundo lugar añadiremos el error de la radiación. Para ello se deberá sumar el error compensado anteriormente con el error cometido en la radiación.

El objetivo de esto es comprobar que el error total cometido sea menor al límite de la percepción visual según la escala a la que se encuentre el plano. Si este es menor significará que los errores cometidos no tendrán representación en el plano.

#### **Error cometido con la medición de GPS y en el itinerario**

Calculamos un error inicial como raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores de GPS y el error de cierre del itinerario. Cabe señalar que se busca siempre la situación más desfavorable, esto es, el máximo error que puedo cometer en mi trabajo. Por ello utilizaré el error más grande cometido con GPS, que en mi caso corresponde al cometido para el cálculo de CIM-2

$$e = \sqrt{e_{CIM2}^2 + e_c^2} = \sqrt{6,1^2 + 76^2} = \mathbf{76,24\ mm}$$

Tras esto calculamos el error correspondiente a cada una de las estaciones teniendo en cuenta de nuevo que consideramos el caso más desfavorable, esto es, el itinerario más largo.

$$e_{est} = \frac{e}{\sqrt{n}} = \frac{76,24}{\sqrt{6}} = \mathbf{31,13\ mm}$$

Por tanto este es el error que corresponde a cada una de las estaciones.



Daniel Navarro Agüera

A continuación se debe compensar el error de cierre calculado inicialmente ( $e_{est}$ ). Esta corrección la denominaremos  $c_{est}$  y para cada una de las estaciones tendrá un valor de:

$$c_{est} = \frac{e}{n} = \frac{76,24}{6} = \mathbf{12,71\ mm}$$

Este valor de compensación ha de sumarse al error máximo calculado que, suponemos se dará en cada una de las estaciones de nuestro itinerario. Para ello sumamos al error que se puede dar en cada una de las estaciones, la compensación para estación calculada anteriormente:

$$e_{cest} = e_{est} + c_{est} = 31,13 + 12,71 = \mathbf{43,84\ mm}$$

Este error es el máximo que puede producirse teniendo en cuenta que la distancia media máxima entre estaciones es de unos 90 metros y que el itinerario más largo cuenta con 6 puntos de estación. También se tiene en cuenta el error cometido por el GPS.

### **Error total teórico cometido**

Para el cálculo de este segundo tipo de error basta con realizar la raíz cuadrada de la suma del error corregido para cada una de las estaciones al cuadrado mas el error cometido en la radiación también al cuadrado. Este error final se representará por  $E_{test}$

$$E_{test} = \sqrt{e_{cest}^2 + e_r^2} = \sqrt{43,84^2 + 29,41^2} = \mathbf{52,79\ mm}$$



## **ANEJO II: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

En este anejo incluiremos los cálculos necesarios para la resolución de los itinerarios.

Procederemos a exponer los cálculos necesarios para uno de los itinerarios, en este caso el itinerario 2 correspondiente al puerto y posteriormente expondremos los cálculos y valores obtenidos para el itinerario tres correspondiente a los alrededores.

Por último, expondremos los cálculos y valores obtenidos para una de las radiaciones realizadas desde una de las estaciones del itinerario 2.

### **Resolución del Itinerario 2:**

Este itinerario cuenta con 5 estaciones, comenzando en la estación denominada CIM-1, de coordenadas conocidas y volviendo a la misma estación. Es por tanto un itinerario cerrado. Para evitar el tedioso trabajo de orientar el aparato en cada estación se decidió la realización de un itinerario desorientado, para lo cual se visó a un punto exterior llamado CIM-2, también de coordenadas conocidas y que ya habíamos utilizado anteriormente como estación inicial en el trabajo de mi compañero. El croquis de este itinerario ya ha sido expuesto con anterioridad (ver: [Introducción/2.- Mediciones/2.1-Croquis iniciales](#))

Los datos de partida son los siguientes:

Estación	Punto	L.acimutal	L.cenital	D.geométrica	Alt.prisma	Alt.aparato
CIM-1	CIM-2	175,7185	99,986	123,323	1,601	1,601
	est.2	133,9838	99,9905	119,179	1,601	1,601
	est.5	8,0238	99,3548	82,42	1,601	1,601
est.2	CIM-1	346,0933	100,0064	119,231	1,641	1,641
	est.3	382,3067	99,9928	129,79	1,641	1,641
est.3	est.2	40,2189	100,0035	129,692	1,6	1,6
	est.4	256,6153	100,0399	72,249	1,6	1,6
est.4	est.3	33,7935	99,9656	72,367	1,582	1,582
	est.5	72,6112	98,8826	47,922	1,582	1,582
est.5	est.4	387,1779	101,1308	47,952	1,551	1,551
	CIM-1	169,7224	100,655	82,436	1,551	1,551

Estos son los datos descargados directamente de la estación al ordenador. Cabe señalar que los ángulos vienen inicialmente expresados en cienmilésimas de grado centesimal, con lo que para trabajar con ellos hemos dividido por cien mil. Asimismo, las distancias vienen expresadas en milímetros. Para trabajar con ellas hemos de pasarlas a metros.



Daniel Navarro Agüera

1.- Cálculo del acimut de referencia:

Este acimut nos va a permitir orientar el itinerario. Las coordenadas de los puntos conocidos son las siguientes:

CIM-1: (X=677738,1987; Y=4163094,2515; Z=2,2286)

CIM-2: (X=677671,9368; Y=4163066,8818)

El acimut de referencia se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\theta_{cim1}^{cim2} = 300^g - \arctan \frac{|Y_{cim1} - Y_{cim2}|}{|X_{cim1} - X_{cim2}|}$$

Sustituyendo los valores de partida en la ecuación anterior obtenemos:

$$\theta_{cim1}^{cim2} = 300 - \arctan \frac{|4163094,2515 - 4163066,8818|}{|677738,1987 - 677671,9368|} = \mathbf{285,7542^g}$$

2.- Corrección de orientación:

A partir del acimut de referencia vamos a calcular la corrección de orientación de la primera estación del itinerario CIM-1

$$Cor_{cim1} = \theta_{cim1}^{cim2} - L_{cim1}^{cim2} = 285,7542 - 175,7185 = \mathbf{110,0357^g}$$

Calculamos también el acimut de la última estación (estación 5) respecto de la primera (CIM-1). Este es el acimut trigonométrico.

$$\theta_{cim1}^{est.5} = L_{cim1}^{est.5} + Cor_{cim1} = 8,02380 + 110,0357 = \mathbf{118,0595^g}$$

También calculamos el acimut de la segunda estación sobre la primera:

$$\theta_{cim1}^{est.2} = L_{cim1}^{est.2} + Cor_{cim1} = 133,9838 + 118,0595 = \mathbf{244,0195^g}$$

Por tanto, el acimut de CIM-1 sobre la estación 2 será el de la estación 2 sobre CIM-1 mas doscientos grados. Teniendo en cuenta que el máximo ángulo posible es cuatrocientos grados centesimales, el acimut quedará:

$$\theta_{est.2}^{cim1} = 400 - (200 + 244,0195) = \mathbf{44,0195^g}$$

Para el cálculo de las correcciones y acimuts del resto de estaciones se procede del mismo modo. Los resultados obtenidos se adjuntan en la siguiente tabla:



Acimut		Acimut inv.		Corrección	
$\theta_{cim1}^{est.2}$	244,0195	$\theta_{est.2}^{cim1}$	44,0195	$Cor_{est.2}$	-302,0738
$\theta_{est.2}^{est.3}$	80,2329	$\theta_{est.3}^{est.2}$	280,2329	$Cor_{est.3}$	240,0140
$\theta_{est.3}^{est.4}$	96,6293	$\theta_{est.4}^{est.3}$	296,6293	$Cor_{est.4}$	262,8358
$\theta_{est.4}^{est.5}$	335,4470	$\theta_{est.5}^{est.4}$	135,4470	$Cor_{est.5}$	-251,7309
$\theta_{est.5}^{cim1}$	317,9915	$\theta_{cim1}^{est.5}$	<b>117,9915</b>		

El valor de la tabla coloreado en rojo corresponde al acimut topográfico de la última estación respecto de la primera. Por tanto, ya podemos calcular el error total angular del itinerario que es la diferencia entre los acimuts topográfico y trigonométrico:

$$e_a = \theta_{cim1\ top.}^{est.5} - \theta_{cim1\ trig.}^{est.5} = 117,9915 - 118,0595 = -\mathbf{0,068^g}$$

Como vemos, se trata de un error angular por defecto, lo que significa que los acimuts una vez realizada su compensación, deberán tener un valor algo mayor que el que acabamos de calcular.

### 3.- Compensación de acimuts:

En primer lugar debemos calcular el factor de compensación. Este se obtiene dividiendo el error de cierre angular entre el número de estaciones del itinerario, en este caso cinco.

$$f_c = \frac{e_a}{n} = \frac{-0,068}{5} = -\mathbf{0,0136}$$

Los acimuts compensados resultan de restar a cada acimut el factor de corrección, que como en este caso es negativo, se sumará:

#### Acimuts compensados

$$\theta_{cim1}^{est.2} = 244,0195 + 0,0136 = \mathbf{244,0331^g}$$

$$\theta_{est.2}^{est.3} = 80,2329 + 2 * 0,0136 = \mathbf{80,2601^g}$$

$$\theta_{est.3}^{est.4} = 96,6293 + 3 * 0,0136 = \mathbf{96,6701^g}$$

$$\theta_{est.4}^{est.5} = 335,4470 + 4 * 0,0136 = \mathbf{335,5014^g}$$

$$\theta_{est.5}^{cim1} = 317,9915 + 5 * 0,0136 = \mathbf{318,0595^g}$$



Daniel Navarro Agüera

Como se puede observar, el acimut topográfico compensado es igual al recíproco del acimut trigonométrico, lo cual es indicativo de que el procedimiento es correcto.

#### 4.- Cálculo de las distancias reducidas:

Las distancias medidas desde nuestra estación total son distancias naturales. Las distancias reducidas se calcularán por tanto con la siguiente expresión

$$D = D_N * \sin \varphi$$

siendo " $\varphi$ " la lectura cenital o ángulo vertical.

No obstante, al ser toda la zona prácticamente llana, es de suponer que distancias reducidas y naturales tendrán valores muy similares. Para ilustrar el caso, podemos calcular las dos primeras distancias:

$$D_{cim1}^{est.2} = 119,179 * \sin 99,9905^g = \mathbf{119,1790\ m}$$

$$D_{est.2}^{cim1} = 119,231 * \sin 100,0064^g = \mathbf{119,2310\ m}$$

Como era de esperar, no ha variado la distancia. El resto de distancias reducidas se expone a continuación:

#### Distancias reducidas

$$D_{est.2}^{est.3} = \mathbf{129,790\ m}$$

$$D_{est.3}^{est.2} = \mathbf{129,692\ m}$$

$$D_{est.3}^{est.4} = \mathbf{72,249\ m}$$

$$D_{est.4}^{est.3} = \mathbf{72,367\ m}$$

$$D_{est.4}^{est.5} = \mathbf{47,9146\ m}$$

$$D_{est.5}^{est.4} = \mathbf{47,944\ m}$$

$$D_{est.5}^{cim1} = \mathbf{82,4316\ m}$$

$$D_{cim1}^{est.5} = \mathbf{82,4158\ m}$$

Una vez calculadas las correspondientes distancias reducidas, se calcula la distancia de cada tramo a partir de la media aritmética de las distancias reducidas que acabo de calcular:

#### Distancias promediadas

$$D_{cim1,est.2} = \frac{D_{cim1}^{est.2} + D_{est.2}^{cim1}}{2} = \frac{119,1790 + 119,2310}{2} = \mathbf{119,205\ m}$$

$$D_{est.2,est.3} = \mathbf{129,741\ m}$$

$$D_{est.3,est.4} = \mathbf{72,3080\ m}$$

$$D_{est.4,est.5} = \mathbf{47,9295\ m}$$



Daniel Navarro Agüera

$$D_{est.5,cim1} = \mathbf{82,4237\ m}$$

5.- Coordenadas parciales:

Se calculan a partir de las distancias promediadas y los acimuts compensados.

$$X_{cim1}^{est.2} = D_{cim1,est.2} * \sin \theta_{cim1}^{est.2}$$

$$Y_{cim1}^{est.2} = D_{cim1,est.2} * \cos \theta_{cim1}^{est.2}$$

$$X_{cim1}^{est.2} = 119,205 * \sin 244,0331 = \mathbf{-76,0319}$$

$$Y_{cim1}^{est.2} = 119,205 * \cos 244,0331 = \mathbf{-91,8095}$$

$$X_{est.2}^{est.3} = 129,741 * \sin 80,2601 = \mathbf{123,5538}$$

$$Y_{est.2}^{est.3} = 129,741 * \cos 80,2601 = \mathbf{39,5877}$$

$$X_{est.3}^{est.4} = 72,319 * \sin 96,6701 = \mathbf{72,2091}$$

$$Y_{est.3}^{est.4} = 72,319 * \cos 96,6701 = \mathbf{3,7804}$$

$$X_{est.4}^{est.5} = 47,71 * \sin 335,5014 = \mathbf{-40,6681}$$

$$Y_{est.4}^{est.5} = 47,71 * \cos 335,5014 = \mathbf{25,3642}$$

$$X_{est.5}^{cim1} = 82,424 * \sin 318,0595 = \mathbf{-79,1294}$$

$$Y_{est.5}^{cim1} = 82,424 * \cos 318,0595 = \mathbf{23,0694}$$

6.- Error de cierre planimétrico:

En un itinerario cerrado la última estación coincide con la primera. Por tanto, la suma de coordenadas parciales equivale a la coordenada parcial de la primera estación respecto de ella misma. Esta coordenada parcial teóricamente debería ser nula, pero evidentemente no lo será debido al error cometido. El valor "nulo" de esta suma es, precisamente, el error de cierre.

$$e_x = \sum X = -76,0319 + 123,5538 + 72,2091 - 40,6681 - 79,1294 = \mathbf{-0,0665\ m}$$

$$e_y = \sum Y = -91,8095 + 39,5877 + 3,7804 + 25,3642 + 23,0694 = \mathbf{-0,0077\ m}$$

Antes de abordar el siguiente apartado, vamos a calcular también el sumatorio del valor absoluto de las coordenadas parciales, ya que nos hará falta para calcular las coordenadas parciales compensadas.

$$\sum |X| = 76,0319 + 123,5538 + 72,2091 + 40,6681 + 79,1294 = \mathbf{391,5923}$$

$$\sum |Y| = 91,8095 + 39,5877 + 3,7804 + 25,3642 + 23,0694 = \mathbf{176,0504}$$

7.- Coordenadas parciales compensadas:

7.1- Coordenada X: La fórmula empleada es la siguiente.

$$X_{cim1}^{est.2} = X_{cim1(n.c.)}^{est.2} - e_x * \frac{|X_{cim1}^{est.2}|_{(n.c.)}}{\sum |X|}$$



Los resultados obtenidos son los expuestos a continuación:

$$X_{cim1}^{est.2} = -76,0319 + 0,0665 * \frac{76,0319}{391,5923} = -76,0189 m$$

$$X_{est.2}^{est.3} = 123,5538 + 0,0665 * \frac{123,5538}{391,5923} = 123,5748 m$$

$$X_{est.3}^{est.4} = 72,2091 + 0,0665 * \frac{72,2091}{391,5923} = 72,2214 m$$

$$X_{est.4}^{est.5} = -40,6681 + 0,0665 * \frac{40,6681}{391,5923} = -40,6612 m$$

$$X_{est.5}^{cim1} = -79,1294 + 0,0665 * \frac{79,1294}{391,5923} = -79,1160 m$$

7.2- Coordenada Y: La fórmula utilizada es igual a la anterior, pero sustituyendo los valores de las "X" por los correspondientes a las coordenadas "Y"

$$Y_{cim1}^{est.2} = Y_{cim1(n.c.)}^{est.2} - e_y * \frac{|Y_{cim1}^{est.2}|_{(n.c.)}}{\sum|Y|}$$

Los resultados obtenidos son los presentados a continuación:

$$Y_{cim1}^{est.2} = -91,8095 + 0,0077 * \frac{91,8095}{176,0504} = -91,8055 m$$

$$Y_{est.2}^{est.3} = 39,5877 + 0,0077 * \frac{39,5877}{176,0504} = 39,5895 m$$

$$Y_{est.3}^{est.4} = 3,7804 + 0,0077 * \frac{3,7804}{176,0504} = 3,7806 m$$

$$Y_{est.4}^{est.5} = 25,3642 + 0,0077 * \frac{25,3642}{176,0504} = 25,3653 m$$

$$Y_{est.5}^{cim1} = 23,0694 + 0,0077 * \frac{23,0694}{176,0504} = 23,0704 m$$



8.- Cálculo de las "Z" parciales:

La medida de del desnivel se efectuará a partir de la siguiente expresión:

$$Z_{cim1}^{est.2} = t + i - A_p$$

donde  $t = \frac{D_{cim1,est.2}}{\tan \varphi}$ , siendo " $\varphi$ " la lectura cenital tomada con la estación.

Como ya se procuró durante la toma de datos que el prisma y la estación estuvieran a la misma altura, esto facilitará los cálculos. A continuación se expone una tabla en la que se representan los distintos valores de Z en función de la estación en la que nos encontramos así como la media ponderada de cada uno de ellos.

$$Z_{cim1}^{est.2} = 0,0178$$

$$Z_{est.2}^{cim1} = -0,0120$$

$$Z_{est.2}^{est.3} = 0,0147$$

$$Z_{est.3}^{est.2} = -0,0071$$

$$Z_{est.3}^{est.4} = -0,0453$$

$$Z_{est.4}^{est.3} = 0,0391$$

$$Z_{est.4}^{est.5} = 0,8411$$

$$Z_{est.5}^{est.4} = -0,8517$$

$$Z_{est.5}^{cim1} = -0,8481$$

$$Z_{cim1}^{est.5} = 0,8353$$

Valor medio
$Z_{cim1}^{est.2} = \mathbf{0,0149\ m}$
$Z_{est.2}^{est.3} = \mathbf{0,0109\ m}$
$Z_{est.3}^{est.4} = \mathbf{-0,0422\ m}$
$Z_{est.4}^{est.5} = \mathbf{0,8464\ m}$
$Z_{est.5}^{cim1} = \mathbf{-0,8417\ m}$

9.- Error de cierre altimétrico:

Se calcula igual que los errores de cierre planimétricos.

$$e_z = \sum Z = 0,0149 + 0,0109 - 0,0422 + 0,8464 - 0,8417 = \mathbf{-0,0117\ m}$$

$$\sum |Z| = 0,0149 + 0,0109 + 0,0422 + 0,8464 + 0,8417 = \mathbf{1,7561}$$

Por tanto, ya podemos calcular las coordenadas parciales altimétricas compensadas utilizando la misma expresión que para las coordenadas planimétricas

$$Z_{cim1}^{est.2} = Z_{cim1(n.c.)}^{est.2} - e_z * \frac{|Z_{cim1}^{est.2}|_{(n.c.)}}{\sum |Z|}$$

$$Z_{cim1}^{est.2} = 0,0149 + 0,0117 * \frac{0,0149}{1,7561} = \mathbf{0,0150\ m}$$



Daniel Navarro Agüera

$$Z_{est.2}^{est.3} = 0,0109 + 0,0117 * \frac{0,0109}{1,7561} = \mathbf{0,0110\ m}$$

$$Z_{est.3}^{est.4} = -0,0422 + 0,0117 * \frac{0,0422}{1,7561} = \mathbf{-0,0419\ m}$$

$$Z_{est.4}^{est.5} = 0,8464 + 0,0117 * \frac{0,8464}{1,7561} = \mathbf{-0,8520\ m}$$

$$Z_{est.5}^{cim1} = -0,8417 + 0,0117 * \frac{0,8417}{1,7561} = \mathbf{-0,8361\ m}$$

Una vez calculadas todas las coordenadas parciales, paso al último apartado, que es el cálculo de las coordenadas absolutas. A continuación, voy a exponer una tabla con las coordenadas parciales obtenidas hasta ahora:

	X	Y	Z
CIM-1	-76,0189	-91,8055	0,0150
Est.2	123,5748	39,5895	0,0110
Est.3	72,2214	3,7806	-0,0419
Est.4	-40,6612	25,3653	-0,8520
Est.5	-79,1160	23,0704	-0,8361
CIM-1			

10.- Coordenadas absolutas:

	X	Y	Z
CIM-1	<b>677738,1987</b>	<b>4163094,2515</b>	<b>2,2286</b>
Est.2	<b>677662,1798</b>	<b>4163002,4460</b>	<b>2,2436</b>
Est.3	<b>677785,7546</b>	<b>4163042,0355</b>	<b>2,2546</b>
Est.4	<b>677857,9759</b>	<b>4163045,8161</b>	<b>2,2127</b>
Est.5	<b>677817,3147</b>	<b>4163071,1814</b>	<b>3,0647</b>
CIM-1	<b>677738,1987</b>	<b>4163094,2515</b>	<b>2,2286</b>



### Resolución del itinerario 3:

Este segundo itinerario cuenta con seis estaciones, comenzando y terminando también en CIM-1. Al igual que el anterior, este también es un itinerario cerrado y desorientado, por lo que el procedimiento para su resolución es el mismo.

Los datos de partida son los siguientes:

Estacion	Punto	L.acimutal	L.cenital	D.geométrica	Alt.prisma	Alt.aparato
CIM-1	CIM-2	175,7185	99,986	123,323	1,601	1,601
	Est.6	362,9319	100,2418	48,569	1,601	1,601
	Est.10	366,9131	100,0672	113,115	1,601	1,601
Est.6	CIM-1	305,1302	99,7732	48,655	1,551	1,551
	Est.7	14,1849	100,2248	93,307	1,551	1,551
Est.7	Est.6	128,8751	99,7879	93,38	1,551	1,551
	Est.8	385,2379	100,0742	71,358	1,551	1,551
Est.8	Est.7	165,5858	99,953	71,309	1,56	1,56
	Est.9	67,0843	100,1033	41,241	1,56	1,56
Est.9	Est.8	270,1898	99,9469	41,251	1,555	1,555
	Est.10	122,1215	99,707	104,95	1,555	1,555
Est.10	Est.9	303,6724	100,3155	105	1,555	1,555
	CIM-1	188,781	99,9342	113,127	1,555	1,555

En este caso he decidido mostrar los datos en las unidades con las que voy a trabajar, esto es, con los ángulos en grados centesimales y las distancias en metros.

#### 1.- Cálculo del acimut de referencia:

Los datos de partida son los mismos que para el itinerario anterior, luego el acimut de referencia también es el mismo.

CIM-1: (X=677738,1987; Y=4163094,2515; Z=2,2286)

CIM-2: (X=677671,9368; Y=4163066,8818)

$$\theta_{cim1}^{cim2} = 285,7542^g$$

#### 2.- Corrección de orientación:

La corrección de orientación de CIM-1 continúa siendo igual que en el apartado anterior:

$$Cor_{cim1} = \theta_{cim1}^{cim2} - L_{cim1}^{cim2} = 285,7542 - 175,7185 = \mathbf{110,0357^g}$$

El acimut trigonométrico, es decir, el de la última estación respecto de la primera es:

$$\theta_{cim1}^{est.10} = \mathbf{76,9488^g}$$



El resto de acimuts y correcciones para las distintas estaciones se exponen en la siguiente tabla:

Acimut		Acimut inv.		Corrección	
$\theta_{cim\ 1}^{est.6}$	72,9676	$\theta_{est.6}^{cim\ 1}$	272,9676	$Cor_{est.6}$	-32,1626
$\theta_{est.6}^{est.7}$	382,0223	$\theta_{est.7}^{est.6}$	182,0223	$Cor_{est.7}$	53,1472
$\theta_{est.7}^{est.8}$	38,3851	$\theta_{est.8}^{est.7}$	238,3851	$Cor_{est.8}$	72,7993
$\theta_{est.8}^{est.9}$	139,8836	$\theta_{est.9}^{est.8}$	339,8836	$Cor_{est.9}$	69,6938
$\theta_{est.9}^{est.10}$	191,8153	$\theta_{est.10}^{est.9}$	391,8153	$Cor_{est.10}$	88,1429
$\theta_{est.10}^{cim\ 1}$	276,9239	$\theta_{cim\ 1}^{est.10}$	<b>76,9239</b>		

El error total angular del itinerario es:

$$e_a = \theta_{cim\ 1\ top.}^{est.10} - \theta_{cim\ 1\ trig.}^{est.10} = 76,9239 - 76,9488 = -0,0249^g (\text{defecto})$$

3.- Compensación de acimuts:

$$f_c = \frac{e_a}{n} = \frac{-0,0249}{6} = -0,00415$$

Por tanto, los acimuts compensados son:

#### Acimuts compensados

$$\theta_{cim\ 1}^{est.6} = 72,9676 + 0,00415 = \mathbf{72,9717^g}$$

$$\theta_{est.6}^{est.7} = 382,0223 + 2 * 0,00415 = \mathbf{382,0306^g}$$

$$\theta_{est.7}^{est.8} = 38,3851 + 3 * 0,00415 = \mathbf{38,3975^g}$$

$$\theta_{est.8}^{est.9} = 139,8836 + 4 * 0,00415 = \mathbf{139,9002^g}$$

$$\theta_{est.9}^{est.10} = 191,8153 + 5 * 0,00415 = \mathbf{191,8360^g}$$

$$\theta_{est.10}^{cim\ 1} = 276,9239 + 6 * 0,00415 = \mathbf{276,9488^g}$$

Como se puede observar, el acimut topográfico compensado es igual al recíproco del acimut trigonométrico lo cual es indicativo de que el procedimiento es correcto.



#### 4.- Cálculo de las distancias reducidas:

Al igual que en el itinerario anterior, las lecturas tomadas desde la estación son referidas a las distancias naturales entre las estaciones. La expresión para calcular las distancias reducidas a partir de las naturales es la misma que ya se expuso para la resolución del apartado anterior, por tanto en este caso me limitaré a exponer los resultados obtenidos.

Al igual que en el itinerario 2, al ser una zona bastante plana, no se espera que haya cambios significativos entre distancia natural y reducida.

#### Distancias reducidas

$$D_{cim\ 1}^{est.6} = 48,5686\ m$$

$$D_{est.6}^{est.7} = 93,3064\ m$$

$$D_{est.7}^{est.8} = 71,3580\ m$$

$$D_{est.8}^{est.9} = 41,2409\ m$$

$$D_{est.9}^{est.10} = 104,9489\ m$$

$$D_{est.10}^{cim\ 1} = 113,1269\ m$$

$$D_{est.6}^{cim\ 1} = 48,6547\ m$$

$$D_{est.7}^{est.6} = 93,3795\ m$$

$$D_{est.8}^{est.7} = 71,3090\ m$$

$$D_{est.9}^{est.8} = 41,2510\ m$$

$$D_{est.10}^{est.9} = 104,9987\ m$$

$$D_{cim\ 1}^{est.10} = 113,1149\ m$$

Al igual que ya hicimos en el itinerario 2, una vez calculadas las distancias reducidas, calculo las distancias promedio.

$$D_{cim\ 1,est.6} = 48,6117\ m$$

$$D_{est.6,est.7} = 93,3430\ m$$

$$D_{est.7,est.8} = 71,3335\ m$$

$$D_{est.8,est.9} = 41,2460\ m$$

$$D_{est.9,est.10} = 104,9738\ m$$

$$D_{est.10,cim\ 1} = 113,1209\ m$$

#### 5.- Coordenadas parciales:

Se calculan a partir de las distancias reducidas y los acimuts compensados, tal como se hizo para el itinerario anterior, por lo que nos limitaremos a exponer directamente los resultados obtenidos:



Daniel Navarro Agüera

$$\begin{array}{ll} X_{cim\ 1}^{est.6} = & \mathbf{44,2960\ m} & Y_{cim\ 1}^{est.6} = & \mathbf{20,0241\ m} \\ X_{est.6}^{est.7} = & \mathbf{-25,9988\ m} & Y_{est.6}^{est.7} = & \mathbf{89,6491\ m} \\ X_{est.7}^{est.8} = & \mathbf{40,4630\ m} & Y_{est.7}^{est.8} = & \mathbf{58,7470\ m} \\ X_{est.8}^{est.9} = & \mathbf{33,4067\ m} & Y_{est.8}^{est.9} = & \mathbf{-24,1914\ m} \\ X_{est.9}^{est.10} = & \mathbf{13,4249\ m} & Y_{est.9}^{est.10} = & \mathbf{-104,1118\ m} \\ X_{est.10}^{cim\ 1} = & \mathbf{-105,7861\ m} & Y_{est.10}^{cim\ 1} = & \mathbf{-40,0705\ m} \end{array}$$

6.- Error de cierre planimétrico:

$$e_x = \sum X = 44,2960 - 25,9988 + 40,4630 + 33,4067 - 13,4249 - 105,7861 = \mathbf{-0,1944\ m}$$

$$e_y = \sum Y = 20,0241 + 89,6491 + 58,7470 - 24,1914 - 104,1118 - 40,0705 = \mathbf{0,0465\ m}$$

$$\sum |X| = 44,2960 + 25,9988 + 40,4630 + 33,4067 + 13,4249 + 105,7861 = \mathbf{263,3754}$$

$$\sum |Y| = 20,0241 + 89,6491 + 58,7470 + 24,1914 + 104,1118 + 40,0705 = \mathbf{336,7940}$$

7.- Coordenadas parciales compensadas:

7.1- Coordenada X:

$$\begin{array}{ll} X_{cim\ 1}^{est.6} = & \mathbf{44,3286\ m} \\ X_{est.6}^{est.7} = & \mathbf{-25,9796\ m} \\ X_{est.7}^{est.8} = & \mathbf{40,4929\ m} \\ X_{est.8}^{est.9} = & \mathbf{33,4313\ m} \\ X_{est.9}^{est.10} = & \mathbf{13,4348\ m} \\ X_{est.10}^{cim\ 1} = & \mathbf{-105,7080\ m} \end{array}$$



Daniel Navarro Agüera

7.2- Coordenada Y:

$$Y_{cim1}^{est.6} = 20,0213 m$$

$$Y_{est.6}^{est.7} = 89,6368 m$$

$$Y_{est.7}^{est.8} = 58,7389 m$$

$$Y_{est.8}^{est.9} = -24,1948 m$$

$$Y_{est.9}^{est.10} = -104,1262 m$$

$$Y_{est.10}^{cim1} = -40,0760 m$$

8.- Cálculo de las "Z" parciales:

$$Z_{cim1}^{est.6} = -0,1845$$

$$Z_{est.6}^{est.7} = -0,3295$$

$$Z_{est.7}^{est.8} = -0,0832$$

$$Z_{est.8}^{est.9} = -0,0669$$

$$Z_{est.9}^{est.10} = 0,4830$$

$$Z_{est.10}^{cim1} = 0,1169$$

$$Z_{est.6}^{cim1} = 0,1733$$

$$Z_{est.7}^{est.6} = 0,3111$$

$$Z_{est.8}^{est.7} = 0,0526$$

$$Z_{est.9}^{est.8} = 0,0344$$

$$Z_{est.10}^{est.9} = -0,5204$$

$$Z_{cim1}^{est.10} = -0,1194$$

Valor medio
$Z_{cim1}^{est.6} = -0,1789 m$
$Z_{est.6}^{est.7} = -0,3203 m$
$Z_{est.7}^{est.8} = -0,0679 m$
$Z_{est.8}^{est.9} = -0,0507 m$
$Z_{est.9}^{est.10} = 0,5017 m$
$Z_{est.10}^{cim1} = 0,1182 m$

9.- Error de cierre altimétrico:

$$e_z = \sum Z = -0,1789 - 0,3203 - 0,0679 - 0,0507 + 0,5017 - 0,1182 = 0,0021 m$$

$$\sum |Z| = 0,1789 + 0,3203 + 0,0679 + 0,0507 + 0,5017 + 0,1182 = 1,2376 m$$

Coordenadas parciales altimétricas compensadas:

$$Z_{cim1}^{est.6} = -0,1792 m$$

$$Z_{est.6}^{est.7} = -0,3208 m$$

$$Z_{est.7}^{est.8} = -0,0680 m$$

$$Z_{est.8}^{est.9} = -0,0507 m$$



Daniel Navarro Agüera

$$Z_{est.9}^{est.10} = 0,5008 \text{ m}$$

$$Z_{est.10}^{cim.1} = -0,1180 \text{ m}$$

Curiosamente, en este caso las coordenadas parciales altimétricas compensadas resultan igual a cero.

Una vez calculadas todas las coordenadas parciales, paso al último apartado, que es el cálculo de las coordenadas absolutas. A continuación, voy a exponer una tabla con las coordenadas parciales obtenidas hasta ahora:

	X	Y	Z
CIM-1	44,3286	20,0213	-0,1792
Est.6	-25,9796	89,6368	-0,3208
Est.7	40,4929	58,7389	-0,0680
Est.8	33,4313	-24,1948	-0,0507
Est.9	13,4348	-104,1262	0,5008
Est.10	-105,7080	-40,0760	-0,1180
CIM-1			

10.- Coordenadas absolutas:

	X	Y	Z
<b>CIM-1</b>	<b>677738,1987</b>	<b>4163094,2515</b>	<b>2,2286</b>
<b>Est.6</b>	<b>677782,5273</b>	<b>4163114,2728</b>	<b>2,0494</b>
<b>Est.7</b>	<b>677756,5478</b>	<b>4163203,9096</b>	<b>1,7286</b>
<b>Est.8</b>	<b>677797,0406</b>	<b>4163262,6485</b>	<b>1,6605</b>
<b>Est.9</b>	<b>677830,4719</b>	<b>4163238,4537</b>	<b>1,6098</b>
<b>Est.10</b>	<b>677843,9067</b>	<b>4163134,3275</b>	<b>2,1106</b>
<b>CIM-1</b>	<b>677738,1987</b>	<b>4163094,2515</b>	<b>2,2286</b>



### **Resolución del itinerario de nivelación:**

Como ya se explicó anteriormente, además de la toma de datos con la estación total, se decidió la realización de un itinerario cerrado con nivel electrónico siguiendo un sencillo método conocido como espalda-frente (BF) ya que, como sabemos, con el nivel se obtiene una mayor precisión en el cálculo de coordenadas altimétricas que con la estación.

Los datos de partida sobre los que vamos a trabajar son los expuestos en la hoja siguiente:

Nº Punto	Nº Señal	L.Espalda	D.Espalda	L.Frente	D.Frente
0	O	1,5203	29,04		
1	O			1,8209	24,58
1	O	1,4525	29,87		
2	O			1,2702	25,86
2	O	1,6181	15,07		
3	O			1,4852	17,98
3	O	1,3353	32,76		
4	O			1,482	32,52
4	O	1,5407	28,8		
5	O			1,3849	36,6
5	O	1,431	31,83		
6	O			1,458	40,44
6	O	1,8639	18,82		
7	O			1,0287	30,26
7	O	1,2057	28,57		
8	O			1,8979	15,39
8	O	1,3535	7,79		
9	O			1,7336	9,18
9	O	1,3724	31,26		
10	O			1,5318	29,15
10	O	1,4871	25,72		
11	O			1,655	12,05
11	O	1,3784	31,44		
12	O			1,3871	29,72
12	O	1,4525	29,16		
13	O			1,5043	14,87
13	O	1,3218	30,77		
14	O			1,3531	29,25
14	O	1,8665	27,27		
15	O			1,3314	15,62
15	O	1,7582	36,02		
16	O			1,2164	33,25
16	O	1,4235	32,36		
17	O			1,8464	36,93



Daniel Navarro Agüera

En primer lugar calculamos los desniveles no compensados de los tramos del itinerario mediante la siguiente expresión:

$$Z_{P1}^1 = m_{P1} - m_1$$

En nuestro caso, las "Z" parciales no compensadas son las siguientes:

Z parcial	
0 y 1	-0,3006
1 y 2	0,1823
2 y 3	0,1329
3 y 4	-0,1467
4 y 5	0,1558
5 y 6	-0,027
6 y 7	0,8352
7 y 8	-0,6922
8 y 9	-0,3801
9 y 10	-0,1594
10 y 11	-0,1679
11 y 12	-0,0087
12 y 13	-0,0518
13 y 14	-0,0313
14 y 15	0,5351
15 y 16	0,5418
16 y 17	-0,4229



Daniel Navarro Agüera

Una vez calculados los desniveles no compensados, procedemos a calcular el error de cierre, que al igual que en los itinerarios resueltos anteriormente, se obtiene como suma de los desniveles parciales:

$$\sum Z = e_z = -0,0055$$

A continuación calculamos el factor de compensación como cociente entre el error de cierre altimétrico obtenido y el número de estaciones. Nuestro itinerario de nivelación consta de un total de 17 puntos de estación.

$$f_c = \frac{e_z}{n^{\circ} \text{ est.}} = \frac{-0,0055}{17} = -0,000324$$

Ahora procedemos a la compensación de los desniveles, para lo cual empleamos la siguiente expresión:

$$Z_{P1 c.}^1 = Z_{P1 n.c.}^1 - f_c$$

Los resultados obtenidos en función de nuestros valores de campo son:

Z parcial comp.	
0 y 1	-0,30028
1 y 2	0,18262
2 y 3	0,13322
3 y 4	-0,14638
4 y 5	0,15612
5 y 6	-0,02668
6 y 7	0,83552
7 y 8	-0,69188
8 y 9	-0,37978
9 y 10	-0,15908
10 y 11	-0,16758
11 y 12	-0,00838
12 y 13	-0,05148
13 y 14	-0,03098
14 y 15	0,53542
15 y 16	0,54212
16 y 17	-0,42258



Finalmente solo queda calcular las coordenadas absolutas de cada estación, lo cual puede hacerse por arrastre de coordenadas ya que la coordenada altimétrica del punto cero (estación CIM-1) es un dato conocido. A partir de aquí, el cálculo de las coordenadas altimétricas de las radiaciones se hará en función de los valores obtenidos aquí, ya que, como ya se ha indicado, son más precisos que los obtenidos con estación total.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Z total		Estaciones
0	<b>2,2286</b>	<b>CIM-1</b>
1	<b>1,9283</b>	
2	<b>2,1109</b>	
3	<b>2,2442</b>	<b>Est.2</b>
4	<b>2,0978</b>	
5	<b>2,2539</b>	<b>Est.3</b>
6	<b>2,2272</b>	<b>Est.4</b>
7	<b>3,0628</b>	<b>Est.5</b>
8	<b>2,3709</b>	
9	<b>1,9911</b>	<b>Est.6</b>
10	<b>1,8320</b>	
11	<b>1,6645</b>	<b>Est.7</b>
12	<b>1,6561</b>	<b>Est.8</b>
13	<b>1,6046</b>	<b>Est.9</b>
14	<b>1,5736</b>	
15	<b>2,1091</b>	<b>Est.10</b>
16	<b>2,6512</b>	
17	<b>2,2286</b>	<b>CIM-1</b>

### **Resolución de la radiación 2 del itinerario 2:**

Ya hemos resuelto los dos itinerarios de que se compone el trabajo. A continuación voy a resolver una de las radiaciones. Para el caso, la radiación que he elegido es la tomada desde la estación dos del itinerario 2. Esta estación está situada en el extremos del espigón del puerto, y desde ella tomamos un total de 61 puntos que incluyen numerosos detalles como bancos, farolas, parterres, barandillas, escalones y las esquinas del antiguo Club de Regatas.

También hay que señalar que los puntos uno a diez no forman parte del itinerario 2 sino del itinerario uno correspondiente al levantamiento del Campus de la Universidad. Estos diez puntos componen una serie de escalones que eran imposibles de visar desde ninguna de las estaciones del itinerario 1.

El procedimiento de radiación tiene una simplificación importante respecto del itinerario. Primero calculamos los acimuts de cada uno de los puntos de radiación a



Daniel Navarro Agüera

partir de la corrección de orientación de la estación en la que nos encontramos. Posteriormente, a partir de los ángulos acimutales calculados y de las distancias reducidas, calcularemos las coordenadas parciales de todos los puntos.

En el caso de la radiación no se puede hacer una compensación de las coordenadas parciales, ya que se trata de visuales a puntos concretos y no un itinerario en el que se conocen las coordenadas finales e iniciales. En consecuencia, las coordenadas parciales calculadas son las que utilizaremos para determinar las coordenadas absolutas de los puntos radiados.

#### 1.- Datos iniciales y cálculo de acimuts:

Como ya se ha dicho, para el cálculo de acimuts necesitamos la corrección de orientación de la estación en la que estamos, que en este caso es la estación 2 del itinerario 5. Esta corrección ya ha sido calculada antes, durante la resolución del itinerario.

$$Cor_{est.2} = \theta_{est.2}^{cim1} - L_{est.2}^{cim1} = 44,0195 - 346,0933 = -302,0738^g$$

Además de la corrección, también partimos de otro dato conocido que son las coordenadas absolutas del punto de estación y que también han sido calculadas en la resolución del itinerario.

$$Est.2: (X=677662,1798; Y=4163002,4460; Z=2,2442)$$

Los acimuts los calculamos como la suma de la corrección de la estación 2 mas las lecturas acimutales de los correspondientes puntos respecto de la estación.

Como ya sabemos, el valor de la corrección de orientación lo utilizaremos con su signo de modo que puede sumar o restar al ángulo acimutal. Los acimuts deben tener valores entre 0 y 400 grados centesimales. Por tanto, si alguno de los obtenidos como resultado de la aplicación de la corrección de orientación es negativo, le debemos sumar  $400^g$  y si es mayor de cuatrocientos entonces le restamos esa misma cantidad.

Evidentemente, la coordenada altimétrica "Z" utilizada es la obtenida con el nivel electrónico.

Aparte de los ya citados, los datos de partida, lecturas acimutales, cenitales etcétera tomados por la estación 2 son los siguientes:



punto	L.acimutal	L.cenital	D.geometric	Alt.prisma	Alt.aparato
<b>CIM-1</b>	346,0933	100,0064	119,231	1,641	1,641
<b>Est.3</b>	382,3067	99,9928	129,79	1,641	1,641
<b>1</b>	254,1995	99,8364	76,146	1,641	1,641
<b>2</b>	283,9336	102,0316	57,709	1,641	1,641
<b>3</b>	285,5216	101,4804	58,695	1,641	1,641
<b>4</b>	285,542	101,6206	59,667	1,641	1,641
<b>5</b>	286,2219	99,7757	61,777	1,641	1,641
<b>6</b>	298,1235	101,7799	64,728	1,641	1,641
<b>7</b>	292,2926	101,3169	65,664	1,641	1,641
<b>8</b>	292,5954	101,3188	65,72	1,641	1,641
<b>9</b>	292,9026	101,469	65,758	1,641	1,641
<b>10</b>	292,1186	101,335	67,312	1,641	1,641
<b>11</b>	338,7239	99,8993	14,58	1,641	1,641
<b>12</b>	364,8427	99,8611	12,201	1,641	1,641
<b>13</b>	211,7413	99,666	4,639	1,641	1,641
<b>14</b>	164,6931	99,8805	3,469	1,641	1,641
<b>15</b>	134,6625	100,1254	2,507	1,641	1,641
<b>16</b>	360,3298	99,9375	21,033	1,641	1,641
<b>17</b>	360,5873	99,9271	21,433	1,641	1,641
<b>18</b>	361,8373	99,9273	20,918	1,641	1,641
<b>19</b>	362,143	99,9288	21,31	1,641	1,641
<b>20</b>	350,6649	99,9684	22,219	1,641	1,641
<b>21</b>	372,4439	99,9697	20,321	1,641	1,641
<b>22</b>	369,1702	99,9481	25,404	1,641	1,641
<b>23</b>	369,2954	99,9493	25,792	1,641	1,641
<b>24</b>	359,5261	99,9398	26,219	1,641	1,641
<b>25</b>	351,5346	99,9571	19,713	1,641	1,641
<b>26</b>	353,3547	99,9513	19,435	1,641	1,641
<b>27</b>	355,3778	99,9558	21,114	1,641	1,641
<b>28</b>	353,72	99,9665	21,317	1,641	1,641
<b>29</b>	356,0896	99,9495	23,701	1,641	1,641
<b>30</b>	365,3155	99,9472	22,802	1,641	1,641
<b>31</b>	381,7568	100,0198	26,357	1,641	1,641
<b>32</b>	375,4666	100,047	28,586	1,641	1,641
<b>33</b>	381,8818	100,1525	28,606	1,641	1,641
<b>34</b>	383,5961	100,2631	30,972	1,641	1,641
<b>35</b>	385,2253	100,2644	33,416	1,641	1,641



<b>36</b>	385,4913	100,538	33,831	1,641	1,641
<b>37</b>	385,725	100,8337	34,237	1,641	1,641
<b>38</b>	385,9537	101,0936	34,67	1,641	1,641
<b>39</b>	386,1694	101,3685	35,084	1,641	1,641
<b>40</b>	386,408	101,6227	35,521	1,641	1,641
<b>41</b>	386,6143	101,8769	35,941	1,641	1,641
<b>42</b>	386,8463	102,1393	36,373	1,641	1,641
<b>43</b>	381,2301	100,2592	33,258	1,641	1,641
<b>44</b>	381,0186	102,1607	36,091	1,641	1,641
<b>45</b>	380,8091	100,2513	32,73	1,641	1,641
<b>46</b>	380,2096	100,2313	44,89	1,641	1,641
<b>47</b>	380,4166	100,2193	44,664	1,641	1,641
<b>48</b>	383,3128	100,2149	44,765	1,641	1,641
<b>49</b>	383,3449	100,4379	44,378	1,641	1,641
<b>50</b>	380,4529	100,4509	44,248	1,641	1,641
<b>51</b>	383,0365	100,2152	47,276	1,641	1,641
<b>52</b>	376,1398	100,1365	48,211	1,641	1,641
<b>53</b>	380,005	100,2071	51,432	1,641	1,641
<b>54</b>	190,3218	99,8059	4,069	1,641	1,641
<b>55</b>	381,2576	100,1642	69,966	1,641	1,641
<b>56</b>	381,2229	100,17	70,002	1,641	1,641
<b>57</b>	381,4187	100,7332	69,98	1,641	1,641
<b>58</b>	381,0133	100,1544	72,286	1,641	1,641
<b>59</b>	379,189	100,1284	72,17	1,641	1,641
<b>60</b>	379,2904	100,1508	72,342	1,641	1,641
<b>61</b>	378,9837	100,078	89,096	1,641	1,641

A continuación calculamos los acimuts. A modo de explicación vamos a realizar los dos primeros. El resto se calcula con el mismo procedimiento:

$$\theta_{est.2}^1 = L_{est.2}^1 + Cor_{est.2} = (254,1995 - 302,0738) + 400 = \mathbf{352,1257^g}$$

$$\theta_{est.2}^2 = L_{est.2}^2 + Cor_{est.2} = (283,9336 - 302,0738) + 400 = \mathbf{381,8598^g}$$

$$\theta_{est.2}^1 = L_{est.2}^1 + Cor_{est.2} = \mathbf{352,1257^g}$$

$$\theta_{est.2}^2 = L_{est.2}^2 + Cor_{est.2} = \mathbf{381,8598^g}$$

$$\theta_{est.2}^3 = L_{est.2}^3 + Cor_{est.2} = \mathbf{383,4478^g}$$

$$\theta_{est.2}^4 = L_{est.2}^4 + Cor_{est.2} = \mathbf{383,4682^g}$$

$$\theta_{est.2}^5 = L_{est.2}^5 + Cor_{est.2} = \mathbf{384,1481^g}$$

$$\theta_{est.2}^6 = L_{est.2}^6 + Cor_{est.2} = \mathbf{396,0497^g}$$

$$\theta_{est.2}^7 = L_{est.2}^7 + Cor_{est.2} = \mathbf{390,2188^g}$$



Daniel Navarro Agüera

$$\begin{aligned}\theta_{est.2}^8 &= L_{est.2}^8 + Cor_{est.2} = \mathbf{390,5216^g} \\ \theta_{est.2}^9 &= L_{est.2}^9 + Cor_{est.2} = \mathbf{390,8288^g} \\ \theta_{est.2}^{10} &= L_{est.2}^{10} + Cor_{est.2} = \mathbf{390,0448^g} \\ \theta_{est.2}^{11} &= L_{est.2}^{11} + Cor_{est.2} = \mathbf{36,6501^g} \\ \theta_{est.2}^{12} &= L_{est.2}^{12} + Cor_{est.2} = \mathbf{62,7689^g} \\ \theta_{est.2}^{13} &= L_{est.2}^{13} + Cor_{est.2} = \mathbf{309,6675^g} \\ \theta_{est.2}^{14} &= L_{est.2}^{14} + Cor_{est.2} = \mathbf{262,6193^g} \\ \theta_{est.2}^{15} &= L_{est.2}^{15} + Cor_{est.2} = \mathbf{252,5887^g} \\ \theta_{est.2}^{16} &= L_{est.2}^{16} + Cor_{est.2} = \mathbf{58,2560^g} \\ \theta_{est.2}^{17} &= L_{est.2}^{17} + Cor_{est.2} = \mathbf{58,5135^g} \\ \theta_{est.2}^{18} &= L_{est.2}^{18} + Cor_{est.2} = \mathbf{59,7635^g} \\ \theta_{est.2}^{19} &= L_{est.2}^{19} + Cor_{est.2} = \mathbf{60,0692^g} \\ \theta_{est.2}^{20} &= L_{est.2}^{20} + Cor_{est.2} = \mathbf{48,5911^g} \\ \theta_{est.2}^{21} &= L_{est.2}^{21} + Cor_{est.2} = \mathbf{70,3701^g} \\ \theta_{est.2}^{22} &= L_{est.2}^{22} + Cor_{est.2} = \mathbf{67,0964^g} \\ \theta_{est.2}^{23} &= L_{est.2}^{23} + Cor_{est.2} = \mathbf{67,2216^g} \\ \theta_{est.2}^{24} &= L_{est.2}^{24} + Cor_{est.2} = \mathbf{57,4523^g} \\ \theta_{est.2}^{25} &= L_{est.2}^{25} + Cor_{est.2} = \mathbf{49,4608^g} \\ \theta_{est.2}^{26} &= L_{est.2}^{26} + Cor_{est.2} = \mathbf{51,2809^g} \\ \theta_{est.2}^{27} &= L_{est.2}^{27} + Cor_{est.2} = \mathbf{53,3040^g} \\ \theta_{est.2}^{28} &= L_{est.2}^{28} + Cor_{est.2} = \mathbf{51,6462^g} \\ \theta_{est.2}^{29} &= L_{est.2}^{29} + Cor_{est.2} = \mathbf{54,0158^g} \\ \theta_{est.2}^{30} &= L_{est.2}^{30} + Cor_{est.2} = \mathbf{63,2417^g} \\ \theta_{est.2}^{31} &= L_{est.2}^{31} + Cor_{est.2} = \mathbf{79,6830^g} \\ \theta_{est.2}^{32} &= L_{est.2}^{32} + Cor_{est.2} = \mathbf{73,3928^g} \\ \theta_{est.2}^{33} &= L_{est.2}^{33} + Cor_{est.2} = \mathbf{79,8080^g} \\ \theta_{est.2}^{34} &= L_{est.2}^{34} + Cor_{est.2} = \mathbf{81,5223^g} \\ \theta_{est.2}^{35} &= L_{est.2}^{35} + Cor_{est.2} = \mathbf{83,1515^g} \\ \theta_{est.2}^{36} &= L_{est.2}^{36} + Cor_{est.2} = \mathbf{83,4175^g}\end{aligned}$$



Daniel Navarro Agüera

$$\begin{aligned}\theta_{est.2}^{37} &= L_{est.2}^{37} + Cor_{est.2} = \mathbf{83,6512^g} \\ \theta_{est.2}^{38} &= L_{est.2}^{38} + Cor_{est.2} = \mathbf{83,8799^g} \\ \theta_{est.2}^{39} &= L_{est.2}^{39} + Cor_{est.2} = \mathbf{84,0956^g} \\ \theta_{est.2}^{40} &= L_{est.2}^{40} + Cor_{est.2} = \mathbf{84,3342^g} \\ \theta_{est.2}^{41} &= L_{est.2}^{41} + Cor_{est.2} = \mathbf{84,5405^g} \\ \theta_{est.2}^{42} &= L_{est.2}^{42} + Cor_{est.2} = \mathbf{84,7725^g} \\ \theta_{est.2}^{43} &= L_{est.2}^{43} + Cor_{est.2} = \mathbf{79,1563^g} \\ \theta_{est.2}^{44} &= L_{est.2}^{44} + Cor_{est.2} = \mathbf{78,9448^g} \\ \theta_{est.2}^{45} &= L_{est.2}^{45} + Cor_{est.2} = \mathbf{78,7353^g} \\ \theta_{est.2}^{46} &= L_{est.2}^{46} + Cor_{est.2} = \mathbf{78,1358^g} \\ \theta_{est.2}^{47} &= L_{est.2}^{47} + Cor_{est.2} = \mathbf{78,3428^g} \\ \theta_{est.2}^{48} &= L_{est.2}^{48} + Cor_{est.2} = \mathbf{81,2390^g} \\ \theta_{est.2}^{49} &= L_{est.2}^{49} + Cor_{est.2} = \mathbf{81,2711^g} \\ \theta_{est.2}^{50} &= L_{est.2}^{50} + Cor_{est.2} = \mathbf{78,3791^g} \\ \theta_{est.2}^{51} &= L_{est.2}^{51} + Cor_{est.2} = \mathbf{80,9627^g} \\ \theta_{est.2}^{52} &= L_{est.2}^{52} + Cor_{est.2} = \mathbf{74,0660^g} \\ \theta_{est.2}^{53} &= L_{est.2}^{53} + Cor_{est.2} = \mathbf{77,9312^g} \\ \theta_{est.2}^{54} &= L_{est.2}^{54} + Cor_{est.2} = \mathbf{288,2480^g} \\ \theta_{est.2}^{55} &= L_{est.2}^{55} + Cor_{est.2} = \mathbf{79,1838^g} \\ \theta_{est.2}^{56} &= L_{est.2}^{56} + Cor_{est.2} = \mathbf{79,1491^g} \\ \theta_{est.2}^{57} &= L_{est.2}^{57} + Cor_{est.2} = \mathbf{79,3449^g} \\ \theta_{est.2}^{58} &= L_{est.2}^{58} + Cor_{est.2} = \mathbf{78,9395^g} \\ \theta_{est.2}^{59} &= L_{est.2}^{59} + Cor_{est.2} = \mathbf{77,1152^g} \\ \theta_{est.2}^{60} &= L_{est.2}^{60} + Cor_{est.2} = \mathbf{77,2166^g} \\ \theta_{est.2}^{61} &= L_{est.2}^{61} + Cor_{est.2} = \mathbf{76,9099^g}\end{aligned}$$

A continuación calculo las distancias reducidas. La fórmula empleada es la misma que para los itinerarios, y al igual que ya ocurrió con ellos, al tratarse de un área prácticamente plana, no se espera prácticamente cambio alguno.

$$D = D_N * \sin \varphi$$



Daniel Navarro Agüera

$$D_{est.2;1} = D_{est.2}^1 * \sin \varphi_{est.2}^1 = 76,146 * \sin(99,8364^g) = 76,1457 m$$

Para el resto de puntos de la radiación, los resultados obtenidos, calculados con tabla de Excel son los siguientes:

$$D_{est.2;2} = D_{est.2}^2 * \sin \varphi_{est.2}^2 = 57,6796 m$$

$$D_{est.2;3} = D_{est.2}^3 * \sin \varphi_{est.2}^3 = 58,6791 m$$

$$D_{est.2;4} = D_{est.2}^4 * \sin \varphi_{est.2}^4 = 59,6477 m$$

$$D_{est.2;5} = D_{est.2}^5 * \sin \varphi_{est.2}^5 = 61,7766 m$$

$$D_{est.2;6} = D_{est.2}^6 * \sin \varphi_{est.2}^6 = 64,7027 m$$

$$D_{est.2;7} = D_{est.2}^7 * \sin \varphi_{est.2}^7 = 65,6500 m$$

$$D_{est.2;8} = D_{est.2}^8 * \sin \varphi_{est.2}^8 = 65,7059 m$$

$$D_{est.2;9} = D_{est.2}^9 * \sin \varphi_{est.2}^9 = 65,7405 m$$

$$D_{est.2;10} = D_{est.2}^{10} * \sin \varphi_{est.2}^{10} = 67,2972 m$$

$$D_{est.2;11} = D_{est.2}^{11} * \sin \varphi_{est.2}^{11} = 14,5800 m$$

$$D_{est.2;12} = D_{est.2}^{12} * \sin \varphi_{est.2}^{12} = 12,2010 m$$

$$D_{est.2;13} = D_{est.2}^{13} * \sin \varphi_{est.2}^{13} = 4,6389 m$$

$$D_{est.2;14} = D_{est.2}^{14} * \sin \varphi_{est.2}^{14} = 3,4690 m$$

$$D_{est.2;15} = D_{est.2}^{15} * \sin \varphi_{est.2}^{15} = 2,5070 m$$

$$D_{est.2;16} = D_{est.2}^{16} * \sin \varphi_{est.2}^{16} = 21,0330 m$$

$$D_{est.2;17} = D_{est.2}^{17} * \sin \varphi_{est.2}^{17} = 21,4330 m$$

$$D_{est.2;18} = D_{est.2}^{18} * \sin \varphi_{est.2}^{18} = 20,9180 m$$

$$D_{est.2;19} = D_{est.2}^{19} * \sin \varphi_{est.2}^{19} = 21,3100 m$$

$$D_{est.2;20} = D_{est.2}^{20} * \sin \varphi_{est.2}^{20} = 22,2190 m$$

$$D_{est.2;21} = D_{est.2}^{21} * \sin \varphi_{est.2}^{21} = 20,3210 m$$



Daniel Navarro Agüera

$$D_{est.2;22} = D_{est.2}^{22} * \sin \varphi_{est.2}^{22} = \mathbf{25,4040\ m}$$

$$D_{est.2;23} = D_{est.2}^{23} * \sin \varphi_{est.2}^{23} = \mathbf{25,7920\ m}$$

$$D_{est.2;24} = D_{est.2}^{24} * \sin \varphi_{est.2}^{24} = \mathbf{26,2190\ m}$$

$$D_{est.2;25} = D_{est.2}^{25} * \sin \varphi_{est.2}^{25} = \mathbf{19,7130\ m}$$

$$D_{est.2;26} = D_{est.2}^{26} * \sin \varphi_{est.2}^{26} = \mathbf{19,4350\ m}$$

$$D_{est.2;27} = D_{est.2}^{27} * \sin \varphi_{est.2}^{27} = \mathbf{21,1140\ m}$$

$$D_{est.2;28} = D_{est.2}^{28} * \sin \varphi_{est.2}^{28} = \mathbf{21,3170\ m}$$

$$D_{est.2;29} = D_{est.2}^{29} * \sin \varphi_{est.2}^{29} = \mathbf{23,7010\ m}$$

$$D_{est.2;30} = D_{est.2}^{30} * \sin \varphi_{est.2}^{30} = \mathbf{22,8020\ m}$$

$$D_{est.2;31} = D_{est.2}^{31} * \sin \varphi_{est.2}^{31} = \mathbf{26,3570\ m}$$

$$D_{est.2;32} = D_{est.2}^{32} * \sin \varphi_{est.2}^{32} = \mathbf{28,5860\ m}$$

$$D_{est.2;33} = D_{est.2}^{33} * \sin \varphi_{est.2}^{33} = \mathbf{28,6059\ m}$$

$$D_{est.2;34} = D_{est.2}^{34} * \sin \varphi_{est.2}^{34} = \mathbf{30,9717\ m}$$

$$D_{est.2;35} = D_{est.2}^{35} * \sin \varphi_{est.2}^{35} = \mathbf{33,4157\ m}$$

$$D_{est.2;36} = D_{est.2}^{36} * \sin \varphi_{est.2}^{36} = \mathbf{33,8298\ m}$$

$$D_{est.2;37} = D_{est.2}^{37} * \sin \varphi_{est.2}^{37} = \mathbf{34,2341\ m}$$

$$D_{est.2;38} = D_{est.2}^{38} * \sin \varphi_{est.2}^{38} = \mathbf{34,6649\ m}$$

$$D_{est.2;39} = D_{est.2}^{39} * \sin \varphi_{est.2}^{39} = \mathbf{35,0759\ m}$$

$$D_{est.2;40} = D_{est.2}^{40} * \sin \varphi_{est.2}^{40} = \mathbf{35,5095\ m}$$

$$D_{est.2;41} = D_{est.2}^{41} * \sin \varphi_{est.2}^{41} = \mathbf{35,9254\ m}$$

$$D_{est.2;42} = D_{est.2}^{42} * \sin \varphi_{est.2}^{42} = \mathbf{36,3525\ m}$$

$$D_{est.2;43} = D_{est.2}^{43} * \sin \varphi_{est.2}^{43} = \mathbf{33,2577\ m}$$



Daniel Navarro Agüera

$$D_{est.2;44} = D_{est.2}^{44} * \sin \varphi_{est.2}^{44} = \mathbf{36,0702\ m}$$

$$D_{est.2;45} = D_{est.2}^{45} * \sin \varphi_{est.2}^{45} = \mathbf{32,7297\ m}$$

$$D_{est.2;46} = D_{est.2}^{46} * \sin \varphi_{est.2}^{46} = \mathbf{44,8897\ m}$$

$$D_{est.2;47} = D_{est.2}^{47} * \sin \varphi_{est.2}^{47} = \mathbf{44,6637\ m}$$

$$D_{est.2;48} = D_{est.2}^{48} * \sin \varphi_{est.2}^{48} = \mathbf{44,7647\ m}$$

$$D_{est.2;49} = D_{est.2}^{49} * \sin \varphi_{est.2}^{49} = \mathbf{44,3770\ m}$$

$$D_{est.2;50} = D_{est.2}^{50} * \sin \varphi_{est.2}^{50} = \mathbf{44,2469\ m}$$

$$D_{est.2;51} = D_{est.2}^{51} * \sin \varphi_{est.2}^{51} = \mathbf{47,2757\ m}$$

$$D_{est.2;52} = D_{est.2}^{52} * \sin \varphi_{est.2}^{52} = \mathbf{48,2109\ m}$$

$$D_{est.2;53} = D_{est.2}^{53} * \sin \varphi_{est.2}^{53} = \mathbf{51,4317\ m}$$

$$D_{est.2;54} = D_{est.2}^{54} * \sin \varphi_{est.2}^{54} = \mathbf{4,0690\ m}$$

$$D_{est.2;55} = D_{est.2}^{55} * \sin \varphi_{est.2}^{55} = \mathbf{69,9658\ m}$$

$$D_{est.2;56} = D_{est.2}^{56} * \sin \varphi_{est.2}^{56} = \mathbf{70,0018\ m}$$

$$D_{est.2;57} = D_{est.2}^{57} * \sin \varphi_{est.2}^{57} = \mathbf{69,9754\ m}$$

$$D_{est.2;58} = D_{est.2}^{58} * \sin \varphi_{est.2}^{58} = \mathbf{72,2858\ m}$$

$$D_{est.2;59} = D_{est.2}^{59} * \sin \varphi_{est.2}^{59} = \mathbf{72,1699\ m}$$

$$D_{est.2;60} = D_{est.2}^{60} * \sin \varphi_{est.2}^{60} = \mathbf{72,3418\ m}$$

$$D_{est.2;61} = D_{est.2}^{61} * \sin \varphi_{est.2}^{61} = \mathbf{89,0959\ m}$$

## 2.- Cálculo de coordenadas parciales planimétricas:

Se utilizan las mismas expresiones que habíamos empleado previamente para la resolución de los itinerarios.



Daniel Navarro Agüera

$$X_{est.2}^1 = D_{est.2;1} * \sin \theta_{est.2}^1$$

$$Y_{est.2}^1 = D_{est.2;1} * \cos \theta_{est.2}^1$$

$$X_{est.2}^1 = -52,0157 m$$

$$Y_{est.2}^1 = 55,6107 m$$

$$X_{est.2}^2 = -16,2141 m$$

$$Y_{est.2}^2 = 55,3538 m$$

$$X_{est.2}^3 = -15,0854 m$$

$$Y_{est.2}^3 = 56,7069 m$$

$$X_{est.2}^4 = -15,3159 m$$

$$Y_{est.2}^4 = 57,6478 m$$

$$X_{est.2}^5 = -15,2240 m$$

$$Y_{est.2}^5 = 59,8714 m$$

$$X_{est.2}^6 = -4,0123 m$$

$$Y_{est.2}^6 = 64,5782 m$$

$$X_{est.2}^7 = -10,0470 m$$

$$Y_{est.2}^7 = 64,8766 m$$

$$X_{est.2}^8 = -9,7466 m$$

$$Y_{est.2}^8 = 64,9790 m$$

$$X_{est.2}^9 = -9,4379 m$$

$$Y_{est.2}^9 = 65,0595 m$$

$$X_{est.2}^{10} = -10,4808 m$$

$$Y_{est.2}^{10} = 66,4761 m$$

$$X_{est.2}^{11} = 7,9376 m$$

$$Y_{est.2}^{11} = 12,2299 m$$

$$X_{est.2}^{12} = 10,1733 m$$

$$Y_{est.2}^{12} = 6,7356 m$$

$$X_{est.2}^{13} = -4,5856 m$$

$$Y_{est.2}^{13} = 0,7017 m$$

$$X_{est.2}^{14} = -2,8880 m$$

$$Y_{est.2}^{14} = -1,9219 m$$

$$X_{est.2}^{15} = -1,2280 m$$

$$Y_{est.2}^{15} = -2,1856 m$$

$$X_{est.2}^{16} = 16,6710 m$$

$$Y_{est.2}^{16} = 12,8243 m$$

$$X_{est.2}^{17} = 17,0408 m$$

$$Y_{est.2}^{17} = 12,9994 m$$

$$X_{est.2}^{18} = 16,8772 m$$

$$Y_{est.2}^{18} = 12,3581 m$$

$$X_{est.2}^{19} = 17,2537 m$$

$$Y_{est.2}^{19} = 12,5070 m$$

$$X_{est.2}^{20} = 15,3597 m$$

$$Y_{est.2}^{20} = 16,0550 m$$

$$X_{est.2}^{21} = 18,1595 m$$

$$Y_{est.2}^{21} = 9,1201 m$$

$$X_{est.2}^{22} = 22,0857 m$$

$$Y_{est.2}^{22} = 12,5532 m$$

$$X_{est.2}^{23} = 22,4481 m$$

$$Y_{est.2}^{23} = 12,7008 m$$

$$X_{est.2}^{24} = 20,5780 m$$

$$Y_{est.2}^{24} = 16,2474 m$$

$$X_{est.2}^{25} = 13,8206 m$$

$$Y_{est.2}^{25} = 14,0568 m$$

$$X_{est.2}^{26} = 14,0163 m$$

$$Y_{est.2}^{26} = 13,4633 m$$

$$X_{est.2}^{27} = 15,6842 m$$

$$Y_{est.2}^{27} = 14,1353 m$$

$$X_{est.2}^{28} = 15,4581 m$$

$$Y_{est.2}^{28} = 14,6786 m$$

$$X_{est.2}^{29} = 17,7823 m$$

$$Y_{est.2}^{29} = 15,6693 m$$

$$X_{est.2}^{30} = 19,1055 m$$

$$Y_{est.2}^{30} = 12,4464 m$$



Daniel Navarro Agüera

$X_{est.2}^{31} = 15,0261 m$	$Y_{est.2}^{31} = 8,2695 m$
$X_{est.2}^{32} = 26,1255 m$	$Y_{est.2}^{32} = 11,6026 m$
$X_{est.2}^{33} = 27,1791 m$	$Y_{est.2}^{33} = 8,9217 m$
$X_{est.2}^{34} = 29,6763 m$	$Y_{est.2}^{34} = 8,8638 m$
$X_{est.2}^{35} = 32,2523 m$	$Y_{est.2}^{35} = 8,7408 m$
$X_{est.2}^{36} = 32,6886 m$	$Y_{est.2}^{36} = 8,7126 m$
$X_{est.2}^{37} = 33,1114 m$	$Y_{est.2}^{37} = 8,6952 m$
$X_{est.2}^{38} = 33,5595 m$	$Y_{est.2}^{38} = 8,6841 m$
$X_{est.2}^{39} = 33,9870 m$	$Y_{est.2}^{39} = 8,6720 m$
$X_{est.2}^{40} = 34,4397 m$	$Y_{est.2}^{40} = 8,6502 m$
$X_{est.2}^{41} = 34,8713 m$	$Y_{est.2}^{41} = 8,6385 m$
$X_{est.2}^{42} = 335,3175 m$	$Y_{est.2}^{42} = 8,6126 m$
$X_{est.2}^{43} = 31,4910 m$	$Y_{est.2}^{43} = 10,6955 m$
$X_{est.2}^{44} = 34,1154 m$	$Y_{est.2}^{44} = 11,7134 m$
$X_{est.2}^{45} = 30,9208 m$	$Y_{est.2}^{45} = 10,7304 m$
$X_{est.2}^{46} = 42,2682 m$	$Y_{est.2}^{46} = 15,1157 m$
$X_{est.2}^{47} = 42,1041 m$	$Y_{est.2}^{47} = 14,9028 m$
$X_{est.2}^{48} = 42,8349 m$	$Y_{est.2}^{48} = 13,0019 m$
$X_{est.2}^{49} = 42,4704 m$	$Y_{est.2}^{49} = 12,8679 m$
$X_{est.2}^{50} = 41,7196 m$	$Y_{est.2}^{50} = 14,7399 m$
$X_{est.2}^{51} = 45,1777 m$	$Y_{est.2}^{51} = 13,9275 m$
$X_{est.2}^{52} = 44,2656 m$	$Y_{est.2}^{52} = 19,1010 m$
$X_{est.2}^{53} = 48,3723 m$	$Y_{est.2}^{53} = 17,4742 m$
$X_{est.2}^{54} = -3,9998 m$	$Y_{est.2}^{54} = -0,7469 m$
$X_{est.2}^{55} = 66,2587 m$	$Y_{est.2}^{55} = 22,4719 m$
$X_{est.2}^{56} = 66,2806 m$	$Y_{est.2}^{56} = 22,5196 m$
$X_{est.2}^{57} = 66,3245 m$	$Y_{est.2}^{57} = 22,3073 m$
$X_{est.2}^{58} = 68,3662 m$	$Y_{est.2}^{58} = 23,4796 m$
$X_{est.2}^{59} = 67,5569 m$	$Y_{est.2}^{59} = 25,3880 m$
$X_{est.2}^{60} = 67,7583 m$	$Y_{est.2}^{60} = 25,3406 m$
$X_{est.2}^{61} = 83,2996 m$	$Y_{est.2}^{61} = 31,6111 m$



### 3.- Cálculo de coordenadas parciales altimétricas:

Para calcular las "Z" parciales empleamos la misma fórmula que para los itinerarios:

$$Z_{est.2}^1 = t + i - A_p$$

donde  $t = \frac{D_{est.2;1}}{\tan \varphi}$ , siendo " $\varphi$ " la lectura cenital tomada con la estación.

En este caso poseemos los datos de las visuales desde la estación 2 a todos sus puntos pero no tenemos los de todos los puntos hacia la estación 2. Trabajaremos por tanto con los datos que tenemos. Por otro lado, para simplificar los cálculos, procuramos durante la toma de datos que la altura de la estación y la del prisma fueran iguales, luego ambas se anularán en la fórmula. Por tanto, las coordenadas altimétricas parciales coincidirán en este caso con el valor de la tangente topográfica:

$$Z_{est.2}^1 = \frac{D_{est.2;1}}{\tan \varphi_{est.2}^1} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,1957\ m}$$

$$Z_{est.2}^2 = \frac{D_{est.2;2}}{\tan \varphi_{est.2}^2} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,8413\ m}$$

$$Z_{est.2}^3 = \frac{D_{est.2;3}}{\tan \varphi_{est.2}^3} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,3648\ m}$$

$$Z_{est.2}^4 = \frac{D_{est.2;4}}{\tan \varphi_{est.2}^4} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,5187\ m}$$

$$Z_{est.2}^5 = \frac{D_{est.2;5}}{\tan \varphi_{est.2}^5} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,2177\ m}$$

$$Z_{est.2}^6 = \frac{D_{est.2;6}}{\tan \varphi_{est.2}^6} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,8095\ m}$$

$$Z_{est.2}^7 = \frac{D_{est.2;7}}{\tan \varphi_{est.2}^7} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,3582\ m}$$

$$Z_{est.2}^8 = \frac{D_{est.2;8}}{\tan \varphi_{est.2}^8} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,3613\ m}$$

$$Z_{est.2}^9 = \frac{D_{est.2;9}}{\tan \varphi_{est.2}^9} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,5172\ m}$$

$$Z_{est.2}^{10} = \frac{D_{est.2;10}}{\tan \varphi_{est.2}^{10}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-1,4114\ m}$$

$$Z_{est.2}^{11} = \frac{D_{est.2;11}}{\tan \varphi_{est.2}^{11}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0231\ m}$$

$$Z_{est.2}^{12} = \frac{D_{est.2;12}}{\tan \varphi_{est.2}^{12}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0266\ m}$$



Daniel Navarro Agüera

$$Z_{est.2}^{13} = \frac{D_{est.2;13}}{\tan \varphi_{est.2}^{13}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0243\ m}$$

$$Z_{est.2}^{14} = \frac{D_{est.2;14}}{\tan \varphi_{est.2}^{14}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0065\ m}$$

$$Z_{est.2}^{15} = \frac{D_{est.2;15}}{\tan \varphi_{est.2}^{15}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{-0,0049\ m}$$

$$Z_{est.2}^{16} = \frac{D_{est.2;16}}{\tan \varphi_{est.2}^{16}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0206\ m}$$

$$Z_{est.2}^{17} = \frac{D_{est.2;17}}{\tan \varphi_{est.2}^{17}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0245\ m}$$

$$Z_{est.2}^{18} = \frac{D_{est.2;18}}{\tan \varphi_{est.2}^{18}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0239\ m}$$

$$Z_{est.2}^{19} = \frac{D_{est.2;19}}{\tan \varphi_{est.2}^{19}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0238\ m}$$

$$Z_{est.2}^{20} = \frac{D_{est.2;20}}{\tan \varphi_{est.2}^{20}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0110\ m}$$

$$Z_{est.2}^{21} = \frac{D_{est.2;21}}{\tan \varphi_{est.2}^{21}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0097\ m}$$

$$Z_{est.2}^{22} = \frac{D_{est.2;22}}{\tan \varphi_{est.2}^{22}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0207\ m}$$

$$Z_{est.2}^{23} = \frac{D_{est.2;23}}{\tan \varphi_{est.2}^{23}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0205\ m}$$

$$Z_{est.2}^{24} = \frac{D_{est.2;24}}{\tan \varphi_{est.2}^{24}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0248\ m}$$

$$Z_{est.2}^{25} = \frac{D_{est.2;25}}{\tan \varphi_{est.2}^{25}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0133\ m}$$

$$Z_{est.2}^{26} = \frac{D_{est.2;26}}{\tan \varphi_{est.2}^{26}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0149\ m}$$

$$Z_{est.2}^{27} = \frac{D_{est.2;27}}{\tan \varphi_{est.2}^{27}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0147\ m}$$

$$Z_{est.2}^{28} = \frac{D_{est.2;28}}{\tan \varphi_{est.2}^{28}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0112\ m}$$

$$Z_{est.2}^{29} = \frac{D_{est.2;29}}{\tan \varphi_{est.2}^{29}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0188\ m}$$

$$Z_{est.2}^{30} = \frac{D_{est.2;30}}{\tan \varphi_{est.2}^{30}} + 1,641 - 1,641 = \mathbf{0,0189\ m}$$



Daniel Navarro Agüera

$$Z_{est.2}^{31} = \frac{D_{est.2;31}}{\tan \varphi_{est.2}^{31}} + 1,641 - 1,641 = -0,0082 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{32} = \frac{D_{est.2;32}}{\tan \varphi_{est.2}^{32}} + 1,641 - 1,641 = -0,0211 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{33} = \frac{D_{est.2;33}}{\tan \varphi_{est.2}^{33}} + 1,641 - 1,641 = -0,0685 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{34} = \frac{D_{est.2;34}}{\tan \varphi_{est.2}^{34}} + 1,641 - 1,641 = -0,1280 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{35} = \frac{D_{est.2;35}}{\tan \varphi_{est.2}^{35}} + 1,641 - 1,641 = -0,1388 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{36} = \frac{D_{est.2;36}}{\tan \varphi_{est.2}^{36}} + 1,641 - 1,641 = -0,2859 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{37} = \frac{D_{est.2;37}}{\tan \varphi_{est.2}^{37}} + 1,641 - 1,641 = -0,4483 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{38} = \frac{D_{est.2;38}}{\tan \varphi_{est.2}^{38}} + 1,641 - 1,641 = -0,5955 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{39} = \frac{D_{est.2;39}}{\tan \varphi_{est.2}^{39}} + 1,641 - 1,641 = -0,7541 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{40} = \frac{D_{est.2;40}}{\tan \varphi_{est.2}^{40}} + 1,641 - 1,641 = -0,9053 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{41} = \frac{D_{est.2;41}}{\tan \varphi_{est.2}^{41}} + 1,641 - 1,641 = -1,0595 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{42} = \frac{D_{est.2;42}}{\tan \varphi_{est.2}^{42}} + 1,641 - 1,641 = -1,2220 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{43} = \frac{D_{est.2;43}}{\tan \varphi_{est.2}^{43}} + 1,641 - 1,641 = -0,1354 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{44} = \frac{D_{est.2;44}}{\tan \varphi_{est.2}^{44}} + 1,641 - 1,641 = -1,2247 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{45} = \frac{D_{est.2;45}}{\tan \varphi_{est.2}^{45}} + 1,641 - 1,641 = -0,1292 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{46} = \frac{D_{est.2;46}}{\tan \varphi_{est.2}^{46}} + 1,641 - 1,641 = -0,1631 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{47} = \frac{D_{est.2;47}}{\tan \varphi_{est.2}^{47}} + 1,641 - 1,641 = -0,1539 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{48} = \frac{D_{est.2;48}}{\tan \varphi_{est.2}^{48}} + 1,641 - 1,641 = -0,1511 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{49} = \frac{D_{est.2;49}}{\tan \varphi_{est.2}^{49}} + 1,641 - 1,641 = -0,3053 \text{ m}$$



Daniel Navarro Agüera

$$Z_{est.2}^{50} = \frac{D_{est.2;50}}{\tan \varphi_{est.2}^{50}} + 1,641 - 1,641 = -0,3134 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{51} = \frac{D_{est.2;51}}{\tan \varphi_{est.2}^{51}} + 1,641 - 1,641 = -0,1598 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{52} = \frac{D_{est.2;52}}{\tan \varphi_{est.2}^{52}} + 1,641 - 1,641 = -0,1034 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{53} = \frac{D_{est.2;53}}{\tan \varphi_{est.2}^{53}} + 1,641 - 1,641 = -0,1673 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{54} = \frac{D_{est.2;54}}{\tan \varphi_{est.2}^{54}} + 1,641 - 1,641 = 0,0124 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{55} = \frac{D_{est.2;55}}{\tan \varphi_{est.2}^{55}} + 1,641 - 1,641 = -0,1805 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{56} = \frac{D_{est.2;56}}{\tan \varphi_{est.2}^{56}} + 1,641 - 1,641 = -0,1869 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{57} = \frac{D_{est.2;57}}{\tan \varphi_{est.2}^{57}} + 1,641 - 1,641 = -0,8059 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{58} = \frac{D_{est.2;58}}{\tan \varphi_{est.2}^{58}} + 1,641 - 1,641 = -0,1753 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{59} = \frac{D_{est.2;59}}{\tan \varphi_{est.2}^{59}} + 1,641 - 1,641 = -0,1456 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{60} = \frac{D_{est.2;60}}{\tan \varphi_{est.2}^{60}} + 1,641 - 1,641 = -0,1714 \text{ m}$$

$$Z_{est.2}^{61} = \frac{D_{est.2;61}}{\tan \varphi_{est.2}^{61}} + 1,641 - 1,641 = -0,1092 \text{ m}$$

#### 4.- Cálculo de coordenadas absolutas:

El último paso es calcular las coordenadas absolutas de cada uno de los puntos radiados desde la estación 2. Esto se hace simplemente sumando a las coordenadas de la estación las correspondientes coordenadas parciales de cada punto radiado:

$$X_i = X_{est.2} + X_{est.2}^i$$

$$Y_i = Y_{est.2} + Y_{est.2}^i$$

$$Z_i = Z_{est.2} + Z_{est.2}^i$$

A continuación, se expone la correspondiente tabla con los valores de las coordenadas absolutas expresadas en metros, obtenidas para cada uno de los puntos radiados desde la estación 2 del itinerario del puerto:



<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
1	677610,1641	4163058,0567	2,4399
2	677645,9657	4163057,7998	0,4029
3	677647,0944	4163059,1529	0,8794
4	677646,8639	4163060,0938	0,7255
5	677646,9558	4163062,3174	2,4619
6	677658,1675	4163067,0242	0,4347
7	677652,1328	4163067,3226	0,8860
8	677652,4332	4163067,4250	0,8829
9	677652,7419	4163067,5055	0,7270
10	677651,6990	4163068,9221	0,8328
11	677670,1174	4163014,6759	2,2673
12	677672,3531	4163009,1816	2,2708
13	677657,5942	4163003,1477	2,2685
14	677659,2918	4163000,5241	2,2507
15	677660,9518	4163000,2604	2,2393
16	677678,8508	4163015,2703	2,2648
17	677679,2206	4163015,4454	2,2687
18	677679,0570	4163014,8041	2,2681
19	677679,4335	4163014,9530	2,2680
20	677677,5395	4163018,5010	2,2552
21	677680,3393	4163011,5661	2,2539
22	677684,2655	4163014,9992	2,2649
23	677684,6279	4163015,1468	2,2647
24	677682,7578	4163018,6934	2,2690
25	677676,0004	4163016,5028	2,2575
26	677676,1961	4163015,9093	2,2591
27	677677,8640	4163016,5813	2,2589
28	677677,6379	4163017,1246	2,2554
29	677679,9621	4163018,1153	2,2630
30	677681,2853	4163014,8924	2,2631
31	677687,2059	4163010,7155	2,2360
32	677688,3053	4163014,0486	2,2231
33	677689,3589	4163011,3677	2,1757
34	677691,8561	4163011,3098	2,1162
35	677694,4321	4163011,1868	2,1054
36	677694,8684	4163011,1586	1,9583



37	<b>677695,2912</b>	<b>4163011,1412</b>	<b>1,7959</b>
38	<b>677695,7393</b>	<b>4163011,1301</b>	<b>1,6487</b>
39	<b>677696,1668</b>	<b>4163011,1180</b>	<b>1,4901</b>
40	<b>677696,6195</b>	<b>4163011,0962</b>	<b>1,3389</b>
41	<b>677697,0511</b>	<b>4163011,0845</b>	<b>1,1847</b>
42	<b>677697,4973</b>	<b>4163011,0586</b>	<b>1,0222</b>
43	<b>677693,6708</b>	<b>4163013,1415</b>	<b>2,1088</b>
44	<b>677696,2952</b>	<b>4163014,1594</b>	<b>1,0195</b>
45	<b>677693,1006</b>	<b>4163013,1764</b>	<b>2,1150</b>
46	<b>677704,4480</b>	<b>4163017,5617</b>	<b>2,0811</b>
47	<b>677704,2839</b>	<b>4163017,3488</b>	<b>2,0903</b>
48	<b>677705,0147</b>	<b>4163015,4479</b>	<b>2,0931</b>
49	<b>677704,6502</b>	<b>4163015,3139</b>	<b>1,9389</b>
50	<b>677703,8994</b>	<b>4163017,1859</b>	<b>1,9308</b>
51	<b>677707,3575</b>	<b>4163016,3735</b>	<b>2,0844</b>
52	<b>677706,4454</b>	<b>4163021,5470</b>	<b>2,1408</b>
53	<b>677710,5521</b>	<b>4163019,9202</b>	<b>2,0769</b>
54	<b>677658,1800</b>	<b>4163001,6991</b>	<b>2,2566</b>
55	<b>677728,4385</b>	<b>4163024,9179</b>	<b>2,0637</b>
56	<b>677728,4604</b>	<b>4163024,9656</b>	<b>2,0573</b>
57	<b>677728,5043</b>	<b>4163024,7533</b>	<b>1,4383</b>
58	<b>677730,5460</b>	<b>4163025,9256</b>	<b>2,0689</b>
59	<b>677729,7367</b>	<b>4163027,8340</b>	<b>2,0986</b>
60	<b>677729,9381</b>	<b>4163027,7866</b>	<b>2,0728</b>
61	<b>677745,4794</b>	<b>4163034,0571</b>	<b>2,1350</b>



## **ANEJO III: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS APARATOS UTILIZADOS.**

Para la realización de los datos de campo utilizamos básicamente dos tipos de aparatos:

- La estación total.
- El nivel.

En este anejo incluiremos también al GPS aunque, como ya se indicó anteriormente, nosotros no trabajamos directamente con él, sino que utilizamos los datos del proyecto de Begoña Simón Toquero.

Para el estudio de dichos aparatos, en primer lugar vamos a proceder a realizar una pequeña descripción del funcionamiento de cada uno de ellos. Posteriormente, redactaremos las características técnicas del aparato, así como una descripción física de los mismos, y finalmente, extraeremos de las características técnicas, los datos que posteriormente necesitaremos para poder realizar los cálculos de los errores en cada uno de los aparatos (datos necesarios para el Anejo II :Cálculo de errores).

### **1.- DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS APARATOS:**

#### **1.1- GPS**

##### **A) Explicación del funcionamiento:**

La finalidad principal del GPS es la de dar coordenadas X, Y y Z a un punto mediante la recepción de señales de cuatro satélites por lo menos en posición conocida. A esto se le denomina posicionar un punto.

Se inició en Estados Unidos con fines militares marítimos, pero en poco tiempo se encargó a la ingeniería civil la búsqueda de otras aplicaciones que resultaron sorprendentes.

El sistema de satélites (también conocido como Constelación Naval) consta de 24 satélites, situados a 20200 km de altura sobre la superficie de terrestre. Estos están situados en seis planos, a cuatro satélites por órbita, y es tal la inclinación de cada plano que siempre habrá sobre el horizonte al menos cuatro satélites en cualquier lugar del mundo.

Los satélites van provistos de dos paneles solares que le proporcionan la energía necesaria. También de varias antenas que les sirven para comunicarse con el receptor y además, otra antena para recibir instrucciones de alguna de las estaciones de seguimiento.



Daniel Navarro Agüera

Las estaciones de seguimiento son cinco:

- La Estación Central, situada en el Estado de Colorado (EEUU)
- Una en el Pacífico occidental.
- Otra en el Pacífico oriental.
- La tercera en el Océano Índico.
- La última en el sur del Atlántico.

Cada satélite tiene un reloj vibratorio. La precisión de estos es tal que pueden tardar en variar un segundo unos 300000 años.

Para recibir los mensajes de los satélites se utiliza un receptor y una antena amplificadora. Para Topografía y Geodesia se requieren los modelos más perfeccionados.

Hay dos métodos operativos:

- El dinámico.
- El estático.

El dinámico se da cuando el receptor se mueve y el error cometido es de decímetros.

El estático se da cuando el receptor está fijo en tierra. Este puede ser absoluto o relativo (diferencial). Por el método absoluto el error se encuentra en torno a los 10 m, y por el método relativo (el que se utiliza en topografía), el error es de centímetros.

Vamos a explicar un poco en qué consiste el método relativo o diferencial, ya que es el utilizado en topografía y el que nos interesa para el proyecto.

Por este método se necesitan dos receptores. Uno de ellos está situado en un punto de coordenadas conocidas y el otro en el punto que se trate de posicionar. Con este método, determinamos las diferencias del punto a posicionar con el punto fijo y tienen la propiedad de eliminar los errores procedentes de los satélites, porque al ser los mismos en los dos receptores, se anulan en la diferencia. La precisión por este método se estima aproximadamente en un centímetro por cada kilómetro.

Este método es muy interesante en topografía porque nos permita eliminar las triangulaciones de cualquier orden y es muy práctico.

Surgen dificultades a la hora de calcular las coordenadas de un punto, porque los cuatro satélites utilizados están en el espacio y en continuo movimiento y es complicado medir la distancia que existe, para un instante concreto, entre la antena del satélite y la antena del receptor. Los problemas que surgen son básicamente tres:



Daniel Navarro Agüera

1.- Posicionar cuatro satélites, por lo menos, un instante.

Mediante las leyes de Kepler y añadiendo otros 11 parámetros al sistema GPS, ya quedan bien determinadas las coordenadas instantáneas de los satélites, pero no del punto terrestre. Hacemos pasar un eje de coordenadas por el punto Vernal, de la Esfera Celeste. Este no participa en el movimiento rotacional de la Tierra. Trasladamos a un nuevo sistema las coordenadas halladas haciendo girar el primer sistema según la rotación de la Tierra hasta que el eje de las X se sitúe sobre el plano del meridiano de Greenwich.

2.- Comunicar los datos al receptor mediante un mensaje y dos códigos.

El receptor va provisto de varios canales para recibir a la vez el mensaje de diversos satélites. El satélite emite dos ondas electromagnéticas diferentes (L1 y L2), ambas de la banda L del espectro.

Estas señales deben atravesar diferentes capas de la atmósfera hasta llegar al receptor. En estas capas las ondas sufren retardos debidos a variaciones de humedad, temperatura, etc, por lo que se envían estas dos ondas, con diferente longitud de fase, para calcular el desfase de ambas ondas entre si, y deducirse el retardo de la onda L1, que es la principal.

El código de transmisión se denomina C/A (Course Acquisition), propia de cada uno de los satélites.

3.- Medir las distancias.

Hay dos métodos principales que se utilizan:

- Pseudodistancias: solo se utiliza en el método dinámico.
- Medida de fase: La distancia se mide al sumar las n longitudes de onda más una fracción de longitud de onda, al ir desde el satélite al receptor.

Al utilizar el método diferencial o relativo, actúan los mismos errores en los dos aparatos, por o que incluso es posible prescindir de la onda portadora L2 aunque los receptores disten 100 km de distancia el uno del otro.

**Información obtenida de la página web de la comunidad autónoma.**

Para conocer, con mayor exactitud, cómo funciona el GPS, buscamos información en la página web de la comunidad autónoma. En esta se citan algunos apartados más concretos relacionados con lo explicado anteriormente sobre el GPS, una información más concreta de cómo funciona todo este sistema de satélites en nuestra comunidad autónoma.

**1.- Como trabajar en tiempo real. Aplicaciones en tiempo real**

En este primer apartado, estamos frente al caso de que queramos realizar una medida concreta en un momento determinado y además en tiempo real en la



Daniel Navarro Agüera

Comunidad. Este servicio consiste en el envío de correcciones diferenciales de dos formas posibles:

- Envío de cada una de las estaciones de referencia de la red GPS de Murcia (Dirección General del Medio Natural)
- Envío de correcciones de red con tecnología VRS, compatible con la mayoría de fabricantes de receptoras GPS.

El servicio en tiempo real ofrece varias opciones:

- Correcciones de cada estación de referencia a través de Internet mediante el protocolo NTRIP.
- Solución de red a través de Internet mediante el protocolo NTRIP.

*1.1.- Conexión a la red GPS a través de Internet.*

- *Solución de estaciones simples:* El formato que se retransmite es el RTCM 2.3.
- *Solución de red (VRS):* Los formatos que se retransmiten son:  
CMR+ (para equipos Trimble)

RTCM 3.0 (estándar)

RTCM 2.3 (estándar)

Para nuestro caso estamos ante una estación simple, ya que medimos un único punto de interés y no una red completa de puntos.

*1.2.- Datos de conexión:*

Conexión necesaria en campo: GPRS/UMTS/EDGE

**URL:** [gps.medioambiente.carm.es](http://gps.medioambiente.carm.es)

**Puerto:** 2101

**Protocolo:** NTRIP

**Autenticación:** Acceso libre

Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Topográficas, Geodésicas y cartográficas en tiempo real</li><li>• Los formatos RTCM 3.0 y RTCM 2.3 incluyen los mensajes para soluciones de fase (RTK) y soluciones de código (DGPS). Por tanto, podemos hacer uso de este servicio en equipos de ambas características</li></ul>
Precisión obtenida	<ul style="list-style-type: none"><li>• La precisión obtenida es la mayor posible con los instrumentos utilizados y siguiendo las recomendaciones del fabricante.</li><li>• Precisión con equipos de doble frecuencia con seguimiento de fase (geodésicos y topográficos): centimétricas (1-2 cm) en cualquier punto del interior de la red y en un contorno aproximado de unos 10-15 km alrededor de la red.</li></ul>



Daniel Navarro Agüera

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión con equipos monofrecuencia de código (Mapping y equipos de navegación): Submétricas(+/- 1m dependiendo de la calidad del receptor).</li> </ul>
--	---

Tabla 13: Datos de conexión para GPS trabajando en tiempo real.

## 2.- Como trabajar en post proceso. Aplicaciones para el post proceso de los datos.

### 2.1.- Servicios WEB:

Información del estado de la red (Coordenadas, reportes, estado actual, efemérides, almanaque, etc.)

Creación de datos Rinex haciendo uso de la tecnología VRS para post-proceso, lo que llamamos la descarga RINEX,. El usuario establece las coordenadas de donde necesita crear la estación de referencia virtual y el software, a través de la pagina web, creará los ficheros RINEX adecuados, así como el intervalo de registro (1 seg., 30 seg.) y la duración del fichero (1 hora, 24horas, etc). El fichero generado es estándar y puede ser procesado (compatible) con cualquier software de procesado de datos GPS.

### 2.2.- Datos de conexión: Descargas RINEX:

**Software:** Navegador de Internet con conexión.

**URL:** <http://gps.medioambiente.carm.es>

Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topográficas, geodésicas y cartográficas en postproceso.</li> </ul>
Precisión obtenida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La adecuada para los equipos utilizados, siguiendo siempre las recomendaciones de los fabricantes.</li> <li>• Centimétricas (1-2 cm) en cualquier punto del interior de la red para receptores con seguimiento de fase.</li> <li>• Submétricas (&lt; 1m) en cualquier punto de la red con receptores monofrecuencia sin seguimiento de fase.</li> </ul>
Requisitos técnicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Receptor GPS adecuado. Software de post-proceso de datos GPS estándar.</li> </ul>

Tabla 14: Datos de conexión del GPS trabajando en post- proceso.

Los tiempo de observación con un PDOP son menores de seis y base líneas menores de 20 Km. Estos tiempos dependen de otros factores en la observación en campo (Multipath, Interferencias, etc). Por tanto, son tiempos aproximados y orientativos para la resolución de ambigüedades.

Daniel Navarro Agüera

En el caso de RINEX VRS, la longitud de la línea base la determina el usuario cuando crea la estación de referencia virtual. Lo recomendado sería crearla en un entorno lo más cercano a su área de observación (de 5 a 100 metros). En este caso siempre se cumplirán los tiempo de observación mínimos.

El servicio web de la red de Murcia, ofrece diferentes posibilidades:

Descarga de datos RINEX de cada una de las estaciones de referencia que forman la red.

La opción de crear ficheros RINEX en función de las necesidades y demandas del usuario mediante el uso de la tecnología VRS.

Esta segunda opción permitirá a los usuarios realizar observaciones estáticas y cinemáticas en post-proceso, creando una estación virtual en el punto que el usuario desee dentro de la red, de igual forma, el intervalo de registro y la duración del fichero, se configura a petición del usuario.

Para realizar observaciones en el exterior de la red, debemos utilizar los ficheros RINEX de la estación de referencia más cercana, y ampliar los tiempo de observación recomendados por el fabricante del receptor que se quiere utilizar en función de la distancia a la estación de referencia. No se recomienda crear estaciones de referencia virtual fuera de un contorno de 10-15 Km alrededor de la red.

### 3.- Descripción de la red



Grafica 2: Distribución de estaciones y tipos de solución en La Región.



Daniel Navarro Agüera

La red se compone actualmente de un total de 5 estaciones iguales, modelo NetRS de la marca Trimble con antena Zephyr Geodetic.

Los receptores están montados en armarios rack, alimentados con SAI y comunicados mediante un router ADSL.

Todos los datos que reciben los receptores, se envían al centro de procesamiento y cálculo, donde el software RTKnet, resuelve ambigüedades y calcula un modelo de correcciones, ofreciendo entonces las distintas soluciones de red.

El esquema anterior ilustra el mapa de esas soluciones de red. Según el tipo de solución, se puede obtener un grado de precisión y de exactitud distinto, además, por supuesto, del tipo de instrumento utilizado y las condiciones de observación.

#### **4.- Precisión y parámetros de la red:**

##### **A.- Precisión ETRS89**

La red MERISTEMUM ha sido calculada en ETRS89 con respecto a las Estaciones Permanentes del IGN situadas en: Albacete (ALBA), Alicante (ALAC) y Almería (ALME), con observaciones de 24 h. y utilizándose efemérides precisas. Este sistema de coordenadas es el propio de los GPS y es mucho más preciso que el sistema de coordenadas ED50.

Las precisiones obtenidas con un nivel de 1 sigma (68 %, lo que se conoce como el error medio cuadrático) son:

- En horizontal: 0,001 metros
- En vertical: 0,004 metros

##### **B.- Precisión ED50**

Cada una de las Estaciones Permanentes GPS de la red MERISTEMUM ha sido calculada en ED-50 de forma independiente con respecto a los cuatros vértices REGENTE mas próximos, utilizándose para ese proceso las coordenadas publicadas por el IGN.

Estas coordenadas eran las utilizadas hace unos años y con las que se han realizado durante mucho tiempo los mapas de toda España. Concretamente, el plano que debemos variar esta realizado en base a este sistema de coordenadas. Podemos comprobar que la precisión es bastante menor que en el sistema ETRS89.

Las precisiones obtenidas con un nivel de 1 sigma (68%, lo que se conoce como el *error medio cuadrático*) son:

- En horizontal: 0,028 metros
- En vertical: 0,092 metros

En el cálculo se comprobó que las coordenadas ED50 de los vértices pueden llegar a tener errores decimétricos sobre todo en altura.



### C.- Transformación ETRS89 a ED50 para la Región de Murcia

Con ambos sistemas de coordenadas se han calculados los 7 parámetros de transformación para la Región de Murcia del ETRS89 al ED50.

Transformación del elipsoide GWS-84 a ED-50 Semieje mayor 6378137.000 m y achatamiento (1/f) 298.2572229329	
Traslación X	24.469 m
Traslación Y	184.779 m
Traslación Z	-23.820 m
Rotación X	0°00'01.997296''
Rotación Y	0°00'07.711027''
Rotación Z	0°00'01.208716''
Factor de escala (ppm)	-8.24199089

Tabla 15: Parámetros de transformación del ETRS89 al ED50.

### D.- Conclusiones:

- **Siempre que se desee trabajar en coordenadas ETRS89** (difieren con respecto a WGS84 en aproximadamente 1 centímetro) la red da precisiones centimétricas.

- **Si se desea trabajar en coordenadas ED50** se pueden aplicar los 7 parámetros calculados para nuestra Región, aunque lo recomendable es realizar una calibración local apoyada en las coordenadas ED50 de los vértices geodésicos de la zona ya que de lo contrario pueden aparecer diferencias decimétricas.

### B) Descripción física del aparato y especificaciones técnicas:

A continuación, vamos a proceder a realizar una descripción física del aparato receptor de la señal GPS. Esta información esta sacada de los manuales de uso y catálogos que vienen en el CD adjunto al aparato.

#### B.1)Partes:

El GPS está formado por varias partes que, en conjunto, nos hacen posible la medición con este aparato. Las partes son las siguientes:

##### 1.- Receptor GPS:

Utilizamos un receptor GPS modelo GX1230. Este es un receptor geodésico GPS de doble frecuencia, para tiempo real.

##### 2.- Smart Antenna para RX1250:

ATX1230, Antena de doble frecuencia para RX1250, con capacidad Bluetooth. También se utiliza en TPS1200 para SmartStation.



Daniel Navarro Agüera

### 3.- ATX1230SmartAntena:

Se requiere un controlador para cada ATX1230 SmartAntenna. El controlador puede conectarse a la SmartAntenna con una conexión Bluetooth o puede conectarse utilizando un cable.

RX1250XC, Controlador GPS System 1200 WinCE, con display en color, pantalla táctil, teclado alfanumérico, 2 lápices GDZ56 para pantalla táctil, manual de usuario.

### 4.- Cable SmartRover:

Cable de 1.2 m que conecta la ATX1230 al receptor RX1250.

### 5.- Batería:

Para SmartRover ATX1230 plus RX1250, es necesaria una batería de ion de litio, 2 Ah, recargable. Para utilizar con ATX1230, RX1250 y soporte GHT56.

### 6.- Accesorios para teléfono móvil:

Este lo hemos utilizado como receptor para el SmartRover para medir en tiempo real o DGPS. Usamos el modelo GFU24, correspondiente a una carcasa con teléfono móvil Siemens MC75 (900,1800,1900 Mhz), sujeto en el lateral del receptor GX1200 o GHT56 para SmartRover.

### 7.- Programas de aplicación para receptores GPS:

Estamos utilizando los del tipo SmartRovers

Funcionalidad general de topografía (debe ser pedida con cada RS1250): Permite el registro secuencial de datos y su funcionalidad es en tiempo real.

Aplicaciones estándar:

- Levantamiento
- Determinar sistema de coordenadas
- Replanteo
- COGO

Aplicaciones opcionales:

- GSW502, "Road Runner" RX1250 aplicación de software para carreteras.
- "Road Runner Rail" RX1250 aplicación de software para raíles.
- GSW499, Programa de aplicación "Línea de referencia" para RX1250.
- GSW501, Aplicación RX1250 "Plano de referencia".
- GSW500, Programa de aplicación "Replanteo MDT" para RX1250.
- GSW533, Programa de aplicación "Sección transversal" para RX1250.
- GSW535, Programa de aplicación "División de superficies" para RX1250.
- GSW534, Programa de aplicación "Calculo de volúmenes" para RX1250



Daniel Navarro Agüera

- GSW608,RX1250 extendido mando OWI/LB2 para dirigir el receptor por instrucciones OWI/LB2
- GSW610, opción GX1200/RX1250 para recibir datos RTK de un System900 o de una estación de referencia GRX1200Lite.
- RX1250 aplicación “Onboard DXF Importer”.

Para las mediciones con GPS utilizamos el modelo GPS1200 Receptor GX, junto con el modelo de controlador RX1210 T.

SmartRover. Equipo sugerido para tiempo real (Bluetooth al teléfono móvil):

- ATX1230, antena bifrecuencia para SmartRover.

## **B.2) Características técnicas:**

Leica GPS1200 Series: Especificaciones técnicas.

Utilizamos un receptor GPS modelo GX1230 junto con una Antena modelo ATX1230. Vamos a resumir las características técnicas para este conjunto de receptor y antena.

### *1.- Descripción resumida:*

1.1.- Tipo de receptor: Receptor geodesico de doble frecuencia para cinematico en tiempo real.

1.2.- Sumario de modos de medición y aplicaciones: Estático, estático, rápido, cinematico, OTF.

L1+L2, código fase, RTK en tiempo real, post proceso, DGPS/RTCM.  
Aplicaciones topográficas, geodésicas y RTK en tiempo real.

### *2.- Componentes del sistema*

#### 2.1.- Receiver:

##### 2.1.1.- Tecnología del receptor:

SmartTrack-patentado.

Filtros elípticos discretos.

Rápida captación.

Fuerte señal.

Bajo ruido.

Excelente seguimiento, incluso con poco satélites y en condiciones adversas.

Resistente a las interferencias

2.1.2.-No se encuentra preparado para las líneas L5 y GALILEO.

##### 2.1.3.-Numero de canales:

12 L1 + 12 L

2 SBAS



Daniel Navarro Agüera

2.1.4.- L1: Fase portadora de onda completa. Código C/A con técnica de correlación estrecha.

2.1.5.- L2: Fase portadora de onda completa con AS desactivado o en código p2/código P auxiliar bajo AS. Funciona igual con AS activado o desactivado.

2.1.6.-L1 (GLONASSS): No

2.1.7.- L2 (GLONASSS): No

2.1.8.- Medidas independientes: Medidas independientes en código y fase en L1 y L2.

2.1.9.- Tiempo necesario para poder realizar la primera medida después de encender: Típicamente 30 segundos.

2.2.- Alojamiento del receptor:

2.2.1.- LED indicadores del estado: Son 3: Batería, seguimiento y Bluetooth.

2.2.2.- Puertos:

Un RS232 puerto clip-on.

Un puerto USB.

2.2.3.- Voltaje suministrado: Nominal 12 V DC.

2.2.4.- Consumo: Rango de 10.5-28 V DC. Típicamente 1.8 W y 270 mA.

2.2.5.- Dimensiones: 186 mm x 89 mm

2.2.6.- Peso, solo receptor: 1.12 KG.

2.3.- Antena GPS:

2.3.1.- Antena topográfica estándar: AX1202 GG, L1/L2 SmartTrack+.

2.3.1.1.- Plano de tierra: Plano de tierra incorporado.

2.3.1.2.- Dimensiones (diámetro x altura): 170 mm x 62 mm.

2.3.1.3.- Peso: 0.44 Kg.

2.3.2.- Antenna Choke-ring: AT504 choke-ring, L1/L2 microstrip.(solo GPS).

2.3.2.1.- Diseño: Dorne Margolin, JPL.

2.3.2.2.- Cúpula de protección: opcional.

2.3.2.3.-Dimensiones (diámetro x altura): 380 mm x 140 mm (antena).

2.3.2.4.-Peso: 4.3 Kg (peso).

2.4.- SmartAntenna: Antena topográfica estándar: ATX1230, L1/L2 SmartTrack.

2.4.1.-Plano de tierra: incorporado

2.4.2.- Dimensiones (diámetro x altura): 186 mm x 89 mm.

2.4.3.- Peso: 1.12 Kg.

2.5.- Terminal:

2.5.1.- Tipo: RX1250 (con pantalla táctil) para ATX 1230.

2.5.2.- Display: . VGA, monocromo, capacidad de gráficos, iluminación.

2.5.3.- Character set: Máximo 256 caracteres.

2.5.4.-Pantalla táctil (RX1210T solo): Cristal con una película endurecida.



Daniel Navarro Agüera

- 2.5.5.-Teclado: Todo alfanumérico, 12 teclas de función, 6 teclas configurables, iluminación.
- 2.5.6.-Peso del terminal: 0.75 Kg para el modelo RX1250.
- 2.5.7.-Peso total del sistema: 2.79 Kg sobre el bastón para el SmartRover.

### 3.- *Precisiones en la medición y la posición:*

**Nota importante:** La precisión de las mediciones, de la posición y de la altura dependen de varios factores, como son: numero de satélites, geometría, tiempo de observación, precisión de las efemérides, condiciones ionosfericas, multipath.etc. Se asumen los factores citados como normales y en condiciones favorables. Los tiempos pueden no ser exactamente los expuestos. Los tiempos requeridos dependen de varios factores como son: numero de satélites, geometría, condiciones ionosfericas, multipath, etc.

Las siguientes precisiones, dadas como Error Medio Cuadrático, están basadas en medidas procesadas usando LGO y mediciones en tiempo real.

3.1.- Precisión de las mediciones en código y fase (independientemente de si el AS esta activado/ desactivado)

- 3.1.1.- Fase en onda portadora L1: 0.2 mm emc
- 3.1.2.- Fase en onda portadora L2: 0.2 mm emc
- 3.1.3.- Código (pseudodistancia) L1: 2 cm emc
- 3.1.4.- Código (pseudodistancia) L2: 2 cm emc

3.2.- Precisión (emc) con post procesamiento: Con el software de procesamiento en L1/L2 LEICA Geo Office:

- 3.2.1.-Estatico(fase),base líneas largas, largas observaciones, antena choke-ring:  
Horizontal: 3 mm +0.5 ppm  
Vertical: 6 mm + 0.5 ppm.
- 3.2.2.- Estático y estático rápido (fase) con antena estándar:  
Horizontal: 5 mm + 0.5 ppm.  
Vertical: 10 mm + 0.5 ppm.
- 3.2.3.- Cinematico (fase), en movimiento, después de la inicialización:  
Horizontal: 10 mm + 1 ppm.  
Vertical: 20 mm + 1 ppm.
- 3.2.4.- Solo código: Típicamente 25 cm.

3.3.- Precisión con tiempo real/ RTK:

- 3.3.1.- Capacidad RTK: Si, estándar.
- 3.3.2.-Estatico rápido (fase), modo después de inicialización:  
Horizontal: 5 mm + 0.5 ppm  
Vertical: 10 mm + 0.5 ppm.
- 3.3.3.-Cinematico (fase), en movimiento después de inicialización:  
Horizontal: 10 mm + 1 ppm.  
Vertical: 20 mm + 1 ppm.



Daniel Navarro Agüera

3.3.4.- Solo código: Típicamente 25 cm.

3.4.- Precisión (emc) con DGPS/RTCM: DGPS/RTCM estándar:

3.4.1.- DGPS/RTCM: Típicamente 25 cm (emc)

3.5.- Precisión (emc) con un solo receptor en modo navegación:

3.5.1.- Precisión de navegación: 5-10 m emc para cada coordenada.

3.5.2.- Degradación: Degradación posible debido al AS.

4.- *Inicialización On-the-Fly (OTF):*

4.1.- Posibilidad OTF: Tiempo real y post proceso.

4.2.- Fiabilidad de la inicialización OTF: Mejor que 99.99%.

4.3.- Tiempo para la inicialización OTF: Típicamente 8 segundos, con 5 o más satélites en L1 y n L2.

4.4.- Rango OTF: Superior a 30 km en condiciones normales ( superior a 40 km en condiciones favorables).

5.- *Actualización y latencia de la posición: RTK y DGPS estándar:*

5.1.- Intervalo de actuación de la posición: Seleccionable: 0.05 seg (20 Hz) a 60 seg.

5.2.- Latencia de la posición: 0.03 seg o menor.

6.- *Formato de datos en tiempo real RTK y DGPS/RTCM: Tiempo real estándar. DGPS/RTCM estándar.*

6.1.- Formato de dato RTK para transmisión y recepción de datos: Formato propio de Leica (CMR, CMR+).

6.2.- Formato de RTCM para transmisión y recepción de datos: RTCM versiones 3x soporta mensajes: 1,2,3,9,18,19,20,21,22,23,24 y RTCM versión 3.

6.3.- Transmisiones simultáneas: Dos salidas para tiempo real por puertos independientes, enviando formatos RTK/RTCM idénticos o diferentes.

7.- *Registro de datos:*

7.1.- Intervalo de registro: Seleccionable de 0.05 a 300 seg.

7.2.- Medio estándar: Tarjetas CompactFlash: 64 MB, 256 MB, 1 GB.

7.3.- Medio opcional: Memoria interna para el receptor: 32 MB, 256 MB.

7.4.- Capacidad de registro: 64 MB es suficiente para:

1100h L1+L2 con intervalo de registro de 15 s.

4400h L1+L2 con intervalo de registro de 60 s.

90.000h para puntos con código en tiempo real.



Daniel Navarro Agüera

*8.- Operación de los SmartRovers con y sin terminal:*

Un terminal RX1250 es necesario siempre para que funcione un ATX1230.

*9.- Modo navegación:*

9.1.- Navegación: Toda la información de navegación se muestra en las pantallas de posición y replanteo. Posición, dirección, velocidad, azimut y distancia al waypoint.

*10.- Salida NMEA:*

Formato de salida de datos NMEA, formato estándar internacional para salida de datos y posiciones, para tiempo real / RTK, DGPS, posiciones de navegación, NMEA 0183 V2.20 y el formato propio de Leica.

*11.- Interface OWI:*

Interface propio de Leica (Outside World Interface), permite el control remoto total de los receptores GPS mediante PC y PDA.

*12.- Sistemas de coordenadas:*

Conjunto de elipsoides, proyecciones, modelos geoidales, parámetros de transformación.

12.1.- Elipsoides: Todos los elipsoides habituales así como los definidos por el usuario.

12.2.- Proyecciones:

Mercator.

Transversa de Mercator.

12.3.- Definible por el usuario y específica de cada país:

UTM.

Oblicua de Mercator.

Lambert (1 y 2 paralelos estándar).

Soldner Cassini.

Estereográfica polar.

Estereográfica doble.

RSO( Proyección ortomorfica oblicua rectificada).

Otras.

12.4.- Modelo Geoidal: Carga desde LGO de modelos geoidales.

12.5.- Transformación en receptor:

Clásica de 7- parámetros o Helmert 3-D

Un paso y dos pasos(directa de WGS84 a cuadrícula).



## **1.2.- ESTACIÓN TOTAL:**

En nuestro trabajo hemos utilizado una estación total electrónica Leica de la serie TCR 407.

Con este aparato pretendemos obtener las coordenadas absolutas X e Y de todos los puntos del itinerario y de la radiación.

Hemos separado este apartado en dos subapartados diferentes.

En primer lugar, realizaremos una breve descripción del funcionamiento básico del aparato para la realización de las mediciones.

En el segundo, citaremos todas las especificaciones técnicas generales con las que cuenta el aparato.

### ***A) Explicación del funcionamiento:***

En primer lugar, procederemos a realizar una breve descripción del modo de funcionamiento de este aparato.

### **Bloques o partes fundamentales:**

La estación total se caracteriza porque el anteojo, en los taquímetros convencionales, es sustituido por una pieza paralelepípeda a la que se puede hacer girar 360° y que en su interior, además del sistema óptico se aloja un distanciómetro. Se utiliza como objetivo emisor-receptor el mismo anteojo, alcanzando precisiones milimétrica con un solo prisma reflector al realizar mediciones de hasta un par de kilómetros.

Este aparato cuenta con dos teclados, para que siempre este quede delante del operador aunque el anteojo este en su posición normal o invertido.

### **Partes**

- Plataforma nivelante, con tornillos de nivelación.
- Goniómetros electrónicos, para la medición digital de ángulos horizontales y verticales.
- Pantalla, para la presentación de los datos medidos.
- Teclado, para la introducción de datos y control de mediciones.
- Anteojo de colimación, provisto de retículo con cruz filar, para realizar puntería sobre el prisma. También sirve como emisor y receptor de los rayos infrarrojos o laser.
- Tornillos de presión o coincidencia, para el movimiento general y el del anteojo.
- Conector de entrada/salida de datos, para colector externo o para conexión a ordenador.
- Corrector automático de nivelación, para lograr una perfecta nivelación.



### **Características principales:**

- Compensación automática vertical, coloca el cero vertical en el cenit. La sensibilidad es tal, que el viento o vibraciones fuertes pueden provocar la aparición de un mensaje de error, ya que el campo de compensación acepta una variación de tres grados centesimales a la alza y a la baja.
- Selección de medición angular, realizada mediante una tecla exterior que permite elegir la medición de ángulos horizontales en sentido directo o inverso. También se puede colocar el cero en el cenit o en el horizonte para la medición de los ángulos verticales.
- Selección de unidades, podemos elegir entre el sistema centesimal o sexagesimal, para la medida de ángulos o entre metros o pies para la medida de distancias.
- Códigos de error, estos se dan por el manejo incorrecto o el mal funcionamiento de la estación total. Los principales son los siguientes:
  - Desnivel superior a los tres grados centesimales permitidos.
  - Giro demasiado rápido del anteojo o la alidada.
  - Angulo excesivo en el método de repetición.
  - Batería agotada o con poca carga.
  - Problemas en el teclado o en los circuitos de medición.
  - Baterías, proporcionan la energía necesaria para el funcionamiento correcto de la estación total. Para nuestro caso utilizamos baterías internas de Ni-Cd recargables acopladas al lateral del equipo.

### **Utilización del aparato:**

Para la utilización de este aparato, en primer lugar debemos de estacionar el aparato. Para esto debemos colocar la estación total sobre el trípode. A continuación, mediante la plomada movemos el conjunto hasta que esta quede sobre el punto de estación, buscando que la base superior de trípode quede más o menos horizontal. Realizamos una primera nivelación con el conjunto de nivel torico y circular. Debemos comprobar que el centro de la plomada óptica coincide con el centro del punto de estación. Si no son coincidentes habrá que mover la estación sobre la base del trípode.

Encendemos el aparato y, de nuevo, nivelamos el mismo pero desde este, realizando el proceso denominado compensación automática. Comprobamos que la plomada óptica siga estando en el centro del punto de estacionamiento. Cuando sea coincidente cumpliendo estas condiciones, es decir, la burbuja del nivel se encuentre perfectamente centrada, el aparato no de error porque no esté nivelada la estación en algunos de los ejes y la plomada óptica coincida con el punto de estación, es que el aparato está perfectamente nivelado.



Este aparato cuenta con una gran cantidad de funciones de las que solo utilizamos unas pocas. Entre ellas, la medición de ángulos y distancias.

Para todos los puntos usamos el modo de medición de distancias con prisma, es decir, había que visar al prisma para poder realizar la medición. Con el mismo, los datos obtenidos se pueden obtener de dos modos: como mediciones angulares y de distancia o dándole coordenadas a los puntos. Se utilizó el modo de distancias relativas (ángulo y distancia) ya que era el más útil para, posteriormente, obtener las coordenadas relativas y absolutas de los puntos visados.

Trabajamos con el aparato no orientado, de manera que, posteriormente deberemos de orientar el mismo en la estación inicial de GPS e ir corrigiendo el resto a lo largo del itinerario y la radiación.

Al presionar la opción “medir”, el aparato lanza una señal consistente en un rayo laser indivisible para la medida de distancias que es devuelto desde el prisma visado, así obtenemos las distancias reducida y geométrica entre ambos puntos. También, así mismo, los ángulos horizontal y vertical.

Para la medición de ángulos, las lecturas podían realizarse para ángulos verticales y horizontales y aumentando hacia derechas o hacia izquierdas. La precisión en este tipo de mediciones varía oscilando entre los 5 y los 50 segundos centesimales según el modelo que estemos utilizando.

La medida de distancias se lleva a cabo gracias al distanciómetro de rayos infrarrojos y un prisma de reflexión situado en el punto al que se quiere medir.

Las distancias obtenidas pueden ser la geométrica, reducida o la vertical (tangente). También podemos seleccionar la precisión requerida en la medida de las distancias eligiendo entre precisión fina, gruesa o tracking.

El error probable cometido en una medición está dado por un término fijo  $e$  en mm y otro variable  $p$  en ppm, que se diferencia en cada modelo de aparato.

Una de las mayores ventajas de la estación total es que permite poder realizar una serie de mediciones de manera automática, además de guardar los datos para luego sacarlos al ordenador y poder trabajarlos. Para el trabajo de campo, procedimos a la resolución de los itinerarios principales, tomando como punto de partida CIM-1 o CIM-2, y, posteriormente, desde cada estación del itinerario, visamos los puntos necesarios para la realización de la radiación.



### B) Especificaciones técnicas del aparato:

#### Anteojo

- Totalmente basculable
- Aumentos: ..... 30x
- Imagen: ..... derecha
- Diámetro libre del objetivo: ..... 40 mm
- Distancia mínima de enfoque: ..... 1.7 m (5.6 ft)
- Enfoque: ..... fino
- Campo visual: ..... 1°36' (1.6gon)
- Campo visual del anteojo a 100m..... 2.6 m

#### Medición de ángulos

- absoluta, continua
- Tiempo de repetición 0.3 segundos
- Unidades elegibles  
360° (sexag.), 400gon,  
360° decimal, 6400 mil, V%, ±V
- Precisión Desviación típica Hz, V  
(según ISO 17123-3)  
TC(R)403 ..... 3" (1 mgon)  
TC(R)405 ..... 5" (1.5 mgon)  
TC(R)407 ..... 7" (2 mgon)

#### Plomada láser

- Situación: ..... en el eje principal del producto
- Precisión: ..... Desviación de la línea  
..... de la plomada 1.5 mm  
..... (2 sigma) a 1.5 m de altura  
..... del producto
- Ø del punto láser ..... 2.5 mm / 1.5 m

#### Teclado:

- Ángulo de inclinación: ..... 70°
- segundo teclado opcional

#### Pantalla:

- retroiluminada
- Calefacción ..... (Temp. < -5°C)
- pantalla LCD: ..... 280 x 160 Pixel
- 8 líneas de 31 caracteres cada una

#### Tipo de base nivelante:

- Tipo de base nivelante amovible GDF111Ø  
rosca: 5/8"  
..... (DIN 18720 / BS 84)

#### Resolución en pantalla

- gon ..... 0.0005
- 360d ..... 0.0005
- 360s ..... 1"
- mil ..... 0.01

#### Sensibilidad de los niveles

- Nivel esférico: ..... 6/2 mm

#### Compensador:

- Compensador de dos ejes
- Amplitud de oscilación libre ..... ±4' (0.07 gon)
- Precisión de estabilización .....  
TC(R)407 ..... 2" (0.7 mgon)  
TC(R)405 ..... 1.5" (0.5 mgon)  
TC(R)403 ..... 1" (0.3 mgon)

#### Dimensiones:

- Producto: .....  
Altura (incl. base nivelante y asa):  
- con base GDF111 .....  
..... 360 mm ± 5 mm  
Ancho: ..... 203 mm  
Longitud: ..... 151 mm
- Maletín: ..... 468x254x355 mm  
..... (largo x ancho x alto)

#### Peso:

- (incl. batería y base nivelante):  
• con base GDF111 ..... 5,2 kg

#### Altura del eje de muñones:

- sin base nivelante ..... 196 mm
- con base GDF111 ..... 240 mm ± 5 mm

#### Alimentación eléctrica:

- Batería GEB111: ..... NiMh  
Tensión: ..... 6V  
Capacidad: ..... 2100 mAh
- Batería GEB121: ..... NiMh  
Tensión: ..... 6V  
Capacidad: ..... 4200 mAh



Daniel Navarro Agüera

- Alimentación externa (vía interfaz serie) ..... Al usar un cable externo ..... para la alimentación, la ..... tensión ha de estar ..... comprendida entre 11.5V y 14V (CC)

**Grabación:**

- Interfaz RS232 ..... sí
- Memoria interna ..... Sí
- Capacidad total ..... 576 KB
- .....  $\approx$  10000 bloques de datos o
- .....  $\approx$  16000 puntos fijos

**Número de mediciones (ángulos + distancia):**

- GEB111: ..... aprox. 4000
- GEB121: ..... aprox. 9000

**Rango de temperaturas:**

Tipo	Temperatura de funcionamiento	Temperatura de almacenamiento
TPS400	-20°C a +50°C / -4°F a +122°F	-40°C a +70°C / -40°F a +158°F
Batería interna	-20°C a +50°C / -4°F a +131°F	-40°C a +55°C / -40°F a +131°F

**Correcciones automáticas:**

- Error de colimación ..... sí
- Error de índice vertical ..... sí
- Curvatura terrestre ..... sí
- Refracción ..... sí
- Corrección de inclinaciones ..... sí

**Medición de distancias (IR: modo reflector):**



Principio: Medición de fase  
Tipo: Coaxial, láser infrarrojo Clase 1  
Longitud de la onda 780 nm  
portadora:  
Sistema de medición: Sistema de frecuencia especial Base 100 MHz  $\approx$  1.5 m

Programas de medición	Precisión * (Desviación típica según ISO 17123-4)	Tiempo de medición
IR-prec	2 mm + 2 ppm	<1 seg.
IR-rapid	5 mm + 2 ppm	<0.5 seg.
Tracking	5 mm + 2 ppm	<0.3 seg.
IR Diana	5 mm + 2 ppm	<0.5 seg

\* La interrupción del rayo, un fuerte centelleo por el calor u objetos moviéndose en la trayectoria del rayo pueden afectar negativamente a la precisión especificada.



Principio: Medición de fase  
Tipo: Coaxial, láser rojo visible Clase 1  
Longitud de la onda 660 nm  
portadora:  
Sistema de medición: Sistema analizador Base 100 MHz - 150 MHz

- Disposición del EDM ..... coaxial
- Unidad mínima en pantalla ..... 1 mm

Alcance: (Medición normal y rápida)						
	Prisma estándar	3prismas (GPH3)	Reflector 360°	Diana reflectante 60x60	Mini-prisma	Mini-prisma 360°
1	1800 m (6000 ft)	2300 m (7500 ft)	800 m (2600 ft)	150 m (500 ft)	800 m (2600 ft)	450 m (1500 ft)
2	3000 m (10000 ft)	4500 m (14700 ft)	1500 m (5000 ft)	250 m (800 ft)	1200 m (4000 ft)	800 m (2600 ft)
3	3500 m (12000 ft)	5400 m (17700 ft)	2000 m (7000 ft)	250 m (800 ft)	2000 m (7000 ft)	1000 m (3500 ft)

- 1) Muy brumoso, visibilidad 5km; o mucho sol con fuerte centelleo por el calor
- 2) Poco brumoso, visibilidad aprox. 20km; o parcialmente soleado y poco centelleo por el calor
- 3) Cubierto, sin bruma, visibilidad aprox. 40km; sin centelleo del aire

**Medición de distancias (RL: modo sin reflector)**



Sistema de medición R100: Sistema de frecuencia especial Base 100 MHz  $\pm 1.5$  m  
Sistema de medición R300: Sistema analizador Base 100 MHz - 150 MHz  
Tipo: Coaxial, láser rojo visible Clase 3R  
Longitud de la onda 670 nm portadora:



Sistema de medición: Sistema analizador Base 100 MHz - 150 MHz  
Tipo: Coaxial, láser rojo visible Clase 3R  
Longitud de la onda 660 nm portadora:

**Medición de distancias (sin reflector)**

- Alcance de medición:  
Power ..... 1.5 m a 300 m ..... (a tablilla de puntería art. no. 710 333)  
Ultra ..... 1.5 m a >500 m

- ..... (a tablilla de puntería art. no. 710 333)
- Indicación unívoca de la medida ..... bis 760 m
- Constante del prisma: ..... + 34.4 mm

Power: Alcance (sin reflector)		
Condiciones atmosféricas	sin reflector (superf. blanca)*	sin reflector (gris, albedo 0.25) *
4	140 m (460 ft)	70 m (230 ft)
5	170 m (560 ft)	100 m (330 ft)
6	>170 m (560 ft)	>100 m (330 ft)

Ultra: Alcance (sin reflector)		
Condiciones atmosféricas	sin reflector (superf. blanca)*	sin reflector (gris, albedo 0.25) *
4	300 m (990 ft)	200 m (660 ft)
5	500 m (1640 ft)	300 m (990 ft)
6	>500 m (>1640 ft)	>300 m (>990 ft)

- \* Grey Card de Kodak utilizada para fotómetros de luz reflejada.
- 4) Objeto intensamente iluminado, fuerte centelleo por el calor
- 5) Objeto en sombra o con cielos cubiertos
- 6) Durante el crepúsculo, de noche o bajo tierra

Programas de medición	Precisión ** (Desviación típica según ISO 17123-4)	Tiempo de medición
Estándar	3 mm + 2 ppm	3.0 seg. +1.0 seg./10m > 30m
Prisma	5 mm + 2 ppm	2.5 seg.
Tracking	5 mm + 2 ppm	1.0 seg. +0.3 seg./10m > 30m

\*\* La interrupción del rayo, un fuerte centelleo por el calor u objetos moviéndose en la trayectoria del rayo pueden afectar negativamente a la precisión especificada.

**Medición de distancias LR-prism (con reflector)**

- Rango de medición ..... a partir de 1000 m
- Indicación unívoca de la medida ..... 12 km

Ultra y Power: Alcance (con reflector)		
Condiciones atmosféricas	Prisma estándar	Diana reflectante 60x60
1	2200 m (7200 ft)	600 m (2000 ft)
2	7500 m (24600 ft)	1000 m (3300 ft)
3	> 10000 m (33000 ft)	1300 m (4200 ft)

- 1) Muy brumoso, visibilidad 5km; o mucho sol con fuerte centelleo por el calor
- 2) Poco brumoso, visibilidad aprox. 20km; o parcialmente soleado y poco centelleo por el calor
- 3) Cubierto, sin bruma, visibilidad aprox. 40km; sin centelleo del aire



### **1.3- NIVEL**

En el nivel trabajaremos de la misma manera que anteriormente lo hicimos con la estación total.

También vamos a separar este apartado en dos:

En el primero de ellos incluiremos las especificaciones técnicas de aparato, necesarias para el cálculo de los errores máximos cometidos por el aparato.

En el segundo de ellos, realizaremos una breve descripción del funcionamiento del nivel para llevar a cabo las mediciones.

Las especificaciones técnicas vienen dadas para dos modelos distintos de nivel. El utilizado para este caso, es el modelo **DL- 101 C**, por lo que tomaremos las características técnicas dadas para este.

#### **A) Explicación del funcionamiento:**

Estos instrumentos nos sirven para medir de manera directa la diferencia de cotas entre dos puntos, es decir, para la medida de desniveles.

Se busca hallar el desnivel entre dos puntos por la diferencia de dos lecturas realizadas a dos miras que se encuentran en dos puntos diferentes, mientras que el nivel se encuentra a una distancia aproximadamente igual de cada una de ellas.

Utilizamos un nivel esférico, junto con el hecho de que este aparato se nivela solo, llegando a obtener una sensibilidad bastante elevada.

La horizontalidad automática del nivel se consigue mediante un sistema de prismas compensadores colocados entre el retículo y la lente de enfoque.

Los componentes ópticos del compensador constan de tres prismas, dos de ellos fijos y el tercero suspendido por dos hilos de la parte superior del tubo del antejo, quedando libre para oscilar.

Además nuestro nivel es digital. Con este tipo de niveles, la mira clásica se sustituye por otra cuya graduación es un código de barras que el nivel lee e interpreta.

Para operar con los niveles digitales, se dirige la visual del nivel a la mira, se pulsa la tecla medir, y los resultados aparecen automáticamente en la pantalla.

#### **Partes fundamentales:**

- Plataforma nivelante, con sus tornillos de nivelación correspondientes.
- Nivel esférico, para comprobar la horizontalidad del nivel.
- Antejo, de gran aumento.



### **Ejes principales:**

- Eje principal o verticales.
- Eje de colimación.
- Directriz del nivelación.

El eje vertical debe ser perpendicular al eje de colimación y a la directriz, y por lo tanto, el eje de colimación debe ser paralelo a la directriz.

Para la realización de la medición debemos colocar el nivel sobre el trípode y fijarlo adecuadamente. Mediante la plomada, colgada del tornillo de fijación del trípode, colocamos el nivel exactamente sobre el punto a medir.

A continuación debemos de nivelar el instrumento gracias al nivel circular con el que este cuenta.

Tras encender el aparato elegimos la opción de medición para poder realizar lecturas de espalda y de frente en cada uno de los puntos de estacionamiento, así eliminamos el error que cometeríamos al medir la altura del nivel, y nos queda como una diferencia de alturas entre los valores obtenidos en las lecturas de espaldas y de frente en cada uno de los estacionamientos.

Este aparato funciona al leer el código de barras impreso sobre la zona de la mira que estamos visando desde el nivel.

También es interesante conocer que, el nivel procederá a realizar la medición, siempre que no se obstruya la visual a la mira en más de un 30%, este donde este esta obstrucción.

Sobre los puntos donde colocamos la mira son los que, posteriormente, conoceremos sus coordenadas. Los puntos de estación no tendrán la coordenada Z conocida.

### **B) Especificaciones técnicas del aparato:**

#### **Telescopio**

Aumentos:

DL-101C	DL-102C
32x	30x

Tabla 19: Aumentos del telescopio en el nivel para los dos modelos de interés.

Apertura del objetivo:45 mm

Campo de vista:1o20'

Poder de resolucion:3"



### Compensador

	DL-101C	DL-102C
Rango de operación	+12'	+15'
Precisión	0,3"	0,5"

Tabla 20: Rango de operación y precisión del compensador.

### Medida de alturas

Precisión (Desviación estándar en 1 Km):

	DL-101C	DL-102C
Lectura electrónica	0,4 mm (Mira Invar)	• mm (Mira fibra de vidrio)
Lectura óptica	1 mm	1,5 mm

Tabla 21: Precisión para la lectura electrónica y óptica de ambos modelos.

Mínima unidad

DL-101C	DL-102C
0,01 mm/0,1 mm	0,1 mm/1 mm

Tabla 22: Mínima unidad de medida para los dos modelos de nivel.

### Medida de distancias

Mínima unidad: 1 cm

Precisión (Utilizando la tecla [MEAS]): 1 cm a 5 cm

**Rango de medida:** 2m a 100 m: Mira de Fibra de vidrio

2m a 60 m: Mira Invar

**Tiempo de medida:** 4 seg.

**Sensibilidad del nivel circular:** 10' /2 mm

### Otras

Pantalla: 2-lineas, 8-dígitos por línea, Pantalla de puntos LCD

Almacenamiento de datos: Memoria interna 51 KB (aprox. 2400 datos)

Transmisión de datos: Puerto RS-232C

Teclado: Entrada alfanumérica



Daniel Navarro Agüera

Reloj: Incorporado  
Circulo horizontal: 360o o 400 gon  
Alimentación: Batería recargable, NiCd 7.2 V  
Duración: 10 horas  
Rango de operación: -20oC a +50oC  
Dimensiones: 237x196x141 mm  
Peso: 2.8 Kg (incluida batería recargable)

**Tarjeta:** Tarjeta PC basada en PCMCIA (SRAM:64-256 kb)

### **Miras**

Fibra de vidrio: Longitud: 3 m (1.5 m x 2 piezas)  
Graduación: 1 cm de graduación con barras de 5 mm  
Mira Invar: Longitud: 3 m  
Aluminum staff: Longitud: 5 m



## **ANEJO IV: PROGRAMAS INFORMÁTICOS**

En este anejo, procederemos a realizar una breve descripción de los programas informáticos utilizados, necesarios para poder llevar a cabo la realización del proyecto.

### **1.- PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE DATOS**

#### **1.1- DATA TRANSFER TOPCOM:**

Este programa nos sirve para poder sacar al ordenador los datos que, anteriormente, hemos medido con ayuda de del nivel. Estos datos los extraemos en archivos de hoja Excel.

Es propio de topografía, ya que sin él, no podríamos pasar los datos dados por el aparato a documentos con los que podamos trabajar en el ordenador y nos viene al comprar cualquier aparato topográfico de la empresa Topcon.

Del aparato extrajimos los datos que nos interesaban, para proceder a la resolución posterior de los itinerarios y las radiaciones. En nuestro caso estos son básicamente las lecturas de espalda y frente.

El programa permitía, además, la salida de datos en otros formatos que no fuera Excel, también pudiendo optar a diferentes versiones del mismo.

#### **1.2- LEICA:**

Este programa nos permite transferir los datos obtenidos por la estación total al ordenador para su posterior tratamiento en gabinete. Estos datos se descargarán en un archivo .GSI, por lo que para poder tratarlos tendremos que darles un formato. Una vez hecho esto, ya podemos trabajar con ellos en una hoja de EXCEL.

#### **1.3- MDT Y AUTOCAD 2002:**

AutoCad es un conocido programa de diseño asistido por ordenador que nos permitirá confeccionar los planos de la zona de estudio a partir de las coordenadas absolutas previamente calculadas de los puntos.

MDT son las siglas de Modelo Digital del Terreno. El MDT es el programa que nos va a posibilitar la representación de los puntos de coordenadas absolutas calculadas en AutoCad; con esto podremos realizar el plano definitivo. Se



denomina MDT al conjunto de capas que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE).

El programa MDT solo se puede instalar cuando ya se encuentra en el ordenador el programa Autocad, ya que este es una especie de suplemento al mismo. Al instalar el programa MDT, se activa una nueva pestaña al iniciar el programa Autocad, aumentando así, las acciones que puedes realizar con él.

Para pasar las coordenadas de los puntos al plano, estos deben estar en un tipo de archivo compatible con el programa MDT. Este solo es compatible con los archivos de texto mas elementales, los de la extension .txt.

El modo de trabajo que se sigue es básicamente el siguiente: se elige en el programa la opción de importar puntos (dentro del programa Autocad con el MDT ya instalado) y se selecciona uno de los archivos en formato .txt en el que aparecen las coordenadas finales de los puntos que queremos introducir en el plano. Al importarlo, las coordenadas X e Y, aparecen como un punto sobre el plano a una altura de z igual a cero y con un código con el valor correspondiente de z en cada uno de los puntos.

Cuando los puntos son introducidos en el programa Autocad mediante el MDT, nos aparece una nube de puntos en el dibujo. Estos debemos unirlos de la manera correcta para que quede, finalmente, el plano de la zona sobre la que hemos realizado las mediciones. Por ello fue por lo que realizamos varios croquis antes de empezar a medir.

#### 1.4- Microsoft Excel 2007:

Este programa de Office nos fue de gran utilidad gracias a su facilidad para realizar operaciones de cálculo y la posibilidad de modificarlas o actualizarlas en el momento en que se modifica cualquier variable.



## **ANEJO V: COORDENADAS FINALES ABSOLUTAS DE TODOS LOS PUNTOS.**

**1.- Itinerario 2:** En este itinerario nos saltaremos la radiación de la estación 2, pues ésta ya se realizó en el anejo II de cálculos justificativos.

### 1.1- Radiación de CIM-1:

Llegados a este punto he de comentar un problema que me surgió al descargar la nube de puntos en Autocad. Al hacerlo observé que los puntos correspondientes a la radiación de CIM-1 estaban sensiblemente girados respecto al resto. Esto se debió a que por error durante la toma de datos, al estacionar en CIM-1 se nos olvidó tomar sendas visuales a la última estación del itinerario 2 y a la estaciones primera y última del itinerario 3, con lo que los itinerarios no podían cerrarse. En consecuencia tuvimos que volver a tomar los datos de la estación 5 del itinerario 2 y repetir toda la toma de datos en el itinerario 3.

Al volver a estacionar en CIM-1 por segunda vez se tomó una lectora acimutal de referencia respecto a CIM-2 distinta de la original. El problema era que mientras el resto de radiaciones estaban calculadas respecto de la lectura acimutal nueva de CIM-1 a CIM-2, la radiación efectuada desde CIM-1 lo estaba respecto a la antigua, con lo que fue necesario realizar una transformación entre ambas lecturas acimutales y aplicarla a los acimuts de la radiación de CIM-1

Nuevo	Estacion	punto	L.acimutal
	CIM-1	CIM-2	175,7185
Antiguo	Estacion	punto	L.acimutal
	CIM-1	CIM-2	232,0575
Cor.nuevo, antiguo		-56,339	

Estación	Punto	X	Y	Z
<b>CIM-1</b>	<b>0</b>	677722,7613	4163150,6143	2,0328
	<b>1</b>	677715,5149	4163148,7295	2,1383
	<b>2</b>	677709,6146	4163149,3286	2,6354
	<b>3</b>	677711,8476	4163143,4930	2,2325
	<b>4</b>	677721,7290	4163142,3877	2,0816
	<b>5</b>	677717,9036	4163139,6604	2,1375
	<b>6</b>	677721,6249	4163137,4318	2,1035



	<b>7</b>	677721,2569	4163127,1898	2,1489
	<b>8</b>	677722,2058	4163125,1058	2,1377
	<b>9</b>	677728,4963	4163117,1232	2,0841
	<b>10</b>	677728,7214	4163116,3321	2,0808
	<b>11</b>	677727,3409	4163115,0642	2,1034
	<b>12</b>	677724,7291	4163114,3081	2,1420
	<b>13</b>	677724,4920	4163115,0931	2,1412
	<b>14</b>	677726,1285	4163115,5705	2,1188
	<b>15</b>	677730,1816	4163105,5178	2,1216
	<b>16</b>	677726,6883	4163106,9581	2,1704
	<b>17</b>	677722,1974	4163105,7323	2,2575
	<b>18</b>	677721,7404	4163105,5371	2,2546
	<b>19</b>	677723,6600	4163094,3287	2,1781
	<b>20</b>	677736,3062	4163106,1222	1,9439
	<b>21</b>	677741,3064	4163098,4683	2,1417
	<b>22</b>	677693,2977	4163086,0940	2,1772
	<b>23</b>	677726,7326	4163118,3616	2,1025
	<b>24</b>	677721,1624	4163088,9844	2,2759
	<b>25</b>	677721,0179	4163089,4881	2,2650
	<b>26</b>	677738,5641	4163092,6988	2,2816
	<b>27</b>	677736,0355	4163091,9964	2,2499
	<b>28</b>	677731,2971	4163087,2284	0,4557
	<b>29</b>	677735,7021	4163091,8201	2,0826
	<b>30</b>	677735,3457	4163091,6868	1,9289
	<b>31</b>	677735,0019	4163091,5485	1,7735
	<b>32</b>	677734,6429	4163091,4440	1,6215
	<b>33</b>	677734,3078	4163091,3424	1,4639
	<b>34</b>	677734,5101	4163089,5106	1,3010
	<b>35</b>	677734,1635	4163089,1915	1,1452
	<b>36</b>	677733,8602	4163089,1011	0,9963
	<b>37</b>	677741,6032	4163077,9545	2,3033
	<b>38</b>	677738,4988	4163071,7354	0,8066
	<b>39</b>	677738,8730	4163071,8386	0,7915
	<b>40</b>	677739,0266	4163071,4922	0,9544
	<b>41</b>	677739,3556	4163071,5469	0,9492
	<b>42</b>	677746,1037	4163063,6945	2,2813
	<b>43</b>	677749,4485	4163053,3141	2,2575
	<b>44</b>	677748,8933	4163051,5422	2,1794
	<b>45</b>	677742,9819	4163051,1056	0,5946
	<b>46</b>	677747,9795	4163050,6383	2,0161
	<b>47</b>	677742,7722	4163046,3649	2,0210
	<b>48</b>	677739,3646	4163044,9779	1,9924
	<b>49</b>	677736,7145	4163043,9010	1,9744
	<b>50</b>	677734,8139	4163043,1492	1,9578



	<b>51</b>	677728,0119	4163040,5276	1,9275
	<b>52</b>	677724,5954	4163039,1094	1,9329
	<b>53</b>	677719,8215	4163037,4910	1,9379
	<b>54</b>	677720,3485	4163037,6492	1,9271
	<b>55</b>	677720,6024	4163036,9197	1,9510
	<b>56</b>	677720,1342	4163036,7237	1,9541
	<b>57</b>	677713,1361	4163034,6101	1,9463
	<b>58</b>	677709,5869	4163033,1558	1,9607
	<b>59</b>	677708,5978	4163032,7087	1,9644
	<b>60</b>	677706,9083	4163032,1171	1,9624
	<b>61</b>	677707,1783	4163031,5430	1,9751
	<b>62</b>	677702,8006	4163030,8101	2,0279
	<b>63</b>	677697,5218	4163028,8153	2,0144
	<b>64</b>	677697,4321	4163029,0173	2,0099
	<b>65</b>	677706,3973	4163021,5278	2,1456
	<b>66</b>	677711,5379	4163026,2630	2,1391
	<b>67</b>	677712,6734	4163026,7612	2,1324
	<b>68</b>	677712,7745	4163025,5788	2,1164
	<b>69</b>	677713,5727	4163026,7429	2,1330
	<b>70</b>	677716,4560	4163027,8328	2,1285
	<b>71</b>	677718,9241	4163029,1656	2,1208
	<b>72</b>	677723,2419	4163030,6290	2,1193
	<b>73</b>	677727,5245	4163032,5582	2,1192
	<b>74</b>	677728,3236	4163032,5751	2,1324
	<b>75</b>	677731,1698	4163033,5934	2,1432
	<b>76</b>	677734,9351	4163035,4621	2,1456
	<b>77</b>	677738,0985	4163036,4806	2,1877
	<b>78</b>	677741,3580	4163037,9871	2,1996
	<b>79</b>	677727,7238	4163027,0157	2,0906
	<b>80</b>	677727,2792	4163027,0470	2,0837
	<b>81</b>	677718,2935	4163023,2210	2,0817
	<b>82</b>	677708,9264	4163019,4900	2,0824
	<b>83</b>	677706,5891	4163018,4005	2,1017
	<b>84</b>	677684,2736	4163023,8624	2,1194
	<b>85</b>	677683,1564	4163022,4268	2,2275
	<b>86</b>	677682,9128	4163022,3074	2,2266
	<b>87</b>	677682,5083	4163024,5619	2,0993
	<b>88</b>	677681,9016	4163024,7642	0,6878
	<b>89</b>	677682,1502	4163024,9183	0,6786
	<b>90</b>	677680,9499	4163022,0679	2,0523



Daniel Navarro Agüera

	<b>91</b>	677680,7496	4163022,3340	1,8849
	<b>92</b>	677679,9603	4163022,3191	1,7061
	<b>93</b>	677679,7880	4163022,6643	1,5343
	<b>94</b>	677679,7114	4163022,8928	1,3671
	<b>95</b>	677679,5591	4163023,1758	1,1940
	<b>96</b>	677679,3253	4163023,6987	0,6829
	<b>97</b>	677679,0221	4163023,5844	0,6926
	<b>98</b>	677680,3430	4163021,2650	2,2211
	<b>99</b>	677680,0802	4163021,1263	2,2236
	<b>100</b>	677679,9934	4163021,0229	2,2261
	<b>101</b>	677665,7730	4163015,8309	0,6753
	<b>102</b>	677664,8779	4163018,0204	0,6433
	<b>103</b>	677663,5241	4163014,8686	2,2303
	<b>104</b>	677662,4807	4163017,0115	2,2381
	<b>105</b>	677664,7575	4163018,3103	0,6397
	<b>106</b>	677661,6809	4163017,1439	0,4429
	<b>107</b>	677660,9854	4163018,4894	0,6051
	<b>108</b>	677663,4866	4163016,0425	2,0531
	<b>109</b>	677660,1559	4163016,1100	2,2262
	<b>110</b>	677654,4096	4163013,0289	2,2262
	<b>111</b>	677655,3148	4163008,7512	2,2699
	<b>112</b>	677748,3003	4163107,4315	1,9613
	<b>113</b>	677752,1255	4163108,4386	1,9744
	<b>114</b>	677756,1710	4163109,5340	1,9607
	<b>115</b>	677760,2252	4163110,6438	1,9666
	<b>116</b>	677764,2697	4163111,7264	1,9532
	<b>117</b>	677768,3104	4163112,8342	1,9740
	<b>118</b>	677772,3526	4163113,8854	1,9699
	<b>119</b>	677748,1054	4163105,9745	1,9437
	<b>120</b>	677779,1475	4163114,1928	1,9635
	<b>121</b>	677779,2561	4163109,1996	2,1355
	<b>122</b>	677779,3392	4163107,6197	2,1623
	<b>123</b>	677779,0371	4163103,3879	2,3050
	<b>124</b>	677784,1977	4163106,3167	2,2413
	<b>125</b>	677783,2511	4163109,8427	2,1477
	<b>126</b>	677782,8660	4163111,7590	2,1109
	<b>127</b>	677786,0670	4163107,9907	2,2117
	<b>128</b>	677786,5692	4163106,7213	2,2479
	<b>129</b>	677788,9393	4163107,3898	2,2189
	<b>130</b>	677788,8742	4163093,9157	2,6052



	<b>131</b>	677789,4539	4163090,2410	2,6968
	<b>132</b>	677790,5991	4163086,3222	2,8878
	<b>133</b>	677785,2924	4163090,1156	2,6701
	<b>134</b>	677785,5858	4163086,0459	2,8262
	<b>135</b>	677785,0415	4163084,9481	2,8709
	<b>136</b>	677785,4128	4163084,7858	2,8780
	<b>137</b>	677785,9389	4163083,0032	2,9679
	<b>138</b>	677783,4899	4163081,2092	3,0003
	<b>139</b>	677784,4417	4163075,3139	3,0967
	<b>140</b>	677777,7230	4163059,5305	3,0167
	<b>141</b>	677773,4098	4163044,9901	2,9522
	<b>142</b>	677773,5193	4163043,9927	2,6100
	<b>143</b>	677737,7164	4163089,7405	2,2824
	<b>144</b>	677771,9920	4163044,9025	2,9519
	<b>145</b>	677766,9625	4163048,4282	2,9699
	<b>146</b>	677764,8509	4163049,8789	2,9730
	<b>147</b>	677764,7171	4163051,2141	2,9842
	<b>148</b>	677763,4172	4163051,0873	2,9864
	<b>149</b>	677762,9363	4163043,7172	2,9572
	<b>150</b>	677762,6454	4163043,2929	2,7886
	<b>151</b>	677762,3629	4163042,8736	2,6113
	<b>152</b>	677762,0741	4163042,4338	2,4435
	<b>153</b>	677759,5651	4163056,2264	3,0163
	<b>154</b>	677750,3417	4163054,0912	2,2558
	<b>155</b>	677748,4733	4163060,1174	2,2780
	<b>156</b>	677764,5222	4163059,7124	3,0260
	<b>157</b>	677770,3106	4163059,5564	3,0404
	<b>158</b>	677764,4340	4163070,2881	3,0652
	<b>159</b>	677763,7760	4163070,2150	3,0614
	<b>160</b>	677763,9287	4163068,2030	3,0582
	<b>161</b>	677756,2210	4163066,7669	3,0604
	<b>162</b>	677746,4146	4163066,6462	2,2900
	<b>163</b>	677744,0083	4163074,1493	2,3068
	<b>164</b>	677769,5063	4163074,0237	3,1040
	<b>165</b>	677762,7828	4163080,9555	2,9253
	<b>166</b>	677777,7009	4163086,3999	2,8014
	<b>167</b>	677777,4887	4163089,5716	2,6485
	<b>168</b>	677773,6455	4163089,1572	2,6928
	<b>169</b>	677769,5038	4163089,0532	2,6809
	<b>170</b>	677769,7602	4163084,9563	2,8147



Daniel Navarro Agüera

	<b>171</b>	677761,6636	4163085,4047	2,7677
	<b>172</b>	677761,4635	4163088,5099	2,6779
	<b>173</b>	677757,6196	4163088,1166	2,6419
	<b>174</b>	677753,7209	4163083,8007	2,7225
	<b>175</b>	677753,5205	4163086,9685	2,6107
	<b>176</b>	677753,4390	4163087,9500	2,5617
	<b>177</b>	677754,4438	4163088,0311	2,5866
	<b>178</b>	677749,7025	4163087,4898	2,5200
	<b>179</b>	677751,7073	4163080,9109	2,7930
	<b>180</b>	677752,3576	4163076,9278	2,9377
	<b>181</b>	677750,7871	4163080,5679	2,7669
	<b>182</b>	677749,4327	4163083,4859	2,6384
	<b>183</b>	677747,7420	4163087,4849	2,4579
	<b>184</b>	677741,9494	4163080,6432	2,3107
	<b>185</b>	677743,1295	4163081,0400	2,3242
	<b>186</b>	677742,7528	4163082,2070	2,3188
	<b>187</b>	677805,3116	4163110,4551	2,5447
	<b>188</b>	677840,3932	4163113,8237	2,3965
	<b>189</b>	677763,3999	4163044,3106	2,9593
	<b>190</b>	677740,4612	4163094,7174	2,2444
	<b>191</b>	677741,3918	4163094,1456	2,2606
	<b>192</b>	677742,3040	4163093,5869	2,2705
	<b>193</b>	677742,8804	4163091,8613	2,2941
	<b>194</b>	677742,9299	4163089,8658	2,3268
	<b>195</b>	677743,0488	4163088,0360	2,3589
	<b>196</b>	677741,2507	4163087,2723	2,3298
	<b>197</b>	677739,5756	4163087,1511	2,3007
	<b>198</b>	677743,2608	4163086,3356	2,3583
	<b>199</b>	677746,7175	4163086,6499	2,4253
	<b>200</b>	677746,6070	4163088,4365	2,4199
	<b>201</b>	677746,4084	4163090,2937	2,3725
	<b>202</b>	677746,4326	4163092,5282	2,3347
	<b>203</b>	677747,5156	4163093,1985	2,3472
	<b>204</b>	677749,2319	4163092,5554	2,3890
	<b>205</b>	677750,8877	4163092,1448	2,4097
	<b>206</b>	677753,1748	4163091,5493	2,4808
	<b>207</b>	677755,5688	4163091,4688	2,5189
	<b>208</b>	677756,7057	4163091,3349	2,5421
	<b>209</b>	677757,9891	4163091,4389	2,5601
	<b>210</b>	677759,1702	4163091,6271	2,5797



Daniel Navarro Agüera

	<b>211</b>	677760,4841	4163091,6755	2,6059
	<b>212</b>	677761,8303	4163091,8637	2,6102
	<b>213</b>	677763,0405	4163092,0174	2,6094
	<b>214</b>	677765,0549	4163092,2541	2,6055
	<b>215</b>	677768,5104	4163092,5988	2,5989
	<b>216</b>	677769,7872	4163092,7587	2,6020
	<b>217</b>	677771,0204	4163092,8884	2,5951
	<b>218</b>	677772,9146	4163093,1263	2,5843
	<b>219</b>	677774,6163	4163093,2493	2,5752
	<b>220</b>	677776,4080	4163093,5603	2,5657
	<b>221</b>	677777,7884	4163093,6962	2,5681
	<b>222</b>	677778,9704	4163093,7617	2,5638
	<b>223</b>	677780,8932	4163093,9230	2,5554
	<b>224</b>	677782,5203	4163094,1239	2,5576
	<b>225</b>	677784,4075	4163094,3372	2,5521
	<b>226</b>	677786,9491	4163094,6124	2,5734
	<b>227</b>	677788,7492	4163094,8237	2,5882
	<b>228</b>	677790,4987	4163094,9568	2,5948
	<b>229</b>	677792,3230	4163095,1507	2,5990
	<b>230</b>	677793,5807	4163095,2888	2,6006
	<b>231</b>	677794,9028	4163095,4521	2,5955
	<b>232</b>	677796,6957	4163095,6569	2,5909
	<b>233</b>	677798,4128	4163095,7951	2,6007
	<b>234</b>	677800,2685	4163096,0538	2,5897
	<b>235</b>	677801,5896	4163096,1366	2,6018
	<b>236</b>	677802,8975	4163096,3207	2,6107
	<b>237</b>	677804,2778	4163096,4214	2,5971
	<b>238</b>	677806,7497	4163096,7276	2,6127
	<b>239</b>	677808,2446	4163096,8700	2,6111
	<b>240</b>	677809,5441	4163097,0103	2,6272
	<b>241</b>	677810,8150	4163097,1213	2,6114
	<b>242</b>	677812,4986	4163097,2915	2,6129
	<b>243</b>	677814,3170	4163097,5149	2,6089
	<b>244</b>	677816,1307	4163097,7238	2,6052
	<b>245</b>	677817,3918	4163097,8387	2,6148
	<b>246</b>	677818,7807	4163098,0276	2,6033
	<b>247</b>	677820,5891	4163098,1708	2,6058
	<b>248</b>	677822,7808	4163098,3548	2,6103
	<b>249</b>	677824,1754	4163098,6031	2,5971
	<b>250</b>	677825,5079	4163098,6675	2,5981



Daniel Navarro Agüera

	<b>251</b>	677826,8166	4163098,9006	2,6068
	<b>252</b>	677828,5310	4163099,0157	2,6033
	<b>253</b>	677830,7366	4163099,3271	2,5966
	<b>254</b>	677832,0925	4163099,4404	2,5895
	<b>255</b>	677833,4493	4163099,5714	2,5968
	<b>256</b>	677834,7514	4163099,6601	2,5964
	<b>257</b>	677834,7346	4163099,6562	2,5993
	<b>258</b>	677836,5071	4163099,9101	2,5982
	<b>259</b>	677838,2799	4163100,0708	2,5952
	<b>260</b>	677840,0974	4163100,2696	2,5988
	<b>261</b>	677842,7052	4163100,5864	2,6033
	<b>262</b>	677844,4248	4163100,7940	2,5996
	<b>263</b>	677748,1729	4163105,1938	2,0171
	<b>264</b>	677750,3116	4163103,6052	2,0947
	<b>265</b>	677752,4484	4163102,2624	2,1552
	<b>266</b>	677754,8159	4163101,0619	2,2434
	<b>267</b>	677757,4714	4163100,2943	2,3050
	<b>268</b>	677760,0420	4163099,9686	2,3657
	<b>269</b>	677762,5687	4163100,2721	2,3653
	<b>270</b>	677762,5833	4163100,2756	2,3658
	<b>271</b>	677765,4545	4163100,4069	2,3661
	<b>272</b>	677767,9460	4163100,8194	2,3562
	<b>273</b>	677770,5882	4163101,1503	2,3598
	<b>274</b>	677773,2098	4163101,3297	2,3517
	<b>275</b>	677775,8477	4163101,6434	2,3469
	<b>276</b>	677778,4842	4163101,9263	2,3425
	<b>277</b>	677786,4466	4163102,7708	2,3630
	<b>278</b>	677791,8199	4163103,3482	2,3868
	<b>279</b>	677758,9978	4163097,7000	2,0475
	<b>280</b>	677799,7756	4163104,1567	2,4070
	<b>281</b>	677802,3201	4163104,4575	2,4083
	<b>282</b>	677807,6929	4163105,0076	2,4202
	<b>283</b>	677810,2316	4163105,2895	2,4222
	<b>284</b>	677813,2354	4163105,6121	2,4257
	<b>285</b>	677815,5916	4163105,8481	2,4249
	<b>286</b>	677818,1984	4163106,1512	2,4389
	<b>287</b>	677823,6556	4163106,7294	2,4279
	<b>288</b>	677826,2079	4163106,9817	2,4322
	<b>289</b>	677831,5348	4163107,5744	2,4299
	<b>290</b>	677834,1461	4163107,8926	2,4353



Daniel Navarro Agüera

	<b>291</b>	677839,5329	4163108,4516	2,4419
	<b>292</b>	677842,1691	4163108,8067	2,4565
	<b>293</b>	677845,0130	4163108,9310	2,4559
	<b>294</b>	677847,4716	4163109,3151	2,4706
	<b>295</b>	677850,0843	4163109,5694	2,4716
	<b>296</b>	677852,2117	4163109,8220	2,4700
	<b>297</b>	677854,5584	4163110,0795	2,4841
	<b>298</b>	677857,2896	4163111,3371	2,4981
	<b>299</b>	677857,7900	4163113,0404	2,4900
	<b>300</b>	677846,2510	4163100,9119	2,6065
	<b>301</b>	677848,0155	4163101,1190	2,6106
	<b>302</b>	677850,5870	4163101,4018	2,5948

*1.2- Radiación de la Estación 3:*

<b>Estación</b>	<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Est.3</b>	<b>1</b>	677781,8408	4163042,4028	2,2600
	<b>2</b>	677773,8405	4163041,8882	2,2596
	<b>3</b>	677773,4386	4163042,0526	2,2599
	<b>4</b>	677772,7366	4163037,2872	2,2013
	<b>5</b>	677772,6487	4163043,3893	2,4420
	<b>6</b>	677777,2500	4163045,0445	2,9619
	<b>7</b>	677781,4241	4163044,4881	2,7847
	<b>8</b>	677781,4475	4163042,5352	2,2532
	<b>9</b>	677794,1350	4163040,8421	2,2419
	<b>10</b>	677787,9227	4163042,7376	2,2586
	<b>11</b>	677788,3081	4163043,0589	2,2583
	<b>12</b>	677788,7044	4163044,4708	2,4458
	<b>13</b>	677795,9722	4163045,5223	2,7814
	<b>14</b>	677829,0257	4163046,1370	2,2427
	<b>15</b>	677785,3935	4163052,2904	2,9948
	<b>16</b>	677789,6859	4163050,5195	2,9839
	<b>17</b>	677782,2727	4163049,5343	2,9733
	<b>18</b>	677796,6600	4163041,0598	2,2672
	<b>19</b>	677797,6977	4163041,2341	2,2564
	<b>20</b>	677798,0022	4163037,3034	2,2516



	<b>21</b>	677796,6730	4163038,8097	2,2646
	<b>22</b>	677798,2852	4163040,7917	2,0391
	<b>23</b>	677798,7684	4163040,3554	1,8494
	<b>24</b>	677799,3120	4163039,8664	1,6531
	<b>25</b>	677801,3627	4163039,4912	1,4616
	<b>26</b>	677802,9043	4163039,0923	1,2556
	<b>27</b>	677809,8614	4163038,0893	1,0554
	<b>28</b>	677802,8543	4163044,4262	2,2448
	<b>29</b>	677804,8205	4163044,5345	2,2444
	<b>30</b>	677802,7182	4163046,2762	2,9374
	<b>31</b>	677838,1037	4163043,7747	2,2506
	<b>32</b>	677839,4453	4163044,5587	2,2414
	<b>33</b>	677837,5779	4163043,8762	2,2469
	<b>34</b>	677837,6511	4163043,0793	2,2382
	<b>35</b>	677836,1259	4163043,3183	2,0594
	<b>36</b>	677836,1510	4163043,0013	2,0591
	<b>37</b>	677827,6774	4163042,3557	1,8447
	<b>38</b>	677827,7558	4163040,7531	1,2404
	<b>39</b>	677827,8507	4163039,2981	1,2470
	<b>40</b>	677830,8572	4163039,4890	1,4293
	<b>41</b>	677830,7611	4163041,0354	1,4355
	<b>42</b>	677836,3225	4163039,8685	1,4278
	<b>43</b>	677836,8004	4163039,8820	1,6312
	<b>44</b>	677837,8087	4163039,9234	2,1621
	<b>45</b>	677845,8123	4163040,6381	2,1554
	<b>46</b>	677847,8234	4163041,6587	2,1648
	<b>47</b>	677847,7144	4163043,5360	2,1937
	<b>48</b>	677832,7336	4163041,1761	1,4358
	<b>49</b>	677832,7610	4163041,0922	1,4339
	<b>50</b>	677836,2873	4163040,9966	1,4327
	<b>51</b>	677867,2435	4163047,3960	2,2303
	<b>52</b>	677859,3842	4163046,8676	2,2380
	<b>53</b>	677852,3450	4163046,3961	2,2303
	<b>54</b>	677843,7293	4163045,8938	2,2337
	<b>55</b>	677843,9186	4163056,2613	2,9925
	<b>56</b>	677836,7864	4163055,7939	2,9842
	<b>57</b>	677752,6046	4163041,5916	2,2125



*1.3- Radiación de la Estación 4:*

Estación	Punto	X	Y	Z
Est.4	1	677875,5254	4163048,6758	2,2354
	2	677875,4440	4163049,8635	2,4259
	3	677875,4025	4163050,2631	2,6026
	4	677876,0190	4163050,6983	2,7744
	5	677871,5687	4163050,8293	2,9534
	6	677871,1525	4163051,3899	2,9655
	7	677866,0065	4163056,3925	2,9979
	8	677862,9267	4163054,6467	2,9974
	9	677859,9910	4163056,1695	3,0005
	10	677858,5278	4163054,3786	2,9893
	11	677856,2899	4163050,4400	2,9736
	12	677859,6615	4163049,6119	2,6119
	13	677859,6889	4163047,6492	2,2461
	14	677853,8059	4163047,2632	2,2530
	15	677852,2425	4163049,1272	2,6117
	16	677844,5070	4163048,0833	2,4361
	17	677840,9012	4163049,4464	2,9659
	18	677837,2916	4163049,1993	2,9607
	19	677843,1387	4163053,3599	2,9837
	20	677858,6914	4163064,6371	3,0372
	21	677865,5656	4163064,8443	3,0373
	22	677865,4715	4163071,8379	3,0705
	23	677864,9552	4163080,0224	3,1005
	24	677867,5163	4163048,1511	2,2352
	25	677860,1022	4163067,4773	2,6491
	26	677858,4434	4163073,6752	3,0779
	27	677858,4484	4163074,0690	3,2390
	28	677860,9734	4163074,2582	3,2510
	29	677860,7614	4163077,5614	3,2601
	30	677852,4464	4163055,8514	2,9872
	31	677849,7315	4163053,8066	2,9815
	32	677858,5404	4163090,8128	2,9478
	33	677858,6935	4163089,1005	2,9877
	34	677871,6812	4163087,5334	3,0176
	35	677872,7470	4163072,1029	3,0904
	36	677860,9887	4163041,7759	2,1830
	37	677876,0081	4163042,7691	2,1495
	38	677877,0042	4163042,4863	2,0813



*1.4- Radiación de la Estación 5:*

Estación	Punto	X	Y	Z
Est.5	1	677807,1478	4163068,1613	3,0577
	2	677806,2923	4163076,1024	3,0859
	3	677828,1440	4163078,0090	3,0852
	4	677828,7911	4163069,5063	3,0536
	5	677843,1907	4163070,3949	3,0488
	6	677843,1638	4163070,9709	3,0526
	7	677850,8261	4163071,3794	3,0544
	8	677854,9137	4163073,4605	3,0586
	9	677857,8906	4163073,6625	3,2178
	10	677857,8336	4163074,0559	3,2179
	11	677855,2784	4163073,8534	3,2231
	12	677855,0532	4163077,2011	3,2348
	13	677854,6789	4163077,6208	3,0652
	14	677857,5998	4163077,3434	3,2363
	15	677857,5449	4163077,6921	3,2323
	16	677858,3342	4163077,8285	3,2399
	17	677858,2972	4163077,4330	3,2438
	18	677850,5060	4163079,0879	3,0960
	19	677857,0355	4163086,4071	2,9966
	20	677857,4919	4163089,3150	2,9582
	21	677848,9789	4163094,0373	2,7115
	22	677841,5416	4163089,7028	2,9180
	23	677841,3299	4163092,9192	2,7311
	24	677842,4410	4163078,6013	3,0805
	25	677833,6340	4163089,2205	2,9023
	26	677837,7657	4163093,2095	2,7113
	27	677833,4136	4163092,3940	2,7263
	28	677825,2774	4163092,8707	2,6790
	29	677825,5219	4163089,7875	2,8400
	30	677821,9104	4163092,1097	2,7009
	31	677822,0683	4163088,4309	2,9267
	32	677827,6415	4163087,0903	2,9462
	33	677822,1891	4163086,6922	2,9630
	34	677827,5819	4163088,8042	2,9214
	35	677805,3847	4163091,2573	2,6954
	36	677801,2633	4163090,1412	2,7473



	<b>37</b>	677801,5129	4163087,1023	2,9184
	<b>38</b>	677773,7269	4163073,0992	3,0797
	<b>39</b>	677780,0355	4163073,5285	3,0720
	<b>40</b>	677780,3898	4163067,1903	3,0507
	<b>41</b>	677791,8517	4163075,1277	3,0868
	<b>42</b>	677792,3411	4163067,5729	3,0567
	<b>43</b>	677808,1878	4163053,3192	2,9886
	<b>44</b>	677829,7046	4163054,7654	2,9773
	<b>45</b>	677808,5742	4163047,3223	2,9406
	<b>46</b>	677825,3815	4163048,4019	2,9422
	<b>47</b>	677812,8103	4163097,8282	2,5907
	<b>48</b>	677861,5435	4163101,3513	2,5808
	<b>49</b>	677864,5714	4163098,2962	2,6069
	<b>50</b>	677873,3630	4163095,4363	2,6122
	<b>51</b>	677871,7048	4163120,4015	2,4691
	<b>52</b>	677864,9367	4163117,9319	2,4655
	<b>53</b>	677859,3550	4163110,9939	2,4832
	<b>54</b>	677839,8699	4163113,9571	2,3680
	<b>55</b>	677817,3690	4163111,4543	2,3654
	<b>56</b>	677807,9816	4163110,4585	2,3499
	<b>57</b>	677806,6393	4163129,7299	2,2061
	<b>58</b>	677816,0237	4163130,3611	2,2049

## 2.- Itinerario 3:

### 2.1- Radiación de la Estación 6:

<b>Estación</b>	<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>Est.6</b>	<b>1</b>	677788,7784	4163109,2354	2,1081
	<b>2</b>	677798,7245	4163129,2308	2,1543
	<b>3</b>	677798,7746	4163129,5306	2,1584
	<b>4</b>	677802,4218	4163129,7397	2,1526
	<b>5</b>	677797,9702	4163139,8057	2,1199
	<b>6</b>	677800,2986	4163155,5442	2,0726
	<b>7</b>	677797,8579	4163155,3779	2,0779
	<b>8</b>	677797,5627	4163145,7712	2,0920
	<b>9</b>	677779,2751	4163144,4993	1,9516
	<b>10</b>	677780,8540	4163138,6233	1,9518



Daniel Navarro Agüera

	<b>11</b>	677780,8944	4163126,0945	1,9405
	<b>12</b>	677776,6685	4163116,6405	1,8870
	<b>13</b>	677776,2004	4163118,0998	1,8904
	<b>14</b>	677775,4317	4163121,7613	1,8722
	<b>15</b>	677774,4195	4163125,6104	1,8608
	<b>16</b>	677773,5233	4163129,0360	1,8416
	<b>17</b>	677772,3877	4163132,8219	1,8501
	<b>18</b>	677771,4181	4163136,3923	1,8385
	<b>19</b>	677775,3374	4163116,1008	1,9290
	<b>20</b>	677774,3218	4163127,4772	1,8387
	<b>21</b>	677776,1098	4163144,0602	1,8854
	<b>22</b>	677771,7975	4163137,5152	1,8381
	<b>23</b>	677768,1872	4163149,8178	1,8227
	<b>24</b>	677777,2775	4163144,8128	1,9124
	<b>25</b>	677767,7053	4163150,8137	1,8113
	<b>26</b>	677766,5675	4163154,6497	1,8381
	<b>27</b>	677765,6726	4163158,3188	1,8184
	<b>28</b>	677764,6625	4163162,0188	1,8206
	<b>29</b>	677763,6357	4163165,6546	1,8029
	<b>30</b>	677762,6867	4163169,3871	1,8047
	<b>31</b>	677762,5065	4163169,7197	1,8099
	<b>32</b>	677755,3364	4163202,5181	1,6846

## 2.2- Radiación de la Estación 7:

Estación	Punto	X	Y	Z
<b>Est.7</b>	<b>1</b>	677760,7595	4163214,4124	1,6123
	<b>2</b>	677761,3144	4163211,7013	1,5380
	<b>3</b>	677761,2721	4163209,1895	1,5460
	<b>4</b>	677761,3893	4163206,2202	1,6012
	<b>5</b>	677761,4480	4163203,3787	1,6316
	<b>6</b>	677777,9652	4163199,1142	1,5590
	<b>7</b>	677789,5101	4163196,2407	1,5129
	<b>8</b>	677802,3870	4163193,0216	1,4776
	<b>9</b>	677814,3735	4163190,1090	1,4777
	<b>10</b>	677810,1900	4163188,7108	1,5559
	<b>11</b>	677804,1430	4163190,2200	1,5323
	<b>12</b>	677764,3179	4163200,0050	1,6743
	<b>13</b>	677796,9464	4163156,4012	2,0801
	<b>14</b>	677797,3470	4163155,5807	2,0847
	<b>15</b>	677762,9037	4163200,5355	1,6659
	<b>16</b>	677761,2202	4163200,9649	1,6575
	<b>17</b>	677760,7895	4163200,6460	1,6618
	<b>18</b>	677760,9266	4163198,1213	1,6900



Daniel Navarro Agüera

	<b>19</b>	677760,2530	4163198,6252	1,6889
	<b>20</b>	677760,7071	4163196,7236	1,6939
	<b>21</b>	677757,5567	4163195,8889	1,7135
	<b>22</b>	677757,0829	4163197,6445	1,7034
	<b>23</b>	677756,6896	4163199,1908	1,6957
	<b>24</b>	677756,2607	4163200,7387	1,6983
	<b>25</b>	677755,2300	4163202,3264	1,6941
	<b>26</b>	677753,0381	4163202,9085	1,7153
	<b>27</b>	677751,0642	4163203,3970	1,7414
	<b>28</b>	677755,8312	4163200,1648	1,7068
	<b>29</b>	677756,1571	4163199,0063	1,7008
	<b>30</b>	677755,1777	4163201,8738	1,6878
	<b>31</b>	677745,6225	4163208,9305	1,7369
	<b>32</b>	677743,0575	4163208,7836	1,7573
	<b>33</b>	677740,3446	4163209,1798	1,7582
	<b>34</b>	677725,1258	4163213,1927	1,8304
	<b>35</b>	677722,5697	4163213,8265	1,8113
	<b>36</b>	677742,7457	4163207,6212	1,7965
	<b>37</b>	677725,5219	4163211,9962	1,8570
	<b>38</b>	677749,6964	4163212,4294	1,6243
	<b>39</b>	677743,8447	4163213,8984	1,6281
	<b>40</b>	677753,5087	4163211,9921	1,6300
	<b>41</b>	677750,4468	4163212,5325	1,6354
	<b>42</b>	677748,4950	4163215,6719	1,7506
	<b>43</b>	677738,6221	4163215,1850	1,6875
	<b>44</b>	677735,9885	4163215,7238	1,6881
	<b>45</b>	677732,9508	4163216,4772	1,7012
	<b>46</b>	677727,4458	4163223,1295	1,5891
	<b>47</b>	677739,3006	4163217,2101	1,6190
	<b>48</b>	677739,2253	4163219,9974	1,5450
	<b>49</b>	677771,2980	4163161,9351	1,8155
	<b>50</b>	677766,4594	4163179,8601	1,7454
	<b>51</b>	677761,4111	4163198,6316	1,6882



Daniel Navarro Agüera

2.3- Radiación de la Estación 8:

Estación	Punto	X	Y	Z
<b>Est.8</b>	<b>1</b>	677793,7817	4163259,9958	1,6532
	<b>2</b>	677794,8196	4163260,6422	1,6674
	<b>3</b>	677794,0759	4163261,7189	1,6548
	<b>4</b>	677801,6822	4163270,5546	1,6805
	<b>5</b>	677802,7192	4163269,1735	1,6700
	<b>6</b>	677804,0351	4163270,1780	1,6806
	<b>7</b>	677780,1762	4163256,0237	1,5967
	<b>8</b>	677763,6410	4163254,9006	1,4701
	<b>9</b>	677746,6016	4163263,1508	1,4407
	<b>10</b>	677747,1799	4163253,7441	1,4444
	<b>11</b>	677762,2818	4163252,2612	1,5074
	<b>12</b>	677762,1946	4163253,3178	1,4889
	<b>13</b>	677761,1584	4163253,2501	1,4914
	<b>14</b>	677757,2749	4163251,8695	1,4937
	<b>15</b>	677754,2592	4163252,6613	1,4786
	<b>16</b>	677760,0967	4163250,5971	1,5463
	<b>17</b>	677760,0090	4163251,1262	1,5296
	<b>18</b>	677759,3329	4163251,0344	1,5335
	<b>19</b>	677758,9413	4163250,4982	1,5400
	<b>20</b>	677757,7940	4163250,4189	1,5490
	<b>21</b>	677756,2409	4163250,3091	1,5405
	<b>22</b>	677755,1010	4163250,2043	1,5378
	<b>23</b>	677753,9513	4163250,1016	1,5437

2.4- Radiación de la Estación 9:

Estación	Punto	X	Y	Z
<b>Est.9</b>	<b>1</b>	677810,9757	4163271,7368	1,6906
	<b>2</b>	677810,3169	4163272,6778	1,6949
	<b>3</b>	677809,3609	4163272,0493	1,6863
	<b>4</b>	677810,0215	4163271,0459	1,6905
	<b>5</b>	677831,6888	4163238,3838	1,5918
	<b>6</b>	677818,1300	4163240,8529	1,5840
	<b>7</b>	677813,8376	4163239,2618	1,5807
	<b>8</b>	677824,2953	4163224,1812	1,5140
	<b>9</b>	677838,0838	4163213,9691	1,4491



Daniel Navarro Agüera

	<b>10</b>	677842,5040	4163201,4021	1,3724
	<b>11</b>	677834,8386	4163201,7421	1,3999
	<b>12</b>	677825,1051	4163215,7652	1,4719
	<b>13</b>	677825,6580	4163222,0445	1,5073
	<b>14</b>	677813,8035	4163239,2820	1,5848

2.5- Radiación de la Estación 10:

Estación	Punto	X	Y	Z
<b>Est.10</b>	<b>1</b>	677841,9974	4163189,4266	1,3018
	<b>2</b>	677843,4394	4163189,5267	1,3032
	<b>3</b>	677843,5522	4163188,1483	1,2977
	<b>4</b>	677842,1603	4163188,0062	1,3132
	<b>5</b>	677850,7849	4163187,2698	1,3227
	<b>6</b>	677850,7254	4163186,7643	1,3259
	<b>7</b>	677834,4723	4163191,4137	1,3109
	<b>8</b>	677834,3171	4163190,8816	1,3050
	<b>9</b>	677848,4044	4163178,1625	1,5195
	<b>10</b>	677850,9830	4163180,7154	1,4547
	<b>11</b>	677851,5928	4163178,3387	1,5342
	<b>12</b>	677857,1293	4163176,8655	1,5654
	<b>13</b>	677850,2773	4163175,9206	1,5384
	<b>14</b>	677850,3971	4163173,4096	1,5715
	<b>15</b>	677851,9233	4163166,8495	1,6942
	<b>16</b>	677835,9731	4163181,3203	1,4704
	<b>17</b>	677835,0357	4163182,4859	1,4519
	<b>18</b>	677837,2828	4163172,5352	1,5963
	<b>19</b>	677836,8743	4163165,8294	1,6895
	<b>20</b>	677838,3729	4163156,5521	1,8143
	<b>21</b>	677857,3590	4163168,4084	1,9632
	<b>22</b>	677866,7125	4163168,9564	2,0528
	<b>23</b>	677868,9068	4163161,4837	1,4732
	<b>24</b>	677857,2403	4163163,0108	2,0301
	<b>25</b>	677862,6830	4163147,8359	2,2526
	<b>26</b>	677856,0625	4163157,3155	2,0963
	<b>27</b>	677852,6205	4163156,7647	1,8741
	<b>28</b>	677853,0410	4163150,3476	1,9335
	<b>29</b>	677859,4434	4163141,0399	2,3212
	<b>30</b>	677837,3556	4163149,3614	1,9486



	<b>31</b>	677822,4116	4163148,4658	2,0985
	<b>32</b>	677821,8093	4163158,0734	2,0913
	<b>33</b>	677821,5944	4163157,5314	2,0792
	<b>34</b>	677820,8580	4163157,4754	2,0807
	<b>35</b>	677812,2822	4163157,4872	2,0466
	<b>36</b>	677806,3576	4163157,0442	2,0655
	<b>37</b>	677838,5941	4163142,3921	1,9863
	<b>38</b>	677837,7797	4163142,4538	1,9836
	<b>39</b>	677822,8852	4163141,3988	2,1271
	<b>40</b>	677853,5012	4163143,1771	2,0047
	<b>41</b>	677861,1219	4163131,7775	2,3718
	<b>42</b>	677855,7335	4163132,5827	2,2773
	<b>43</b>	677861,3828	4163133,3465	2,3326
	<b>44</b>	677861,8887	4163133,2251	2,3239
	<b>45</b>	677861,7612	4163132,4711	2,3182
	<b>46</b>	677861,2110	4163132,5750	2,3171
	<b>47</b>	677856,3630	4163137,0400	2,2496
	<b>48</b>	677863,0970	4163130,9769	2,6090
	<b>49</b>	677855,2688	4163125,1531	2,2066
	<b>50</b>	677854,8552	4163130,4765	2,1313
	<b>51</b>	677860,1225	4163123,6857	2,3940
	<b>52</b>	677854,5318	4163125,2024	2,1976
	<b>53</b>	677853,9921	4163132,8165	2,1158
	<b>54</b>	677839,8375	4163134,7393	2,0947
	<b>55</b>	677840,4013	4163133,1279	2,1155
	<b>56</b>	677839,2710	4163131,6571	2,1360
	<b>57</b>	677839,7016	4163124,3945	2,2160
	<b>58</b>	677840,8241	4163120,5377	2,2613
	<b>59</b>	677840,9528	4163118,0058	2,2969
	<b>60</b>	677840,2022	4163120,4503	2,2598
	<b>61</b>	677823,6280	4163130,8259	2,1997
	<b>62</b>	677823,5161	4163131,0721	2,1961
	<b>63</b>	677820,0961	4163131,6133	2,1890
	<b>64</b>	677822,5422	4163131,9194	2,1896
	<b>65</b>	677820,1944	4163131,0643	2,1955



## **ANEJO VI: DATOS BRUTOS**

En este anejo he decidido realizar una exposición de los datos brutos de la libreta de campo, es decir, los datos obtenidos con la con los aparatos, previo tratamiento de los mismos.

Llegados a este punto, es el momento de comentar que, debido a un despiste de principiantes, cuando se realizó la toma de datos, al estacionar en la primera estación (CIM-1) se nos olvidó realizar la visualización a la última estación del Itinerario 2 (la Estación 5), y a las estaciones primera y última del Itinerario 3 (estaciones 6 y 10). Esto nos condicionó de modo que inevitablemente tuvimos que volver a repetir la toma de datos en la Estación 5 y en prácticamente todas las estaciones del Itinerario3.

### 6.1- DATOS BRUTOS DE LA ESTACIÓN TOTAL:

0000REF	21.322+	17571850	22.322+	9998600	31...0+	123323	87...0+	1601	88...0+	1601
00LITI12	21.322+	13398380	22.322+	9999050	31...0+	119179	87...0+	1601	88...0+	1601
00LITI15	21.322+	802380	22.322+	9935480	31...0+	82420	87...0+	1601	88...0+	1601
00LITI22	21.322+	36293190	22.322+	10024180	31...0+	48569	87...0+	1601	88...0+	1601
00LITI26	21.322+	36691310	22.322+	10006720	31...0+	113115	87...0+	1601	88...0+	1601
000000K0	21.322+	32928410	22.322+	10021330	31...0+	58439	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K1	21.322+	32118540	22.322+	10009740	31...0+	59012	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K2	21.322+	31582710	22.322+	9958270	31...0+	62054	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K3	21.322+	31502220	22.322+	9999560	31...0+	55849	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K4	21.322+	32531630	22.322+	10018390	31...0+	50876	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K5	21.322+	31954580	22.322+	10011660	31...0+	49738	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K6	21.322+	32297200	22.322+	10017220	31...0+	46252	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K7	21.322+	31605990	22.322+	10013690	31...0+	37040	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K8	21.322+	31585960	22.322+	10016660	31...0+	34753	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K9	21.322+	32076210	22.322+	10037030	31...0+	24845	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K10	21.322+	32049240	22.322+	10039160	31...0+	24029	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K11	21.322+	31569150	22.322+	10033950	31...0+	23475	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K12	21.322+	30865390	22.322+	10022810	31...0+	24160	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K13	21.322+	30926860	22.322+	10022300	31...0+	24945	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K14	21.322+	31350620	22.322+	10028540	31...0+	24499	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K15	21.322+	30693040	22.322+	10049250	31...0+	13828	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K16	21.322+	29944530	22.322+	10021610	31...0+	17145	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K17	21.322+	28592460	22.322+	9990660	31...0+	19694	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K18	21.322+	28456850	22.322+	9991710	31...0+	19956	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K19	21.322+	24664120	22.322+	10022100	31...0+	14539	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K20	21.322+	33623890	22.322+	10150760	31...0+	12024	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K21	21.322+	38673640	22.322+	10105570	31...0+	5239	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K22	21.322+	23486220	22.322+	10007170	31...0+	45636	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K23	21.322+	31804280	22.322+	10030070	31...0+	26698	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K24	21.322+	22721460	22.322+	9983100	31...0+	17832	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K25	21.322+	22908530	22.322+	9987010	31...0+	17829	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K26	21.322+	13158980	22.322+	9788390	31...0+	1596	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K27	21.322+	19497920	22.322+	9956570	31...0+	3125	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K28	21.322+	19574780	22.322+	11134060	31...0+	10005	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K29	21.322+	19714560	22.322+	10266500	31...0+	3488	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K30	21.322+	19968730	22.322+	10496290	31...0+	3848	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K31	21.322+	20161970	22.322+	10689380	31...0+	4211	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K32	21.322+	20375530	22.322+	10848080	31...0+	4571	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K33	21.322+	20543120	22.322+	10993970	31...0+	4918	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K34	21.322+	18839710	22.322+	10975400	31...0+	6078	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
000000K35	21.322+	18916010	22.322+	11055890	31...0+	6562	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520



00000K36	21.322+	19087000	22.322+	11152230	31...0+	6846	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K37	21.322+	13319260	22.322+	9971420	31...0+	16649	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K38	21.322+	14545480	22.322+	10401490	31...0+	22563	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K39	21.322+	14438850	22.322+	10407460	31...0+	22469	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K40	21.322+	14398850	22.322+	10355810	31...0+	22810	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K41	21.322+	14306230	22.322+	10357880	31...0+	22770	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K42	21.322+	13018750	22.322+	9989380	31...0+	31563	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K43	21.322+	12923010	22.322+	9995660	31...0+	42455	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K44	21.322+	13068320	22.322+	10007110	31...0+	44028	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K45	21.322+	13927440	22.322+	10239520	31...0+	43441	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K46	21.322+	13225870	22.322+	10030270	31...0+	44697	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K47	21.322+	14024150	22.322+	10027470	31...0+	48105	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K48	21.322+	14479720	22.322+	10030510	31...0+	49288	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K49	21.322+	14817930	22.322+	10032120	31...0+	50373	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K50	21.322+	15051390	22.322+	10033660	31...0+	51215	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K51	21.322+	15823290	22.322+	10035050	31...0+	54682	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K52	21.322+	16170100	22.322+	10033140	31...0+	56796	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K53	21.322+	16623690	22.322+	10031020	31...0+	59662	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K54	21.322+	16575140	22.322+	10032340	31...0+	59351	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K55	21.322+	16526150	22.322+	10029470	31...0+	59972	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K56	21.322+	16567330	22.322+	10028980	31...0+	60298	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K57	21.322+	17162910	22.322+	10027780	31...0+	64694	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K58	21.322+	17418580	22.322+	10025280	31...0+	67464	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K59	21.322+	17484400	22.322+	10024630	31...0+	68292	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K60	21.322+	17600270	22.322+	10024360	31...0+	69569	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K61	21.322+	17554830	22.322+	10023070	31...0+	69962	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K62	21.322+	17870330	22.322+	10017590	31...0+	72649	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K63	21.322+	18171020	22.322+	10017700	31...0+	77049	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K64	21.322+	18186150	22.322+	10018100	31...0+	76925	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K65	21.322+	17254700	22.322+	10006660	31...0+	79373	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K66	21.322+	17009440	22.322+	10007800	31...0+	73029	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K67	21.322+	16932220	22.322+	10008490	31...0+	72156	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K68	21.322+	16887630	22.322+	10009750	31...0+	73228	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K69	21.322+	16857120	22.322+	10008470	31...0+	71860	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K70	21.322+	16644360	22.322+	10009120	31...0+	69887	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K71	21.322+	16463240	22.322+	10010110	31...0+	67880	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K72	21.322+	16100250	22.322+	10010650	31...0+	65357	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K73	21.322+	15721020	22.322+	10011120	31...0+	62610	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K74	21.322+	15641050	22.322+	10009800	31...0+	62462	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K75	21.322+	15364750	22.322+	10008900	31...0+	61064	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K76	21.322+	14983380	22.322+	10008970	31...0+	58880	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K77	21.322+	14641370	22.322+	10004510	31...0+	57771	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K78	21.322+	14273240	22.322+	10003280	31...0+	56353	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K79	21.322+	15614230	22.322+	10012910	31...0+	68047	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K80	21.322+	15655760	22.322+	10013550	31...0+	68086	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K81	21.322+	16369740	22.322+	10012680	31...0+	73767	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K82	21.322+	17006160	22.322+	10011590	31...0+	80288	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K83	21.322+	17144010	22.322+	10009830	31...0+	82174	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K84	21.322+	18792080	22.322+	10007840	31...0+	88671	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K85	21.322+	18793050	22.322+	10000080	31...0+	90490	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K86	21.322+	18801520	22.322+	10000140	31...0+	90733	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K87	21.322+	18922450	22.322+	10009230	31...0+	89208	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K88	21.322+	18965180	22.322+	10109670	31...0+	89444	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K89	21.322+	18958310	22.322+	10110670	31...0+	89168	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K90	21.322+	18898990	22.322+	10012180	31...0+	92130	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K91	21.322+	18921280	22.322+	10023770	31...0+	92047	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K92	21.322+	18963060	22.322+	10035940	31...0+	92554	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K93	21.322+	18987250	22.322+	10047840	31...0+	92396	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K94	21.322+	19001320	22.322+	10059440	31...0+	92269	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K95	21.322+	19021850	22.322+	10071480	31...0+	92149	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K96	21.322+	19057400	22.322+	10107080	31...0+	91903	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K97	21.322+	19068420	22.322+	10106080	31...0+	92185	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K98	21.322+	18897390	22.322+	10000510	31...0+	93136	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
00000K99	21.322+	18905550	22.322+	10000340	31...0+	93408	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K100	21.322+	18905800	22.322+	10000170	31...0+	93543	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K101	21.322+	19377460	22.322+	10092630	31...0+	106760	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K102	21.322+	19506460	22.322+	10095410	31...0+	105781	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K103	21.322+	19435830	22.322+	9999900	31...0+	108986	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520



0000K104	21.322+	19566990	22.322+	9999440	31...0+	108163	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K105	21.322+	19523800	22.322+	10095740	31...0+	105656	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K106	21.322+	19605890	22.322+	10104640	31...0+	108645	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K107	21.322+	19690720	22.322+	10095540	31...0+	108187	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K108	21.322+	19484780	22.322+	10010330	31...0+	108160	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K109	21.322+	19626310	22.322+	10000140	31...0+	110439	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K110	21.322+	19729340	22.322+	10000130	31...0+	116695	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K111	21.322+	19531420	22.322+	9997790	31...0+	119080	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K112	21.322+	38793400	22.322+	10102480	31...0+	16608	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K113	21.322+	39571380	22.322+	10081410	31...0+	19882	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K114	21.322+	144150	22.322+	10072290	31...0+	23593	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K115	21.322+	557340	22.322+	10060740	31...0+	27458	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K116	21.322+	871080	22.322+	10055860	31...0+	31387	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K117	21.322+	1110350	22.322+	10045810	31...0+	35385	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K118	21.322+	1308880	22.322+	10041810	31...0+	39396	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K119	21.322+	39096980	22.322+	10118170	31...0+	15351	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K120	21.322+	1745300	22.322+	10037050	31...0+	45547	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K121	21.322+	2407500	22.322+	10013560	31...0+	43694	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K122	21.322+	2630210	22.322+	10009750	31...0+	43258	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K123	21.322+	3229160	22.322+	9988380	31...0+	41848	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K124	21.322+	2997310	22.322+	9988300	31...0+	47555	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K125	21.322+	2509320	22.322+	10010800	31...0+	47674	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K126	21.322+	2252240	22.322+	10015620	31...0+	47976	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K127	21.322+	2850930	22.322+	10002160	31...0+	49801	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K128	21.322+	3024120	22.322+	9997540	31...0+	49952	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K129	21.322+	3017350	22.322+	10001180	31...0+	52414	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K130	21.322+	4672510	22.322+	9952690	31...0+	50678	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K131	21.322+	5127450	22.322+	9942020	31...0+	51414	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K132	21.322+	5586420	22.322+	9920820	31...0+	53001	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K133	21.322+	5188000	22.322+	9940550	31...0+	47277	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K134	21.322+	5721890	22.322+	9920900	31...0+	48096	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K135	21.322+	5878470	22.322+	9914380	31...0+	47762	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K136	21.322+	5889950	22.322+	9914150	31...0+	48158	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K137	21.322+	6103440	22.322+	9904050	31...0+	49053	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K138	21.322+	6415290	22.322+	9895780	31...0+	47138	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K139	21.322+	7104800	22.322+	9889420	31...0+	49978	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K140	21.322+	9219040	22.322+	9904640	31...0+	52615	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K141	21.322+	10679610	22.322+	9923930	31...0+	60556	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K142	21.322+	10730490	22.322+	9960470	31...0+	61430	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K143	21.322+	15308410	22.322+	9924530	31...0+	4537	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K144	21.322+	10807820	22.322+	9923020	31...0+	59815	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K145	21.322+	11061780	22.322+	9912780	31...0+	54108	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K146	21.322+	11186900	22.322+	9908450	31...0+	51767	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K147	21.322+	11114760	22.322+	9904850	31...0+	50557	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K148	21.322+	11264170	22.322+	9903510	31...0+	49997	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K149	21.322+	11732250	22.322+	9917570	31...0+	56269	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K150	21.322+	11782690	22.322+	9936920	31...0+	56522	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K151	21.322+	11831590	22.322+	9957090	31...0+	56778	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K152	21.322+	11881640	22.322+	9976020	31...0+	57054	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K153	21.322+	11371250	22.322+	9885040	31...0+	43624	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K154	21.322+	12761060	22.322+	9995870	31...0+	41956	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K155	21.322+	12768990	22.322+	9991180	31...0+	35647	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K156	21.322+	10484510	22.322+	9883120	31...0+	43434	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K157	21.322+	9876370	22.322+	9890690	31...0+	47282	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K158	21.322+	9342400	22.322+	9850130	31...0+	35542	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K159	21.322+	9432690	22.322+	9848980	31...0+	35109	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K160	21.322+	9669490	22.322+	9855780	31...0+	36623	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K161	21.322+	10935460	22.322+	9838920	31...0+	32877	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K162	21.322+	12788760	22.322+	9986420	31...0+	28802	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K163	21.322+	12839280	22.322+	9976220	31...0+	20925	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K164	21.322+	8282160	22.322+	9850520	31...0+	37284	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K165	21.322+	7786580	22.322+	9841340	31...0+	27958	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K166	21.322+	5879420	22.322+	9909460	31...0+	40279	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K167	21.322+	5385060	22.322+	9932440	31...0+	39570	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K168	21.322+	5539040	22.322+	9917490	31...0+	35814	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K169	21.322+	5677900	22.322+	9909270	31...0+	31737	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K170	21.322+	6453690	22.322+	9886610	31...0+	32907	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520



0000K171	21.322+	6925620	22.322+	9863170	31...0+	25083	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K172	21.322+	6170700	22.322+	9880660	31...0+	23967	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K173	21.322+	6578210	22.322+	9870830	31...0+	20371	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K174	21.322+	8402740	22.322+	9832000	31...0+	18719	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K175	21.322+	7455160	22.322+	9856650	31...0+	16969	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K176	21.322+	7126310	22.322+	9871420	31...0+	16495	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K177	21.322+	6958360	22.322+	9868990	31...0+	17399	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K178	21.322+	8013230	22.322+	9860990	31...0+	13347	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K179	21.322+	9590480	22.322+	9810810	31...0+	18994	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K180	21.322+	10268140	22.322+	9798310	31...0+	22385	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K181	21.322+	9895560	22.322+	9815750	31...0+	18601	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K182	21.322+	9494800	22.322+	9832370	31...0+	15565	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K183	21.322+	8556820	22.322+	9875210	31...0+	11701	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K184	21.322+	12918190	22.322+	9962990	31...0+	14116	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K185	21.322+	12356270	22.322+	9956850	31...0+	14102	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K186	21.322+	12328980	22.322+	9955410	31...0+	12877	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K187	21.322+	3122150	22.322+	9970850	31...0+	69042	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K188	21.322+	3425670	22.322+	9989730	31...0+	104052	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K189	21.322+	11655170	22.322+	9916850	31...0+	55944	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K190	21.322+	3337510	22.322+	9956550	31...0+	2310	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K191	21.322+	4841390	22.322+	9936140	31...0+	3195	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K192	21.322+	5652100	22.322+	9935910	31...0+	4159	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K193	21.322+	7635490	22.322+	9920620	31...0+	5257	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K194	21.322+	9389200	22.322+	9903120	31...0+	6452	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K195	21.322+	10411910	22.322+	9894800	31...0+	7885	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K196	21.322+	12005950	22.322+	9915420	31...0+	7618	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K197	21.322+	13410940	22.322+	9936580	31...0+	7233	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K198	21.322+	11008300	22.322+	9912140	31...0+	9397	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K199	21.322+	9268500	22.322+	9890340	31...0+	11419	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K200	21.322+	8482210	22.322+	9880890	31...0+	10225	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K201	21.322+	7490110	22.322+	9899470	31...0+	9115	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K202	21.322+	5943750	22.322+	9919690	31...0+	8413	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K203	21.322+	5346770	22.322+	9919480	31...0+	9377	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K204	21.322+	5601370	22.322+	9908540	31...0+	11164	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K205	21.322+	5677750	22.322+	9910380	31...0+	12864	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K206	21.322+	5766770	22.322+	9894490	31...0+	15220	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K207	21.322+	5641610	22.322+	9894940	31...0+	17594	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K208	21.322+	5625420	22.322+	9893480	31...0+	18738	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K209	21.322+	5529070	22.322+	9894440	31...0+	19992	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K210	21.322+	5422870	22.322+	9894240	31...0+	21138	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K211	21.322+	5362970	22.322+	9892940	31...0+	22437	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K212	21.322+	5271410	22.322+	9897720	31...0+	23755	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K213	21.322+	5201330	22.322+	9902820	31...0+	24945	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K214	21.322+	5102940	22.322+	9910900	31...0+	26933	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K215	21.322+	4977100	22.322+	9922340	31...0+	30359	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K216	21.322+	4930960	22.322+	9924830	31...0+	31626	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K217	21.322+	4894580	22.322+	9928980	31...0+	32852	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K218	21.322+	4836600	22.322+	9934810	31...0+	34736	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K219	21.322+	4805490	22.322+	9939440	31...0+	36433	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K220	21.322+	4745480	22.322+	9943840	31...0+	38217	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K221	21.322+	4719620	22.322+	9945420	31...0+	39595	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K222	21.322+	4706800	22.322+	9947670	31...0+	40776	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K223	21.322+	4679310	22.322+	9951270	31...0+	42697	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K224	21.322+	4648660	22.322+	9952750	31...0+	44323	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K225	21.322+	4618520	22.322+	9955430	31...0+	46210	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K226	21.322+	4583200	22.322+	9954980	31...0+	48753	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K227	21.322+	4558270	22.322+	9954720	31...0+	50555	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K228	21.322+	4544480	22.322+	9955430	31...0+	52306	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K229	21.322+	4524580	22.322+	9956440	31...0+	54133	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K230	21.322+	4511110	22.322+	9957250	31...0+	55393	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K231	21.322+	4495560	22.322+	9958820	31...0+	56718	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K232	21.322+	4477410	22.322+	9960580	31...0+	58515	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K233	21.322+	4467170	22.322+	9960670	31...0+	60235	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K234	21.322+	4445530	22.322+	9962980	31...0+	62097	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K235	21.322+	4441070	22.322+	9962540	31...0+	63420	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K236	21.322+	4426800	22.322+	9962420	31...0+	64733	87...0+0000	1520	88...0+0000	1520
0000K237	21.322+	4421350	22.322+	9927930	31...0+	66119	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900



0000K238	21.322+	4400480	22.322+	9929090	31...0+	68600	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K239	21.322+	4392460	22.322+	9930750	31...0+	70099	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K240	21.322+	4384280	22.322+	9930580	31...0+	71403	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K241	21.322+	4378870	22.322+	9933180	31...0+	72677	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K242	21.322+	4370000	22.322+	9934570	31...0+	74366	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K243	21.322+	4357560	22.322+	9936470	31...0+	76192	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K244	21.322+	4346870	22.322+	9938260	31...0+	78013	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K245	21.322+	4342160	22.322+	9938470	31...0+	79278	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K246	21.322+	4332230	22.322+	9940440	31...0+	80674	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K247	21.322+	4327720	22.322+	9941560	31...0+	82487	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K248	21.322+	4321730	22.322+	9942740	31...0+	84685	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K249	21.322+	4308390	22.322+	9944650	31...0+	86090	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K250	21.322+	4308610	22.322+	9945420	31...0+	87424	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K251	21.322+	4296650	22.322+	9945610	31...0+	88743	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K252	21.322+	4294880	22.322+	9946890	31...0+	90461	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K253	21.322+	4281500	22.322+	9948620	31...0+	92680	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K254	21.322+	4278870	22.322+	9949840	31...0+	94040	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K255	21.322+	4275140	22.322+	9950070	31...0+	95402	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K256	21.322+	4274090	22.322+	9950770	31...0+	96707	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K257	21.322+	4274280	22.322+	9950570	31...0+	96690	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K258	21.322+	4264300	22.322+	9951540	31...0+	98474	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K259	21.322+	4260580	22.322+	9952590	31...0+	100253	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K260	21.322+	4254780	22.322+	9953210	31...0+	102079	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K261	21.322+	4244900	22.322+	9954110	31...0+	104701	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K262	21.322+	4238730	22.322+	9955080	31...0+	106430	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K263	21.322+	39335890	22.322+	9927570	31...0+	14807	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K264	21.322+	444140	22.322+	9897630	31...0+	15306	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K265	21.322+	1369900	22.322+	9880630	31...0+	16350	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K266	21.322+	2154140	22.322+	9860060	31...0+	17963	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K267	21.322+	2696050	22.322+	9856180	31...0+	20203	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K268	21.322+	3000660	22.322+	9854220	31...0+	22585	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K269	21.322+	3088440	22.322+	9868970	31...0+	25108	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K270	21.322+	3088470	22.322+	9868940	31...0+	25123	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K271	21.322+	3216310	22.322+	9882100	31...0+	27947	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K272	21.322+	3246930	22.322+	9893930	31...0+	30468	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K273	21.322+	3294320	22.322+	9901730	31...0+	33120	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K274	21.322+	3360390	22.322+	9910340	31...0+	35723	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K275	21.322+	3396110	22.322+	9917320	31...0+	38371	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K276	21.322+	3431860	22.322+	9923330	31...0+	41013	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K277	21.322+	3517700	22.322+	9933160	31...0+	48997	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K278	21.322+	3560510	22.322+	9937010	31...0+	54390	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K279	21.322+	3584330	22.322+	9939930	31...0+	21084	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K280	21.322+	3614970	22.322+	9943000	31...0+	62371	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K281	21.322+	3625470	22.322+	9945120	31...0+	64931	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K282	21.322+	3652750	22.322+	9948250	31...0+	70324	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K283	21.322+	3662330	22.322+	9949890	31...0+	72876	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K284	21.322+	3673750	22.322+	9951590	31...0+	75894	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K285	21.322+	3683460	22.322+	9953120	31...0+	78259	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K286	21.322+	3690270	22.322+	9953540	31...0+	80882	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K287	21.322+	3707300	22.322+	9957300	31...0+	86365	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K288	21.322+	3715830	22.322+	9958220	31...0+	88927	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K289	21.322+	3727710	22.322+	9960750	31...0+	94284	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K290	21.322+	3731260	22.322+	9961460	31...0+	96914	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K291	21.322+	3744000	22.322+	9963090	31...0+	102326	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K292	21.322+	3744860	22.322+	9963140	31...0+	104986	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K293	21.322+	3760870	22.322+	9964140	31...0+	107820	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K294	21.322+	3758230	22.322+	9964100	31...0+	110308	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K295	21.322+	3764140	22.322+	9964880	31...0+	112931	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K296	21.322+	3766260	22.322+	9965620	31...0+	115073	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K297	21.322+	3769640	22.322+	9965550	31...0+	117433	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K298	21.322+	3723180	22.322+	9965630	31...0+	120312	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K299	21.322+	3638250	22.322+	9966270	31...0+	121060	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K300	21.322+	4238410	22.322+	9955430	31...0+	108260	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K301	21.322+	4232730	22.322+	9955910	31...0+	110034	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900
0000K302	21.322+	4225850	22.322+	9957820	31...0+	112618	87...0+0000	1520	88...0+0000	1900



Proyecto Fin de Carrera  
Planificación y ejecución de un levantamiento topográfico en la zona del CIM y alrededores



Daniel Navarro Agüera

000L,REF	21.322+	34609330	22.322+	10000640	31...0+	119231	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000L,ITI	21.322+	38230670	22.322+	9999280	31...0+	129790	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L1	21.322+	25419950	22.322+	9983640	31...0+	76146	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L2	21.322+	28393360	22.322+	10203160	31...0+	57709	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L3	21.322+	28552160	22.322+	10148040	31...0+	58695	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L4	21.322+	28554200	22.322+	10162060	31...0+	59667	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L5	21.322+	28622190	22.322+	9977570	31...0+	61777	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L6	21.322+	29812350	22.322+	10177990	31...0+	64728	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L7	21.322+	29229260	22.322+	10131690	31...0+	65664	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L8	21.322+	29259540	22.322+	10131880	31...0+	65720	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
000000L9	21.322+	29290260	22.322+	10146900	31...0+	65758	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L10	21.322+	29211860	22.322+	10133500	31...0+	67312	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L11	21.322+	33872390	22.322+	9989930	31...0+	14580	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L12	21.322+	36484270	22.322+	9986110	31...0+	12201	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L13	21.322+	21174130	22.322+	9966600	31...0+	4639	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L14	21.322+	16469310	22.322+	9988050	31...0+	3469	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L15	21.322+	13466250	22.322+	10012540	31...0+	2507	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L16	21.322+	36032980	22.322+	9993750	31...0+	21033	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L17	21.322+	36058730	22.322+	9992710	31...0+	21433	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L18	21.322+	36183730	22.322+	9992730	31...0+	20918	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L19	21.322+	36214300	22.322+	9992880	31...0+	21310	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L20	21.322+	35066490	22.322+	9996840	31...0+	22219	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L21	21.322+	37244390	22.322+	9996970	31...0+	20321	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L22	21.322+	36917020	22.322+	9994810	31...0+	25404	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L23	21.322+	36929540	22.322+	9994930	31...0+	25792	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L24	21.322+	35952610	22.322+	9993980	31...0+	26219	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L25	21.322+	35153460	22.322+	9995710	31...0+	19713	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L26	21.322+	35335470	22.322+	9995130	31...0+	19435	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L27	21.322+	35537780	22.322+	9995580	31...0+	21114	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L28	21.322+	35372000	22.322+	9996650	31...0+	21317	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L29	21.322+	35608960	22.322+	9994950	31...0+	23701	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L30	21.322+	36531550	22.322+	9994720	31...0+	22802	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L31	21.322+	38175680	22.322+	10001980	31...0+	26357	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L32	21.322+	37546660	22.322+	10004700	31...0+	28586	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L33	21.322+	38188180	22.322+	10015250	31...0+	28606	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L34	21.322+	38359610	22.322+	10026310	31...0+	30972	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L35	21.322+	38522530	22.322+	10026440	31...0+	33416	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L36	21.322+	38549130	22.322+	10053800	31...0+	33831	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L37	21.322+	38572500	22.322+	10083370	31...0+	34237	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L38	21.322+	38595370	22.322+	10109360	31...0+	34670	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L39	21.322+	38616940	22.322+	10136850	31...0+	35084	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L40	21.322+	38640800	22.322+	10162270	31...0+	35521	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L41	21.322+	38661430	22.322+	10187690	31...0+	35941	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L42	21.322+	38684630	22.322+	10213930	31...0+	36373	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L43	21.322+	38123010	22.322+	10025920	31...0+	33258	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L44	21.322+	38101860	22.322+	10216070	31...0+	36091	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L45	21.322+	38080910	22.322+	10025130	31...0+	32730	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L46	21.322+	38020960	22.322+	10023130	31...0+	44890	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L47	21.322+	38041660	22.322+	10021930	31...0+	44664	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L48	21.322+	38331280	22.322+	10021490	31...0+	44765	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L49	21.322+	38334490	22.322+	10043790	31...0+	44378	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L50	21.322+	38045290	22.322+	10045090	31...0+	44248	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L51	21.322+	38303650	22.322+	10021520	31...0+	47276	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L52	21.322+	37613980	22.322+	10013650	31...0+	48211	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L53	21.322+	38000500	22.322+	10020710	31...0+	51432	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L54	21.322+	19032180	22.322+	9980590	31...0+	4069	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L55	21.322+	38125760	22.322+	10016420	31...0+	69966	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L56	21.322+	38122290	22.322+	10017000	31...0+	70002	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L57	21.322+	38141870	22.322+	10073320	31...0+	69980	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L58	21.322+	38101330	22.322+	10015440	31...0+	72286	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L59	21.322+	37918900	22.322+	10012840	31...0+	72170	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L60	21.322+	37929040	22.322+	10015080	31...0+	72342	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641
00000L61	21.322+	37898370	22.322+	10007800	31...0+	89096	87...0+0000	1641	88...0+0000	1641



000L.ITI	21.322+	4021890	22.322+	10000350	31...0+	129692	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
00L.ITI1	21.322+	25661530	22.322+	10003990	31...0+	72249	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M1	21.322+	6594260	22.322+	9990200	31...0+	3931	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M2	21.322+	5919880	22.322+	9996980	31...0+	11915	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M3	21.322+	6007430	22.322+	9996920	31...0+	12316	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M4	21.322+	3771990	22.322+	10024170	31...0+	13857	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M5	21.322+	6653890	22.322+	9909100	31...0+	13177	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M6	21.322+	8163530	22.322+	9501380	31...0+	9049	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M7	21.322+	9279150	22.322+	9323550	31...0+	5005	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M8	21.322+	6733930	22.322+	10001080	31...0+	4336	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M9	21.322+	26899120	22.322+	10009020	31...0+	8465	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M10	21.322+	24004780	22.322+	9986840	31...0+	2279	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M11	21.322+	23571870	22.322+	9989810	31...0+	2751	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M12	21.322+	21604970	22.322+	9680900	31...0+	3830	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M13	21.322+	23904990	22.322+	9689220	31...0+	10809	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M14	21.322+	25396970	22.322+	10001640	31...0+	43465	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M15	21.322+	15774530	22.322+	9541110	31...0+	10288	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M16	21.322+	18761050	22.322+	9503980	31...0+	9379	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M17	21.322+	13231210	22.322+	9447450	31...0+	8299	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M18	21.322+	26566670	22.322+	9992250	31...0+	10949	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M19	21.322+	26425150	22.322+	9998670	31...0+	11970	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M20	21.322+	28345800	22.322+	10001130	31...0+	13130	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M21	21.322+	27827440	22.322+	9994030	31...0+	11385	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M22	21.322+	26628460	22.322+	10108570	31...0+	12594	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M23	21.322+	26815970	22.322+	10196170	31...0+	13128	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M24	21.322+	27008570	22.322+	10278400	31...0+	13743	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M25	21.322+	27027320	22.322+	10318670	31...0+	15834	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M26	21.322+	27080600	22.322+	10364840	31...0+	17429	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M27	21.322+	27031570	22.322+	10312090	31...0+	24457	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M28	21.322+	25114290	22.322+	10003360	31...0+	17266	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M29	21.322+	25168900	22.322+	10003160	31...0+	19229	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M30	21.322+	24439080	22.322+	9751260	31...0+	17499	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M31	21.322+	25787170	22.322+	10000400	31...0+	52378	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M32	21.322+	25699640	22.322+	10001480	31...0+	53750	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M33	21.322+	25772580	22.322+	10000860	31...0+	51856	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M34	21.322+	25870570	22.322+	10001920	31...0+	51907	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M35	21.322+	25836510	22.322+	10024570	31...0+	50388	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M36	21.322+	25876610	22.322+	10024600	31...0+	50406	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M37	21.322+	25949980	22.322+	10062140	31...0+	41926	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M38	21.322+	26192910	22.322+	10153510	31...0+	42033	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M39	21.322+	26412000	22.322+	10151920	31...0+	42197	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M40	21.322+	26357660	22.322+	10116190	31...0+	45182	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M41	21.322+	26140040	22.322+	10115720	31...0+	45025	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M42	21.322+	26271240	22.322+	10103900	31...0+	50621	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M43	21.322+	26267010	22.322+	10077590	31...0+	51095	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M44	21.322+	26256770	22.322+	10011220	31...0+	52097	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M45	21.322+	26146700	22.322+	10010440	31...0+	60074	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M46	21.322+	26037250	22.322+	10009140	31...0+	62070	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M47	21.322+	25844460	22.322+	10006180	31...0+	61978	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M48	21.322+	26115050	22.322+	10110830	31...0+	46994	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M49	21.322+	26126340	22.322+	10111020	31...0+	47023	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M50	21.322+	26129470	22.322+	10103420	31...0+	50550	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M51	21.322+	25580420	22.322+	10001840	31...0+	81665	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M52	21.322+	25581400	22.322+	10001370	31...0+	73788	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M53	21.322+	25582310	22.322+	10002250	31...0+	66733	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M54	21.322+	25575540	22.322+	10002210	31...0+	58103	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M55	21.322+	24471530	22.322+	9921480	31...0+	59883	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M56	21.322+	24322110	22.322+	9912040	31...0+	52859	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000000M57	21.322+	5913360	22.322+	10007950	31...0+	33153	87...0+0000	1600	88...0+0000	1600
000L.ITI	21.322+	3379370	22.322+	9996790	31...0+	72390	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00L.ITI1	21.322+	6871850	22.322+	9887170	31...0+	47484	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
000000N1	21.322+	22688090	22.322+	9997070	31...0+	17781	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
000000N2	21.322+	22266950	22.322+	9929460	31...0+	17932	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
000000N3	21.322+	22125830	22.322+	9867130	31...0+	17989	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
000000N4	21.322+	22034120	22.322+	9813680	31...0+	18700	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
000000N5	21.322+	21467030	22.322+	9681170	31...0+	14506	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
000000N6	21.322+	21168760	22.322+	9671790	31...0+	14326	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596



00000N7	21.322+	17850770	22.322+	9630950	31...0+	13302	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N8	21.322+	16969370	22.322+	9516600	31...0+	10153	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N9	21.322+	14940200	22.322+	9534100	31...0+	10576	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N10	21.322+	14126170	22.322+	9436030	31...0+	8614	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N11	21.322+	11490520	22.322+	9041840	31...0+	4978	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N12	21.322+	16376950	22.322+	9412060	31...0+	4171	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N13	21.322+	18500790	22.322+	9952010	31...0+	2509	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N14	21.322+	5842870	22.322+	9962740	31...0+	4414	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N15	21.322+	7050530	22.322+	9630720	31...0+	6632	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N16	21.322+	4778060	22.322+	9902620	31...0+	13660	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N17	21.322+	5050100	22.322+	9730780	31...0+	17472	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N18	21.322+	4748550	22.322+	9777300	31...0+	20972	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N19	21.322+	6710920	22.322+	9710850	31...0+	16662	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N20	21.322+	13958310	22.322+	9726400	31...0+	18852	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N21	21.322+	16132580	22.322+	9748390	31...0+	20502	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N22	21.322+	15501870	22.322+	9801810	31...0+	27093	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N23	21.322+	14997770	22.322+	9840780	31...0+	34922	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N24	21.322+	22188310	22.322+	9994830	31...0+	9822	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N25	21.322+	14339340	22.322+	9729330	31...0+	21785	87...0+0000	1596	88...0+0000	2100
00000N26	21.322+	13823230	22.322+	9805680	31...0+	27876	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N27	21.322+	13822880	22.322+	9772150	31...0+	28275	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N28	21.322+	14384890	22.322+	9726860	31...0+	28626	87...0+0000	1596	88...0+0000	1800
00000N29	21.322+	14273600	22.322+	9793720	31...0+	31884	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N30	21.322+	10510300	22.322+	9578330	31...0+	11483	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N31	21.322+	8616880	22.322+	9582330	31...0+	11506	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N32	21.322+	13796280	22.322+	9898060	31...0+	45006	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N33	21.322+	13821950	22.322+	9888180	31...0+	43297	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N34	21.322+	15737180	22.322+	9885420	31...0+	43918	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N35	21.322+	16975600	22.322+	9817790	31...0+	30165	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N36	21.322+	29637310	22.322+	10055830	31...0+	5040	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N37	21.322+	24782070	22.322+	10027040	31...0+	18288	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
00000N38	21.322+	24819300	22.322+	10048070	31...0+	19318	87...0+0000	1596	88...0+0000	1596
0000LTI	21.322+	38717790	22.322+	10113080	31...0+	47952	87...0+	1551	88...0+	1551
0000LRF	21.322+	16972240	22.322+	10065500	31...0+	82436	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A1	21.322+	13334830	22.322+	10003090	31...0+	10606	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A2	21.322+	17846280	22.322+	9987810	31...0+	12071	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A3	21.322+	31591930	22.322+	9988860	31...0+	12802	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A4	21.322+	36095810	22.322+	10005040	31...0+	11598	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A5	21.322+	35366520	22.322+	10003440	31...0+	25888	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A6	21.322+	35224940	22.322+	10002510	31...0+	25850	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A7	21.322+	35135470	22.322+	10001590	31...0+	33512	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A8	21.322+	34787660	22.322+	10000710	31...0+	37668	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A9	21.322+	34784300	22.322+	9975730	31...0+	40652	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A10	21.322+	34722220	22.322+	9975700	31...0+	40621	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A11	21.322+	34725750	22.322+	9973180	31...0+	38058	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A12	21.322+	34166090	22.322+	9971350	31...0+	38216	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A13	21.322+	34086600	22.322+	9999590	31...0+	37915	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A14	21.322+	34206810	22.322+	9972890	31...0+	40754	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A15	21.322+	34151670	22.322+	9973530	31...0+	40754	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A16	21.322+	34150360	22.322+	9972870	31...0+	41555	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A17	21.322+	34209400	22.322+	9972200	31...0+	41457	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A18	21.322+	33684350	22.322+	9993810	31...0+	34120	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A19	21.322+	32842780	22.322+	10009900	31...0+	42539	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A20	21.322+	32474020	22.322+	10015100	31...0+	44080	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A21	21.322+	31192810	22.322+	10057270	31...0+	39053	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A22	21.322+	31017770	22.322+	10030230	31...0+	30496	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A23	21.322+	30489700	22.322+	10065190	31...0+	32394	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A24	21.322+	33345090	22.322+	9995690	31...0+	26199	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A25	21.322+	29854690	22.322+	10042010	31...0+	24326	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A26	21.322+	29936850	22.322+	10074440	31...0+	30060	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A27	21.322+	29305980	22.322+	10080450	31...0+	26632	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A28	21.322+	27413030	22.322+	10105750	31...0+	23108	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A29	21.322+	27817810	22.322+	10069730	31...0+	20337	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A30	21.322+	26549220	22.322+	10107520	31...0+	21430	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A31	21.322+	26885010	22.322+	10048440	31...0+	17893	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A32	21.322+	28838470	22.322+	10039130	31...0+	18967	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A33	21.322+	27111520	22.322+	10039060	31...0+	16259	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A34	21.322+	28531470	22.322+	10044130	31...0+	20396	87...0+	1551	88...0+	1551
000000A35	21.322+	21759670	22.322+	10100160	31...0+	23356	87...0+	1551	88...0+	1551



00000A36	21.322+	20700720	22.322+	10080850	31...0+	24844	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A37	21.322+	20196990	22.322+	10040990	31...0+	22432	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A38	21.322+	15453020	22.322+	9997540	31...0+	43630	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A39	21.322+	15573380	22.322+	9998440	31...0+	37353	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A40	21.322+	14487650	22.322+	10002070	31...0+	37140	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A41	21.322+	16151940	22.322+	9994070	31...0+	25767	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A42	21.322+	14259550	22.322+	10001540	31...0+	25233	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A43	21.322+	8180350	22.322+	10023540	31...0+	20059	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A44	21.322+	1057140	22.322+	10026460	31...0+	20567	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A45	21.322+	7408610	22.322+	10030620	31...0+	25410	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A46	21.322+	3006380	22.322+	10031780	31...0+	24166	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A47	21.322+	24107010	22.322+	10111190	31...0+	27029	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A48	21.322+	31362070	22.322+	10057310	31...0+	53541	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A49	21.322+	31856850	22.322+	10053270	31...0+	54485	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A50	21.322+	32573030	22.322+	10046970	31...0+	61073	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A51	21.322+	30490490	22.322+	10051520	31...0+	73357	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A52	21.322+	30231880	22.322+	10056980	31...0+	66737	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A53	21.322+	30346320	22.322+	10063730	31...0+	57903	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A54	21.322+	28262230	22.322+	10091460	31...0+	48363	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A55	21.322+	25181680	22.322+	10110230	31...0+	40279	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A56	21.322+	23687890	22.322+	10112410	31...0+	40377	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A57	21.322+	24024930	22.322+	10091640	31...0+	59520	87...0+	1551	88...0+	1551
00000A58	21.322+	25034230	22.322+	10092260	31...0+	59200	87...0+	1551	88...0+	1551
0000LREF	21.322+	30513020	22.322+	9977320	31...0+	48655	87...0+	1551	88...0+	1551
0000LITI	21.322+	1418490	22.322+	10022480	31...0+	93307	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B1	21.322+	17534450	22.322+	9907210	31...0+	8029	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B2	21.322+	8469340	22.322+	9952880	31...0+	22048	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B3	21.322+	8416140	22.322+	9952220	31...0+	22289	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B4	21.322+	9009240	22.322+	9959190	31...0+	25200	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B5	21.322+	6679200	22.322+	9972530	31...0+	29840	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B6	21.322+	5804750	22.322+	9988450	31...0+	44935	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B7	21.322+	5488870	22.322+	9987400	31...0+	43871	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B8	21.322+	6051480	22.322+	9981600	31...0+	34903	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B9	21.322+	2533900	22.322+	10008270	31...0+	30401	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B10	21.322+	2779480	22.322+	10010250	31...0+	24408	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B11	21.322+	2342440	22.322+	10026990	31...0+	11934	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B12	21.322+	35661240	22.322+	10104840	31...0+	6320	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B13	21.322+	36679480	22.322+	10086670	31...0+	7395	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B14	21.322+	38387690	22.322+	10073360	31...0+	10317	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B15	21.322+	39264060	22.322+	10059500	31...0+	13939	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B16	21.322+	39729700	22.322+	10055020	31...0+	17293	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B17	21.322+	31520	22.322+	10042450	31...0+	21140	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B18	21.322+	253210	22.322+	10039260	31...0+	24753	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B19	21.322+	34801270	22.322+	10053330	31...0+	7419	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B20	21.322+	39676490	22.322+	10062400	31...0+	15547	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B21	21.322+	1865350	22.322+	10022080	31...0+	30471	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B22	21.322+	462890	22.322+	10038060	31...0+	25600	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B23	21.322+	775050	22.322+	10027970	31...0+	38329	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B24	21.322+	2132490	22.322+	10016160	31...0+	30988	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B25	21.322+	763050	22.322+	10029030	31...0+	39433	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B26	21.322+	819880	22.322+	10022440	31...0+	43417	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B27	21.322+	889600	22.322+	10023310	31...0+	47161	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B28	21.322+	936920	22.322+	10021290	31...0+	50979	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B29	21.322+	973250	22.322+	10021880	31...0+	54745	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B30	21.322+	1016440	22.322+	10020260	31...0+	58577	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B31	21.322+	1010290	22.322+	10019570	31...0+	58951	87...0+	1551	88...0+	1551
000000B32	21.322+	1313420	22.322+	10021130	31...0+	92340	87...0+	1551	88...0+	1551
0000LITI	21.322+	12887510	22.322+	9978790	31...0+	93380	87...0+	1551	88...0+	1551
0000LITI1	21.322+	38523790	22.322+	10007420	31...0+	71358	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C1	21.322+	37113220	22.322+	10029370	31...0+	11316	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C2	21.322+	38180480	22.322+	10088180	31...0+	9135	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C3	21.322+	39332120	22.322+	10106510	31...0+	7086	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C4	21.322+	1850540	22.322+	10075110	31...0+	5365	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C5	21.322+	5372280	22.322+	10042450	31...0+	4929	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C6	21.322+	6087560	22.322+	10030610	31...0+	21948	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C7	21.322+	6140530	22.322+	10028510	31...0+	33843	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C8	21.322+	6169900	22.322+	10025250	31...0+	47115	87...0+	1551	88...0+	1551



000000C9	21.322+	6176730	22.322+	10020000	31...0+	59450	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C10	21.322+	6442980	22.322+	10012400	31...0+	55754	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C11	21.322+	6468230	22.322+	10017000	31...0+	49525	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C12	21.322+	7649750	22.322+	9992860	31...0+	8696	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C13	21.322+	10199050	22.322+	9957570	31...0+	62364	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C14	21.322+	10221830	22.322+	9957710	31...0+	63249	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C15	21.322+	7792150	22.322+	9998730	31...0+	7196	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C16	21.322+	8265280	22.322+	10008120	31...0+	5523	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C17	21.322+	8860250	22.322+	10003160	31...0+	5352	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C18	21.322+	10562230	22.322+	9977650	31...0+	7258	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C19	21.322+	10792300	22.322+	9975960	31...0+	6454	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C20	21.322+	11345000	22.322+	9977450	31...0+	8303	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C21	21.322+	13888660	22.322+	9961420	31...0+	8084	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C22	21.322+	14142840	22.322+	9960580	31...0+	6288	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C23	21.322+	14493960	22.322+	9957880	31...0+	4721	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C24	21.322+	15260120	22.322+	9932400	31...0+	3184	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C25	21.322+	19104370	22.322+	9908370	31...0+	2060	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C26	21.322+	22916310	22.322+	9911480	31...0+	3650	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C27	21.322+	24091870	22.322+	9911150	31...0+	5508	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C28	21.322+	15888910	22.322+	9929340	31...0+	3813	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C29	21.322+	15191480	22.322+	9953040	31...0+	4919	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C30	21.322+	18456460	22.322+	9939520	31...0+	2454	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C31	21.322+	27427720	22.322+	9961680	31...0+	12024	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C32	21.322+	26892460	22.322+	9958830	31...0+	14344	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C33	21.322+	26687220	22.322+	9964990	31...0+	17039	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C34	21.322+	26514040	22.322+	9967770	31...0+	32765	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C35	21.322+	26493120	22.322+	9973590	31...0+	35396	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C36	21.322+	26357700	22.322+	9941190	31...0+	14293	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C37	21.322+	26308460	22.322+	9961770	31...0+	32063	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C38	21.322+	30373600	22.322+	10023380	31...0+	10933	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C39	21.322+	28927420	22.322+	10014340	31...0+	16160	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C40	21.322+	32395670	22.322+	10025400	31...0+	8635	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C41	21.322+	30765250	22.322+	10017550	31...0+	10563	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C42	21.322+	30863460	22.322+	9961550	31...0+	14255	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C43	21.322+	28259740	22.322+	9993080	31...0+	21177	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C44	21.322+	28005680	22.322+	9993660	31...0+	23712	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C45	21.322+	27800790	22.322+	9991250	31...0+	26735	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C46	21.322+	28401080	22.322+	10013770	31...0+	34876	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C47	21.322+	28867330	22.322+	10013310	31...0+	21780	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C48	21.322+	29450130	22.322+	10032170	31...0+	23641	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C49	21.322+	12533950	22.322+	9978400	31...0+	44491	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C50	21.322+	12196580	22.322+	9980190	31...0+	26012	87...0+	1551	88...0+	1551
000000C51	21.322+	9945450	22.322+	9978940	31...0+	7177	87...0+	1551	88...0+	1551
0000LITI	21.322+	16558580	22.322+	9995300	31...0+	71309	87...0+	1560	88...0+	1560
000LITI1	21.322+	6708430	22.322+	10010330	31...0+	41241	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D1	21.322+	18370650	22.322+	10004440	31...0+	4202	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D2	21.322+	18043170	22.322+	9975930	31...0+	2993	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D3	21.322+	20785660	22.322+	10002580	31...0+	3107	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D4	21.322+	36099710	22.322+	9983040	31...0+	9168	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D5	21.322+	37279190	22.322+	9989770	31...0+	8650	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D6	21.322+	37485690	22.322+	9984820	31...0+	10277	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D7	21.322+	20337150	22.322+	10020870	31...0+	18119	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D8	21.322+	21268930	22.322+	10034530	31...0+	34287	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D9	21.322+	22783470	22.322+	10027180	31...0+	50442	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D10	21.322+	21595020	22.322+	10026610	31...0+	50650	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D11	21.322+	20871390	22.322+	10026100	31...0+	36278	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D12	21.322+	21054470	22.322+	10029510	31...0+	36074	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D13	21.322+	21089260	22.322+	10028270	31...0+	37093	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D14	21.322+	21034920	22.322+	10025100	31...0+	41201	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D15	21.322+	21260050	22.322+	10025720	31...0+	43932	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D16	21.322+	20712660	22.322+	10017980	31...0+	38860	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D17	21.322+	20799690	22.322+	10020770	31...0+	38783	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D18	21.322+	20817970	22.322+	10019780	31...0+	39456	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D19	21.322+	20754740	22.322+	10018480	31...0+	39990	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D20	21.322+	20797010	22.322+	10016580	31...0+	41108	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D21	21.322+	20850370	22.322+	10017260	31...0+	42625	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D22	21.322+	20883790	22.322+	10017210	31...0+	43747	87...0+	1560	88...0+	1560
000000D23	21.322+	20916220	22.322+	10015950	31...0+	44879	87...0+	1560	88...0+	1560



0000LITI	21.322+	27018980	22.322+	9994690	31...0+	41251	87...0+	1555	88...0+	1555
0000LITI1	21.322+	12212150	22.322+	9970700	31...0+	104950	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	29657230	22.322+	9985810	31...0+	38573	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	29642350	22.322+	9985530	31...0+	39718	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	29458980	22.322+	9986890	31...0+	39678	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	29463200	22.322+	9985780	31...0+	38477	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	3396270	22.322+	10066700	31...0+	1219	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	24252940	22.322+	10010410	31...0+	12573	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	23339640	22.322+	10009120	31...0+	16654	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	15630740	22.322+	10037080	31...0+	15552	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	11111780	22.322+	10038610	31...0+	25641	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	11031660	22.322+	10037940	31...0+	38957	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	12276940	22.322+	10035250	31...0+	36971	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	14509330	22.322+	10036230	31...0+	23315	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	14847270	22.322+	10036210	31...0+	17101	87...0+	1555	88...0+	1555
0,00E+00	21.322+	23346710	22.322+	10007560	31...0+	16689	87...0+	1555	88...0+	1555
0000LITI	21.322+	30367240	22.322+	10031550	31...0+	105000	87...0+	1555	88...0+	1555
0000LREF	21.322+	18878100	22.322+	9993420	31...0+	113127	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F1	21.322+	30965190	22.322+	10093210	31...0+	55138	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F2	21.322+	31131820	22.322+	10092940	31...0+	55207	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F3	21.322+	31143780	22.322+	10095970	31...0+	53828	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F4	21.322+	30978660	22.322+	10094330	31...0+	53713	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F5	21.322+	32008190	22.322+	10093770	31...0+	53393	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F6	21.322+	32008930	22.322+	10094290	31...0+	52884	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F7	21.322+	30143020	22.322+	10087820	31...0+	57866	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F8	21.322+	30116400	22.322+	10089240	31...0+	57367	87...0+	1555	88...0+	1555
000000F9	21.322+	31836630	22.322+	10085180	31...0+	44069	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F10	21.322+	32149420	22.322+	10088770	31...0+	46929	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F11	21.322+	32286400	22.322+	10081910	31...0+	44681	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F12	21.322+	33104310	22.322+	10077700	31...0+	44549	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F13	21.322+	32153270	22.322+	10086340	31...0+	42082	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F14	21.322+	32233380	22.322+	10086380	31...0+	39621	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F15	21.322+	32724290	22.322+	10078850	31...0+	33498	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F16	21.322+	30120970	22.322+	10085310	31...0+	47662	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F17	21.322+	30026020	22.322+	10085430	31...0+	48973	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F18	21.322+	30092890	22.322+	10084180	31...0+	38781	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F19	21.322+	29787450	22.322+	10082750	31...0+	32280	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F20	21.322+	29632150	22.322+	10081930	31...0+	22905	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F21	21.322+	33579040	22.322+	10025350	31...0+	36640	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F22	21.322+	34893260	22.322+	10008640	31...0+	41464	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F23	21.322+	35922700	22.322+	10109660	31...0+	36917	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F24	21.322+	33955900	22.322+	10015900	31...0+	31631	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F25	21.322+	37215420	22.322+	9960510	31...0+	23131	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F26	21.322+	34282310	22.322+	10003130	31...0+	26004	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F27	21.322+	33543980	22.322+	10062140	31...0+	24071	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F28	21.322+	34484700	22.322+	10060610	31...0+	18442	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F29	21.322+	38589490	22.322+	9920220	31...0+	16926	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F30	21.322+	28569520	22.322+	10062300	31...0+	16400	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F31	21.322+	24889550	22.322+	10002620	31...0+	25728	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F32	21.322+	26414530	22.322+	10003490	31...0+	32437	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F33	21.322+	26310400	22.322+	10005920	31...0+	32191	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F34	21.322+	26199370	22.322+	10005540	31...0+	32666	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F35	21.322+	25209760	22.322+	10010150	31...0+	39198	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F36	21.322+	24649410	22.322+	10006330	31...0+	43886	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F37	21.322+	27477340	22.322+	10080960	31...0+	9658	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F38	21.322+	27072890	22.322+	10078500	31...0+	10178	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F39	21.322+	23251480	22.322+	9994830	31...0+	22179	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F40	21.322+	36442690	22.322+	10050900	31...0+	13053	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F41	21.322+	2121910	22.322+	9903920	31...0+	17405	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F42	21.322+	2118220	22.322+	9910430	31...0+	11956	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F43	21.322+	1542700	22.322+	9918730	31...0+	17505	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F44	21.322+	1575510	22.322+	9924110	31...0+	18017	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F45	21.322+	1845290	22.322+	9925860	31...0+	17952	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F46	21.322+	1828270	22.322+	9923860	31...0+	17394	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F47	21.322+	39820710	22.322+	9929840	31...0+	12749	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F48	21.322+	2286160	22.322+	9836680	31...0+	19487	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F49	21.322+	5510110	22.322+	9957480	31...0+	14604	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F50	21.322+	3338930	22.322+	9987850	31...0+	11606	87...0+	1555	88...0+	1555



00000F51	21.322+	4882980	22.322+	9906480	31...0+	19398	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F52	21.322+	5703150	22.322+	9959790	31...0+	14006	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F53	21.322+	2132510	22.322+	9995820	31...0+	10198	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F54	21.322+	21827750	22.322+	10022480	31...0+	4090	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F55	21.322+	19086500	22.322+	9989010	31...0+	3705	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F56	21.322+	17858540	22.322+	9968010	31...0+	5350	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F57	21.322+	13735170	22.322+	9936920	31...0+	10787	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F58	21.322+	12585830	22.322+	9931410	31...0+	14131	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F59	21.322+	12325530	22.322+	9927930	31...0+	16588	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F60	21.322+	12846450	22.322+	9933190	31...0+	14364	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F61	21.322+	20097160	22.322+	9971960	31...0+	20579	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F62	21.322+	20177830	22.322+	9973170	31...0+	20649	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F63	21.322+	20463140	22.322+	9978780	31...0+	23965	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F64	21.322+	20471150	22.322+	9976150	31...0+	21500	87...0+	1555	88...0+	1555
00000F65	21.322+	20315090	22.322+	9977020	31...0+	23936	87...0+	1555	88...0+	1555

Como se puede observar, al descargar los datos de la estación a una hoja de Excel, aparecen una serie de marcadores que son:

21.332+  
22.332+  
31...0+  
87...0+  
88...0+

Estos marcadores nos indican qué datos aparecen en la columna contigua. En el capítulo Transferencia de datos del manual de la estación total, vemos qué representa cada uno de estos marcadores:

### Transferencia de Datos

Con esta función se pueden enviar datos de medición a un receptor (por ejemplo un ordenador portátil) a través del puerto serie. Este tipo de transferencia **no controla** la correcta transmisión.

- Trab.: Selección del trabajo del que se van a transferir datos.
- Datos: Selección del conjunto de datos a transferir (mediciones, puntos fijos).
- Form.: Selección del formato de salida. Es posible seleccionar tanto el formato Leica GSI como otros formatos generados por el usuario con el "Administrador de Formatos" y transferirlos a LGO o LGO-Tools.

[ENVIAR] Inicia el proceso de transferencia.

#### Ejemplo:

Si en "Datos" está seleccionado "Mediciones", el aspecto de un bloque de datos es el siguiente:

11....+00000D19 21.022+16641826  
22.022+09635023 31..00+00006649

58..16+0000344 81..00+00003342  
82..00-00005736 83..00+00000091  
87..10+00001700

Si el receptor es muy lento procesando los datos enviados, se pueden perder datos. En este tipo de transferencia (sin protocolo), el producto no informa sobre la capacidad de proceso del receptor.

ID GSI	
11	≡ número de punto
21	≡ Angulo horizontal
22	≡ Angulo V
31	≡ Distancia geométrica
32	≡ distancia horizontal
33	≡ diferencia de cotas
41-49	≡ código y atributo
51	≡ ppm [mm]
58	≡ constante del prisma
81-83	≡ (X,Y,Z) del punto visado
84-86	≡ (X,Y,Z) del punto estación
87	≡ altura del prisma
88	≡ altura del producto



6.2- DATOS BRUTOS DEL NIVEL:

Nº Punto	L.Espalda	D.Espalda	L.Frente	D.Frente	Cota
0	1.36830	30.410			1.3683
1			1.49410	20.190	-0.1258
1	1.45380	28.140			1.3280
2			1.41860	41.530	-0.0906
2	1.51520	18.810			1.4246
3			1.39010	11.070	0.0345
3	1.21190	29.820			1.2464
4			1.28880	32.850	-0.0424
4	1.68920	11.740			1.6468
5			1.36490	7.380	0.2819
5	1.53060	32.060			1.8125
6			1.68420	32.770	0.1283
6	1.69150	31.670			1.8198
7			1.53900	33.170	0.2808
7	1.09730	30.390			1.3781
8			1.38300	22.680	-0.0049
8	1.38850	14.490			1.3836
9			1.53460	16.600	-0.1510
9	1.34390	30.840			1.1929
10			1.62850	30.510	-0.4356
10	1.36340	20.690			0.9278
11			1.26070	15.340	-0.3329
11	1.40950	27.950			1.0766
12			1.30800	24.420	-0.2314
12	1.45980	29.220			1.2284
13			1.27450	37.840	-0.0461
13	1.43140	44.460			1.4314
14			1.38400	78.800	0.0474

6.3- DATOS BRUTOS DEL GPS: Recordar que los datos brutos han sido obtenidos en sistema de referencia GWS84:

Id.de punto	Clase de punto	X local	Y local	Desv.X	Desv.Y	Desv.Alt.
CIM-1	Medido	677738.2048	4163094.2679	0.0029	0.0048	0.0094
CIM-2	Medido	677617.9487	4163066.9338	0.0034	0.0050	0.0094

## ANEJO VI: CROQUIS DE LOS PUNTOS Y FOTOS

A continuación se exponen todos los croquis referentes a mis itinerarios donde se pueden observar los puntos marcados en los que nos hemos basado para la toma de datos.

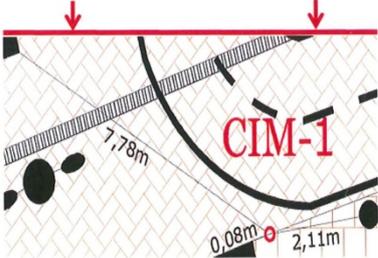
En primer lugar se expone la información proporcionada por el profesor, esto es, las coordenadas de los puntos de referencia CIM-1 y CIM-2.

Levantamiento mediante GNSS de una red de puntos enlazando con precisión los distintos espacios de la UPCT en el mismo sistema de coordenadas

### RESEÑA DEL PUNTO CIM-1

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	UBICACIÓN GENERAL
DEPARTAMENTO: Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica ÁREA: Ing. Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría	PROVINCIA DE: Murcia TÉRMINO MUNICIPAL: Cartagena PARAJE: Calle Pescadería





↑ ↑

COORDENADAS ETRS89

<b>UTM</b>	
X: 677738,1987	Altura elipsoidal: 51,8676
Y: 4163094,2515	N: 49,639
HUSO: 30	Altura ortométrica: 2,2286
K: 0,99998906	
W: 1° 13' 43"	

**GEOGRÁFICAS**

Longitud: -0° 59' 11,91156"  
 Latitud: 37° 35' 51,97121"



Levantamiento mediante GNSS de una red de puntos enlazando con precisión los distintos espacios de la UPCT en el mismo sistema de coordenadas



### RESEÑA DEL PUNTO CIM-2

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	UBICACIÓN GENERAL
DEPARTAMENTO: Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica	PROVINCIA DE: Murcia
ÁREA: Ing. Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría	TÉRMINO MUNICIPAL: Cartagena
	PARAJE: Calle Pescadería



COORDENADAS ETRS89  
UTM

X: 677.617,9368	Altura elipsoidal: 51,9012
Y: 4,163.066,8818	N: 49,640
HUSO: 30	Altura ortométrica: 2,2612
K: 0,99998853	
W: 1° 13' 40"	

GEOGRÁFICAS

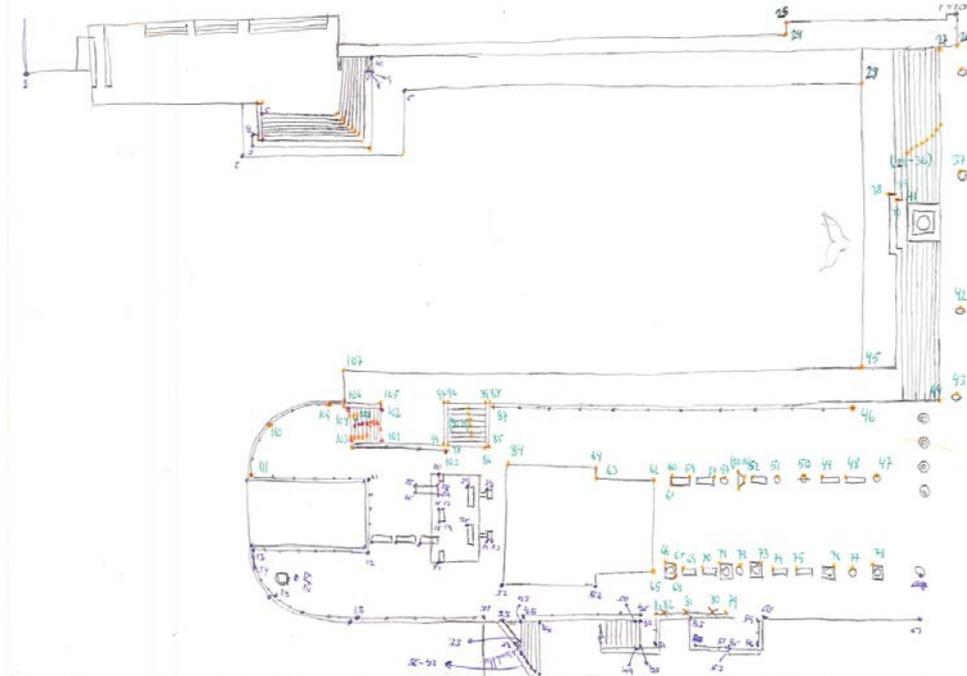
Longitud: -0° 59' 16,86756"
Latitud: 37° 35,51' 51,14734"



85

En la página siguiente expongo algunos de los croquis realizados previos a la toma de datos. Algunos de ellos están realizados a mano alzada. En otros nos bastó apoyarnos en el plano antiguo. He de señalar que no están representadas todas las estaciones, solo aquellas que he considerado más importantes. Concretamente las estaciones 8 y 9 del itinerario 3 no necesitaron croquis al tratarse de estaciones de muy pocos puntos, y carentes de elementos importantes.

Daniel Navarro Agüera



Croquis 1: Este croquis muestra los puntos referentes a la estación dos (azul) y algunos referentes a CIM-1 (verde)



Croquis 2: Este segundo croquis muestra los puntos pertenecientes a las estaciones tres (rojo), cuatro (azul), cinco (negro) y algunas de CIM-1 (verde)

Daniel Navarro Agüera



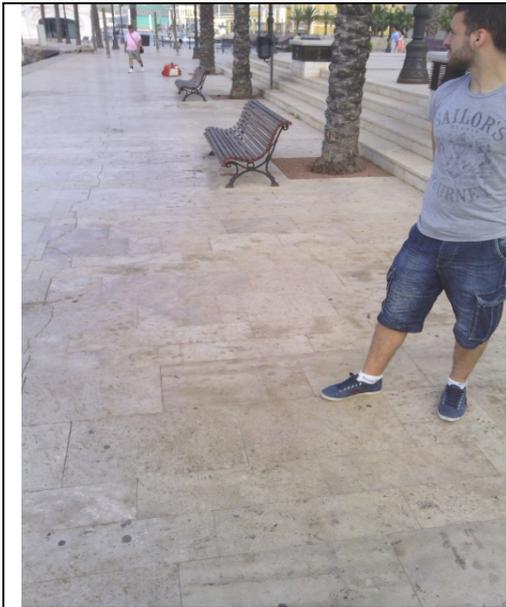
Croquis 3: Este croquis representa la radiación de la estación 5, que es la última del itinerario 2 previa a la segunda toma de datos. Esta fue la única estación del itinerario 2 que se tuvo que volver a tomar yo que al ser la única que se señaló con rotulador, cuando volvimos un año después se había borrado la marca.

Existen algunas pequeñas diferencias respecto al croquis anterior, concretamente, algunos parterres que saturaban el puerto se habían quitado. Por lo demás, la zona permanecía exactamente igual que en nuestra primera toma de datos.



### **FOTOS:**

A continuación expondré una serie de fotografías hechas durante la toma de datos. Dichas fotografías Presentan algunos de los puntos de estación y serán expuestas junto con las características del punto.



**Itinerario:** 2  
**Punto de estación:** Estación 3  
**Hoja del mapa nacional:** 977  
**Provincia:** Murcia  
**Localidad:** Cartagena



**Datos del punto**  
**Datum:** ETRS-89  
**Proyección:** UTM HUSO 30 Norte  
**Coordenadas:**  
X: 677785,7546  
Y: 4163042,0355  
Z: 2,2546

Daniel Navarro Agüera



**Itinerario:** 2  
**Punto de estación:** Estación 5  
**Hoja del mapa nacional:** 977  
**Provincia:** Murcia  
**Localidad:** Cartagena



**Datos del punto**  
**Datum:** ETRS-89  
**Proyección:** UTM HUSO 30 Norte  
**Coordenadas:**  
X: 677817,3147  
Y: 4163071,1814  
Z: 3,0647



**Itinerario:** 3  
**Punto de estación:** Estación 6  
**Hoja del mapa nacional:** 977  
**Provincia:** Murcia  
**Localidad:** Cartagena



**Datos del punto**  
**Datum:** ETRS-89  
**Proyección:** UTM HUSO 30 Norte  
**Coordenadas:**  
X: 677782,5273  
Y: 4163114,2728  
Z: 2,0801

Daniel Navarro Agüera



**Itinerario:** 3  
**Punto de estación:** Estación 8  
**Hoja del mapa nacional:** 977  
**Provincia:** Murcia  
**Localidad:** Cartagena



**Datos del punto**  
**Datum:** ETRS-89  
**Proyección:** UTM HUSO 30 Norte  
**Coordenadas:**  
X: 677797,0406  
Y: 4163262,6485  
Z: 2,190



**Itinerario:** 3  
**Punto de estación:** Estación 9  
**Hoja del mapa nacional:** 977  
**Provincia:** Murcia  
**Localidad:** Cartagena



**Datos del punto**  
**Datum:** ETRS-89  
**Proyección:** UTM HUSO 30 Norte  
**Coordenadas:**  
X: 677830,4719  
Y: 4163238,4537  
Z: 2,1096



# DOCUMENTO

## Nº 2:

# PLANOS