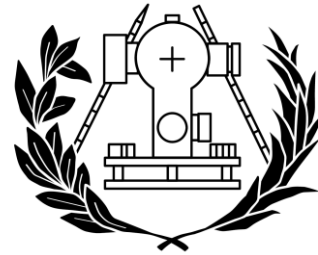




UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA

**TRABAJO FIN DE GRADO**

ESTUDIO DE LA IDONEIDAD DE LA UTILIZACION DE DIFERENTES  
SOFTWARE GNSS PARA COLTROL DE DEFORMACIONES

Autor: Victor Sedano Agredano

Director/a: Natalia Garrido Villén

Valencia, Noviembre de 2020

## RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado consiste en el cálculo de dos redes geodésicas empleando una serie de programas, se pretende obtener a través del cálculo y compensación de las redes y estudiando los informes de cálculo, realizar una comparativa de estos con las coordenadas reales de los puntos.

## Contenido

<b>1.1 INTRODUCCION .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 INTRODUCCION TEORICA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 TIPOS DE MODELOS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1 MODELO GENERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2 VALORES ESTADÍSTICOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2.1 TEST GLOBAL <math>X^2</math>.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.2.2 PRUEBA F .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.2.3 DETECCION DE ERRORES .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 SISTEMAS GNSS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.1 GPS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.2 GALILEO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.3 GLONASS.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.4 BEIDOU.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 ESTACIONES PERMANENTES .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6 EFEMÉRIDES .....</b>	<b>18</b>
<b>2.7 ANTENAS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.8 POSICIONAMIENTO RELATIVO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 FICHEROS DE OBSERVACION .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 EFEMÉRIDES .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 CALIBRACION DE LAS ATENAS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 TRIMBLE BUSINESS CENTER .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1 LEICA INFINITY .....</b>	<b>43</b>
<b>6.1 MAGNET TOOLS.....</b>	<b>64</b>
<b>7.1 PRESUPUESTO.....</b>	<b>74</b>
<b>8.1 COMPARATIVA .....</b>	<b>77</b>
<b>9.1 CONCLUSION.....</b>	<b>82</b>
<b>10.1 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>84</b>
<b>11.1 ANEJOS.....</b>	<b>87</b>

Figura 1 Esquema del cálculo de redes geodésicas.....	10
Figura 2 Tabla de los distintos modelos matemáticos .....	13
Figura 3 Situación de la hipótesis nula .....	14
Figura 4 Valores críticos Test de Baarda o prueba W .....	15
Figura 5 Valores críticos Test de Pope o prueba T .....	16
Figura 6 Constelaciones GNSS.....	16
Figura 7 Efemérides IGS .....	19
Figura 8 Coordenadas Península Ibérica .....	21
Figura 9 Página web IGN .....	21
Figura 10 Página web RGE País Vasco .....	22
Figura 11 Página web ITACyL .....	22
Figura 12 Coordenadas Comunidad Valenciana .....	23
Figura 13 Página web Rinex ERVA.....	23
Figura 14 GNSS calendario y efemérides .....	24
Figura 15 Página web calibración de antena.....	24
Figura 16 Modelo geoide y datum vertical .....	26
Figura 17 Sistema de coordenadas .....	27
Figura 18 General líneas base .....	27
Figura 19 General ajuste de la red .....	28
Figura 20 Covarianza ajuste de la red .....	28
Figura 21 Carga de datos largas distancias .....	29
Figura 22 Día 1 Calculo de las líneas base .....	29
Figura 23 Errores groseros día 1 .....	30
Figura 24 Líneas base día 1 y 2.....	31
Figura 25 Precisión líneas base día 1.....	32
Figura 26 Precisión líneas base día 2.....	32
Figura 27 Coordenadas finales largas distancias.....	33
Figura 28 Elipses de error largas .....	33
Figura 29 Histograma de las desviaciones .....	34
Figura 30 Observaciones ajustadas largas .....	34
Figura 31 Covarianza líneas base largas.....	35
Figura 32 Carga de los datos cortas distancias.....	35
Figura 33 Errores groseros día 1 .....	36
Figura 34 Errores groseros día 2 .....	36
Figura 35 Líneas base día 1.....	36
Figura 36 Líneas base día 2.....	37
Figura 37 Líneas base día 1.....	38
Figura 38 Líneas base día 2.....	38
Figura 39 Coordenadas finales cortas distancias .....	39
Figura 40 Elipses de error cortas.....	39
Figura 41 Histograma residuos estandarizados cortas .....	39
Figura 42 Observaciones ajustadas cortas .....	40
Figura 43 Covarianza líneas base cortas .....	41
Figura 44 Datos del proyecto .....	43
Figura 45 Proyección .....	44



Figura 46 Geoide .....	44
Figura 47 Sistema de coordenadas .....	45
Figura 48 Importar antenas.....	45
Figura 49 Importar datos.....	46
Figura 50 Vista de los puntos .....	46
Figura 51 Importar efemérides .....	47
Figura 52 Ajustes automáticos.....	47
Figura 53 Ajuste líneas base .....	48
Figura 54 Procesamiento líneas base.....	48
Figura 55 Error de antena .....	49
Figura 56 Carpeta de antenas .....	49
Figura 57 Ajustes de los datos.....	49
Figura 58 Comprobación de las efemérides.....	49
Figura 59 Carpeta de antenas .....	50
Figura 60 Selección de la antena.....	50
Figura 61 Cambio de carpeta de la antena .....	51
Figura 62 Comprobación del cambio .....	51
Figura 63 Líneas base día 1.....	52
Figura 64 Guardado de las líneas base.....	52
Figura 65 Líneas base preparadas para el ajuste .....	53
Figura 66 Ajustes generales .....	53
Figura 67 Criterio de los test .....	54
Figura 68 Errores groseros líneas base día 1.....	54
Figura 69 Elección líneas base día 1 .....	54
Figura 70 Errores groseros líneas base día 2.....	55
Figura 71 Elección líneas base día 2 .....	55
Figura 72 Coordenadas finales largas distancias.....	55
Figura 73 Valores estadísticos largas .....	56
Figura 74 Desviación estándar largas.....	56
Figura 75 Elipses de error largas .....	56
Figura 76 Prueba de observaciones largas.....	57
Figura 77 Prueba antena largas.....	58
Figura 78 líneas base día 1 .....	58
Figura 79 Errores groseros líneas base día 1.....	59
Figura 80 Elección líneas base día 1 .....	59
Figura 81 Errores groseros líneas base día.....	59
Figura 82 Elección de las líneas base día 2.....	60
Figura 83 Coordenadas finales cortas distancias .....	60
Figura 84 Valores estadísticos cortas .....	60
Figura 85 Desviación típica cortas.....	60
Figura 86 Elipses de error cortas.....	61
Figura 87 Prueba antena cortas .....	61
Figura 88 Prueba de observaciones cortas .....	62
Figura 89 Menú de trabajo.....	64
Figura 90 Crear nuevo trabajo .....	64
Figura 91 Definición de magnitudes.....	65
Figura 92 Lista de geoides .....	65
Figura 93 Configuración del trabajo.....	66

Figura 94 Importación de antenas .....	66
Figura 95 Efemérides sin cargar .....	67
Figura 96 Importar efemérides .....	67
Figura 97 Importación de los observables .....	68
Figura 98 Ocupaciones GPS.....	68
Figura 99 Corrección de la antena .....	68
Figura 100 Configuración Trabajo .....	68
Figura 101 Propiedades General.....	69
Figura 102 Propiedades Motor .....	69
Figura 103 Propiedades Troposfera .....	70
Figura 104 Líneas Base Largas.....	70
Figura 105 Precisiones Obs GPS.....	71
Figura 106 Líneas base cortas .....	72
Figura 107 Sueldo titulado medio .....	74
Figura 108 Plus trabajadores.....	74
Figura 109 Sueldo por horas .....	74
Figura 110 Precio programas .....	75
Figura 111 Costes directos e indirectos .....	75
Figura 112 Precio final.....	75
Figura 113 Comparación estaciones largas distancias entre programas.....	77
Figura 114 Desviaciones del 99% largas.....	78
Figura 115 Comparación estaciones cortas distancias entre programas.....	79
Figura 116 Desviaciones del 99% cortas .....	80

# 1º CAPÍTULO

## INTRODUCCIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

*Actualmente pueden encontrarse en el mercado gran número de softwares informáticos especializados en el cálculo de redes geodésicas, podemos encontrar programas de la casa Trimble, Topcon, Leica, Spectra entre otros, aunque también se pueden utilizar software libres, pero tienen más limitaciones en cuanto al cálculo.*

La finalidad del siguiente trabajo de fin de grado es la obtención del título como diplomado en el Grado en Ingeniería Geomática y Topografía impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica (ETSIGCT) en la Universitat Politècnica de València (UPV) , para ello se ha expuesto a estudio los tres programas más importantes en el mercado para este fin. Este proyecto ha sido propuesto por la Dra. Natalia Garrido-Villén docente de la Universitat Politècnica de València.

El objetivo principal es el absoluto manejo de los programas en cuanto a cálculo geodésicos ya que estos programas tienen otras funciones relacionadas con la topografía y la comparativa entre ambos programas en los resultados finales. Para ello se han obtenido los datos de dieciséis estaciones permanentes repartidas en función de su estudio, ocho han sido por todo el territorio de la Península Ibérica y administradas por diferentes competencias y las ocho restantes localizadas por la Comunidad Valenciana. De esta manera se podrá estudiar el comportamiento de los programas en el cálculo tanto de largas como cortas distancias entre las estaciones.

# 2º CAPÍTULO

## TEORÍA

## 2.1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA

En el siguiente apartado se definirán las bases teóricas sobre las que parte el cálculo de una red geodésica, con el fin de poder comprender todos los cálculos que realizan los distintos programas.

Los problemas geodésicos se basan en la determinación de unos valores a través de una serie de parámetros que desconocemos, que no es más que lo que se pretende. El cálculo de una red geodésica consiste en obtener coordenadas de una serie de puntos a partir de observaciones. Para poder realizar dichos cálculos deberemos resolver el problema de poder relacionar los observables con las incógnitas que tenemos, a lo que llamaremos modelo matemático. Estos modelos matemáticos son por lo general no lineales y esto genera en los datos que la aplicación de la misma señal en dos puntos genera respuestas diferentes por lo que deberemos de linealizar el modelo matemático, para esto se puede utilizar una expansión en serie de Taylor.

Una vez ya se tiene el modelo matemático linealizado se observa si tenemos más ecuaciones que incógnitas como en la mayoría de los modelos matemáticos, a esto se le conoce como sistema de ecuaciones sobredimensionado y no podríamos calcularlo a causa de que los sistemas sobredimensionados son casi siempre incompatibles. Esto ocurre en las redes geodésicas ya que normalmente tienen un conjunto de observaciones redundantes. Por lo que se deberá de replantear el modelo matemático, para esto se plantea la obtención de la solución a partir del ajuste por mínimos cuadrados.

El ajuste mínimo *cuadrático* que se realiza es el establecido por el teorema de Gauss-Markov, este método permite obtener la solución a partir de la redundancia de los observables de la red geodésica permitiendo llevar un control de la calidad de las mediciones y un análisis estadístico. Por lo que aparte de tener un modelo matemático deberemos de tener un modelo estocástico fundamental para la realización de los cálculos.

Una vez se han visto las bases matemáticas y estadísticas que competen dichos cálculos que es la base del proyecto se explicaran los distintos datos con los que se ha trabajado.

## 2.2 TIPOS DE MODELOS

Ya se ha hablado del modelo matemático que se planteará más detenidamente donde se establecen las relaciones entre los observables, las variables y los parámetros, pero también necesitamos otro modelo para poder aplicar el ajuste y este es el modelo estocástico que describe la distribución esperada de los errores de las observaciones. La relación de estos dos modelos que se muestran en la Figura 1, será presentada en el siguiente punto con el modelo general, pero se explicarán más modelos en función de la linealización de la formula.

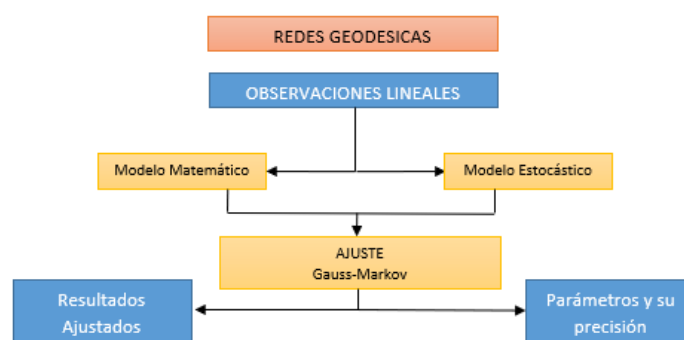


Figura 1 Esquema del cálculo de redes geodésicas

Al utilizar los dos modelos conseguimos lo siguiente:

- Obtenemos el mejor resultado posible con los observables.
- Detectamos posibles errores con pruebas estadísticas.
- Podemos obtener un valor de la precisión y la fiabilidad en los resultados.

### 2.2.1 MODELO GENERAL

Este modelo intenta formular la relación entre los observables y los parámetros o incógnitas del ajuste, además plantea expresar una aproximación de la realidad física, y estos valores están relacionados por una función implícita no lineal.

$$F(X, C) = 0$$

La expresión comprendida se conoce como el Modelo Mixto de ajuste o Modelo General de la cual se partirá para poder obtener el modelo de Gauss-Markov.

- $F$  = función matemática no lineal.
- $X$  = vector de las variables.
- $C$  = vector de los parámetros ajustados.

Partiendo de que conocemos de donde se obtienen los vectores  $X$  y  $C$ .

- $X = X' + x$
- $C = \text{Observable} + \text{residuo}$

Podemos sustituir la formula por la siguiente:

$$F = (X' + x, O + v)$$

De esta manera se realiza una linealización en este caso será en serie de Taylor de la función anterior en base de  $X'$  y  $O$  obteniendo como resultado:

$$F(X, C) = F(X', O) + \frac{\partial F}{\partial X} * dX + \frac{\partial F}{\partial C} * \partial C = 0$$

- $F(X', O) = w$ , vector de términos independientes.
- $\frac{\partial F}{\partial X} = A$ , matriz de diseño de las variables.
- $\frac{\partial F}{\partial C} = B$ , matriz de diseño de los observables.
- $dX = x$
- $\partial C = v$

Las dos matrices expresadas  $A$  y  $B$  se llaman matrices de diseño y son las que definen la geometría de la red. El resto de estimadores o matrices serán denominadas de criterio ya que cifrarán a priori o a posteriori los resultados esperables o alcanzados.

El vector de residuos verificara que:

$$E(v) = 0, v \sim N(0, s^2 Q)$$

- $s^2$  varianza poblacional
- $\sigma^2$  varianza muestral

Sigue una distribución normal de media cero y una matriz de covarianza  $s^2 Q$ . Generalmente las observaciones están correladas por lo que se conocerán sus varianzas y la matriz de pesos a priori. De donde se obtiene el siguiente modelo:

$$F(X, C) = 0; Ax + Bv - Q = 0$$

Y con la función expresada anteriormente podremos definir el teorema de Gauss-Markov que se deberá de tener en cuenta antes de empezar las siguientes tres ideas:

- Este modelo no es lineal.
- No tiene errores groseros ni sistemáticos.
- La matriz del vector de residuos se basa en la precisión de los observables.

La solución para la obtención de este modelo es el algoritmo de los mínimos cuadrados.

$$v^T P v = \text{minimo}$$

La matriz de peso a priori depende de muchos factores por lo que se deberá elegir un valor a priori para los observables que sea lógico con la realidad física, estos factores son debidos al instrumental utilizado, al operador o a otros factores directos en la toma de datos.

El sistema de ecuaciones planteado sería el siguiente:

$$Ax + Bv - Q = 0$$

El problema del cálculo de esta ecuación es calcular el valor de  $x$  por lo que aplicando la solución de mínimos cuadrados sería la siguiente:

$$x = N^{-1} A^T M^{-1} K$$

De donde se pueden deducir los valores de  $N$  y  $M$ :

- $N = A^T M^{-1} A$
- $M = B P^{-1} B^T$

Para obtener el valor de  $x$  será indispensable el conocimiento a priori de la matriz de pesos. No se tiene por qué conocer el valor de la varianza de la unidad de peso, ni la matriz varianza-covarianza, pero será indispensables para estudiar el comportamiento estadístico de los resultados del ajuste. Podemos realizar dos tipos de ajustes que son:

- Ajuste ligado, en este ajuste se deberá de conocer el datum de la red, es decir las coordenadas de dos puntos o las coordenadas de un punto y el acimut de un eje. En este ajuste las coordenadas conservan su valor original y no se aplica una corrección por mínimos cuadrados sino un ajuste pseudo mínimos cuadrados.
- Ajuste libre, en este ajuste se desconoce el datum, no tenemos puntos fijos y requiere trabajar con otras herramientas algebraicas para obtener alguna solución. En este ajuste se hace mayor énfasis en el control de calidad de las observaciones, más que en el cálculo de las observaciones o en el cálculo de las coordenadas.

En la Figura 2, se podrá observar una tabla con los tres modelos de ajuste.



Modelo Mixto	Modelo de ecuación de observación	Modelo de ecuación de condición	
$F(X, C) = 0$	$X = F(C)$	$F(X) = 0$	Modelo no lineal
	$B = -I; l=W; r = n$	$A = 0$	Especificaciones
$Ax + Bv - W = 0$	$V = Ax + L$	$Bv + w = 0$	Modelo lineal
$N = A^T M^{-1} A$ $M = B P^{-1} B^T$ $U = A^T M^{-1} w$	$N = A^T P A$ $M = P^{-1}$ $U = A^T P L$	$M = B P^{-1} B^T$	Elementos de la ecuación normal
$NX' = -U$	$NX' = -U$		Ecuación normal
$VPV = -K^T w =$ $= U^T X' + w^T M^{-1} w$	$VPV = U^T X' + L^T P L$	$VPV = -K^T W = W^T M^{-1} W$	VPV mínimo
$X' = -N^{-1} U$	$X' = -N^{-1} U$		Parámetros estimados
$V = P^{-1} B^T K,$ $K = -M^{-1}(AX + w)$	$V = AX' + L$		Residuos estimados
$\sigma_0^{2'} = \frac{VPV}{(r - u)}$	$\sigma_0^{2'} = \frac{VPV}{(n - u)}$	$\sigma_0^{2'} = \frac{VPV}{r}$	$\sigma_0^{2'}$
$Q_x = N^{-1}$	$Q_x = N^{-1}$		Matriz cofactor de los parámetros estimados
$Q_v = P^{-1} B^T M^{-1} (M - AN^{-1} A^T) M^{-1} B P^{-1}$	$Q_v = P^{-1} - AN^{-1} A^T$	$Q_v = P^{-1} B^T M^{-1} B P^{-1}$	Matriz cofactor de los residuos estimados
$Q_{La} = Q_{Lb} - Q_v$	$Q_{La} = Q_{Lb} - Q_v$	$Q_{La} = Q_{Lb} - Q_v$	Matriz cofactor de las observaciones ajustadas

Figura 2 Tabla de los distintos modelos matemáticos

Estas serían las expresiones utilizadas para el cálculo en el ajuste mínimos cuadrados.

### 2.2.2 VALORES ESTADÍSTICOS

Una vez ya se ha realizado el ajuste de la red geodésica por medio de mínimos cuadrados se deberá comprobar si las hipótesis son coherentes con los resultados obtenidos, a causa de que el ajuste depende del modelo matemático y estocástico que utilizemos se deben tener en cuenta una serie de criterios.

- Valores a priori y a posteriori de los estimadores de la varianza de los observables de peso unidad y su inferencia estadística.
- Elipses de error valoración e interpretación rigurosa.
- Los constreñimientos previos establecidos y su influencia en la posible introducción de errores de la red.
- Los pesos a priori asignados a los observables y su adecuación a la realidad de la observación efectuada.
- La detección, valoración y eliminación de posibles errores groseros de observación.

La precisión de una red se define como la influencia de las variables estocásticas de la red sobre las coordenadas, el valor de estas se puede comprobar en las elipses de error. Elipses absolutas y relativas. Las elipses absolutas representan la influencia de los errores aleatorios sobre las coordenadas y las elipses relativas valoran la precisión entre un par de estaciones.

Tanto el modelo matemático como el modelo estocástico están basados en una serie de suposiciones, a las cuales les denomina hipótesis estadísticas. Una hipótesis nula ( $H_0$ ), es donde los parámetros de la población tendrán unos valores particulares, por lo que para cada hipótesis nula hay un número infinito de hipótesis alternativas. Estas hipótesis pueden tanto ser aceptadas como rechazadas y esto irá en función del nivel de probabilidad de confianza. Para ello se establecen dos niveles de confianza que son alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ).

- Alfa es la probabilidad de rechazar un buena observación.
- Beta es la probabilidad de aceptar una mala observación.

En contraposición de los valores anteriores podemos obtener el nivel de confianza  $1-\alpha$  y el valor  $1-\beta$  es el potencial del test se asocia a la probabilidad de rechazar la hipótesis (Figura 3).

SITUACION	Aceptar $H_0$	Rechazar $H_0$
$H_0$ Verdadera	Decisión correcta: Probabilidad = $1-\alpha$	Error tipo I Probabilidad = $\alpha$
$H_0$ Falsa	Error tipo II Probabilidad $\beta$	Decisión correcta Potencia del test = $1-\beta$

Figura 3 Situación de la hipótesis nula

Como se puede observar en la tabla anterior observamos dos tipos de errores Tipo I y Tipo II.

- Error Tipo I, se rechaza la hipótesis nula cuando es verdadera.
- Error Tipo II, se acepta la hipótesis nula cuando es falsa.

Se aceptan que se logran el equilibrio entre los dos tipos de errores I y II con valores de  $\alpha=0,05$  y  $\beta=0.20$ , el potencial del test es del 80%.

### 2.2.2.1 TEST GLOBAL $X^2$

También llamado del modelo completo, donde se valida o no el ajuste de la red, se emplea para analizar el valor esperado de la varianza a posteriori del observable de peso unidad comparándolo con el valor estimado a priori.

El sistema que se emplea para cifrar el grado de cumplimiento es el test  $X^2$ . La hipótesis nula  $H_0: \hat{\sigma}_0^2 = \sigma_0^2$  y alternativa  $H_1: \hat{\sigma}_0^2 \neq \sigma_0^2$ .

Si se acepta la hipótesis nula, se dice que existe coherencia entre el modelo matemático y estadístico al ser compatible la varianza a posteriori y la varianza a priori. Admitida se analiza su fiabilidad externa, interna y figuras de error.

### 2.2.2.2 PRUEBA F

También llamada prueba global, donde se valida o no el ajuste de la red, se utiliza para comparar dos varianzas de dos muestras que provienen de la misma población. El valor F se define como la división entre el factor de varianza a posteriori y el factor de varianza a priori.

$$F = \frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2}$$

No superar el test global dependerá de:

- Errores groseros
- Modelo matemático incorrecto.
- Modelo estocástico incorrecto

La información de la prueba F no es definitiva ante la aceptación de la hipótesis nula por lo que ante el rechazo de esa deberemos encontrar el error en las observaciones o en las suposiciones planteadas. El rechazo de esta prueba no es la razón del rechazo del ajuste.

### 2.2.2.3 DETECCIÓN DE ERRORES

La detección de errores en la red es la fiabilidad en términos de sensibilidad para detectar valores que exceden los límites promedio y cómo influyen en los resultados. La fiabilidad se divide en interna y externa.

La fiabilidad interna mide el control general y específico de la calidad de los observables, unido a la detección y especificación de particulares errores groseros. En esta fiabilidad se utilizan diversos conceptos:

- Redundancia del observable
- Test de Baarda y test de Pope
- Mínimo error detectable y BNR

La redundancia del observable es un parámetro adimensional y refleja lo bien o mal que esa controlado el observable, el valor de la redundancia se encuentra entre 0 y 1, el sumatorio de las redundancias de todos los observables debe ser igual al número de redundancia del sistema planteado.

Test de Baarda se utiliza para analizar y testear los residuales, es una prueba adimensional que busca errores groseros de forma individual entre los observables. Sirve para conocer si se sigue un distribución normal y centrada, si se encuentra un error grosero esta distribución se desplaza.

Para detectar errores en las observaciones no relacionar se divide la corrección por mínimos cuadrados entre su desviación estándar y esto lo cumple la prueba W que tiene una distribución normal y es más sensible para detectar errores en una de las observaciones.

El valor crítico  $W_{critico}$  depende de la selección del nivel de significación  $\alpha_0$ , si la prueba es rechazada porque el valor a posteriori es mayor que el valor crítico existe una probabilidad  $1-\alpha_0$  de que la observación correspondiente se encuentre fuera de los límites promedio. También existe un probabilidad de que  $\alpha_0$  en la observación no este fuera de dichos límites.

Los valores  $\alpha_0$  se encuentran entre los valores de 0,001 y 0,05. A continuación se muestra una tabla con los valores críticos más comunes para el test de Baarda (Figura 4).

Valores críticos			
Nivel de significado $\alpha$	0,001	0,01	0,05
Valor critico de la prueba W	3,29	2,58	1,96

Figura 4 Valores críticos Test de Baarda o prueba W

Se ha de conocer que es muy importante el hecho de detectar valores que excedan los límites promedio tanto en la prueba F como en la prueba W. Para que esto sucede se fija el valor de la potencia  $\beta$  en 0,80 para ambas pruebas este valor podrá oscilar en  $\pm 10\%$  en los parámetros de los criterios de prueba.

Los valores de significación de la prueba W  $\alpha_0$  se debe de elegir por lo que tenemos que calcular el nivel de significación de la prueba F. Los valores de  $\alpha_0$  y  $\beta$  son fijos por lo que  $\alpha$  dependerá de la redundancia de la red y se incrementará en redes grandes con muchas observaciones y una cantidad considerable de redundancia. En este tipo de pruebas la prueba F no detectara solo un excedente de límite de tolerancia al ser una prueba general no es lo suficientemente precisa para alcanzarlo por lo que no se tendrá en cuenta la prueba F para llevar a cabo el análisis.

Test de Pope o prueba T esta prueba analiza los datos de forma bidimensional o tridimensional a partir de los residuos de los observables, es un test de enorme interés para el cálculo de la red. A diferencia del test de Baarda que es de una dimensión y revisa la hipótesis convencional alternativa la prueba T asume que existe una sola observación incorrecta a la vez.

La prueba T tiene el inconveniente de que no trabaja bien para algunas observaciones por lo que se deben de tomar algunas observaciones como un todo, aunque si es cierto que otras las toma

individualmente muy bien. Por lo que en esta premisa se basa la cantidad de las dimensiones de la prueba T.

Como la prueba T está relacionada con la prueba F, tiene el mismo poder que en las otras pruebas, pero tiene su propio nivel de significancia y su propio valor crítico (Figura 5).

Nivel de significancia/valor crítico para la prueba en 2 dimensiones			
Nivel de significación $\alpha_0$	0,001	0,01	0,05
Nivel de significancia $\alpha$	0,003	0,022	0,089
Valor critico de la prueba T	5,91	3,81	2,42
Nivel de significancia/valor crítico para la prueba en 3 dimensiones			
Nivel de significación $\alpha_0$	0,001	0,01	0,05
Nivel de significancia $\alpha$	0,005	0,037	0,129
Valor critico de la prueba T	4,24	2,83	1,89

Figura 5 Valores críticos Test de Pope o prueba T

Que ambas pruebas den resultados opuestos es común ya que tienen diferentes hipótesis.

## 2.4 SISTEMAS GNSS

Una sistema GNSS es un Sistema de Navegación por Satélite que facilita posicionamiento geoespacial de carácter global. Orbitando sobre la Tierra podemos encontrar muchos sistemas o constelaciones que ofrecen este posicionamiento; en general las constelaciones GNSS de posicionamiento global (GPS, GLONASS, BEIDOU y GALILEO) están estar formadas por una red de satélites entre 24 y 32 repartidos a una altura de entre 21.000 y 25.000 km. Hay muchos otros satélites orbitando que también ayudan al posicionamiento (Figura 6). También podemos encontrar constelaciones que solo ofrecen posicionamiento regional como son QZSS o IRNSS.

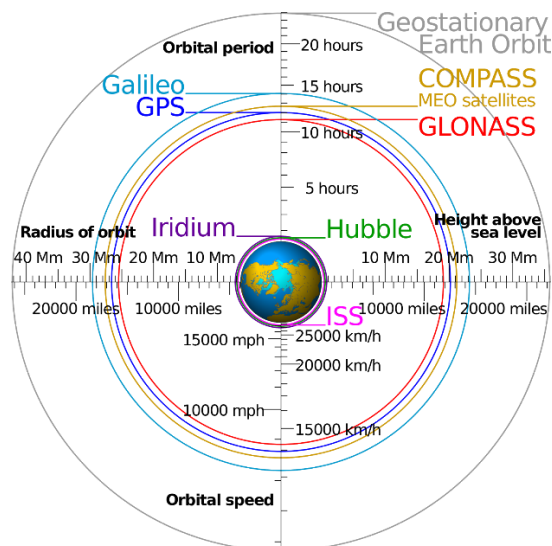


Figura 6 Constelaciones GNSS

A continuación, se explicarán de forma breve las cuatro constelaciones globales más importantes que son GPS, GALILEO, GLONASS y BEIDOU.

### 2.4.1 GPS

La constelación NAVSTAR, que forma el comúnmente conocido sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema desarrollado por el Departamento de Defensa de los EE.UU. Las coordenadas que ofrece están referidas al sistema de referencia WGS84 (World Geodetic System 1984) y los servicios que ofrece este sistema son los siguientes.

El sistema GPS ofrece servicios, aunque otras agencias ofrecen otros dos servicios al usuario que son los siguientes:

- SPS (Servicio de Posicionamiento Estándar), este servicio está disponible y es gratuito para cualquier consumidor.
- PPS (Servicio de Posicionamiento Preciso), este servicio se encuentra modulado y solo puede hacer uso de él personal autorizado principalmente el ejército de los EE.UU.
- PPP (Posicionamiento de Punto Preciso), es un servicio ofrecido por agencias que ofrece posicionamiento mundial preciso. Se encuentra es fase de desarrollo.
- GPS diferencial, mejora la información de las constelaciones y se necesita como en el PPP de estaciones de referencia terrestres.

### 2.4.2 GALILEO

Galileo es el sistema GNSS de Europa, es un proyecto gestionado por la ESA (Agencia Espacial Europea) de carácter civil, busca satisfacer las carencias que generan en Europa los demás sistemas de posicionamiento global. Ofrecerá una gran ampliación de servicios tanto civiles como militares, en los que podemos encontrar los siguientes:

- OS (Open Service), proporciona datos de posicionamiento y sincronización.
- CS (Commercial Service), ofrece mejores servicios que el OS ya que tiene dos señales codificadas.
- SOLS(Safety os Life Service), servicio que se utiliza en transportes donde las vidas de los pasajeros se pudieran poder en peligro.
- SARS (Search and Rescue), mejoraría notablemente el sistema de búsqueda y salvamente y introduciría nuevas funciones.
- PRS (Public Regulated Service), servicio reservado a usuarios autorizados.

### 2.4.3 GLONASS

El sistema GLONASS es de origen ruso y usa el sistema de referencia PZ-90.02 inicialmente se usaba el PZ-90 (Parametry Zemli 90) pero era muy diferente al WGS84 y tuvieron que modificarlos para que se ajustara. Este cambio permitió que se pudiera trabajar con las dos constelaciones mejorando así los servicios ofrecidos.

### 2.4.4 BEIDOU

BEIDOU es de origen chino, anteriormente era de uso regional ya que solo lo podían usar China y países vecinos, pero actualmente busca la tercera generación de satélites que será un sistema global. Su sistema de referencia es el CGCS2000 (China Geodetic Coordinate System 2000).

## 2.5 ESTACIONES PERMANENTES

CORS (Continuously Operating Reference Stations) es una red de referencia de operación continua, que permite mediante un receptor recopilar datos GNSS de manera constante durante todos los días. Esto es lo que definiríamos como estación permanente y en España podemos encontrar la red ERGNSS (Red Geodésica Nacional de Estaciones de Referencia GNSS) administrada por el IGN (Instituto Geográfico Nacional) repartido por todo el territorio español, pero también encontramos otras que son competencia de las comunidades autónomas.

Los objetivos de la red ERGNSS son los siguientes:

- Obtener coordenadas y campos de velocidad precisos en toda la red.
- Ayudar a definir los ITRF (Sistemas de Referencia Globales).
- Formar parte de la Red Europea EUREF de estaciones permanentes (EPN) para la definición del sistema ETRS89.
- Estudios de Geodinámica, troposfera, ionosfera, Meteorológica.
- Correcciones diferencial y RTK.
- Trabajos geodésicos, topográficos, cartográficos.

Este último punto es fundamental para nuestro proyecto ya que necesitaremos los servicios de post-proceso que ofrecen el ERGNSS además de otras instituciones que proporcionan los formatos RINEX que contienen los datos de los observables, los datos de navegación y datos atmosféricos, que será el primer dato que necesitaremos para realizar el proyecto.

## 2.6 EFEMÉRIDES

Cuando queremos calcular un punto con GNSS debemos conocer la posición de los satélites en órbita que se están observando en ese momento y esta información nos la aporta las efemérides precisas que son las que disminuyen los errores. Para obtener dicho cálculo hay instituciones como el IGS (International GNSS Service) que se encargan del cálculo y divulgación de datos GNSS, es una agencia que aporta los datos de los sistemas GPS y GLONASS, por lo que solamente trabajaremos con estos sistemas de navegación.

El cálculo de dichas efemérides se consigue a partir de los datos de navegación que constan de los parámetros orbitales de Kepler y los valores de las correcciones de la efemérides, en total constan de 16 a 20 elementos que se actualizan varias veces al día.

Aunque el IGS proporcione diversas efemérides (Figura 7) en este caso se trabajara con el producto final de IGS.

Type		Accuracy	Latency	Updates	Sample Interval
Broadcast	orbits	~100 cm	real time	--	daily
	Sat. clocks	~5 ns RMS ~2.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (predicted half)	orbits	~5 cm	real time	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~3 ns RMS ~1.5 ns SDev			
Ultra-Rapid (observed half)	orbits	~3 cm	3 - 9 hours	at 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Sat. clocks	~150 ps RMS ~50 ps SDev			
Rapid	orbits	~2.5 cm	17 - 41 hours	at 17 UTC daily	15 min
	Sat. & Stn. clocks	~75 ps RMS ~25 ps SDev			5 min
Final	orbits	~2.5 cm	12 - 18 days	every Thursday	15 min
	Sat. & Stn. clocks	~75 ps RMS ~20 ps SDev			Sat.: 30s Stn.: 5 min

Figura 7 Efemérides IGS

## 2.7 ANTENAS

En las estaciones permanentes los servidores GNSS que se encuentran son equipos de alta precisión multiconstelación donde el receptor no está integrado en la antena y poseen un software especial para tratar los datos. El punto de recepción en la antena no es un lugar medible físicamente y varía en función de la dirección de la señal del satélite que recibe, por lo que generaría un error en el cálculo.

Por lo que para ello se utiliza un archivo que calibra la antena que contiene los elementos de la antena y los preamplificadores, crean un avance de fase de la señal y un retraso antes de pasar la señal al receptor. De esta manera podemos crear un mapa de avance de fase y retardo que depende de la posición del satélite en un marco centrado en la antena.

## 2.8 POSICIONAMIENTO RELATIVO

El cálculo de las líneas base es un cálculo relativo de las estaciones que consiste en la determinación de los componentes del vector que une dos puntos, en este caso al ser 8 estaciones habrá 7 líneas base linealmente independientes. Estos componentes se pueden obtener mediante incrementos de coordenadas o en la determinación del azimut, de la distancia relativa y la diferencia de altura. Este posicionamiento se puede calcular mediante pseudodistancia o medidas de fase.

Generalmente se trabaja con medidas de fase ya que su precisión es milimétrica y consiste en la observación de dos estación a dos satélites en dos épocas de tiempo muy próximos y con ello se pueden generar combinaciones lineales que eliminen o disminuyan los errores sistemáticos.

Una vez se han obtenido todas las línea base podremos realizar el ajuste en la red y tenemos las coordenadas compensadas.

# 3º CAPÍTULO

## DATOS



### 3.1 FICHEROS DE OBSERVACION

Para poder realizar el cálculo de las redes geodésicas deberemos descargar los ficheros de observaciones, en este caso constará de dos redes geodésicas, la primera a la que haremos mención en algún punto del proyecto como “largas” referido a ser largas distancias constará de ocho estaciones permanentes repartidas por toda la Península Ibérica y estará formada por las siguientes estaciones (Figura 8).

Localización	Código IDN	Latitud(gg mm ss)			Longitud(gg mm ss)			h (elipsoidal)
Alcañiz, Teruel	ALC1 19370M002	41	3	28,41839	0	8	43,10102	397,639
Cáceres, Extremadura	CACE 13447M001	39	28	43,89817	6	20	30,42692	436,501
Cartagena, Murcia	CARG 19412M001	37	35	47,75029	0	58	25,87933	57,321
Palos de la Frontera, Huelva, Andalucía	HUEL 13451M001	37	11	59,92334	6	55	13,07859	81,842
Lazkao, Gipuzkoa	LAZK 19354S001	43	2	4,40742	2	11	12,91586	226,455
Málaga, Andalucía	MALA 13443M001	36	43	34,00321	4	23	36,71982	119,83
Toro, Zamora	TORO 19332M001	41	31	20,79298	5	23	27,66801	806,955
Gijón, Asturias	XIXO 19480M001	43	34	12,40839	5	42	6,85937	156,524

Figura 8 Coordenadas Península Ibérica

Los datos de observaciones se descargarán en dos días: el primer día, será el 03/02/2020 el día del año es el 34 y el segundo el 10/02/2020 el día del año es el 41, esto es importante para cuando descarguemos los datos. Seis de las estaciones son de la red de estaciones permanentes GNSS (ERGNSS) administradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) (Figura 9), las dos restantes son la LAZK que es de red RGE del País Vasco (Figura 10) y la estación TORO que de la red ITACyL (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León) (Figura 11).

Todos los ficheros de observación serán diarios a 30 segundos.

Los observables de los dos días se descarga en los siguientes links:

<https://www.ign.es/web/ign/portal/gds-gnss-datos-rinex> (IGN)



Figura 9 Página web IGN

<http://www.gps2.euskadi.net/descargas.php?pathrinex=F%3A%5CRINEX+Web%5CDiarios+30s%5C2020&file=Feb> (RGE País Vasco)



Figura 10 Página web RGE País Vasco

[http://ftp.itacyl.es/RINEX/diario\\_30s/2020/?C=N;O=A](http://ftp.itacyl.es/RINEX/diario_30s/2020/?C=N;O=A) (ITACyL)

Index of /RINEX/diario\_30s/2020

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory	-	-	-
001	2020-02-07 12:29	-	-
002	2020-02-07 12:29	-	-
003	2020-02-07 12:28	-	-
004	2020-02-07 12:28	-	-
005	2020-02-07 12:28	-	-
006	2020-02-07 12:28	-	-
007	2020-02-07 12:28	-	-
008	2020-02-07 12:27	-	-
009	2020-02-07 12:27	-	-
010	2020-02-07 12:27	-	-
011	2020-02-07 12:27	-	-
012	2020-01-15 03:06	-	-
013	2020-02-07 12:27	-	-
014	2020-02-07 12:26	-	-
015	2020-02-07 12:26	-	-
016	2020-02-07 12:26	-	-
017	2020-02-07 12:25	-	-
018	2020-02-07 12:25	-	-
019	2020-02-07 12:25	-	-
020	2020-01-22 05:16	-	-
021	2020-02-07 12:25	-	-
022	2020-02-07 12:24	-	-
023	2020-02-07 12:24	-	-
024	2020-02-07 12:24	-	-
025	2020-02-07 12:24	-	-
026	2020-02-07 12:23	-	-
027	2020-02-07 12:23	-	-
028	2020-02-07 12:22	-	-
029	2020-02-07 12:22	-	-
030	2020-02-07 12:22	-	-
031	2020-02-06 05:47	-	-

Figura 11 Página web ITACyL

De estas tres páginas podemos descargar los 16 ficheros de observación, 8 por cada día.

Una vez ya tenemos las coordenadas de las estaciones repartidas por la Península Ibérica, vamos a realizar un estudio de estaciones permanentes con una distancia menor para ello vamos a descargar datos de la RED ERVA de la Comunidad Valenciana, también serán 8 estaciones (Figura 12).

Las observaciones también serán tomadas de dos días el primer día es el 05/02/2020 es el día 36 del año y el segundo día es el 12/02/2020, el 43 día del año.

Localización	Código IDN	Latitud(gg mm ss)			Longitud(gg mm ss)			h (elipsoidal)
Aiora	AIO2	39	3	40,86545	1 W	3	33,08266	662,869
Alcoi	ALCO	38	41	52,74421	0 W	28	24,77017	640,074
Aras de los Olmos	ARAS	39	56	42,05189	1 W	6	5,678593	1321,22
Burriana	BORR	39	54	18,63711	0 W	4	59,56917	72,889
Denia	DENI	38	50	5,19912	0 E	6	13,18064	69,655
Utiel	UTIE	39	34	7,24282	1 W	12	30,91836	799,666
Pinedo-Valencia	VCIA	39	26	8,54508	0 W	20	38,05808	62,928
Villajoyosa	VJOI	38	31	48,03545	0 W	11	54,12633	117,0846

Figura 12 Coordenadas Comunidad Valenciana

Para obtener los ficheros de observación solo deberemos de ir a página de ERVA (Figura 13).

<http://www.icv.gva.es/es/web/icv-erva/rinex-24h/Diario30seg/2020/> (ERVA)

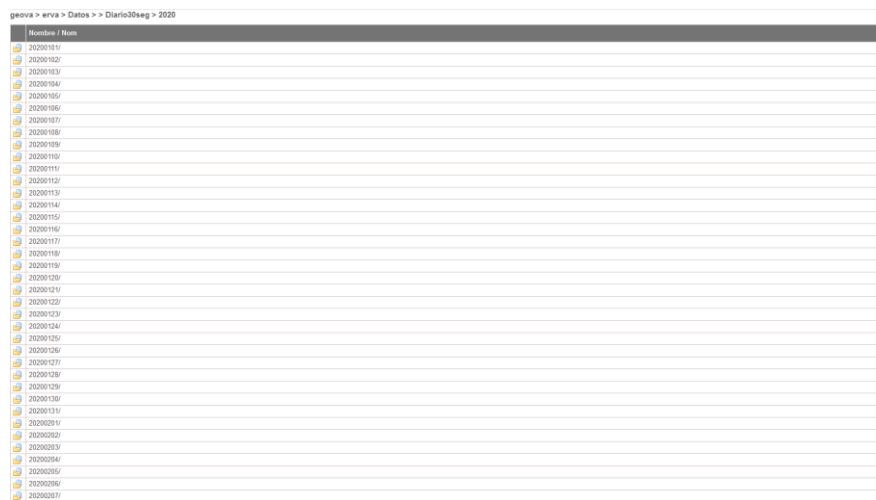


Figura 13 Página web Rinex ERVA

### 3.2 EFEMÉRIDES

Una vez ya tenemos todas las observaciones necesitaremos las efemérides de los cuatro días.

Las efemérides son las posiciones de los satélites, para descargar las efemérides de cada uno de los días utilizaremos la siguiente página donde podremos descargar las efemérides de las constelaciones GPS y GLONASS (Figura 14). Las efemérides GPS serán las igs y las GLONASS son la igs de esa manera se diferencian entre las dos.

<http://www.gnsscalendar.com/>

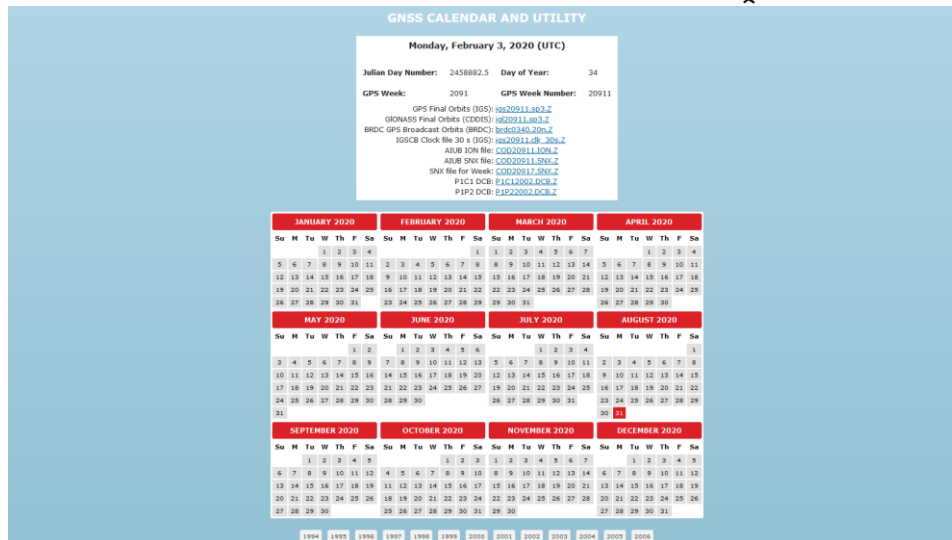


Figura 14 GNSS calendario y efemérides

### 3.3 CALIBRACION DE LAS ATENAS

Por último, debemos de descargar el archivo con la calibración de las antenas que nos sirve para poder calcular las redes de forma correcta sin estas calibraciones no podríamos calcularlas. Este archivo se puede descargar en muchos sitios como por ejemplo en la página del IGS. Utilizaremos en este caso el igs14.atx (Figura 15).

<ftp://ftp.igs.org/pub/station/general/>

Índice de <ftp://ftp.igs.org/pub/station/general/>

Subir al directorio superior.

Nombre	Tamaño	Última modificación
Archivo: IGS Site Guidelines July 2015.pdf	3162 KB	16/07/2015 2:00:00
Archivo: antenna.gra	167 KB	07/08/2020 16:42:00
Archivo: antenna_README.pdf	128 KB	01/11/2017 1:00:00
Archivo: antex14.txt	24 KB	15/09/2010 2:00:00
Archivo: blank.log	13 KB	29/09/2016 2:00:00
historicaldata		29/11/2005 1:00:00
Archivo: igs.snx	689 KB	27/08/2020 23:22:00
Archivo: igs.snx.emails	2 KB	30/08/2015 2:00:00
Archivo: igs.snx.err	14 KB	27/08/2020 23:22:00
Archivo: igs.snx.gz	137 KB	27/08/2020 23:22:00
igs05.atx		27/01/2012 1:00:00
igs08.atx		27/10/2017 2:00:00
igs14.atx		14/08/2020 12:25:00
Archivo: igs14.gz	3173 KB	14/08/2020 12:25:00
Archivo: igs14_2118.atx	16666 KB	14/08/2020 16:06:00
Archivo: igs_01.atx	114 KB	30/07/2007 2:00:00
Archivo: igs_01.pcv	39 KB	26/07/2007 2:00:00
Archivo: igs_01.txt	42 KB	07/12/2000 1:00:00
Archivo: igs_with_former.snx	831 KB	27/08/2020 23:22:00
Archivo: igs_with_former.snx.err	14 KB	03/09/2015 2:00:00
Archivo: logerr.faq	5 KB	12/01/2009 1:00:00
Archivo: loghist.txt	1781 KB	27/08/2020 23:22:00
Archivo: loghist.txt.gz	172 KB	27/08/2020 23:22:00
Archivo: logsum.txt	107 KB	27/08/2020 23:22:00
Archivo: logsum.txt.gz	30 KB	27/08/2020 23:22:00

Figura 15 Página web calibración de antena

Estos serían todos los datos necesarios para poder comenzar con el cálculo de las redes geodésicas.

# 4º CAPÍTULO

## TRIMBLE BUSINESS CENTER

## 4.1 TRIMBLE BUSINESS CENTER

El programa Trimble Business Center es un software CAD de la casa Trimble especializado en Topografía que permite obtener datos GNSS de alta exactitud, generar entregables CAD y trabajar con dichos datos durante todo el proyecto. Dicho programa tiene diversas funciones para la Topografía, pero en este proyecto nos basaremos en el procesado y ajuste de datos GNSS.

A continuación, se explicarán los pasos que se han seguido para la correcta realización del proceso y la obtención de los resultados deseados.

Al iniciar el programa deberemos de generar un nuevo proyecto. Una vez tenemos ya el proyecto debemos de entrar en Opciones de configuración del proyecto donde seleccionaremos tanto el sistema de coordenadas como el procesamiento de líneas base y los valores del ajuste de red. En primer lugar, vamos a Sistema de coordenadas → Modelo geoides y datum vertical (Figura 16). Como modelo de geoides utilizaremos el EGM 2008 REDNAP. En cuanto al datum vertical no ponemos nada ya que es solo para que no salga en el informe.

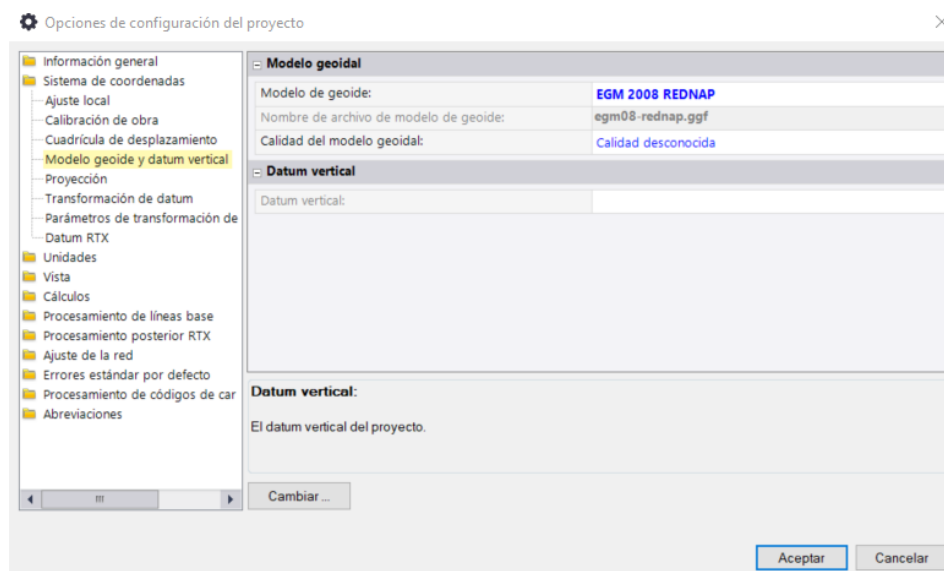


Figura 16 Modelo geoides y datum vertical

Después iremos a Proyección y elegiremos el Spain/ETRS89 y el huso que deseamos en este caso el Huso 30 (Figura 17).

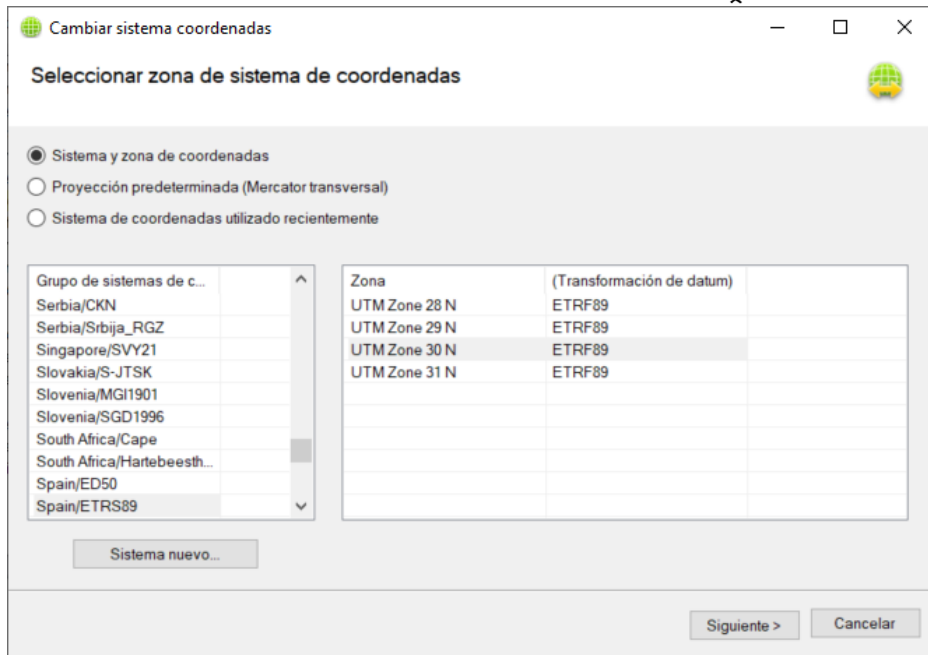


Figura 17 Sistema de coordenadas

Una vez ya tenemos definido el sistema de coordenadas pasaremos al procesamiento de líneas base donde debemos cambiar el tipo de efemérides (Figura 18).

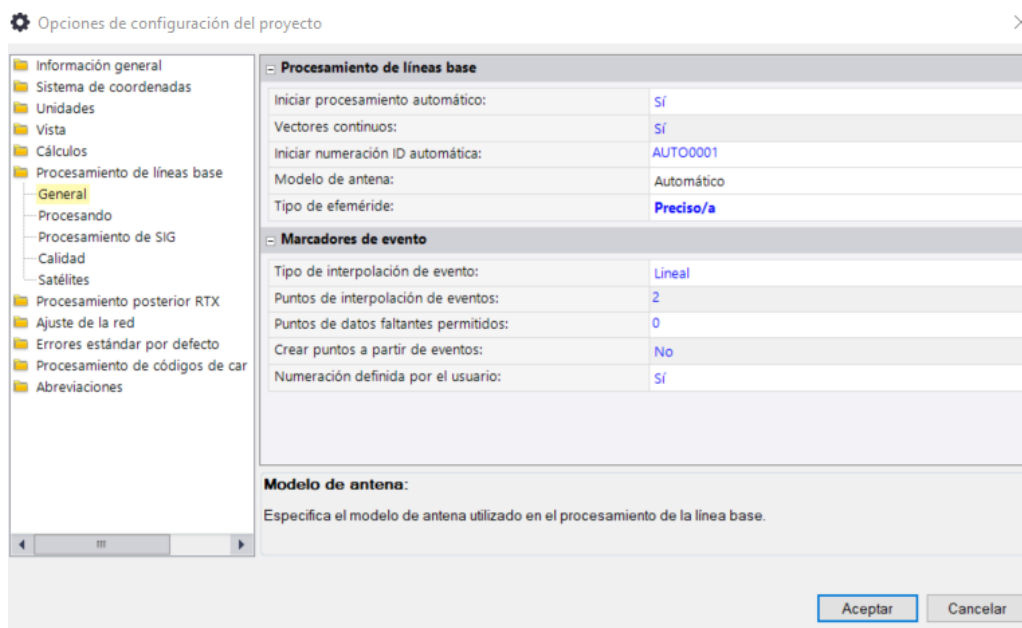


Figura 18 General líneas base

En cuanto al ajuste de la red, dejaremos los valores por defecto (Figura 19 y 20).

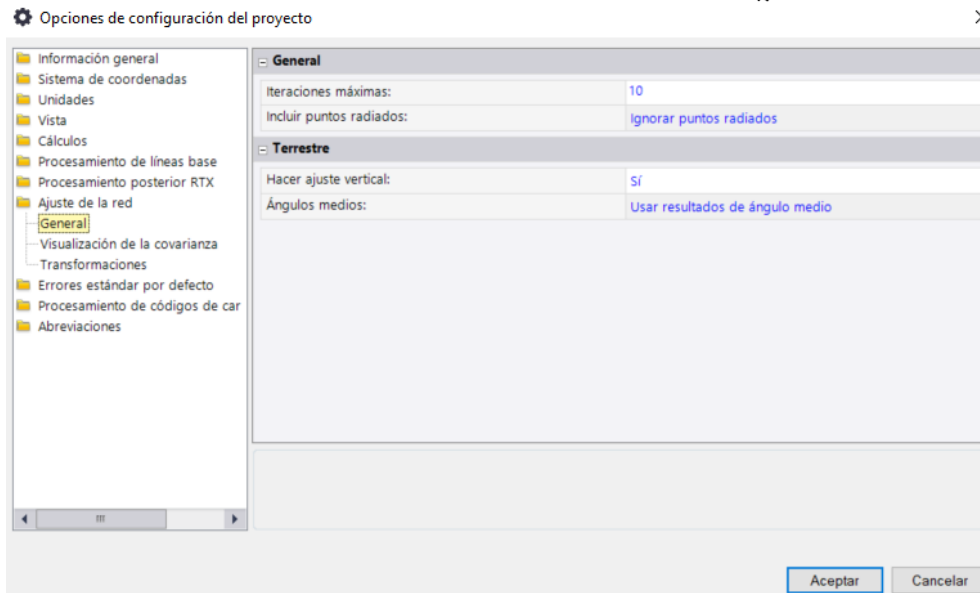


Figura 19 General ajuste de la red

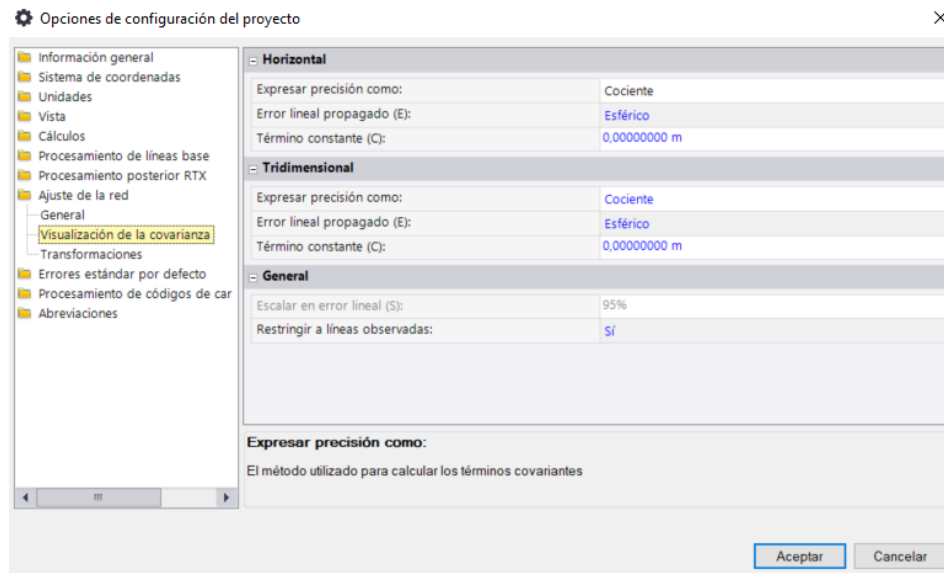


Figura 20 Covarianza ajuste de la red

Una vez hemos hecho esto podemos cargar los datos (Figura 21), esto se realiza arrastrando tanto las observaciones como las efemérides.

Una vez cargado los datos se calculará la posición relativa o líneas base de todos los puntos y a partir de estas podremos realizar el ajustes. Este proceso se detallará a continuación más en profundidad.



Comprobación datos brutos del receptor

Vista de puntos

Importa	ID de punto	Nombre de arc	Hora de inicio	Hora final	Duración	Código de cara	Enviar a RTX-PP
<input checked="" type="checkbox"/>	CARG	CARG0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	LAZK	LAZK0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	MALA	MALA0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	ALC1	ALC10340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	CACE	CACE0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	HUEL	HUEL0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	TORO	toro0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	XIXO	XIXO0340.200	03/02/2020 0:59:42	04/02/2020 0:59:12	1.00:00:00		<input type="checkbox"/>

Punto: Antena Receptor

Modelo de antena: Automático

Restablecer Aceptar Cancelar

Figura 21 Carga de datos largas distancias

En primer lugar, cargamos el primer día, en este caso de las estaciones repartidas por toda la península Ibérica y realizamos un cálculo de las líneas base, este programa las calcula mediante una inversa entre dos puntos conocidos y derivando un vector de inicialización, este vector se utiliza para resolver las ambigüedades.

Se calcularán todas las líneas para comprobar si los datos son fiables, este paso también se realizará con los datos del segundo día. Para comprobar la calidad de las líneas base el programa nos ofrece el RCM (Proceso de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) que es la norma ISO 14224, este valor nos sirve para comprobar cuales son las mejores líneas base (Figura 22).

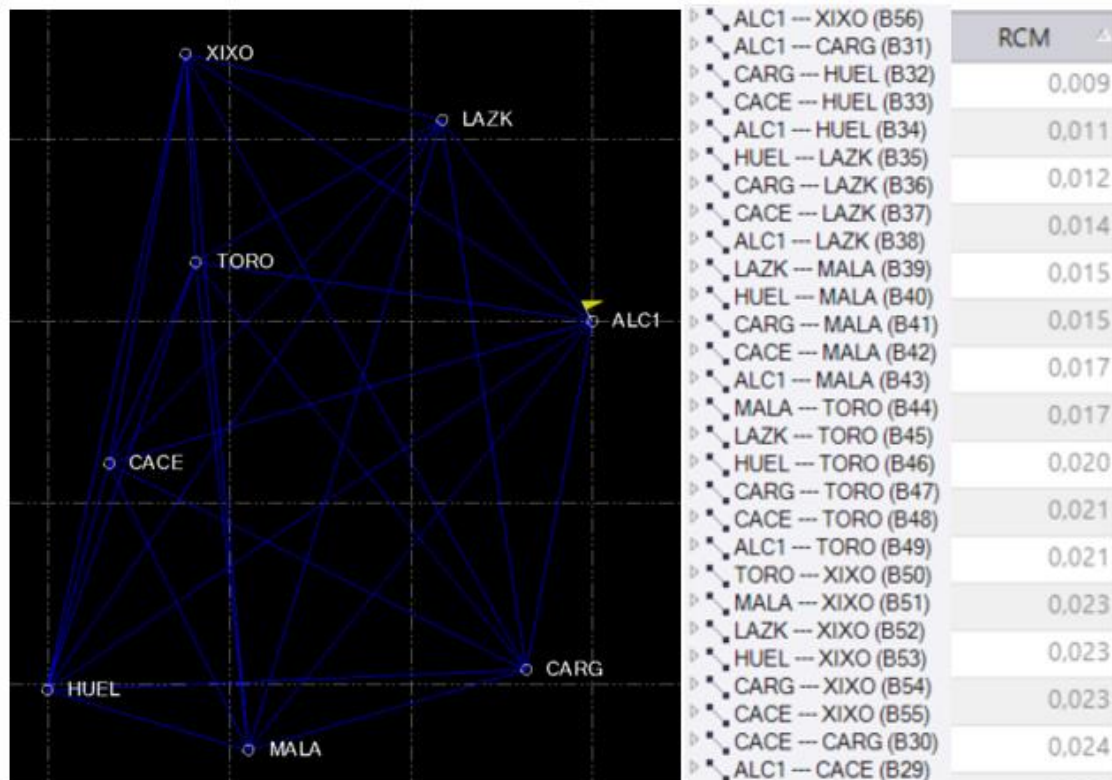


Figura 22 Día 1 Calculo de las líneas base

Una vez ya tenemos seleccionadas las líneas base realizamos un ajuste red libre donde obtenemos el informe del ajuste, de esta manera podemos estudiar la calidad de las líneas base

mediante dos estudios, este solo nos mostrara si tenemos algún dato con error que no podamos asumir para usarla en las definitivas. En el informe podemos observar que solamente una línea base no pasa la prueba de errores (Figura 23).

ID de observación	Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual	
ALC1 → CARG (PV31)	Acimut	190°47'46"	0,002 seg	0,014 seg	3,685
	ΔAlt.	-340,266 m	0,021 m	-0,009 m	-0,188
	Dist. elip.	390857,968 m	0,005 m	-0,002 m	-0,153

Figura 23 Errores groseros día 1

Este no deberemos tenerlo en cuenta más que de carácter informativo no influye en el ajuste final de las coordenadas. Después deberemos de realizar el mismo tipo de ajuste para poder comprobar si en el segundo día podemos encontrar algún error para poder desecharlo.

En el segundo día no encontramos ningún error grosero por lo que podemos tener en cuenta todas las líneas base para el cálculo de la red.

Una vez ya hemos realizado un estudio de los datos de los dos días podremos calcular la red geodésica, para ello deberemos de observar cuales son las mejores líneas base en cada día.

Para ello debemos de procesar las líneas base y observar cuales son las mejores que en este caso serán de 7 por día debido a que tenemos 8 estaciones y como se ha explicado en la parte teórica necesitamos dos estaciones para el cálculo, un total de 14 líneas para discriminar la calidad usaremos el valor de RCM y una vez elegimos la mejor conexión sin generar redundancias, las guardamos. Una vez tenemos las líneas base seleccionadas, en este caso se comenzó por las del primer día (Figura 24), ya que el programa no permite calcular los dos días a la vez. Cuando ya se han seleccionado debemos de inhabilitar la línea base ya que cuando carguemos los datos del día dos y queramos generar las líneas base no podríamos (Figura 24). Una vez se tienen claro cuáles son las líneas base mediante el RCM podemos mediante el ajuste realizado anteriormente comprobar si esas líneas base son óptimas (Figura 25-26).

Una vez tenemos comprobado que las líneas base son las más óptimas podremos generar el ajuste donde obtendremos las coordenadas de los puntos sin ningún tipo de errores sistemáticos, el cálculo que realiza el programa es mediante mínimos cuadrados.

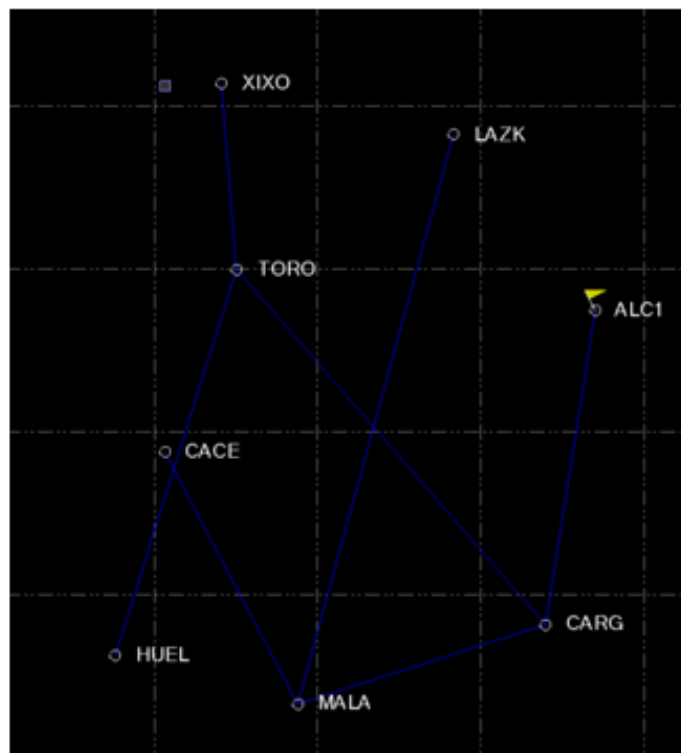
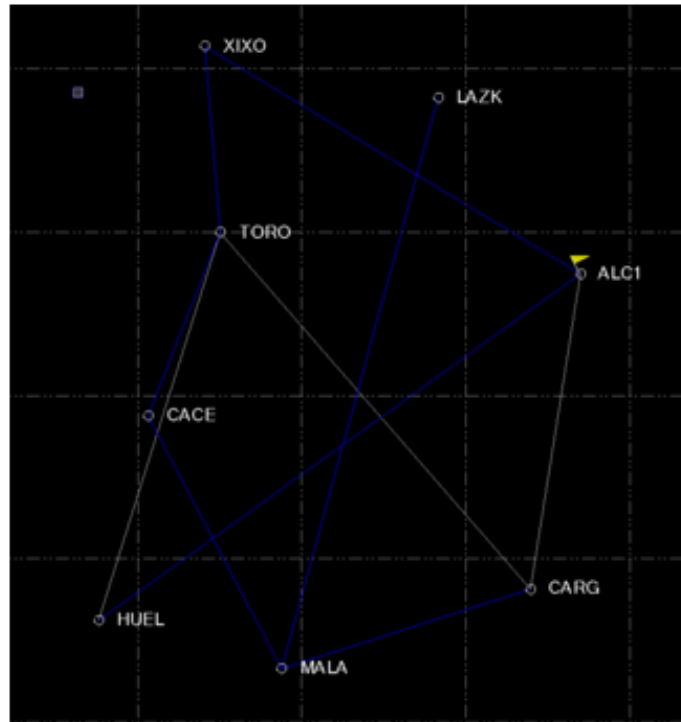


Figura 24 Líneas base día 1 y 2

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
CARG --> MALA (PV41)	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	0,000 seg	0,710
	$\Delta$ Alt.	62,555 m	0,010 m	-0,002 m	-0,643
	Dist. elip	318716,540 m	0,002 m	0,001 m	1,043
LAZK --> MALA (PV39)	Acimut	195°47'59"	0,001 seg	0,000 seg	-1,311
	$\Delta$ Alt.	-106,533 m	0,015 m	0,002 m	0,301
	Dist. elip	725352,897 m	0,004 m	-0,001 m	-0,565
ALC1 --> CARG (PV31)	Acimut	267°01'56"	0,002 seg	0,002 seg	0,688
	$\Delta$ Alt.	24,586 m	0,022 m	0,010 m	0,151
	Dist. elip	528276,367 m	0,004 m	0,037 m	2,931
CACE --> MALA (PV42)	Acimut	150°10'39"	0,002 seg	0,002 seg	1,214
	$\Delta$ Alt.	-316,664 m	0,019 m	0,006 m	0,339
	Dist. elip	350063,846 m	0,004 m	0,002 m	0,328
HUEL --> TORO (PV46)	Acimut	14°52'35"	0,001 seg	0,000 seg	0,373
	$\Delta$ Alt.	725,029 m	0,015 m	0,002 m	0,164
	Dist. elip	497635,360 m	0,004 m	-0,001 m	-0,334
CARG --> TORO (PV47)	Acimut	320°20'05"	0,001 seg	-0,002 seg	-1,420
	$\Delta$ Alt.	749,615 m	0,019 m	-0,021 m	-1,039
	Dist. elip	577830,288 m	0,004 m	0,011 m	1,767
TORO --> XIXO (PV50)	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	0,000 seg	-0,352
	$\Delta$ Alt.	-650,423 m	0,010 m	-0,001 m	-0,136
	Dist. elip	228891,633 m	0,002 m	0,000 m	-0,268

Figura 25 Precisión líneas base día 1

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
ALC1 --> XIXO (PV84)	Acimut	303°11'52"	0,001 seg	0,000 seg	-0,141
	$\Delta$ Alt.	-241,083 m	0,014 m	-0,005 m	-0,595
	Dist. elip	536222,165 m	0,003 m	-0,003 m	-1,274
ALC1 --> HUEL (PV62)	Acimut	236°00'25"	0,001 seg	0,000 seg	0,237
	$\Delta$ Alt.	-315,680 m	0,017 m	0,000 m	0,004
	Dist. elip	725317,265 m	0,004 m	0,001 m	0,221
LAZK --> MALA (PV67)	Acimut	195°47'59"	0,001 seg	0,000 seg	-0,625
	$\Delta$ Alt.	-106,549 m	0,014 m	0,003 m	0,366
	Dist. elip	725352,901 m	0,004 m	0,002 m	0,713
CARG --> MALA (PV69)	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	0,000 seg	-0,319
	$\Delta$ Alt.	62,556 m	0,010 m	0,001 m	0,447
	Dist. elip	318716,541 m	0,002 m	-0,001 m	-1,597
CACE --> MALA (PV70)	Acimut	150°10'39"	0,002 seg	0,002 seg	0,734
	$\Delta$ Alt.	-316,679 m	0,019 m	-0,009 m	-0,377
	Dist. elip	350063,851 m	0,004 m	-0,004 m	-0,585
TORO --> XIXO (PV78)	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	0,000 seg	-1,025
	$\Delta$ Alt.	-650,437 m	0,010 m	0,001 m	0,300
	Dist. elip	228891,633 m	0,003 m	-0,001 m	-0,918
CACE --> TORO (PV76)	Acimut	19°14'42"	0,002 seg	0,000 seg	-0,156
	$\Delta$ Alt.	370,396 m	0,012 m	-0,001 m	-0,168
	Dist. elip	240809,925 m	0,003 m	-0,001 m	-0,226

Figura 26 Precisión líneas base día 2

Para realizar el ajuste ligado entre los dos días debemos de fijar estaciones, en este caso se han elegido dos estaciones que serán por las que pasen más líneas base que son TORO y MALA. Esto se realiza simplemente marcando en el programa que la estación sea punto de control. Una vez se realiza este paso podemos ejecutar el ajuste, las condiciones de dicho ajuste se pueden observar en las figuras anteriores (Figura 19-20) una vez se genera el ajuste obtenemos las elipses de error horizontal y vertical de cada estación de manera visual en los puntos y estos datos los podemos encontrar en el informe, con esto ya obtenemos las coordenadas geodésicas (Figura 27), el programa ofrece coordenadas ECEF o más que son coordenadas con sus desviaciones típicas y elipses de error (Figura 28).

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)
ALC1	N41°03'28,41843"	A0°08'43,10106"	397,64	0,017
CACE	N39°28'43,89721"	A6°20'30,42641"	436,599	0,012
CARG	N37°35'47,75070"	A0°58'25,87878"	57,366	0,013
HUEL	N37°11'59,92252"	A6°55'13,07761"	81,96	0,019
LAZK	N43°02'04,40710"	A2°11'12,91669"	226,466	0,017
MALA	N36°43'34,00274"	A4°23'36,71904"	119,923	0,013
TORO	N41°31'20,79197"	A5°23'27,66803"	806,997	0,01
XIXO	N43°34'12,40725"	A5°42'06,86033"	156,568	0,011

Figura 27 Coordenadas finales largas distancias

La interacciones que realiza el programa son hasta un máximo de 10 para encontrar un ajuste exitoso en este caso ha necesitado 2. En cuanto a la prueba de chi al cuadrado ha sido pasada con un nivel de confianza de la precisión de un 95%. El factor de referencia es del 0,93. Estos valores tanto como las desviaciones serán estudiadas más en profundidad en capítulos siguientes.

ID de punto	Semieje mayor (Metro)	Semieje menor (Metro)	Acimut
ALC1	0,005	0,004	161°
CACE	0,004	0,002	171°
CARG	0,004	0,003	159°
HUEL	0,006	0,004	15°
LAZK	0,006	0,004	179°
MALA	0,004	0,003	157°
TORO	0,003	0,002	162°
XIXO	0,004	0,002	165°

Figura 28 Elipses de error largas

En cuanto al valor crítico de Tau es 3,2, este valor es por defecto en el ajuste y a partir de este podemos saber si alguna observación falla esta prueba para esto nos ofrece un histograma donde tenemos las desviaciones de los resultados (Figura 29).

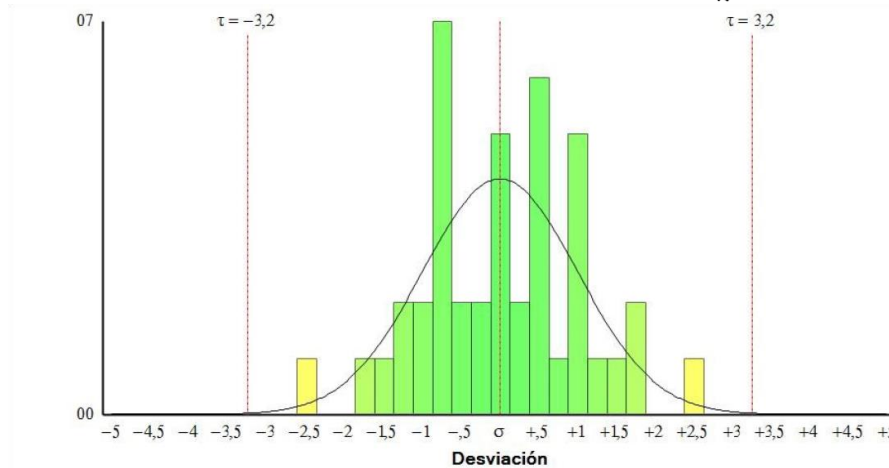


Figura 29 Histograma de las desviaciones

El programa nos ofrece las observaciones GNSS ajustadas (Figura 30), esta encontramos todas las líneas base a diferencia de los términos de covarianza (Figura 31) que nos encontramos con 10 y no 14 esto es debido a que hay líneas base repetidas entre los dos días por lo que al ser el mismo valor el programa lo omite en este.

ID de observación	Observación	Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
MALA --> LAZK (PV67)	Acimut	14°22'57"	0,001 seg	0,001 seg	2,418
	ΔAlt.	106,543 m	0,013 m	-0,008 m	-1,155
	Dist. elip	725352,899 m	0,004 m	0,000 m	0,188
LAZK --> MALA (PV123)	Acimut	195°47'59"	0,001 seg	-0,001 seg	-2,416
	ΔAlt.	-106,543 m	0,013 m	-0,008 m	-1,159
	Dist. elip	725352,899 m	0,004 m	0,001 m	0,445
TORO --> XIXO (PV78)	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	0,000 seg	0,66
	ΔAlt.	-650,429 m	0,008 m	0,009 m	1,841
	Dist. elip	228891,633 m	0,002 m	-0,001 m	-0,697
CARG --> ALC1 (PV59)	Acimut	10°16'15"	0,003 seg	0,003 seg	1,668
	ΔAlt.	340,274 m	0,026 m	-0,006 m	-0,196
	Dist. elip	390857,969 m	0,006 m	0,000 m	0,04
TORO --> XIXO (PV134)	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	0,000 seg	-0,984
	ΔAlt.	-650,429 m	0,008 m	-0,006 m	-1,663
	Dist. elip	228891,633 m	0,002 m	0,000 m	0,488
CARG --> TORO (PV75)	Acimut	320°20'05"	0,001 seg	-0,001 seg	-1,458
	ΔAlt.	749,631 m	0,020 m	-0,010 m	-0,763
	Dist. elip	577830,289 m	0,005 m	-0,001 m	-0,373
CACE --> MALA (PV126)	Acimut	150°10'39"	0,002 seg	0,002 seg	1,379
	ΔAlt.	-316,677 m	0,020 m	-0,007 m	-0,484
	Dist. elip	350063,848 m	0,005 m	0,004 m	0,928
CACE --> TORO (PV132)	Acimut	19°14'42"	0,001 seg	0,000 seg	-1,041
	ΔAlt.	370,397 m	0,012 m	0,002 m	1,111
	Dist. elip	240809,922 m	0,003 m	0,001 m	1,156
CARG --> MALA (PV69)	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	0,000 seg	1,108
	ΔAlt.	62,556 m	0,007 m	0,002 m	0,421
	Dist. elip	318716,541 m	0,001 m	-0,001 m	-0,702
ALC1 --> XIXO (PV140)	Acimut	303°11'52"	0,001 seg	0,000 seg	1,02
	ΔAlt.	-241,072 m	0,018 m	0,000 m	0,053
	Dist. elip	536222,162 m	0,004 m	-0,001 m	-0,808
MALA --> CACE (PV70)	Acimut	331°22'49"	0,002 seg	-0,001 seg	-0,804
	ΔAlt.	316,677 m	0,020 m	0,007 m	0,411
	Dist. elip	350063,848 m	0,005 m	0,005 m	1,018
TORO --> HUEL (PV74)	Acimut	195°50'49"	0,001 seg	0,000 seg	0,138
	ΔAlt.	-725,037 m	0,020 m	0,000 m	-0,032
	Dist. elip	497635,361 m	0,005 m	-0,002 m	-0,761
CARG --> MALA (PV125)	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	0,000 seg	-0,758
	ΔAlt.	62,556 m	0,007 m	0,000 m	-0,125
	Dist. elip	318716,541 m	0,001 m	0,000 m	0,554
ALC1 --> HUEL (PV118)	Acimut	236°00'25"	0,001 seg	0,000 seg	-0,5
	ΔAlt.	-315,680 m	0,023 m	0,000 m	-0,025
	Dist. elip	725317,263 m	0,006 m	0,002 m	0,573

Figura 30 Observaciones ajustadas largas

Punto de origen	Al punto		Componentes	Error a posteriori	Precisión horiz. (Cociente)	Precisión 3D (Cociente)
ALC1	CARG	Acimut	190°47'46"	0,003 seg	1 : 72056459	1 : 31655685
		ΔAlt.	-340,274 m	0,026 m		
		ΔElev.	-339,956 m	0,026 m		
		Dist. elip	390857,969 m	0,006 m		
ALC1	HUEL	Acimut	236°00'25"	0,001 seg	1 : 157705066	1 : 68298385
		ΔAlt.	-315,680 m	0,023 m		
		ΔElev.	-317,127 m	0,023 m		
		Dist. elip	725317,263 m	0,005 m		
ALC1	XIXO	Acimut	303°11'52"	0,001 seg	1 : 146644284	1 : 63975513
		ΔAlt.	-241,072 m	0,018 m		
		ΔElev.	-243,881 m	0,018 m		
		Dist. elip	536222,162 m	0,004 m		
CACE	MALA	Acimut	150°10'39"	0,002 seg	1 : 82050020	1 : 37120268
		ΔAlt.	-316,677 m	0,020 m		
		ΔElev.	-310,574 m	0,020 m		
		Dist. elip	350063,848 m	0,005 m		
CACE	TORO	Acimut	19°14'42"	0,001 seg	1 : 116588494	1 : 46010359
		ΔAlt.	370,397 m	0,012 m		
		ΔElev.	369,831 m	0,012 m		
		Dist. elip	240809,922 m	0,003 m		
CARG	MALA	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	1 : 263288529	1 : 96556505
		ΔAlt.	62,556 m	0,007 m		
		ΔElev.	64,093 m	0,007 m		
		Dist. elip	318716,541 m	0,001 m		
CARG	TORO	Acimut	320°20'05"	0,001 seg	1 : 130968171	1 : 59368772
		ΔAlt.	749,631 m	0,020 m		
		ΔElev.	744,498 m	0,020 m		
		Dist. elip	577830,289 m	0,005 m		
HUEL	TORO	Acimut	14°52'35"	0,001 seg	1 : 117166109	1 : 52169048
		ΔAlt.	725,037 m	0,020 m		
		ΔElev.	721,670 m	0,020 m		
		Dist. elip	497635,361 m	0,005 m		
LAZK	MALA	Acimut	195°47'59"	0,001 seg	1 : 252622043	1 : 115057662
		ΔAlt.	-106,543 m	0,013 m		
		ΔElev.	-104,660 m	0,013 m		
		Dist. elip	725352,899 m	0,004 m		
TORO	XIXO	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	1 : 153521271	1 : 61841063
		ΔAlt.	-650,429 m	0,008 m		
		ΔElev.	-648,424 m	0,008 m		
		Dist. elip	228891,633 m	0,002 m		

Figura 31 Covarianza líneas base largas

Una vez se han obtenido los resultado del ajuste, finalizaríamos con estos datos y empezariamos con la estaciones repartidas en una zona más reducida como es la Comunidad Valenciana (Figura 32).

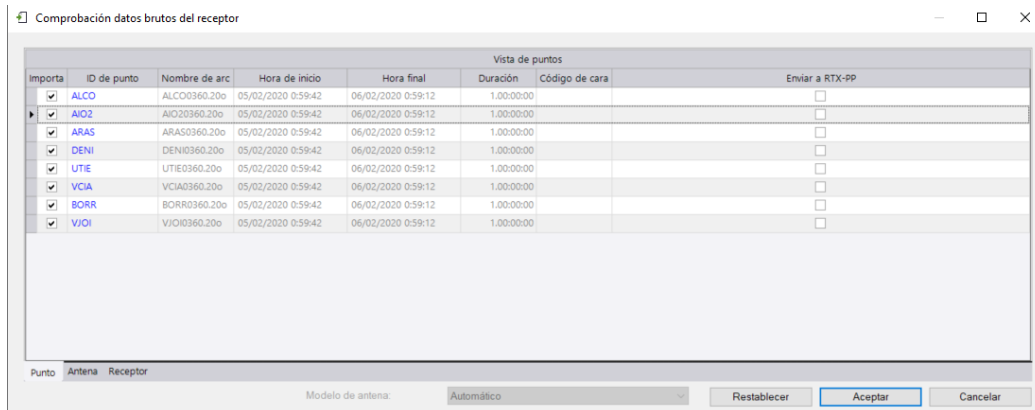


Figura 32 Carga de los datos cortas distancias

Realizando los mismos pasos que en el proceso anterior realizamos un ajuste para el primer día para discriminar posibles errores y tenerlo en cuenta para la elección de las líneas base, en el primer día encontramos únicamente el siguiente error (Figura 33) es la línea base que se genera entre las estaciones de ALCO y BORR.

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
ALCO -> BORR (PV145)	Acimut	13°58'43"	0,002 seg	-0,001 seg	-0,332
	AAlt.	-567,330 m	0,009 m	-0,063 m	-6,033
	Dist. elip.	138188,002 m	0,002 m	0,006 m	2,092

Figura 33 Errores groseros día 1

En cuanto al segundo día también encontramos un error que deberemos de tener en cuenta que es el mismo error que en el primer día ALCO y BURR (Figura 34).

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
ALCO -> BORR (PV173)	Acimut	13°58'43"	0,003 seg	-0,001 seg	-0,367
	AAlt.	-567,320 m	0,012 m	-0,077 m	-5,707
	Dist. elip.	138188,001 m	0,002 m	0,003 m	0,731

Figura 34 Errores groseros día 2

Una vez ya hemos hecho los dos análisis y descartamos los errores groseros podemos obtener las líneas base con más precisión para calcular la red geodésica. Para esto utilizaremos como en el anterior ajuste el RCM donde seleccionaremos la combinación con menor valor. Se puede observar que el primer día (Figura 35) tenemos la combinación DENI-ARAS siendo un inusual esto es debido a que algunas observaciones carecen de suficiente precisión en el RCM y dificultan la elección de las líneas base siendo la estación DENI la que generaba el conflicto. Esto también lo podemos encontrar en el segundo día con ALCO que genera la línea base VJOI-BORR (Figura 36).

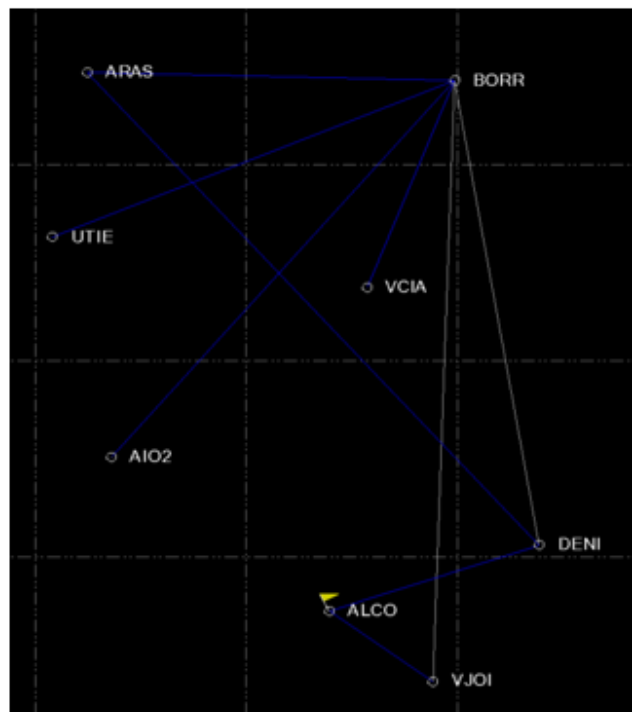
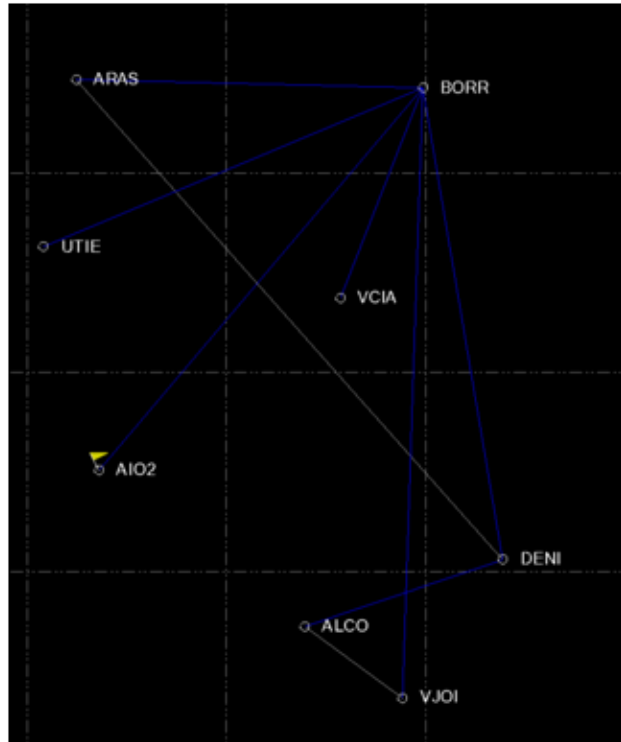


Figura 35 Líneas base día 1





*Figura 36 Líneas base día 2*

A continuación, se muestran las líneas base con el error a posteriori y sus valores residuales y el estandarizado residual de los dos días (Figura 37 y 38).

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
ALCO --> VJOI (PV167)	Acimut	127°47'51"	0,010 seg	0,010 seg	1,350
	ΔAlt.	-523,168 m	0,009 m	0,006 m	0,913
	Dist. elip	30366,034 m	0,002 m	0,001 m	1,144
BORR --> VCIÁ (PV158)	Acimut	203°18'32"	0,005 seg	0,001 seg	0,263
	ΔAlt.	-9,947 m	0,008 m	-0,006 m	-0,959
	Dist. elip	56721,093 m	0,002 m	0,000 m	0,070
BORR --> UTIE (PV152)	Acimut	249°11'22"	0,003 seg	0,002 seg	0,707
	ΔAlt.	726,796 m	0,009 m	-0,004 m	-0,517
	Dist. elip	103449,072	0,002 m	0,000 m	0,117
ALCO --> DENI (PV149)	Acimut	72°58'40"	0,007 seg	-0,003 seg	-0,696
	ΔAlt.	-570,544 m	0,008 m	0,004 m	0,566
	Dist. elip	52413,423 m	0,001 m	0,000 m	0,192
ARAS --> DENI (PV148)	Acimut	139°30'25"	0,001 seg	0,000 seg	0,276
	ΔAlt.	-1251,579 m	0,008 m	0,001 m	0,152
	Dist. elip	161161,302	0,002 m	0,000 m	0,395
AIO2 --> BORR (PV146)	Acimut	41°33'34"	0,002 seg	0,000 seg	-0,004
	ΔAlt.	-590,008 m	0,009 m	0,011 m	1,340
	Dist. elip	125805,399	0,002 m	-0,002 m	-1,225
ARAS --> BORR (PV144)	Acimut	92°34'54"	0,004 seg	0,000 seg	-0,207
	ΔAlt.	-1248,366 m	0,008 m	0,004 m	0,686
	Dist. elip	87168,796 m	0,001 m	0,000 m	0,223

Figura 37 Líneas base día 1

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
BORR --> VJOI (PV193)	Acimut	183°45'48"	0,002 seg	0,001 seg	0,793
	ΔAlt.	44,145 m	0,011 m	-0,013 m	-1,487
	Dist. elip	152994,077 m	0,002 m	0,001 m	0,295
BORR --> VCIÁ (PV186)	Acimut	203°18'32"	0,006 seg	0,000 seg	0,053
	ΔAlt.	-9,959 m	0,011 m	-0,001 m	-0,117
	Dist. elip	56721,090 m	0,002 m	-0,002 m	-0,722
BORR --> UTIE (PV180)	Acimut	249°11'22"	0,004 seg	-0,002 seg	-0,513
	ΔAlt.	726,786 m	0,012 m	0,000 m	-0,017
	Dist. elip	103449,073 m	0,002 m	-0,001 m	-0,492
ALCO --> DENI (PV177)	Acimut	72°58'40"	0,009 seg	0,000 seg	0,007
	ΔAlt.	-570,551 m	0,012 m	0,002 m	0,169
	Dist. elip	52413,424 m	0,002 m	0,001 m	0,565
BORR --> DENI (PV175)	Acimut	172°13'25"	0,003 seg	0,001 seg	0,714
	ΔAlt.	-3,231 m	0,011 m	-0,011 m	-1,279
	Dist. elip	119924,515 m	0,002 m	0,000 m	-0,162
AIO2 --> BORR (PV174)	Acimut	41°33'34"	0,003 seg	-0,001 seg	-0,255
	ΔAlt.	-590,002 m	0,011 m	0,010 m	0,936
	Dist. elip	125805,400 m	0,002 m	-0,003 m	-1,194
ARAS --> BORR (PV172)	Acimut	92°34'54"	0,004 seg	0,000 seg	-0,193
	ΔAlt.	-1248,362 m	0,011 m	0,005 m	0,609
	Dist. elip	87168,797 m	0,002 m	0,000 m	-0,023

Figura 38 Líneas base día 2

Una vez ya tenemos las elección de las líneas base en ambos días fijamos las estaciones en este caso serán BORR y ARAS, principalmente porque por la estación de BORR genera casi todas las líneas base salvo en una ocasión que es la particularidad del día 1 en el que la línea base va a ARAS. Una vez se genera el ajuste obtenemos las elipses de error horizontal y vertical de cada estación de manera visual en los puntos y estos datos los podemos encontrar en el informe, con esto ya obtenemos las coordenadas geodésicas (Figura 39) con sus desviaciones típicas y elipses de error (Figura 40).

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)
AIO2	N39°03'40,86554"	A1°03'33,08233"	662,773	0,013
ALCO	N38°41'52,74428"	A0°28'24,76933"	640,092	0,011
ARAS	N39°56'42,05171"	A1°06'05,67908"	1321,125	0,008
BORR	N39°54'18,63734"	A0°04'59,56863"	72,758	0,005
DENI	N38°50'05,19936"	E0°06'13,18132"	69,542	0,008
UTIE	N39°34'07,24262"	A1°12'30,91813"	799,551	0,012
VCIA	N39°26'08,54521"	A0°20'38,05774"	62,809	0,011
VJOI	N38°31'48,03568"	A0°11'54,12562"	116,917	0,011

Figura 39 Coordenadas finales cortas distancias

Para obtener el ajuste exitoso el programa ha realizado 2, obtenido la prueba chi al cuadrado como aprobado con un nivel de confianza en la precisión de un 95%. El factor de referencia es de 1,12. Estos valores se expondrán a estudio más adelante.

ID de punto	Semieje mayor (Metro)	Semieje menor (Metro)	Acimut
AIO2	0,004	0,002	33°
ALCO	0,002	0,002	15°
ARAS	0,002	0,002	115°
BORR	0,001	0,001	13°
DENI	0,002	0,002	171°
UTIE	0,003	0,002	58°
VCIA	0,003	0,002	19°
VJOI	0,003	0,002	5°

Figura 40 Elipses de error cortas

En cuanto a los valores críticos podemos decir que ningún observable a fallado en ese prueba siendo el valor crítico de Tau 3,2 (Figura 29).

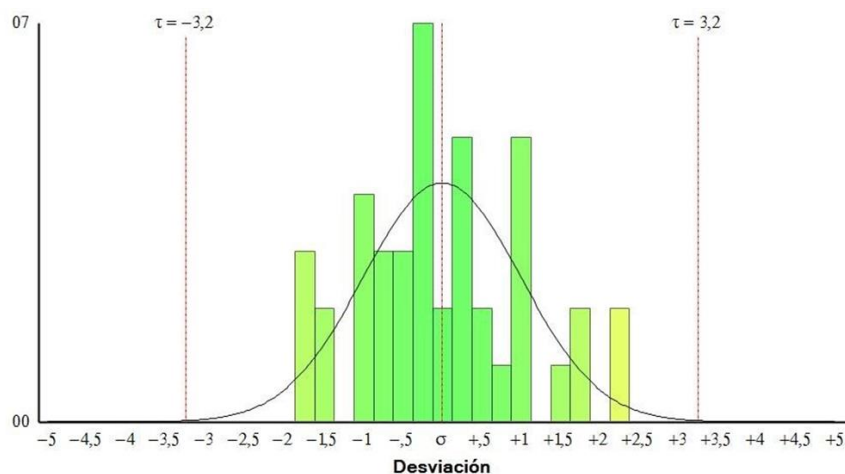


Figura 41 Histograma residuos estandarizados cortas

En cuanto a las observaciones GNSS ajustadas (Figura 42) y los términos de covarianza (Figura 43) sucede lo mismo que en el ajuste anterior, pero en este tenemos más líneas base repetidas entre los dos días por lo que los términos de covarianza lo forman 9 líneas base.

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
ALCO --> VJOI (PV167)	Acimut	127°47'51"	0,016 seg	0,004 seg	0,684
	$\Delta$ Alt.	-523,175 m	0,013 m	-0,001 m	-0,152
	Dist. elip	30366,035 m	0,002 m	0,002 m	2,363
ARAS --> DENI (PV148)	Acimut	139°30'25"	0,002 seg	0,000 seg	-0,235
	$\Delta$ Alt.	-1251,583 m	0,010 m	-0,003 m	-0,742
	Dist. elip	161161,307 m	0,002 m	0,002 m	2,324
BORR --> ARAS (PV200)	Acimut	273°14'07"	0,003 seg	-0,003 seg	-1,817
	$\Delta$ Alt.	1248,367 m	0,009 m	0,000 m	-0,065
	Dist. elip	87168,797 m	0,002 m	-0,001 m	-1,429
BORR --> UTIE (PV152)	Acimut	249°11'22"	0,004 seg	0,004 seg	1,796
	$\Delta$ Alt.	726,792 m	0,013 m	-0,007 m	-0,99
	Dist. elip	103449,075 m	0,003 m	0,002 m	1,073
BORR --> UTIE (PV208)	Acimut	249°11'22"	0,004 seg	-0,003 seg	-1,77
	$\Delta$ Alt.	726,792 m	0,013 m	0,006 m	1,056
	Dist. elip	103449,075 m	0,003 m	-0,001 m	-1,019
BORR --> VJOI (PV221)	Acimut	183°45'48"	0,002 seg	0,001 seg	1,668
	$\Delta$ Alt.	44,158 m	0,013 m	0,001 m	0,266
	Dist. elip	152994,078 m	0,003 m	-0,002 m	-1,769
BORR --> VCIA (PV214)	Acimut	203°18'32"	0,005 seg	-0,001 seg	-0,293
	$\Delta$ Alt.	-9,949 m	0,011 m	0,008 m	1,469
	Dist. elip	56721,093 m	0,003 m	0,000 m	0,325
BORR --> VCIA (PV158)	Acimut	203°18'32"	0,005 seg	0,001 seg	0,239
	$\Delta$ Alt.	-9,949 m	0,011 m	-0,008 m	-1,449
	Dist. elip	56721,093 m	0,003 m	0,000 m	-0,296
BORR --> ARAS (PV144)	Acimut	273°14'07"	0,003 seg	0,002 seg	1,063
	$\Delta$ Alt.	1248,367 m	0,009 m	-0,004 m	-0,532
	Dist. elip	87168,797 m	0,002 m	0,000 m	-0,138
BORR --> AIO2 (PV146)	Acimut	222°10'48"	0,003 seg	0,001 seg	0,353
	$\Delta$ Alt.	590,015 m	0,014 m	-0,007 m	-0,957
	Dist. elip	125805,404 m	0,003 m	0,001 m	0,889
BORR --> AIO2 (PV202)	Acimut	222°10'48"	0,003 seg	-0,001 seg	-0,372
	$\Delta$ Alt.	590,015 m	0,014 m	0,006 m	0,949
	Dist. elip	125805,404 m	0,003 m	-0,001 m	-0,853
DENI --> ALCO (PV149)	Acimut	253°20'22"	0,008 seg	-0,004 seg	-0,923
	$\Delta$ Alt.	570,550 m	0,011 m	0,001 m	0,187
	Dist. elip	52413,423 m	0,002 m	-0,001 m	-0,496
DENI --> ALCO (PV205)	Acimut	253°20'22"	0,008 seg	-0,003 seg	-0,688
	$\Delta$ Alt.	570,550 m	0,011 m	-0,002 m	-0,296
	Dist. elip	52413,423 m	0,002 m	-0,001 m	-0,509
BORR --> DENI (PV203)	Acimut	172°13'25"	0,002 seg	0,000 seg	0,432
	$\Delta$ Alt.	-3,216 m	0,010 m	0,003 m	0,528
	Dist. elip	119924,518 m	0,002 m	0,000 m	0,022

Figura 42 Observaciones ajustadas cortas

Punto de origen	Al punto		Componentes	error a posteriori	Precisión horiz. (Cociente)	Precisión 3D (Cociente)
AIO2	BORR	Acimut	41°33'34"	0,003 seg	1 : 47760971	1 : 19778975
		ΔAlt.	-590,015 m	0,014 m		
		ΔElev.	-588,527 m	0,014 m		
		Dist. elip	125805,404 m	0,003 m		
ALCO	DENI	Acimut	72°58'40"	0,008 seg	1 : 26082081	1 : 10438921
		ΔAlt.	-570,550 m	0,011 m		
		ΔElev.	-569,186 m	0,011 m		
		Dist. elip	52413,423 m	0,002 m		
ALCO	VJOI	Acimut	127°47'51"	0,016 seg	1 : 13566110	1 : 5096814
		ΔAlt.	-523,175 m	0,013 m		
		ΔElev.	-522,394 m	0,013 m		
		Dist. elip	30366,035 m	0,002 m		
ARAS	BORR	Acimut	92°34'54"	0,003 seg	1 : 60285035	1 : 21991128
		ΔAlt.	-1248,367 m	0,009 m		
		ΔElev.	-1246,399 m	0,009 m		
		Dist. elip	87168,797 m	0,002 m		
ARAS	DENI	Acimut	139°30'25"	0,002 seg	1 : 91859760	1 : 34710571
		ΔAlt.	-1251,583 m	0,010 m		
		ΔElev.	-1248,603 m	0,010 m		
		Dist. elip	161161,307 m	0,002 m		
BORR	DENI	Acimut	172°13'25"	0,002 seg	1 : 69540472	1 : 26155202
		ΔAlt.	-3,216 m	0,010 m		
		ΔElev.	-2,205 m	0,010 m		
		Dist. elip	119924,518 m	0,002 m		
BORR	UTIE	Acimut	249°11'22"	0,004 seg	1 : 42733281	1 : 17208327
		ΔAlt.	726,792 m	0,013 m		
		ΔElev.	725,246 m	0,013 m		
		Dist. elip	103449,075 m	0,003 m		
BORR	VCIA	Acimut	203°18'32"	0,005 seg	1 : 28560559	1 : 11179360
		ΔAlt.	-9,949 m	0,011 m		
		ΔElev.	-9,624 m	0,011 m		
		Dist. elip	56721,093 m	0,003 m		
BORR	VJOI	Acimut	183°45'48"	0,002 seg	1 : 72559211	1 : 27371776
		ΔAlt.	44,158 m	0,013 m		
		ΔElev.	44,587 m	0,013 m		
		Dist. elip	152994,078 m	0,003 m		

Figura 43 Covarianza líneas base cortas

Llegados a este punto finalizaríamos el trabajo con el programa Trimble Business Center, con lo que ya habremos obtenido las coordenadas ajustadas de 16 estaciones permanentes que serán presentadas a estudio junto con sus valores estadísticos en capítulos siguientes del proyecto.

# 5º CAPÍTULO

## LEICA INFINTY

## 5.1 LEICA INFINITY

El programa Leica Infinity es un programa de la casa Leica específico para trabajos geoespaciales para mediciones profesionales debido a la gran cantidad de archivos que puede leer facilita el flujo de trabajo entre los distintos sectores de la topografía.

A continuación, se explicarán los pasos que se han seguido para la correcta realización del proyecto y obtención de los resultados deseados.

Una vez se ha iniciado el programa la primer ventana que se muestra es la de generar un nuevo proyecto donde iremos introduciendo los datos del proyecto (Figura 44). Esta pestaña de nuevo proyecto se encuentra en el margen izquierdo del programa.

Figura 44 Datos del proyecto

Una vez definimos los datos del proyecto deberemos crear un proyección, para ello entramos en “Sistema de coordenadas” y podemos definir tanto la proyección, el modelo de geoides como el sistema de coordenadas.

En primer lugar, generamos la “Proyección” donde se elegirá el tipo de proyección el huso y el hemisferio (Figura 45).

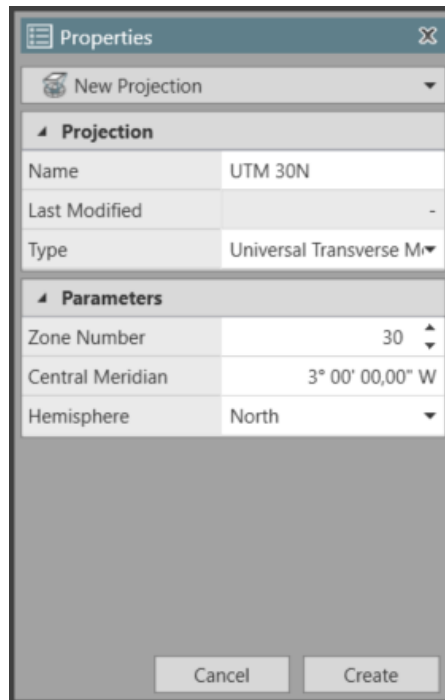


Figura 45 Proyección

Para crear el modelo del geoide se debe seleccionar “Modelo de Geoide” y en este caso es seleccionar el modelo del geoide EGM08\_RED NAP (Figura 46) que es el modelo oficial en la península ibérica. Para poder obtener dichos datos debemos de irnos a la página web del IGN o en siguiente link (<ftp://ftp.geodesia.ign.es/geoide/>).

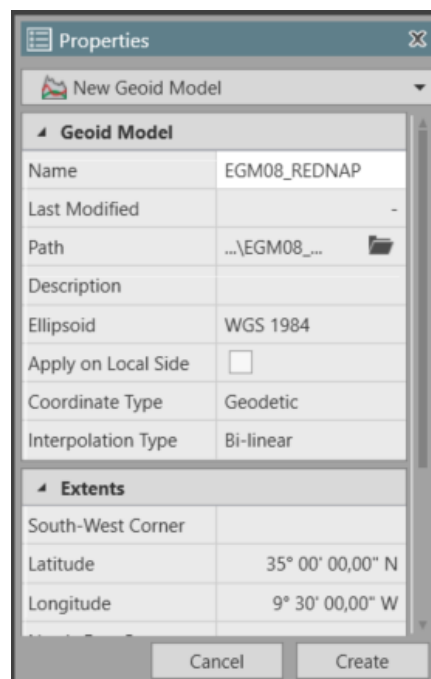


Figura 46 Geoide

Una vez definidos la proyección y el modelo del geoide podemos pasar a generar el Sistema de Coordenadas (Figura 47), no sin antes elegir un elipsoide que definiremos a partir del semi eje mayor y el aplamamiento en este programa por defecto ya están los valores correctos, pero se pueden modificar y utilizar otro elipsoide.



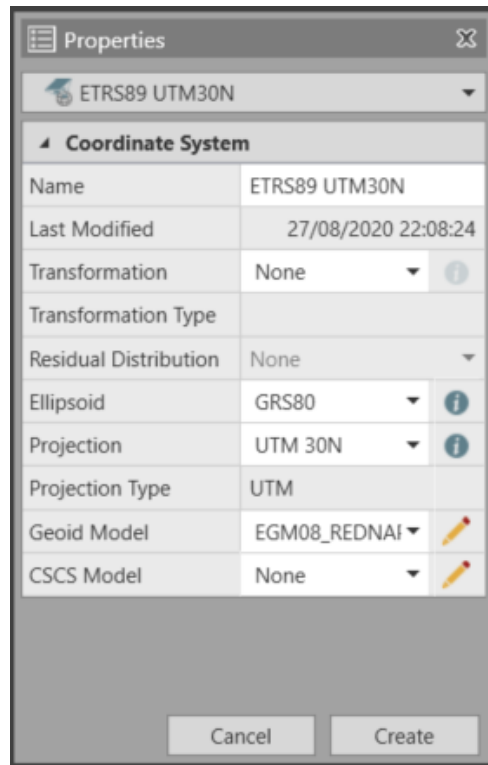


Figura 47 Sistema de coordenadas

Una vez definidos estos parámetros pasamos a la calibración de las antenas, para ello se utiliza el archivo igs14.atx que nos aportan los elementos de las antenas y los preamplificadores, esto está más ampliado en la parte teórica. Para importar las antenas deberemos de ir a Herramientas y en antenas le daremos a importar en este caso seleccionaremos el archivo (Figura 48).

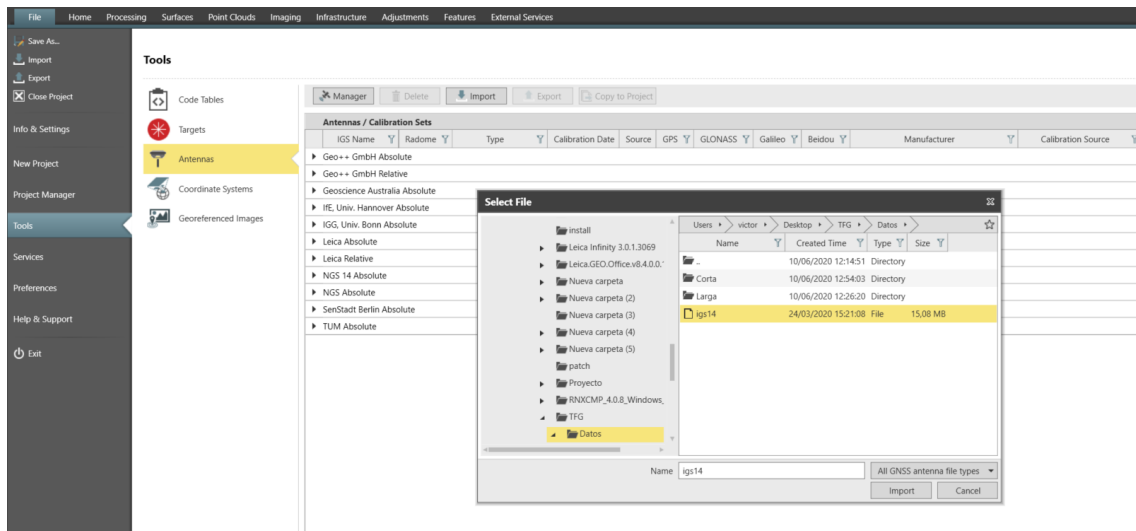


Figura 48 Importar antenas

Una vez tenemos las antenas y definido el sistema de coordenadas podemos importar los datos de observación de nuestro proyecto.

Se importarán los datos de la siguiente manera deberemos de ir a “Importar”, primero importaremos los datos, siguiendo el orden del programa Trimble Business Center, el primer día

serán las estaciones repartidas por la península ibérica. Al querer importar los observables en este caso se ha elegido “Todo tipo de datos” para cargar los datos (Figura 49).

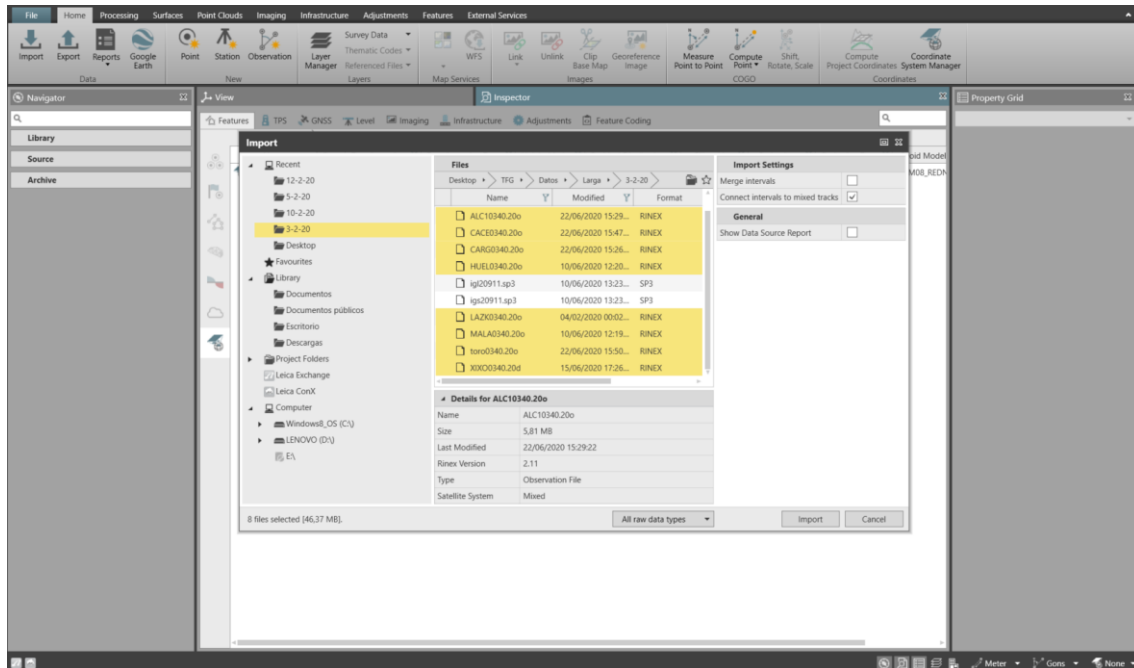


Figura 49 Importar datos

Una vez hemos cargado los datos podemos ver las estaciones en “Vista” (Figura 50).

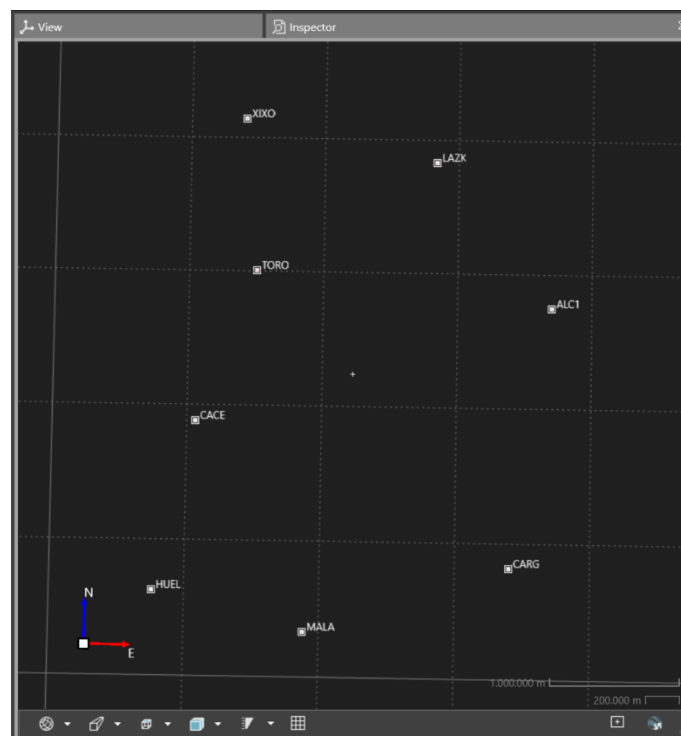


Figura 50 Vista de los puntos

Ya tenemos los datos ahora cargaremos las efemérides para ello realizamos el mismo paso que para los observables, pero deberemos de cambiar el tipo de archivos a “Efemérides precisas – SP3” (Figura 51).

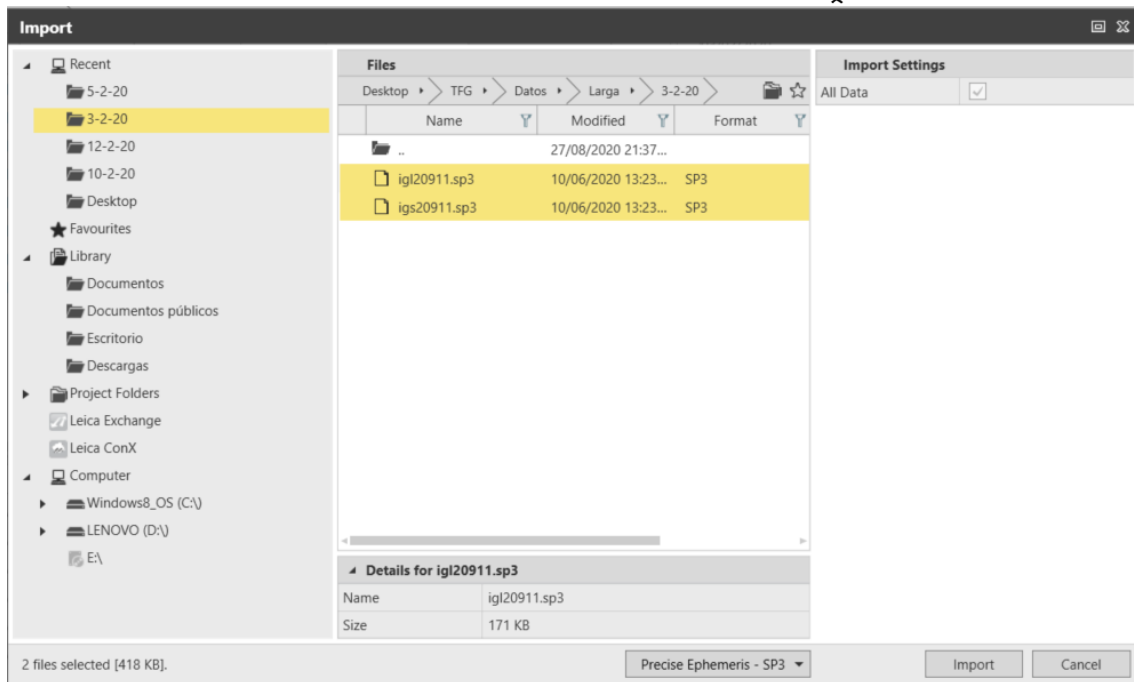


Figura 51 Importar efemérides

Para definir que líneas base calcula el programa tenemos que ir a “Ajustes Automáticos” y allí seleccionaremos lo que más venga conveniente para nuestro cálculo (Figura 52).

Tipo de solución, seleccionaremos flotante ya que son líneas base muy largas y el tiempo de toma de datos es muy largo.

Optimización de la solución, elegiremos automático es lo mejor para que el programa utilice la mejor combinación de frecuencias.

Modelo troposférico, utilizaremos el calculado ya que la distancia entre las estaciones es muy grande. Cuando calculemos las líneas base entre las estaciones de la Comunidad Valenciana también tomaremos calculado debido a que hay una gran diferencia de alturas entre diferentes estaciones.

Modelo ionosférico, optaremos por el automático debido a que la toma de datos ha sido superior a 45 minutos.

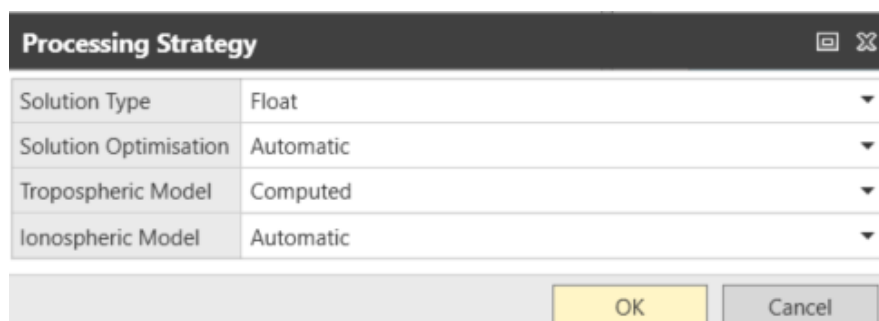


Figura 52 Ajustes automáticos

Y en cuanto a la selección de las líneas base como preferencia no importara ya que queremos todas las líneas base para proponerlas a estudio por lo que deberemos de indicar que procese todas (Figura 53).

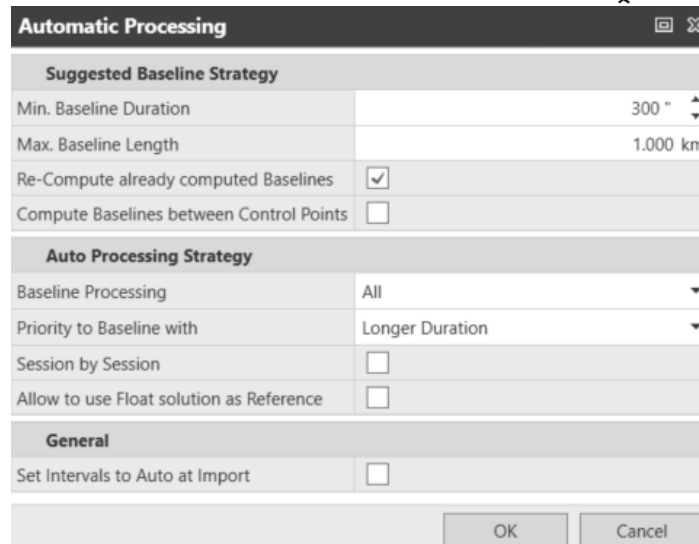


Figura 53 Ajuste líneas base

Una vez tenemos todos los parámetros definidos generamos las líneas base para ver la calidad de los datos para ello tenemos que ir a Gestión de datos y entramos en GNSS donde allí podemos generar las líneas base ponemos todas las estaciones en Auto, nos saldrán las estaciones en azul, y le damos a "Procesar", si deseamos poner alguna estación como referencia deberemos de seleccionar "Referencia" y el color será rojo. Una vez ya hemos seleccionado todas las estaciones podemos continuar dando a "Procesar" (Figura 54).

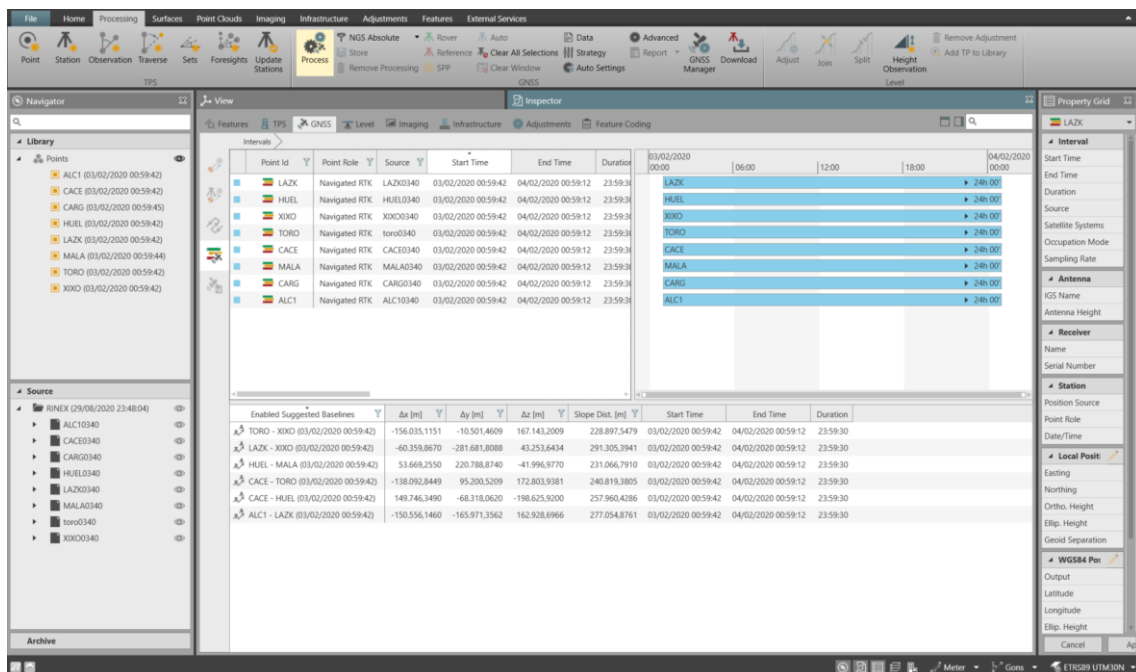


Figura 54 Procesamiento líneas base

En esta caso nos aparece un error (Figura 55) que no permite procesar las líneas base esto sucede porque nuestra antena no está en el paquete de antenas que nosotros vamos a utilizar para el cálculo de las líneas base.

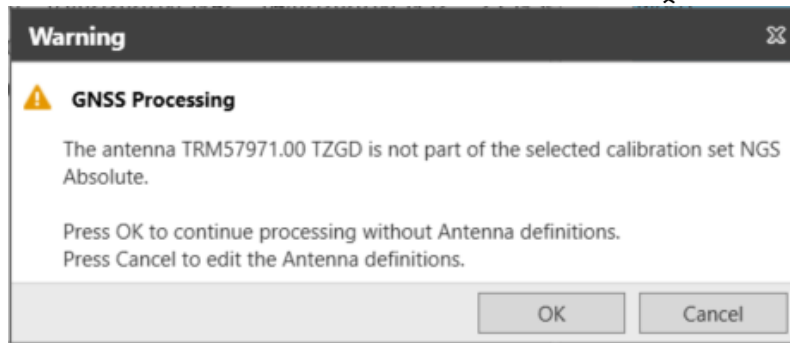


Figura 55 Error de antena

Para solucionar este error deberemos de introducir todos las antenas en la carpeta de las antenas que estamos usando, como saber cuál estamos usando a la derecha de Procesar están las carpetas, en este caso utilizamos la NGS Absolute (Figura 56), aunque el programa nos permite seleccionar otras.

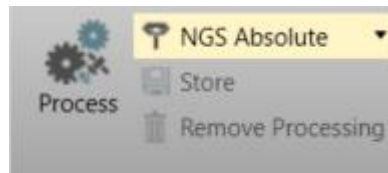


Figura 56 Carpeta de antenas

Una vez identificada la antena deberemos de introducir la antena que no se encuentra en la carpeta para ello debemos de ir a "Gestión GNSS" (Figura 57) en este lugar aparte de solucionar el problema podemos ver otros asuntos como si las efemérides se han importado correctamente (Figura 58).



Figura 57 Ajustes de los datos

Date	Satellite System	Satellites	GPS	GLONASS	Beidou
03/02/2020	GPS	32	G01, G02, G03, G04, G0...	-	-
03/02/2020	GLONASS	21	-	R01, R02, R03, R04, R05...	-

Figura 58 Comprobación de las efemérides

Para introducir las antenas a la carpeta seleccionada deberemos de buscar la antena que nos da el error en este caso es la TRM57971.00 TZGD deberemos de buscarlo en otra carpeta. Como se muestra en la imagen siguiente no se encuentra en la carpeta la antena (Figura 59).

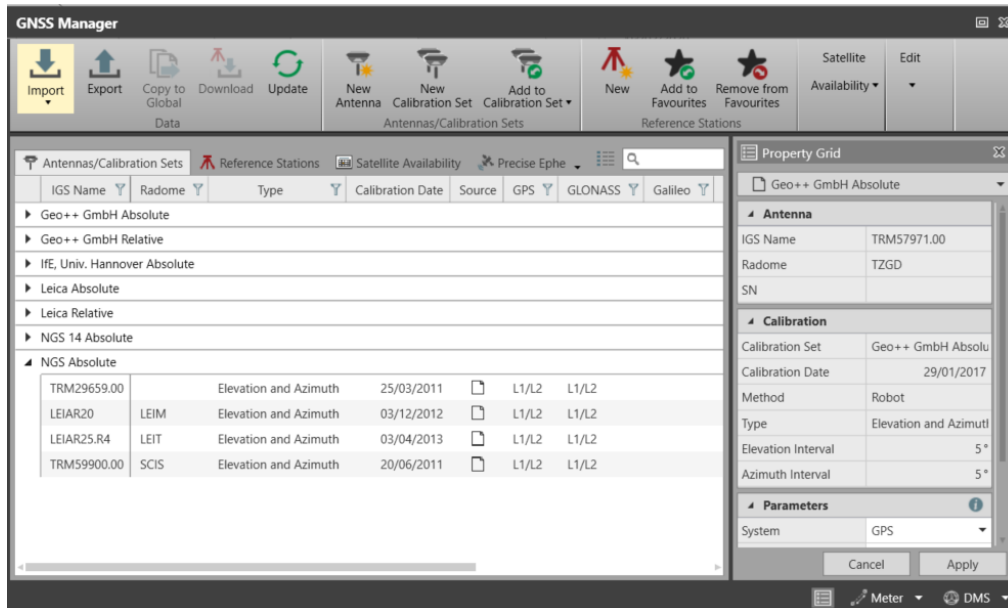


Figura 59 Carpeta de antenas

Debemos de buscarla en las otras carpetas para poder moverla a la que se desea, la antena en cuestión se encuentra en la carpeta Geo++ GmbH Absolute (Figura 60).

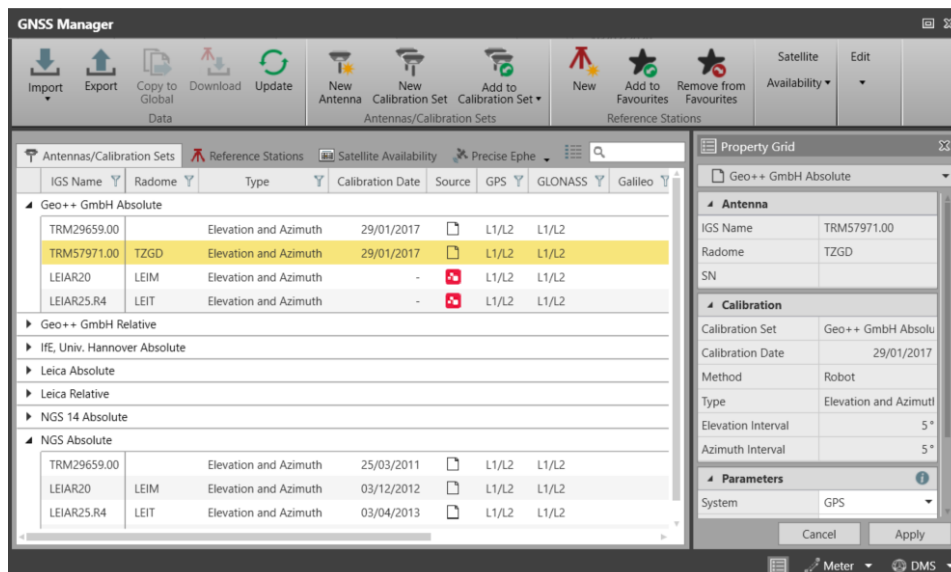


Figura 60 Selección de la antena

Para moverla deberemos de pulsar en la antena y añadirla a la carpeta que deseamos (Figura 61).

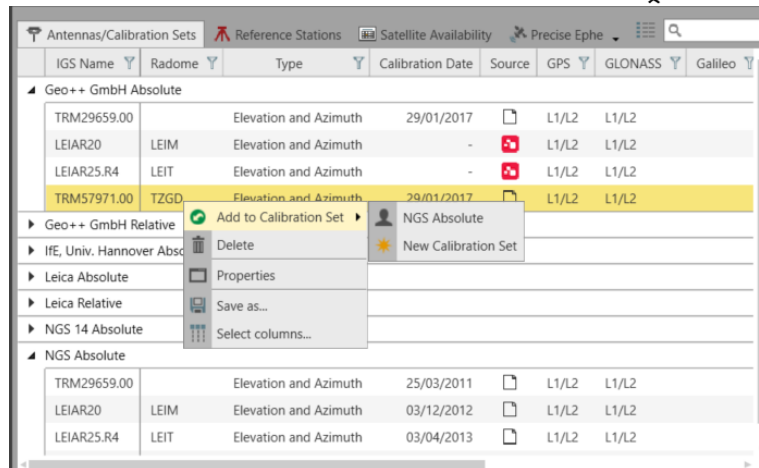


Figura 61 Cambio de carpeta de la antena

Al añadir la antena ya se mostrará en la carpeta que hemos seleccionado en este caso NGS Absolute (Figura 62).

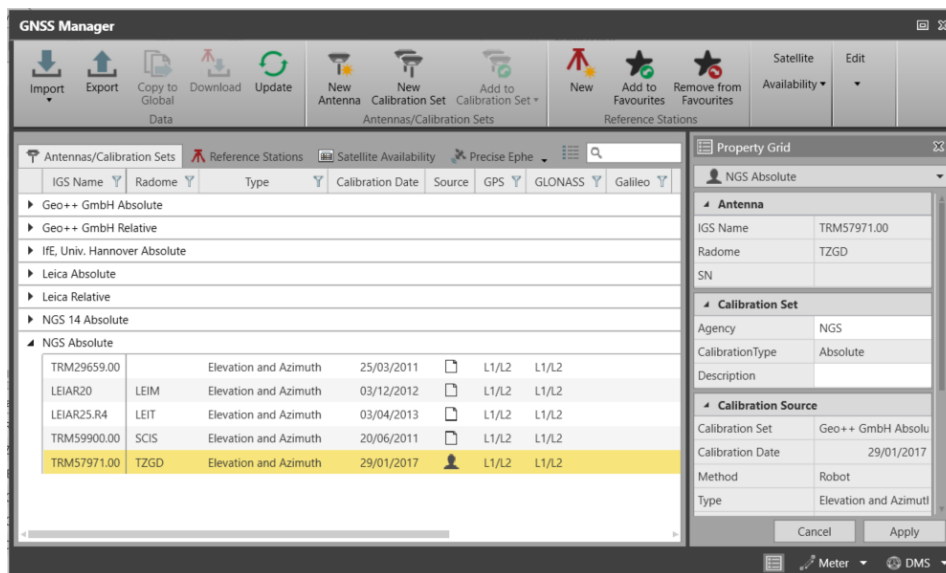


Figura 62 Comprobación del cambio

De esta manera se ha añadido la antena a la carpeta y podemos generar las líneas base si saliera otro error con una antena distinta se realizar el mismo proceso para corregir el error.

Una vez termina el proceso se han obtenido 28 líneas base (Figura 63), estas líneas base son propuestas a estudio con el fin de poder obtener la mejor combinación para el primer día, para ello realizaremos un ajuste libre en el que nos mostrara los errores groseros que tienen las líneas base y de esta manera podremos descartarlas. Para obtener este resultado deberemos de guardar las líneas base (Figura 64) para que pasen a ser observaciones (Figura 65) ya que en estos momentos serian resultados en el programa, esto es algo muy bueno del programa ya que permite directamente elegir las líneas base con las que quieres trabajar.

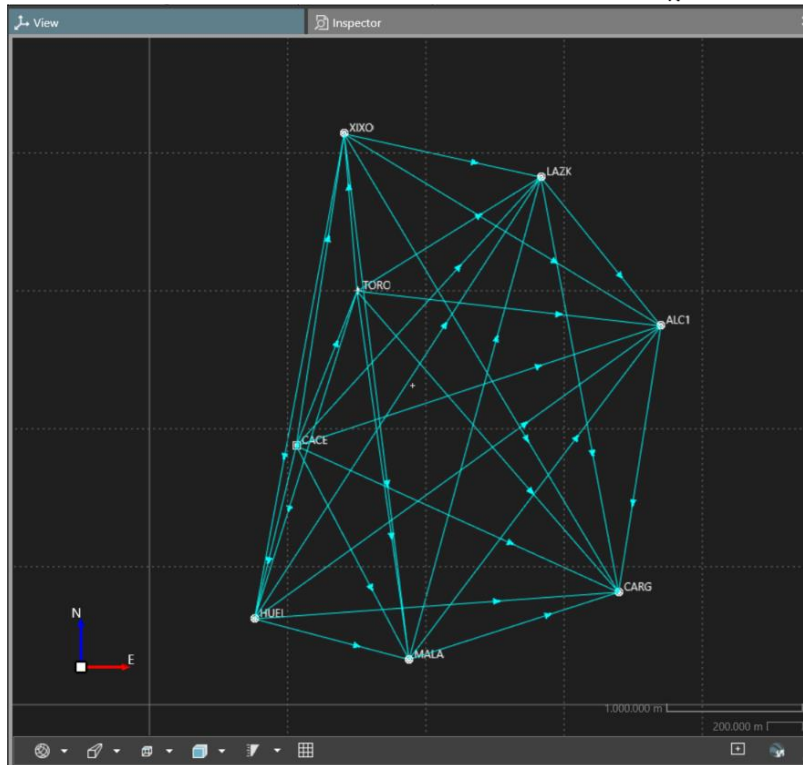


Figura 63 Líneas base día 1

Point Id	From Station	Stored Status	Solution Type	Solution Optimisation	Satellite System	Frequency	Occupation Mode	Start Time	End Time	Duration	Ant
CACE		Not Stored	Navigated	None	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
CARG	ALC1	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
TORO	CACE	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
HUEL	CACE	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
MALA	CACE	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
XIXO	CACE	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
CARG	CACE	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
LAZK	CACE	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
ALC1	CACE	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
MALA	HUEL	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
CARG	HUEL	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
ALC1	HUEL	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
LAZK	HUEL	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
ALC1	LAZK	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
CARG	LAZK	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
CARG	MALA	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
ALC1	MALA	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
LAZK	MALA	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
XIXO	TORO	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
LAZK	TORO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
ALC1	TORO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
HUEL	TORO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
MALA	TORO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
CARG	TORO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
LAZK	XIXO	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
ALC1	XIXO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
HUEL	XIXO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	
MALA	XIXO	Not Stored	Float	Iono Minimised	GPS	L1/L2	Static	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12	23:59:30	

Figura 64 Guardado de las líneas base



From Station	To	Source	Δx [m]	Δy [m]	Δz [m]	Slope Dist. [m]	Antenna Name	Antenna Height [m]	Tilt [gon]	Start Time	End Time
MALA	LAZK	LAZK0340	-437.183,7164	213.910,0262	537.316,4278	724.980,0306	LEIAR25.R4 LEIT	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
MALA	ALC1	ALC10340	-286.627,5691	379.881,3920	374.387,7321	605.500,9573	TRM57971.00 TZGD	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
MALA	CARG	CARG0340	-44.096,9523	306.097,6336	76.952,3441	318.687,8814	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	HUEL	HUEL0340	149.746,3255	-68.318,0482	-198.625,9507	257.960,4350	TRM29659.00	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	CARG	CARG0340	159.318,6164	458.568,4687	-163.670,5871	512.304,1315	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	XIXO	XIXO0340	-294.128,0154	84.699,0360	339.947,1170	457.437,7100	TRM59900.00 SCIS	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	LAZK	LAZK0340	-233.768,1536	366.380,8599	296.693,4949	526.221,9247	LEIAR25.R4 LEIT	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	TORO	toro0340	-138.092,8875	95.200,4989	172.803,9141	240.819,3790	TRM59900.00 SCIS	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	ALC1	ALC10340	-83.212,0020	532.352,2293	133.764,7998	555.172,1849	TRM57971.00 TZGD	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
CACE	MALA	MALA0340	203.415,5678	152.470,8359	-240.622,9318	350.035,2044	LEIAR25.R4 LEIT	3,0516	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
HUEL	CARG	CARG0340	9.572,2859	526.886,5204	34.955,3641	528.131,5286	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
HUEL	LAZK	LAZK0340	-383.514,4868	434.698,9080	495.319,4442	762.487,9369	LEIAR25.R4 LEIT	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
HUEL	MALA	MALA0340	53.669,2389	220.788,8821	-41.996,9798	231.066,7955	LEIAR25.R4 LEIT	3,0516	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
HUEL	ALC1	ALC10340	-232.958,3365	600.670,2790	332.390,7481	724.953,7778	TRM57971.00 TZGD	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
TORO	ALC1	ALC10340	54.880,8856	437.151,7260	-39.039,1136	442.309,3889	TRM57971.00 TZGD	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
TORO	HUEL	HUEL0340	287.839,2176	-163.518,5531	-371.429,8657	497.543,8449	TRM29659.00	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
TORO	MALA	MALA0340	341.508,4508	57.270,3320	-413.426,8504	539.286,2631	LEIAR25.R4 LEIT	3,0516	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
TORO	LAZK	LAZK0340	-95.675,2670	271.180,3564	123.889,5807	313.115,2673	LEIAR25.R4 LEIT	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
TORO	CARG	CARG0340	297.411,5000	363.367,9651	-336.474,5043	577.672,0268	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
TORO	XIXO	XIXO0340	-156.035,1333	-10.501,4644	167.143,1982	228.897,5585	TRM59900.00 SCIS	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
LAZK	CARG	CARG0340	393.086,7671	92.187,6067	-460.364,0848	612.332,3051	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
LAZK	ALC1	ALC10340	150.556,1559	165.971,3835	-162.928,6924	277.054,8953	TRM57971.00 TZGD	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
XIXO	CARG	CARG0340	453.446,6316	373.869,4306	-503.617,7020	773.965,7542	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
XIXO	LAZK	LAZK0340	60.359,8599	281.681,8255	-43.253,6241	291.305,4059	LEIAR25.R4 LEIT	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
XIXO	HUEL	HUEL0340	443.874,3475	-153.017,0860	-538.573,0653	714.492,5553	TRM29659.00	0,0000	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
XIXO	ALC1	ALC10340	210.916,0127	447.653,1908	-206.182,3170	536.087,7648	TRM57971.00 TZGD	0,0350	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
XIXO	MALA	MALA0340	497.543,5846	67.771,7990	-580.570,0459	767.596,3871	LEIAR25.R4 LEIT	3,0516	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12
ALC1	CARG	CARG0340	242.530,6190	-73.783,7608	-297.435,3868	390.810,6368	LEIAR20 LEIM	0,0600	-	03/02/2020 00:59:42	04/02/2020 00:59:12

Figura 65 Líneas base preparadas para el ajuste

Una vez ya tenemos guardadas las líneas base y están listas para realizar el ajuste deberemos de definir las características de este para ello debemos de ir a la pestaña “Ajuste” y en el menú podremos configurarlo, donde tendremos los ajustes generales (Figura 66) y los valores estadísticos del ajuste (Figura 67). Comprobando que los valores sean coherentes procederíamos a realizar el ajuste por mínimos cuadrados.

General	
<b>Computation</b>	
Store results immediately after computing	<input checked="" type="checkbox"/>
Controls	Weighted
<b>Iterations</b>	
Max. Iterations	3
Iteration Criteria	0,0001 m
<b>Visualisation Exaggeration Factors</b>	
Absolute Error Ellipses	100
Relative Error Ellipses	100
Reliability	100
Threshold	0,0001 m
<b>Confidence Levels</b>	
Heights - 1D	68.3%
Error Ellipses - 2D	39.4%
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 66 Ajustes generales

Test Criteria	
Level of Significance ( $\alpha$ )	5.0%
Power of Test (1- $\beta$ )	80%
$\sigma$ a posteriori	Use
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 67 Criterio de los test

Comprobado que los valores sean coherentes procederíamos a realizar el ajuste por mínimos cuadrados donde deberemos de pulsar “Iniciar Ajuste 3D”.

Y de esta manera obtenemos el ajuste de las líneas base donde podremos observar la calidad. Apoyándonos en el T-Test descartaremos las líneas base que tengan un error grosero.

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
$\Delta X$	LAZK	XIXO	0,0069 m	74	1,57	0,09	0,0002 m	<b>2,72</b>
$\Delta Y$			0,0055 m	43	3,27	<b>-2,25</b>	-0,0045 m	-
$\Delta Z$			0,0062 m	86	1,20	1,16	0,0026 m	-
$\Delta X$	TORO	CACE	0,0049 m	66	1,95	0,39	0,0007 m	<b>2,52</b>
$\Delta Y$			0,0045 m	29	4,47	1,43	0,0023 m	-
$\Delta Z$			0,0040 m	74	1,70	1,62	0,0023 m	-
$\Delta X$	LAZK	ALC1	0,0082 m	80	1,32	0,91	0,0027 m	<b>9,77</b>
$\Delta Y$			0,0064 m	36	3,73	<b>5,19</b>	0,0119 m	-
$\Delta Z$			0,0068 m	85	1,16	0,31	0,0007 m	-
$\Delta X$	ALC1	XIXO	0,0069 m	78	1,48	0,04	0,0001 m	<b>2,74</b>
$\Delta Y$			0,0112 m	90	1,00	1,93	0,0077 m	-
$\Delta Z$			0,0056 m	82	1,38	1,52	0,0031 m	-
$\Delta X$	ALC1	TORO	0,0062 m	74	1,67	-0,20	-0,0004 m	<b>2,09</b>
$\Delta Y$			0,0099 m	86	1,17	<b>2,29</b>	0,0081 m	-
$\Delta Z$			0,0049 m	76	1,62	-0,58	-0,0010 m	-

Figura 68 Errores groseros líneas base día 1

Las líneas base que utilizaremos para el cálculo de la red en las estaciones permanentes repartidas por la Península Ibérica en el primer día (Figura 69), deben de ser siete debido a que tenemos ocho estaciones permanentes. Una línea base se forma a partir de dos estaciones por lo que deberá de haber una línea menos que estaciones tengas para no tener redundancias. Para seleccionar que líneas base son las mejores

From Station	Target Point	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]	W-Test $\Delta X$	W-Test $\Delta Y$	W-Test $\Delta Z$	T-Test
XIXO	HUEL	0,0016	0,0013	0,0012	0,02	-0,23	0,16	0,04
ALC1	HUEL	0,0017	0,0015	0,0012	0,32	-0,06	0,2	0,14
LAZK	HUEL	0,0017	0,0014	0,0012	0,47	-0,69	-0,15	0,21
LAZK	MALA	0,0013	0,0012	0,0009	-0,1	-0,52	-0,38	0,22
LAZK	TORO	0,0013	0,0011	0,001	-0,41	-0,24	-0,2	0,22
XIXO	CACE	0,0011	0,0009	0,0009	-0,2	-0,14	-0,46	0,23
XIXO	CARG	0,0011	0,0012	0,0009	-0,43	-0,6	0,71	0,31

Figura 69 Elección líneas base día 1

Para terminar con las estaciones repartidas por la península ibérica deberemos de realizar el mismo proceso que con el primer día para poder obtener las líneas base y de esta manera calcular el ajuste ligado entre los dos días .

A diferencia del primer día no deberemos de introducir la antena que daba error ya que eso se realizó para el primer día y al ser las mismas estaciones ya se ha resuelto, y al importar los datos se obtienen las siguientes líneas base con las que vamos a realizar el ajuste que como en el

primer día son veinte ocho líneas, con un total de tres líneas base con errores groseros (Figura 70).

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
$\Delta X$	LAZK	ALC1	0,0203 m	87	1,09	-0,37	-0,0027 m	<b>11,13</b>
$\Delta Y$			0,0154 m	51	2,72	<b>5,72</b>	0,0314 m	-
$\Delta Z$			0,0171 m	89	1,00	0,72	0,0044 m	-
$\Delta X$	TORO	XIXO	0,0130 m	71	1,73	-1,03	-0,0048 m	<b>2,65</b>
$\Delta Y$			0,0105 m	36	3,77	<b>-2,55</b>	-0,0096 m	-
$\Delta Z$			0,0113 m	81	1,38	1,07	0,0043 m	-
$\Delta X$	CACE	TORO	0,0120 m	65	2,05	-0,74	-0,0032 m	<b>2,16</b>
$\Delta Y$			0,0107 m	28	4,55	<b>-2,43</b>	-0,0093 m	-
$\Delta Z$			0,0097 m	70	1,85	0,42	0,0015 m	-

Figura 70 Errores groseros líneas base día 2

Las líneas base elegidas para el ajuste ligado son las siete siguientes:

From Station	Target Point	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]	W-Test $\Delta X$	W-Test $\Delta Y$	W-Test $\Delta Z$	T-Test
HUEL	CARG	0,0032	0,0031	0,0024	0,21	0,33	-0,1	0,06
HUEL	MALA	0,0032	0,0023	0,0024	0,07	0,34	0,16	0,06
HUEL	ALC1	0,0034	0,0032	0,0026	0,35	-0,36	-0,4	0,09
CACE	CARG	0,0027	0,003	0,002	0,59	-0,06	-0,34	0,12
TORO	HUEL	0,0032	0,0025	0,0024	-0,16	-0,51	-0,01	0,12
XIXO	LAZK	0,0027	0,0019	0,0022	0,51	0,74	-0,37	0,27
XIXO	MALA	0,0025	0,0026	0,0019	-0,61	-0,91	0,69	0,52

Figura 71 Elección líneas base día 2

De esta manera una vez ya tenemos las líneas base de los dos días podremos ya realizar el ajuste, para ello deberemos de realizar el cálculo de ambos días y guardar las líneas elegidas anteriormente con lo que podremos realizar el ajuste y obtener las coordenadas finales (Figura 72). Vamos a tomar como puntos de control las dos estaciones por las que más líneas base pasen por lo que elegiremos HUEL y XIXO para cambiar la forma del punto a control, podemos ir al menú "Vista" y seleccionar la estación que queremos cambiar.

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr Lat [m]	Corr Long [m]	Corr Height [m]
ALC1	41° 03' 28,42" N	0° 08' 43,10" W	397,6018	0,0006	-0,0054	0,0266
CACE	39° 28' 43,90" N	6° 20' 30,43" W	436,4379	0,0053	-0,0014	-0,0160
CARG	37° 35' 47,75" N	0° 58' 25,88" W	57,3107	0,0013	-0,0017	0,0029
HUEL	37° 11' 59,92" N	6° 55' 13,08" W	81,6981	0,0017	0,0023	-0,0241
LAZK	43° 02' 04,41" N	2° 11' 12,92" W	226,4425	-0,0087	-0,0030	0,0082
MALA	36° 43' 34,00" N	4° 23' 36,72" W	119,8131	0,0022	0,0049	-0,0091
TORO	41° 31' 20,79" N	5° 23' 27,67" W	806,8914	-0,0017	0,0050	-0,0034
XIXO	43° 34' 12,41" N	5° 42' 06,86" W	156,4699	-0,0036	-0,0039	0,0134

Figura 72 Coordenadas finales largas distancias

Las internaciones realiza para que sea un ajuste óptimo son tres, con una desviación típica de 2,740, los valores estadísticos generales los encontramos en la siguiente figura (Figura 73).

Valor critico de la prueba W:	1,96
Valor critico de la prueba T (2 dimensiones)	2,42
Valor critico de la prueba T (3 dimensiones)	1,89
Valor critico de la prueba F:	1,02
Prueba F:	7,51
Limite inferior del valor critico	0,49
Limite superior del valor critico	1,69
Prueba Chi Cuadrado	7,51

Figura 73 Valores estadísticos largas

También encontramos la desviación típica de las coordenadas compensadas (Figura 74), igualmente obtenemos diferente información como las elipses de error relativo (Figura 75) la confianza de estas es de 1D: 68.3% y 2D: 39.4% o los valores referentes al ajuste de las observaciones.

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long[m]	SD Height [m]
ALC1	0,0081	0,0197	0,0184
CACE	0,0051	0,0124	0,0117
CARG	0,0036	0,0084	0,0085
HUEL	0,0035	0,007	0,0082
LAZK	0,004	0,0075	0,0087
MALA	0,0032	0,0066	0,0076
TORO	0,0057	0,0137	0,0127
XIXO	0,0037	0,0073	0,0081

Figura 74 Desviación estándar largas

From	To	Semi mayor (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation ( $\psi$ ) [°]
ALC1	HUEL	0,0214	0,008	0,019	40
CACE	CARG	0,0152	0,0059	0,0138	-20
HUEL	CARG	0,0103	0,0056	0,013	9
HUEL	MALA	0,0078	0,0053	0,0123	-12
LAZK	HUEL	0,0112	0,0057	0,0128	60
LAZK	TORO	0,0152	0,0061	0,0136	35
LAZK	MALA	0,0105	0,0053	0,0119	78
LAZK	XIXO	0,0061	0,0056	0,0118	-14
MALA	CARG	0,0077	0,003	0,0071	22
TORO	HUEL	0,0165	0,0067	0,0154	77
XIXO	CACE	0,0138	0,0053	0,0122	85
XIXO	HUEL	0,0111	0,0057	0,0128	84
XIXO	MALA	0,0102	0,0047	0,0106	-79

Figura 75 Elipses de error largas

La estimación de los errores contiene los valores de fiabilidad interna (MDB) que medirá la fiabilidad del cálculo y externa (BNR) que determina la influencia d un posible error, además la redundancias que ha tenido cada línea base es la cantidad de observaciones que ha tenido para calcularse y por ultimo los valores de las Pruebas W y T (Figura 76). También contiene el informe los valores estadísticos de la altura de las antenas donde encontramos el MDB y la Prueba W (Figura 76).

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
$\Delta X$	XIXO	CACE	0,0507 m	25	4,73	-0,82	-	0,82
$\Delta Y$			0,0828 m	28	4,5	0,61	-	-
$\Delta Z$			0,0372 m	30	4,44	-0,38	-	-
$\Delta X$	MALA	CARG	0,0399 m	12	7,52	1,16	-	0,93
$\Delta Y$			0,0608 m	14	6,89	-1,03	-	-
$\Delta Z$			0,0288 m	12	7,59	0,69	-	-
$\Delta X$	LAZK	HUEL	0,0536 m	75	1,72	-0,65	-	1,57
$\Delta Y$			0,0834 m	84	1,28	0,61	-	-
$\Delta Z$			0,0388 m	70	1,81	-1,06	-	-
$\Delta X$	LAZK	TORO	0,0567 m	24	4,76	1,22	-	0,57
$\Delta Y$			0,0898 m	30	4,34	-0,48	-	-
$\Delta Z$			0,0418 m	31	4,3	-0,5	-	-
$\Delta X$	LAZK	MALA	0,0447 m	58	2,55	-0,59	-	1,48
$\Delta Y$			0,0647 m	72	1,78	0,18	-	-
$\Delta Z$			0,0334 m	49	2,82	1,91	-	-
$\Delta X$	ALC1	HUEL	0,0676 m	48	2,93	-1,07	-	1,41
$\Delta Y$			0,1149 m	47	2,96	0,75	-	-
$\Delta Z$			0,0488 m	48	2,92	-0,47	-	-
$\Delta X$	XIXO	HUEL	0,0494 m	66	2,12	-1,49	-	0,88
$\Delta Y$			0,0748 m	79	1,5	0,65	-	-
$\Delta Z$			0,0363 m	62	2,21	0,59	-	-
$\Delta X$	ALC1	HUEL	0,0676 m	52	2,68	1,07	-	1,41
$\Delta Y$			0,1149 m	53	2,65	-0,75	-	-
$\Delta Z$			0,0488 m	52	2,68	0,47	-	-
$\Delta X$	XIXO	MALA	0,0391 m	52	2,8	1,96	-	1,78
$\Delta Y$			0,0581 m	63	2,16	-1,21	-	-
$\Delta Z$			0,0290 m	47	2,95	-0,7	-	-
$\Delta X$	TORO	HUEL	0,0567 m	54	2,73	1,22	-	0,57
$\Delta Y$			0,0898 m	57	2,46	-0,48	-	-
$\Delta Z$			0,0418 m	46	2,98	-0,5	-	-
$\Delta X$	HUEL	CARG	0,0522 m	71	1,87	-0,67	-	0,83
$\Delta Y$			0,0793 m	85	1,24	0,75	-	-
$\Delta Z$			0,0371 m	67	1,95	-0,51	-	-
$\Delta X$	CACE	CARG	0,0507 m	51	2,77	-0,82	-	0,82
$\Delta Y$			0,0828 m	52	2,68	0,61	-	-
$\Delta Z$			0,0372 m	47	2,93	-0,38	-	-
$\Delta X$	LAZK	XIXO	0,0443 m	41	3,09	0,17	-	0,19
$\Delta Y$			0,0559 m	11	8,17	-0,26	-	-
$\Delta Z$			0,0366 m	64	2,24	-0,66	-	-
$\Delta X$	HUEL	MALA	0,0527 m	71	1,82	-0,42	-	0,28
$\Delta Y$			0,0520 m	24	5,1	0,06	-	-
$\Delta Z$			0,0395 m	76	1,56	-0,37	-	-

Figura 76 Prueba de observaciones largas

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
XIXO	CACE	03/02/2020 00:59:42	0,0716 m	-1,38	-
MALA	CARG	03/02/2020 00:59:42	0,0597 m	1,30	-
LAZK	HUEL	03/02/2020 00:59:42	0,0758 m	1,09	-
LAZK	TORO	03/02/2020 00:59:42	0,0814 m	0,62	-
LAZK	MALA	03/02/2020 00:59:42	0,0635 m	1,86	-
ALC1	HUEL	03/02/2020 00:59:42	0,1007 m	-1,85	-
XIXO	HUEL	03/02/2020 00:59:42	0,0702 m	-0,78	-
ALC1	HUEL	10/02/2020 00:59:42	0,1007 m	1,85	-
XIXO	MALA	10/02/2020 00:59:42	0,0555 m	1,17	-
TORO	HUEL	10/02/2020 00:59:42	0,0827 m	0,69	-
HUEL	CARG	10/02/2020 00:59:42	0,0772 m	-1,49	-
CACE	CARG	10/02/2020 00:59:42	0,0750 m	-1,47	-
LAZK	XIXO	10/02/2020 00:59:42	0,0658 m	-0,62	-
HUEL	MALA	10/02/2020 00:59:42	0,0757 m	-0,91	-

Figura 77 Prueba antena largas

Una vez ya hemos obtenido las coordenadas de las estaciones repartidas por toda la península ibérica, comenzaremos con las estaciones repartidas por la Comunidad Valenciana. Los pasos para realizar son los mismos mencionados anteriormente. En primer lugar, se mostrará el ajuste libre del primer día, después el ajuste libre del segundo día y por último el ajuste ligado entre ambos días que nos ofrecen las coordenadas corregidas.

Como se ha comentado anteriormente, en los ajustes de las líneas base las operaciones serán las mismas que en los ajustes anteriores. Aunque la diferencia de distancias es diferente ya que las estaciones están más cerca no cambiamos las características, esto es debido a que hay una diferencia de altura entre las estaciones de más de mil metros por lo que se tomara como una gran diferencia entre las estaciones y mantendremos las características definidas.

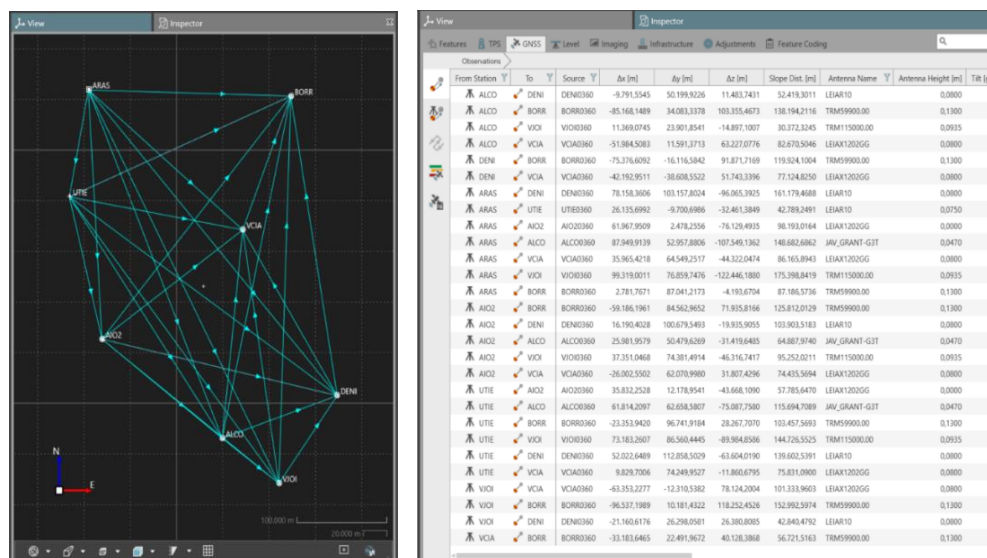


Figura 78 líneas base día 1

Están son las líneas base que se utilizaran para el ajuste libre del primer día (Figura 77) donde obtenemos las líneas base tanto las que tendremos que descartar por fuente de error como las óptimas para utilizar en el ajuste ligado (figura 74). En este caso podemos observar una mayor

cantidad de líneas base con error, como se puede comprobar se rechazan 6 líneas base de la estación VJOI, por lo que obligatoriamente debemos de elegir la línea base de estación que no tiene errores groseros.

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
$\Delta X$	DENI	VJOI	0,0630 m	54	2,57	1,61	0,0363 m	<b>4,48</b>
$\Delta Y$			0,0361 m	54	2,56	1,94	0,0249 m	-
$\Delta Z$			0,0513 m	54	2,59	<b>-3,07</b>	-0,0564 m	-
$\Delta X$	VJOI	UTIE	0,1186 m	90	0,93	1,68	0,0711 m	<b>4,57</b>
$\Delta Y$			0,0653 m	89	0,97	<b>2,41</b>	0,0562 m	-
$\Delta Z$			0,0955 m	89	0,95	<b>-2,59</b>	-0,0885 m	-
$\Delta X$	VJOI	BORR	0,3983 m	99	0,27	1,57	0,2236 m	<b>4,82</b>
$\Delta Y$			0,2640 m	99	0,23	<b>-3,12</b>	-0,2938 m	-
$\Delta Z$			0,2655 m	99	0,32	-1,16	-0,1101 m	-
$\Delta X$	VJOI	AIO2	0,0959 m	85	1,17	0,77	0,0265 m	<b>2,41</b>
$\Delta Y$			0,0549 m	85	1,17	<b>2,43</b>	0,0478 m	-
$\Delta Z$			0,0782 m	85	1,18	-1,09	-0,0305 m	-
$\Delta X$	VJOI	VCIA	0,0953 m	85	1,16	1,62	0,0550 m	<b>2,42</b>
$\Delta Y$			0,0548 m	86	1,15	-0,37	-0,0073 m	-
$\Delta Z$			0,0811 m	87	1,11	<b>-2,67</b>	-0,0773 m	-
$\Delta X$	VJOI	ARAS	0,4370 m	99	0,24	<b>2,73</b>	0,4262 m	<b>4,06</b>
$\Delta Y$			0,2177 m	99	0,27	1,09	0,0844 m	-
$\Delta Z$			0,3010 m	99	0,28	<b>-2,13</b>	-0,2285 m	-

Figura 79 Errores groseros líneas base día 1

Con toda esta información ya podemos seleccionar las siete líneas base que se usaran en el ajuste ligado entre las ocho estaciones (Figura 79).

From Station	Target Point	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]	W-Test $\Delta X$	W-Test $\Delta Y$	W-Test $\Delta Z$	T-Test
AIO2	ARAS	0,0114	0,0052	0,0095	-0,02	0,18	-0,03	0,01
AIO2	UTIE	0,0124	0,0056	0,0103	-0,09	-0,01	0,08	0
ALCO	BORR	0,0129	0,0058	0,0106	-0,12	-0,03	0,25	0,02
ARAS	BORR	0,0117	0,0052	0,0096	0,02	0	-0,1	0
ARAS	VCIA	0,0112	0,0051	0,0093	-0,1	0,1	0,16	0,01
DENI	ALCO	0,0122	0,0055	0,01	0	-0,22	0,29	0,06
VJOI	ALCO	0,0139	0,0063	0,0114	-1,48	-0,5	1,29	0,89

Figura 80 Elección líneas base día 1

Una vez ya se tienen definidas las líneas base del primer día plantearemos realizar el mismo proceso para el segundo día, al realizar el ajuste libre del segundo día encontramos cinco líneas y todas estas son de la estación VJOI por lo que esta estación es una gran fuente de error (Figura 80).

$\Delta X$	DENI	VJOI	0,0601 m	64	2,12	1,68	0,0361 m	<b>4,49</b>
$\Delta Y$			0,0344 m	64	2,11	<b>2,50</b>	0,0307 m	-
$\Delta Z$			0,0499 m	63	2,15	<b>-2,68</b>	-0,0477 m	-
$\Delta X$	VJOI	UTIE	0,1128 m	91	0,87	<b>2,93</b>	0,1180 m	<b>5,57</b>
$\Delta Y$			0,0652 m	92	0,87	<b>2,71</b>	0,0630 m	-
$\Delta Z$			0,0986 m	92	0,81	<b>-2,94</b>	-0,1034 m	-
$\Delta X$	VJOI	VCIA	0,0926 m	87	1,06	1,72	0,0568 m	<b>2,72</b>
$\Delta Y$			0,0533 m	88	1,04	-0,19	-0,0037 m	-
$\Delta Z$			0,0788 m	88	1,03	<b>-2,84</b>	-0,0801 m	-
$\Delta X$	VJOI	AIO2	0,0876 m	85	1,16	0,77	0,0242 m	<b>4,10</b>
$\Delta Y$			0,0500 m	85	1,16	<b>3,25</b>	0,0581 m	-
$\Delta Z$			0,0741 m	86	1,14	-1,20	-0,0317 m	-
$\Delta X$	VJOI	ARAS	0,5881 m	100	0,16	1,21	0,2532 m	<b>4,94</b>
$\Delta Y$			0,3402 m	100	0,16	<b>-3,51</b>	-0,4261 m	-
$\Delta Z$			0,4155 m	100	0,18	-1,60	-0,2368 m	-

Figura 81 Errores groseros líneas base día



Con esta información ya podemos definir las 7 líneas base óptimas para el día dos (Figura 81).

From Station	Target Point	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]	W-Test ΔX	W-Test ΔY	W-Test ΔZ	T-Test
AIO2	ARAS	0,0099	0,0045	0,0083	0	0,22	-0,02	0,02
AIO2	UTIE	0,0099	0,0045	0,0083	-0,11	0,09	0,09	0,01
ALCO	ARAS	0,0105	0,0048	0,0088	-0,18	0,01	0,23	0,02
ARAS	BORR	0,0091	0,0041	0,0076	0,03	0	-0,02	0
ARAS	VCIA	0,0096	0,0043	0,008	-0,07	-0,01	0,12	0
DENI	ALCO	0,0095	0,0043	0,0079	0,11	-0,22	0	0,02
VJOI	BORR	0,0139	0,0063	0,0116	0,96	-0,7	-1,33	0,86

Figura 82 Elección de las líneas base día 2

Una vez ya hemos realizado el ajuste libre de ambos días y tenemos las 14 líneas base que vamos a utilizar, siete por cada día, podremos obtener el ajuste ligado que nos ofrece las coordenadas finales de las estaciones (Figura 82).

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr WGS84 Lat [m]	Corr WGS84 Long [m]	Corr Height [m]
AIO2	39° 03' 40,87"N	1° 03' 33,08" W	662,8365	0,0044	-0,002	-0,0022
ALCO	38° 41' 52,74"N	0° 28' 24,77" W	640,0527	0	0,0021	0,0011
ARAS	39° 56' 42,05"N	1° 06' 05,68" W	1321,1729	-0,0001	-0,0007	-0,005
BORR	39° 54' 18,64"N	0° 04' 59,57" W	72,8397	0,0013	-0,0041	-0,0217
DENI	38° 50' 05,20"N	0° 06' 13,18" E	69,6194	0,0003	0,0016	0,0018
UTIE	39° 34' 07,24"N	1° 12' 30,92" W	799,6162	0,0026	-0,001	-0,0046
VCIA	39° 26' 08,54"N	0° 20' 38,06" W	62,8915	0,0015	-0,0033	0,0013
VJOI	38° 31' 48,04"N	0° 11' 54,13" W	117,0256	-0,0094	0,0074	0,0295

Figura 83 Coordenadas finales cortas distancias

Las internaciones realizadas para que sea un ajuste óptimo son tres, con una desviación típica de 2,740, los valores estadísticos generales los encontramos en la siguiente figura (Figura 83).

Valor crítico de la prueba W:	1,96
Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones)	2,42
Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones)	1,89
Valor crítico de la prueba F:	1,02
Prueba F:	7,91
Límite inferior del valor crítico	0,49
Límite superior del valor crítico	1,69
Prueba Chi Cuadrado	7,91

Figura 84 Valores estadísticos cortas

También encontramos la desviación típica de las coordenadas compensadas (Figura 84), como las elipses de error relativo (Figura 85).

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AIO2	0,0037	0,003	0,0078
ALCO	0,0033	0,0027	0,007
ARAS	0,0024	0,0019	0,005
BORR	0,0029	0,0024	0,0061
DENI	0,0048	0,0039	0,01
UTIE	0,0054	0,0043	0,0111
VCIA	0,0041	0,0033	0,0086
VJOI	0,0048	0,0039	0,0101

Figura 85 Desviación típica cortas



From	To	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation ( $\psi$ ) [°]
AIO2	UTIE	0,0045	0,0036	0,0092	12
AIO2	ARAS	0,0041	0,0033	0,0084	2
ALCO	BORR	0,0047	0,0038	0,0099	-13
ALCO	ARAS	0,0048	0,0039	0,0101	22
ARAS	BORR	0,003	0,0024	0,0063	88
ARAS	VCIA	0,0039	0,0031	0,008	53
BORR	VJOI	0,006	0,0049	0,0126	-3
DENI	ALCO	0,004	0,0032	0,0083	-72
VJOI	ALCO	0,0047	0,0038	0,0098	53

Figura 86 Elipses de error cortas

La estimación de los errores de las líneas base donde podemos observar los errores en este caso podemos observar dos errores groseros con las líneas base VJOI-ALCO y BORR-VJOI, para poder mejorar la calidad de las coordenadas de las estaciones deberíamos de buscar otra red de líneas base, pero al tener tantas líneas base descartadas de la estación VJOI no podemos buscar otras por lo que mantendremos las estaciones elegidas (Figura 88). Valores estadísticos de la altura de las antenas donde encontramos el MDB y la Prueba W (Figura 87).

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
AIO2	UTIE	05/02/202000:59:42	0,0516 m	-0,03	-
AIO2	ARAS	05/02/202000:59:42	0,0489 m	0,05	-
ALCO	BORR	05/02/202000:59:42	0,0554 m	-1,72	-
ARAS	BORR	05/02/202000:59:42	0,0356 m	-1,92	-
DENI	ALCO	05/02/202000:59:42	0,0467 m	-0,85	-
ARAS	VCIA	05/02/202000:59:42	0,0457 m	0,63	-
VJOI	ALCO	05/02/202000:59:42	0,0773 m	-2,06	-0,0569 m
ARAS	VCIA	12/02/202000:59:42	0,0457 m	-0,63	-
BORR	VJOI	12/02/202000:59:42	0,0770 m	-2,11	-0,0580 m
ALCO	DENI	12/02/202000:59:42	0,0467 m	-0,85	-
UTIE	AIO2	12/02/202000:59:42	0,0516 m	-0,03	-
ARAS	BORR	12/02/202000:59:42	0,0351 m	2,01	0,0251 m
ARAS	AIO2	12/02/202000:59:42	0,0487 m	0,04	-
ALCO	ARAS	12/02/202000:59:42	0,0564 m	0,22	-

Figura 87 Prueba antena cortas

En este encontramos 3 errores dos son en la estación VJOI y la otra es en ARAS-BORR, el valor crítico de la Prueba W es 1,96 y en esta línea base obtenemos 2,01 la fiabilidad interna del cálculo es buena por lo que lo tomaremos como un error asumible además BORR se calcula por muchas líneas base por lo que no es algo tan relevante como para eliminar la línea base.

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
$\Delta X$	AIO2	UTIE	0,0351 m	55	2,55	0,23	-	0,03
$\Delta Y$			0,0202 m	55	2,54	-0,06	-	-
$\Delta Z$			0,0292 m	55	2,54	-0,26	-	-
$\Delta X$	AIO2	ARAS	0,0331 m	36	3,72	0,22	-	0,04
$\Delta Y$			0,0190 m	36	3,70	-0,25	-	-
$\Delta Z$			0,0276 m	37	3,66	-0,19	-	-
$\Delta X$	ALCO	BORR	0,0371 m	55	2,57	-0,28	-	1,42
$\Delta Y$			0,0213 m	54	2,59	0,97	-	-
$\Delta Z$			0,0306 m	53	2,65	-1,22	-	-
$\Delta X$	ARAS	BORR	0,0239 m	59	2,36	-0,89	-	1,25
$\Delta Y$			0,0137 m	59	2,35	-0,23	-	-
$\Delta Z$			0,0197 m	57	2,41	-0,79	-	-
$\Delta X$	DENI	ALCO	0,0318 m	58	2,38	-0,38	-	0,32
$\Delta Y$			0,0183 m	58	2,38	0,47	-	-
$\Delta Z$			0,0260 m	57	2,40	-0,36	-	-
$\Delta X$	ARAS	VCIA	0,0310 m	40	3,40	0,52	-	0,19
$\Delta Y$			0,0174 m	40	3,40	-0,30	-	-
$\Delta Z$			0,0256 m	40	3,41	0,02	-	-
$\Delta X$	VJOI	ALCO	0,0522 m	15	6,66	0,16	0,0030 m	<b>4,56</b>
$\Delta Y$			0,0302 m	15	6,73	<b>2,79</b>	0,0301 m	-
$\Delta Z$			0,0433 m	14	6,83	<b>-2,01</b>	-0,0311 m	-
$\Delta X$	ARAS	VCIA	0,0310 m	60	2,30	-0,52	-	0,19
$\Delta Y$			0,0174 m	60	2,30	0,30	-	-
$\Delta Z$			0,0256 m	60	2,30	-0,02	-	-
$\Delta X$	BORR	VJOI	0,0522 m	70	1,82	0,16	0,0030 m	<b>4,56</b>
$\Delta Y$			0,0302 m	71	1,80	<b>2,79</b>	0,0301 m	-
$\Delta Z$			0,0433 m	71	1,79	<b>-2,01</b>	-0,0311 m	-
$\Delta X$	ALCO	DENI	0,0318 m	42	3,30	-0,38	-	0,32
$\Delta Y$			0,0183 m	42	3,30	0,47	-	-
$\Delta Z$			0,0260 m	43	3,27	-0,36	-	-
$\Delta X$	UTIE	AIO2	0,0351 m	45	3,07	0,23	-	0,03
$\Delta Y$			0,0202 m	45	3,08	-0,06	-	-
$\Delta Z$			0,0292 m	45	3,09	-0,26	-	-
$\Delta X$	ARAS	BORR	0,0236 m	52	2,67	1,13	-	1,64
$\Delta Y$			0,0135 m	52	2,68	0,86	-	-
$\Delta Z$			0,0195 m	53	2,62	0,66	-	-
$\Delta X$	ARAS	AIO2	0,0331 m	64	2,11	0,22	-	0,04
$\Delta Y$			0,0190 m	64	2,12	-0,25	-	-
$\Delta Z$			0,0276 m	63	2,14	-0,19	-	-
$\Delta X$	ALCO	ARAS	0,0378 m	49	2,82	0,40	-	0,39
$\Delta Y$			0,0218 m	50	2,82	1,02	-	-
$\Delta Z$			0,0315 m	51	2,74	-0,20	-	-

Figura 88 Prueba de observaciones cortas

# 6º CAPÍTULO

## MAGNET TOOLS

## 6.1 MAGNET TOOLS

El programa Magnet Tools es un software de la marca TOPCON que permite el ajuste y procesamiento de datos con sistemas de estación total y hardware GNSS.

A continuación, se explicarán los pasos que se han seguido para la realización del proyecto, pero desgraciadamente con este software no se ha podido obtener ningún resultado concluyente.

Una vez se ha iniciado el programa lo primero que se deberá hacer es generar un nuevo proyecto y para ello se seleccionara “Nuevo Trabajo” situado en la parte superior izquierda (Figura 89).

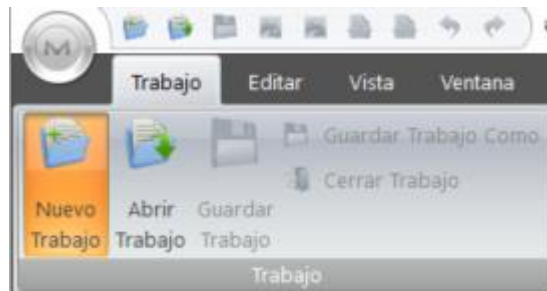


Figura 89 Menú de trabajo

Dentro del nuevo trabajo deberemos definir parámetros tales como, el nombre del trabajo, la localización, el creador, estos son personales y no son relevantes, pero el de configuración sí. En configuración aparecen una serie de Deberemos de seleccionar GPS+ de esta manera obtendremos datos GNSS con precisión centimétrica, esto es algo a tener en cuenta en función de la precisión deseada.

Figura 90 Crear nuevo trabajo

Una vez hemos rellenado los datos seleccionamos siguiente, donde podremos definir el formatos de las unidades de ángulos, latitud, longitud y presiones (figura 91).

Crear nuevo trabajo

Visualizar

Ángulos

Ángulos dd'mm'ss.s"

LatLon dd'mm'ss.s"

Precisiones

Distancias 3

Coordenadas (N.E: X,Y,Z) 3

Alturas 3

Ángulos (segundos) 4

Ángulos (grados dec.) 7

LatLon (segundos) 5

LatLon (grados dec.) 8

Tamaño#Área 0

Volúmenes 1

Tiempo (segundos) 0

Carreteras

Formato de visualización Estación PK

Atrás **Siguiente** Crear Cancelar

Figura 91 Definición de magnitudes

En la siguiente ventana definiremos el sistema de coordenadas del proyecto. En la parte superior encontramos una conversión de coordenadas, esto no nos interesa ya que es conversiones para coordenadas estadounidenses.

Seguidamente ya definimos las coordenadas de nuestro proyecto donde seleccionaremos la proyección UTM Zona 30 y el datum ETRS 89.

Seleccionaremos la opción de "Cuadrícula->Parámetros Plano" debido a que tenemos una proyección definida.

Para elegir el geode deberemos de tenerlo descargado con anterioridad para poder cargarlo en el programa en este caso será el utilizado en España el GRS80, para ello debemos de ir a lista de geoides y añadir el nuestro y de esa manera lo podremos cargar (Figura 92).

L.	Nombre	Ruta	Longitud M...	Longitud M...	Latitud Mii ^
g1999a03		c:\program...	172°00'00,0...	156°00'00,0...	49°00'00,C
g1999a04		c:\program...	158°00'00,0...	126°00'00,0...	49°00'00,C
g1999h01		c:\program...	161°00'00,0...	154°00'00,0...	18°00'00,C
g1999p01		c:\program...	69°00'00,00...	64°00'00,00...	15°00'00,C
g1999u01		c:\program...	130°00'00,0...	111°00'00,0...	40°00'00,C
g1999u02		c:\program...	113°00'00,0...	94°00'00,00...	40°00'00,C
g1999u03		c:\program...	96°00'00,00...	77°00'00,00...	40°00'00,C
g1999u04		c:\program...	79°00'00,00...	60°00'00,00...	40°00'00,C
g1999u05		c:\program...	130°00'00,0...	111°00'00,0...	24°00'00,C
g1999u06		c:\program...	113°00'00,0...	94°00'00,00...	24°00'00,C
g1999u07		c:\program...	96°00'00,00...	77°00'00,00...	24°00'00,C
g1999u08		c:\program...	79°00'00,00...	60°00'00,00...	24°00'00,C
iberia08_re...		C:\Users\vic...	9°30'00,000...	4°30'00,000...	35°00'00,C

Añadir

Eliminar

Exportar...

Cerrar

Figura 92 Lista de geoides

Elegimos la hora para Madrid (UTC+01:00) y la unidad lineal "Metros" y la unidad angular "Gons" (Figura 93).

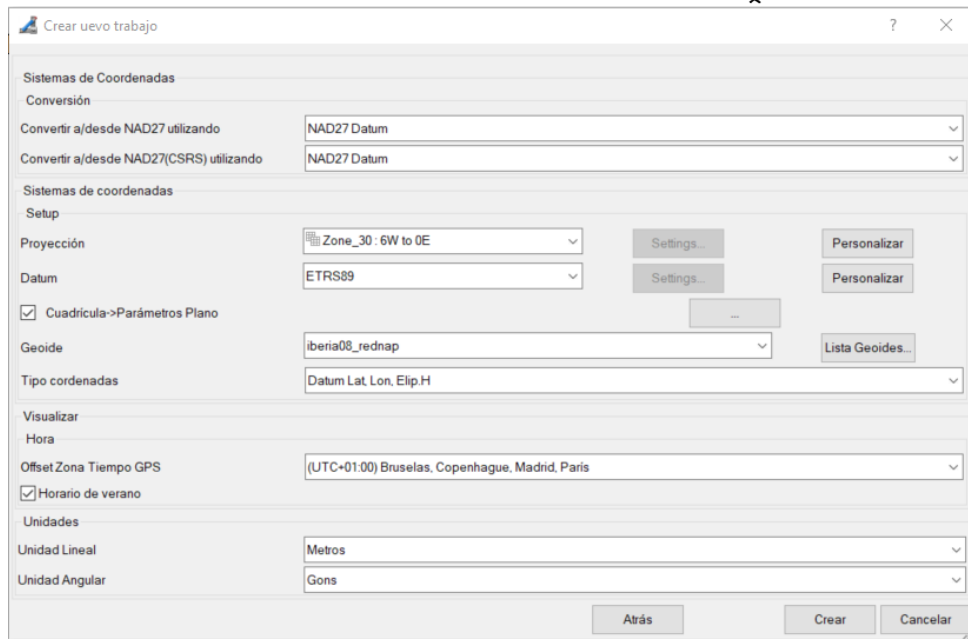


Figura 93 Configuración del trabajo

Una vez ya tenemos la configuración del programa importaremos lo primero que realizaremos será la importación de las antenas por lo que deberemos de ir a "Vista" y seleccionaremos "Lista Antenas" donde podremos calibrar las antenas clic derecho "Importar calibración antena" y elegimos el archivo de las antenas (Figura 94).

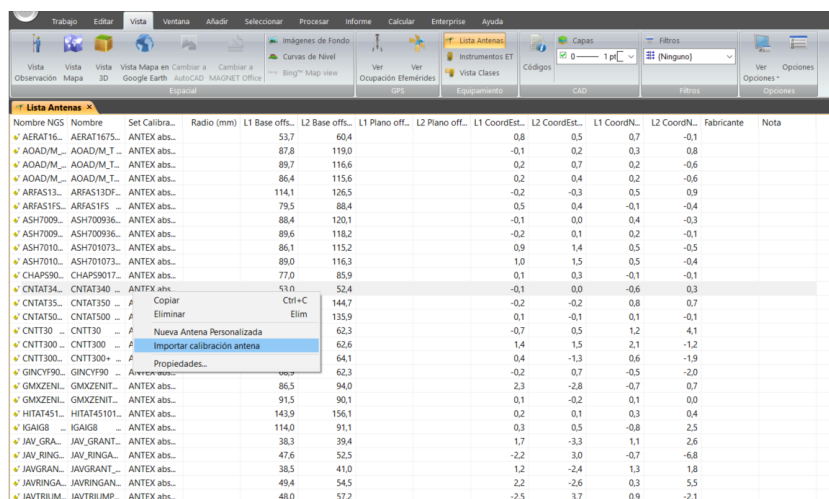


Figura 94 Importación de antenas

Con las antenas calibradas importaremos las efemérides, para ello seleccionamos en el mismo menú en la sección "GPS" "Ver Efemérides" ahí se puede comprobar que no tenemos ninguna (Figura 95).

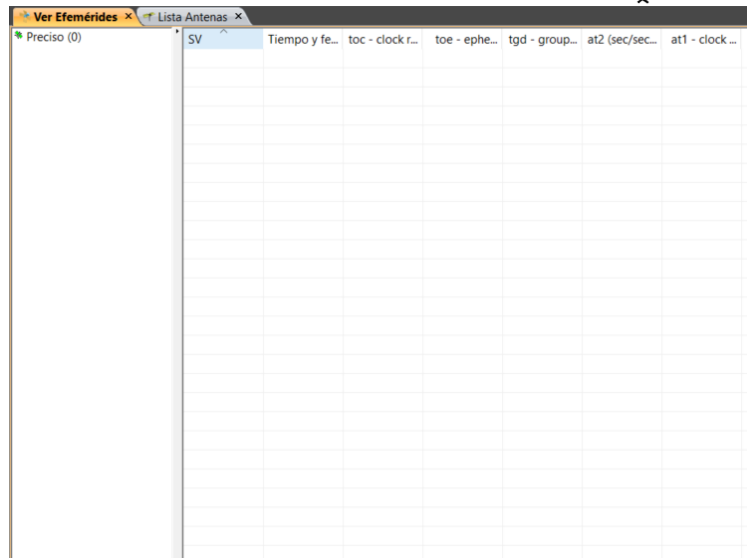


Figura 95 Efemérides sin cargar

Para poder importar las efemérides deberemos de ir a “Trabajo” “Importar” y seleccionaremos las efemérides necesarias para ambos días (Figura 96).

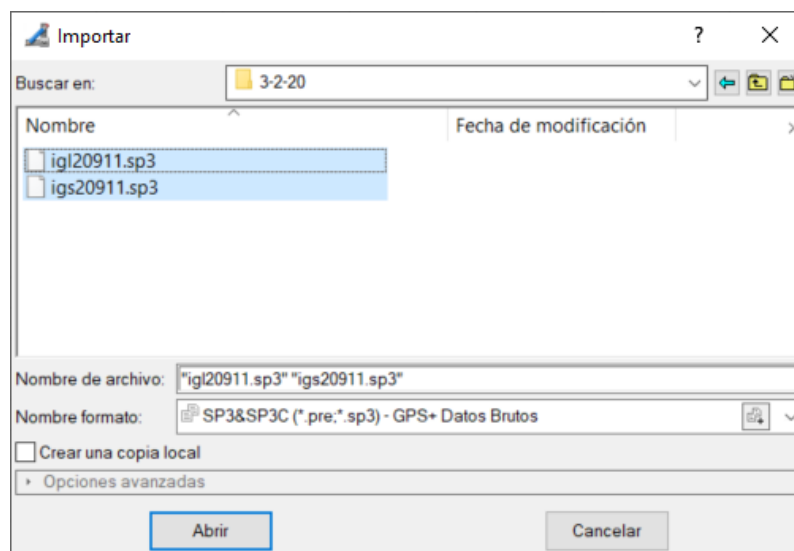


Figura 96 Importar efemérides

Una vez ya tenemos las efemérides y la calibración de las antenas importaremos los observables para ello seleccionaremos “Importar” y el cambiaremos el formato a “RINEX” (Figura 97).

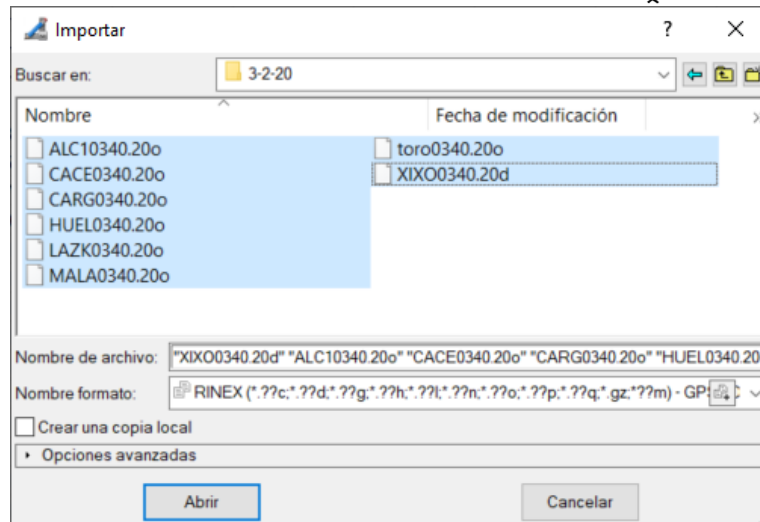


Figura 97 Importación de los observables

Una vez se han importado los observables deberemos de revisar si ha ido todo correcto por lo que tendremos tres pestañas donde podremos mirar los observables (Figura 98).

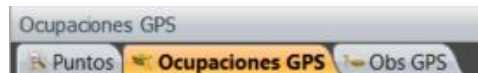


Figura 98 Ocupaciones GPS

En este caso se observa que no ha leído correctamente el tipo de antena de ALC1, por lo que deberemos de seleccionarlo para ello vamos al archivo RINEX y observamos que tipo de antena es y la seleccionamos en este caso es la TRM57971.00 (Figura 99).

L.	Nombre Pu.	Nombre Ori.	Tipo de Ant.	Altura de Antena (m)	Método Ant.	Hora Inicio	Tiempo Stop	Duración	Método	Nota	Origen	Receptor	Intervalo L.	Semana, d.	NºÉpoca	Error de ce...	Error Altura...	Acimut	Dist Offset L.	HR Offset (m)
●	XIXO	XIXO	TRM59900...	0,035	Vertical	03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	5422948669	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	ALC1	ALC1	TRM57971.00		TZGD	03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	5349850172	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	CACE	CACE	ANTEX absolute			03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	5349850172	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	CARG	CARG	Otro			03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	1830240	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	HUEL	HUEL	TRM57971.00		TZGD	03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	5328K44262	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	MALA	MALA	Otro			03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	1830362	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	LAZK	LAZK	Mis...			03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	1701066	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			
●	TORO	TORO	TRM59900...	0,000	Vertical	03/02/2020...	04/02/2020...	24:00:00	Estático		C:\Users\vic...	5708R51423	30000	2091,034	2880	0,001	0,001			

Figura 99 Corrección de la antena

Con las comprobaciones pertinentes realizadas deberemos de configurar los parámetros para el cálculo de las líneas base. Para ello debemos de ir a "Trabajo" "Configuración Trabajo" (Figura 100).

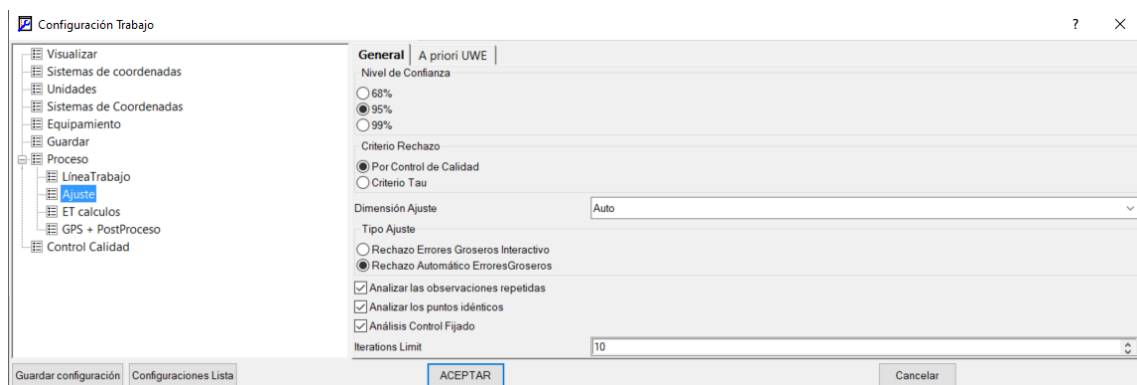


Figura 100 Configuración Trabajo



En el apartado “GPS + PostProceso ” encontramos tres apartados el primero que es “General” (Figura 101).

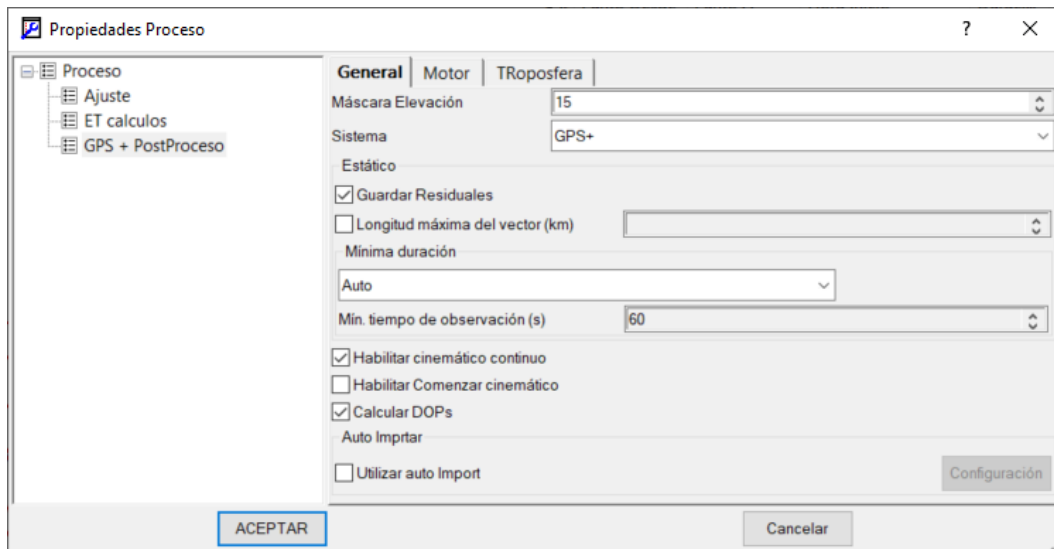


Figura 101 Propiedades General

“Mascara de elevación”, ira en función del entorno de los vértices.

“Sistema”, elegiremos GPS+ para tener observables GPS y GLONASS.

Seleccionamos “Guardar residuales”, para crear residuales de doble diferencias.

Y deberemos de tener seleccionado “Calcular DOPs” de esta manera generaremos valores residuales de doble frecuencia (Figura 102).

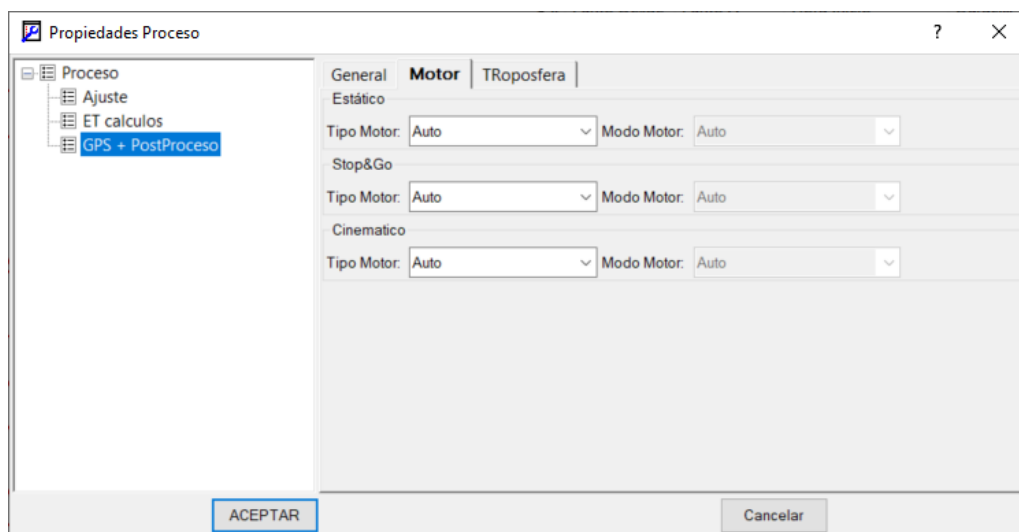


Figura 102 Propiedades Motor

En esta ventana lo dejamos en “Auto” para que el programa pueda encontrar la mejor opción en el cálculo de las líneas base, aunque hay múltiples motores. En la última ventana encontramos “TRoposfera” y elegiremos las siguientes opciones, aunque esta ventana será la menos importante ya que no afectara de una manera significativa al cálculo de las líneas base (Figura 103).

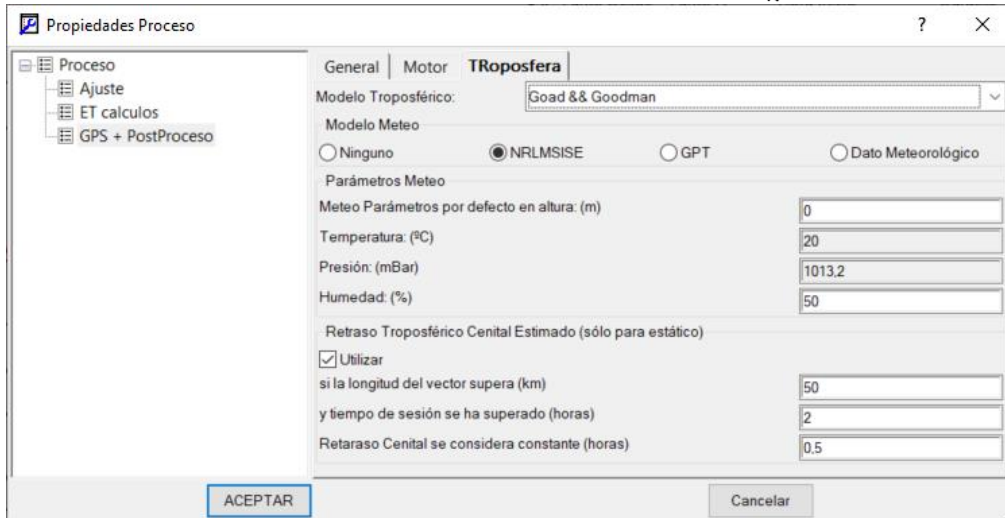


Figura 103 Propiedades Troposfera

En cuanto al “Modelo Troposférico” se ha elegido el “Goad & Goodman” aunque también se puede seleccionar el modelo troposférico “Niell” y “UNBabc”. En cuanto a “Modelo Meteo” elegimos el “NRLMISE” debido a que no tenemos ningún tipo de parámetro meteorológico. En cuanto a los valores siguiente deberemos de utilizar un valor medio ya que los puntos se encuentran repartidos por toda la península.

Una vez ya hemos definido las tres ventanas podremos realizar el cálculo de las líneas base para ello para ello debemos de ir a “Procesar” y dentro de “GPS” elegiremos “GPS+PostProcesado” (Figura 104).

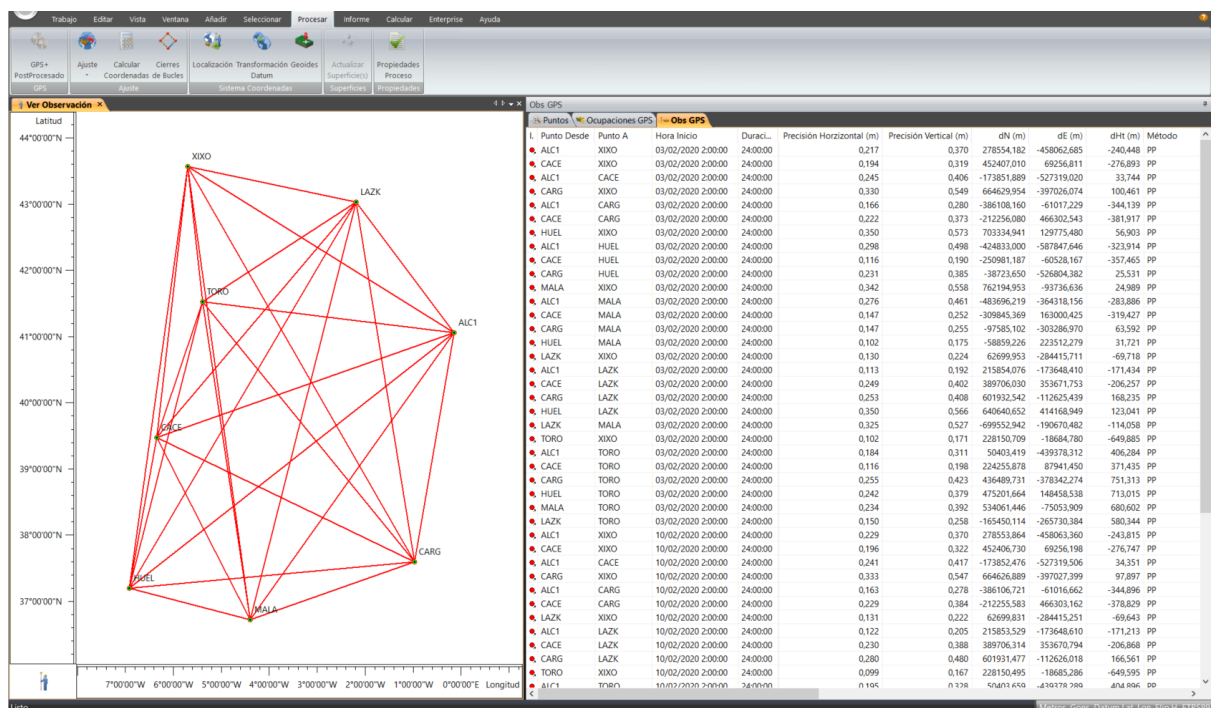


Figura 104 Líneas Base Largas

Como se puede comprobar en la imagen anterior ninguna de las líneas base cumple con la precisión por eso se muestran todas las líneas base en rojo, la mejor precisión es de 0,099 metros un valor muy alto para la precisión que queremos conseguir por lo que se rechazara ya que el programa no realiza un proceso óptimo. Para poder conocer qué precisión se ha utilizado deberemos de ir a “Trabajo” “Configuración Trabajo” y ahí dentro en “Control de calidad” y dentro de este podemos observar distintas vistas donde podemos observar la diferentes precisiones, pero la que nosotros queremos la precisión “Precisiones Obs GPS”, estas son la precisiones que tomara el programa para desechar una línea base.

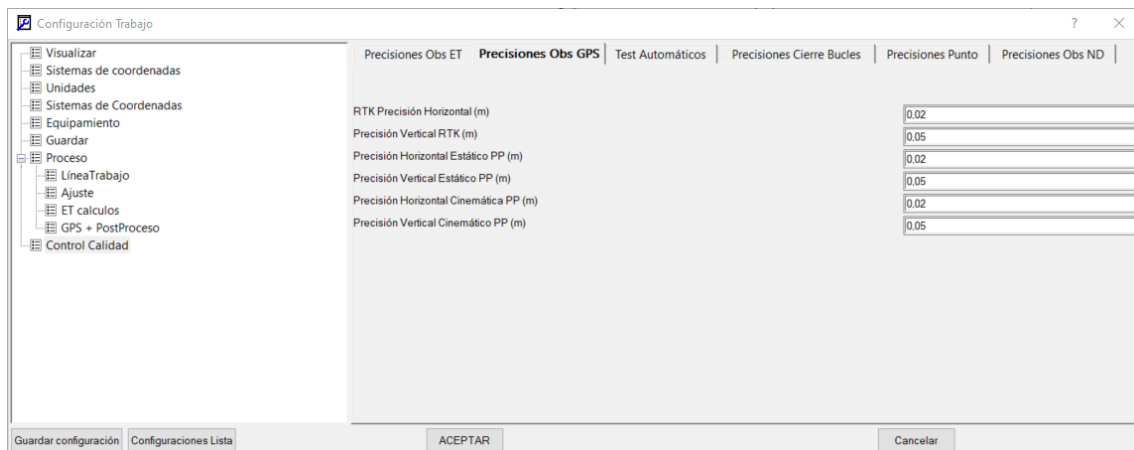


Figura 105 Precisiones Obs GPS

Una vez se ha finalizado con las estaciones de la Península Ibérica pasaremos a estudiar los puntos de la Comunidad Valenciana para ello realizaremos los pasos mostrados anteriormente con los datos de estas estaciones. Como ha sucedido con las estaciones anterior no calcula líneas base con la precisión necesaria para poder trabajar con ellas, sí es cierto que en este caso sí encontramos más pero no para poder realizar el ajuste, las precisiones de estas líneas base también se mostrara en el anejo del proyecto.

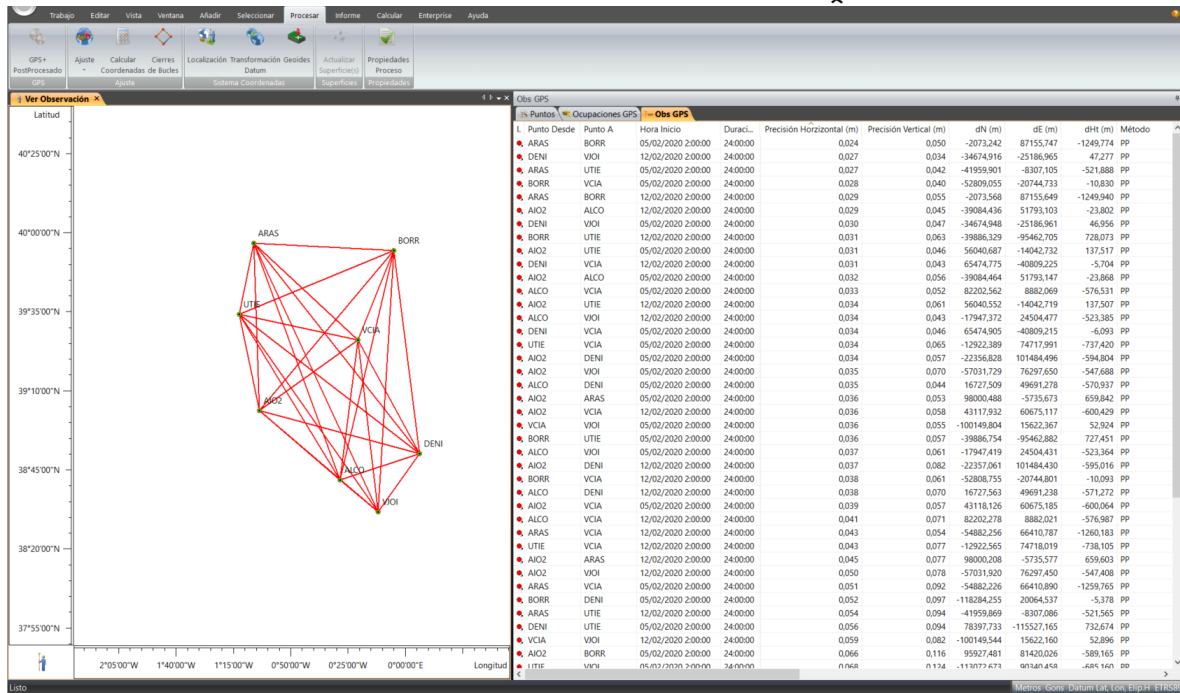


Figura 106 Líneas base cortas

Una vez ya hemos finalizado con los tres programas iniciaremos la comparativa y conclusión tanto de los datos como de los programas en el siguiente punto.

# 7º CAPÍTULO

## PRESUPUESTO

## 7.1 PRESUPUESTO

La realización de este presupuesto se basa en cuanto retribución económica deberíamos de pedir a un cliente que desearía hacer un estudio para obtener el mejor resultado ante la comparativa de los tres programas.

Lo primero que se ha de realizar es una división de los días que necesitásemos, estos días ya es bajo la experiencia en los tres programas, en este caso sería de cinco días el primer día sería para obtener todos los datos necesarios para el trabajo y posible descarga o mantenimiento en los programas. El resto de los tres días restantes se realizarán para la ejecución del trabajo y el último será de seguridad por si tenemos alguna dificultad en el trabajo.

Los tres días en los programas se dividirán en ejecución del programa y estudio de los resultados con un informe de errores.

Este trabajo será realizado por un titulado en ingeniería Geomática y Topografía. Según el último boletín oficial de la provincia de Valencia el sueldo de un titulado medio o diplomado es de 1.427,13€ (Figura 107).

II	II	Titulado Medio o Diplomado	1.408,82	1.427,13
----	----	----------------------------	----------	----------

Figura 107 Sueldo titulado medio

Donde se tendrán una serie de consideraciones de los trabajadores, en este caso al no trabajar en campo excluiríamos los pluses de kilometraje, dieta completa y plus comida ya que todas las tareas se realizan desde gabinete (Figura 108).

Plus Conv.todas las cat.+ 1,5%	66,73	67,73
Kilómetro	0,20	0,20
Dieta completa	20,14	20,14
Plus idiomas	10%salario b	10% salario b
Plus domingos y festivos+1,5%	44,37	45,04
Quebranto de moneda+1,5%	49,16	49,90
Plus comida+1,5%	7,77	7,89

Figura 108 Plus trabajadores

Con esta información ya podemos calcular cuánto sería el coste por hora del trabajador.

Sueldo se ha basado en 1800 horas laborales, que son 8 horas por día, que constan de 225 días laborales anuales (figura 109).

	Salario Base	Convenio	€/Mes	Paga Anual	S.S.	Coste Empresa	€/Hora
Titulado medio o Diplomado	1.427,13 €	67,73 €	1.494,86 €	20.928,04 €	7.952,66 €	28.880,70 €	16,04 €

Figura 109 Sueldo por horas

Una vez ya tenemos el sueldo del empleado deberemos de obtener el precio de los programas debido a que vamos a trabajar durante cinco días intentaremos obtener una licencia de una semana.

El programa Leica Infinity vale 250,00€ que se pagara integro en los cinco días del trabajo.

El Trimble Business Center, si solamente se realiza este proyecto podríamos utilizar una licencia gratuita de 30 días, pero vamos a ponerle el valor de mercado que es de 3360,00€ que amortizaremos a dos años por lo que calcularemos el precio por día.

$$\frac{3360,00\text{€ Coste}}{225 \text{ días laborales} * 2 \text{ años de amortización}} = 7,47\text{€/día}$$

El MAGNET Tools tiene un precio aproximado de 875,00€, este precio ha sido obtenido de diferentes fuentes por lo que no es un precio fijo solo orientativo. Se amortizará el programa a un año.

$$\frac{875,00\text{€ Coste}}{225 \text{ días laborales}} = 7,47\text{€/día}$$

Como resumen tenemos una tabla con los precios por día de cada programa (Figura 110).

	Precio x día
Leica Infinity	50,00 €
Trimble Business Center	7,47 €
MAGNET Tools	3,89 €

Figura 110 Precio programas

Para los costes indirectos tomaremos un ordenador para poder realizar el trabajo que tendrá un coste diario de 8€ este lo alquilaremos debido a que algunos programas necesitan una gran potencia de cálculo. Por lo que con las anteriores características podemos ofrecer un presupuesto para nuestro cliente (Figura 111).

		COSTES DIRECTOS					
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
MANO DE OBRA	Ingeniero	128,36 €	128,36 €	128,36 €	128,36 €	128,36 €	
	SOFTWARE						
	Leica Infinity	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	
	Trimble Business	7,47 €	7,47 €	7,47 €	7,47 €	7,47 €	
	MAGENT Tools	3,89 €	3,89 €	3,89 €	3,89 €	3,89 €	
		189,71 €	189,71 €	189,71 €	189,71 €	189,71 €	Total
							948,57 €

		COSTES INDIRECTOS				
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	
MATERIAL	Ordenador	8,00 €	8,00 €	8,00 €	8,00 €	
		8,00 €	8,00 €	8,00 €	8,00 €	TOTAL
						32,00 €

Figura 111 Costes directos e indirectos

Una vez ya hemos planteado tanto los costes directos como indirectos le aplicamos un beneficio del 26,50% y un 21% de IVA (Figura 112).

CD+CI	980,57 €
Beneficio 30%	259,85 €
Total Sin IVA	1.240,42 €
IVA 21%	260,49 €
Total	1.500,91 €

Figura 112 Precio final

# 8º CAPÍTULO

## COMPARATIVA



## 8.1 COMPARATIVA

En este punto van a analizarse las coordenadas obtenidas por cada uno de los programas junto con los valores estadísticos obtenidos en los ajustes, lógicamente al programa Magnet Topcon queda fuera de este análisis debido a que no hemos podido conseguir un ajuste preciso.

Para poder tener un dato comparable los valores se han pasado a grados para poder tener la misma unidad de medida que este caso serán los metros. Para poder compararlos se calculará el error medio cuadrático y el error medio absoluto con estos errores podremos obtener que programa de una manera simple comparando los valores de las coordenadas. Para ello aplicaremos la siguiente fórmula con los datos de latitud, longitud y altura (Figura 113).

$$EMC = \sqrt{\sum ((\hat{\theta} - \theta)^2)}$$

$$EMA = \frac{1}{n} \sum |\hat{\theta} - \theta|$$

ALC1								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	41,057894	0,145305839	397,639					
LEICA	41,057894	0,145305556	397,6018	-0,0497	0,0315	0,0372	0,04018356	0,03945761
TRIMBLE	41,057894	0,14530585	397,64	-0,0012	-0,0012	-0,0010	0,00116165	0,00115638
CACE								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	39,478861	6,341785256	436,501					
LEICA	39,478861	6,341785299	436,4379	-0,0100	-0,0048	0,0631	0,0369861	0,02595624
TRIMBLE	39,47886	6,341785114	436,599	0,0296	0,0157	-0,0980	0,05980436	0,04779012
CARG								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	37,596597	0,973855369	57,321					
LEICA	37,596597	0,973855556	57,3107	0,0090	-0,0207	0,0103	0,01430414	0,01330988
TRIMBLE	37,596597	0,973855217	57,366	-0,0127	0,0170	-0,0450	0,02871291	0,02487654
HUEL								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	37,199979	6,920299608	81,842					
LEICA	37,199979	6,920299706	81,6981	-0,0081	-0,0109	0,1439	0,08345039	0,05430801
TRIMBLE	37,199978	6,920299336	81,96	0,0253	0,0302	-0,1180	0,07183176	0,05785185
LAZK								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	43,034558	2,186921072	226,455					
LEICA	43,034558	2,18692098	226,4425	-0,0034	0,0102	0,0125	0,00952725	0,00869973
TRIMBLE	43,034558	2,186921303	226,466	0,0099	-0,0256	-0,0110	0,01707621	0,01549794
MALA								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	36,726112	4,393533283	119,83					
LEICA	36,726112	4,393533339	119,8131	-0,0058	-0,0062	0,0169	0,0109102	0,00961687
TRIMBLE	36,726112	4,393533067	119,923	0,0145	0,0241	-0,0930	0,05609216	0,04386008
TORO								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	41,522442	5,391018892	806,955					
LEICA	41,522443	5,39101889	806,8914	-0,0124	0,0002	0,0636	0,03740833	0,02538083
TRIMBLE	41,522442	5,391018897	806,997	0,0312	-0,0006	-0,0420	0,03020004	0,02459671
XIXO								
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	43,570113	5,701905381	156,524					
LEICA	43,570114	5,701905288	156,4699	-0,0090	0,0103	0,0541	0,03221912	0,024472
TRIMBLE	43,570113	5,701905647	156,568	0,0352	-0,0296	-0,0440	0,03675102	0,0362716

Figura 113 Comparación estaciones largas distancias entre programas

Como podemos observar en la figura anterior hay una gran cantidad de estaciones más precisas calculadas por el programa Leica que son 5 en contra de 3 que ha calculado mejor la casa Trimble, aunque sí que es cierto que el programa de Trimble es más preciso por lo que es comprensible que haya más error. También vamos a comparar valores estadísticos que estén en los dos informes.

El programa Trimble en su informe no ofrece como tal los valores de la desviación de los datos, sino que ofrece un histograma (Figura 29 y 41) en el que toma como valor crítico de Tau 3,2 es un valor fijado por el programa que no se puede cambiar, estos valores en el programa Leica son más bajos y si se pueden modificar por lo que podríamos estar aceptando desviaciones erróneas en el programa Trimble. Al tener un valor tan alto también genera que errores que se han encontrado en el Leica no se muestran en el Trimble, esto se ve más claro cuando trabajemos con los datos de las cortas distancias. En cuanto a las desviaciones en Leica son valores que no superan los 2 centímetros de error a priori con un probabilidad del 68% (Figura 74) para obtener el 99% deberíamos de multiplicar las desviaciones por 2,5 (Figura 114).

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long[m]	SD Height [m]
ALC1	0,02025	0,04925	0,046
CACE	0,01275	0,031	0,02925
CARG	0,009	0,021	0,02125
HUEL	0,00875	0,0175	0,0205
LAZK	0,01	0,01875	0,02175
MALA	0,008	0,0165	0,019
TORO	0,01425	0,03425	0,03175
XIXO	0,00925	0,01825	0,02025

*Figura 114 Desviaciones del 99% largas*

En cuanto al ajuste en Trimble podemos observarlos términos de covarianza (Figura 31) que mide la dependencia que tienen los datos al ser un valor superior a 0 en todos los casos podemos decir que los valores dependen uno del otro.

En cambio, Trimble nos ofrece la estimación de errores de cada línea base (Figura 76) donde podemos observar los valores de fiabilidad interna (MDB) este valor cuanto mayor sea menos fiable será la fiabilidad interna. La fiabilidad externa (BNR) siempre se busca que se homogenea, si observamos valores elevados es porque los datos no han sido muy trabajados. La redundancias, contra mayor sea este número mejor será en general para el cálculo. Las Pruebas W y T no indicaran los errores que forman las líneas base, en este caso no encontramos ningún error grosero. En este también tenemos los valores estadísticos de las antenas, pero no hay nada reseñable que decir ya que están todas correctas, aunque encontramos el MDB y la Prueba W de esta manera se estudia los posibles errores groseros y la fiabilidad.

Una vez esto podemos realizar el mismo proceso con las coordenadas de cortas distancias (Figura 115).

AIO2								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	39,0613515	1,05918963	662,869					
LEICA	39,0613528	1,05918889	662,8365	-0,1406	0,0821	0,0325	0,09583375	0,08505144
TRIMBLE	39,0613515	1,05918954	662,869	-0,0029	0,0102	0,0000	0,00611433	0,00436214
ALCO								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	38,6979845	0,47354727	640,074					
LEICA	38,6979833	0,47354722	640,0527	-0,1299	-0,0207	0,0213	0,07695294	0,05730576
TRIMBLE	38,6979845	0,47354704	640,074	-0,0022	0,0259	0,0000	0,01502022	0,00936214
ARAS								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	39,9450144	1,10157739	1321,22					
LEICA	39,9450139	1,10157778	1321,1729	0,0585	-0,0434	0,0471	0,05007134	0,04966091
TRIMBLE	39,9450144	1,10157752	1321,22	0,0057	-0,0150	0,0000	0,00927682	0,00690329
BORR								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	39,905177	0,08321366	72,889					
LEICA	39,9051778	0,08321389	72,8397	-0,0892	-0,0256	0,0493	0,06067107	0,05470494
TRIMBLE	39,905177	0,08321351	72,889	-0,0071	0,0167	0,0000	0,01045897	0,00792181
DENI								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	38,8347775	0,10366129	69,655					
LEICA	38,8347778	0,10366111	69,6194	-0,0272	0,0198	0,0356	0,02825619	0,02750453
TRIMBLE	38,8347776	0,10366148	69,655	-0,0074	-0,0210	0,0000	0,01284979	0,00946502
UTIE								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	39,5686786	1,20858843	799,666					
LEICA	39,5686778	1,20858889	799,6162	0,0870	-0,0506	0,0498	0,06485264	0,06248477
TRIMBLE	39,5686785	1,20858837	799,666	0,0062	0,0071	0,0000	0,00543128	0,00442387
VCIA								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	39,435707	0,34390502	62,928					
LEICA	39,4357056	0,34390556	62,8915	0,1568	-0,0593	0,0365	0,09904048	0,08418313
TRIMBLE	39,435707	0,34390493	62,928	-0,0040	0,0105	0,0000	0,00648638	0,00483539
VJOI								
	LATITUD (º)	LONGITUD (º)	ALTURA (m)	DIF. COORDENADAS (METROS)			ERRORES	
				LATITUD	LONGITUD	ALTURA	EMC (m)	EMA (m)
FIJAS	38,5300098	0,19836843	117,0846					
LEICA	38,5300111	0,19836944	117,0256	-0,1406	-0,1132	0,0590	0,10961501	0,10424486
TRIMBLE	38,5300099	0,19836823	117,0846	-0,0072	0,0220	0,0000	0,01337201	0,0097428

Figura 115 Comparación estaciones cortas distancias entre programas

En contra posición ocurre totalmente lo contrario cuando trabajamos con estaciones a cortas distancias donde el programa Trimble es más exacto en todas las estaciones que el Leica y es exactamente por el mismo motivo anterior, por lo que elegiría para calcular distancias con una larga distancia entre ellas el programa de Leica y para distancias cortas el programa de Trimble.

En el programa Trimble ninguna desviación es rechazada y como los valores de covarianza son superiores a 0 y los valores depende entre ellos y teniendo unos errores a posteriori que no superan los 15 milímetros. En cuanto al Leica encontramos las desviaciones con un 99% (Figura 116) y son apropiadas para todas las estaciones.

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AIO2	0,00925	0,0075	0,0195
ALCO	0,00825	0,00675	0,0175
ARAS	0,006	0,00475	0,0125
BORR	0,00725	0,006	0,01525
DENI	0,012	0,00975	0,025
UTIE	0,0135	0,01075	0,02775
VCIA	0,01025	0,00825	0,0215
VJOI	0,012	0,00975	0,02525

*Figura 116 Desviaciones del 99% cortas*

En las observaciones (Figura 88) encontramos dos líneas base que no superan ni el Test W en alguno de sus componentes ni en la Prueba T es aceptada, con unos errores estimados de 3 centímetros. En la línea VJOI-ALCO la red solo se calculan con 15 redundancias esto puede ser un factor muy importante por la calidad de los datos. La otra línea base BORR-VJOI esta compuesta por la estación VJOI que es la que nos están provocando el error en el ajuste. Como se cometo anteriormente no podemos modificar las líneas base que tienen error y estos debido a que se rechazaron muchas en los ajustes libres realizados antes de elegir las líneas base para el ajuste ligado.

En los datos de las antenas (Figura 87) podemos ver que el valor de la fiabilidad de los datos de las líneas base VJOI-ALCO y BORR-VJOI es alto por lo que genera que sea menos fiable y los valores de la Prueba T es rechazado. Podemos observar cómo hay otra línea base ARAS-BORR en esta la fiabilidad es alta y la Prueba T es rechazada pero estas dos estaciones se calculan mediante más líneas base.

En conclusión, el programa Leica es mucho mas completo y muestra muchos más valores estadístico que el Trimble que contiene menos valores estadísticos, esto genera que en el programa no se pueda comprobar donde esta el error de una manera directa si no que debes tienes que confiar en un valor únicamente.

# 9º CAPÍTULO

## CONCLUSIÓN

## 9.1 CONCLUSION

El programa de Trimble no es únicamente un programa para calcular redes geodésicas por lo que podemos tener alguna dificultad, lo más interesante es la carga de los datos simplemente debemos de arrastrar nuestros datos bien sean los observables o las efemérides que el solo sin especificar el archivo automáticamente te lo carga.

En cuanto al ajuste le faltan bastantes cosas por añadir como más errores groseros, desviaciones típicas de los puntos en una tabla, aunque el histograma ayuda de una manera muy rápida la comprobación de las desviaciones de las estaciones.

La carga de datos el programa te muestra las posibles líneas base sin haberlas calculado y al calcularlas te salen dobles por lo que tienes que ir una por una eliminando las que deseas. Como algo muy positivo diría que no tarda demasiado en realizar los cálculos que le pides. Como conclusión diría que para no ser un programa expresamente para el cálculo de redes geodésicas ha sido muy gratificante.

El programa de Leica claramente es un programa expresamente para cálculos de redes geodésicas podemos observar las numerosas ventajas que tiene para el estudio de los datos lo que conlleva una gran información y observación, al principio si no tienes un gran dominio del programa puedes dificultar la realización de la práctica una vez ya se domina puedes observar que la cantidad de información que puede aportarnos es inmensa. Tiene un gran abanico de opciones tanto para el cálculo de las líneas base como para realizar el ajuste. Algo negativo es que al calcular las líneas base ha tardado mucho en calcularlas.

El programa de Topcon es una interface muy básica que no tiende a dudas cuando se fuera a trabajar con el programa, algo positivo es que puedas hacer la transformación entre coordenadas estaría bastante interesante que se pudiera hacer con más sistemas de coordenadas otro dato muy interesante es al calcular de las líneas base ya que podemos seleccionar el tipo de calculo con la que queremos calcular.

Como conclusión elegiría el programa Leica Infinity para calcular cualquier red geodésica, diría que en las estación de cortas distancias si no tuviéramos tantos errores groseros en los ajustes podríamos obtener mejor calidad de las coordenadas finales.

# 10º CAPÍTULO

## BIBLIOGRAFIA

## 10.1 BIBLIOGRAFIA

- [1] Berné, J.L., Garrido, N., Capilla, R. (2019) GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU. Fundamentos y métodos de posicionamiento. ISBN 978-84-9048-777-8. Editorial Univeritat Politècnica de València. Valencia.
- [2] Berné, J.L., Anquela, A.B., Garrido, N. (2014) GNSS GPS: fundamentos y aplicaciones en Geomática. ISBN 978-84-9048-262-9. Editorial Univeritat Politècnica de València. Valencia.
- [3] Aguilera, M.J. (2001) Desarrollo de una metodología de cálculo de redes geodésicas observadas mediante GPS. Análisis de la influencia de los métodos de cálculo en la precisión. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- [4] Anquela, A.B. (2001) Aportación al problema general de redes locales de alta precisión: condicionantes específicos de fijación de criterios teóricos y prácticos, de calificación de parámetros intermedios y resultados finales. Univeritat Politècnica de València. Valencia.
- [5] Gorgas, J., Cardiel, C., Zamorano, J. (2011) Estadística básica para estudiantes de ciencias. ISBN 978-84-691-8991-8. Madrid
- [6] Garrido, N. (Sin fecha) Calculo y compensación de redes GNSS con Leica Infinity.
- [7] Garrido, N (2017) Compensación de una red GNSS con Topcon Magnet Tools.
- [8] Topcon (2015) Magnet Tools Help. Disponible en:  
[https://www.ecomexico.net/proyectos/soporte/TOPCON-SOKKIA/GPS/SOFTWARE/MAGNET/MAGNET%20TOOLS/MAGNET\\_Tools\\_v300\\_Help\\_Manual\\_EN.pdf](https://www.ecomexico.net/proyectos/soporte/TOPCON-SOKKIA/GPS/SOFTWARE/MAGNET/MAGNET%20TOOLS/MAGNET_Tools_v300_Help_Manual_EN.pdf)
- [9] Verdú, A. (2007) Enlaces geodésicos intercontinentales investigación sobre los enlaces occidentales Europa-África. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- [10] Moya, J. (2014) Desarrollo, implementación y análisis de un modelo cinemático local de velocidades para Costa Rica basado en la integración y homogenización de datos de estaciones GNSS continuas. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- [11] Catalo, J., Barrado, J., Vasconcelos, M., Quirós, R. (2012) 7ª Asamblea Hispano-Portuguesa de geodesia y geofísica. San Sebastián.
- [12] Trimble Navigation Limited (2005-2009) Manual de referencia Trimble® Business Center Heavy Construction Edition.
- [13] Páez, R. (2015) Software para el control de calidad de estaciones permanentes GNSS y descarga de datos RINEX. Universidad de Cádiz. Cádiz
- [14] Tórtola, J. (2019) Estudio de la humedad del suelo con técnicas GNSS-R. Univeritat Politècnica de València. Valencia.

### WEBS

- [15] Natalia Garrido-Villén (2020). Disponible en: <https://nagarvil.webs.upv.es/>
- [16] Instituto Geográfico Nacional (2020). Disponible en: <https://www.ign.es/web/ign/portal>
- [17] Institut Cartogràfic Valencià (2020). Disponible en: <http://www.icv.gva.es/es>



- [18] International GNSS Service. Disponible en: <https://www.igs.org/>
- [19] GNSS CALENDAR AND UTILITY (2020). Disponible en: <http://www.gnsscalendar.com/>
- [20] Visor GNSS (2020). Disponible en: <http://ntrip.rep-gnss.es/>
- [21] Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (2020). Disponible en: <https://www.itacyl.es/>
- [22] Geo Euskadi (2020). Disponible en: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es/>
- [23] GPS.GOV (2020). Disponible en: <https://www.gps.gov/>

# 11º CAPITULO

## ANEJOS

## 11.1 ANEJOS

Datos del archivo del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre:	Spain/ETRS89
Tamaño:	Datum: ETRF89
Modificado/a:	Zona: UTM Zone 30 N
Zona horaria:	Geoide: EGM 2008 REDNAP
Número de referencia:	Datum vertical:
Descripción:	Obra calibrada:
Comentario 1:	
Comentario 2:	
Comentario 3:	

## Informe de ajuste de red

### Configuraciones del ajuste

#### Errores de configuración

##### GNSS

Error en la altura de antena: 0,003 m

Error de centrado: 0,000 m

#### Visualización de la covarianza

##### Horizontal:

Error lineal propagado [E]: Esférico

Término constante [C]: 0,000 m

Escalar en error lineal [S]: 1,960

##### Tridimensional

Error lineal propagado [E]: Esférico

Término constante [C]: 0,000 m

Escalar en error lineal [S]: 1,960

### Estadísticas del ajuste

Número de iteraciones para un ajuste exitoso: 2

Factor de referencia de red: 0,93

Prueba de chi al cuadrado (95%): Pasado

Nivel de confianza de la precisión: 95%

Grados de libertad: 21

#### Estadísticas de vectores con posprocesamiento

Factor de referencia: 0,93

Número de redundancias: 21,00

Escalar a priori: 1,00

### Límites de punto de control

ID de punto	Tipo	Este $\sigma$ (Metro)	Norte $\sigma$ (Metro)	Altura $\sigma$ (Metro)	Elevación $\sigma$ (Metro)
Fijo = 0,000001(Metro)					

### Coordenadas de cuadrícula ajustadas

ID de punto	Este (Metro)	Este Error (Metro)	Valor norte (Metro)	Valor norte Error (Metro)	Elevación (Metro)	Elevación Error (Metro)	Limitación
<a href="#">ALC1</a>	739887,748	0,003	4549110,831	0,004	347,703	0,017	
<a href="#">CACE</a>	212558,060	0,002	4375251,327	0,003	382,414	0,012	
<a href="#">CARG</a>	678869,747	0,002	4162988,202	0,003	7,747	0,013	
<a href="#">HUEL</a>	152029,200	0,003	4124260,856	0,005	30,576	0,019	
<a href="#">LAZK</a>	566235,708	0,003	4764973,101	0,005	176,500	0,017	
<a href="#">MALA</a>	375562,077	0,002	4065394,798	0,003	71,839	0,013	
<a href="#">TORO</a>	300500,729	0,002	4599516,086	0,002	752,245	0,010	
<a href="#">XIXO</a>	281815,021	0,002	4827675,209	0,003	103,821	0,011	

Las coordenadas de un ajuste libre sólo se deben usar para el análisis de la precisión interna de la red. No se deben distribuir como resultados finales.

### Coordenadas geodésicas ajustadas

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Limitación
<a href="#">ALC1</a>	N41°03'28,41843"	A0°08'43,10106"	397,640	0,017	
<a href="#">CACE</a>	N39°28'43,89721"	A6°20'30,42641"	436,599	0,012	
<a href="#">CARG</a>	N37°35'47,75070"	A0°58'25,87878"	57,366	0,013	
<a href="#">HUEL</a>	N37°11'59,92252"	A6°55'13,07761"	81,960	0,019	
<a href="#">LAZK</a>	N43°02'04,40710"	A2°11'12,91669"	226,466	0,017	
<a href="#">MALA</a>	N36°43'34,00274"	A4°23'36,71904"	119,923	0,013	
<a href="#">TORO</a>	N41°31'20,79197"	A5°23'27,66803"	806,997	0,010	
<a href="#">XIXO</a>	N43°34'12,40725"	A5°42'06,86033"	156,568	0,011	

Las coordenadas de un ajuste libre sólo se deben usar para el análisis de la precisión interna de la red. No se deben distribuir como resultados finales.

### Coordenadas ECEF ajustadas

ID de punto	X (Metro)	X Error (Metro)	Y (Metro)	Y Error (Metro)	Z (Metro)	Z Error (Metro)	3D Error (Metro)	Limitación
<a href="#">ALC1</a>	4816654,856	0,013	-12215,379	0,003	4167534,568	0,011	0,017	
<a href="#">CACE</a>	4899866,898	0,009	-544567,601	0,002	4033769,807	0,008	0,012	
<a href="#">CARG</a>	5059185,534	0,011	-85999,157	0,002	3870099,251	0,008	0,014	
<a href="#">HUEL</a>	5049613,263	0,015	-612885,654	0,004	3835143,898	0,012	0,020	
<a href="#">LAZK</a>	4666098,720	0,014	-178186,756	0,003	4330463,260	0,011	0,018	
<a href="#">MALA</a>	5103282,491	0,011	-392096,778	0,002	3793146,914	0,008	0,014	
<a href="#">TORO</a>	4761773,990	0,008	-449367,102	0,002	4206573,689	0,006	0,010	
<a href="#">XIXO</a>	4605738,896	0,009	-459868,570	0,002	4373716,910	0,007	0,011	

Las coordenadas de un ajuste libre sólo se deben usar para el análisis de la precisión interna de la red. No se deben distribuir como resultados finales.

### Componentes de la elipse de error

ID de punto	Semieje mayor (Metro)	Semieje menor (Metro)	Acimut
<a href="#">ALC1</a>	0,005	0,004	161°
<a href="#">CACE</a>	0,004	0,002	171°
<a href="#">CARG</a>	0,004	0,003	159°
<a href="#">HUEL</a>	0,006	0,004	15°
<a href="#">LAZK</a>	0,006	0,004	179°
<a href="#">MALA</a>	0,004	0,003	157°
<a href="#">TORO</a>	0,003	0,002	162°
<a href="#">XIXO</a>	0,004	0,002	165°

### Observaciones GNSS ajustadas

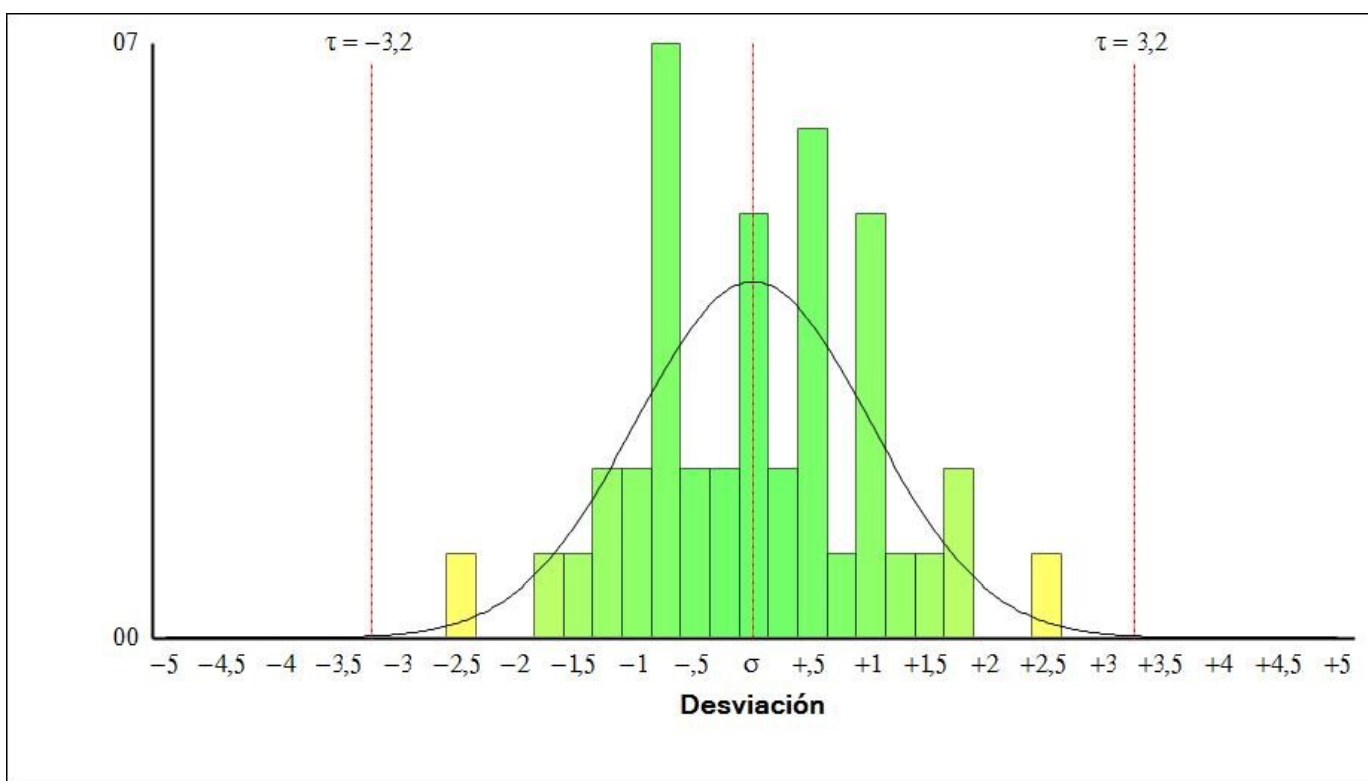
ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
<a href="#">MALA --&gt; LAZK (PV67)</a>	Acimut	14°22'57"	0,001 seg	0,001 seg	2,418
	$\Delta$ Alt.	106,543 m	0,013 m	-0,008 m	-1,155
	Dist. elip	725352,899 m	0,004 m	0,000 m	0,188
<a href="#">LAZK --&gt; MALA (PV123)</a>	Acimut	195°47'59"	0,001 seg	-0,001 seg	-2,416
	$\Delta$ Alt.	-106,543 m	0,013 m	-0,008 m	-1,159
	Dist. elip	725352,899 m	0,004 m	0,001 m	0,445
<a href="#">TORO --&gt; XIXO (PV78)</a>	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	0,000 seg	0,660
	$\Delta$ Alt.	-650,429 m	0,008 m	0,009 m	1,841
	Dist. elip	228891,633 m	0,002 m	-0,001 m	-0,697
<a href="#">CARG --&gt; ALC1 (PV59)</a>	Acimut	10°16'15"	0,003 seg	0,003 seg	1,668
	$\Delta$ Alt.	340,274 m	0,026 m	-0,006 m	-0,196
	Dist. elip	390857,969 m	0,006 m	0,000 m	0,040
<a href="#">TORO --&gt; XIXO (PV134)</a>	Acimut	353°41'58"	0,001 seg	0,000 seg	-0,984
	$\Delta$ Alt.	-650,429 m	0,008 m	-0,006 m	-1,663
	Dist. elip	228891,633 m	0,002 m	0,000 m	0,488
<a href="#">CARG --&gt; TORO (PV75)</a>	Acimut	320°20'05"	0,001 seg	-0,001 seg	-1,458
	$\Delta$ Alt.	749,631 m	0,020 m	-0,010 m	-0,763
	Dist. elip	577830,289 m	0,005 m	-0,001 m	-0,373
<a href="#">CACE --&gt; MALA (PV126)</a>	Acimut	150°10'39"	0,002 seg	0,002 seg	1,379
	$\Delta$ Alt.	-316,677 m	0,020 m	-0,007 m	-0,484
	Dist. elip	350063,848 m	0,005 m	0,004 m	0,928
<a href="#">CACE --&gt; TORO (PV132)</a>	Acimut	19°14'42"	0,001 seg	0,000 seg	-1,041
	$\Delta$ Alt.	370,397 m	0,012 m	0,002 m	1,111
	Dist. elip	240809,922 m	0,003 m	0,001 m	1,156
<a href="#">CARG --&gt; MALA (PV69)</a>	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	0,000 seg	1,108
	$\Delta$ Alt.	62,556 m	0,007 m	0,002 m	0,421
	Dist. elip	318716,541 m	0,001 m	-0,001 m	-0,702
<a href="#">ALC1 --&gt; XIXO (PV140)</a>	Acimut	303°11'52"	0,001 seg	0,000 seg	1,020
	$\Delta$ Alt.	-241,072 m	0,018 m	0,000 m	0,053
	Dist. elip	536222,162 m	0,004 m	-0,001 m	-0,808
<a href="#">MALA --&gt; CACE (PV70)</a>	Acimut	331°22'49"	0,002 seg	-0,001 seg	-0,804
	$\Delta$ Alt.	316,677 m	0,020 m	0,007 m	0,411
	Dist. elip	350063,848 m	0,005 m	0,005 m	1,018

<a href="#">TORO --&gt; HUEL (PV74)</a>	Acimut	195°50'49"	0,001 seg	0,000 seg	0,138
	$\Delta$ Alt.	-725,037 m	0,020 m	0,000 m	-0,032
	Dist. elip	497635,361 m	0,005 m	-0,002 m	-0,761
<a href="#">CARG --&gt; MALA (PV125)</a>	Acimut	253°23'41"	0,001 seg	0,000 seg	-0,758
	$\Delta$ Alt.	62,556 m	0,007 m	0,000 m	-0,125
	Dist. elip	318716,541 m	0,001 m	0,000 m	0,554
<a href="#">ALCI --&gt; HUEL (PV118)</a>	Acimut	236°00'25"	0,001 seg	0,000 seg	-0,500
	$\Delta$ Alt.	-315,680 m	0,023 m	0,000 m	-0,025
	Dist. elip	725317,263 m	0,006 m	0,002 m	0,573

## Histograma de residuos estandarizados

Valor crítico de Tau: 3,2

Observaciones que fallan en la prueba de Tau: 0



## Términos de covarianza

Punto de origen	Al punto		Componentes	Error a posteriori	Precisión horiz. (Cociente)	Precisión 3D (Cociente)
<a href="#">ALCI</a>	<a href="#">CARG</a>	Acimut	190°47'46"	0,003 seg	1 : 72056459	1 : 31655685
		$\Delta$ Alt.	-340,274 m	0,026 m		
		$\Delta$ Elev.	-339,956 m	0,026 m		
		Dist. elip	390857,969 m	0,006 m		
<a href="#">ALCI</a>	<a href="#">HUEL</a>	Acimut	236°00'25"	0,001 seg	1 : 157705066	1 : 68298385
		$\Delta$ Alt.	-315,680 m	0,023 m		
		$\Delta$ Elev.	-317,127 m	0,023 m		
		Dist. elip	725317,263 m	0,005 m		

<a href="#">ALCI</a>	<a href="#">XIXO</a>	<b>Acimut</b>	303°11'52"	0,001 seg	1 : 146644284	1 : 63975513
		<b>ΔAlt.</b>	-241,072 m	0,018 m		
		<b>ΔElev.</b>	-243,881 m	0,018 m		
		<b>Dist. elip</b>	536222,162 m	0,004 m		
<a href="#">CACE</a>	<a href="#">MALA</a>	<b>Acimut</b>	150°10'39"	0,002 seg	1 : 82050020	1 : 37120268
		<b>ΔAlt.</b>	-316,677 m	0,020 m		
		<b>ΔElev.</b>	-310,574 m	0,020 m		
		<b>Dist. elip</b>	350063,848 m	0,005 m		
<a href="#">CACE</a>	<a href="#">TORO</a>	<b>Acimut</b>	19°14'42"	0,001 seg	1 : 116588494	1 : 46010359
		<b>ΔAlt.</b>	370,397 m	0,012 m		
		<b>ΔElev.</b>	369,831 m	0,012 m		
		<b>Dist. elip</b>	240809,922 m	0,003 m		
<a href="#">CARG</a>	<a href="#">MALA</a>	<b>Acimut</b>	253°23'41"	0,001 seg	1 : 263288529	1 : 96556505
		<b>ΔAlt.</b>	62,556 m	0,007 m		
		<b>ΔElev.</b>	64,093 m	0,007 m		
		<b>Dist. elip</b>	318716,541 m	0,001 m		
<a href="#">CARG</a>	<a href="#">TORO</a>	<b>Acimut</b>	320°20'05"	0,001 seg	1 : 130968171	1 : 59368772
		<b>ΔAlt.</b>	749,631 m	0,020 m		
		<b>ΔElev.</b>	744,498 m	0,020 m		
		<b>Dist. elip</b>	577830,289 m	0,005 m		
<a href="#">HUEL</a>	<a href="#">TORO</a>	<b>Acimut</b>	14°52'35"	0,001 seg	1 : 117166109	1 : 52169048
		<b>ΔAlt.</b>	725,037 m	0,020 m		
		<b>ΔElev.</b>	721,670 m	0,020 m		
		<b>Dist. elip</b>	497635,361 m	0,005 m		
<a href="#">LAZK</a>	<a href="#">MALA</a>	<b>Acimut</b>	195°47'59"	0,001 seg	1 : 252622043	1 : 115057662
		<b>ΔAlt.</b>	-106,543 m	0,013 m		
		<b>ΔElev.</b>	-104,660 m	0,013 m		
		<b>Dist. elip</b>	725352,899 m	0,004 m		
<a href="#">TORO</a>	<a href="#">XIXO</a>	<b>Acimut</b>	353°41'58"	0,001 seg	1 : 153521271	1 : 61841063
		<b>ΔAlt.</b>	-650,429 m	0,008 m		
		<b>ΔElev.</b>	-648,424 m	0,008 m		
		<b>Dist. elip</b>	228891,633 m	0,002 m		

Fecha:18/08/2020 21:52:27

Proyecto:

Trimble Business Center



Datos del archivo del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre:	Spain/ETRS89
Tamaño:	Datum: ETRF89
Modificado/a:	Zona: UTM Zone 30 N
Zona horaria:	Geoide: EGM 2008 REDNAP
Número de referencia:	Datum vertical:
Descripción:	Obra calibrada:
Comentario 1:	
Comentario 2:	
Comentario 3:	

## Informe de ajuste de red

### Configuraciones del ajuste

#### Errores de configuración

##### GNSS

Error en la altura de antena: 0,003 m

Error de centrado: 0,000 m

#### Visualización de la covarianza

##### Horizontal:

Error lineal propagado [E]: Esférico

Término constante [C]: 0,000 m

Escalar en error lineal [S]: 1,960

##### Tridimensional

Error lineal propagado [E]: Esférico

Término constante [C]: 0,000 m

Escalar en error lineal [S]: 1,960

### Estadísticas del ajuste

Número de iteraciones para un ajuste exitoso: 2

Factor de referencia de red: 1,12

Prueba de chi al cuadrado (95%): Pasado

Nivel de confianza de la precisión: 95%

Grados de libertad: 21

#### Estadísticas de vectores con posprocesamiento

Factor de referencia: 1,12

Número de redundancias: 21,00

Escalar a priori: 1,00

### Límites de punto de control

ID de punto	Tipo	Este $\sigma$ (Metro)	Norte $\sigma$ (Metro)	Altura $\sigma$ (Metro)	Elevación $\sigma$ (Metro)
Fijo = 0,000001(Metro)					

### Coordenadas de cuadrícula ajustadas

ID de punto	Este (Metro)	Este Error (Metro)	Valor norte (Metro)	Valor norte Error (Metro)	Elevación (Metro)	Elevación Error (Metro)	Limitación
<a href="#">AIO2</a>	667919,634	0,002	4325377,409	0,003	611,000	0,013	
<a href="#">ALCO</a>	719712,669	0,002	4286292,177	0,002	589,454	0,011	
<a href="#">ARAS</a>	662183,950	0,001	4423379,842	0,001	1268,872	0,008	
<a href="#">BORR</a>	749339,331	0,001	4421306,293	0,001	22,473	0,005	
<a href="#">DENI</a>	769403,813	0,001	4303020,014	0,002	20,268	0,008	
<a href="#">UTIE</a>	653876,892	0,002	4381419,160	0,002	747,718	0,012	
<a href="#">VCIA</a>	728594,665	0,002	4368496,305	0,002	12,849	0,011	
<a href="#">VJOI</a>	744216,946	0,001	4268344,416	0,002	67,060	0,011	

Las coordenadas de un ajuste libre sólo se deben usar para el análisis de la precisión interna de la red. No se deben distribuir como resultados finales.

### Coordenadas geodésicas ajustadas

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Limitación
<a href="#">AIO2</a>	N39°03'40,86554"	A1°03'33,08233"	662,773	0,013	
<a href="#">ALCO</a>	N38°41'52,74428"	A0°28'24,76933"	640,092	0,011	
<a href="#">ARAS</a>	N39°56'42,05171"	A1°06'05,67908"	1321,125	0,008	
<a href="#">BORR</a>	N39°54'18,63734"	A0°04'59,56863"	72,758	0,005	
<a href="#">DENI</a>	N38°50'05,19936"	E0°06'13,18132"	69,542	0,008	
<a href="#">UTIE</a>	N39°34'07,24262"	A1°12'30,91813"	799,551	0,012	
<a href="#">VCIA</a>	N39°26'08,54521"	A0°20'38,05774"	62,809	0,011	
<a href="#">VJOI</a>	N38°31'48,03568"	A0°11'54,12562"	116,917	0,011	

Las coordenadas de un ajuste libre sólo se deben usar para el análisis de la precisión interna de la red. No se deben distribuir como resultados finales.

### Coordenadas ECEF ajustadas

ID de punto	X (Metro)	X Error (Metro)	Y (Metro)	Y Error (Metro)	Z (Metro)	Z Error (Metro)	3D Error (Metro)	Limitación
<a href="#">AIO2</a>	4958705,398	0,010	-91678,782	0,002	3998025,521	0,009	0,013	
<a href="#">ALCO</a>	4984687,430	0,008	-41199,155	0,002	3966605,950	0,007	0,011	
<a href="#">ARAS</a>	4896737,443	0,006	-94157,034	0,001	4074155,005	0,005	0,008	
<a href="#">BORR</a>	4899519,188	0,004	-7115,820	0,001	4069961,317	0,003	0,005	
<a href="#">DENI</a>	4974895,783	0,006	9000,761	0,001	3978089,609	0,005	0,008	
<a href="#">UTIE</a>	4922873,144	0,010	-103857,734	0,002	4041693,626	0,008	0,013	
<a href="#">VCIA</a>	4932702,840	0,009	-29607,786	0,002	4029832,942	0,007	0,011	
<a href="#">VJOI</a>	4996056,399	0,008	-17297,309	0,001	3951708,774	0,007	0,011	

Las coordenadas de un ajuste libre sólo se deben usar para el análisis de la precisión interna de la red. No se deben distribuir como resultados finales.

### Componentes de la elipse de error

ID de punto	Semieje mayor (Metro)	Semieje menor (Metro)	Acimut
<a href="#">AIO2</a>	0,004	0,002	33°
<a href="#">ALCO</a>	0,002	0,002	15°
<a href="#">ARAS</a>	0,002	0,002	115°
<a href="#">BORR</a>	0,001	0,001	13°
<a href="#">DENI</a>	0,002	0,002	171°
<a href="#">UTIE</a>	0,003	0,002	58°
<a href="#">VCIA</a>	0,003	0,002	19°
<a href="#">VJOI</a>	0,003	0,002	5°

### Observaciones GNSS ajustadas

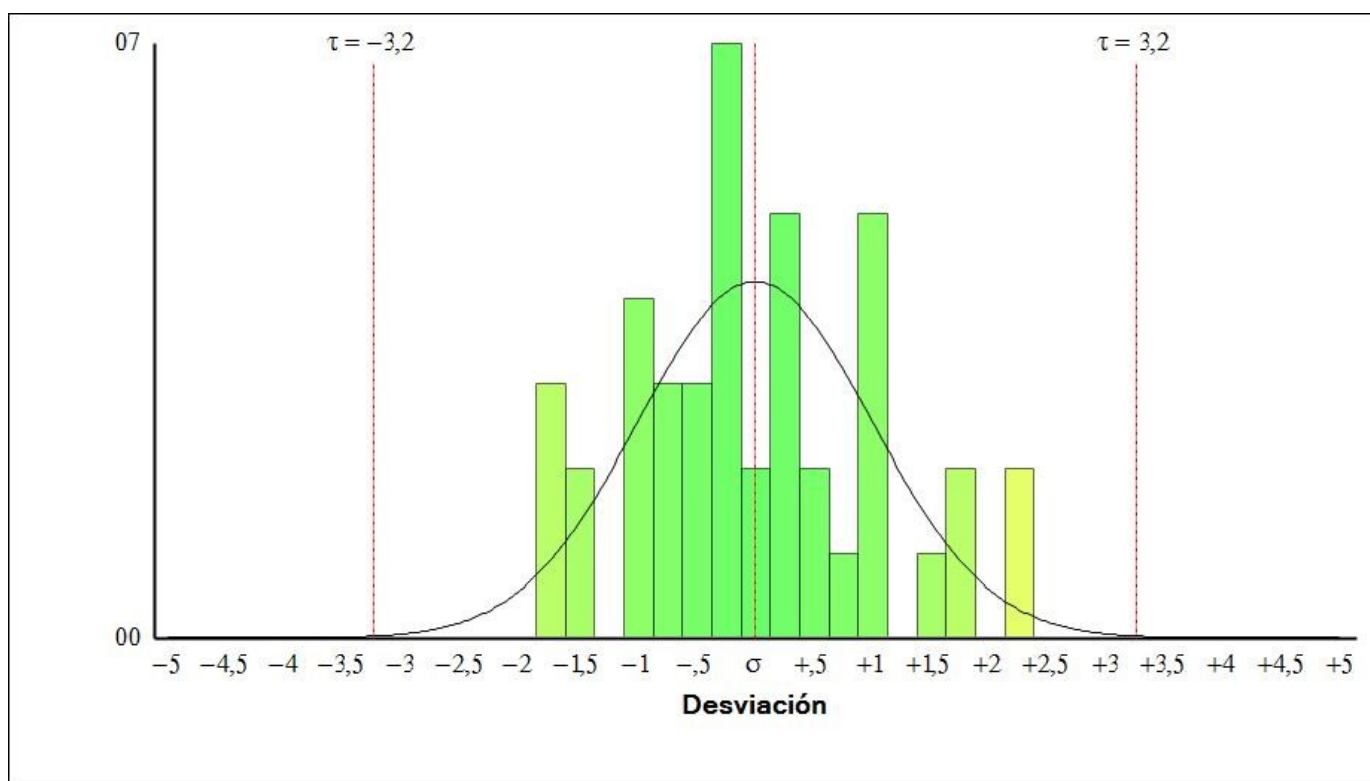
ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
<a href="#">ALCO --&gt; VJOI (PV167)</a>	<b>Acimut</b>	127°47'51"	0,016 seg	0,004 seg	0,684
	<b>ΔAlt.</b>	-523,175 m	0,013 m	-0,001 m	-0,152
	<b>Dist. elip</b>	30366,035 m	0,002 m	0,002 m	2,363
<a href="#">ARAS --&gt; DENI (PV148)</a>	<b>Acimut</b>	139°30'25"	0,002 seg	0,000 seg	-0,235
	<b>ΔAlt.</b>	-1251,583 m	0,010 m	-0,003 m	-0,742
	<b>Dist. elip</b>	161161,307 m	0,002 m	0,002 m	2,324
<a href="#">BORR --&gt; ARAS (PV200)</a>	<b>Acimut</b>	273°14'07"	0,003 seg	-0,003 seg	-1,817
	<b>ΔAlt.</b>	1248,367 m	0,009 m	0,000 m	-0,065
	<b>Dist. elip</b>	87168,797 m	0,002 m	-0,001 m	-1,429
<a href="#">BORR --&gt; UTIE (PV152)</a>	<b>Acimut</b>	249°11'22"	0,004 seg	0,004 seg	1,796
	<b>ΔAlt.</b>	726,792 m	0,013 m	-0,007 m	-0,990
	<b>Dist. elip</b>	103449,075 m	0,003 m	0,002 m	1,073
<a href="#">BORR --&gt; UTIE (PV208)</a>	<b>Acimut</b>	249°11'22"	0,004 seg	-0,003 seg	-1,770
	<b>ΔAlt.</b>	726,792 m	0,013 m	0,006 m	1,056
	<b>Dist. elip</b>	103449,075 m	0,003 m	-0,001 m	-1,019
<a href="#">BORR --&gt; VJOI (PV221)</a>	<b>Acimut</b>	183°45'48"	0,002 seg	0,001 seg	1,668
	<b>ΔAlt.</b>	44,158 m	0,013 m	0,001 m	0,266
	<b>Dist. elip</b>	152994,078 m	0,003 m	-0,002 m	-1,769
<a href="#">BORR --&gt; VCIA (PV214)</a>	<b>Acimut</b>	203°18'32"	0,005 seg	-0,001 seg	-0,293
	<b>ΔAlt.</b>	-9,949 m	0,011 m	0,008 m	1,469
	<b>Dist. elip</b>	56721,093 m	0,003 m	0,000 m	0,325
<a href="#">BORR --&gt; VCIA (PV158)</a>	<b>Acimut</b>	203°18'32"	0,005 seg	0,001 seg	0,239
	<b>ΔAlt.</b>	-9,949 m	0,011 m	-0,008 m	-1,449
	<b>Dist. elip</b>	56721,093 m	0,003 m	0,000 m	-0,296
<a href="#">BORR --&gt; ARAS (PV144)</a>	<b>Acimut</b>	273°14'07"	0,003 seg	0,002 seg	1,063
	<b>ΔAlt.</b>	1248,367 m	0,009 m	-0,004 m	-0,532
	<b>Dist. elip</b>	87168,797 m	0,002 m	0,000 m	-0,138
<a href="#">BORR --&gt; AIO2 (PV146)</a>	<b>Acimut</b>	222°10'48"	0,003 seg	0,001 seg	0,353
	<b>ΔAlt.</b>	590,015 m	0,014 m	-0,007 m	-0,957
	<b>Dist. elip</b>	125805,404 m	0,003 m	0,001 m	0,889
<a href="#">BORR --&gt; AIO2 (PV202)</a>	<b>Acimut</b>	222°10'48"	0,003 seg	-0,001 seg	-0,372
	<b>ΔAlt.</b>	590,015 m	0,014 m	0,006 m	0,949
	<b>Dist. elip</b>	125805,404 m	0,003 m	-0,001 m	-0,853

<a href="#">DENI --&gt; ALCO (PV149)</a>	<b>Acimut</b>	253°20'22"	0,008 seg	-0,004 seg	-0,923
	<b>ΔAlt.</b>	570,550 m	0,011 m	0,001 m	0,187
	<b>Dist. elip</b>	52413,423 m	0,002 m	-0,001 m	-0,496
<a href="#">DENI --&gt; ALCO (PV205)</a>	<b>Acimut</b>	253°20'22"	0,008 seg	-0,003 seg	-0,688
	<b>ΔAlt.</b>	570,550 m	0,011 m	-0,002 m	-0,296
	<b>Dist. elip</b>	52413,423 m	0,002 m	-0,001 m	-0,509
<a href="#">BORR --&gt; DENI (PV203)</a>	<b>Acimut</b>	172°13'25"	0,002 seg	0,000 seg	0,432
	<b>ΔAlt.</b>	-3,216 m	0,010 m	0,003 m	0,528
	<b>Dist. elip</b>	119924,518 m	0,002 m	0,000 m	0,022

## Histograma de residuos estandarizados

Valor crítico de Tau: 3,2

Observaciones que fallan en la prueba de Tau: 0



## Términos de covarianza

Punto de origen	Al punto		Componentes	Error a posteriori	Precisión horiz. (Cociente)	Precisión 3D (Cociente)
<a href="#">AIO2</a>	<a href="#">BORR</a>	<b>Acimut</b>	41°33'34"	0,003 seg	1 : 47760971	1 : 19778975
		<b>ΔAlt.</b>	-590,015 m	0,014 m		
		<b>ΔElev.</b>	-588,527 m	0,014 m		
		<b>Dist. elip</b>	125805,404 m	0,003 m		
<a href="#">ALCO</a>	<a href="#">DENI</a>	<b>Acimut</b>	72°58'40"	0,008 seg	1 : 26082081	1 : 10438921
		<b>ΔAlt.</b>	-570,550 m	0,011 m		
		<b>ΔElev.</b>	-569,186 m	0,011 m		
		<b>Dist. elip</b>	52413,423 m	0,002 m		

<a href="#">ALCO</a>	<a href="#">VJOI</a>	<b>Acimut</b>	127°47'51"	0,016 seg	1 : 13566110	1 : 5096814
		<b>ΔAlt.</b>	-523,175 m	0,013 m		
		<b>ΔElev.</b>	-522,394 m	0,013 m		
		<b>Dist. elip</b>	30366,035 m	0,002 m		
<a href="#">ARAS</a>	<a href="#">BORR</a>	<b>Acimut</b>	92°34'54"	0,003 seg	1 : 60285035	1 : 21991128
		<b>ΔAlt.</b>	-1248,367 m	0,009 m		
		<b>ΔElev.</b>	-1246,399 m	0,009 m		
		<b>Dist. elip</b>	87168,797 m	0,002 m		
<a href="#">ARAS</a>	<a href="#">DENI</a>	<b>Acimut</b>	139°30'25"	0,002 seg	1 : 91859760	1 : 34710571
		<b>ΔAlt.</b>	-1251,583 m	0,010 m		
		<b>ΔElev.</b>	-1248,603 m	0,010 m		
		<b>Dist. elip</b>	161161,307 m	0,002 m		
<a href="#">BORR</a>	<a href="#">DENI</a>	<b>Acimut</b>	172°13'25"	0,002 seg	1 : 69540472	1 : 26155202
		<b>ΔAlt.</b>	-3,216 m	0,010 m		
		<b>ΔElev.</b>	-2,205 m	0,010 m		
		<b>Dist. elip</b>	119924,518 m	0,002 m		
<a href="#">BORR</a>	<a href="#">UTIE</a>	<b>Acimut</b>	249°11'22"	0,004 seg	1 : 42733281	1 : 17208327
		<b>ΔAlt.</b>	726,792 m	0,013 m		
		<b>ΔElev.</b>	725,246 m	0,013 m		
		<b>Dist. elip</b>	103449,075 m	0,003 m		
<a href="#">BORR</a>	<a href="#">VCIA</a>	<b>Acimut</b>	203°18'32"	0,005 seg	1 : 28560559	1 : 11179360
		<b>ΔAlt.</b>	-9,949 m	0,011 m		
		<b>ΔElev.</b>	-9,624 m	0,011 m		
		<b>Dist. elip</b>	56721,093 m	0,003 m		
<a href="#">BORR</a>	<a href="#">VJOI</a>	<b>Acimut</b>	183°45'48"	0,002 seg	1 : 72559211	1 : 27371776
		<b>ΔAlt.</b>	44,158 m	0,013 m		
		<b>ΔElev.</b>	44,587 m	0,013 m		
		<b>Dist. elip</b>	152994,078 m	0,003 m		

Fecha:18/08/2020 22:32:55

Proyecto:

Trimble Business Center

**Leica Geosystems AG**

Heinrich Wild Strasse  
CH-9435 Heerbrugg  
St. Gallen, Switzerland

Phone: + 41 71 727 3131

Fax: + 41 71 727 4674

- when it has to be **right**



# Network Adjustment Report

Report created: 21/08/2020 19:14:46

## Project Details

---

### General

Project Name: TFG\_1  
Owner: Victor Sedano  
Lead Surveyor: Natalia Garrido  
Date Created: 15/06/2020 16:35:46  
Last Accessed: 20/08/2020 18:11:13  
Application Software: Infinity 3.0

### Customer Details

Customer Name: TFG  
Contact Person: -  
Number: -  
Email: -  
Skype: -  
Website: -

### Master Coordinate System

Coordinate System Name: ETRS89 UTM30N  
Transformation Type: None  
Residual Distribution: None  
Ellipsoid: GRS 1980  
Projection Type: UTM  
Geoid Model: EGM08\_RED NAP  
CSCS Model: -

Path: C:\Users\victor\Desktop\TFG\Datos\Larga\TFG\TFG\_1.iprj  
Size: 870,7 MB  
Comments: -

Name: 08/21/2020 19:14:38  
Date/Time: 21/08/2020 19:14:39

Processing kernel: MOVE3 4.4.1

[www.MOVE3.com](http://www.MOVE3.com)

© 1993-2017 Sweco  
Nederland B.V.

Licensed to Leica Geosystems  
AG

## Adjustment Settings

---

### General

Controls: Inner Constrained  
Dimension: 3D  
Coordinate system: WGS84  
Height mode: Ellipsoidal

Confidence Level for Heights - 1D: 68.3%  
Confidence Level for Error Ellipses - 2D: 39.4%

Max. number of Iterations: 3  
Iteration criteria: 0,0001 m

### Standard Deviation Settings

<b>Source of Standard Deviation Settings - TPS:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Standard Deviation Settings - GNSS:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Standard Deviation Settings - Level:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Centring/Height Errors - TPS:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Centring/Height Errors - GNSS:</b>	<b>Individual</b>

**Testing Criteria**

Level of Significance ( $\alpha$ , multi-dimensional):	0,43
Level of Significance ( $\alpha_0$ , one-dimensional):	5.0%
Power of Test ( $1-\beta$ ):	80%
$\sigma$ a-priori:	1,0
$\sigma$ a-priori (GNSS):	10,0

**Advanced**

Use reduced observations:	No
---------------------------	----

**Adjustment Summary**

---

**Adjustment**

Type:	Inner Constrained
Dimension:	3D
Number of Iterations:	1
Max. coordinate correction in last iteration:	0,0000 m

**Stations**

Number of unknown stations:	8
<b>Total:</b>	<b>8</b>

**Observations**

GNSS coordinate differences:	42 (14 baselines)
<b>Total:</b>	<b>42</b>

**Unknowns**

Coordinates:	24
<b>Total:</b>	<b>24</b>

**Inner constraints:** 3

**Degrees of freedom:** 21

**Optimisation criterion v'Pv:** 157,69699

**$\sigma$  a-posteriori:** 2,740

**Testing**

Critical value W-Test:	1,96
Critical value T-Test (2 dimensional):	2,42
Critical value T-Test (3 dimensional):	1,89

Critical value F-Test: 1,02

F-Test: **7,51**

Chi Square Test (95,0%)

Critical value lower bound: 0,49

Critical value upper bound: 1,69

Chi Square Test: **7,51****Input data****Approximate Coordinates**

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Description
ALC1	41° 03' 28,46" N	0° 08' 43,07" W	397,5753	Adjusted Least Squares 3D
CACE	39° 28' 43,94" N	6° 20' 30,40" W	436,4539	Adjusted Least Squares 3D
CARG	37° 35' 47,79" N	0° 58' 25,85" W	57,1079	Adjusted Least Squares 3D
HUEL	37° 11' 59,97" N	6° 55' 13,06" W	81,7222	Adjusted Least Squares 3D
LAZK	43° 02' 04,45" N	2° 11' 12,88" W	226,4343	Adjusted Least Squares 3D
MALA	36° 43' 34,05" N	4° 23' 36,69" W	119,6222	Adjusted Least Squares 3D
TORO	41° 31' 20,84" N	5° 23' 27,64" W	806,8947	Adjusted Least Squares 3D
XIXO	43° 34' 12,46" N	5° 42' 06,83" W	156,4566	Adjusted Least Squares 3D

**Observations**

From Station	Target Point	$\Delta X$ [m]	$\Delta Y$ [m]	$\Delta Z$ [m]	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]
XIXO	CACE	294.128,0415	-84.699,0375	-339.947,0961	0,0046	0,0059	0,0035
MALA	CARG	-44.096,9535	306.097,6365	76.952,3444	0,0024	0,0030	0,0017
LAZK	HUEL	383.514,4889	-434.698,9101	-495.319,4504	0,0082	0,0103	0,0058
LAZK	TORO	95.675,2682	-271.180,3588	-123.889,5818	0,0051	0,0065	0,0040
LAZK	MALA	437.183,7216	-213.910,0238	-537.316,4349	0,0059	0,0073	0,0041
ALC1	HUEL	232.958,3375	-600.670,2870	-332.390,7516	0,0086	0,0107	0,0061
XIXO	HUEL	443.874,3740	-153.017,0872	-538.573,0471	0,0072	0,0089	0,0051
ALC1	HUEL	232.958,3986	-600.670,3093	-332.390,7111	0,0089	0,0112	0,0064
XIXO	MALA	497.543,6039	67.771,7919	-580.570,0621	0,0049	0,0061	0,0035
TORO	HUEL	287.839,2777	-163.518,5701	-371.429,8346	0,0073	0,0091	0,0051
HUEL	CARG	9.572,2099	526.886,5515	34.955,2979	0,0078	0,0097	0,0054
CACE	CARG	159.318,5603	458.568,4914	-163.670,6481	0,0064	0,0079	0,0045
LAZK	XIXO	-60.359,8774	-281.681,8291	43.253,6103	0,0049	0,0024	0,0047
HUEL	MALA	53.669,1757	220.788,8991	-41.997,0384	0,0074	0,0033	0,0057

**Adjustment Results****Adjusted Coordinates**

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr WGS84 Lat [m]	Corr WGS84 Long [m]	Corr Height [m]
ALC1	41° 03' 28,42" N	0° 08' 43,10" W	397,6018	0,0006	-0,0054	0,0266
CACE	39° 28' 43,90" N	6° 20' 30,43" W	436,4379	0,0053	-0,0014	-0,0160
CARG	37° 35' 47,75" N	0° 58' 25,88" W	57,3107	0,0013	-0,0017	0,0029
HUEL	37° 11' 59,92" N	6° 55' 13,08" W	81,6981	0,0017	0,0023	-0,0241
LAZK	43° 02' 04,41" N	2° 11' 12,92" W	226,4425	-0,0087	-0,0030	0,0082
MALA	36° 43' 34,00" N	4° 23' 36,72" W	119,8131	0,0022	0,0049	-0,0091
TORO	41° 31' 20,79" N	5° 23' 27,67" W	806,8914	-0,0017	0,0050	-0,0034
XIXO	43° 34' 12,41" N	5° 42' 06,86" W	156,4699	-0,0036	-0,0039	0,0134



**Standard Deviations**

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
ALC1	0,0081	0,0197	0,0184
CACE	0,0051	0,0124	0,0117
CARG	0,0036	0,0084	0,0085
HUEL	0,0035	0,0070	0,0082
LAZK	0,0040	0,0075	0,0087
MALA	0,0032	0,0066	0,0076
TORO	0,0057	0,0137	0,0127
XIXO	0,0037	0,0073	0,0081

**Absolute Error Ellipses (Confidence Levels: 2D - 39.4% 1D - 68.3%)**

Station	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation ( $\varphi$ ) [°]
ALC1	-	-	0,0184	-
CACE	-	-	0,0117	-
CARG	-	-	0,0085	-
HUEL	-	-	0,0082	-
LAZK	-	-	0,0087	-
MALA	-	-	0,0076	-
TORO	-	-	0,0127	-
XIXO	-	-	0,0081	-

**Relative Error Ellipses (Confidence Levels: 2D - 39.4% 1D - 68.3%)**

From	To	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation ( $\psi$ ) [°]
ALC1	HUEL	0,0214	0,0080	0,0190	40
CACE	CARG	0,0152	0,0059	0,0138	-20
HUEL	CARG	0,0103	0,0056	0,0130	9
HUEL	MALA	0,0078	0,0053	0,0123	-12
LAZK	HUEL	0,0112	0,0057	0,0128	60
LAZK	TORO	0,0152	0,0061	0,0136	35
LAZK	MALA	0,0105	0,0053	0,0119	78
LAZK	XIXO	0,0061	0,0056	0,0118	-14
MALA	CARG	0,0077	0,0030	0,0071	22
TORO	HUEL	0,0165	0,0067	0,0154	77
XIXO	CACE	0,0138	0,0053	0,0122	85
XIXO	HUEL	0,0111	0,0057	0,0128	84
XIXO	MALA	0,0102	0,0047	0,0106	-79

**External Reliability**

Station	Component	Ext. Rel. [m]	Observation Type	Station	Target
ALC1	EW	-0,0529	DY of Baseline	ALC1	HUEL
	NS	0,0202	DX of Baseline	ALC1	HUEL
	Height	-0,0234	DX of Baseline	ALC1	HUEL
CACE	EW	0,0452	DY of Baseline	XIXO	CACE
	NS	-0,0173	DX of Baseline	XIXO	CACE
	Height	0,0221	DX of Baseline	XIXO	CACE
CARG	EW	0,0381	DY of Baseline	MALA	CARG
	NS	-0,0135	DX of Baseline	MALA	CARG
	Height	0,0179	DX of Baseline	MALA	CARG
HUEL	EW	-0,0214	DY of Baseline	HUEL	MALA
	NS	-0,0055	DX of Baseline	XIXO	HUEL
	Height	0,0069	DX of Baseline	XIXO	HUEL
LAZK	EW	-0,0271	DY of Baseline	LAZK	XIXO
	NS	0,0081	DX of Baseline	LAZK	XIXO
	Height	-0,0115	DX of Baseline	LAZK	XIXO
MALA	EW	0,0183	DY of Baseline	HUEL	MALA
	NS	0,0078	DX of Baseline	MALA	CARG

	Height	-0,0100	DX of Baseline	MALA	CARG
TORO	EW	0,0493	DY of Baseline	LAZK	TORO
	NS	-0,0200	DX of Baseline	LAZK	TORO
	Height	0,0247	DX of Baseline	LAZK	TORO
XIXO	EW	0,0227	DY of Baseline	LAZK	XIXO
	NS	0,0072	DX of Baseline	XIXO	MALA
	Height	0,0098	DX of Baseline	LAZK	XIXO

## Adjusted GNSS Observations

From Station	Target Point	$\Delta X$ [m]	$\Delta Y$ [m]	$\Delta Z$ [m]	Res. $\Delta X$ [m]	Res. $\Delta Y$ [m]	Res. $\Delta Z$ [m]
XIXO	CACE	294.128,0503	-84.699,0414	-339.947,0897	-0,0088	0,0039	-0,0063
MALA	CARG	-44.096,9582	306.097,6390	76.952,3413	0,0046	-0,0024	0,0031
LAZK	HUEL	383.514,5217	-434.698,9227	-495.319,4232	-0,0328	0,0126	-0,0272
LAZK	TORO	95.675,2606	-271.180,3565	-123.889,5837	0,0077	-0,0023	0,0020
LAZK	MALA	437.183,7116	-213.910,0250	-537.316,4509	0,0100	0,0012	0,0160
ALC1	HUEL	232.958,3665	-600.670,2970	-332.390,7324	-0,0290	0,0100	-0,0192
XIXO	HUEL	443.874,3959	-153.017,0938	-538.573,0405	-0,0219	0,0066	-0,0066
ALC1	HUEL	232.958,3665	-600.670,2970	-332.390,7324	0,0321	-0,0122	0,0213
XIXO	MALA	497.543,5858	67.771,8038	-580.570,0683	0,0180	-0,0119	0,0061
TORO	HUEL	287.839,2611	-163.518,5662	-371.429,8394	0,0167	-0,0040	0,0048
HUEL	CARG	9.572,2318	526.886,5366	34.955,3135	-0,0219	0,0149	-0,0156
CACE	CARG	159.318,5773	458.568,4843	-163.670,6373	-0,0170	0,0071	-0,0108
LAZK	XIXO	-60.359,8742	-281.681,8289	43.253,6174	-0,0031	-0,0003	-0,0071
HUEL	MALA	53.669,1899	220.788,8976	-41.997,0277	-0,0142	0,0015	-0,0106

## Adjusted GNSS Observations - continued

From Station	Target Point	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]	W-Test $\Delta X$	W-Test $\Delta Y$	W-Test $\Delta Z$	T-Test
XIXO	CACE	0,0108	0,0136	0,0081	-0,82	0,61	-0,38	0,82
MALA	CARG	0,0063	0,0077	0,0045	1,16	-1,03	0,69	1,96
LAZK	HUEL	0,0114	0,0111	0,0084	-0,65	0,61	-1,06	1,57
LAZK	TORO	0,0120	0,0150	0,0091	1,22	-0,48	-0,50	0,57
LAZK	MALA	0,0105	0,0105	0,0079	-0,59	0,18	1,91	1,48
ALC1	HUEL	0,0169	0,0212	0,0120	-1,07	0,75	-0,47	1,41
XIXO	HUEL	0,0113	0,0110	0,0084	-1,49	0,65	0,59	0,88
ALC1	HUEL	0,0169	0,0212	0,0120	1,07	-0,75	0,47	1,41
XIXO	MALA	0,0094	0,0101	0,0069	1,96	-1,21	-0,70	1,78
TORO	HUEL	0,0137	0,0163	0,0100	1,22	-0,48	-0,50	0,57
HUEL	CARG	0,0115	0,0103	0,0083	-0,67	0,75	-0,51	0,83
CACE	CARG	0,0123	0,0150	0,0089	-0,82	0,61	-0,38	0,82
LAZK	XIXO	0,0100	0,0061	0,0082	0,17	-0,26	-0,66	0,19
HUEL	MALA	0,0108	0,0078	0,0079	-0,42	0,06	-0,37	0,28

## GNSS Baseline Vector Residuals

From Station	Target Point	Adj. Vector	Resid [m]	Resid [ppm]
XIXO	CACE	457.437,7132	0,0115	0,0
MALA	CARG	318.687,8867	0,0061	0,0
LAZK	HUEL	762.487,9492	0,0445	0,1
LAZK	TORO	313.115,2666	0,0082	0,0
LAZK	MALA	724.980,0445	0,0189	0,0
ALC1	HUEL	724.953,7953	0,0362	0,0
XIXO	HUEL	714.492,5684	0,0238	0,0
ALC1	HUEL	724.953,7953	0,0404	0,1
XIXO	MALA	767.596,4053	0,0225	0,0
TORO	HUEL	497.543,8547	0,0178	0,0
HUEL	CARG	528.131,5405	0,0308	0,1
CACE	CARG	512.304,1493	0,0213	0,0
LAZK	XIXO	291.305,4111	0,0077	0,0
HUEL	MALA	231.066,8077	0,0178	0,1

## Testing and Estimated Errors

### Observation Tests

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
$\Delta X$	XIXO	CACE	0,0507 m	25	4,73	-0,82	-	0,82
$\Delta Y$			0,0828 m	28	4,50	0,61	-	-
$\Delta Z$			0,0372 m	30	4,44	-0,38	-	-
$\Delta X$	MALA	CARG	0,0399 m	12	7,52	1,16	-	0,93
$\Delta Y$			0,0608 m	14	6,89	-1,03	-	-
$\Delta Z$			0,0288 m	12	7,59	0,69	-	-
$\Delta X$	LAZK	HUEL	0,0536 m	75	1,72	-0,65	-	1,57
$\Delta Y$			0,0834 m	84	1,28	0,61	-	-
$\Delta Z$			0,0388 m	70	1,81	-1,06	-	-
$\Delta X$	LAZK	TORO	0,0567 m	24	4,76	1,22	-	0,57
$\Delta Y$			0,0898 m	30	4,34	-0,48	-	-
$\Delta Z$			0,0418 m	31	4,30	-0,50	-	-
$\Delta X$	LAZK	MALA	0,0447 m	58	2,55	-0,59	-	1,48
$\Delta Y$			0,0647 m	72	1,78	0,18	-	-
$\Delta Z$			0,0334 m	49	2,82	1,91	-	-
$\Delta X$	ALC1	HUEL	0,0676 m	48	2,93	-1,07	-	1,41
$\Delta Y$			0,1149 m	47	2,96	0,75	-	-
$\Delta Z$			0,0488 m	48	2,92	-0,47	-	-
$\Delta X$	XIXO	HUEL	0,0494 m	66	2,12	-1,49	-	0,88
$\Delta Y$			0,0748 m	79	1,50	0,65	-	-
$\Delta Z$			0,0363 m	62	2,21	0,59	-	-
$\Delta X$	ALC1	HUEL	0,0676 m	52	2,68	1,07	-	1,41
$\Delta Y$			0,1149 m	53	2,65	-0,75	-	-
$\Delta Z$			0,0488 m	52	2,68	0,47	-	-
$\Delta X$	XIXO	MALA	0,0391 m	52	2,80	1,96	-	1,78
$\Delta Y$			0,0581 m	63	2,16	-1,21	-	-
$\Delta Z$			0,0290 m	47	2,95	-0,70	-	-
$\Delta X$	TORO	HUEL	0,0567 m	54	2,73	1,22	-	0,57
$\Delta Y$			0,0898 m	57	2,46	-0,48	-	-
$\Delta Z$			0,0418 m	46	2,98	-0,50	-	-
$\Delta X$	HUEL	CARG	0,0522 m	71	1,87	-0,67	-	0,83
$\Delta Y$			0,0793 m	85	1,24	0,75	-	-
$\Delta Z$			0,0371 m	67	1,95	-0,51	-	-
$\Delta X$	CACE	CARG	0,0507 m	51	2,77	-0,82	-	0,82
$\Delta Y$			0,0828 m	52	2,68	0,61	-	-
$\Delta Z$			0,0372 m	47	2,93	-0,38	-	-
$\Delta X$	LAZK	XIXO	0,0443 m	41	3,09	0,17	-	0,19
$\Delta Y$			0,0559 m	11	8,17	-0,26	-	-
$\Delta Z$			0,0366 m	64	2,24	-0,66	-	-
$\Delta X$	HUEL	MALA	0,0527 m	71	1,82	-0,42	-	0,28
$\Delta Y$			0,0520 m	24	5,10	0,06	-	-
$\Delta Z$			0,0395 m	76	1,56	-0,37	-	-

### Antenna Height Tests

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
XIXO	CACE	03/02/2020 00:59:42	0,0716 m	-1,38	-
MALA	CARG	03/02/2020 00:59:42	0,0597 m	1,30	-
LAZK	HUEL	03/02/2020 00:59:42	0,0758 m	1,09	-
LAZK	TORO	03/02/2020 00:59:42	0,0814 m	0,62	-
LAZK	MALA	03/02/2020 00:59:42	0,0635 m	1,86	-
ALC1	HUEL	03/02/2020 00:59:42	0,1007 m	-1,85	-
XIXO	HUEL		0,0702 m	-0,78	-

		03/02/2020 00:59:42			
ALC1	HUEL	10/02/2020 00:59:42	0,1007 m	1,85	-
XIXO	MALA	10/02/2020 00:59:42	0,0555 m	1,17	-
TORO	HUEL	10/02/2020 00:59:42	0,0827 m	0,69	-
HUEL	CARG	10/02/2020 00:59:42	0,0772 m	-1,49	-
CACE	CARG	10/02/2020 00:59:42	0,0750 m	-1,47	-
LAZK	XIXO	10/02/2020 00:59:42	0,0658 m	-0,62	-
HUEL	MALA	10/02/2020 00:59:42	0,0757 m	-0,91	-

**Leica Geosystems AG**

Heinrich Wild Strasse  
CH-9435 Heerbrugg  
St. Gallen, Switzerland

Phone: + 41 71 727 3131

Fax: + 41 71 727 4674

- when it has to be **right**



# Network Adjustment Report

Report created: 24/08/2020 01:30:22

## Project Details

---

**General**

Project Name: TFG\_1  
Owner: Victor Sedano  
Lead Surveyor: Natalia Garrido  
Date Created: 15/06/2020 16:35:46  
Last Accessed: 24/08/2020 00:56:01  
Application Software: Infinity 3.0

**Customer Details**

Customer Name: TFG  
Contact Person: -  
Number: -  
Email: -  
Skype: -  
Website: -

**Master Coordinate System**

Coordinate System Name: ETRS89 UTM30N  
Transformation Type: None  
Residual Distribution: None  
Ellipsoid: GRS 1980  
Projection Type: UTM  
Geoid Model: EGM08\_RED NAP  
CSCS Model: -

Path: C:\Users\victor\Desktop\TFG\Datos\Larga\TFG\TFG\_1.iprj  
Size: 1.177,2 MB  
Comments: -

Name: 08/24/2020 01:29:47  
Date/Time: 24/08/2020 01:29:48

Processing kernel: MOVE3 4.4.1

[www.MOVE3.com](http://www.MOVE3.com)

© 1993-2017 Sweco  
Nederland B.V.

Licensed to Leica Geosystems  
AG

## Adjustment Settings

---

**General**

Controls: Inner Constrained  
Dimension: 3D  
Coordinate system: WGS84  
Height mode: Ellipsoidal

Confidence Level for Heights - 1D: 68.3%  
Confidence Level for Error Ellipses - 2D: 39.4%

Max. number of Iterations: 3  
Iteration criteria: 0,0001 m

## Standard Deviation Settings

<b>Source of Standard Deviation Settings - TPS:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Standard Deviation Settings - GNSS:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Standard Deviation Settings - Level:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Centring/Height Errors - TPS:</b>	<b>Individual</b>
<b>Source of Centring/Height Errors - GNSS:</b>	<b>Individual</b>

**Testing Criteria**

Level of Significance ( $\alpha$ , multi-dimensional):	0,43
Level of Significance ( $\alpha_0$ , one-dimensional):	5.0%
Power of Test ( $1-\beta$ ):	80%
$\sigma$ a-priori:	1,0
$\sigma$ a-priori (GNSS):	10,0

**Advanced**

Use reduced observations:	No
---------------------------	----

**Adjustment Summary**

---

**Adjustment**

Type:	Inner Constrained
Dimension:	3D
Number of Iterations:	1
Max. coordinate correction in last iteration:	0,0000 m

**Stations**

Number of unknown stations:	8
<b>Total:</b>	<b>8</b>

**Observations**

GNSS coordinate differences:	42 (14 baselines)
<b>Total:</b>	<b>42</b>

**Unknowns**

Coordinates:	24
<b>Total:</b>	<b>24</b>

**Inner constraints:** 3

**Degrees of freedom:** 21

**Optimisation criterion v'Pv:** 166,21200

**$\sigma$  a-posteriori:** 2,813

**Testing**

Critical value W-Test:	1,96
Critical value T-Test (2 dimensional):	2,42
Critical value T-Test (3 dimensional):	1,89

Critical value F-Test: 1,02  
 F-Test: **7,91**

Chi Square Test (95,0%)  
 Critical value lower bound: 0,49  
 Critical value upper bound: 1,69  
 Chi Square Test: **7,91**

## Input data

### Approximate Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Description
AIO2	39° 03' 40,87" N	1° 03' 33,08" W	662,8386	Adjusted Least Squares 3D
ALCO	38° 41' 52,74" N	0° 28' 24,77" W	640,0517	Adjusted Least Squares 3D
ARAS	39° 56' 42,05" N	1° 06' 05,68" W	1.321,1779	Adjusted Least Squares 3D
BORR	39° 54' 18,64" N	0° 04' 59,57" W	72,8614	Adjusted Least Squares 3D
DENI	38° 50' 05,20" N	0° 06' 13,18" E	69,6176	Adjusted Least Squares 3D
UTIE	39° 34' 07,24" N	1° 12' 30,92" W	799,6208	Adjusted Least Squares 3D
VCIA	39° 26' 08,54" N	0° 20' 38,06" W	62,8902	Adjusted Least Squares 3D
VJOI	38° 31' 48,04" N	0° 11' 54,13" W	116,9961	Adjusted Least Squares 3D

### Observations

From Station	Target Point	$\Delta X$ [m]	$\Delta Y$ [m]	$\Delta Z$ [m]	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]
AIO2	UTIE	-35.832,2519	-12.178,9539	43.668,1057	0,0042	0,0019	0,0035
AIO2	ARAS	-61.967,9680	-2.478,2546	76.129,4753	0,0032	0,0015	0,0027
ALCO	BORR	-85.168,1697	34.083,3364	103.355,4420	0,0044	0,0020	0,0036
ARAS	BORR	2.781,7608	87.041,2139	-4.193,6754	0,0030	0,0013	0,0024
DENI	ALCO	9.791,5545	-50.199,9191	-11.483,7434	0,0039	0,0018	0,0032
ARAS	VCIA	35.965,4287	64.549,2485	-44.322,0391	0,0032	0,0014	0,0026
VJOI	ALCO	-11.369,0829	-23.901,8245	14.897,0681	0,0032	0,0015	0,0026
ARAS	VCIA	35.965,4190	64.549,2506	-44.322,0442	0,0039	0,0017	0,0032
BORR	VJOI	96.537,2130	-10.181,4820	-118.252,5638	0,0070	0,0032	0,0059
ALCO	DENI	-9.791,5657	50.199,9223	11.483,7344	0,0033	0,0015	0,0027
UTIE	AIO2	35.832,2534	12.178,9534	-43.668,1077	0,0038	0,0017	0,0031
ARAS	BORR	2.781,7829	87.041,2165	-4.193,6584	0,0027	0,0012	0,0023
ARAS	AIO2	61.967,9701	2.478,2530	-76.129,4761	0,0042	0,0019	0,0035
ALCO	ARAS	-87.949,9268	-52.957,8783	107.549,1220	0,0043	0,0020	0,0036

## Adjustment Results

### Adjusted Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr WGS84 Lat [m]	Corr WGS84 Long [m]	Corr Height [m]
AIO2	39° 03' 40,87" N	1° 03' 33,08" W	662,8365	0,0044	-0,0020	-0,0022
ALCO	38° 41' 52,74" N	0° 28' 24,77" W	640,0527	0,0000	0,0021	0,0011
ARAS	39° 56' 42,05" N	1° 06' 05,68" W	1.321,1729	-0,0001	-0,0007	-0,0050
BORR	39° 54' 18,64" N	0° 04' 59,57" W	72,8397	0,0013	-0,0041	-0,0217
DENI	38° 50' 05,20" N	0° 06' 13,18" E	69,6194	0,0003	0,0016	0,0018
UTIE	39° 34' 07,24" N	1° 12' 30,92" W	799,6162	0,0026	-0,0010	-0,0046
VCIA	39° 26' 08,54" N	0° 20' 38,06" W	62,8915	0,0015	-0,0033	0,0013
VJOI	38° 31' 48,04" N	0° 11' 54,13" W	117,0256	-0,0094	0,0074	0,0295

**Standard Deviations**

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AIO2	0,0037	0,0030	0,0078
ALCO	0,0033	0,0027	0,0070
ARAS	0,0024	0,0019	0,0050
BORR	0,0029	0,0024	0,0061
DENI	0,0048	0,0039	0,0100
UTIE	0,0054	0,0043	0,0111
VCIA	0,0041	0,0033	0,0086
VJOI	0,0048	0,0039	0,0101

**Absolute Error Ellipses (Confidence Levels: 2D - 39.4% 1D - 68.3%)**

Station	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation ( $\varphi$ ) [°]
AIO2	-	-	0,0078	-
ALCO	-	-	0,0070	-
ARAS	-	-	0,0050	-
BORR	-	-	0,0061	-
DENI	-	-	0,0100	-
UTIE	-	-	0,0111	-
VCIA	-	-	0,0086	-
VJOI	-	-	0,0101	-

**Relative Error Ellipses (Confidence Levels: 2D - 39.4% 1D - 68.3%)**

From	To	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation ( $\psi$ ) [°]
AIO2	UTIE	0,0045	0,0036	0,0092	12
AIO2	ARAS	0,0041	0,0033	0,0084	2
ALCO	BORR	0,0047	0,0038	0,0099	-13
ALCO	ARAS	0,0048	0,0039	0,0101	22
ARAS	BORR	0,0030	0,0024	0,0063	88
ARAS	VCIA	0,0039	0,0031	0,0080	53
BORR	VJOI	0,0060	0,0049	0,0126	-3
DENI	ALCO	0,0040	0,0032	0,0083	-72
VJOI	ALCO	0,0047	0,0038	0,0098	53

**External Reliability**

Station	Component	Ext. Rel. [m]	Observation Type	Station	Target
AIO2	EW	-0,0091	DY of Baseline	AIO2	ARAS
	NS	-0,0102	DZ of Baseline	AIO2	ARAS
	Height	-0,0124	DX of Baseline	AIO2	ARAS
ALCO	EW	-0,0067	DY of Baseline	ALCO	ARAS
	NS	-0,0074	DZ of Baseline	ALCO	ARAS
	Height	-0,0094	DX of Baseline	ALCO	ARAS
ARAS	EW	0,0042	DY of Baseline	ALCO	ARAS
	NS	-0,0047	DX of Baseline	ALCO	ARAS
	Height	0,0058	DX of Baseline	ALCO	ARAS
BORR	EW	0,0043	DY of Baseline	ALCO	BORR
	NS	0,0049	DZ of Baseline	ALCO	BORR
	Height	0,0058	DX of Baseline	ARAS	BORR
DENI	EW	0,0093	DY of Baseline	ALCO	DENI
	NS	0,0103	DZ of Baseline	ALCO	DENI
	Height	0,0126	DX of Baseline	ALCO	DENI
UTIE	EW	-0,0097	DY of Baseline	UTIE	AIO2
	NS	-0,0108	DZ of Baseline	UTIE	AIO2
	Height	-0,0129	DX of Baseline	UTIE	AIO2
VCIA	EW	0,0091	DY of Baseline	ARAS	VCIA
	NS	0,0103	DZ of Baseline	ARAS	VCIA
	Height	0,0125	DX of Baseline	ARAS	VCIA



VJOI	EW	-0,0202	DY of Baseline	VJOI	ALCO
	NS	-0,0227	DZ of Baseline	VJOI	ALCO
	Height	-0,0270	DX of Baseline	VJOI	ALCO

### Adjusted GNSS Observations

From Station	Target Point	$\Delta X$ [m]	$\Delta Y$ [m]	$\Delta Z$ [m]	Res. $\Delta X$ [m]	Res. $\Delta Y$ [m]	Res. $\Delta Z$ [m]
AIO2	UTIE	-35.832,2527	-12.178,9536	43.668,1068	0,0008	-0,0002	-0,0011
AIO2	ARAS	-61.967,9687	-2.478,2540	76.129,4756	0,0008	-0,0006	-0,0003
ALCO	BORR	-85.168,1572	34.083,3322	103.355,4555	-0,0125	0,0042	-0,0135
ARAS	BORR	2.781,7721	87.041,2144	-4.193,6664	-0,0113	-0,0005	-0,0090
DENI	ALCO	9.791,5610	-50.199,9210	-11.483,7382	-0,0065	0,0019	-0,0052
ARAS	VCIA	35.965,4248	64.549,2493	-44.322,0411	0,0039	-0,0008	0,0020
VJOI	ALCO	-11.369,0780	-23.901,8290	14.897,0751	-0,0049	0,0045	-0,0069
ARAS	VCIA	35.965,4248	64.549,2493	-44.322,0411	-0,0058	0,0012	-0,0031
BORR	VJOI	96.537,2352	-10.181,5032	-118.252,5305	-0,0222	0,0212	-0,0332
ALCO	DENI	-9.791,5610	50.199,9210	11.483,7382	-0,0047	0,0013	-0,0038
UTIE	AIO2	35.832,2527	12.178,9536	-43.668,1068	0,0007	-0,0002	-0,0009
ARAS	BORR	2.781,7721	87.041,2144	-4.193,6664	0,0108	0,0021	0,0080
ARAS	AIO2	61.967,9687	2.478,2540	-76.129,4756	0,0014	-0,0011	-0,0004
ALCO	ARAS	-87.949,9293	-52.957,8822	107.549,1219	0,0025	0,0039	0,0001

### Adjusted GNSS Observations - continued

From Station	Target Point	SD $\Delta X$ [m]	SD $\Delta Y$ [m]	SD $\Delta Z$ [m]	W-Test $\Delta X$	W-Test $\Delta Y$	W-Test $\Delta Z$	T-Test
AIO2	UTIE	0,0079	0,0036	0,0065	0,23	-0,06	-0,26	0,03
AIO2	ARAS	0,0072	0,0033	0,0060	0,22	-0,25	-0,19	0,04
ALCO	BORR	0,0084	0,0038	0,0070	-0,28	0,97	-1,22	1,42
ARAS	BORR	0,0054	0,0024	0,0044	-0,89	-0,23	-0,79	1,25
DENI	ALCO	0,0071	0,0032	0,0058	-0,38	0,47	-0,36	0,32
ARAS	VCIA	0,0069	0,0031	0,0057	0,52	-0,30	0,02	0,19
VJOI	ALCO	0,0084	0,0038	0,0069	0,16	2,79	-2,01	4,56
ARAS	VCIA	0,0069	0,0031	0,0057	-0,52	0,30	-0,02	0,19
BORR	VJOI	0,0108	0,0049	0,0089	0,16	2,79	-2,01	4,56
ALCO	DENI	0,0071	0,0032	0,0058	-0,38	0,47	-0,36	0,32
UTIE	AIO2	0,0079	0,0036	0,0065	0,23	-0,06	-0,26	0,03
ARAS	BORR	0,0054	0,0024	0,0044	1,13	0,86	0,66	1,64
ARAS	AIO2	0,0072	0,0033	0,0060	0,22	-0,25	-0,19	0,04
ALCO	ARAS	0,0086	0,0039	0,0071	0,40	1,02	-0,20	0,39

### GNSS Baseline Vector Residuals

From Station	Target Point	Adj. Vector	Resid [m]	Resid [ppm]
AIO2	UTIE	57.785,6453	0,0014	0,0
AIO2	ARAS	98.193,0138	0,0010	0,0
ALCO	BORR	138.194,2065	0,0188	0,1
ARAS	BORR	87.186,5707	0,0144	0,2
DENI	ALCO	52.419,2997	0,0085	0,2
ARAS	VCIA	86.165,8906	0,0045	0,1
VJOI	ALCO	30.372,2935	0,0096	0,3
ARAS	VCIA	86.165,8906	0,0067	0,1
BORR	VJOI	152.992,6853	0,0452	0,3
ALCO	DENI	52.419,2997	0,0062	0,1
UTIE	AIO2	57.785,6453	0,0011	0,0
ARAS	BORR	87.186,5707	0,0136	0,2
ARAS	AIO2	98.193,0138	0,0018	0,0
ALCO	ARAS	148.682,6855	0,0046	0,0

### Testing and Estimated Errors

#### Observation Tests

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
ΔX	AIO2	UTIE	0,0351 m	55	2,55	0,23	-	0,03
ΔY			0,0202 m	55	2,54	-0,06	-	-
ΔZ			0,0292 m	55	2,54	-0,26	-	-
ΔX	AIO2	ARAS	0,0331 m	36	3,72	0,22	-	0,04
ΔY			0,0190 m	36	3,70	-0,25	-	-
ΔZ			0,0276 m	37	3,66	-0,19	-	-
ΔX	ALCO	BORR	0,0371 m	55	2,57	-0,28	-	1,42
ΔY			0,0213 m	54	2,59	0,97	-	-
ΔZ			0,0306 m	53	2,65	-1,22	-	-
ΔX	ARAS	BORR	0,0239 m	59	2,36	-0,89	-	1,25
ΔY			0,0137 m	59	2,35	-0,23	-	-
ΔZ			0,0197 m	57	2,41	-0,79	-	-
ΔX	DENI	ALCO	0,0318 m	58	2,38	-0,38	-	0,32
ΔY			0,0183 m	58	2,38	0,47	-	-
ΔZ			0,0260 m	57	2,40	-0,36	-	-
ΔX	ARAS	VCIA	0,0310 m	40	3,40	0,52	-	0,19
ΔY			0,0174 m	40	3,40	-0,30	-	-
ΔZ			0,0256 m	40	3,41	0,02	-	-
ΔX	VJOI	ALCO	0,0522 m	15	6,66	0,16	0,0030 m	<b>4,56</b>
ΔY			0,0302 m	15	6,73	<b>2,79</b>	0,0301 m	-
ΔZ			0,0433 m	14	6,83	<b>-2,01</b>	-0,0311 m	-
ΔX	ARAS	VCIA	0,0310 m	60	2,30	-0,52	-	0,19
ΔY			0,0174 m	60	2,30	0,30	-	-
ΔZ			0,0256 m	60	2,30	-0,02	-	-
ΔX	BORR	VJOI	0,0522 m	70	1,82	0,16	0,0030 m	<b>4,56</b>
ΔY			0,0302 m	71	1,80	<b>2,79</b>	0,0301 m	-
ΔZ			0,0433 m	71	1,79	<b>-2,01</b>	-0,0311 m	-
ΔX	ALCO	DENI	0,0318 m	42	3,30	-0,38	-	0,32
ΔY			0,0183 m	42	3,30	0,47	-	-
ΔZ			0,0260 m	43	3,27	-0,36	-	-
ΔX	UTIE	AIO2	0,0351 m	45	3,07	0,23	-	0,03
ΔY			0,0202 m	45	3,08	-0,06	-	-
ΔZ			0,0292 m	45	3,09	-0,26	-	-
ΔX	ARAS	BORR	0,0236 m	52	2,67	1,13	-	1,64
ΔY			0,0135 m	52	2,68	0,86	-	-
ΔZ			0,0195 m	53	2,62	0,66	-	-
ΔX	ARAS	AIO2	0,0331 m	64	2,11	0,22	-	0,04
ΔY			0,0190 m	64	2,12	-0,25	-	-
ΔZ			0,0276 m	63	2,14	-0,19	-	-
ΔX	ALCO	ARAS	0,0378 m	49	2,82	0,40	-	0,39
ΔY			0,0218 m	50	2,82	1,02	-	-
ΔZ			0,0315 m	51	2,74	-0,20	-	-

## Antenna Height Tests

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
AIO2	UTIE	05/02/2020 00:59:42	0,0516 m	-0,03	-
AIO2	ARAS	05/02/2020 00:59:42	0,0489 m	0,05	-
ALCO	BORR	05/02/2020 00:59:42	0,0554 m	-1,72	-
ARAS	BORR	05/02/2020 00:59:42	0,0356 m	-1,92	-
DENI	ALCO	05/02/2020 00:59:42	0,0467 m	-0,85	-
ARAS	VCIA	05/02/2020 00:59:42	0,0457 m	0,63	-
VJOI	ALCO	05/02/2020 00:59:42	0,0773 m	<b>-2,06</b>	-0,0569 m
ARAS	VCIA	12/02/2020 00:59:42	0,0457 m	-0,63	-
BORR	VJOI		0,0770 m	<b>-2,11</b>	-0,0580 m

		12/02/2020 00:59:42			
ALCO	DENI	12/02/2020 00:59:42	0,0467 m	-0,85	-
UTIE	AIO2	12/02/2020 00:59:42	0,0516 m	-0,03	-
ARAS	BORR	12/02/2020 00:59:42	0,0351 m	<b>2,01</b>	0,0251 m
ARAS	AIO2	12/02/2020 00:59:42	0,0487 m	0,04	-
ALCO	ARAS	12/02/2020 00:59:42	0,0564 m	0,22	-