



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,
Cartográfica y Topográfica

Estudio de la precisión alcanzada en las coordenadas de
una red GNSS en función de la longitud de las líneas bases
y el tiempo de observación.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

AUTOR/A: Coves Martínez, Francisco

Tutor/a: Garrido Villén, Natalia

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

GRADO EN INGENIERIA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA

*Estudio de la precisión alcanzada en las
coordenadas de una red GNSS en función de
la longitud de las líneas base y el tiempo de
observación*

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: Francisco Coves Martinez

Tutora: Natalia Garrido Villén

Valencia, Septiembre de 2022

COMPROMISO

“El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; no ha sido entregado como otro trabajo académico previo y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecomillado y citado se origen en el texto, así como referido en la bibliografía.”

Valencia, 07/09/2022

Francisco Coves Martinez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mi familia y amigos por el apoyo recibido durante esta etapa. También al profesorado en especial a Natalia Garrido Villen por ser mi tutora en este proyecto, sin olvidar a mis compañeros haciendo muy especiales los años universitarios.

RESUMEN

La finalidad del proyecto es realizar un análisis sobre redes GNSS con ayuda del programa Leica Infinity. El interés está sobre la calidad que se puede conseguir sobre una línea base de gran longitud respecto a distintos ficheros de observación de menor a mayor duración.

Se utilizan tres redes para poder sacar varias hipótesis de comportamiento y determinar cómo se consigue la mejor calidad para las líneas base y poder determinar así la mejor forma de trabajar en proyectos futuros con las mismas características.

Pudiendo obtener así unas coordenadas ajustadas con una gran precisión independientemente de la longitud de la red.

ABSTRACT

The purpose of the project is to carry out an analysis on GNSS networks with the help of the Leica Infinity program. The interest is on the quality that can be achieved on a long baseline with respect to different observation files from shorter to longer duration.

Three networks are used to be able to draw various behavior hypotheses and determine how the best quality for the baselines is achieved and thus be able to determine the best way to work on future projects with the same characteristics.

Being able to obtain adjusted coordinates with great precision regardless of the length of the network.

RESUM

La finalitat del projecte és realitzar una anàlisi sobre xarxes GNSS amb ajuda del programa Leica Infinity. L'interés està sobre la qualitat que es pot aconseguir sobre una línia base de gran longitud respecte a diferents fitxers d'observació de menor a major duració.

S'utilitzen tres xarxes per a poder traure diverses hipòtesis de comportament i determinar com s'aconsegueix la millor qualitat per a les línies base i poder determinar així la millor manera de treballar en projectes futurs amb les mateixes característiques.

Podent obtindre així unes coordenades ajustades amb una gran precisió independentment de la longitud de la xarxa.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Constelación GNSS. Fuente: (Wikipedia, Comparison satellite navigation orbits., 2020)	11
Figura 2 Muestra orientativa red GNSS Aragón	17
Figura 3 Muestra orientativa red GNSS Andalucía.....	18
Figura 4 Muestra orientativa red GNSS Aragón - Andalucía	19
Figura 5 Web IDEARAGON	21
Figura 6 Portal Geodésico Andalucía.....	22
Figura 7 GNSS Calendar.....	23
Figura 8 CDDIS	23
Figura 9 Fichero antenas	24
Figura 10 Inicio programa.....	26
Figura 11 Nueva proyección. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	27
Figura 12 Descarga del IGN EGM08.....	27
Figura 13 Nuevo sistema de Coordenadas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	27
Figura 14 Calibración antenas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity.....	28
Figura 15 Creación nuevo proyecto. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	28
Figura 16 Importando datos. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	29
Figura 17 Visualización puntos. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity.....	29
Figura 18 Efemérides precisas importadas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	30
Figura 19 Efemérides precisas correctamente importadas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity.....	30
Figura 20 Nuevo fichero de antenas ESPACIAL. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity ...	31
Figura 21 Configuración datos. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity.....	32
Figura 22 Estrategia procesamiento. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	32
Figura 23 Procesamiento automático. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	33
Figura 24 Configuración avanzada. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	33
Figura 25 Procesado automático. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	34
Figura 26 Procesado líneas base. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	34
Figura 27 Visualización líneas base. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	35
Figura 28 Líneas base resultantes. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	35
Figura 29 Selección procesado manual. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity.....	36
Figura 30 Total líneas base obtenidas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	36
Figura 31 Calidad líneas base. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	37
Figura 32 Parámetros ajuste. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	37
Figura 33 Criterios fiabilidad. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	38
Figura 34 Informe resultados. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	38
Figura 35 Tendencia calidad líneas base. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 36 Irregularidad valores M0. Fuente: Elaboración propia	48
Figura 37 Grafico desviación estándar. Fuente: Elaboración propia	48
Figura 38 Resultados test informe. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity	49
Figura 39 Dilución precisión. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity.....	52
Figura 40 Comparativa con ambigüedades fijas. Fuente: Elaboración propia.....	57
Figura 41 Muestra con línea base de mayor longitud. Fuente: Elaboración propia	60
Figura 44 Grafico comparativo línea base de mayor longitud. Fuente: Elaboración propia.....	61
Figura 45 Muestra con línea base más larga. Fuente: Elaboración propia.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas estaciones Aragón	21
Tabla 2 Coordenadas estaciones Andalucía	22
Tabla 3 Líneas base Aragón	40
Tabla 4 Desviación típica y modelo estocástico Aragón 1 hora	40
Tabla 5 Desviación estándar 1 hora	41
Tabla 6 Precisión obtenida 1 hora	41
Tabla 7 Desviación estándar y modelo estocástico Aragón 6 horas	42
Tabla 8 Desviación estándar 1 hora	42
Tabla 9 Precisión final 6 horas	43
Tabla 10 Desviación estándar y modelo estocástico DIARIO 30s	43
Tabla 11 Desviación estándar observaciones ajustadas DIARIO 30s	44
Tabla 12 Precisión coordenadas DIARIO 30s	44
Tabla 13 Desviación estándar y modelo estocástico Andalucía 1 hora	45
Tabla 14 Observables ajustadas 1 hora	46
Tabla 15 Precisión final Andalucía 1 hora	46
Tabla 16 Precisión coordenadas Andalucía	49
Tabla 17 Líneas base AragAnda	50
Tabla 18 Desviación estándar y modelo estocástico AragAnda	50
Tabla 19 Desviación estándar AragAnda	51
Tabla 20 Precisión coordenadas AragAnda	51
Tabla 21 Desviación estándar y modelo estocástico AragAnda	52
Tabla 22 Desviación estándar observaciones finales	53
Tabla 23 Precisión obtenida	53
Tabla 24 Desviación estándar y modelo estocástico AragAnda 12 horas	54
Tabla 25 Desviación estándar 12 horas	54
Tabla 26 Precisión coordenadas AragAnda 12 horas	55
Tabla 27 Desviación estándar y modelo estocástico	55
Tabla 28 Observaciones ajustadas	56
Tabla 29 Precisión coordenadas AragAnda 24 horas	56
Tabla 30 Resultados flotante	57
Tabla 31 Observables ajustadas comparadas	58
Tabla 32 Precisión final alcanzada	58
Tabla 33 Desviación típica y modelo estocástico	59
Tabla 34 Comparación valores M0	59
Tabla 35 Comparación observables ajustadas	59
Tabla 36 Precisión 24 horas	60
Tabla 37 Comparativa desviación estándar	61
Tabla 38 Comparativa resultados calidad	61
Tabla 39 Precisión obtenida	62
Tabla 40 Convenio laboral. Fuente: BOE	63
Tabla 41 Cálculo del sueldo	63
Tabla 42 Coste por hora	63
Tabla 43 Total horas trabajadas	64
Tabla 44 Coste horas trabajadas	64
Tabla 45 Cálculo costes directos	64
Tabla 46 Desglose costes indirectos	65
Tabla 47 Coste total	65
Tabla 48 Precisión alcanzada dependiendo de la longitud y el tiempo de observación	66

ÍNDICE GENERAL

COMPROMISO	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
RESUM	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE GENERAL	8
1.INTRODUCCION.....	9
2.TEORIA GNSS	10
2.1.SISTEMAS GNSS.....	11
2.1.1.GPS	11
2.1.2.GALILEO	12
2.1.3.GLONASS.....	12
2.2.OBSERVABLES.....	12
2.3.EFEMERIDES.....	13
2.4.ANTENAS.....	14
2.5.RESOLUCION DE AMBIGÜEDADES.....	14
2.6.AJUSTE LINEA BASE.....	15
2.7.AJUSTE DE RED LIBRE	15
2.8.ESTACIONES PERMANENTES	16
2.9.REDES GNSS UTILIZADAS.....	17
3.DATOS UTILIZADOS	20
3.1.FICHEROS DE OBSERVACION. RINEX	21
3.2.FICHEROS DE EFEMERIDES	23
3.3.FICHERO ANTENAS.....	24
4.PROCESO DE CALCULO	25
4.1.TRABAJO CON LEICA INFINITY	26
5.ANALISIS RESULTADOS	39
5.1.ARAGON	40
5.2.ANDALUCIA	45
5.3.ARAGANDA	50
6.PRESUPUESTO	63
7.CONCLUSION	66
8.BIBLIOGRAFIA.....	67
9.ANEJOS	68

1.INTRODUCCION

El objetivo del proyecto es realizar la comparación de resultados obtenidos con el programa Leica Infinity sobre la calidad con la que se puede trabajar en una red GNSS de largas distancias analizando el comportamiento de los valores de desviación típica y del modelo estocástico que determinan la calidad de las líneas base obtenida, comparando los valores obtenidos en distintos intervalos de observación (1 hora, 6 horas, 12 horas, 18 horas 24 horas y DIARIO a 30s), en distintas redes con distintas longitudes entre puntos. Para así obtener la mejor calidad en los datos tras realizar el ajuste para las coordenadas finales.

Se trataran los temas teóricos que envuelven el mundo de los sistemas GNSS y se explicará el proceso realizado con Leica Infinity para la obtención de la conclusión.

2.TEORIA GNSS

2.1.SISTEMAS GNSS

El Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) (Figura 1) se refiere a una constelación de satélites que proporcionan señales desde el espacio que transmiten datos de posicionamiento y tiempo a los receptores GNSS. Luego, los receptores usan estos datos para determinar la ubicación. (J. Berne; Natalia Garrido, 2019)

Por definición, GNSS proporciona cobertura global. Los ejemplos de GNSS incluyen Galileo de Europa, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) NAVSTAR de EE. UU., el Sistema Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya de Rusia (GLONASS) y el Sistema de Navegación por Satélite BeiDou de China.

El rendimiento del GNSS se evalúa utilizando cuatro criterios:

- Precisión: la diferencia entre la posición, la velocidad o el tiempo medidos y reales de un receptor.
- Integridad: la capacidad de un sistema para proporcionar un umbral de confianza y, en caso de anomalía en los datos de posicionamiento, una alarma.
- Continuidad: la capacidad de un sistema para funcionar sin interrupción.
- Disponibilidad: el porcentaje de tiempo que una señal cumple con los criterios de precisión, integridad y continuidad anteriores.

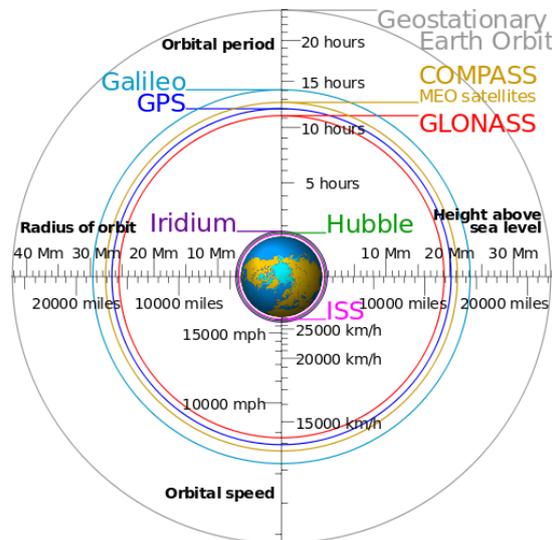


Figura 1 Constelación GNSS. Fuente: (Wikipedia, Comparison satellite navigation orbits., 2020)

Este rendimiento puede mejorarse mediante sistemas regionales de aumento basados en satélites (SBAS), como el Servicio europeo de superposición de navegación geostacionaria (EGNOS). EGNOS mejora la precisión y la fiabilidad de la información del GPS corrigiendo los errores de medición de la señal y proporcionando información sobre la integridad de sus señales.

En este proyecto únicamente han sido utilizados GPS y GLONASS que se explicarán de forma breve junto con GALILEO ya que es de origen europeo.

2.1.1.GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que está formado por la constelación NAVSTAR fue desarrollado en 1973, es una utilidad de propiedad estadounidense que brinda a los usuarios servicios de posicionamiento, navegación y sincronización (PNT). Ofrece coordenadas referidas al sistema de referencia WGS84 (World Geodetic System 1984). Durante los años ha ido evolucionando y lo que empezó siendo un proyecto con fines militares ha llegado a ofrecer su servicio de forma gratuita a todos los usuarios.

- Dispone de 32 satélites de los cuales 31 están operativos. Distribuidos en 6 planos orbitales de 4 satélites con una inclinación de 55°.
- Con una altitud media de 20 180 Km

2.1.2.GALILEO

Es el sistema GNSS desarrollado por la Unión Europea, surgió porque los sistemas GPS y GLONASS no satisfacen los requisitos de navegación exigidos para la aviación civil en precisión, fiabilidad e integridad. El principal objetivo de su desarrollo es evitar la dependencia sobre los sistemas GPS y GLONASS que al estar controlados por servicios militares en caso de problema bélico la disponibilidad de uso no estaría asegurada, GALILEO se compromete a estar bajo control civil.

- Dispone de 30 satélites, 27 en órbita media (MEO) y 3 geostacionarios (GEO), distribuidos en 3 planos orbitales de 54°.
- Altitud de 23 000 Km
- Genera diez señales dentro de un sistema de cuatro bandas iniciales: 4 en E5 (1176,45 MHz (E5a), 1207,14 MHz (E5b), 3 en E1 Señal 1 278,75 MHz (E6) 3 en E6 Señal 1 575,42 MHz (E1).

2.1.3.GLONASS

El Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema fue desarrollado por la Unión Soviética en 1976, actualmente gestionado por las Fuerzas de Defensa Aeroespacial de Rusia es la respuesta al sistema GPS americano, aunque se diferencian en que los satélites rusos trabajan cada uno en una frecuencia. Usa el sistema de referencia PZ-90.02 que es idéntico al WGS84 permitiendo así trabajar con las dos constelaciones para mejorar así los servicios ofrecidos.

2.2.OBSERVABLES

Los observables básicos son el tiempo de viaje transcurrido por la señal desde que sale del satélite (momento de emisión) hasta que llega al receptor (instante de recepción), con esto se mide la distancia satélite-receptor basada en cómo se propagan las ondas electromagnéticas y el efecto Doppler. Tres grupos de observables GPS:

- A partir del código se podrán obtener las pseudodistancias, observables de tiempo.
- Observables de diferencia de fase.
- Observable Doppler.

Pseudodistancia

La medida obtenida entre la distancia satélite-receptor recibe el nombre de pseudodistancia, basada en la medición del tiempo de vuelo (TOF), el satélite emite una señal que se compara con una réplica que genera el receptor. Para conseguir la correlación entre las señales, emitida y replicada, la segunda se desplaza hasta que la correlación entre ambas es máxima. Para poder medir la pseudodistancia los receptores cuentan con todos los códigos que generan los satélites para así poder crear una réplica y sincronizar ambas señales. El observable básico para navegación es la pseudodistancia, puede aplicarse tanto al código C/A como al P. Se obtienen precisiones de 3 metros en C/A y 30 cm en P.

En el envío del código para calcular la pseudodistancia se ven relacionados varios errores de propagación al atravesar la atmósfera (ionosfera y troposfera), efectos relativistas, retardos.

Cuando la señal atraviesa estos medios se ve afectada por un retraso de propagación, esto produce que el tiempo de viaje sea mayor produciendo un cálculo erróneo de la distancia, también existen errores de multipath.

Combinación de señales

Para aportar ventajas en el procesado de datos como mejora de precisión y tiempo en el cálculo se utilizan diversas combinaciones de datos en los receptores de doble frecuencia.

Aplicaciones:

- Se genera una nueva expresión de frecuencia (banda ancha, banda estrecha...)
- En la banda estrecha encontramos una mejor precisión pero es peor para fijar las ambigüedades, mayor ruido por la ley de propagación de errores por ser lineal. (Con $f_{L1} = 2803.0$ MHz) (10.7 cm).
- Como señal alternativa tenemos la banda ancha con mayor longitud de onda, útil para la detección de saltos de ciclo y fijado de ambigüedades. Solo contienen retraso ionosférico, independiente de relojes del receptor y del satélite y de la geometría de observación. (347.82 MHz) (86.2 cm).
- Combinación libre ionosfera: el efecto de retardo ionosférico es dependiente del cuadrado de la frecuencia. (10.7 cm).
- Es de gran interés para el posicionamiento en tiempo real la combinación de pseudodistancia de código y fase, suavizado de código.
- Melbourne-Wubben: Es la combinación perfecta para conseguir fijar las ambigüedades con la combinación de banda ancha. Con la combinación de código y fase en ambas frecuencias se consigue eliminar el efecto de ionosfera, medida geométrica, estado de los relojes y troposfera. Es interesante para reparar las pérdidas de ciclo.

Recuperar pérdidas de ciclo

Es un problema causado por la obstrucción de los edificios, el registro de señales multipath, la vegetación, fallos del software del receptor o condiciones atmosféricas. Si se consigue corregir el efecto ionosférico que afecta al tiempo de vuelo se habrá detectado el error de salto de ciclo.

2.3.EFEMERIDES

Las coordenadas de un punto obtenidas con un sistema GNSS dependen de la posición de los satélites en órbita que envían la señal durante la observación. Esta información viene dada por las efemérides tanto transmitidas como precisas. Las efemérides transmitidas enviadas por el satélite de forma instantánea muestran un resultado peor en su uso ya que no pueden determinar exactamente su posición y los resultados obtenidos no son tan buenos como con las precisas, estas se calculan en postproceso con ellas se pueden eliminar el cambio de inclinación y ascensión de la órbita, variación de velocidad, términos de corrección del argumento de la latitud, del radio de la órbita y de la inclinación orbital. Para poder utilizarlas hay que esperar un tiempo ya que estas efemérides las calculan y las divulgan instituciones como el IGS (International GNSS Service). Es una agencia que aporta datos de los sistemas GPS y GLONASS.

Con los parámetros orbitales de Kepler y los valores de las correcciones de las efemérides que vienen dados como datos de navegación se consigue calcularlas. Si el proyecto no demanda una alta precisión pueden utilizarse las transmitidas pero es mejor trabajar con las precisas aunque haya que esperar para obtenerlas.

2.4.ANTENAS

El receptor es el equipo que se encarga de recibir la señal y procesarla. Los elementos que lo constituyen son una antena, una sección de radiofrecuencia, un microprocesador, un reloj u oscilador, una memoria para el almacenamiento de datos, e interfaz con el usuario.

La antena tiene como papel principal recibir la señal electromagnética convertirla en eléctrica para amplificarla y poder enviársela al receptor. Existe una diferencia entre el centro físico y eléctrico de la antena, no son el mismo punto, conociendo el vector de diferencia entre ambos puntos se puede hacer la corrección al centro de masas.

2.5.RESOLUCION DE AMBIGÜEDADES

Con GNSS obtener posicionamiento de precisión requiere de ciertas técnicas con las que se consiguen eliminar los errores propios del sistema, el estático relativo es el método que ofrece mejor garantía pero este requiere combinar ecuaciones de la fase portadora. Las ambigüedades son la solución y el problema de este método ya que es de gran dificultad determinarlas.

Al eliminar las incógnitas de los relojes, y con distancias cortas entre receptores, donde se pueden despreciar los efectos atmosféricos, se pueden determinar las ambigüedades. Esto se consigue trabajando en método relativo y con dobles diferencias. Si se consigue determinar un valor N entero la solución es fija pero no siempre es posible determinar este valor entonces se deja como solución flotante.

Hay tres fases básicamente para determinar las ambigüedades:

- Primero determinar un volumen de búsqueda para las coordenadas aproximadas en el que se generaran soluciones potenciales de fijación de las ambigüedades.
- En la segunda fase se resuelven y fijan las ambigüedades.
- Finalmente se validan.

Utilizando receptores de doble frecuencia para determinar las ambigüedades se pueden formar varias combinaciones lineales. La mejor solución a priori es la combinación de banda ancha pues por la longitud de onda (86.2) permite una solución más rápida.

Utilizando el ajuste basado en el modelo de banda ancha estas ambigüedades son más fáciles de resolver que las de las portadoras básicas por su longitud de onda más corta.

A partir de las ambigüedades de banda ancha se pueden obtener las de las portadoras básicas, pero sería preciso conocer el valor del efecto ionosférico.

2.6. AJUSTE LÍNEA BASE

Para realizar el ajuste de una línea base se deben definir varios parámetros, el tipo de efemérides con el que se quiere procesar, que modelo de corrección troposférica. Al procesar la solución que se busca es con doble diferencia, libre ionosfera y el tipo de solución fija para las ambigüedades, aunque no siempre es posible y se puede determinar como solución flotante.

En una observación estática relativa para el cálculo de línea base se establece un sistema de ecuaciones de triples diferencias, calculando así de forma aproximada el vector.

La solución de ambigüedades se determina con las dobles diferencias. Se desea obtener un valor fijo de N pero si no es posible se le dará la mejor solución como flotante cifrando su validez con un test.

Resolviendo por el principio de mínimos cuadrados el sistema de ecuaciones planteado se realizan las valoraciones sobre validez del modelo, coherencia, estimadores y garantía de precisión.

Parámetros estadísticos de calidad

Con ellos se determina la bondad estadística de las observaciones, estimador de la varianza a posteriori de la observable de peso unidad, desviación típica y matriz varianza covarianza, error medio cuadrático...

Al finalizar el software ofrece un informe con la información necesaria referente a la solución de las líneas base donde se pueden ver información del vector con la diferencia de coordenadas y distancia inclinada del vector de la línea base, información de calidad con la desviación estándar del vector calculado, matriz varianza-covarianza, datos sobre la dilución de precisión referente a la geometría de navegación del satélite y el tipo de solución con la frecuencia empleada y si es fija o flotante.

2.7. AJUSTE DE RED LIBRE

En este tipo de ajuste al calcular no se establecen constreñimientos previos de puntos fijos, la observación se deja libre, sin definir el marco de referencia obligando a los observables a ajustarse a él. Al no fijar ningún punto se puede evaluar la precisión interna de los vectores de forma independiente del sistema de referencia. Al realizar el ajuste como red libre se busca analizar la calidad de las observaciones y no el cálculo de coordenadas.

Los vectores de línea base y su matriz varianza-covarianza son los datos de partida para realizar la compensación de la red.

Por las características que presenta este tipo de ajuste y el interés de este proyecto más en analizar la calidad de las líneas base que las coordenadas finales se ha elegido para el cálculo de la red.

2.8.ESTACIONES PERMANENTES

Estación de referencia de observación continua (CORS) es la definición que recibe un receptor que recopila datos GPS durante todas las horas del día los 365 días del año, instalado de forma permanente con nivel de calidad geodésica.

Con ellos se pueden establecer redes GNSS permanentes que instaladas en un lugar fijo y conociendo sus coordenadas pueden realizar observaciones a los satélites de forma continua. Estas redes se pueden encontrar tanto a nivel internacional como nacional y regional. En España encontramos la red ERGNSS (Red Geodésica Nacional de Estaciones de Referencia GNSS) que esta administrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) dispersa por todo el territorio nacional. También se encuentran redes regionales que son competencia de las comunidades autónomas como por ejemplo Red EVRA (Comunidad Valenciana).

Las principales funciones de estas redes son:

- Contribuir y establecer los marcos de referencia
- Correcciones diferenciales.
- Realizar estudios sobre el comportamiento de la troposfera e ionosfera.
- Determinar de forma precisa coordenadas de redes.
- Permitir ejecutar trabajos topográficos, cartográficos y geodésicos.

2.9. REDES GNSS UTILIZADAS

En el proyecto para poder determinar un resultado válido sobre el estudio realizado se han utilizado tres redes GNSS distintas, una en la Comunidad Autónoma de Aragón, otra en la Comunidad Autónoma de Andalucía y la última que pasará a ser la más importante del proyecto es una combinación entre un grupo de estaciones permanentes de Aragón y Andalucía.

- La red situada en Aragón está compuesta por 8 estaciones GNSS permanentes repartidas por todo el territorio autonómico, con la elección de los distintos receptores se pretende obtener una red con unas pocas estaciones situadas en el centro y el resto envolviéndolas, consiguiendo así una configuración de tipo estrella (Figura 2). Como la superficie total de esta comunidad no es muy grande no permite generar líneas base muy largas pero se pueden analizar los resultados igualmente ayudando a obtener una buena conclusión.

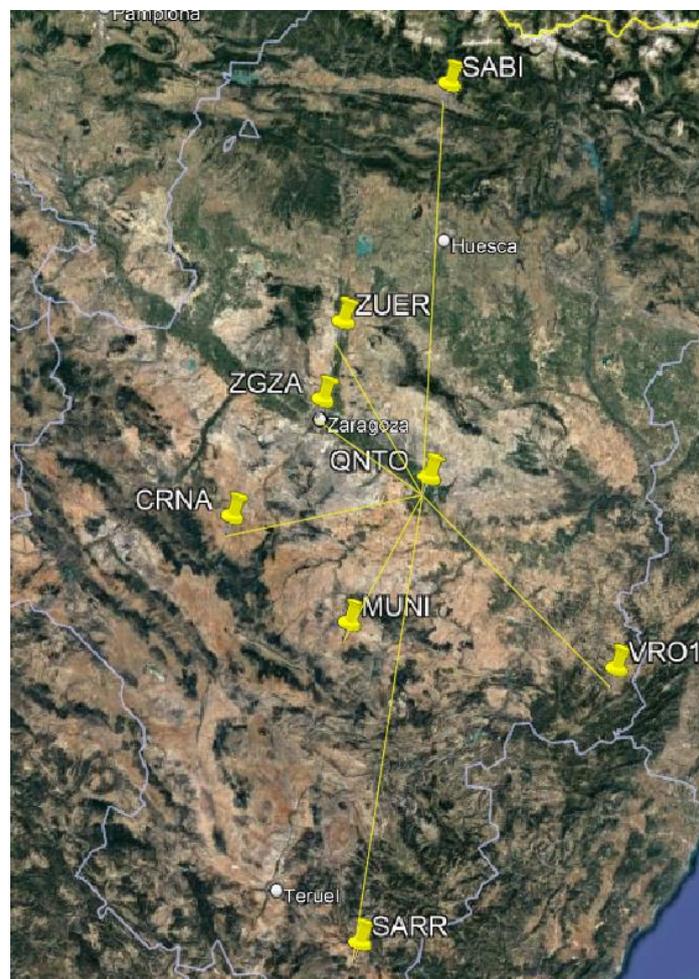


Figura 2 Muestra orientativa red GNSS Aragón

- Para la red (Figura 3) situada sobre el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía se eligieron 9 estaciones permanentes de distintas localidades andaluzas, al descargar los datos en una de ellas (Algeciras, ALGC) daba resultados poco correctos dando a entender que podía haber algún problema con los datos de esa estación tomados en ese día, así que se descartó esta estación y en su lugar se utilizaron las estaciones de HULV (Huelva, Andalucía) y HUOV (Huércal-Overa, Andalucía) teniendo un total de 10 estaciones formando la red (Figura). En este caso se siguió el mismo criterio de elección que en la red de Aragón, unas pocas situadas en el centro y el resto envolviéndolas para formar la configuración en estrella.



Figura 3 Muestra orientativa red GNSS Andalucía

- La tercera red, a la que nos referiremos como AragAnda, está compuesta por 8 estaciones permanentes en total, cuatro de ellas situadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía y otras 4 situadas en Aragón. En esta red se obtienen las líneas base más largas y por eso será donde más se profundizará en el momento del análisis de los resultados. Como la red es una mezcla entre estaciones situadas en dos zonas distintas de la Península Ibérica muestra una forma de alineación paralela entre ellas (Figura 4) y no en estrella como las anteriores.



Figura 4 Muestra orientativa red GNSS Aragón - Andalucía

3.DATOS

3.1.FICHEROS DE OBSERVACION. RINEX

Para la realización del estudio de las distintas redes se han descargado los ficheros de observación de las estaciones permanentes que las conforman. Estas están ubicadas en distintas zonas de España, Aragón y Andalucía.

De la comunidad Autónoma de Aragón se han descargado los datos de las estaciones ubicadas en las localidades de Sarrión, Muniesa, Matarraña, Cariñena, Zaragoza, Quinto, Zuera y Sabiñánigo. Las fechas utilizadas son de dos días: el primer día el 01/03/2022 que en el calendario GNSS es el día del año 60 en la semana 2199 y el segundo día el 07/03/2022 calendario GNSS es el día 66 en la semana 2200. Se han descargado los RINEX tanto de horarios a 1 segundo y diarios a 30 segundos. Las 8 estaciones (Tabla 1) pertenecen a la red Geodésica Activa de Aragón (ARAGEA) (Figura 5). Los ficheros se descargan a través de la Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón (IDEARAGON).

LINK descarga: <https://gnss.aragon.es/web/descargas.php> (IDEARAGON)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m)
SABI	42° 30' 54,89072" N	0° 21' 43,57116" W	850,454
ZUER	41° 21' 58,86874" N	0° 47' 25,49776" W	339,151
ZGZA	41° 39' 08,27722" N	0° 52' 34,41762" W	276,778
QNT0	41° 25' 32,17196" N	0° 29' 48,98958" W	216,666
CRNA	41° 20' 10,60202" N	1° 13' 17,58564" W	649,432
MUNI	41° 01' 49,05484" N	0° 48' 26,67766" W	854,946
VRO1	40° 52' 24,97608" N	0° 09' 21,53793" W	541,561
SARR	40° 08' 25,51506" N	0° 48' 43,20701" W	1041,567

Tabla 1 Coordenadas estaciones Aragón



Figura 5 Web IDEARAGON

De la Comunidad Autónoma de Andalucía se han descargado los datos de las estaciones ubicadas en las localidades de Andújar, Cabra, Córdoba, Huelva, Málaga, Lebrija, Huércal-Overa, Pozo Alcón, Osuna y Jaén. Las fechas utilizadas son de dos días: el primer día el 01/03/2022 que en el calendario GNSS es el día del año 60 en la semana 2199 y el segundo día el 07/03/2022 calendario GNSS es el día 66 en la semana 2200. Se han descargado los RINEX tanto de horarios a 1 segundo y diarios a 30 segundos. Las 10 estaciones (Tabla 2) pertenecen a la Red Andaluza de Posicionamiento (RAP). Los ficheros se descargan a través del Portal Geodésico de Andalucía (PGA) (Figura 6).

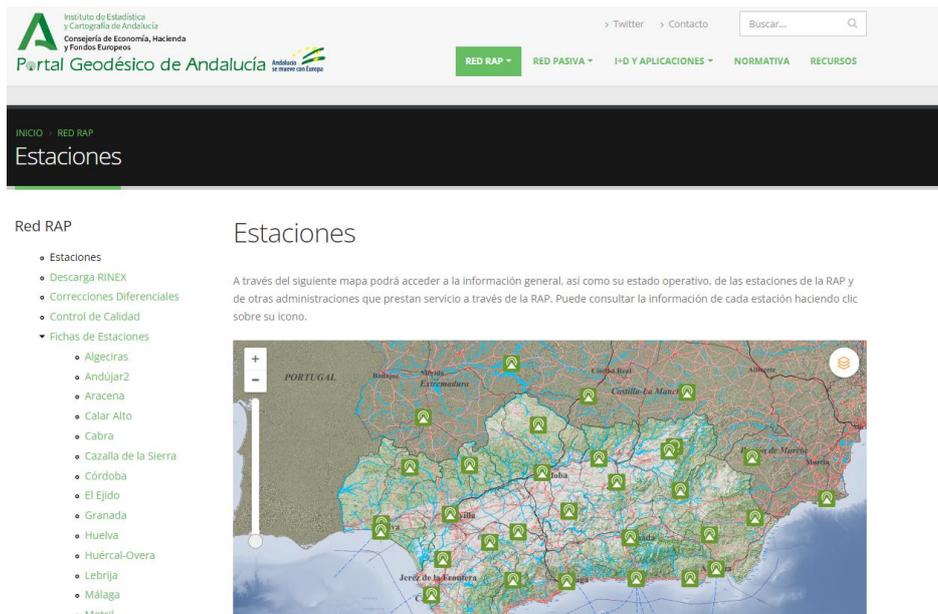
LINK

descarga:

<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap/descarga-rinex>
(PGA)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
ESTACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (m)
AND2	38° 02' 25,29316" N	4° 01' 47,35117" W	284,229
CABR	37° 28' 04,63546" N	4° 25' 27,25395" W	572,073
CRDB	37° 52' 38,63845" N	4° 47' 16,20597" W	196,017
HULV	37° 16' 49,02384" N	6° 54' 48,75919" W	116,195
HUOV	37° 25' 05,61517" N	1° 56' 31,64962" W	352,192
LEBR	36° 55' 20,72840" N	6° 04' 54,94989" W	77,553
MLGA	36° 42' 56,14758" N	4° 26' 07,47844" W	115,663
OSUN	37° 13' 56,32174" N	5° 05' 42,61232" W	363,146
PALC	37° 42' 08,40670" N	2° 55' 56,64841" W	916,859
UJAE	37° 47' 15,93838" N	3° 46' 54,21994" W	527,754

Tabla 2 Coordenadas estaciones Andalucía



Portal Geodésico de Andalucía

RED RAP | RED PASIVA | I+D Y APLICACIONES | NORMATIVA | RECURSOS

Inicio | RED RAP

Estaciones

A través del siguiente mapa podrá acceder a la información general, así como su estado operativo, de las estaciones de la RAP y de otras administraciones que prestan servicio a través de la RAP. Puede consultar la información de cada estación haciendo clic sobre su icono.

- Estaciones
- Descarga RINEX
- Correcciones Diferenciales
- Control de Calidad
- Fichas de Estaciones
 - Algeciras
 - Andújar2
 - Aracena
 - Calar Alto
 - Cabra
 - Cazalla de la Sierra
 - Córdoba
 - El Ejido
 - Granada
 - Huelva
 - Huércal-Overa
 - Lebrija
 - Málaga
 - Motril

Figura 6 Portal Geodésico Andalucía

3.2.FICHEROS DE EFEMERIDES

Una vez descargados los ficheros RINEX de las estaciones permanentes se deben descargar las efemérides de los días correspondientes.

Para descargarlas, con ayuda de GNSS Calendar (<https://gnsscalendar.com/>) (Figura 7) se pueden localizar fácilmente las fechas y así obtener el nombre del archivo con el día y la semana GNSS.

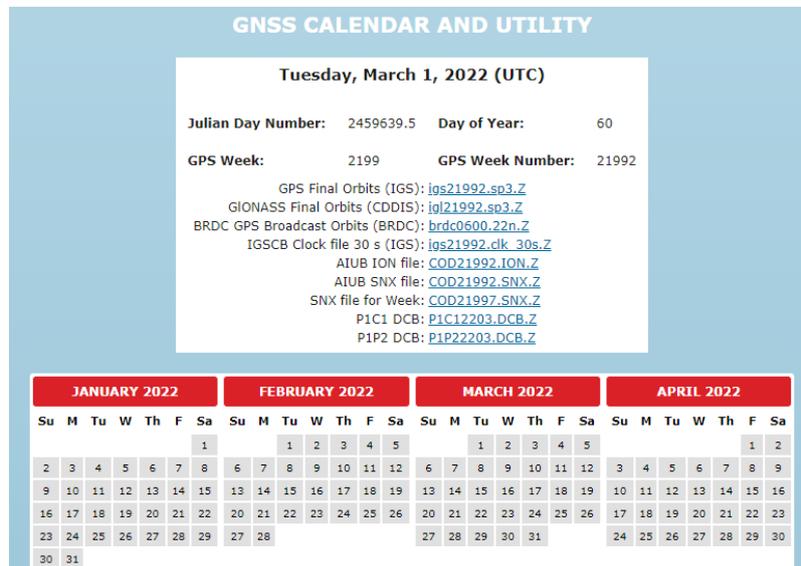


Figura 7 GNSS Calendar

El estudio se va a realizar con ficheros de efemérides precisas, los de tipo *igs* que contienen los datos de GPS y los de tipo *igl* que contienen los datos de GLONASS. También se va a descargar el fichero de efemérides precisas *esa*, este tipo de archivo contiene los datos combinados tanto de GPS como de GLONASS. Aunque no hace falta importar los tres ficheros en el programa, para evitar posibles fallos al importar o de funcionamiento se incluirán todos los archivos. Estos archivos se descargan desde la web Crustal Dynamics Data Information System (CDDIS) (Figura 8) un archivo de datos de geodesia espacial de la NASA.

LINK descarga: <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/> (CDDIS)



Figura 8 CDDIS

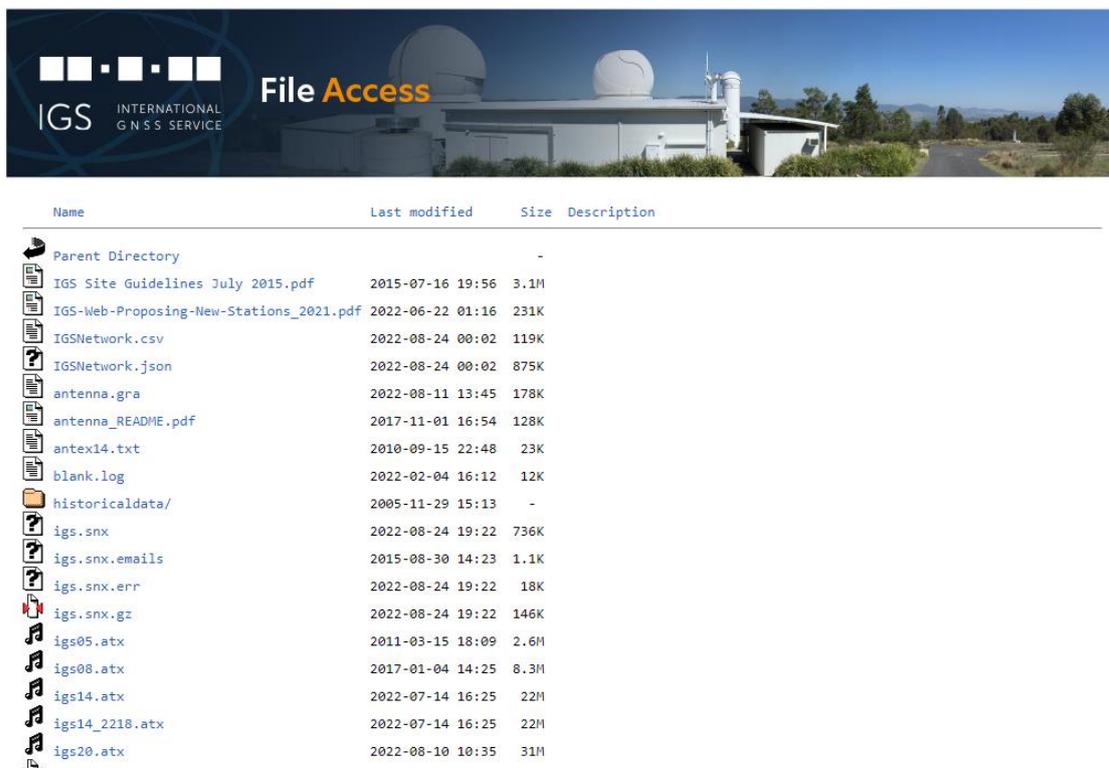
3.3.FICHERO ANTENAS

Es muy importante tener actualizada la base de datos para la calibración de las antenas, sobre todo al trabajar con antenas de distintos fabricantes. Este archivo aporta los valores absolutos de calibración de una antena de referencia.

La obtención de estos archivos es muy fácil ya que hay agencias que se encargan de su distribución como el IGS (International GNSS Service) o el NGS (National Geodetic Survey).

Para este proyecto se ha obtenido el fichero *igs14.atx*, descargado desde la plataforma del IGS (Figura 9), con toda la información relacionada con el tipo de antena según su fabricante y con información de su desplazamiento y excentricidad.

LINK descarga: <https://files.igs.org/pub/station/general/> (IGS)



Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory	-	-	-
IGS Site Guidelines July 2015.pdf	2015-07-16 19:56	3.1M	
IGS-Web-Proposing-New-Stations_2021.pdf	2022-06-22 01:16	231K	
IGSNetwork.csv	2022-08-24 00:02	119K	
IGSNetwork.json	2022-08-24 00:02	875K	
antenna.gra	2022-08-11 13:45	178K	
antenna_README.pdf	2017-11-01 16:54	128K	
antex14.txt	2010-09-15 22:48	23K	
blank.log	2022-02-04 16:12	12K	
historicaldata/	2005-11-29 15:13	-	
igs.snx	2022-08-24 19:22	736K	
igs.snx.emails	2015-08-30 14:23	1.1K	
igs.snx.err	2022-08-24 19:22	18K	
igs.snx.gz	2022-08-24 19:22	146K	
igs05.atx	2011-03-15 18:09	2.6M	
igs08.atx	2017-01-04 14:25	8.3M	
igs14.atx	2022-07-14 16:25	22M	
igs14_2218.atx	2022-07-14 16:25	22M	
igs20.atx	2022-08-10 10:35	31M	

Figura 9 Fichero antenas

Con esto tendríamos los datos necesarios para empezar a trabajar con el software específico.

4.PROCESO DE CALCULO

4.1. TRABAJO CON LEICA INFINITY

El estudio de las líneas base se ha realizado con el programa Leica Infinity, un software específico de Leica para trabajos geoespaciales topográficos profesionales, que facilita el flujo de trabajo entre diferentes departamentos topográficos gracias a la gran cantidad de archivos que puede leer.

Seguidamente se van a explicar los pasos seguidos para el cálculo de las líneas base y del ajuste final con Leica Infinity.

Al iniciar el programa lo primero que nos aparece es la ventana para crear un nuevo proyecto (Figura 10), pero antes de definir las características del proyecto debemos hacer unos pasos previos.

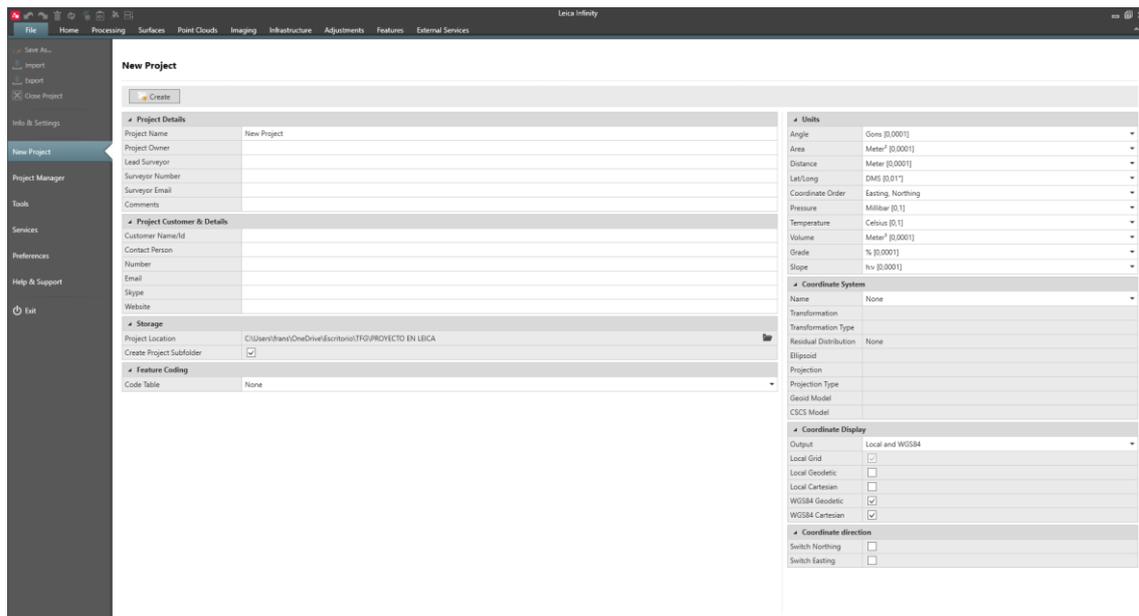


Figura 10 Inicio programa

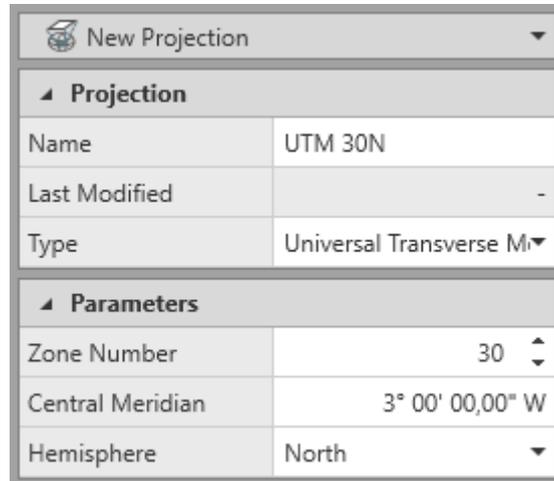
Sistema de coordenadas

Para poder definir el sistema de coordenadas que vamos a utilizar en el proyecto debemos asegurarnos de que Leica Infinity nos lo ofrece, si no debemos crearlo, que es lo que sucede en este caso.

Lo primero que debemos definir es el nombre del sistema en este caso *ETRS89 UTMN30* eligiendo el elipsoide local GRS 1980, la proyección y el modelo de geode. Como la proyección y el modelo de geode no existen tendremos que crearlos.

Proyección

Para la proyección accedemos a su ventana (Figura 11) y definiremos su nombre, UTM 30N, haciendo referencia al huso en el que vamos a trabajar, el tipo de proyección en este caso Universal Transverse Mercator, el huso 30 y el hemisferio norte.



New Projection	
Projection	
Name	UTM 30N
Last Modified	-
Type	Universal Transverse M
Parameters	
Zone Number	30
Central Meridian	3° 00' 00,00" W
Hemisphere	North

Figura 11 Nueva proyección. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Modelo de Geoide

Para el modelo de geoide lo más sencillo es descargarlo de algún organismo oficial, como es el IGN (Figura 12) y así ya quedan definidas las características automáticamente.

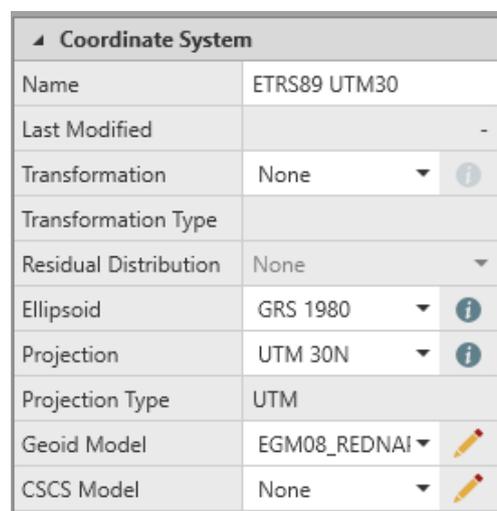
Índice de /geoide/leica/

[directorio principal]

Nombre	Tamaño	Fecha de modificación
EGM08_RED NAP_CANARIAS.GEM	78.4 kB	14/2/11 1:00:00
EGM08_RED NAP.GEM	889 kB	5/12/10 1:00:00

Figura 12 Descarga del IGN EGM08

Una vez definidos ya se puede crear el sistema de coordenadas (Figura 13).



Coordinate System	
Name	ETRS89 UTM30
Last Modified	-
Transformation	None
Transformation Type	
Residual Distribution	None
Ellipsoid	GRS 1980
Projection	UTM 30N
Projection Type	UTM
Geoid Model	EGM08_REDNAI
CSCS Model	None

Figura 13 Nuevo sistema de Coordenadas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Calibración de antenas

El siguiente paso es asegurar que la calibración de antenas esta actualizada e introducir el archivo *igs14.atx* descargado del IGS donde se encuentra toda la información relacionada con el tipo de antena según su fabricante y con información de su desplazamiento y excentricidad.

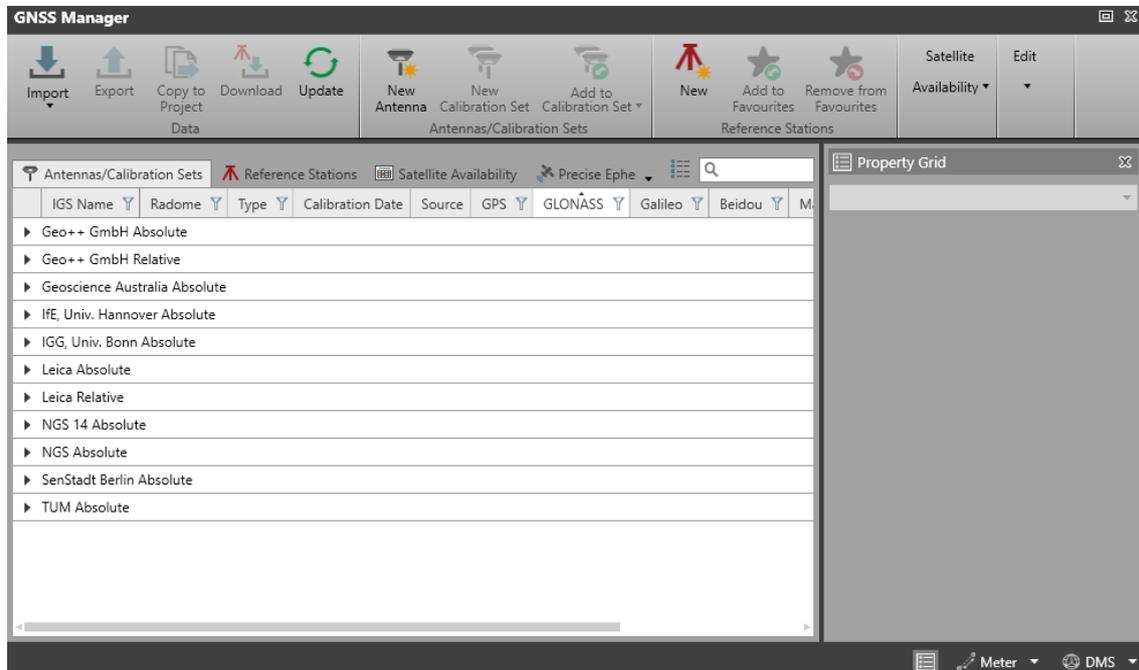


Figura 14 Calibración antenas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Creación del proyecto

Configuración del proyecto

Una vez disponemos del sistema de coordenadas y del fichero de antenas actualizado se definen las características del proyecto (Figura 15).

En esta ventana se indican datos como el nombre del proyecto, el nombre de la persona que lo genera, el sistema de coordenadas a utilizar y las unidades en las que se trabajará.

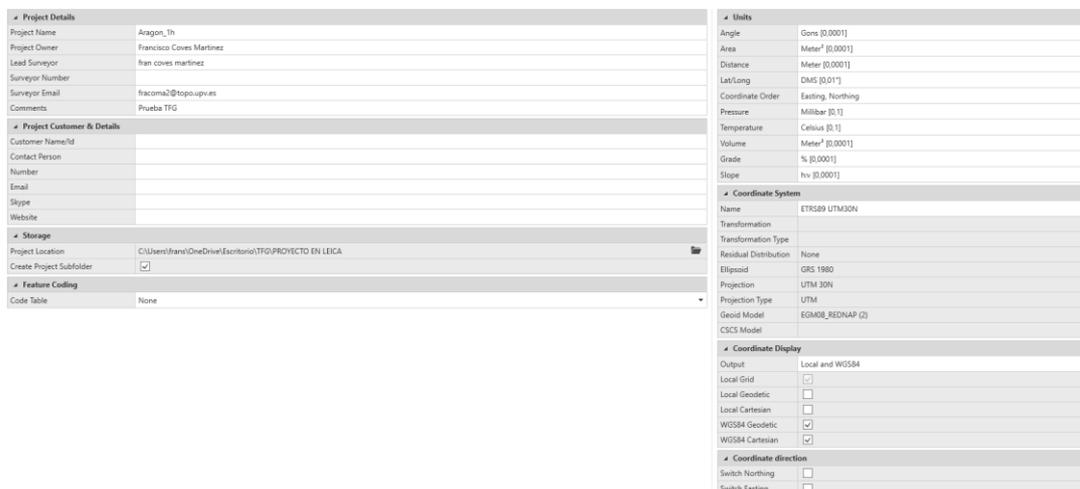


Figura 15 Creación nuevo proyecto. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Importación de datos de observables

En este paso se importan los datos sobre las estaciones GNSS permanentes a utilizar en la correspondiente red (Figura 16). Para tener redundancia y realizar el ajuste de red libre se introducen datos de dos días 1 de Marzo de 2022 (06) y 7 de Marzo de 2022 (066).

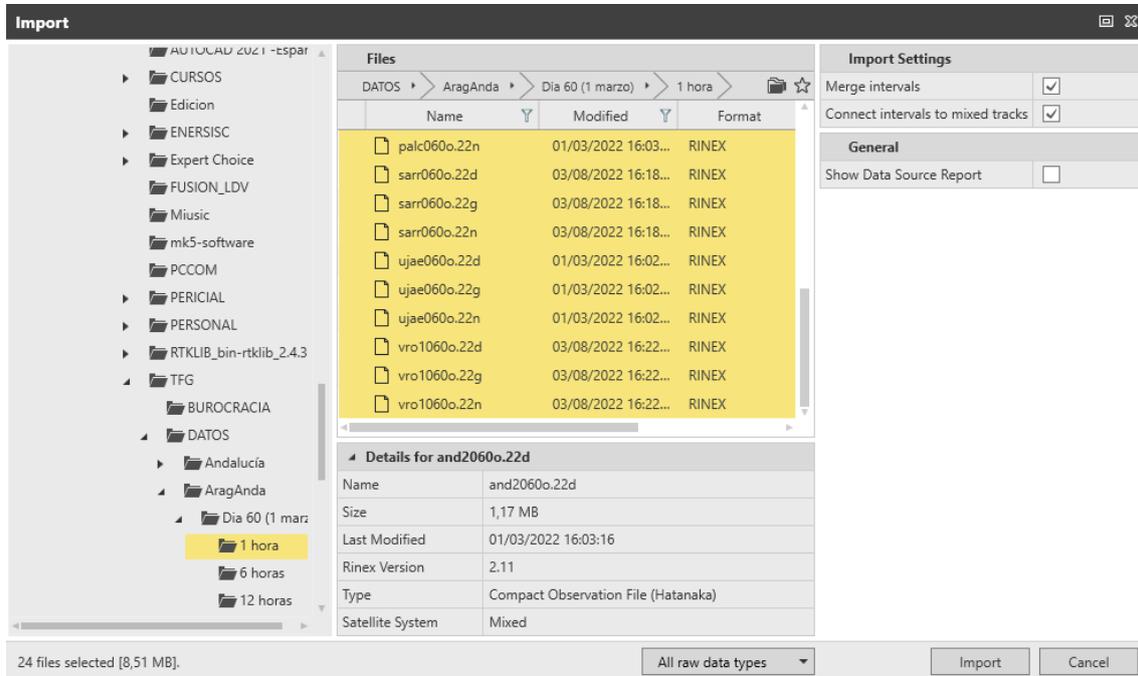


Figura 16 Importando datos. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Una vez importados los archivos se pueden visualizar los puntos en la ventana Vista (Figura 17).

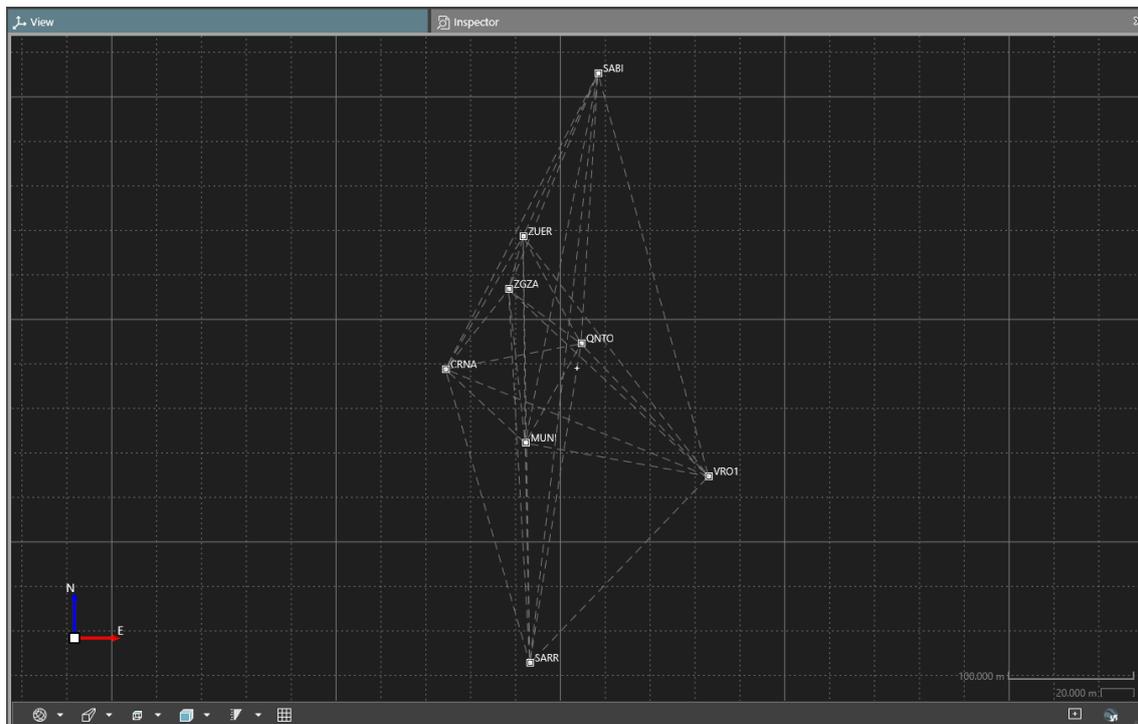


Figura 17 Visualización puntos. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Datos efemérides precisas

Para este proyecto se van a utilizar efemérides precisas de archivos igs, igl y esa. Se introducen para las dos fechas utilizadas (Figura 18).

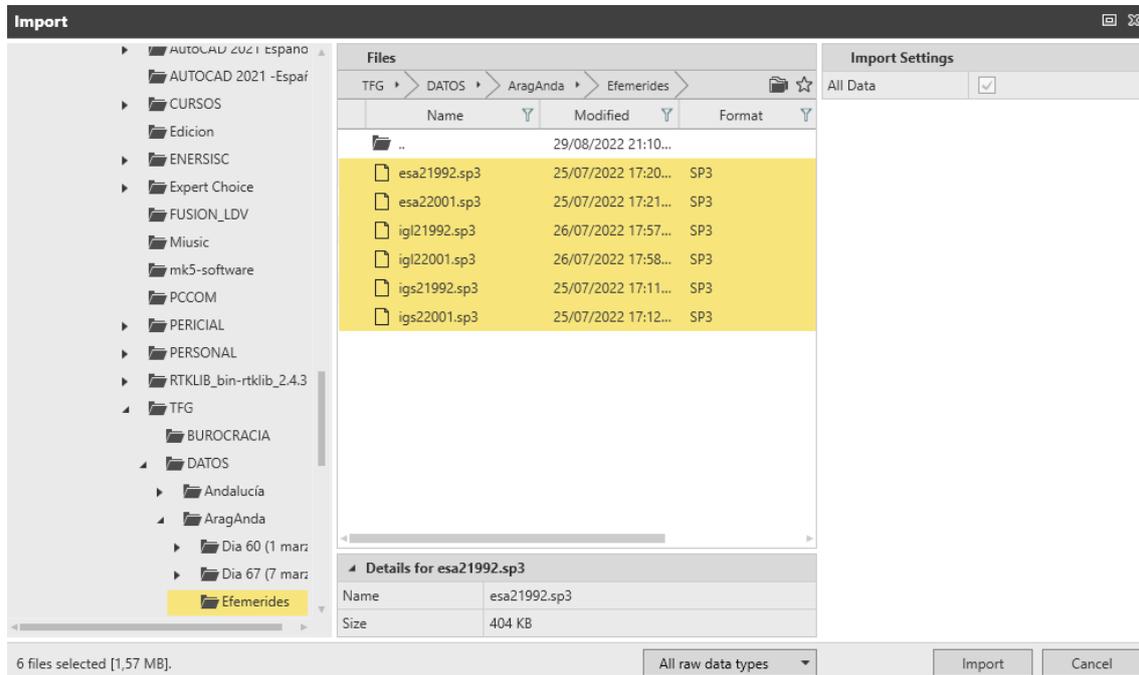


Figura 18 Efemérides precisas importadas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Se puede comprobar que se han importado correctamente desde la ventana *Gestión GNSS* (Figura 19).

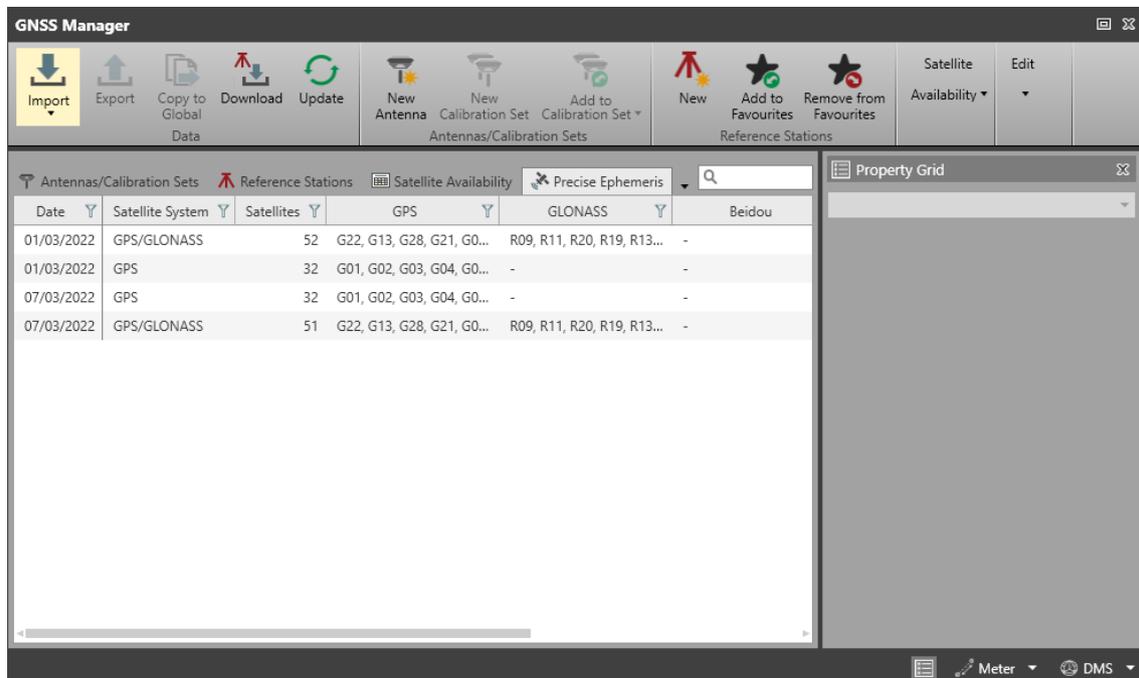


Figura 19 Efemérides precisas correctamente importadas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Comprobación de antenas

Una vez importadas las observaciones se debe comprobar que hay correcciones para todas las antenas utilizadas en la red. Con el nombre de cada antena buscamos para asegurarnos de que todas están en el mismo set de calibración. Lo más fácil para evitar fallos es generar un nuevo set propio, llamado para este proyecto ESPACIAL (Figura 20), en el que se introducen solo las antenas a las que corresponden nuestras estaciones.

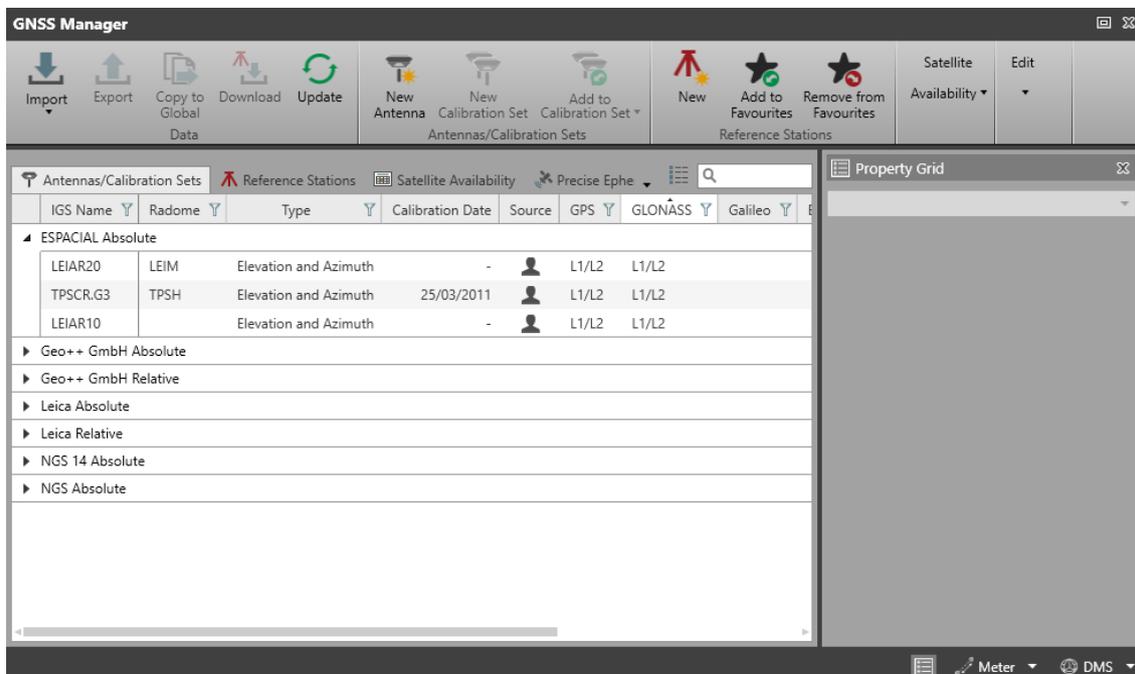


Figura 20 Nuevo fichero de antenas ESPACIAL. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Procesado líneas base

El programa nos permite procesar las líneas base de dos formas, en modo automático y en modo manual (aunque tampoco es mucho el papel del usuario en este modo), configurando ciertas características para la realización del procesado.

Configuración

Para poder procesar las líneas base se deben determinar ciertos aspectos y parámetros en los que se basará el programa para obtener los vectores entre estaciones. En este paso se configura la estrategia de procesamiento, los parámetros avanzados y el procesamiento automático.

Configuración de datos

Data	
Cut-Off Angle	10 °
Sampling Rate	Use All
Used Satellites	Use All
Ephemeris Type	Precise
Antenna Calibration Set	ESPACIAL Absolute

OK Cancel

Figura 21 Configuración datos. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Aquí se definen valores como el ángulo respecto al horizonte de los satélites para minimizar errores atmosféricos, el tipo de efemérides que como ya se ha dicho son precisas y el set de antenas ESPACIAL creado para el proyecto (Figura 21).

Estrategia de procesamiento

Processing Strategy	
Solution Type	Phase Fixed
Solution Optimisation	Automatic
Tropospheric Model	VMF with GPT2 model
Ionospheric Model	Automatic

OK Cancel

Figura 22 Estrategia procesamiento. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Se define el tipo de solución que de forma predeterminada ofrece fijo(fase) pero si no consigue obtener una solución fiable automáticamente cambiara a flotante, el modelo troposférico elegido (VMF con modelo GPT2) usado con carácter geodésico y el modelo ionosférico que se deja en modo automático para que Leica utilice la mejor opción (Figura 22).

Procesamiento automático

Automatic Processing	
Suggested Baseline Strategy	
Min. Baseline Duration	300 " <input type="text"/>
Max. Baseline Length	500 km <input type="text"/>
Re-Compute already computed Baselines	<input checked="" type="checkbox"/>
Compute Baselines between Control Points	<input type="checkbox"/>
Auto Processing Strategy	
Baseline Processing	Independent sets <input type="text"/>
Priority to Baseline with	Shorter Slope Distance <input type="text"/>
Session by Session	<input type="checkbox"/>
Allow to use Float solution as Reference	<input type="checkbox"/>
General	
Set Intervals to Auto at Import	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 23 Procesamiento automático. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Se le imponen las reglas de series independientes para no obtener líneas base combinación lineal de otras y la opción de distancia más corta para generar siempre las mismas líneas base en todos los procesos automáticos (Figura 23).

Configuración avanzada

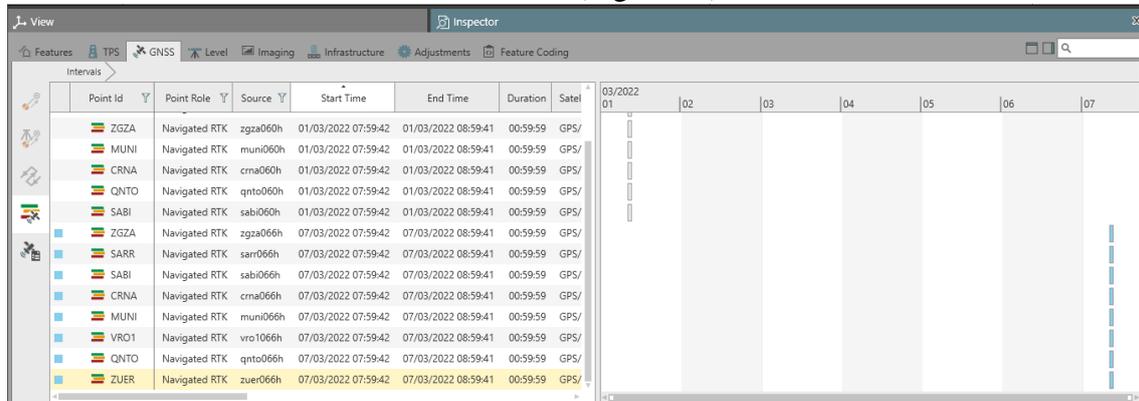
Advanced Settings	
Frequency	Automatic <input type="text"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> L1/E1/B1
	<input checked="" type="checkbox"/> L2/B2
	<input checked="" type="checkbox"/> L5/E5a
	<input checked="" type="checkbox"/> B3/E6
	<input checked="" type="checkbox"/> E5b
Frequency to use in Iono Minimised	Automatic <input type="text"/>
Min. Distance for Iono Minimised	15 km <input type="text"/>
Possible Ambiguities Fix up to	500 km <input type="text"/>
Min. Duration for Float Solution (static)	5' <input type="text"/>
Allow Widelane Fix	Automatic <input type="text"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Figura 24 Configuración avanzada. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

En esta ventana (Figura 24) se pueden elegir las frecuencias con las que debe trabajar el programa y la distancia a la que debe fijar ambigüedades.

Procesado automático

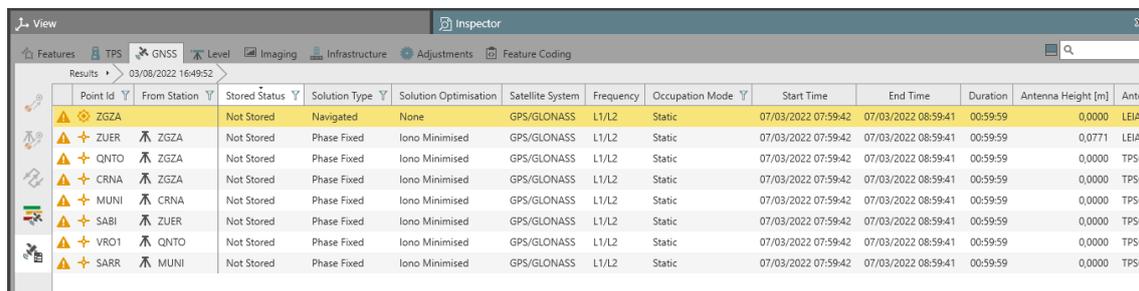
Con la configuración anterior el procesamiento automático se realiza solo, se definen las estaciones de la fecha con la que se quiere trabajar y el programa automáticamente trabaja en el cálculo de las líneas base. Como hay dos fechas distintas se van a tratar los datos de forma distintas. Los ficheros del segundo día se procesarán de forma automática (Figura 25).



Point Id	Point Role	Source	Start Time	End Time	Duration	Satel
ZGZA	Navigated RTK	zgza060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
MUNI	Navigated RTK	muni060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
CRNA	Navigated RTK	crna060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
QNT0	Navigated RTK	qnto060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SABI	Navigated RTK	sabi060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
ZGZA	Navigated RTK	zgza066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SARR	Navigated RTK	sarr066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SABI	Navigated RTK	sabi066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
CRNA	Navigated RTK	crna066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
MUNI	Navigated RTK	muni066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
VRO1	Navigated RTK	vro1066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
QNT0	Navigated RTK	qnto066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
ZUER	Navigated RTK	zuer066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/

Figura 25 Procesado automático. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Con la configuración determinada anteriormente el programa genera las líneas base que cree convenientes (Figura 26).



Point Id	From Station	Stored Status	Solution Type	Solution Optimisation	Satellite System	Frequency	Occupation Mode	Start Time	End Time	Duration	Antenna Height [m]	Ante
ZGZA		Not Stored	Navigated	None	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	LEIA
ZUER	ZGZA	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0771	LEIA
QNT0	ZGZA	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	TPSC
CRNA	ZGZA	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	TPSC
MUNI	CRNA	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	TPSC
SABI	ZUER	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	TPSC
VRO1	QNT0	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	TPSC
SARR	MUNI	Not Stored	Phase Fixed	Iono Minimised	GPS/GLONASS	L1/L2	Static	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	0,0000	TPSC

Figura 26 Procesado líneas base. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Pudiendo visualizar las líneas base en la ventana de vista (Figura 27) e información sobre su calidad en la ventana gestión de datos (Figura 28).

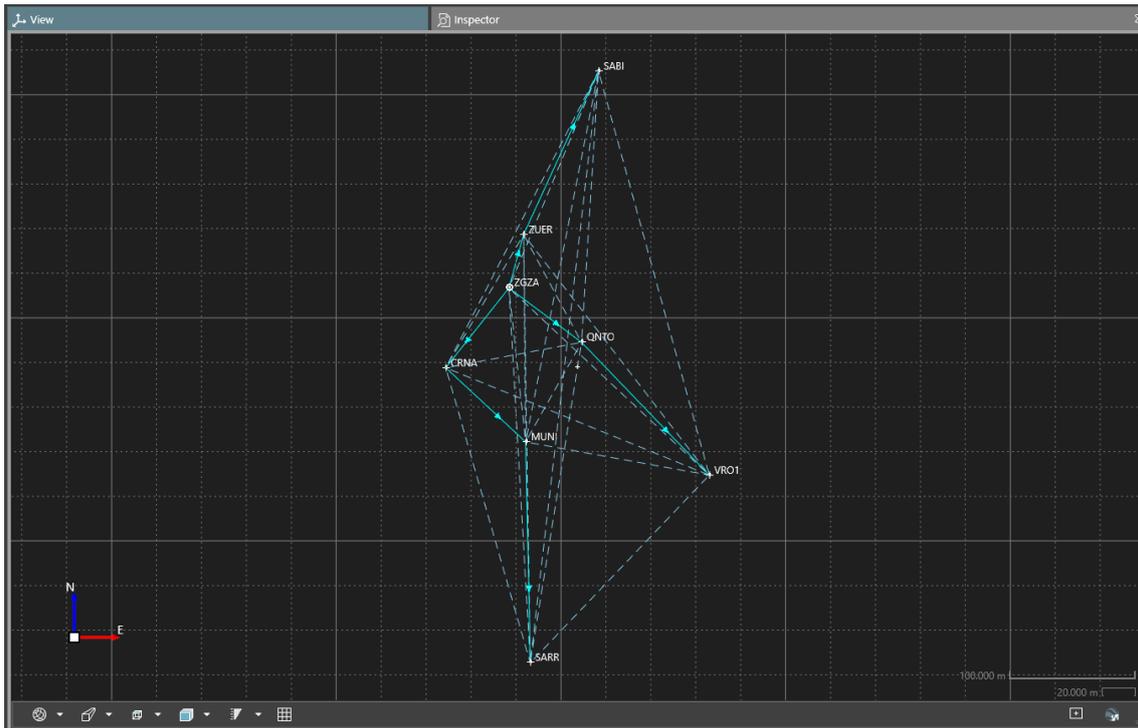


Figura 27 Visualización líneas base. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

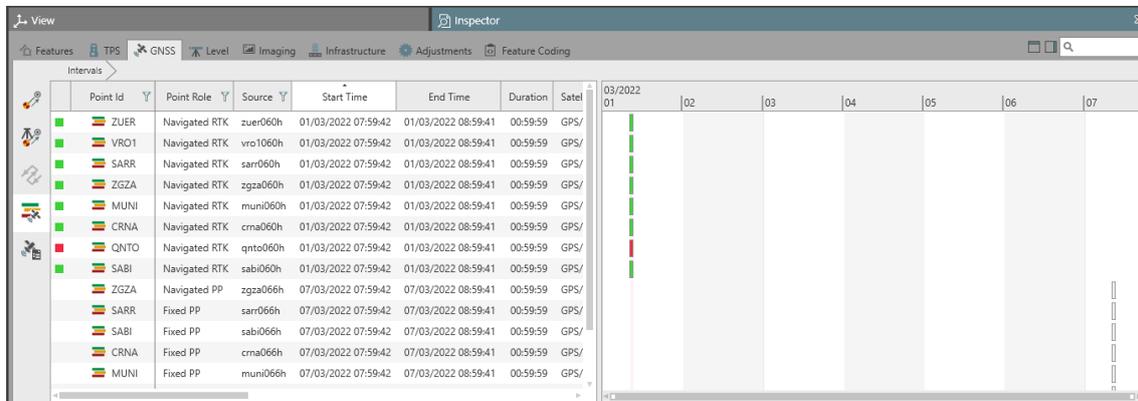
From Station	To	Y	Source	Y	Δx [m]	Δy [m]	Δz [m]	Slope Dist. [m]	Antenna Name	Antenna Height [m]	Tilt [gon]	Start Time	End Time	Duration	Satellite System
MUNI	SARR	sarr066h	64.426.9011	-1.299.3390	-74.934.0814	98.831.3231	TPSCR.G3 TFSH	0.0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS		
QNTO	VRO1	vrc1066h	40.748.3599	54.690.8296	-45.949.7228	82.236.8087	TPSCR.G3 TFSH	0.0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS		
ZUER	SAB1	sab1066h	-47.674.0784	35.863.7681	53.751.0294	80.300.6897	TPSCR.G3 TFSH	0.0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS		
CRNA	MUNI	muni066h	23.144.9707	34.346.6270	-25.442.7138	48.607.7374	TPSCR.G3 TFSH	0.0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS		
ZGZA	QNTO	qnto066h	23.003.1294	-29.263.7149	-26.044.4179	45.429.2932	TPSCR.G3 TFSH	0.0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS		
ZGZA	ZUER	zuer066h	-15.682.7308	7.365.4390	17.777.0098	24.823.7752	LEIAR20 LEIM	0.0771	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS		

Property Grid	
MUNI - SARR (07/03/2022 08:59:41)	
From Station id	MUNI
Δx	64.426.9011 m
Δy	-1.299.3390 m
Δz	-74.934.0814 m
Slope Dist.	98.831.3231 m
Satellite System	GPS/GLONASS
Antenna	
IGS Name	TPSCR.G3 TFSH / 31
Antenna Height	0.0000 m
Local Position	
Easting	686.392.5137 m
Northing	4.445.638.3442 m
Ortho. Height	993.6918 m
Ellip. Height	1.045.9232 m
Geoid Separation	52.2313 m
WGS84 Position	
Output	WGS84 Geodetic
Latitude	40° 08' 25.54" N
Longitude	0° 48' 43.16" W
Ellip. Height	1.045.9231 m
Code	
Name	No Code
Description	-
Group	-
Attributes	-
Baseline Quality	
Type	Standard Deviation
SD X	0.0002 m
SD Y	0.0001 m
SD Z	0.0001 m

Figura 28 Líneas base resultantes. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Procesado manual

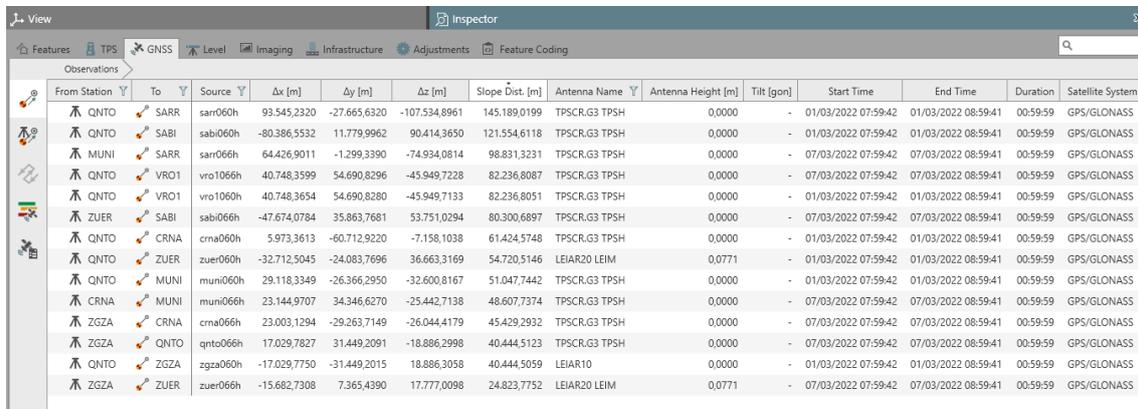
En el procesado manual es el usuario el que define la distribución de las líneas base. El tipo de distribución es de estrella, en el que se fija una estación en el centro como referencia y el resto se toman como móviles (Figura 29). Como los datos del segundo día han sido procesados en modo automático la primera fecha se procesa como manual.



Point Id	Point Role	Source	Start Time	End Time	Duration	Satel
ZUER	Navigated RTK	zuer060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
VRO1	Navigated RTK	vro1060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SARR	Navigated RTK	sarr060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
ZGZA	Navigated RTK	zga060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
MUNI	Navigated RTK	muni060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
CRNA	Navigated RTK	crna060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
QNTO	Navigated RTK	qnto060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SABI	Navigated RTK	sabi060h	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
ZGZA	Navigated PP	zga066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SARR	Fixed PP	sarr066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
SABI	Fixed PP	sabi066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
CRNA	Fixed PP	crna066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/
MUNI	Fixed PP	muni066h	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/

Figura 29 Selección procesado manual. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Y así se obtienen todas la líneas base (Figura 30) a analizar que posteriormente se utilizaran en el ajuste de red libre.



From Station	To	Source	Δx [m]	Δy [m]	Δz [m]	Slope Dist. [m]	Antenna Name	Antenna Height [m]	Tilt [gon]	Start Time	End Time	Duration	Satellite System
QNTO	SARR	sarr060h	93.545,2320	-27.665,6320	-107.534,8961	145.189,0199	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	SABI	sabi060h	-80.386,5532	11.779,9962	90.414,3650	121.554,6118	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
MUNI	SARR	sarr066h	64.426,9011	-1.299,3390	-74.934,0814	98.831,3231	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	VRO1	vro1066h	40.748,3599	54.690,8296	-45.949,7228	82.236,8087	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	VRO1	vro1060h	40.748,3654	54.690,8280	-45.949,7133	82.236,8051	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
ZUER	SABI	sabi066h	-47.674,0784	35.863,7681	53.751,0294	80.300,6897	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	CRNA	crna060h	5.973,3613	-60.712,9220	-7.158,1038	61.424,5748	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	ZUER	zuer060h	-32.712,5045	-24.083,7696	36.663,3169	54.720,5146	LEIAR20 LEIM	0,0771	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	MUNI	muni060h	29.118,3349	-26.366,2950	-32.600,8167	51.047,7442	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
CRNA	MUNI	muni066h	23.144,9707	34.346,6270	-25.442,7138	48.607,7374	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
ZGZA	CRNA	crna066h	23.003,1294	-29.263,7149	-26.044,4179	45.429,2932	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
ZGZA	QNTO	qnto066h	17.029,7827	31.449,2091	-18.886,2998	40.444,5123	TPSCR.G3 TP5H	0,0000	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
QNTO	ZGZA	zga060h	-17.029,7750	-31.449,2015	18.886,3058	40.444,5059	LEIAR10	0,0000	-	01/03/2022 07:59:42	01/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS
ZGZA	ZUER	zuer066h	-15.682,7308	7.365,4390	17.777,0098	24.823,7752	LEIAR20 LEIM	0,0771	-	07/03/2022 07:59:42	07/03/2022 08:59:41	00:59:59	GPS/GLONASS

Figura 30 Total líneas base obtenidas. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Con todas las líneas base procesadas se consultan los valores de calidad como la desviación estándar y del modelo estocástico en la ventana de propiedades de cada una de las líneas base, ofreciendo también los valores de dilución de precisión (DOP) (Figura 31).

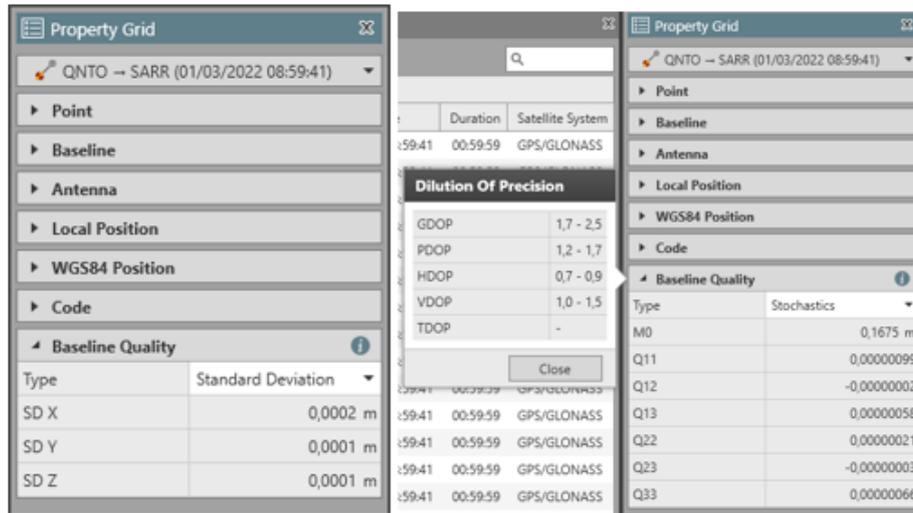


Figura 31 Calidad líneas base. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Ajuste de la red

Configuración de la red

Al realizar el ajuste se deben configurar (Figura 32) ciertos datos previos para estar seguros de que se van a utilizar los parámetros que se quiere.

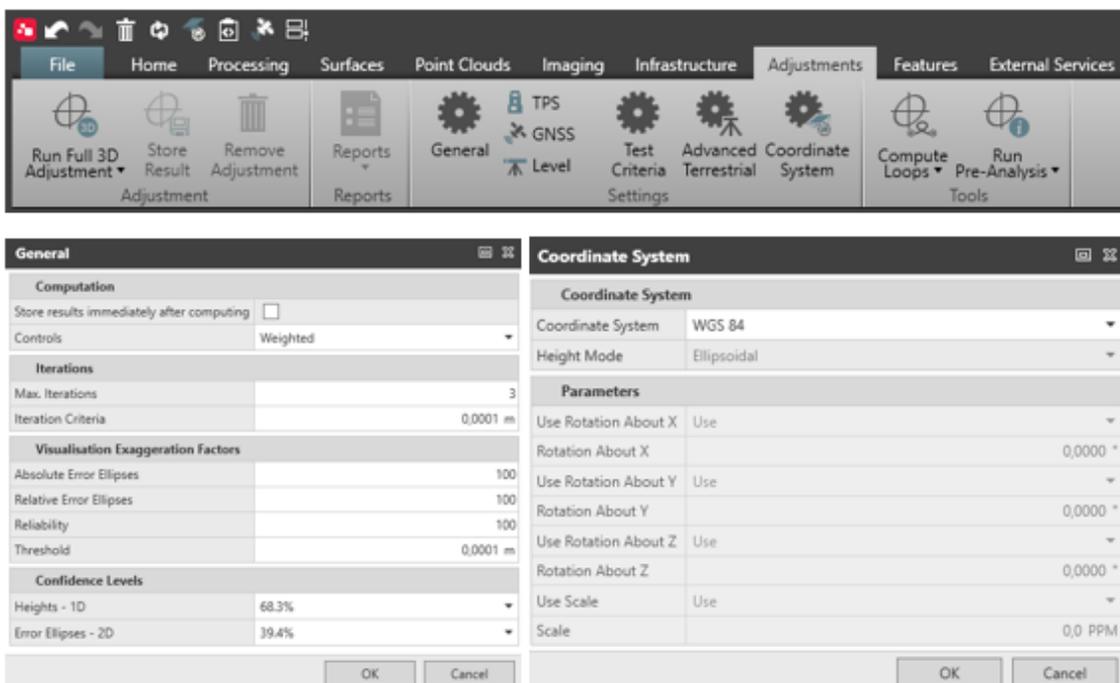
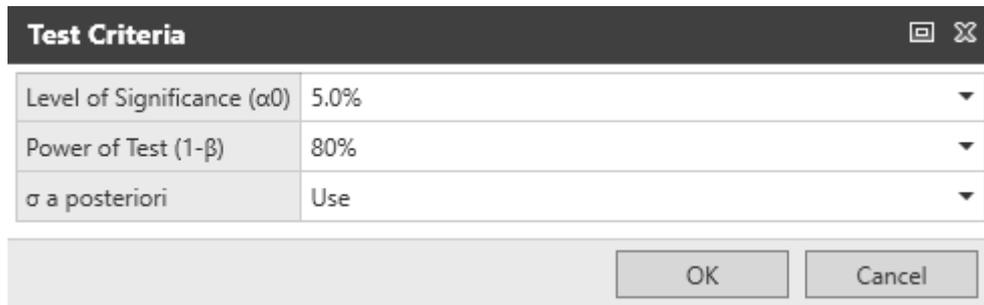


Figura 32 Parámetros ajuste. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Para el ajuste se elige el modo ponderado para los puntos permitiendo al programa mover las coordenadas de los puntos en función de la precisión que tengan, ya que ningún punto

es inamovible no tienen precisión infinita. Se limitan las iteraciones a 3 para que el programa no entre en bucle infinito si existe algún error. Se elige el sistema de coordenadas WGS 84 para el ajuste de red libre.



Test Criteria	
Level of Significance (α_0)	5.0%
Power of Test ($1-\beta$)	80%
σ a posteriori	Use

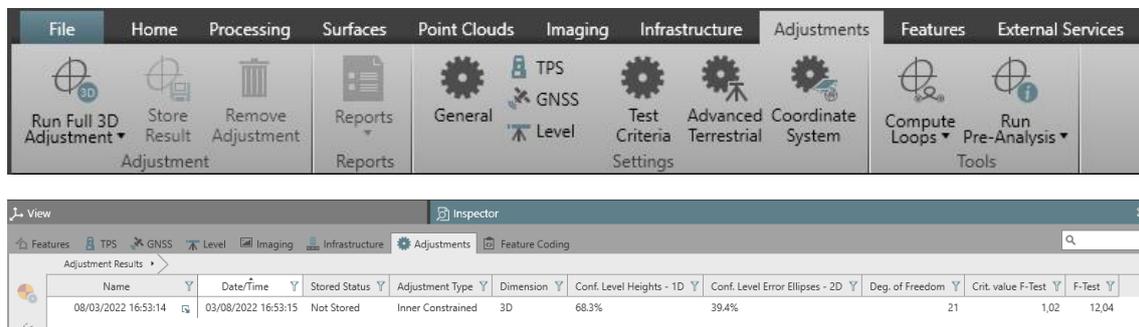
OK Cancel

Figura 33 Criterios fiabilidad. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

En los criterios de prueba se define la probabilidad de rechazar una buena observación y la probabilidad de aceptar una mala observación, con cuidado al elegir los valores para evitar que malas o buenas observaciones sean mal filtradas (Figura 33).

Red libre

El objetivo del ajuste de red libre es comprobar la calidad de los observables antes de realizar un ajuste ligado, como el interés es estudiar el resultado de las observaciones se realiza con fechas de dos días para poder tener redundancias.



Name	Date/Time	Stored Status	Adjustment Type	Dimension	Conf. Level Heights - 1D	Conf. Level Error Ellipses - 2D	Deg. of Freedom	Crit. value F-Test	F-Test
08/03/2022 16:53:14	03/08/2022 16:53:15	Not Stored	Inner Constrained	3D	68.3%	39.4%	21	1,02	12,04

Figura 34 Informe resultados. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Una vez planteado el proceso seguido con Leica Infinity se va a realizar el análisis de los resultados. Todas las redes utilizadas para la investigación junto con los distintos ficheros de observación han sido procesadas de la misma forma, la planteada anteriormente.

5.ANALISIS

5.1.ARAGON

Una vez realizado el procesado de las líneas base y el ajuste de la red se analizan los resultados obtenidos. En la red de Aragón se obtienen 7 líneas base, una línea base menos que el número de estaciones, en cada una de las fechas que hacen un total de 14 para los dos días (Tabla 3). La mayor línea base de la red situada en Aragón es de 145,189 Km, solo obtenemos 2 líneas base de longitud superior a 100 Km y una muy próxima. No son longitudes extremadamente largas como para sacar una conclusión fiable sobre el comportamiento de la precisión relacionado con la longitud de las líneas base y el tiempo de observación pero si se puede sacar una primera idea de cuáles deberían ser los resultados.

ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)
1	QNT0	SARR	145,189
2	QNT0	SABI	121,555
3	MUNI	SARR	98,831
4	QNT0	VRO1	82,237
5	QNT0	VRO1	82,237
6	ZEUR	SABI	80,301
7	QNT0	CRNA	61,425
8	QNT0	ZEUR	54,721
9	QNT0	MUNI	51,048
10	CRNA	MUNI	48,608
11	ZGZA	CRNA	45,429
12	ZGZA	QNT0	40,445
13	QNT0	ZGZA	40,445
14	ZGZA	ZEUR	24,824

Tabla 3 Líneas base Aragón

Analizando los valores obtenidos de procesar con observables de 1 hora, la calidad obtenida para las líneas base es excelente, los valores del modelo estocástico son muy buenos y la desviación estándar que se alcanza es de grado submilimétrico (Tabla 4). Viendo la calidad de estas líneas se puede especular que el resultado tanto de precisión de las coordenadas como de las observaciones ajustadas será bueno.

ARAGON 1 HORA CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	QNT0	SARR	145,189	0,0002	0,0001	0,0001	0,1675	0,00000099	0,00000021	0,00000066
2	QNT0	SABI	121,555	0,0002	0,0001	0,0001	0,166	0,00000096	0,00000021	0,00000067
3	MUNI	SARR	98,831	0,0002	0,0001	0,0001	0,1531	0,00000098	0,00000023	0,00000058
4	QNT0	VRO1	82,237	0,0001	0,0001	0,0001	0,1516	0,0000009	0,00000022	0,00000061
5	QNT0	VRO1	82,237	0,0001	0,0001	0,0001	0,139	0,00000098	0,00000021	0,00000067
6	ZEUR	SABI	80,301	0,0002	0,0001	0,0001	0,1704	0,00000082	0,00000021	0,0000006
7	QNT0	CRNA	61,425	0,0001	0,0001	0,0001	0,1309	0,00000095	0,00000021	0,00000066
8	QNT0	ZEUR	54,721	0,0001	0,0001	0,0001	0,1447	0,00000095	0,00000021	0,00000066
9	QNT0	MUNI	51,048	0,0001	0,0001	0,0001	0,1205	0,00000105	0,00000022	0,0000007
10	CRNA	MUNI	48,608	0,0001	0,0001	0,0001	0,1302	0,00000095	0,00000022	0,00000059
11	ZGZA	CRNA	45,429	0,0003	0,0001	0,0002	0,2606	0,00000094	0,00000022	0,0000006
12	ZGZA	QNT0	40,445	0,0002	0,0001	0,0002	0,2595	0,00000088	0,00000022	0,00000061
13	QNT0	ZGZA	40,445	0,0002	0,0001	0,0002	0,2323	0,00000092	0,00000021	0,00000063
14	ZGZA	ZEUR	24,824	0,0002	0,0001	0,0002	0,2308	0,00000084	0,00000021	0,0000006

Tabla 4 Desviación típica y modelo estocástico Aragón 1 hora

Realizando el ajuste de red libre con estas líneas base se obtienen muy buenos resultados.

ARAGON 1 HORA OBSERVACIONES AJUSTADAS						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD AX (m)	SD AY (m)	SD AZ (m)
1	QNT0	SARR	145,189	0,0043	0,002	0,0034
2	QNT0	SABI	121,555	0,0044	0,0021	0,0037
3	MUNI	SARR	98,831	0,0041	0,002	0,0033
4	QNT0	VRO1	82,237	0,0034	0,0017	0,0028
5	QNT0	VRO1	82,237	0,0034	0,0017	0,0028
6	ZEUR	SABI	80,301	0,0043	0,0021	0,0036
7	QNT0	CRNA	61,425	0,0033	0,0016	0,0027
8	QNT0	ZEUR	54,721	0,0038	0,0018	0,0031
9	QNT0	MUNI	51,048	0,0032	0,0015	0,0026
10	CRNA	MUNI	48,608	0,0034	0,0016	0,0028
11	ZGZA	CRNA	45,429	0,0049	0,0024	0,004
12	ZGZA	QNT0	40,445	0,0042	0,0021	0,0035
13	QNT0	ZGZA	40,445	0,0042	0,0021	0,0035
14	ZGZA	ZEUR	24,824	0,0048	0,0024	0,004

Tabla 5 Desviación estándar 1 hora

Se observa que la desviación estándar de las observaciones ajustadas (Tabla 5) se mueve en valores entre los 3 o 4 milímetros, valores finales que demuestran la total validez de 1 hora de observación para obtener una calidad de líneas base muy buena respecto a la longitud de estas.

Esto afecta directamente sobre el resultado final en el cálculo de coordenadas y en su precisión alcanzada (Tabla 6), donde los valores de desviación estándar obtenidos están alrededor del milímetro para las coordenadas horizontales y sobre los 3 milímetros para la coordenada vertical.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
CRNA	0,0014	0,0014	0,0034
MUNI	0,0013	0,0013	0,0032
QNT0	0,0008	0,0008	0,0019
SABI	0,002	0,0018	0,0045
SARR	0,0018	0,0018	0,0044
VRO1	0,0017	0,0016	0,0041
ZGZA	0,0019	0,0018	0,0043
ZEUR	0,0016	0,0015	0,0038

Tabla 6 Precisión obtenida 1 hora

Se sigue el análisis con observaciones de 6 horas. Los resultados anteriores son buenos pero se busca mejorarlos con mayor duración en intervalo de tiempo.

En todas las líneas base obtenidas se consigue una mejora en la calidad de los datos, tanto en el modelo estocástico como en la desviación estándar (Tabla 7). Se logran desviaciones mejores que las anteriores siendo ya submilimétricas y en la matriz varianza covarianza los valores son más próximos a 0.

ARAGON 6 HORAS CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	QNT0	SARR	145,189	0,0001	0,0000	0,0001	0,1772	0,00000014	0,00000003	0,00000011
2	QNT0	SABI	121,555	0,0001	0,0000	0,0001	0,1558	0,00000013	0,00000003	0,00000012
3	MUNI	SARR	98,831	0,0001	0,0000	0,0001	0,1574	0,00000014	0,00000003	0,00000011
4	VRO1	QNT0	82,237	0,0001	0,0000	0,0000	0,1364	0,00000014	0,00000003	0,00000012
5	QNT0	VRO1	82,237	0,0001	0,0000	0,0000	0,1422	0,00000013	0,00000003	0,00000011
6	ZUER	SABI	80,301	0,0001	0,0000	0,0001	0,165	0,00000015	0,00000003	0,00000013
7	QNT0	CRNA	61,425	0,0000	0,0000	0,0000	0,1362	0,00000013	0,00000003	0,00000011
8	QNT0	ZUER	54,721	0,0001	0,0000	0,0001	0,1438	0,00000014	0,00000003	0,00000012
9	QNT0	MUNI	51,048	0,0000	0,0000	0,0000	0,1331	0,00000014	0,00000003	0,00000011
10	CRNA	MUNI	48,608	0,0000	0,0000	0,0000	0,1293	0,00000014	0,00000003	0,00000013
11	ZGZA	CRNA	45,429	0,0001	0,0000	0,0001	0,2118	0,00000013	0,00000003	0,00000011
12	QNT0	ZGZA	40,445	0,0001	0,0000	0,0001	0,2358	0,00000013	0,00000003	0,00000011
13	QNT0	ZGZA	40,445	0,0001	0,0000	0,0001	0,2246	0,00000013	0,00000003	0,00000011
14	ZGZA	ZUER	24,824	0,0001	0,0000	0,0001	0,2372	0,00000013	0,00000003	0,00000011

Tabla 7 Desviación estándar y modelo estocástico Aragón 6 horas

Con esta calidad de líneas base se obtiene un ajuste con muy buenos resultados. La desviación estándar de las observaciones ajustadas se encuentra cercana a los 3 milímetros e incluso por debajo (Tabla 8).

ARAGON 6 HORAS OBSERVACIONES AJUSTADAS						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD AX (m)	SD AY (m)	SD AZ (m)
1	QNT0	SARR	145,189	0,003	0,0014	0,0026
2	QNT0	SABI	121,555	0,0028	0,0013	0,0026
3	MUNI	SARR	98,831	0,0029	0,0013	0,0025
4	VRO1	QNT0	82,237	0,0022	0,001	0,002
5	QNT0	VRO1	82,237	0,0022	0,001	0,002
6	ZUER	SABI	80,301	0,003	0,0014	0,0028
7	QNT0	CRNA	61,425	0,0022	0,001	0,002
8	QNT0	ZUER	54,721	0,0025	0,0012	0,0024
9	QNT0	MUNI	51,048	0,0022	0,001	0,002
10	CRNA	MUNI	48,608	0,0023	0,0011	0,0022
11	ZGZA	CRNA	45,429	0,0031	0,0015	0,0029
12	QNT0	ZGZA	40,445	0,0027	0,0013	0,0025
13	QNT0	ZGZA	40,445	0,0027	0,0013	0,0025
14	ZGZA	ZUER	24,824	0,0032	0,0015	0,003

Tabla 8 Desviación estándar 1 hora

Las coordenadas finales tienen una calidad un poco mejor que las obtenidas con 1 hora de observación, siendo la precisión (Tabla 9) más cercana al milímetro pero al compararlos no se observa una diferencia considerable y los resultados son buenos en ambos ajustes.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
CRNA	0,0011	0,0009	0,0023
MUNI	0,0011	0,0009	0,0022
QNT0	0,0006	0,0005	0,0013
SABI	0,0015	0,0012	0,0031
SARR	0,0015	0,0012	0,0031
VRO1	0,0013	0,001	0,0027
ZGZA	0,0014	0,0011	0,0029
ZEUR	0,0013	0,001	0,0027

Tabla 9 Precisión final 6 horas

Como los resultados obtenidos hasta el momento eran muy buenos no se pretende aumentar el intervalo de tiempo de observación para seguir analizando el comportamiento de la calidad en las líneas base.

Pero sí que es interesante comprobar los resultados que se obtendrían de procesado de líneas base y el ajuste libre con ficheros de observación diarios a 30 segundos.

ARAGON DIARIO 30s CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	QNT0	SARR	145,189	0,0006	0,0003	0,0005	0,4879	0,00000132	0,00000026	0,00000092
2	QNT0	SABI	121,555	0,0003	0,0002	0,0003	0,3113	0,00000122	0,00000026	0,00000096
3	MUNI	SARR	98,831	0,0002	0,0001	0,0002	0,2159	0,00000133	0,00000028	0,00000096
4	QNT0	VRO1	82,237	0,0002	0,0001	0,0001	0,1495	0,00000125	0,00000025	0,00000094
5	QNT0	VRO1	82,237	0,0002	0,0001	0,0002	0,1922	0,00000125	0,00000026	0,00000092
6	ZUER	SABI	803,001	0,0002	0,0001	0,0002	0,1734	0,00000119	0,00000025	0,00000096
7	QNT0	CRNA	61,425	0,0002	0,0001	0,0002	0,1616	0,00000123	0,00000025	0,0000009
8	QNT0	ZUER	54,721	0,0002	0,0001	0,0002	0,2141	0,00000122	0,00000025	0,00000091
9	QNT0	MUNI	51,048	0,0002	0,0001	0,0002	0,181	0,00000132	0,00000027	0,00000097
10	CRNA	MUNI	48,608	0,0002	0,0001	0,0002	0,1618	0,0000013	0,00000027	0,00000098
11	ZGZA	CRNA	45,429	0,0003	0,0001	0,0002	0,2471	0,00000126	0,00000026	0,00000095
12	ZGZA	QNT0	40,445	0,0002	0,0001	0,0002	0,2265	0,00000121	0,00000025	0,00000092
13	QNT0	ZGZA	40,445	0,0004	0,0002	0,0003	0,3157	0,00000124	0,00000025	0,00000091
14	ZGZA	ZUER	24,824	0,0003	0,0001	0,0002	0,2307	0,00000119	0,00000025	0,00000093

Tabla 10 Desviación estándar y modelo estocástico DIARIO 30s

Como no existe una longitud muy grande entre estaciones podrían servir estos datos para obtener una buena calidad en las líneas base, pero al realizar el proceso de cálculo la calidad tanto en el modelo estocástico como en la desviación estándar son peores que en los otros dos ajustes (Tabla 10), pasando de resultados submilimétricos a valores casi milimétricos en la desviación estándar en las líneas base de mayor longitud.

Tabla 11 Desviación estándar observaciones ajustadas DIARIO 30s

ARAGON DIARIO 30s OBSERVACIONES AJUSTADAS						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD AX (m)	SD AY (m)	SD AZ (m)
1	QNT0	SARR	145,189	0,0063	0,0029	0,0053
2	QNT0	SABI	121,555	0,0051	0,0023	0,0045
3	MUNI	SARR	98,831	0,0055	0,0025	0,0047
4	QNT0	VRO1	82,237	0,0032	0,0014	0,0027
5	QNT0	VRO1	82,237	0,0032	0,0014	0,0027
6	ZUER	SABI	803,001	0,0041	0,0019	0,0037
7	QNT0	CRNA	61,425	0,0033	0,0015	0,0028
8	QNT0	ZUER	54,721	0,0041	0,0018	0,0036
9	QNT0	MUNI	51,048	0,0037	0,0017	0,0032
10	CRNA	MUNI	48,608	0,0036	0,0016	0,0031
11	ZGZA	CRNA	45,429	0,0042	0,0019	0,0037
12	ZGZA	QNT0	40,445	0,0036	0,0017	0,0032
13	QNT0	ZGZA	40,445	0,0036	0,0017	0,0032
14	ZGZA	ZUER	24,824	0,0044	0,002	0,0039

Viéndose reflejado tanto en el ajuste final de las observaciones como en las coordenadas, con desviaciones estándar en las observaciones ajustadas (Tabla 11) de incluso más de medio centímetro en las más largas y unas coordenadas con calidad de 2 milímetros en las coordenadas horizontales y de 4 milímetros en la vertical (Tabla 12). Esto se puede deber a que la cantidad de datos en los ficheros diarios a 30 segundos es inferior al resto.

Tabla 12 Precisión coordenadas DIARIO 30s

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
CRNA	0,0016	0,0013	0,0033
MUNI	0,0017	0,0014	0,0036
QNT0	0,0011	0,0009	0,0023
SABI	0,0025	0,002	0,0052
SARR	0,003	0,0024	0,0064
VRO1	0,0019	0,0015	0,004
ZGZA	0,0018	0,0014	0,0038
ZEUR	0,0019	0,0015	0,004

Aunque serian coordenadas finales totalmente aceptables con los cálculos realizados la mejor elección para esta longitud de líneas base sería 1 hora de observación, los valores de desviación estándar y del modelo estocástico en la calidad de las líneas son buenos y los resultados obtenidos del ajuste tanto de las observaciones como de las coordenadas finales tiene buena calidad y aun siendo mejores los resultados con el intervalo de 6 horas la diferencia es mínima y el programa no tiene tanta carga de trabajo funcionando de forma más fluida ahorrando tiempo en el procesado de las redes.

5.2.ANDALUCIA

En la red andaluza como tenemos 10 estaciones se obtienen 9 líneas base para cada día, 18 en total. La longitud (Tabla) media entre todas es muy superior a la de Aragón y ya en el primer procesado con las observaciones de 1 hora nos damos cuenta de que los resultados de calidad de las líneas base son muy diferentes entre las dos redes.

ANDALUCIA 1 HORA CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0 (m)	Q11	Q22	Q33
1	CABR	HULV	221,4633569	0,0008	0,0003	0,0005	0,7359	0,00000124	0,0000002	0,00000044
2	CABR	HUOV	219,7950764	0,0008	0,0003	0,0005	0,7669	0,00000112	0,0000002	0,00000047
3	CABR	LEBR	159,1440596	0,0007	0,0003	0,0004	0,5454	0,0000015	0,00000023	0,00000054
4	CABR	PALC	134,3215315	0,003	0,0001	0,0002	0,3073	0,00000111	0,00000019	0,00000042
5	OSUN	LEBR	94,2453562	0,0005	0,0002	0,0003	0,4477	0,00000125	0,00000021	0,00000059
6	HUOV	PALC	93,6659143	0,0011	0,0004	0,0008	0,9703	0,00000125	0,00000021	0,00000067
7	LEBR	HULV	83,9179385	0,0003	0,0001	0,0002	0,241	0,00000135	0,00000025	0,00000076
8	CABR	MLGA	83,5072498	0,0007	0,0003	0,0004	0,6456	0,0000012	0,00000019	0,00000042
9	OSUN	MLGA	82,0963504	0,0003	0,0001	0,0002	0,2121	0,00000204	0,00000025	0,00000086
10	PALC	UJAE	75,4627749	0,0007	0,0003	0,0006	0,6471	0,00000124	0,00000021	0,00000083
11	CABR	AND2	72,4235475	0,0003	0,0001	0,0002	0,24	0,00000113	0,00000019	0,00000043
12	CABR	UJAE	66,9136683	0,0002	0,0001	0,0001	0,2156	0,00000113	0,00000019	0,00000043
13	UJAE	CABR	669,1636571	0,0005	0,0002	0,0003	0,3811	0,00000148	0,00000021	0,0000006
14	CABR	OSUN	64,9490018	0,0005	0,0002	0,0003	0,337	0,00000179	0,00000023	0,0000007
15	CABR	OSUN	64,9489984	0,0003	0,0001	0,0001	0,2123	0,00000145	0,00000023	0,00000047
16	CABR	CRDB	55,6293155	0,0002	0,0001	0,0001	0,2282	0,00000115	0,00000019	0,00000043
17	CABR	CRDB	55,6293111	0,0003	0,0001	0,0002	0,206	0,00000164	0,00000022	0,00000062
18	UJAE	AND2	35,5279026	0,0003	0,0001	0,0002	0,3019	0,0000013	0,00000021	0,00000067

Tabla 13 Desviación estándar y modelo estocástico Andalucía 1 hora

Analizando los valores de calidad de cada línea base (Tabla 13) vemos que son muy cercanas al milímetro o incluso algunas lo superan sobre todo las de mayor longitud. Tanto los datos de calidad del modelo estocástico como de la desviación estándar son elevados respecto al primer cálculo en Aragón, algo completamente normal ya que la longitud de las líneas es superior. Observando los valores se puede ver como la calidad de las líneas mejora cuanto menor es la distancia entre bases. Siendo así hace pensar que a medida que vayan aumentando las horas de observación los resultados serán mejores para las de mayor longitud.

Con estas líneas base realizamos un ajuste libre para obtener las coordenadas y también poder analizar el resultado final de las observaciones ajustadas (Tabla 14).

ANDALUCIA 1 HORA OBSERVACIONES GNSS AJUSTADAS						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD AX (m)	SD AY (m)	SD AZ (m)
1	CABR	HULV	221,4633569	0,0201	0,0083	0,0131
2	CABR	HUOV	219,7950764	0,0306	0,0128	0,0208
3	CABR	LEBR	159,1440596	0,0177	0,0072	0,0113
4	CABR	PALC	134,3215315	0,0136	0,0056	0,0087
5	OSUN	LEBR	94,2453562	0,0175	0,0071	0,0113
6	HUOV	PALC	93,6659143	0,0314	0,0131	0,0215
7	LEBR	HULV	83,9179385	0,0126	0,0054	0,0092
8	CABR	MLGA	83,5072498	0,0153	0,0057	0,0095
9	OSUN	MLGA	82,0963504	0,0131	0,0047	0,0084
10	PALC	UJAE	75,4627749	0,0152	0,0063	0,0099
11	CABR	AND2	72,4235475	0,01	0,0041	0,0064
12	CABR	UJAE	66,9136683	0,0084	0,0034	0,0054
13	UJAE	CABR	669,1636571	0,0084	0,0034	0,0054
14	CABR	OSUN	64,9490018	0,0096	0,0037	0,0056
15	CABR	OSUN	64,9489984	0,0096	0,0037	0,0056
16	CABR	CRDB	55,6293155	0,0084	0,0032	0,0052
17	CABR	CRDB	55,6293111	0,0084	0,0032	0,0052
18	UJAE	AND2	35,5279026	0,0109	0,0045	0,0073

Tabla 14 Observables ajustadas 1 hora

La desviación estándar de las líneas base se mueve entre el centímetro y los 3 centímetros en algunos casos, estos resultados no son buenos en ningún caso y se puede apreciar en el resultado final de las coordenadas. Donde encontramos coordenadas con precisiones centimétrica o muy cercanas al centímetro en ningún caso aceptables para un trabajo geodésico (Tabla 15).

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0053	0,0042	0,0114
CABR	0,003	0,0024	0,0066
CRDB	0,0048	0,0037	0,0104
HULV	0,0085	0,0066	0,0187
HUOV	0,014	0,0114	0,305
LEBR	0,007	0,0056	0,0161
MLGA	0,0065	0,005	0,0152
OSUN	0,0042	0,0033	0,0095
PALC	0,0067	0,0052	0,139
UJAE	0,0046	0,0037	0,01

Tabla 15 Precisión final Andalucía 1 hora

Procesando los datos con observaciones de mayor tiempo se busca obtener un resultado mejor tanto en la calidad de las líneas base como en el resultado final de las coordenadas y las observaciones GNSS ajustadas. Se pone como ejemplo 4 líneas base (Figura 34), las dos más largas que son superiores a 200 Km y otras dos de longitud inferior a 100 Km, como muestra de que a mayor tiempo de observación la desviación estándar tiende a acercarse a cero mejorando así los resultados de calidad.

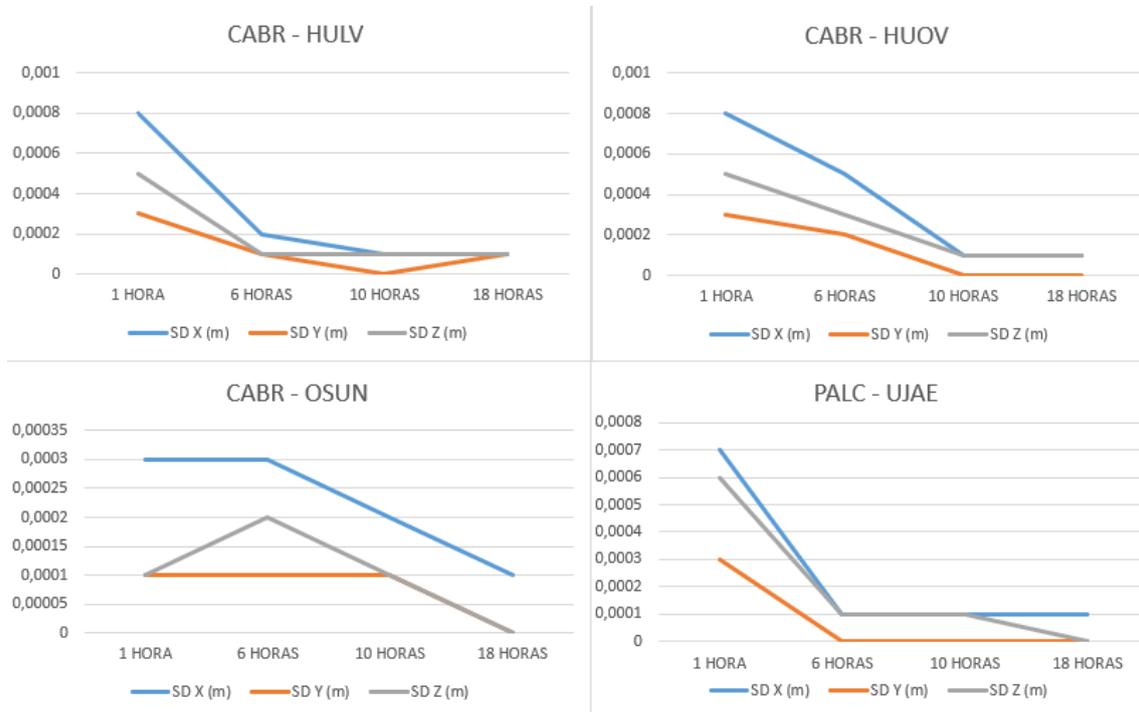


Figura 35 Tendencia calidad líneas base. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo no vemos los mismos resultados en los valores del modelo estocástico, en varias de las líneas base procesadas se ve una irregularidad (Figura 36) que es totalmente independiente de las horas de observación y de la tendencia de mejora de la desviación típica.

El valor de M_0 se ve afectado por la dilución de precisión (DOP), que determina la precisión en función de la geometría de los satélites, analizando las líneas base que muestran un M_0 alto e irregular en los distintos procesos con las distintas horas de observación presentan un DOP alto en comparación con el resto de resultados, viéndose así afectado el valor obtenido del modelo estocástico pero la diagonal de la matriz varianza-covarianza sigue mejorando la calidad respecto al procesado anterior con menos horas de observación.

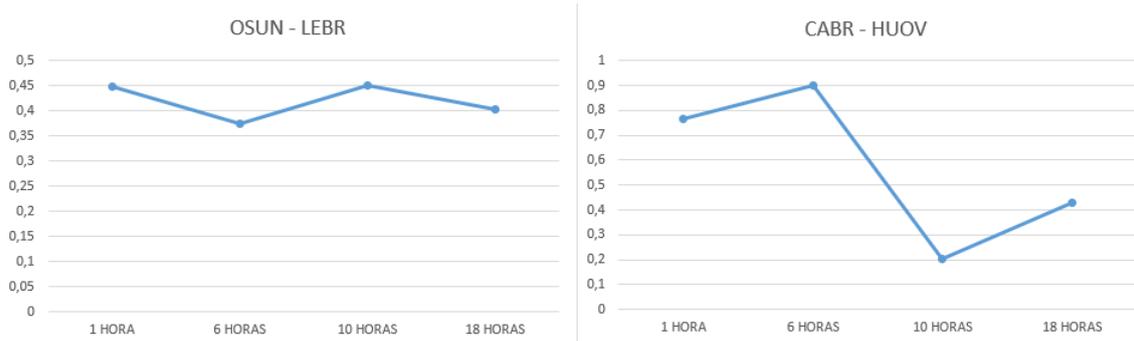


Figura 36 Irregularidad valores M0. Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtienen en esta red son un poco desconcertantes, aunque se observa mejora en los valores obtenidos tras los distintos ajustes aumentando las horas de observación los resultados de desviación estándar para las observaciones ajustadas son considerablemente altos aun no siendo longitudes de líneas base extremadamente largas.

Trabajando con ficheros de observación de 10 horas, 18 horas y diarios a 30 segundos solo se consigue bajar de 1 centímetro en la desviación estándar de la coordenada X para las observaciones ajustadas en algunas líneas base no en todas con el fichero diario a 30 segundos. Se debería poder llegar a obtener valores de entre 3 y 4 milímetros pero ha sido imposible mejorar el centímetro (Figura 37).

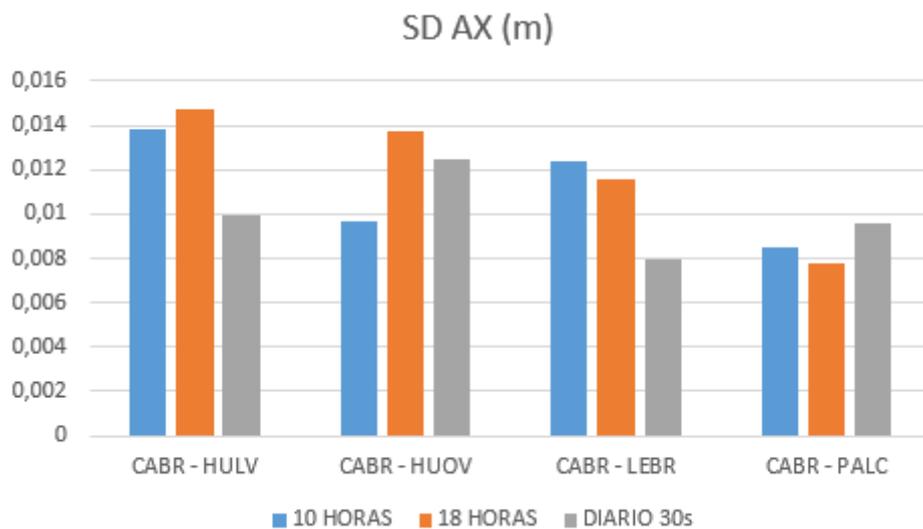


Figura 37 Grafico desviación estándar. Fuente: Elaboración propia

Todos estos resultados en los que se muestra que la calidad de las líneas base no es muy buena afecta al resultado final de las coordenadas obteniendo precisiones mejorables.

En el procesado de las líneas base con el fichero de observación diario a 30 segundos es como se han obtenido los mejores resultados finales tanto para las observaciones ajustadas como en precisión de coordenadas. Estando la desviación estándar (Tabla 16)

para las coordenadas horizontales entre los 3 y los 5 casi 6 milímetros y para la vertical sobre los 8 milímetros algunas incluso superando el centímetro.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0045	0,0037	0,0098
CABR	0,0016	0,0013	0,0035
CRDB	0,0036	0,003	0,0079
HULV	0,0048	0,004	0,0106
HUOV	0,0059	0,005	0,013
LEBR	0,0038	0,0032	0,0086
MLGA	0,0055	0,0046	0,0121
OSUN	0,0033	0,0027	0,0071
PALC	0,0045	0,0037	0,0098
UJAE	0,003	0,0025	0,0066

Tabla 16 Precisión coordenadas Andalucía

Con líneas base de mayor longitud en otras redes se han obtenido valores mucho mejores que en esta. Cuando se eligieron las estaciones y se detectaron problemas con la estación de Algeciras ya todo apuntaba a malos resultados. Revisando los ficheros rinex descargados, los del día 01 de Marzo (060) no presentan los datos al completo, presentan un máximo de 18 horas faltando 6 para completar las 24 horas de observación, esto junto con los malos resultados que presentan los test en el ajuste (Figura 38), que determinan la fiabilidad y posibles errores en las observaciones, incrementando su valor en cada uno de los intentos aun con mayor horas de observación llevan a pensar que hay algún tipo de problema externo con los datos obtenidos ese día.

Testing		Testing		Testing	
Critical value W-Test:	1,96	Critical value W-Test:	1,96	Critical value W-Test:	1,96
Critical value T-Test (2 dimensional):	2,42	Critical value T-Test (2 dimensional):	2,42	Critical value T-Test (2 dimensional):	2,42
Critical value T-Test (3 dimensional):	1,89	Critical value T-Test (3 dimensional):	1,89	Critical value T-Test (3 dimensional):	1,89
Critical value F-Test:	1,00	Critical value F-Test:	1,00	Critical value F-Test:	1,00
F-Test:	99,43	F-Test:	298,16	F-Test:	324,15
Chi Square Test (95,0%)		Chi Square Test (95,0%)		Chi Square Test (95,0%)	
Critical value lower bound:	0,54	Critical value lower bound:	0,54	Critical value lower bound:	0,54
Critical value upper bound:	1,60	Critical value upper bound:	1,60	Critical value upper bound:	1,60
Chi Square Test:	99,43	Chi Square Test:	298,16	Chi Square Test:	324,15

Figura 38 Resultados test informe. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

5.3.ARAGANDA

En la red combinada entre Andalucía y Aragón el total de estaciones es de 8 obteniendo 7 líneas base en cada una de las dos fechas utilizadas en el estudio (Tabla 17). En esta red se obtienen las mayores longitudes entre antenas estando la mayoría por encima de los 300 Km y tres de ellas superiores a los 400 Km, de estas líneas base es donde vamos a sacar las conclusiones más fiables dependiendo de la tendencia de estas con respecto al tiempo de observación utilizado.

ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)
1	PALC	VRO1	441,428
2	PALC	CRNA	429,390
3	PALC	MUNI	412,320
4	PALC	MUNI	412,320
5	PALC	SARR	327,207
6	HUOV	SARR	319,507
7	PALC	AND2	103,600
8	PALC	HUOV	93,666
9	HUOV	PALC	93,666
10	MUNI	VRO1	82,968
11	PALC	UJAE	75,463
12	PALC	UJAE	75,463
13	MUNI	CRNA	48,608
14	UJAE	AND2	35,528

Tabla 17 Líneas base AragAnda

Con el primer procesado de líneas base con ficheros de observación de 1 hora se obtienen los peores resultados en cuanto a calidad de todo el estudio (Tabla 18). La desviación estándar de las líneas es muy cercana al milímetro o incluso lo supera cuando anteriormente eran casi mejor que submilimétricas. Los valores del modelo estocástico tampoco presentan buen resultado en cuanto a la calidad de las observaciones.

ARAGON Y ANDALUCIA 1 HORA CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	PALC	VRO1	441,428	0,0006	0,0002	0,0003	0,3367	0,00000286	0,00000038	0,00000105
2	PALC	CRNA	429,390	0,0008	0,0004	0,0008	0,7618	0,0000014	0,00000021	0,00000097
3	PALC	MUNI	412,320	0,0011	0,0008	0,0013	0,2816	0,00001656	0,00000764	0,00002269
4	PALC	MUNI	412,320	0,0011	0,0005	0,0007	0,972	0,00000136	0,00000026	0,00000061
5	PALC	SARR	327,207	0,0004	0,0002	0,0002	0,2406	0,00000298	0,00000004	0,00000108
6	HUOV	SARR	319,507	0,0007	0,0012	0,0004	0,1838	0,00001286	0,00004082	0,00000485
7	PALC	AND2	103,600	0,0002	0,0001	0,0001	0,2136	0,00000113	0,00000019	0,00000043
8	PALC	HUOV	93,666	0,0002	0,0001	0,0001	0,185	0,0000011	0,00000019	0,00000042
9	HUOV	PALC	93,666	0,001	0,0004	0,0008	0,9319	0,00000125	0,00000021	0,00000067
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0002	0,0001	0,0002	0,1826	0,00000129	0,00000022	0,00000071
11	PALC	UJAE	75,463	0,0007	0,0003	0,0006	0,6465	0,00000124	0,00000021	0,00000083
12	PALC	UJAE	75,463	0,0003	0,0001	0,0002	0,2467	0,00000113	0,00000019	0,00000043
13	MUNI	CRNA	48,608	0,0002	0,0001	0,0001	0,1642	0,0000012	0,0000002	0,00000069
14	UJAE	AND2	35,528	0,0003	0,0001	0,0002	0,3018	0,0000013	0,00000021	0,00000067

Tabla 18 Desviación estándar y modelo estocástico AragAnda

Como los valores de calidad no son muy buenos se entiende que el resultado tanto de las observaciones ajustadas como de la precisión de las coordenadas finales seguirá la misma línea de baja calidad.

ARAGON Y ANDALUCIA 1 HORA OBSERVACIONES AJUSTADAS						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD ΔX (m)	SD ΔY (m)	SD ΔZ (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,0705	0,0299	0,0512
2	PALC	CRNA	429,390	0,0727	0,0322	0,0565
3	PALC	MUNI	412,320	0,0691	0,0308	0,0531
4	PALC	MUNI	412,320	0,0691	0,0308	0,0531
5	PALC	SARR	327,207	0,0638	0,0269	0,039
6	HUOV	SARR	319,507	0,0671	0,0303	0,0412
7	PALC	AND2	103,600	0,0365	0,0151	0,0231
8	PALC	HUOV	93,666	0,0339	0,0144	0,021
9	HUOV	PALC	93,666	0,0339	0,0144	0,021
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0367	0,0151	0,0237
11	PALC	UJAE	75,463	0,0386	0,0159	0,0249
12	PALC	UJAE	75,463	0,0396	0,0159	0,0249
13	MUNI	CRNA	48,608	0,0323	0,0134	0,0246
14	UJAE	AND2	35,528	0,0435	0,0179	0,0292

Tabla 19 Desviación estándar AragAnda

La desviación estándar obtenida en el ajuste de las observaciones (Tabla 19) es de valores altos, moviéndose entre 1 cm y 7 cm, resultados muy malos que demuestran la insuficiencia de 1 hora de observación para las longitudes que presenta la red.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0223	0,0168	0,0444
CRNA	0,0305	0,0223	0,0573
HUOV	0,0219	0,0172	0,0424
MUNI	0,0278	0,0206	0,0519
PALC	0,0163	0,0118	0,0307
SARR	0,035	0,026	0,0638
UJAE	0,0229	0,0174	0,0461
VRO1	0,0284	0,0207	0,0538

Tabla 20 Precisión coordenadas AragAnda

Esto se ve reflejado en las coordenadas (Tabla 20) donde se obtiene una precisión de unos 2 cm en las coordenadas horizontales y de unos 5 cm en la coordenada vertical. Resultado totalmente inaceptable para un ajuste de coordenadas en una red GNSS.

Viendo los resultados anteriores se busca aumentar el intervalo de tiempo en las observaciones para encontrar la mejor calidad en el procesado de líneas base.

Realizando el mismo proceso pero con observaciones a 6 horas los valores de calidad empiezan a mejorar, la desviación estándar (Tabla 21) en todas las líneas base es de

valores submilimétricos aunque las líneas base más largas están rondando el milímetro. La diferencia en el resultado del modelo estocástico también es muy notable mejorando los valores de la diagonal de la matriz varianza-covarianza.

ARAGON Y ANDALUCIA 6 HORAS CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	PALC	VRO1	441,428	0,0006	0,0003	0,0005	1,4002	0,0000002	0,00000004	0,00000015
2	PALC	CRNA	429,390	0,0003	0,0001	0,0003	0,7323	0,00000023	0,00000004	0,00000015
3	PALC	MUNI	412,320	0,0007	0,0003	0,0006	1,1318	0,00000021	0,00000004	0,00000016
4	PALC	SARR	327,207	0,0004	0,0002	0,0003	0,69	0,00000031	0,00000005	0,00000023
5	HUOV	SARR	319,507	0,0001	0,0004	0,001	0,962	0,0000001	0,00000016	0,00000107
6	PALC	AND2	103,600	0,0001	0,0000	0,0000	0,1508	0,00000016	0,00000003	0,00000009
7	SARR	MUNI	98,831	0,0001	0,0000	0,0001	0,1964	0,00000016	0,00000003	0,00000012
8	PALC	HUOV	93,666	0,0001	0,0001	0,0001	0,3072	0,00000016	0,00000003	0,00000001
9	PALC	HUOV	93,666	0,0001	0,0000	0,0001	0,1655	0,00000016	0,00000003	0,00000009
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0001	0,0000	0,0000	0,1419	0,00000016	0,00000003	0,00000011
11	PALC	UJAE	75,463	0,0001	0,0000	0,0001	0,2652	0,00000015	0,00000003	0,00000001
12	PALC	UJAE	75,463	0,0001	0,0000	0,0001	0,1945	0,00000016	0,00000003	0,00000009
13	MUNI	CRNA	48,608	0,0001	0,0000	0,0001	0,2205	0,00000015	0,00000003	0,00000011
14	UJAE	AND2	35,528	0,0001	0,0000	0,0001	0,2649	0,00000016	0,00000003	0,00000001

Tabla 21 Desviación estándar y modelo estocástico AragAnda

Pero en algunas líneas base sobre todo las más largas vemos que el valor M0 es más alto que en el ajuste anterior y analizando el porqué los valores de dilución de precisión (DOP), que hacen referencia a la propagación de error en la geometría del satélite sobre la precisión de la medición posicional como un efecto matemático, son mucho más altos que en el resto de líneas base afectando al resultado del M0. En estas imágenes extraídas directamente de Leica Infinity (Figura 39) se puede apreciar la diferencia entre los valores de los intervalos de las líneas base más largas y las que se ha obtenido un M0 mejor que en el ajuste anterior.

Dilution Of Precision		Dilution Of Precision	
GDOP	1,7 - 9,2	GDOP	1,6 - 3,1
PDOP	1,3 - 6,4	PDOP	1,2 - 2,4
HDOP	0,7 - 2,3	HDOP	0,7 - 1,2
VDOP	1,1 - 6,0	VDOP	1,0 - 2,0
TDOP	-	TDOP	-

Dilution Of Precision		Dilution Of Precision	
GDOP	1,8 - 19,9	GDOP	1,6 - 3,5
PDOP	1,4 - 13,3	PDOP	1,2 - 2,5
HDOP	0,7 - 6,5	HDOP	0,7 - 1,5
VDOP	1,0 - 12,0	VDOP	1,0 - 2,1
TDOP	-	TDOP	-

Figura 39 Dilución precisión. Fuente: Elaboración propia Leica Infinity

Como el resultado que se obtiene en la diagonal de la matriz varianza-covarianza es mejor que en el proceso anterior no es un dato preocupante para poder conseguir una mejora en el resultado final del ajuste.

Tanto es así que la desviación estándar de las observaciones ajustadas muestra resultados mucho mejores que en el ajuste anterior con valores cercanos a los 2 cm para las líneas base más largas y el resto por debajo del centímetro (Tabla 22).

ARAGON Y ANDALUCIA 6 HORAS OBSERVACIONES AJUSTADAS						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD ΔX (m)	SD ΔY (m)	SD ΔZ (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,0184	0,0077	0,0158
2	PALC	CRNA	429,390	0,0182	0,0077	0,0156
3	PALC	MUNI	412,320	0,0179	0,0075	0,0154
4	PALC	SARR	327,207	0,0182	0,0076	0,0157
5	HUOV	SARR	319,507	0,0187	0,0079	0,0161
6	PALC	AND2	103,600	0,0044	0,0019	0,0034
7	SARR	MUNI	98,831	0,0062	0,0027	0,0054
8	PALC	HUOV	93,666	0,0047	0,002	0,0036
9	PALC	HUOV	93,666	0,0047	0,002	0,0036
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0045	0,002	0,0038
11	PALC	UJAE	75,463	0,0045	0,002	0,0035
12	PALC	UJAE	75,463	0,0045	0,002	0,0035
13	MUNI	CRNA	48,608	0,0069	0,003	0,0058
14	UJAE	AND2	35,528	0,0054	0,0024	0,0042

Tabla 22 Desviación estándar observaciones finales

Obteniendo así una precisión en las coordenadas (Tabla 23) de alrededor de medio centímetro en las coordenadas horizontales y de dos centímetros en la vertical.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0055	0,0041	0,0112
CRNA	0,006	0,0043	0,012
HUOV	0,0056	0,0041	0,114
MUNI	0,0055	0,004	0,011
PALC	0,0052	0,0038	0,0105
SARR	0,0059	0,0043	0,0119
UJAE	0,0056	0,0041	0,0113
VRO1	0,0059	0,0043	0,0118

Tabla 23 Precisión obtenida

Obviamente siguen sin ser resultados aceptables pero se observa la tendencia de mejora con el aumento de las horas de observación.

El siguiente procesado de líneas base se realiza con ficheros de observación de 12 horas, los valores de desviación estándar obtenidos son mejores que los anteriores, calidad submilimétrica, y los mismo para los valores del modelo estocástico en el que los valores de la matriz y el valor M_0 son de mejor calidad (Tabla 24) menos en una línea base

(HUOV – SARR) que encontramos el mismo problema que en el proceso anterior, los valores de dilución de la precisión son más altos en esta línea base que en las demás y por eso presenta algunos valores de calidad más altos.

ARAGON Y ANDALUCIA 12 HORAS CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	PALC	VRO1	441,428	0,0004	0,0002	0,0003	1,2551	0,00000011	0,00000002	0,00000007
2	PALC	CRNA	429,390	0,0003	0,0001	0,0003	0,9374	0,00000012	0,00000002	0,00000007
3	PALC	MUNI	412,320	0,0003	0,0001	0,0002	0,771	0,00000013	0,00000003	0,00000008
4	PALC	SARR	327,207	0,0001	0,0000	0,0001	0,3329	0,00000001	0,00000002	0,00000007
5	HUOV	SARR	319,507	0,0009	0,0004	0,0007	1,8177	0,00000027	0,00000004	0,00000014
6	PALC	AND2	103,600	0,0000	0,0000	0,0000	0,1609	0,00000008	0,00000001	0,00000005
7	SARR	MUNI	98,831	0,0001	0,0000	0,0001	0,3916	0,00000008	0,00000002	0,00000006
8	PALC	HUOV	93,666	0,0000	0,0000	0,0000	0,1657	0,00000008	0,00000001	0,00000005
9	PALC	HUOV	93,666	0,0002	0,0001	0,0002	0,7806	0,00000008	0,00000002	0,00000005
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0001	0,0000	0,0001	0,2662	0,00000008	0,00000002	0,00000005
11	PALC	UJAE	75,463	0,0002	0,0001	0,0001	0,632	0,00000008	0,00000001	0,00000004
12	PALC	UJAE	75,463	0,0001	0,0000	0,0000	0,1869	0,00000008	0,00000001	0,00000005
13	MUNI	CRNA	48,608	0,0000	0,0000	0,0000	0,171	0,00000008	0,00000002	0,00000005
14	UJAE	AND2	35,528	0,0001	0,0000	0,0001	0,2314	0,00000008	0,00000002	0,00000005

Tabla 24 Desviacion estándar y modelo estocástico AragAnda 12 horas

Al realizar el ajuste con estas líneas base se obtienen mejores resultados tanto en la precisión de las coordenadas (Tabla 26) como en la desviación estándar de las observaciones ajustadas (Tabla 25).

ARAGON Y ANDALUCIA 12 HORAS CALIDAD LINEAS BASE						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD ΔX (m)	SD ΔY (m)	SD ΔZ (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,0127	0,0056	0,0104
2	PALC	CRNA	429,390	0,0117	0,0052	0,0095
3	PALC	MUNI	412,320	0,0111	0,0049	0,009
4	PALC	SARR	327,207	0,009	0,0039	0,0071
5	HUOV	SARR	319,507	0,0099	0,0043	0,0078
6	PALC	AND2	103,600	0,0037	0,0016	0,0028
7	SARR	MUNI	98,831	0,0092	0,0041	0,0076
8	PALC	HUOV	93,666	0,0042	0,0018	0,0032
9	PALC	HUOV	93,666	0,0042	0,0018	0,0032
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0067	0,003	0,0056
11	PALC	UJAE	75,463	0,004	0,0017	0,003
12	PALC	UJAE	75,463	0,004	0,0017	0,003
13	MUNI	CRNA	48,608	0,0044	0,0019	0,0037
14	UJAE	AND2	35,528	0,0044	0,0019	0,0034

Tabla 25 Desviacion estándar 12 horas

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0033	0,0026	0,0067
CRNA	0,0042	0,0033	0,0085
HUOV	0,0034	0,0027	0,0072
MUNI	0,0038	0,0029	0,0076
PALC	0,0028	0,0022	0,0058
SARR	0,0037	0,0029	0,0075
UJAE	0,0033	0,0026	0,0069
VRO1	0,0049	0,0038	0,0099

Tabla 26 Precisión coordenadas AragAnda 12 horas

Aunque las mejoras son notables los resultados aun podrían ser mejores, al realizar el ajuste con ficheros de observación de 18 horas se observa diferencia al comparar los resultados donde la calidad de las líneas base mejora tanto en la desviación estándar como en el modelo estocástico obteniendo resultados al realizar el ajuste de medio centímetro en las observaciones ajustadas y llegando a los 3 milímetros de precisión en las coordenadas finales.

La última prueba realizada es con los ficheros de 24 horas de observación, donde se obtienen los mejores resultados en calidad de las líneas base, la desviación típica es de grado submilimétrica, incluso las longitudes más grandes no superan los 0,2 milímetros y en el modelo estocástico se obtienen los mejores resultados (Tabla 27) determinando así que para conseguir la máxima calidad para las longitudes de estas líneas base el fichero de 24 horas de observación es la mejor solución.

ARAGON Y ANDALUCIA 24 HORAS CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	PALC	VRO1	441,428	0,0002	0,0001	0,0002	0,7405	0,00000007	0,00000001	0,00000005
2	PALC	CRNA	429,390	0,0001	0,0001	0,0001	0,487	0,00000007	0,00000001	0,00000005
3	PALC	MUNI	412,320	0,0002	0,0001	0,0002	0,6531	0,00000008	0,00000002	0,00000006
4	PALC	SARR	327,207	0,0001	0,0001	0,0001	0,4703	0,00000007	0,00000001	0,00000005
5	SARR	HUOV	319,507	0,0001	0,0000	0,0001	0,2476	0,00000007	0,00000001	0,00000005
6	PALC	AND2	103,600	0,0000	0,0000	0,0000	0,156	0,00000006	0,00000001	0,00000003
7	MUNI	SARR	98,831	0,0001	0,0000	0,0000	0,245	0,00000005	0,00000001	0,00000003
8	PALC	HUOV	93,666	0,0000	0,0000	0,0000	0,1805	0,00000006	0,00000001	0,00000003
9	HUOV	PALC	93,666	0,0001	0,0000	0,0000	0,2603	0,00000004	0,00000001	0,00000003
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0000	0,0000	0,0000	0,135	0,00000004	0,00000001	0,00000003
11	PALC	UJAE	75,463	0,0000	0,0000	0,0000	0,197	0,00000004	0,00000001	0,00000003
12	PALC	UJAE	75,463	0,0000	0,0000	0,0000	0,1793	0,00000005	0,00000001	0,00000003
13	CRNA	MUNI	48,608	0,0000	0,0000	0,0000	0,1524	0,00000005	0,00000001	0,00000004
14	UJAE	AND2	35,528	0,0000	0,0000	0,0000	0,2112	0,00000005	0,00000001	0,00000003

Tabla 27 Desviación estándar y modelo estocástico

Siendo la mejor calidad de líneas base e influyendo directamente en el resultado final la desviación típica de las observaciones ajustadas (Tabla 28) esta entre los 3 y los 7 milímetros, los mejores resultados obtenidos hasta el momento.

ARAGON Y ANDALUCIA 24 HORAS CALIDAD LINEAS BASE						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD ΔX (m)	SD ΔY (m)	SD ΔZ (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,007	0,0032	0,0059
2	PALC	CRNA	429,390	0,007	0,0031	0,0059
3	PALC	MUNI	412,320	0,0065	0,0029	0,0055
4	PALC	SARR	327,207	0,0057	0,0025	0,0047
5	SARR	HUOV	319,507	0,0055	0,0024	0,0045
6	PALC	AND2	103,600	0,0032	0,0014	0,0025
7	MUNI	SARR	98,831	0,0051	0,0023	0,0043
8	PALC	HUOV	93,666	0,0034	0,0015	0,0027
9	HUOV	PALC	93,666	0,0034	0,0015	0,0027
10	MUNI	VRO1	82,968	0,0029	0,0013	0,0026
11	PALC	UJAE	75,463	0,0028	0,0012	0,0022
12	PALC	UJAE	75,463	0,0028	0,0012	0,0022
13	CRNA	MUNI	48,608	0,0034	0,0016	0,003
14	UJAE	AND2	35,528	0,0035	0,0016	0,0028

Tabla 28 Observaciones ajustadas

Consiguiendo así una precisión en las coordenadas (Tabla 29) de unos 2 milímetros para las coordenadas horizontales y 4 milímetros en la coordenada vertical.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0023	0,0018	0,0048
CRNA	0,0025	0,002	0,0053
HUOV	0,002	0,0016	0,0042
MUNI	0,0021	0,0017	0,0044
PALC	0,0018	0,0014	0,0037
SARR	0,0021	0,0017	0,0045
UJAE	0,0021	0,0017	0,0045
VRO1	0,0025	0,002	0,0052

Tabla 29 Precisión coordenadas AragAnda 24 horas

La precisión obtenida tanto en las línea base como en las coordenadas finales es muy buena pero como el objetivo principal de este proyecto es obtener la mejor calidad para las líneas base estos resultados aún se pueden mejorar.

Todos los estudios realizados de las distintas redes con los distintos intervalos de tiempo han sido calculados fijando las ambigüedades. Por un error al introducir los valores máximos con los que el Leica fija las ambigüedades me di cuenta de que el programa está un poco limitado. El software desarrollado por la casa Leica te permite fijar ambigüedades hasta líneas base que tengan como longitud máxima 500 Km, realicé algunas pruebas con un valor de máximo 100 Km para fijar las ambigüedades así que la mayoría de las líneas base de esta red (AragAnda) se procesaron con una solución de tipo flotante.

Obteniendo los siguientes resultados:

Con los datos de observación de 1 hora y dando una solución de tipo flotante a las líneas base con longitud mayor a 100 Km tenemos unos resultados de calidad prácticamente iguales a cuando se han fijado las ambigüedades, (Tabla 30) la desviación estándar mejora en algunas líneas base pero empeora en otras y en el modelo estocástico la matriz de varianza-covarianza observamos el mismo caso algunas diagonales de las líneas base mejoran y otras empeoran, pero sin embargo en el valor M0 sí que se aprecia un gran cambio, el valor mejora significativamente de un proceso a otro.

ARAGON Y ANDALUCIA 1 HORA CALIDAD LINEAS BASE										
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	M0	Q11	Q22	Q33
1	PALC	VRO1	441,428	0,0005	0,0009	0,0004	0,1531	0,00000871	0,00003509	0,00000657
2	PALC	CRNA	429,390	0,0004	0,0009	0,0004	0,1522	0,00000861	0,00003412	0,00000591
3	PALC	MUNI	412,320	0,0004	0,0009	0,0004	0,1427	0,00000939	0,00003638	0,00000699
4	SARR	UJAE	366,641	0,0006	0,0011	0,0004	0,1809	0,00001272	0,00004027	0,00000478
5	SARR	AND2	363,066	0,0006	0,001	0,0004	0,1725	0,00001268	0,00004021	0,00000479
6	PALC	SARR	327,207	0,0005	0,001	0,0004	0,1676	0,00000936	0,00003715	0,00000696
7	SARR	PALC	327,207	0,0006	0,001	0,0003	0,1588	0,00001279	0,00004047	0,00000477
8	SARR	HUOV	319,507	0,0005	0,0009	0,0003	0,1473	0,00001129	0,00004072	0,00000476
9	PALC	AND2	103,600	0,0004	0,0007	0,0003	0,1287	0,00000844	0,00003375	0,00000523
10	SARR	MUNI	98,831	0,0003	0,0001	0,0002	0,2787	0,00000112	0,00000002	0,00000069
11	PALC	HUOV	93,666	0,0002	0,0001	0,0001	0,1505	0,0000011	0,00000019	0,00000042
12	MUNI	VRO1	82,968	0,0002	0,0001	0,0001	0,1385	0,00000121	0,00000002	0,00000069
13	PALC	UJAE	75,463	0,0002	0,0001	0,0001	0,2038	0,00000113	0,00000019	0,00000043
14	MUNI	CRNA	48,608	0,0002	0,0001	0,0001	0,1557	0,00000112	0,00000002	0,00000069

Tabla 30 Resultados flotante

En estos graficos (Figura 40) creados con los datos de desviacion tipica de las 3 lineas base con mayor longitud se aprecian las variaciones en los resultados. La coordenada Y es la que empeora procesando sin fijar ambigüedades.

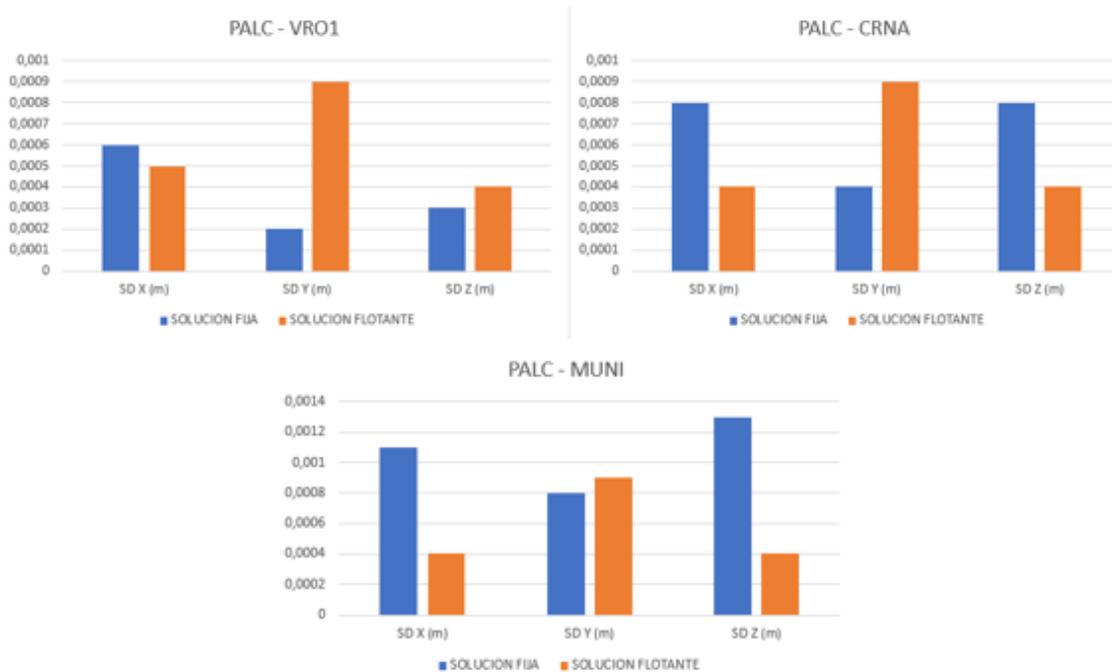


Figura 40 Comparativa con ambigüedades fijas. Fuente: Elaboración propia

Aunque los resultados que determinan la calidad de las líneas base no son muy satisfactorios tan solo en el valor de M0, cuando se realiza el ajuste de red libre se aprecian

muchas mejoras tanto en las observaciones ajustadas como en la precisión de las coordenadas.

Fijando las ambigüedades y con una hora de observación la desviación estándar de las observaciones ajustadas se movía en valores entre 5 y 7 cm, con las mismas horas de observación pero sin fijar ambigüedades se consigue llegar a una desviación estándar por debajo del centímetro en la mayoría de líneas base incluso en las de mayor longitud. Como era de esperar los datos de calidad en el eje Y empeoraba reflejándose así en el resultado de las observaciones ajustadas.

Con esto se obtienen resultados mucho mejores en la precisión de las coordenadas donde se consiguen valores de entre 4 y 7 milímetros, cuando antes ofrecía valores de 2 a 4 centímetros. El nivel de mejora sobre todo en el resultado final es muy notable tan solo comparando los resultados con una hora de observación.

Con 6 horas de observación la diferencia de resultados entre trabajar con solución fija o solución flotante es destacable. La calidad de las líneas base es casi mejor que valores submilimétricos y el modelo estocástico presenta una mejora evidente en la diagonal de la matriz varianza-covarianza. Dando resultados en el ajuste libre muy buenos donde las observaciones ajustadas muestran una desviación típica por debajo del centímetro estando el eje Y en niveles de 5 milímetros mejorando los 3 centímetros del proceso anterior con una hora de observación.

Siguiendo con el estudio y analizando los resultados que se obtienen con ficheros de observación de 12 y 18 horas la calidad de las líneas base sigue mejorando de forma considerable consiguiendo mejores resultados para las líneas base de mayor longitud tanto en la desviación estándar como en el modelo estocástico, utilizando intervalos de observación más cortos y viéndose reflejado en el resultado del ajuste con niveles de desviación estándar de las observaciones ajustadas (Tabla 31) de unos 4 milímetros y precisión en las coordenadas de unos 2 milímetros (Tabla 32).

PROMEDIO		
SD	FIJO	FLOTANTE
ΔX (m)	0,0505	0,0094
ΔY (m)	0,0216	0,0307
ΔZ (m)	0,0348	0,0097

Tabla 31 Observables ajustadas comparadas

Donde se obtienen los mejores resultados tanto para la calidad de las líneas base como para los resultados finales del ajuste es con los ficheros de observación de 24 horas. (Tabla 33) La desviación estándar conseguida para las líneas base está por debajo de 0,1 milímetros mejorando los resultados obtenidos con solución fija para las ambigüedades.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0019	0,0028	0,0043
CRNA	0,0029	0,0057	0,0063
HUOV	0,0018	0,0022	0,0040
MUNI	0,0029	0,0060	0,0063
PALC	0,0010	0,0017	0,0023
SARR	0,0027	0,0055	0,0060
UJAE	0,0019	0,0022	0,0041
VRO1	0,0028	0,0056	0,0061

Tabla 32 Precisión final alcanzada

ARAGON Y ANDALUCIA 24 HORAS CALIDAD LINEAS BASE						
ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,0001	0,0001	0,0001
2	PALC	CRNA	429,390	0,0001	0,0001	0,0000
3	PALC	CRNA	429,390	0,0001	0,0001	0,0001
4	HUOV	VRO1	425,924	0,0001	0,0001	0,0000
5	PALC	MUNI	412,320	0,0001	0,0001	0,0001
6	PALC	MUNI	412,320	0,0001	0,0001	0,0000
7	PALC	SARR	327,207	0,0001	0,0001	0,0001
8	HUOV	SARR	319,507	0,0000	0,0001	0,0000
9	PALC	AND2	103,600	0,0000	0,0000	0,0000
10	HUOV	PALC	93,666	0,0001	0,0000	0,0001
11	PALC	HUOV	93,666	0,0000	0,0000	0,0000
12	PALC	UJAE	75,463	0,0000	0,0000	0,0000
13	PALC	UJAE	75,463	0,0000	0,0000	0,0000
14	UJAE	AND2	35,528	0,0000	0,0000	0,0000

Tabla 33 Desviación típica y modelo estocástico

Los resultados del modelo estocástico son mucho mejores comparados (Tabla 34) con los obtenidos con solución fija para las ambigüedades.

MODELO ESTOCASTICO				
ESTACIONES	LINEA BASE		M0	M0
1	PALC	VRO1	0,7405	0,234
2	PALC	CRNA	0,487	0,2189
3	PALC	CRNA	0,6531	0,2418
4	HUOV	VRO1	0,4703	0,1976

Tabla 34 Comparación valores M0

Influyendo directamente en la desviación estándar de las observaciones ajustadas bajando de los 7 milímetros a los 4 milímetros en las de mayor longitud (Tabla 35).

ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (Km)	SD ΔX (m)	SD ΔY (m)	SD ΔZ (m)	SD ΔX (m)	SD ΔY (m)	SD ΔZ (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,007	0,0032	0,0059	0,0049	0,0051	0,0037
2	PALC	CRNA	429,390	0,007	0,0031	0,0059	0,0047	0,0052	0,0035
3	PALC	MUNI	412,320	0,0065	0,0029	0,0055	0,0047	0,0052	0,0035
4	PALC	SARR	327,207	0,0057	0,0025	0,0047	0,0045	0,005	0,0034
						FIJANDO AMBIGÜEDADES	SOLUCION FLOTANTE		

Tabla 35 Comparación observables ajustadas

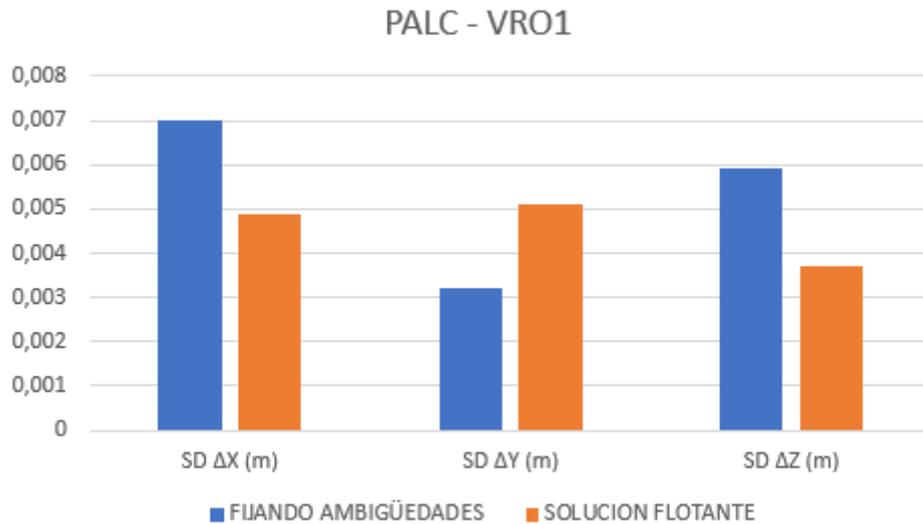


Figura 41 Muestra con línea base de mayor longitud. Fuente: Elaboración propia

Aunque como se aprecia en el gráfico el valor de desviación estándar muestra un peor resultado (Figura 41), pero la mejora en las demás coordenadas es muy diferencial.

Obteniendo una precisión en las coordenadas cercana al milímetro (Tabla 36) en casi todas las estaciones de la red.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0016	0,0023	0,0036
CRNA	0,0022	0,0047	0,0050
HUOV	0,0014	0,0018	0,0031
MUNI	0,0022	0,0049	0,0049
PALC	0,0008	0,0014	0,0019
SARR	0,0020	0,0044	0,0046
UJAE	0,0014	0,0017	0,0032
VRO1	0,0021	0,0045	0,0048

Tabla 36 Precisión 24 horas

El objetivo es investigar la mejora de calidad en las líneas base con respecto a la longitud y al tiempo de observación, pero la finalidad de una red GNSS es obtener unas coordenadas finales bien ajustadas. Los mejores resultados se han obtenido con ficheros de observación de 24 horas sin fijar ambigüedades, eso supone una carga de trabajo muy grande para el ordenador utilizado y si no se dispone de un buen hardware se pierde mucho tiempo realizando los procesos de cálculo.

Con ficheros diarios a 30 segundos se obtienen unos resultados parecidos a los obtenidos con observaciones de 24 horas y mucho mejores que los obtenidos con ficheros diarios a 30 segundos fijando las ambigüedades.

La calidad de las líneas base empeora en la desviación estándar al nivel de 0.2 o 0.3 milímetros, pero siguiendo la tendencia de que es mucho mejor trabajar sin determinar las ambigüedades (Tabla 37) ya que presenta mucho mejor resultado que con solución de tipo fija.

ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0016	0,0008	0,0014
2	PALC	CRNA	429,390	0,0003	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0016	0,0007	0,0013
3	PALC	CRNA	429,390	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0015	0,0006	0,0012
4	HUOV	VRO1	425,924	0,0003	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,001	0,0005	0,0008
				DIARIO 30s			24 HORAS			DIARIO 30s FIJO		

Tabla 37 Comparativa desviación estándar

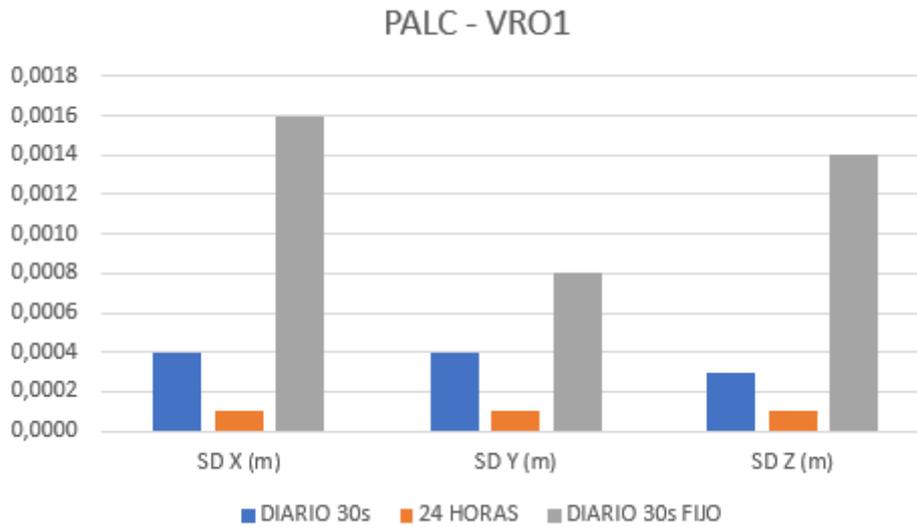


Figura 42 Grafico comparativo línea base de mayor longitud. Fuente: Elaboración propia

Los valores de modelo estocástico se mantienen prácticamente al mismo nivel, no se observan grandes diferencias entre los distintos procesados de líneas base.

Con las líneas base del fichero diario a 30 segundos y sin fijar ambigüedades se obtienen buenos resultados para el ajuste. La diferencia entre los valores obtenidos para las observaciones ajustadas (Tabla 38) utilizando los ficheros diario a 30 segundos es de medio centímetro para la desviación estándar en la coordenada X y prácticamente obtienen el mismo valor que con el fichero de observación de 24 horas.

ESTACIONES	LINEA BASE		LONGITUD (km)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)	SD X (m)	SD Y (m)	SD Z (m)
1	PALC	VRO1	441,428	0,005	0,0052	0,0038	0,0049	0,0051	0,0037	0,0101	0,0045	0,0084
2	PALC	CRNA	429,390	0,0047	0,0054	0,0036	0,0047	0,0052	0,0035	0,0102	0,0045	0,0085
3	PALC	CRNA	429,390	0,0047	0,0054	0,0036	0,0047	0,0052	0,0035	0,0098	0,0044	0,0082
4	HUOV	VRO1	425,924	0,005	0,0052	0,0038	0,0045	0,005	0,0034	0,0097	0,0043	0,0081
				DIARIO 30s			24 HORAS			DIARIO 30s FIJO		

Tabla 38 Comparativa resultados calidad

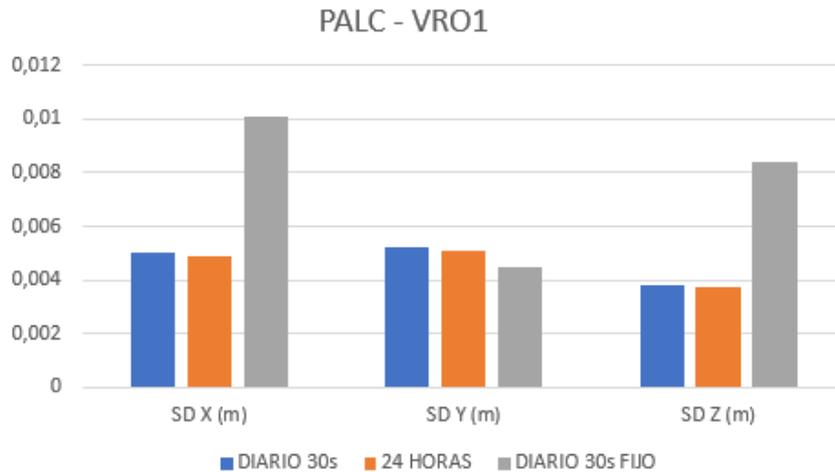


Figura 43 Muestra con línea base más larga. Fuente: Elaboración propia

Obteniendo unas coordenadas con una precisión (Tabla 39) sobre los 2 milímetros en algunas estaciones e incluso submilimétrica en la estación PALC para la coordenada X.

PRECISION COORDENADAS			
ESTACION	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0023	0,0043	0,0054
CRNA	0,0023	0,0049	0,0052
HUOV	0,0015	0,0020	0,0035
MUNI	0,0022	0,0051	0,0051
PALC	0,0009	0,0016	0,0020
SARR	0,0021	0,0046	0,0048
UJAE	0,0020	0,0021	0,0045
VRO1	0,0022	0,0047	0,0049

Tabla 39 Precisión obtenida

Demostrando así la mejora respecto a la solución tipo fija, determinando que aunque Leica permite fijar ambigüedades en líneas base de longitud máxima 500 Km es mejor la solución flotante a partir de 300 Km.

6.PRESUPUESTO

El presupuesto se realiza pensando en el valor que tendría que pagar un cliente que solicitara un estudio como este. Detallando los costes directos e indirectos de una empresa.

Lo primero es buscar la tabla salarial más reciente (2020) (Tabla 40), ya que el 17 de Febrero de 2022 se aprueba el “Acuerdo de prórroga de la ultraactividad del XIX convenio colectivo del sector de empresas de ingeniería y oficinas de estudios técnicos”.

Niveles	Tabla salarial según art. 33		Plus convenio anual según art. 38 convenio	Total anual
	Mes x 14	Anual		
1 LICENCIADOS Y TITULADOS 2.º Y 3.º CICLO UNIVERSITARIO Y ANALISTA	1.712,42	23.973,88	2.349,69	26.323,57
2 DIPLOMADOS Y TITULADOS 1.º CICLO UNIVERSITARIO. JEFE SUPERIOR	1.291,04	18.074,56	2.349,69	20.424,25
3 TÉCNICO DE CÁLCULO O DISEÑO, JEFE DE 1.ª Y PROGRAMADOR DE ORDENADOR	1.244,93	17.429,02	2.349,69	19.778,71
4 DELINEANTE-PROYECTISTA, JEFE DE 2.ª Y PROGRAMADOR DE MAQ. AUXILIARES	1.141,36	15.979,04	2.349,69	18.328,73
5 DELINEANTE, TÉCNICO DE 1.ª, OFICIAL 1.ª ADMTVO. Y OPERADOR DE ORDENADOR	1.019,82	14.277,48	2.349,69	16.627,17
6 DIBUJANTE, TÉCNICO DE 2.ª, OFICIAL 2.ª ADMTVO., PERFORISTA, GRABADOR Y CONSERJE	878,63	12.300,82	2.349,69	14.650,51
7 TELEFONISTA-RECEPCIONISTA, OFICIAL 1.ª OFICIOS VARIOS Y VIGILANTE	849,16	11.888,24	2.349,69	14.237,93
8 AUXILIAR TÉCNICO, AUX. ADMTVO., TELEFONISTA, ORDENANZA, PERSONAL DE LIMPIEZA Y OFICIAL 2.ª OFICIOS VARIOS	790,36	11.065,04	2.349,69	13.414,73
9 AYUDANTE OFICIOS VARIOS	757,29	10.602,06	2.349,69	12.951,75

Tabla 40 Convenio laboral. Fuente: BOE

Con los valores obtenidos de la tabla del convenio se calcula el sueldo por día y hora:

Se tiene en cuenta el sueldo mensual por catorce pagas, el plus por convenio y la retribución a la seguridad social del 40% del sueldo bruto total

SUELDO					
Convenio OODD 2020	Mensual	Anual 14 Pagas	Plus Convenio	Seguridad Social (40%)	Total anual
Titulado medio o Diplomado	1291,04	18074,56	2349,69	8169,7	28593,95

Tabla 41 Calculo del sueldo

Dividiendo el total del sueldo anual entre los 249 días laborables del año 2022 y teniendo en cuenta las 8 horas de jornada laboral, se obtiene:

Día	Hora
114,84	14,35

Tabla 42 Coste por hora

Un sueldo por hora de **catorce euros con treinta y cinco céntimos** (Tabla 42).

El total de horas trabajadas incluye búsqueda de los datos, aprendizaje del software, procesado y calculo, análisis de los resultados y realización del informe final (Tabla 43).

Actividad	Horas
Obtencion datos	8
Calculo	100
Analisis	150
Informe	42
Total	300

Tabla 43 Total horas trabajadas

Siendo el sueldo correspondiente a los servicios humanos de:

HORAS	x	SUELDO HORA	=	TOTAL
300		14,35		4306,32

Tabla 44 Coste horas trabajadas

Como todas las tareas se realizan en gabinete se excluyen los pluses por kilometraje, dieta completa y plus comida.

Los datos utilizados son de libre uso, ofrecidos de forma gratuita por las entidades correspondientes, tampoco se tiene en cuenta como coste directo en el trabajo.

El software utilizado Leica Infinity requiere de una licencia cuyo valor es de 131,00 € por 5 días.

Siendo los costes directos:

COSTES DIRECTOS			
RR HH	114,84	37,5	5287,5
SOFTWARE	26,2	37,5	
	COSTE DIARIO	DURACION	TOTAL

Tabla 45 Calculo costes directos

Los cálculos de gastos indirectos a pagar por la empresa (Tabla 46) se desglosan para saber el coste aplicado sobre el proyecto.

COSTES INDIRECTOS DE LA EMPRESA			
Recurso	AÑO	MES	COSTE PROYECTO
Seguro responsabilidad civil	1000	83,33	104,17
Alquiler oficina	6000	500,00	625,00
Asesoría y Gestoría	1200	100,00	125,00
Limpieza	2500	208,33	260,42
Papelería	300	25,00	31,25
Agua y Luz	800	66,67	83,33
Telefonía e Internet	600	50,00	62,50
Visados del Colegio	1000	83,33	104,17
Amortizacion equipos informaticos (5 años)	600	50,00	62,50
Mobiliario de oficina (5 años)	300	25,00	31,25
Seguro Multiriesgo oficina	300	25,00	31,25
Financiacion	900	75,00	93,75
Marcas y Patentes	500	41,67	52,08
Riesgo por imagos	2500	208,33	260,42
Total	18500	1541,67	1927,08

Tabla 46 Desglose costes indirectos

Por último se tiene en cuenta el IVA y el beneficio industrial (Tabla 47):

PRESUPUESTO	PRECIO
CD + CI	7214,58
BENEFICIO INDUSTRIAL	10%
(CD + CI) + BI	7936,04
IVA	21%
IMPUESTOS	1666,57
TOTAL ANTES DE IMPUESTOS	7936,04
TOTAL (IVA INCLUIDO)	9602,61

Tabla 47 Coste total

Obteniendo un coste total de **nueve mil seiscientos dos euros con sesenta y un céntimos**.

7.CONCLUSION

Después de realizar el estudio con el software Leica Infinity se obtienen las claves de como trabajar y abordar proyectos de características similares tratando de forma distinta las redes dependiendo de la longitud de sus líneas base.

La finalidad era comprobar la calidad obtenida para largas longitudes en las redes quedando claro con la red de Aragón que es suficiente utilizar datos de observación de 1 hora para líneas base con longitudes alrededor de 100 Km, pudiéndose mejorar con mayor tiempo de observación pero siendo totalmente innecesario por los buenos resultados que se obtienen y no sobrecargando así el hardware.

La red de Andalucía no deja nada claro por la calidad de los resultados obtenidos, para una red de esas características y con los tiempos de observación con los que se ha trabajado debería mostrar mejor calidad.

Con AragAnda se han obtenido los mejores resultados sin fijar las ambigüedades, aunque para las líneas base de la red el programa permitía calcularlas queda demostrado que con líneas base mayores a los 300 Km se debe determinar una solución de tipo flotante y trabajar con ficheros de observación DIARIOS a 30s optimizando así el trabajo con el ordenador.

Consiguiendo así el mejor resultado tanto de calidad de líneas base como de precisión en las coordenadas finales que es el propósito final de un ajuste de red GNSS.

PRECISION 2 mm			
Longitud (Km)	Tiempo observación		
100	1 hora		
200	6 horas		
300	18 horas	DIARIO 30s	Sin fijar ambigüedades
> 400	24 horas		

Tabla 48 Precisión alcanzada dependiendo de la longitud y el tiempo de observación

8.BIBLIOGRAFIA

- [1] BERNÉ VALERO, J. L. GARRIDO VILLÉN, N. ; CAPILLA ROMÁ, R. **GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU: fundamentos y métodos de posicionamiento**. ed. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2019. 661 p.
- [2] M. Petovello, «Why are carrier phase ambiguities integer?,» *insidegnss*, p. 3, 2015.
- [3] J. J. Z. a. M. H.-P. J. Sanz Subirana, *GNSS DATA PROCESSING*, vol. Fundamentals and Algorithms, K. Fletcher, 2013.
- [4] J. J. Z. a. M. H.-P. J. Sanz Subirana, *GNSS DATA PROCESSING*, vol. Laboratory Exercises, K. Fletcher, 2013.
- [5] *An Introduction to GNSS*, NovAtel Inc, 2015.
- [6] C. J. H. Elliot D.Kaplan, *Understanding GPS. Principles and Applications*, 2006.
- [7] ESA, *User Guide for Leica Infinity*. 2016
- [8] ESA, *Ionospheric Correction. Algorithm for Galileo single frequency users*, European GNSS: ESA, 2016.
- [9] RESOLUCIÓN DE AMBIGÜEDADES GPS: TÉCNICAS EMPLEADAS Y ESTUDIOS FUTUROS, Cristina Torrecillas Lozano, Juan José Martínez García
WEBS
- [10] Natalia Garrido-Villén (2022). Disponible en: <https://nagarvil.webs.upv.es/>
- [11] Instituto Geográfico Nacional (2022). Disponible en: <https://www.ign.es/web/ign/portal>
- [12] Institut Cartogràfic Valencià (2022). Disponible en: <http://www.icv.gva.es/es 85>
- [13] International GNSS Service. Disponible en: <https://www.igs.org/>
- [14] GNSS CALENDAR AND UTILITY (2022). Disponible en: <http://www.gnsscalendar.com/>
- [15] Visor GNSS (2022). Disponible en: <http://ntrip.rep-gnss.es/>
- [16] Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (2022). Disponible en: <https://www.itacyl.es/>
- [17] Geo Euskadi (2022). Disponible en: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es/>
- [18] GPS.GOV (2022). Disponible en: <https://www.gps.gov/>

9.ANEJOS



Estación permanente de Muniesa (MUNI)

UBICACIÓN

Código estación: **MUNI**
 Nombre RINEX3: **MUNI3**
 Nombre: **Muniesa**
 DOMES: **19364M001**
 Redes Pertenece: **ARAGEA**
 Instituciones Pertenece: **IGEAR**
 Localización: **Avda. Val de Olite 68, 44780 Muniesa (Teruel) ARAGÓN**
 Fecha Instalación: **18/01/2010**
 Tipo instalación: **Mástil de 1 m. anclado a la cornisa. Nivelado y orientado al norte.**



COORDENADAS ETRS89

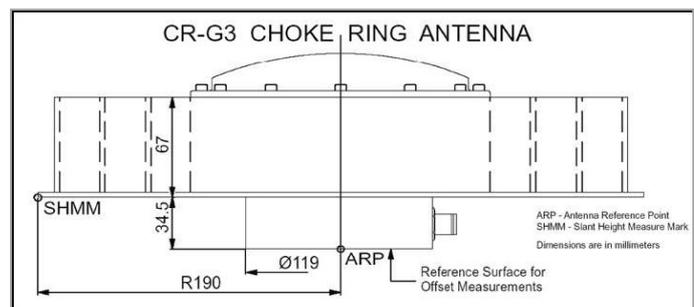
Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4818549,7097	41° 1' 49,05484" N	684321,988
-67907,3578	0° 48' 26,67766" W	4544435,692
4165522,8214	854,946 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: **NET-G3 de Topcon**
 Antena: **GNSS Choke Ring CR-G3**
 Altura Antena: **0 metros.**
 Observaciones: **GPS y GLONASS**
 Frecuencias: **L1, L2 y L2C**

INFORMACIÓN ADICIONAL

Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.
 Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>
 RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>
 e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>
 Última actualización: **15/03/2018**



FOTOS

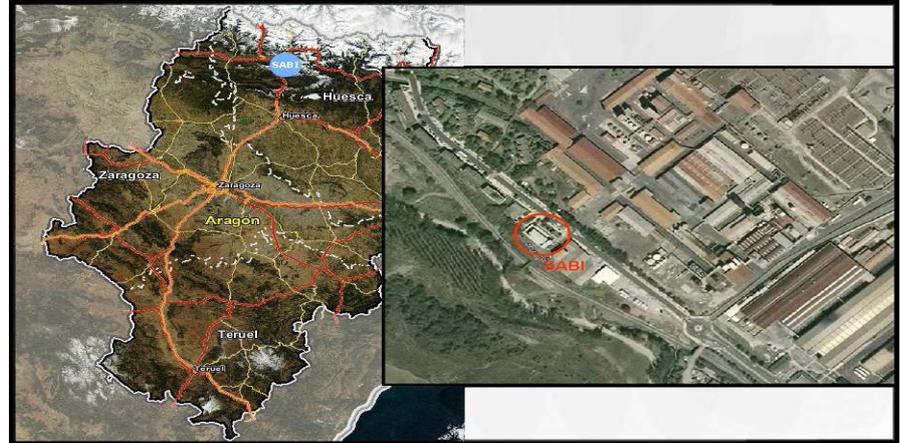




Estación permanente de Sabiñánigo (SABI)

UBICACIÓN

Código estación: **SABI**
 Nombre RINEX3: **SABI3**
 Nombre: **Sabiñánigo**
 DOMES: **19362M001**
 Redes Pertenece: **ARAGEA**
 Instituciones Pertenece: **IGEAR**
 Localización: **Avda. Huesca 20, 22600 Sabiñánigo (Huesca) ARAGÓN**
 Fecha Instalación: **11/08/2010**
 Tipo instalación: **Mástil de 1 m. anclado a cornisa. Nivelado y orientado al norte.**



COORDENADAS ETRS89

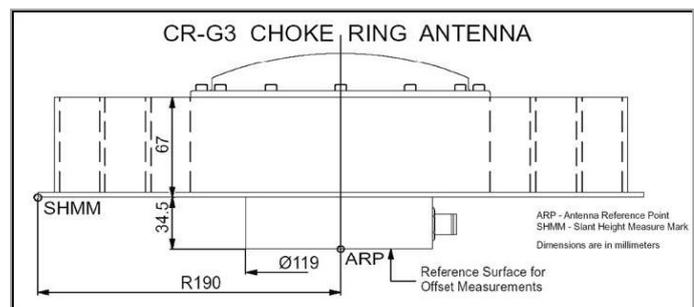
Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4709044,846	42° 30' 54,89072" N	716699,878
-29761,0479	0° 21' 43,57116" W	4710358,498
4288538,0534	850,454 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: **NET-G3 de Topcon**
 Antena: **GNSS Choke Ring CR-G3**
 Altura Antena: **0 metros.**
 Observaciones: **GPS y GLONASS**
 Frecuencias: **L1, L2 y L2C**

INFORMACIÓN ADICIONAL

Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.
 Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>
 RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>
 e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>
 Última actualización: **15/03/2018**



FOTOS





Estación permanente de Quinto (QNTO)

UBICACIÓN

Código estación: QNTO
 Nombre RINEX3: QNTO3
 Nombre: Quinto
 DOMES: 19363M001
 Redes Pertenece: ARAGEA
 Instituciones Pertenece: IGEAR
 Localización: Avda. Constitución 20, 50770 Quinto (Zaragoza)
 ARAGÓN



Fecha Instalación: 15/12/2009

Tipo instalación: Mástil de 1,5m. Anclado a tejado de dos aguas, reforzado con vientos. Nivelada y orientada al norte.

COORDENADAS ETRS89

Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4789431,3968	41° 25' 32,17196" N	709159,511
-41541,0552	0° 29' 48,98958" W	4589028,738
4198123,6593	216,666 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: LEICA GR50
 Antena: GNSS Choke Ring CR-G3
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS, GLONASS, GALILEO y BEIDOU
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

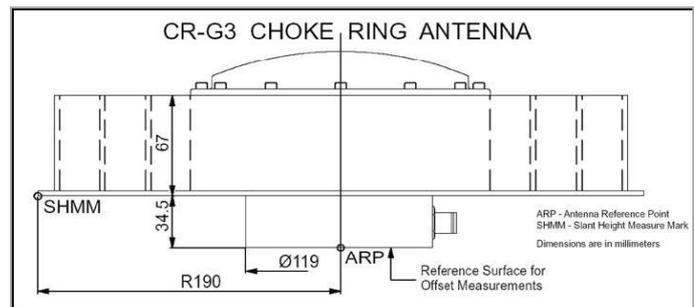
Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.

Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>

RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>

e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>

Última actualización: 16/12/2020



FOTOS





Estación permanente de Zaragoza (ZGZA)

UBICACIÓN

Código estación: ZGZA
 Nombre RINEX3: ZGZA3
 Nombre: Zaragoza
 DOMES: 13462M002
 Redes Pertenece: ARAGEA
 Instituciones Pertenece: IGEAR
 Localización: Pza. San Pedro Nolasco 7, 50071 Zaragoza (Zaragoza) ARAGÓN



Fecha Instalación: 26/09/2013

Tipo instalación: mástil de acero galvanizado de 1,5m. Anclado a pared y terminado en tornillo y tuerca de 5/8". Nivelada y orientada al norte.

COORDENADAS ETRS89

Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4772401,6196	41° 39' 8,27722" N	676844,854
-72990,2582	0° 52' 34,41762" W	4613351,391
4217009,9737	276,778 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: LEICA GR30
 Antena: Leica AR10 (LEIAR10 NONE)
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS, GLONASS, GALILEO y BEIDOU
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

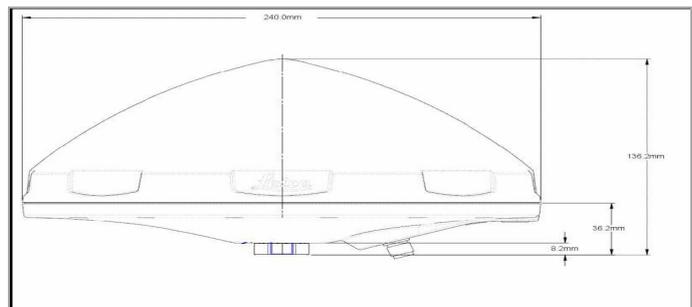
Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.

Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>

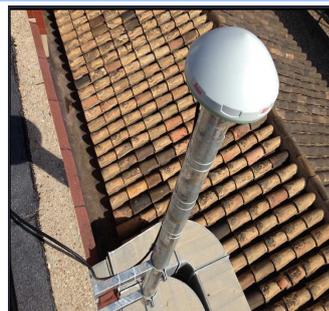
RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>

e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>

Última actualización: 16/12/2020



FOTOS





Estación permanente de Zuera (ZUER)

UBICACIÓN

Código estación: ZUER
 Nombre RINEX3: ZUER3
 Nombre: Zuera
 DOMES: 19359M001
 Redes Pertenece: ARAGEA
 Instituciones Pertenece: IGEAR
 Localización: C/ Puilatos 26-28, 50800 Zuera (Zaragoza) ARAGÓN



Fecha Instalación: 04/08/2010
 Tipo instalación: Mástil de 1,5 m. anclado a tejado (a cornisa) y reforzado con vientos. Nivelada y orientada al norte.

COORDENADAS ETRS89

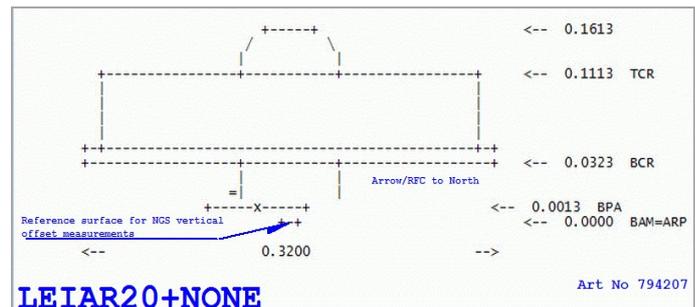
Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4756718,9036	41° 51' 58,86874" N	683379,942
-65624,8245	0° 47' 25,49776" W	4637298,179
4234786,9946	339,151 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: LEICA GR50
 Antena: Leica AR20 (LEIAR20 NONE)
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS, GLONASS, GALILEO y BEIDOU
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.
 Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>
 RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>
 e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>
 Última actualización: 16/12/2020



FOTOS





Estación permanente de Sarrión (SARR)

UBICACIÓN

Código estación: SARR
 Nombre RINEX3: SARR3
 Nombre: Sarrión
 DOMES: 19360M001
 Redes Pertenece: ARAGEA
 Instituciones Pertenece: IGEAR
 Localización: Avda. Goya 12,
 44460 Sarrión
 (Teruel)
 ARAGÓN



Fecha Instalación: 03/02/2010

Tipo instalación: Basada ajustable anclada a tejado a dos aguas. Nivelada y orientada al norte.

COORDENADAS ETRS89

Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4882976,612	40° 8' 25,51506" N	686391,469
-69206,7029	0° 48' 43,20701" W	4445637,674
4090588,7252	1041,567 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: NET-G3 de Topcon
 Antena: GNSS Choke Ring CR-G3
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS y GLONASS
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

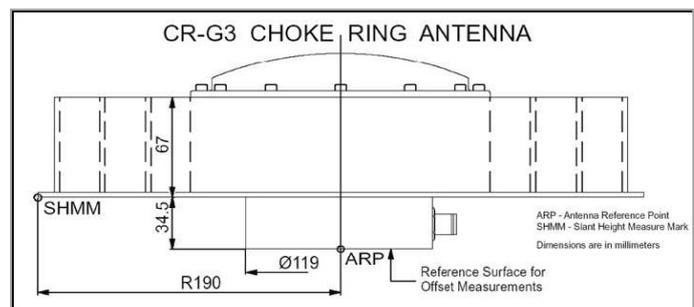
Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.

Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>

RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>

e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>

Última actualización: 15/03/2018



FOTOS

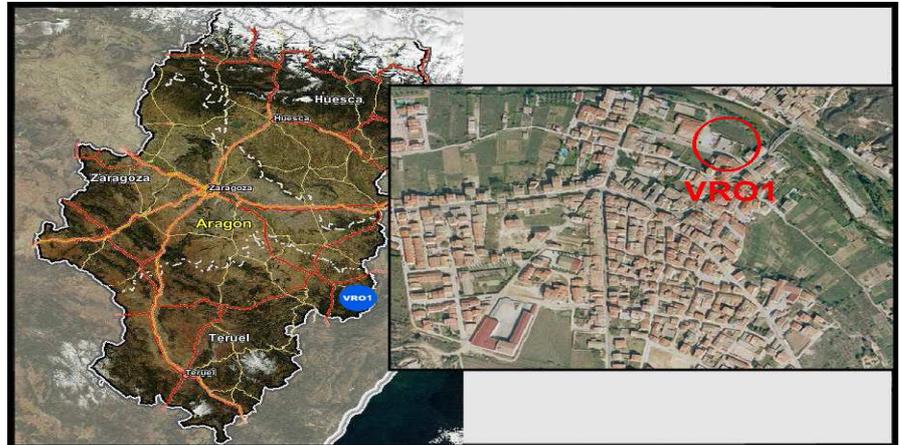




Estación permanente de Matarraña (VRO1)

UBICACIÓN

Código estación: VRO1
 Nombre RINEX3: VRO13
 Nombre: Matarraña
 DOMES: 19366M002
 Redes Pertenece: ARAGEA
 Instituciones Pertenece: IGEAR
 Localización: Calle Elvira Hidalgo 5, 44580 Valderrobres (Teruel) ARAGÓN



Fecha Instalación: 02/06/2021
 Tipo instalación: Mástil de 1,5 m. anclado a tejado (a cornisa) y reforzado con vientos. Nivelada y orientada al norte.

COORDENADAS ETRS89

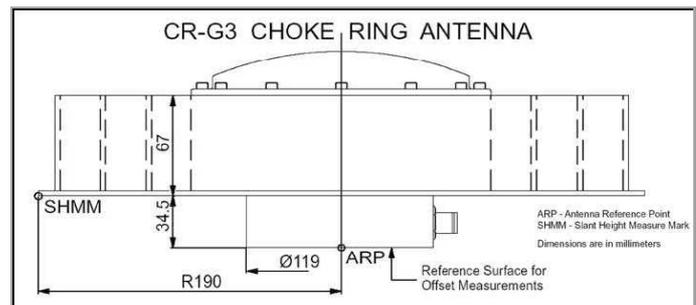
Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4830179,7422	40° 52' 24,99471" N	260343,74
13149,7753	0° 9' 21,56231" E	4528620,71
4152173,9166	541,556 m.	31

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: NET-G3 de Topcon
 Antena: GNSS Choke Ring CR-G3
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS y GLONASS
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.
 Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>
 RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>
 e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>
 Última actualización: 02/06/2021



FOTOS

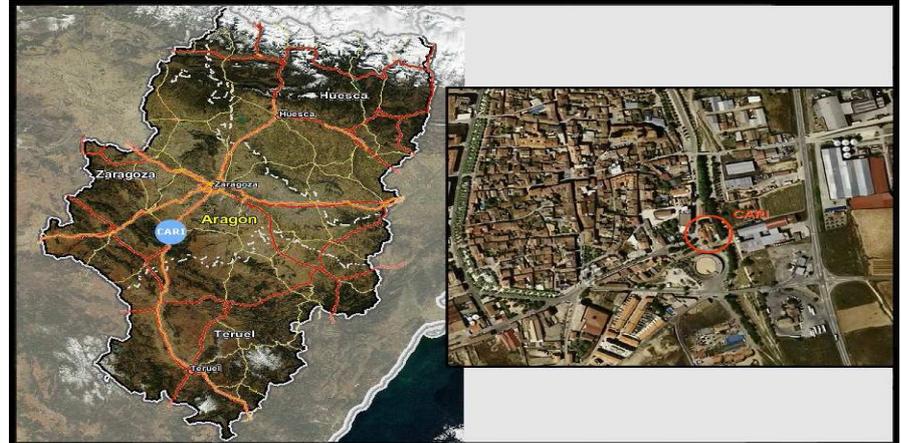




Estación permanente de Cariñena (CRNA)

UBICACIÓN

Código estación: CRNA
 Nombre RINEX3: CRNA3
 Nombre: Cariñena
 DOMES: 19373M001
 Redes Pertenece: ARAGEA
 Instituciones Pertenece: IGEAR
 Localización: Avda. Goya s/n,
 50400 Cariñena (Zaragoza)
 ARAGÓN
 Fecha Instalación: 03/08/2011
 Tipo instalación: Mástil de 1 m. anclado a tejado a dos aguas. Nivelada y orientada al norte.



COORDENADAS ETRS89

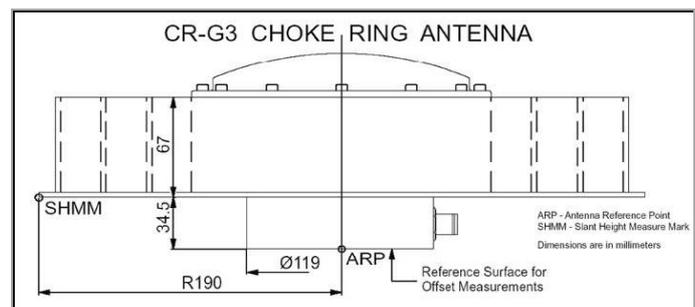
Cartesianas (x, y, z)	Geográficas (φ, λ, h)	UTM (x,y,huso)
4795404,7359	41° 20' 10,60202" N	648810,56
-102253,9868	1° 13' 17,58564" W	4577613,891
4190965,5452	649,432 m.	30

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: NET-G3 de Topcon
 Antena: GNSS Choke Ring CR-G3
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS y GLONASS
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.
 Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>
 RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>
 e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>
 Última actualización: 15/03/2018



FOTOS



RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Osuna

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: **OSUN** NOMBRE: **Osuna**

Nº IERS DOMES: **13465M001**

PROVINCIA: **Sevilla**

MUNICIPIO: **Osuna**

HOJA MTN-50: **1005**

UBICACIÓN: **Hospital Comarcal De La Merced.
Avda. Constitución, nº 2. C.P.: 41640 – Osuna (Sevilla).**

CONSTRUCCIÓN: **Soporte metálico cilíndrico de 0.50 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado a un pilar del edificio en la cubierta.**

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: **Trimble NETR9**

ANTENA: **TRM57971.00 NONE**

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

REGISTROS:

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5064632,608 Y(m): -451576,083 Z(m): 3838171,709

GEODÉSICAS

DECIMAL SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,232311594 37° 13' 56,32174" N

LONGITUD: -5,095170089 5° 5' 42,61232" O

H ELIPS (m): 363,146

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 314137,484

Y UTM 30 (m): 4122700,601

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Pozo Alcón

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

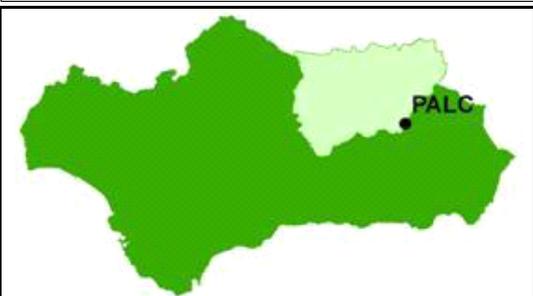
ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: PALC **NOMBRE:** Pozo Alcón

Nº IERS DOMES: 19349M001

PROVINCIA: Jaén

MUNICIPIO: Pozo Alcón

HOJA MTN-50: 949

UBICACIÓN: Centro de Salud de Pozo Alcón Nuestra Señora de Tiscar, 423485 Pozo Alcón (Jaén)

CONSTRUCCIÓN: Soporte metálico cilíndrico de 1.20 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado mediante abrazaderas y soportes a una columna y a una viga de la terraza del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

REGISTROS:

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5046810,771 **Y(m):** -258521,921 **Z(m):** 3879916,948

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,702335194

37° 42' 8,40670" N

LONGITUD: -2,932402336

2° 55' 56,64841" O

H ELIPS (m): 916,859

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 505958,803

Y UTM 30 (m): 4172791,478

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Jaén

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: UJAE **NOMBRE:** Jaén

Nº IERS DOMES: 13458M001

PROVINCIA: Jaén

MUNICIPIO: Jaén

HOJA MTN-50: 947

UBICACIÓN: Colegio Mayor Domingo Savio de la Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas. Ctra.de Madrid, s/n. C.P.: 23071 – Jaén.

CONSTRUCCIÓN: Centrado forzado montado sobre monolito de hormigón con forma cilíndrica de 1.00 m de altura y 0.30 m de diámetro colocado sobre la cubierta del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3

REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5036325,101 **Y(m):** -332899,154 **Z(m):** 3887177,045

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,787760661

37° 47' 15,93838" N

LONGITUD: -3,781727761

3° 46' 54,21994" O

H ELIPS (m): 527,754

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 431168,522

Y UTM 30 (m): 4182554,777

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Estación permanente de Andújar2

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

Estación GNSS perteneciente a la Red ERGNSS del IGN.

E-mail: buzon-geodesia@fomento.es

Web: <http://www.ign.es/web/ign/portal/gds-area-geodesia>

SITUACIÓN

VERTICE: **AND2** NOMBRE: **Andújar2**

Nº IERS DOMES: **13477M002**

PROVINCIA: Jaén

MUNICIPIO: Andújar

HOJA MTN-50: 904

UBICACIÓN: Hospital Alto Guadalquivir.
Avda. Blas Infante s/n. 23740 - Andújar (Jaén).

CONSTRUCCIÓN: Pilar de hormigón de 0.30 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico, fijado a la cubierta del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

REGISTROS:

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5017458,065 Y(m): -353479,063 Z(m): 3909148,231

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 38,040359211

38° 2' 25,29316" N

LONGITUD: -4,029819769

4° 1' 47,35117" O

H ELIPS (m): 284,229

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 409632,967

Y UTM 30 (m): 4210793,444

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



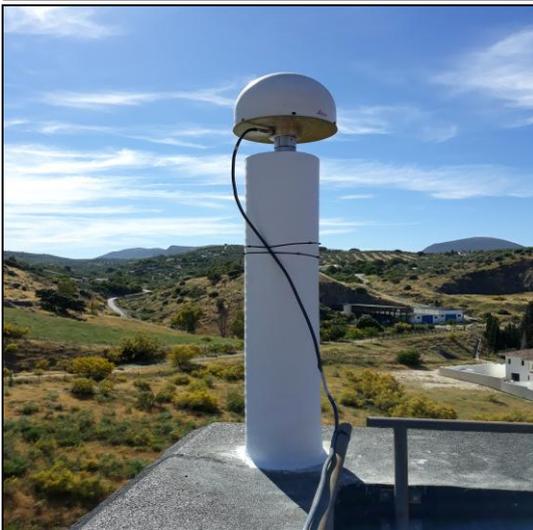
Estación permanente de Cabra

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

Estación GNSS perteneciente a la Red ERGNSS del IGN.

E-mail: buzon-geodesia@fomento.es

Web: <http://www.ign.es/web/ign/portal/gds-area-geodesia>

SITUACIÓN

VERTICE: **CABR** NOMBRE: **Cabra**

Nº IERS DOMES: **13473M001**

PROVINCIA: **Córdoba** MUNICIPIO: **Cabra**

HOJA MTN-50: **989**

UBICACIÓN: **Hospital Infanta Margarita.**
Avda. de Góngora, s/n. C.P.: 14940 – Cabra (Córdoba).

CONSTRUCCIÓN: **Pilar cilíndrico de hormigón de 1.00 m de altura y 0.30 m de diámetro fijado al borde de la cubierta del edificio.**

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: **Leica GR25**

ANTENA: **LEIAT504 LEIS**

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

REGISTROS:

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5053918,535 Y(m): -391028,470 Z(m): 3859089,817

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,467954294

37° 28' 4,63546" N

LONGITUD: -4,424237208

4° 25' 27,25395" O

H ELIPS (m): 572,073

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 374054,384

Y UTM 30 (m): 4147738,461

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Córdoba

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: CRDB **NOMBRE:** Córdoba

Nº IERS DOMES: 13461M001

PROVINCIA: Córdoba **MUNICIPIO:** Córdoba

HOJA MTN-50: 923

UBICACIÓN: Consejería de Obras Públicas y Transportes. Edif. De servicios múltiples.
C/ Santo Tomás de Aquino, s/n. C.P.: 14071 – Córdoba.

CONSTRUCCIÓN: Soporte metálico cilíndrico de 3.00 m.de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico, montado sobre pared verticalmente.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3

REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5023360,654 **Y(m):** -420749,321 **Z(m):** 3894832,054

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,877399569

37° 52' 38,63845" N

LONGITUD: -4,787834992

4° 47' 16,20597" O

H ELIPS (m): 196,017

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 342765,562

Y UTM 30 (m): 4193718,831

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Huelva

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

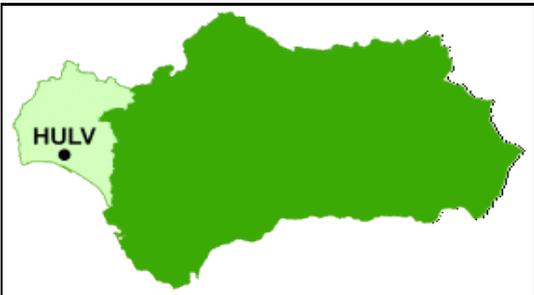
ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: HULV **NOMBRE:** Huelva

Nº IERS DOMES: 13451M002

PROVINCIA: Huelva

MUNICIPIO: Huelva

HOJA MTN-50: 999

UBICACIÓN: Hospital Comarcal Infanta Elena.
Autovía Sevilla-Huelva, s/n. C.P.: 21080 – Huelva.

CONSTRUCCIÓN: Soporte metálico cilíndrico de 1.15 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico, montado sobre monolito de hormigón con forma prismática de 1.00 m de altura y 0.70 m de medida diagonal.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3

REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5044358,202 **Y(m):** -611644,355 **Z(m):** 3842260,041

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,280284400

37° 16' 49,02384" N

LONGITUD: -6,913544219

6° 54' 48,75919" O

H ELIPS (m): 116,195

UTM

HUSO 30

HUSO 29

X UTM 30 (m): 152998,105

X UTM 29 (m): 684971,979

Y UTM 30 (m): 4133150,583

Y UTM 29 (m): 4128006,484

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Huércal-Overa

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: HUOV **NOMBRE:** Huércal-Overa

Nº IERS DOMES: 13479M001

PROVINCIA: Almería

MUNICIPIO: Huércal-Overa

HOJA MTN-50: 996

UBICACIÓN: Hospital Comarcal La Inmaculada.
Avda. Doctora Parra, s/n. C.P.: 04600 – Huércal-Overa (Almería).

CONSTRUCCIÓN: Soporte metálico cilíndrico de 0.50 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado a un pilar del edificio en la cubierta.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

REGISTROS:

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5070413,830 **Y(m):** -171935,004 **Z(m):** 3853104,529

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 37,401559769

37° 24' 5,61517" N

LONGITUD: -1,942124894

1° 56' 31,64962" O

H ELIPS (m): 352,192

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 593629,681

Y UTM 30 (m): 4139945,259

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

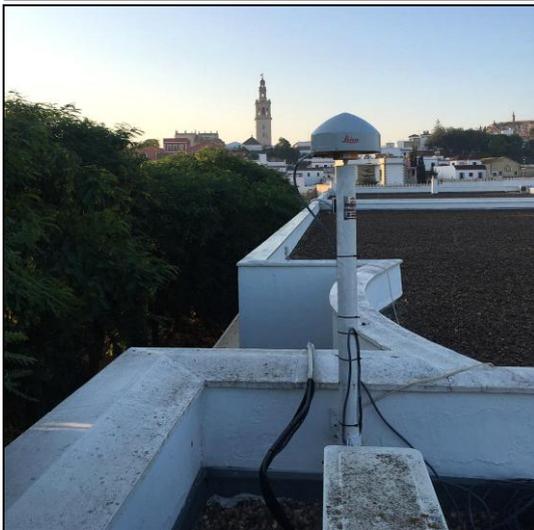
Estación permanente de Lebrija

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: LEBR **NOMBRE:** Lebrija

Nº IERS DOMES: 13466M001

PROVINCIA: Sevilla

MUNICIPIO: Lebrija

HOJA MTN-50: 1034

UBICACIÓN: I.E.S. Virgen del Castillo.
Avda Dr. José Viel, 1. C.P.: 41740 -Lebrija (Sevilla).

CONSTRUCCIÓN: Soporte metálico cilíndrico de 1.50 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico y fijado al pretil de cubierta del edificio.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA:

REGISTROS:

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5076496,268 **Y(m):** -540901,731 **Z(m):** 3810560,724

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 36,922424556

36° 55' 20,72840" N

LONGITUD: -6,081930525

6° 4' 54,94989" O

H ELIPS (m): 77,553

UTM

HUSO 30

HUSO 29

X UTM 30 (m): 225466,460

X UTM 29 (m): 759933,417

Y UTM 30 (m): 4090704,737

Y UTM 29 (m): 4090245,076

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO



Junta de Andalucía
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades
INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA

Estación permanente de Málaga

(Fecha última actualización: 13/10/2020)

ORTOFOTO



FOTOGRAFÍA DE CAMPO



MAPA DE SITUACIÓN



INFORMACIÓN ADICIONAL:

SITUACIÓN

VERTICE: MLGA **NOMBRE:** Málaga

Nº IERS DOMES: 13460M001

PROVINCIA: Málaga

MUNICIPIO: Málaga

HOJA MTN-50: 1053

UBICACIÓN: Consejería de Agricultura y Pesca.
Avda. de la Aurora, 47. C.P.: 29002 – Málaga.

CONSTRUCCIÓN: Soporte metálico cilíndrico de 2.70 m de altura y 0.09 m de diámetro, dotado con tornillo geodésico, montado sobre pared vertical.

INSTRUMENTACIÓN

RECEPTOR: Leica GR50

ANTENA: LEIAR20 LEIM

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Paroscientific MET3

REGISTROS: Presión, humedad y temperatura

COORDENADAS ETRS89 (ETRF00 Época 2017.0)

CARTESIANAS

X(m): 5103686,778 **Y(m):** -395880,368 **Z(m):** 3792209,003

GEODÉSICAS

DECIMAL

SEXAGESIMAL

LATITUD: 36,715596550

36° 42' 56,14758" N

LONGITUD: -4,435410678

4° 26' 7,47844" O

H ELIPS (m): 115,663

UTM

HUSO 30

X UTM 30 (m): 371804,845

Y UTM 30 (m): 4064283,469

INFORMACIÓN ADICIONAL

INSTITUCIÓN RESPONSABLE:

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).
Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades.
C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla.
España

E-MAIL RAP: rap.ieca@juntadeandalucia.es

WEB RAP: <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap>

Network Adjustment Report

Report created: 03/08/2022 16:53:21

Project Details

GeneralProject Name: Aragon_1_hora
Owner: Francisco Covas Martinez
Lead Surveyor: Francisco Covas Martinez
Date Created: 03/08/2022 16:45:38
Last Accessed: 03/08/2022 16:45:38
Application Software: Infinity 3.0**Customer Details**Customer Name: -
Contact Person: -
Number: -
Email: -
Skype: -
Website: -**Master Coordinate System**Coordinate System Name: ETRS89 UTM30N
Transformation Type: Classical 3D
Residual Distribution: None
Ellipsoid: GRS 1980
Projection Type: UTM
Geoid Model: EGM08_RED NAP (2)
CSCS Model: -Path: C:\Users\frans\OneDrive\Escritorio\TFG\PROYECTO EN LEICA\Aragon_1_hora\Aragon_1_hora.iprj
Size: 57,3 MB
Comments: -Name: 08/03/2022 16:53:14
Date/Time: 03/08/2022 16:53:15

Processing kernel: MOVE3 4.4.1

www.MOVE3.com© 1993-2017 Sweco Nederland
B.V.
Licensed to Leica Geosystems
AG

Adjustment Settings

GeneralControls: Inner Constrained
Dimension: 3D
Coordinate system: WGS84
Height mode: EllipsoidalConfidence 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****Source of Standard Deviation Settings - TPS: Individual****Source of Standard Deviation Settings - GNSS: Individual****Source of Standard Deviation Settings - Level: Individual****Source of Centring/Height Errors - TPS: Individual****Source of Centring/Height Errors - GNSS: Individual****Testing Criteria**Level of Significance (α , multi-dimensional): 0,43
Level of Significance (α_0 , one-dimensional): 5.0%

Power of Test (1-β):	80%
σ a-priori:	1,0
σ 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
Total:	8

Observations

GNSS coordinate differences:	42 (14 baselines)
Total:	42

Unknowns

Coordinates:	24
Total:	24

Inner constraints: 3

Degrees of freedom: 21

Optimisation criterion v'Pv: 252,86058

σ a-posteriori: 3,470

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:	12,04

Chi Square Test (95,0%)

Critical value lower bound:	0,49
Critical value upper bound:	1,69
Chi Square Test:	12,04

Input data

Approximate Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Description
CRNA	41° 20' 10,62" N	1° 13' 17,54" W	653,7983	Averaged
MUNI	41° 01' 49,07" N	0° 48' 26,63" W	859,3220	Averaged
QNT0	41° 25' 32,19" N	0° 29' 48,95" W	221,0235	Fixed PP
SABI	42° 30' 54,90" N	0° 21' 43,53" W	854,7815	Averaged
SARR	40° 08' 25,54" N	0° 48' 43,16" W	1.045,9479	Averaged
VRO1	40° 52' 24,99" N	0° 09' 21,58" E	545,9515	Averaged
ZGZA	41° 39' 08,29" N	0° 52' 34,37" W	281,1282	Fixed PP
ZUER	41° 51' 58,88" N	0° 47' 25,45" W	343,4837	Averaged

Observations

From Station	Target Point	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]
QNT0	SARR	93.545,2320	-27.665,6320	-107.534,8961	0,0017	0,0008	0,0014
QNT0	MUNI	29.118,3349	-26.366,2950	-32.600,8167	0,0012	0,0006	0,0010
QNT0	CRNA	5.973,3613	-60.712,9220	-7.158,1038	0,0013	0,0006	0,0011
QNT0	SABI	-80.386,5532	11.779,9962	90.414,3650	0,0016	0,0008	0,0014

QNT0	VRO1	40.748,3654	54.690,8280	-45.949,7133	0,0014	0,0006	0,0011
QNT0	ZUER	-32.712,5045	-24.083,7696	36.663,3169	0,0014	0,0007	0,0012
QNT0	ZGZA	-17.029,7750	-31.449,2015	18.886,3058	0,0022	0,0011	0,0018
QNT0	VRO1	40.748,3599	54.690,8296	-45.949,7228	0,0014	0,0007	0,0012
ZUER	SABI	-47.674,0784	35.863,7681	53.751,0294	0,0015	0,0008	0,0013
MUNI	SARR	64.426,9011	-1.299,3390	-74.934,0814	0,0015	0,0007	0,0012
CRNA	MUNI	23.144,9707	34.346,6270	-25.442,7138	0,0013	0,0006	0,0010
ZGZA	QNT0	17.029,7827	31.449,2091	-18.886,2998	0,0024	0,0012	0,0020
ZGZA	ZUER	-15.682,7308	7.365,4390	17.777,0098	0,0021	0,0011	0,0018
ZGZA	CRNA	23.003,1294	-29.263,7149	-26.044,4179	0,0025	0,0012	0,0020

Adjustment Results

Adjusted Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr WGS84 Lat [m]	Corr WGS84 Long [m]	Corr Height [m]
CRNA	41° 20' 10,62" N	1° 13' 17,54" W	653,7994	0,0001	0,0011	0,0012
MUNI	41° 01' 49,07" N	0° 48' 26,63" W	859,3212	0,0006	0,0010	-0,0008
QNT0	41° 25' 32,19" N	0° 29' 48,95" W	221,0206	0,0002	0,0004	-0,0028
SABI	42° 30' 54,90" N	0° 21' 43,53" W	854,7846	-0,0003	0,0006	0,0032
SARR	40° 08' 25,54" N	0° 48' 43,16" W	1.045,9415	0,0000	0,0001	-0,0064
VRO1	40° 52' 24,99" N	0° 09' 21,58" E	545,9487	0,0002	0,0004	-0,0028
ZGZA	41° 39' 08,29" N	0° 52' 34,37" W	281,1282	0,0002	-0,0043	0,0000
ZUER	41° 51' 58,88" N	0° 47' 25,45" W	343,4922	-0,0012	0,0008	0,0085

Standard Deviations

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
CRNA	0,0014	0,0014	0,0034
MUNI	0,0013	0,0013	0,0032
QNT0	0,0008	0,0008	0,0019
SABI	0,0020	0,0018	0,0045
SARR	0,0018	0,0018	0,0044
VRO1	0,0017	0,0016	0,0041
ZGZA	0,0019	0,0018	0,0043
ZUER	0,0016	0,0015	0,0038

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

Station	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation (φ) [°]
CRNA	-	-	0,0034	-
MUNI	-	-	0,0032	-
QNT0	-	-	0,0019	-
SABI	-	-	0,0045	-
SARR	-	-	0,0044	-
VRO1	-	-	0,0041	-
ZGZA	-	-	0,0043	-
ZUER	-	-	0,0038	-

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 (ψ) [°]
CRNA	MUNI	0,0018	0,0016	0,0040	17
MUNI	SARR	0,0021	0,0019	0,0049	-32
QNT0	SARR	0,0021	0,0019	0,0050	-42
QNT0	MUNI	0,0016	0,0014	0,0038	-58
QNT0	CRNA	0,0017	0,0015	0,0040	73
QNT0	SABI	0,0022	0,0021	0,0052	-15
QNT0	VRO1	0,0018	0,0016	0,0041	16
QNT0	ZUER	0,0019	0,0018	0,0045	6
QNT0	ZGZA	0,0022	0,0020	0,0050	27
ZGZA	ZUER	0,0025	0,0023	0,0058	-39
ZGZA	CRNA	0,0026	0,0023	0,0058	-65
ZUER	SABI	0,0023	0,0021	0,0051	-42

External Reliability

Station	Component	Ext. Rel. [m]	Observation Type	Station	Target
CRNA	EW	0,0038	DY of Baseline	QNT0	CRNA
	NS	-0,0040	DX of Baseline	QNT0	CRNA
	Height	0,0045	DX of Baseline	QNT0	CRNA
MUNI	EW	0,0035	DY of Baseline	QNT0	MUNI
	NS	-0,0035	DX of Baseline	QNT0	MUNI

	Height	0,0040	DX of Baseline	QNT0	MUNI
QNT0	EW	-0,0014	DY of Baseline	QNT0	ZUER
	NS	0,0015	DX of Baseline	QNT0	ZUER
	Height	-0,0016	DX of Baseline	QNT0	ZUER
SABI	EW	0,0061	DY of Baseline	QNT0	SABI
	NS	-0,0062	DX of Baseline	QNT0	SABI
	Height	0,0064	DX of Baseline	QNT0	SABI
SARR	EW	0,0051	DY of Baseline	QNT0	SARR
	NS	-0,0052	DX of Baseline	QNT0	SARR
	Height	0,0060	DX of Baseline	QNT0	SARR
VRO1	EW	0,0045	DY of Baseline	QNT0	VRO1
	NS	-0,0046	DX of Baseline	QNT0	VRO1
	Height	0,0049	DX of Baseline	QNT0	VRO1
ZGZA	EW	-0,0032	DY of Baseline	ZGZA	ZUER
	NS	-0,0033	DX of Baseline	QNT0	ZGZA
	Height	-0,0038	DX of Baseline	ZGZA	ZUER
ZUER	EW	0,0048	DY of Baseline	QNT0	ZUER
	NS	-0,0049	DX of Baseline	QNT0	ZUER
	Height	0,0051	DX of Baseline	QNT0	ZUER

Adjusted GNSS Observations

From Station	Target Point	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]	Res. ΔX [m]	Res. ΔY [m]	Res. ΔZ [m]
QNT0	SARR	93.545,2330	-27.665,6329	-107.534,8975	-0,0010	0,0009	0,0013
QNT0	MUNI	29.118,3331	-26.366,2947	-32.600,8170	0,0018	-0,0003	0,0003
QNT0	CRNA	5.973,3612	-60.712,9218	-7.158,1043	0,0001	-0,0002	0,0005
QNT0	SABI	-80.386,5654	11.779,9973	90.414,3573	0,0121	-0,0011	0,0077
QNT0	VRO1	40.748,3626	54.690,8286	-45.949,7178	0,0028	-0,0006	0,0044
QNT0	ZUER	-32.712,4979	-24.083,7695	36.663,3212	-0,0066	-0,0001	-0,0043
QNT0	ZGZA	-17.029,7730	-31.449,2062	18.886,3078	-0,0020	0,0048	-0,0019
QNT0	VRO1	40.748,3626	54.690,8286	-45.949,7178	-0,0027	0,0010	-0,0051
ZUER	SABI	-47.674,0674	35.863,7669	53.751,0362	-0,0109	0,0012	-0,0068
MUNI	SARR	64.426,8999	-1.299,3383	-74.934,0804	0,0012	-0,0007	-0,0009
CRNA	MUNI	23.144,9719	34.346,6271	-25.442,7128	-0,0012	-0,0001	-0,0010
ZGZA	QNT0	17.029,7730	31.449,2062	-18.886,3078	0,0097	0,0029	0,0079
ZGZA	ZUER	-15.682,7250	7.365,4367	17.777,0134	-0,0058	0,0023	-0,0036
ZGZA	CRNA	23.003,1342	-29.263,7155	-26.044,4120	-0,0048	0,0006	-0,0059

Adjusted GNSS Observations - continued

From Station	Target Point	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]	W-Test ΔX	W-Test ΔY	W-Test ΔZ	T-Test
QNT0	SARR	0,0043	0,0020	0,0034	-0,85	0,56	0,91	0,38
QNT0	MUNI	0,0032	0,0015	0,0026	0,79	-0,29	-0,47	0,23
QNT0	CRNA	0,0033	0,0016	0,0027	-0,17	-0,15	0,25	0,03
QNT0	SABI	0,0044	0,0021	0,0037	2,27	-0,44	0,28	3,90
QNT0	VRO1	0,0034	0,0017	0,0028	-0,46	-0,32	1,50	1,03
QNT0	ZUER	0,0038	0,0018	0,0031	-1,37	-0,17	-0,22	1,48
QNT0	ZGZA	0,0042	0,0021	0,0035	-0,10	1,56	-0,08	0,86
QNT0	VRO1	0,0034	0,0017	0,0028	0,46	0,32	-1,50	1,03
ZUER	SABI	0,0043	0,0021	0,0036	-2,27	0,44	-0,28	3,90
MUNI	SARR	0,0041	0,0020	0,0033	0,85	-0,56	-0,91	0,38
CRNA	MUNI	0,0034	0,0016	0,0028	-0,17	-0,14	-0,24	0,09
ZGZA	QNT0	0,0042	0,0021	0,0035	0,61	0,95	0,67	1,01
ZGZA	ZUER	0,0048	0,0024	0,0040	-0,73	0,71	-0,02	0,53
ZGZA	CRNA	0,0049	0,0024	0,0040	0,01	0,03	-0,77	0,35

GNSS Baseline Vector Residuals

From Station	Target Point	Adj. Vector	Resid [m]	Resid [ppm]
QNT0	SARR	145.189,0217	0,0019	0,0
QNT0	MUNI	51.047,7432	0,0019	0,0
QNT0	CRNA	61.424,5746	0,0005	0,0
QNT0	SABI	121.554,6142	0,0144	0,1
QNT0	VRO1	82.236,8065	0,0053	0,1
QNT0	ZUER	54.720,5135	0,0079	0,1
QNT0	ZGZA	40.444,5097	0,0056	0,1
QNT0	VRO1	82.236,8065	0,0058	0,1
ZUER	SABI	80.300,6872	0,0129	0,2
MUNI	SARR	98.831,3216	0,0017	0,0
CRNA	MUNI	48.607,7376	0,0016	0,0
ZGZA	QNT0	40.444,5097	0,0129	0,3

ZGZA	ZUER	24.823,7734	0,0072	0,3
ZGZA	CRNA	45.429,2926	0,0076	0,2

Testing and Estimated Errors

Observation Tests

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
ΔX	QNT0	SARR	0,0171 m	43	3,25	-0,85	-	0,38
ΔY			0,0112 m	45	3,12	0,56	-	-
ΔZ			0,0137 m	47	3,12	0,91	-	-
ΔX	QNT0	MUNI	0,0128 m	44	3,19	0,79	-	0,23
ΔY			0,0083 m	43	3,25	-0,29	-	-
ΔZ			0,0103 m	45	3,16	-0,47	-	-
ΔX	QNT0	CRNA	0,0135 m	42	3,34	-0,17	-	0,03
ΔY			0,0088 m	43	3,21	-0,15	-	-
ΔZ			0,0109 m	46	3,19	0,25	-	-
ΔX	QNT0	SABI	0,0182 m	40	3,54	2,27	0,0148 m	3,90
ΔY			0,0120 m	38	3,59	-0,44	-0,0019 m	-
ΔZ			0,0153 m	39	3,57	0,28	0,0015 m	-
ΔX	QNT0	VRO1	0,0141 m	46	3,18	-0,46	-	1,03
ΔY			0,0093 m	44	3,14	-0,32	-	-
ΔZ			0,0116 m	46	3,16	1,50	-	-
ΔX	QNT0	ZUER	0,0155 m	40	3,54	-1,37	-	1,48
ΔY			0,0102 m	39	3,49	-0,17	-	-
ΔZ			0,0129 m	39	3,56	-0,22	-	-
ΔX	QNT0	ZGZA	0,0187 m	69	1,93	-0,10	-	0,86
ΔY			0,0123 m	68	1,90	1,56	-	-
ΔZ			0,0154 m	69	1,92	-0,08	-	-
ΔX	QNT0	VRO1	0,0141 m	54	2,47	0,46	-	1,03
ΔY			0,0093 m	56	2,51	0,32	-	-
ΔZ			0,0116 m	54	2,49	-1,50	-	-
ΔX	ZUER	SABI	0,0182 m	38	3,47	-2,27	-0,0148 m	3,90
ΔY			0,0120 m	40	3,45	0,44	0,0019 m	-
ΔZ			0,0153 m	39	3,40	-0,28	-0,0015 m	-
ΔX	MUNI	SARR	0,0171 m	40	3,38	0,85	-	0,38
ΔY			0,0112 m	39	3,49	-0,56	-	-
ΔZ			0,0137 m	36	3,59	-0,91	-	-
ΔX	CRNA	MUNI	0,0143 m	41	3,31	-0,17	-	0,09
ΔY			0,0093 m	41	3,39	-0,14	-	-
ΔZ			0,0115 m	38	3,46	-0,24	-	-
ΔX	ZGZA	QNT0	0,0205 m	75	1,56	0,61	-	1,01
ΔY			0,0135 m	76	1,56	0,95	-	-
ΔZ			0,0169 m	76	1,55	0,67	-	-
ΔX	ZGZA	ZUER	0,0203 m	58	2,34	-0,73	-	0,53
ΔY			0,0134 m	59	2,34	0,71	-	-
ΔZ			0,0168 m	59	2,31	-0,02	-	-
ΔX	ZGZA	CRNA	0,0220 m	70	1,82	0,01	-	0,35
ΔY			0,0142 m	69	1,87	0,03	-	-
ΔZ			0,0177 m	67	1,90	-0,77	-	-

Antenna Height Tests

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
QNT0	SARR	01/03/2022 07:59:42	0,0277 m	0,19	-
QNT0	MUNI	01/03/2022 07:59:42	0,0209 m	0,33	-
QNT0	CRNA	01/03/2022 07:59:42	0,0219 m	0,12	-
QNT0	SABI	01/03/2022 07:59:42	0,0296 m	3,12	0,0329 m
QNT0	VRO1	01/03/2022 07:59:42	0,0228 m	1,41	-
QNT0	ZUER	01/03/2022 07:59:42	0,0253 m	-1,96	-0,0178 m
QNT0	ZGZA	01/03/2022 07:59:42	0,0304 m	-0,25	-
QNT0	VRO1	07/03/2022 07:59:42	0,0228 m	-1,41	-
ZUER	SABI	07/03/2022 07:59:42	0,0295 m	-3,10	-0,0327 m
MUNI	SARR	07/03/2022 07:59:42	0,0278 m	-0,17	-
CRNA	MUNI	07/03/2022 07:59:42	0,0230 m	-0,52	-
ZGZA	QNT0	07/03/2022 07:59:42	0,0320 m	1,53	-
ZGZA	ZUER	07/03/2022 07:59:42	0,0321 m	-0,90	-
ZGZA	CRNA	07/03/2022 07:59:42	0,0340 m	-0,97	-

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: 24/08/2022 19:30:31

Project Details

General

Project Name: Anda_18_bueno_2h
Owner: -
Lead Surveyor: fran coves martinez
Date Created: 24/08/2022 18:41:37
Last Accessed: 24/08/2022 19:30:17
Application Software: Infinity 3.0

Customer Details

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

Master Coordinate System

Coordinate System Name: ETRS89 UTM30N
Transformation Type: Classical 3D
Residual Distribution: None
Ellipsoid: GRS 1980
Projection Type: UTM
Geoid Model: EGM08_RED NAP (2)
CSCS Model: -

Path: C:\Users\frans\OneDrive\Escritorio\TFG\PROYECTO EN LEICA\Anda_18_bueno_2h\Anda_18_bueno_2h.iprj
Size: 94,3 MB
Comments: -

Name: 08/24/2022 18:57:21
Date/Time: 24/08/2022 18:57:22

Processing kernel: MOVE3 4.4.1

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

Source of Standard Deviation Settings - TPS: Individual

Source of Standard Deviation Settings - GNSS: Individual

Source of Standard Deviation Settings - Level: Individual

Source of Centring/Height Errors - TPS: Individual

Source of Centring/Height Errors - GNSS: Individual

Testing Criteria

Level of Significance (α , multi-dimensional): 0,47
Level of Significance (α_0 , one-dimensional): 5.0%

Power of Test (1-β): 80%
σ a-priori: 1,0
σ 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: 10
Total: 10

Observations

GNSS coordinate differences: 54 (18 baselines)
Total: 54

Unknowns

Coordinates: 30
Total: 30

Inner constraints: 3

Degrees of freedom: 27

Optimisation criterion v'Pv: 183,85543

σ a-posteriori: 2,609

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: 1,00
F-Test: **6,81**

Chi Square Test (95,0%)

Critical value lower bound: 0,54
Critical value upper bound: 1,60
Chi Square Test: **6,81**

Input data

Approximate Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Description
AND2	38° 02' 25,29" N	4° 01' 47,35" W	284,2379	Averaged
CABR	37° 28' 04,64" N	4° 25' 27,25" W	572,0929	Fixed PP
CRDB	37° 52' 38,64" N	4° 47' 16,21" W	196,0117	Averaged
HULV	37° 16' 49,02" N	6° 54' 48,76" W	116,2750	Averaged
HUOV	37° 24' 05,62" N	1° 56' 31,65" W	352,1684	Averaged
LEBR	36° 55' 20,73" N	6° 04' 54,95" W	77,5642	Fixed PP
MLGA	36° 42' 56,15" N	4° 26' 07,48" W	115,6291	Averaged
OSUN	37° 13' 56,32" N	5° 05' 42,61" W	363,1221	Averaged
PALC	37° 42' 08,41" N	2° 55' 56,65" W	916,8643	Averaged
UJAE	37° 47' 15,94" N	3° 46' 54,22" W	527,7742	Averaged

Observations

From Station	Target Point	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]
CABR	UJAE	-17.593,4356	58.129,3103	28.087,2275	0,0028	0,0012	0,0022
CABR	OSUN	10.714,0438	-60.547,6053	-20.918,1405	0,0030	0,0014	0,0024

CABR	HUOV	16.495,2412	219.093,4699	-5.985,3116	0,0058	0,0026	0,0045
CABR	PALC	-7.107,7899	132.506,5431	20.827,1213	0,0052	0,0023	0,0040
CABR	CRDB	-30.557,8967	-29.720,8576	35.742,2148	0,0027	0,0012	0,0021
CABR	LEBR	22.577,7319	-149.873,2659	-48.529,1063	0,0034	0,0015	0,0026
CABR	MLGA	49.768,1973	-4.851,9009	-66.880,8563	0,0046	0,0021	0,0036
CABR	HULV	-9.560,2745	-220.615,8963	-16.829,7551	0,0043	0,0020	0,0033
CABR	AND2	-36.460,4901	37.549,3927	50.058,4146	0,0039	0,0017	0,0031
PALC	HUOV	23.603,0554	86.586,9438	-26.812,4145	0,0076	0,0034	0,0060
CABR	UJAE	-17.593,4309	58.129,3141	28.087,2341	0,0064	0,0028	0,0050
LEBR	HULV	-32.138,0769	-70.742,6297	31.699,2958	0,0071	0,0033	0,0055
UJAE	AND2	-18.867,0396	-20.579,9192	21.971,1938	0,0072	0,0033	0,0058
OSUN	MLGA	39.054,1821	55.695,7069	-45.962,6968	0,0116	0,0053	0,0089
UJAE	PALC	10.485,6693	74.377,2348	-7.260,0949	0,0057	0,0025	0,0045
CABR	CRDB	-30.557,8936	-29.720,8620	35.742,2165	0,0101	0,0046	0,0081
OSUN	CABR	-10.714,0628	60.547,6141	20.918,1275	0,0043	0,0019	0,0033
LEBR	OSUN	-11.863,6476	89.325,6633	27.610,9961	0,0106	0,0047	0,0081

Adjustment Results

Adjusted Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr WGS84 Lat [m]	Corr WGS84 Long [m]	Corr Height [m]
AND2	38° 02' 25,29" N	4° 01' 47,35" W	284,2390	0,0000	0,0006	0,0011
CABR	37° 28' 04,64" N	4° 25' 27,25" W	572,0950	-0,0001	0,0008	0,0021
CRDB	37° 52' 38,64" N	4° 47' 16,21" W	196,0138	-0,0001	0,0008	0,0021
HULV	37° 16' 49,02" N	6° 54' 48,76" W	116,2552	-0,0004	-0,0015	-0,0198
HUOV	37° 24' 05,62" N	1° 56' 31,65" W	352,1688	0,0003	0,0002	0,0004
LEBR	36° 55' 20,73" N	6° 04' 54,95" W	77,5748	0,0000	0,0011	0,0106
MLGA	36° 42' 56,15" N	4° 26' 07,48" W	115,6293	0,0000	0,0016	0,0002
OSUN	37° 13' 56,32" N	5° 05' 42,61" W	363,1331	-0,0005	-0,0012	0,0110
PALC	37° 42' 08,41" N	2° 55' 56,65" W	916,8590	0,0004	-0,0023	-0,0053
UJAE	37° 47' 15,94" N	3° 46' 54,22" W	527,7717	0,0006	-0,0001	-0,0025

Standard Deviations

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0045	0,0037	0,0098
CABR	0,0016	0,0013	0,0035
CRDB	0,0036	0,0030	0,0079
HULV	0,0048	0,0040	0,0106
HUOV	0,0059	0,0050	0,0130
LEBR	0,0038	0,0032	0,0086
MLGA	0,0055	0,0046	0,0121
OSUN	0,0033	0,0027	0,0071
PALC	0,0045	0,0037	0,0098
UJAE	0,0030	0,0025	0,0066

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

Station	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation (φ) [°]
AND2	-	-	0,0098	-
CABR	-	-	0,0035	-
CRDB	-	-	0,0079	-
HULV	-	-	0,0106	-
HUOV	-	-	0,0130	-
LEBR	-	-	0,0086	-
MLGA	-	-	0,0121	-
OSUN	-	-	0,0071	-
PALC	-	-	0,0098	-
UJAE	-	-	0,0066	-

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 (ψ) [°]
CABR	UJAE	0,0032	0,0026	0,0069	-51
CABR	OSUN	0,0033	0,0027	0,0072	-59
CABR	HUOV	0,0066	0,0055	0,0144	-85
CABR	PALC	0,0051	0,0042	0,0110	-73
CABR	CRDB	0,0036	0,0030	0,0080	41
CABR	LEBR	0,0041	0,0034	0,0092	-60
CABR	MLGA	0,0059	0,0049	0,0130	7
CABR	HULV	0,0052	0,0043	0,0114	-77
CABR	AND2	0,0048	0,0040	0,0105	-22

LEBR	HULV	0,0059	0,0049	0,0130	71
LEBR	OSUN	0,0051	0,0042	0,0113	-60
OSUN	MLGA	0,0066	0,0055	0,0143	54
PALC	HUOV	0,0071	0,0059	0,0155	76
UJAE	AND2	0,0054	0,0044	0,0117	45
UJAE	PALC	0,0053	0,0044	0,0115	89

External Reliability

Station	Component	Ext. Rel. [m]	Observation Type	Station	Target
AND2	EW	0,0196	DY of Baseline	CABR	AND2
	NS	0,0211	DZ of Baseline	CABR	AND2
	Height	0,0262	DX of Baseline	CABR	AND2
CABR	EW	-0,0037	DY of Baseline	CABR	MLGA
	NS	-0,0039	DZ of Baseline	CABR	MLGA
	Height	-0,0050	DX of Baseline	CABR	MLGA
CRDB	EW	0,0285	DY of Baseline	CABR	CRDB
	NS	0,0315	DZ of Baseline	CABR	CRDB
	Height	0,0386	DX of Baseline	CABR	CRDB
HULV	EW	0,0194	DY of Baseline	CABR	HULV
	NS	0,0209	DZ of Baseline	CABR	HULV
	Height	0,0261	DX of Baseline	CABR	HULV
HUOV	EW	0,0199	DY of Baseline	CABR	HUOV
	NS	0,0220	DZ of Baseline	CABR	HUOV
	Height	0,0276	DX of Baseline	CABR	HUOV
LEBR	EW	0,0162	DY of Baseline	CABR	LEBR
	NS	0,0178	DZ of Baseline	CABR	LEBR
	Height	0,0221	DX of Baseline	CABR	LEBR
MLGA	EW	0,0321	DY of Baseline	CABR	MLGA
	NS	0,0340	DZ of Baseline	CABR	MLGA
	Height	0,0435	DX of Baseline	CABR	MLGA
OSUN	EW	0,0082	DY of Baseline	CABR	OSUN
	NS	0,0090	DZ of Baseline	CABR	OSUN
	Height	0,0116	DX of Baseline	CABR	OSUN
PALC	EW	0,0101	DY of Baseline	CABR	PALC
	NS	0,0109	DZ of Baseline	CABR	PALC
	Height	0,0137	DX of Baseline	CABR	PALC
UJAE	EW	0,0091	DY of Baseline	CABR	UJAE
	NS	0,0100	DZ of Baseline	CABR	UJAE
	Height	0,0124	DX of Baseline	CABR	UJAE

Adjusted GNSS Observations

From Station	Target Point	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]	Res. ΔX [m]	Res. ΔY [m]	Res. ΔZ [m]
CABR	UJAE	-17.593,4390	58.129,3104	28.087,2264	0,0034	-0,0001	0,0012
CABR	OSUN	10.714,0509	-60.547,6079	-20.918,1354	-0,0072	0,0026	-0,0051
CABR	HUOV	16.495,2515	219.093,4755	-5.985,3048	-0,0103	-0,0056	-0,0068
CABR	PALC	-7.107,7853	132.506,5416	20.827,1227	-0,0046	0,0015	-0,0014
CABR	CRDB	-30.557,8965	-29.720,8579	35.742,2149	-0,0002	0,0003	-0,0001
CABR	LEBR	22.577,7387	-149.873,2663	-48.529,1011	-0,0068	0,0005	-0,0052
CABR	MLGA	49.768,2023	-4.851,9008	-66.880,8530	-0,0050	-0,0001	-0,0033
CABR	HULV	-9.560,2918	-220.615,8966	-16.829,7686	0,0173	0,0003	0,0135
CABR	AND2	-36.460,4875	37.549,3924	50.058,4158	-0,0026	0,0003	-0,0012
PALC	HUOV	23.603,0368	86.586,9339	-26.812,4274	0,0186	0,0099	0,0130
CABR	UJAE	-17.593,4390	58.129,3104	28.087,2264	0,0081	0,0038	0,0078
LEBR	HULV	-32.138,0305	-70.742,6303	31.699,3325	-0,0464	0,0005	-0,0368
UJAE	AND2	-18.867,0486	-20.579,9180	21.971,1894	0,0090	-0,0012	0,0043
OSUN	MLGA	39.054,1514	55.695,7071	-45.962,7175	0,0308	-0,0002	0,0208
UJAE	PALC	10.485,6537	74.377,2312	-7.260,1037	0,0156	0,0036	0,0087
CABR	CRDB	-30.557,8965	-29.720,8579	35.742,2149	0,0029	-0,0041	0,0016
OSUN	CABR	-10.714,0509	60.547,6079	20.918,1354	-0,0118	0,0062	-0,0079
LEBR	OSUN	-11.863,6877	89.325,6584	27.610,9657	0,0401	0,0049	0,0304

Adjusted GNSS Observations - continued

From Station	Target Point	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]	W-Test ΔX	W-Test ΔY	W-Test ΔZ	T-Test
CABR	UJAE	0,0060	0,0027	0,0047	0,78	0,08	-0,21	0,25
CABR	OSUN	0,0062	0,0028	0,0048	-0,64	0,98	-0,55	1,12
CABR	HUOV	0,0125	0,0055	0,0097	-0,86	-1,63	-0,35	1,46
CABR	PALC	0,0096	0,0042	0,0075	-0,44	0,31	0,15	0,12
CABR	CRDB	0,0069	0,0031	0,0054	-0,03	0,34	-0,02	0,04
CABR	LEBR	0,0080	0,0036	0,0061	-0,75	-0,14	-0,81	1,12

CABR	MLGA	0,0113	0,0051	0,0087	-0,67	-0,23	-0,33	0,47
CABR	HULV	0,0099	0,0045	0,0076	1,59	0,84	1,54	4,35
CABR	AND2	0,0091	0,0040	0,0071	-0,44	0,07	0,02	0,11
PALC	HUOV	0,0135	0,0059	0,0105	0,86	1,63	0,35	1,46
CABR	UJAE	0,0060	0,0027	0,0047	0,24	0,62	0,36	0,27
LEBR	HULV	0,0113	0,0051	0,0087	-1,59	-0,84	-1,54	4,35
UJAE	AND2	0,0101	0,0045	0,0079	0,44	-0,07	-0,02	0,11
OSUN	MLGA	0,0125	0,0056	0,0096	0,67	0,23	0,33	0,47
UJAE	PALC	0,0100	0,0044	0,0078	1,09	0,88	0,11	0,93
CABR	CRDB	0,0069	0,0031	0,0054	0,03	-0,34	0,02	0,04
OSUN	CABR	0,0062	0,0028	0,0048	-0,55	1,32	-0,39	1,16
LEBR	OSUN	0,0098	0,0044	0,0075	0,87	0,82	0,70	1,19

GNSS Baseline Vector Residuals

From Station	Target Point	Adj. Vector	Resid [m]	Resid [ppm]
CABR	UJAE	66.913,6616	0,0036	0,1
CABR	OSUN	64.948,9962	0,0092	0,1
CABR	HUOV	219.795,0596	0,0135	0,1
CABR	PALC	134.321,5293	0,0050	0,0
CABR	CRDB	55.629,3120	0,0004	0,0
CABR	LEBR	159.144,0351	0,0085	0,1
CABR	MLGA	83.507,2655	0,0059	0,1
CABR	HULV	221.463,3471	0,0220	0,1
CABR	AND2	72.423,5391	0,0029	0,0
PALC	HUOV	93.665,9316	0,0247	0,3
CABR	UJAE	66.913,6616	0,0118	0,2
LEBR	HULV	83.917,9386	0,0592	0,7
UJAE	AND2	35.527,9005	0,0100	0,3
OSUN	MLGA	82.096,3454	0,0372	0,5
UJAE	PALC	75.462,7760	0,0182	0,2
CABR	CRDB	55.629,3120	0,0053	0,1
OSUN	CABR	64.948,9962	0,0155	0,2
LEBR	OSUN	94.245,3487	0,0506	0,5

Testing and Estimated Errors

Observation Tests

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
ΔX	CABR	UJAE	0,0278 m	31	4,17	0,78	-	0,25
ΔY			0,0160 m	31	4,20	0,08	-	-
ΔZ			0,0221 m	30	4,24	-0,21	-	-
ΔX	CABR	OSUN	0,0273 m	39	3,47	-0,64	-	1,12
ΔY			0,0156 m	39	3,46	0,98	-	-
ΔZ			0,0214 m	39	3,47	-0,55	-	-
ΔX	CABR	HUOV	0,0582 m	32	4,12	-0,86	-	1,46
ΔY			0,0332 m	31	4,14	-1,63	-	-
ΔZ			0,0457 m	30	4,22	-0,35	-	-
ΔX	CABR	PALC	0,0413 m	50	2,79	-0,44	-	0,12
ΔY			0,0235 m	49	2,85	0,31	-	-
ΔZ			0,0325 m	49	2,83	0,15	-	-
ΔX	CABR	CRDB	0,0586 m	7	10,36	-0,03	-	0,04
ΔY			0,0340 m	7	10,46	0,34	-	-
ΔZ			0,0475 m	6	10,63	-0,02	-	-
ΔX	CABR	LEBR	0,0411 m	21	5,39	-0,75	-	1,12
ΔY			0,0238 m	21	5,40	-0,14	-	-
ΔZ			0,0323 m	20	5,53	-0,81	-	-
ΔX	CABR	MLGA	0,0703 m	14	6,95	-0,67	-	0,47
ΔY			0,0414 m	13	7,22	-0,23	-	-
ΔZ			0,0550 m	13	7,05	-0,33	-	-
ΔX	CABR	HULV	0,0493 m	24	4,97	1,59	0,0280 m	4,35
ΔY			0,0288 m	23	5,08	0,84	0,0086 m	-
ΔZ			0,0390 m	23	5,03	1,54	0,0215 m	-
ΔX	CABR	AND2	0,0478 m	21	5,38	-0,44	-	0,11
ΔY			0,0278 m	20	5,56	0,07	-	-
ΔZ			0,0383 m	20	5,49	0,02	-	-
ΔX	PALC	HUOV	0,0582 m	54	2,60	0,86	-	1,46
ΔY			0,0332 m	54	2,59	1,63	-	-
ΔZ			0,0457 m	55	2,56	0,35	-	-
ΔX	CABR	UJAE	0,0380 m	87	1,10	0,24	-	0,27
ΔY			0,0219 m	87	1,09	0,62	-	-

ΔZ			0,0303 m	87	1,08	0,36	-	-
ΔX	LEBR	HULV	0,0493 m	62	2,17	-1,59	-0,0280 m	4,35
ΔY			0,0288 m	64	2,12	-0,84	-0,0086 m	-
ΔZ			0,0390 m	64	2,12	-1,54	-0,0215 m	-
ΔX	UJAE	AND2	0,0478 m	71	1,80	0,44	-	0,11
ΔY			0,0278 m	72	1,74	-0,07	-	-
ΔZ			0,0383 m	72	1,76	-0,02	-	-
ΔX	OSUN	MLGA	0,0703 m	83	1,30	0,67	-	0,47
ΔY			0,0414 m	84	1,25	0,23	-	-
ΔZ			0,0550 m	83	1,29	0,33	-	-
ΔX	UJAE	PALC	0,0432 m	55	2,54	1,09	-	0,93
ΔY			0,0247 m	55	2,51	0,88	-	-
ΔZ			0,0342 m	56	2,51	0,11	-	-
ΔX	CABR	CRDB	0,0586 m	93	0,76	0,03	-	0,04
ΔY			0,0340 m	93	0,75	-0,34	-	-
ΔZ			0,0475 m	94	0,74	0,02	-	-
ΔX	OSUN	CABR	0,0289 m	69	1,87	-0,55	-	1,16
ΔY			0,0165 m	69	1,88	1,32	-	-
ΔZ			0,0226 m	69	1,87	-0,39	-	-
ΔX	LEBR	OSUN	0,0626 m	87	1,06	0,87	-	1,19
ΔY			0,0356 m	87	1,08	0,82	-	-
ΔZ			0,0488 m	88	1,06	0,70	-	-

Antenna Height Tests

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
CABR	UJAE	01/03/2022 00:59:42	0,0420 m	0,68	-
CABR	OSUN	01/03/2022 07:05:42	0,0410 m	-1,56	-
CABR	HUOV	01/03/2022 00:59:42	0,0868 m	-1,16	-
CABR	PALC	01/03/2022 00:59:42	0,0615 m	-0,40	-
CABR	CRDB	01/03/2022 00:59:42	0,0887 m	-0,11	-
CABR	LEBR	01/03/2022 00:59:42	0,0622 m	-1,83	-
CABR	MLGA	01/03/2022 00:59:42	0,1066 m	-1,16	-
CABR	HULV	01/03/2022 00:59:42	0,0747 m	3,57	0,0953 m
CABR	AND2	01/03/2022 00:59:42	0,0725 m	-0,51	-
PALC	HUOV	07/03/2022 00:59:42	0,0869 m	1,25	-
CABR	UJAE	07/03/2022 00:59:42	0,0578 m	0,61	-
LEBR	HULV	07/03/2022 00:59:42	0,0752 m	-3,53	-0,0949 m
UJAE	AND2	07/03/2022 00:59:42	0,0725 m	0,50	-
OSUN	MLGA	07/03/2022 00:59:42	0,1069 m	1,16	-
UJAE	PALC	07/03/2022 00:59:42	0,0646 m	1,30	-
CABR	CRDB	07/03/2022 00:59:42	0,0887 m	0,11	-
OSUN	CABR	07/03/2022 00:59:42	0,0434 m	-1,36	-
LEBR	OSUN	07/03/2022 00:59:42	0,0952 m	1,69	-

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: 27/08/2022 17:37:46

Project Details

General

Project Name: AragAnda_DIRARIO30s_flotante
 Owner: -
 Lead Surveyor: fran coves martinez
 Date Created: 27/08/2022 17:24:53
 Last Accessed: 27/08/2022 17:24:54
 Application: Infinity 3.0
 Software:

Customer Details

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

Master Coordinate System

Coordinate System Name: None
 Transformation Type: -
 Residual Distribution: -
 Ellipsoid: -
 Projection Type: -
 Geoid Model: -
 CSCS Model: -

Path: C:\Users\frans\OneDrive\Escritorio\TFG\PROYECTO EN LEICA\AragAnda_DIRARIO30s_flotante\AragAnda_DIRARIO30s_flotante.iprj
 Size: 127,8 MB
 Comments: -

Name: 08/27/2022 17:37:41
 Date/Time: 27/08/2022 17:37:42

Processing kernel: MOVE3 4.4.1

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

Source of Standard Deviation Settings - TPS: Individual

Source of Standard Deviation Settings - GNSS: Individual

Source of Standard Deviation Settings - Level: Individual

Source of Centring/Height Errors - TPS: Individual

Source of Centring/Height Errors - GNSS: Individual

Testing Criteria

Level of Significance (α , multi-dimensional): 0,43
 Level of Significance (α_0 , one-dimensional): 5.0%
 Power of Test ($1-\beta$): 80%

σ a-priori: 1,0
 σ 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
Total: 8

Observations

GNSS coordinate differences: 42 (14 baselines)
Total: 42

Unknowns

Coordinates: 24
Total: 24

Inner constraints: 3

Degrees of freedom: 21

Optimisation criterion $v'Pv$: 78,49238

σ a-posteriori: 1,933

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: **3,74**

Chi Square Test (95,0%)

Critical value lower bound: 0,49
 Critical value upper bound: 1,69
 Chi Square Test: **3,74**

Input data

Approximate Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Description
AND2	38° 02' 25,27" N	4° 01' 47,31" W	281,8113	Averaged
CRNA	41° 20' 10,59" N	1° 13' 17,54" W	646,9474	Averaged
HUOV	37° 24' 05,59" N	1° 56' 31,61" W	349,7812	Fixed PP
MUNI	41° 01' 49,04" N	0° 48' 26,63" W	852,4763	Averaged
PALC	37° 42' 08,38" N	2° 55' 56,61" W	914,4521	Fixed PP
SARR	40° 08' 25,50" N	0° 48' 43,16" W	1.039,1326	Averaged
UJAE	37° 47' 15,92" N	3° 46' 54,18" W	525,3465	Averaged
VRO1	40° 52' 24,96" N	0° 09' 21,59" E	539,1132	Averaged

Observations

From Station	Target Point	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]
PALC	CRNA	-251.406,1144	156.267,9277	311.048,5742	0,0035	0,0041	0,0027
PALC	AND2	-29.352,7064	-94.957,1537	29.231,2953	0,0028	0,0031	0,0020
PALC	MUNI	-228.261,1332	190.614,5623	285.605,8595	0,0035	0,0042	0,0027
PALC	SARR	-163.834,2063	189.315,2169	210.671,7779	0,0040	0,0045	0,0030
PALC	VRO1	-216.631,0989	271.671,6976	272.256,9606	0,0036	0,0042	0,0028

PALC	UJAE	-10.485,6487	-74.377,2340	7.260,1069	0,0030	0,0013	0,0023
PALC	HUOV	23.603,0391	86.586,9349	-26.812,4285	0,0025	0,0011	0,0020
PALC	CRNA	-251.406,1033	156.267,9243	311.048,5919	0,0034	0,0038	0,0026
HUOV	VRO1	-240.234,1473	185.084,7663	299.069,3857	0,0030	0,0034	0,0023
UJAE	AND2	-18.867,0373	-20.579,9221	21.971,1927	0,0086	0,0039	0,0069
HUOV	PALC	-23.603,0519	-86.586,9362	26.812,4120	0,0063	0,0028	0,0049
HUOV	SARR	-187.437,2582	102.728,2789	237.484,1998	0,0026	0,0031	0,0019
PALC	MUNI	-228.261,1274	190.614,5566	285.605,8708	0,0033	0,0040	0,0026
PALC	UJAE	-10.485,6693	-74.377,2345	7.260,0944	0,0032	0,0014	0,0025

Adjustment Results

Adjusted Coordinates

Station	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	Ellip. Height [m]	Corr WGS84 Lat [m]	Corr WGS84 Long [m]	Corr Height [m]
AND2	38° 02' 25,27" N	4° 01' 47,31" W	281,8131	0,0009	0,0003	0,0018
CRNA	41° 20' 10,59" N	1° 13' 17,54" W	646,9492	0,0009	0,0002	0,0018
HUOV	37° 24' 05,59" N	1° 56' 31,61" W	349,7886	0,0004	0,0005	0,0074
MUNI	41° 01' 49,04" N	0° 48' 26,63" W	852,4780	0,0008	0,0003	0,0017
PALC	37° 42' 08,38" N	2° 55' 56,61" W	914,4537	0,0009	0,0002	0,0017
SARR	40° 08' 25,50" N	0° 48' 43,16" W	1.039,1240	-0,0028	-0,0008	-0,0086
UJAE	37° 47' 15,92" N	3° 46' 54,18" W	525,3477	0,0014	0,0003	0,0012
VRO1	40° 52' 24,96" N	0° 09' 21,59" E	539,1061	-0,0022	-0,0007	-0,0071

Standard Deviations

Station	SD WGS84 Lat [m]	SD WGS84 Long [m]	SD Height [m]
AND2	0,0023	0,0043	0,0054
CRNA	0,0023	0,0049	0,0052
HUOV	0,0015	0,0020	0,0035
MUNI	0,0022	0,0051	0,0051
PALC	0,0009	0,0016	0,0020
SARR	0,0021	0,0046	0,0048
UJAE	0,0020	0,0021	0,0045
VRO1	0,0022	0,0047	0,0049

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

Station	Semi major (a) [m]	Semi minor (b) [m]	SD Height [m]	Orientation (φ) [°]
AND2	-	-	0,0054	-
CRNA	-	-	0,0052	-
HUOV	-	-	0,0035	-
MUNI	-	-	0,0051	-
PALC	-	-	0,0020	-
SARR	-	-	0,0048	-
UJAE	-	-	0,0045	-
VRO1	-	-	0,0049	-

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 (ψ) [°]
HUOV	VRO1	0,0051	0,0024	0,0054	62
HUOV	SARR	0,0050	0,0021	0,0050	70
PALC	CRNA	0,0054	0,0024	0,0055	68
PALC	AND2	0,0047	0,0025	0,0059	-23
PALC	MUNI	0,0056	0,0023	0,0054	62
PALC	SARR	0,0051	0,0025	0,0057	54
PALC	VRO1	0,0052	0,0025	0,0057	51
PALC	UJAE	0,0022	0,0018	0,0048	-90
PALC	HUOV	0,0019	0,0019	0,0043	-58
UJAE	AND2	0,0048	0,0032	0,0073	-55

External Reliability

Station	Component	Ext. Rel. [m]	Observation Type	Station	Target
AND2	EW	0,0144	DY of Baseline	PALC	AND2
	NS	0,0195	DZ of Baseline	PALC	AND2
	Height	0,0237	DX of Baseline	PALC	AND2
CRNA	EW	0,0139	DY of Baseline	PALC	CRNA
	NS	-0,0060	DX of Baseline	PALC	CRNA
	Height	0,0067	DX of Baseline	PALC	CRNA
HUOV	EW	0,0078	DY of Baseline	PALC	HUOV
	NS	0,0038	DZ of Baseline	PALC	HUOV

	Height	0,0051	DX of Baseline	PALC	HUOV
MUNI	EW	0,0142	DY of Baseline	PALC	MUNI
	NS	-0,0059	DX of Baseline	PALC	MUNI
	Height	0,0067	DX of Baseline	PALC	MUNI
PALC	EW	-0,0031	DY of Baseline	PALC	HUOV
	NS	-0,0030	DZ of Baseline	PALC	AND2
	Height	-0,0037	DX of Baseline	PALC	AND2
SARR	EW	0,0175	DY of Baseline	HUOV	SARR
	NS	-0,0072	DX of Baseline	HUOV	SARR
	Height	0,0087	DX of Baseline	HUOV	SARR
UJAE	EW	0,0043	DY of Baseline	PALC	UJAE
	NS	0,0048	DZ of Baseline	PALC	UJAE
	Height	0,0059	DX of Baseline	PALC	UJAE
VRO1	EW	0,0153	DY of Baseline	HUOV	VRO1
	NS	-0,0063	DX of Baseline	HUOV	VRO1
	Height	0,0073	DX of Baseline	HUOV	VRO1

Adjusted GNSS Observations

From Station	Target Point	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]	Res. ΔX [m]	Res. ΔY [m]	Res. ΔZ [m]
PALC	CRNA	-251.406,1085	156.267,9258	311.048,5836	-0,0059	0,0019	-0,0094
PALC	AND2	-29.352,7053	-94.957,1544	29.231,2953	-0,0010	0,0007	-0,0001
PALC	MUNI	-228.261,1302	190.614,5594	285.605,8654	-0,0030	0,0029	-0,0059
PALC	SARR	-163.834,2119	189.315,2147	210.671,7754	0,0056	0,0022	0,0025
PALC	VRO1	-216.631,1015	271.671,6998	272.256,9604	0,0026	-0,0021	0,0002
PALC	UJAE	-10.485,6589	-74.377,2342	7.260,1013	0,0102	0,0002	0,0056
PALC	HUOV	23.603,0440	86.586,9350	-26.812,4254	-0,0049	-0,0001	-0,0031
PALC	CRNA	-251.406,1085	156.267,9258	311.048,5836	0,0052	-0,0016	0,0083
HUOV	VRO1	-240.234,1454	185.084,7648	299.069,3859	-0,0018	0,0016	-0,0002
UJAE	AND2	-18.867,0464	-20.579,9202	21.971,1941	0,0091	-0,0018	-0,0014
HUOV	PALC	-23.603,0440	-86.586,9350	26.812,4254	-0,0079	-0,0012	-0,0134
HUOV	SARR	-187.437,2559	102.728,2798	237.484,2008	-0,0023	-0,0009	-0,0010
PALC	MUNI	-228.261,1302	190.614,5594	285.605,8654	0,0028	-0,0027	0,0054
PALC	UJAE	-10.485,6589	-74.377,2342	7.260,1013	-0,0104	-0,0004	-0,0068

Adjusted GNSS Observations - continued

From Station	Target Point	SD ΔX [m]	SD ΔY [m]	SD ΔZ [m]	W-Test ΔX	W-Test ΔY	W-Test ΔZ	T-Test
PALC	CRNA	0,0047	0,0054	0,0036	0,62	0,15	-2,21	2,10
PALC	AND2	0,0052	0,0047	0,0037	-0,83	0,19	0,62	0,26
PALC	MUNI	0,0046	0,0056	0,0036	0,62	0,40	-1,55	0,99
PALC	SARR	0,0049	0,0051	0,0037	0,82	0,39	-0,12	0,36
PALC	VRO1	0,0050	0,0052	0,0038	0,64	-0,29	-0,41	0,18
PALC	UJAE	0,0041	0,0018	0,0032	1,81	0,44	0,25	2,18
PALC	HUOV	0,0037	0,0019	0,0028	-0,93	-0,28	-0,36	0,84
PALC	CRNA	0,0047	0,0054	0,0036	-0,62	-0,15	2,21	2,10
HUOV	VRO1	0,0047	0,0051	0,0036	-0,64	0,29	0,41	0,18
UJAE	AND2	0,0064	0,0048	0,0048	0,83	-0,19	-0,62	0,26
HUOV	PALC	0,0037	0,0019	0,0028	0,31	-0,28	-1,34	0,79
HUOV	SARR	0,0043	0,0050	0,0033	-0,82	-0,39	0,12	0,36
PALC	MUNI	0,0046	0,0056	0,0036	-0,62	-0,40	1,55	0,99
PALC	UJAE	0,0041	0,0018	0,0032	-1,44	-0,51	-0,53	1,87

GNSS Baseline Vector Residuals

From Station	Target Point	Adj. Vector	Resid [m]	Resid [ppm]
PALC	CRNA	429.390,1692	0,0113	0,0
PALC	AND2	103.599,7640	0,0013	0,0
PALC	MUNI	412.319,9779	0,0072	0,0
PALC	SARR	327.207,1156	0,0065	0,0
PALC	VRO1	441.427,6827	0,0033	0,0
PALC	UJAE	75.462,7794	0,0117	0,2
PALC	HUOV	93.665,9338	0,0058	0,1
PALC	CRNA	429.390,1692	0,0099	0,0
HUOV	VRO1	425.924,0688	0,0024	0,0
UJAE	AND2	35.527,9035	0,0094	0,3
HUOV	PALC	93.665,9338	0,0156	0,2
HUOV	SARR	319.506,7605	0,0027	0,0
PALC	MUNI	412.319,9779	0,0067	0,0
PALC	UJAE	75.462,7794	0,0124	0,2

Testing and Estimated Errors

Observation Tests

	Station	Target	MDB	Red	BNR	W-Test	Est Error	T-Test
ΔX	PALC	CRNA	0,0196 m	52	2,65	0,62	0,0044 m	2,10
ΔY			0,0300 m	53	2,63	0,15	0,0016 m	-
ΔZ			0,0152 m	54	2,62	-2,21	-0,0120 m	-
ΔX	PALC	AND2	0,0387 m	9	9,11	-0,83	-	0,26
ΔY			0,0272 m	39	3,56	0,19	-	-
ΔZ			0,0307 m	7	10,28	0,62	-	-
ΔX	PALC	MUNI	0,0192 m	53	2,64	0,62	-	0,99
ΔY			0,0309 m	53	2,65	0,40	-	-
ΔZ			0,0148 m	52	2,66	-1,55	-	-
ΔX	PALC	SARR	0,0207 m	58	2,39	0,82	-	0,36
ΔY			0,0300 m	66	2,01	0,39	-	-
ΔZ			0,0158 m	58	2,40	-0,12	-	-
ΔX	PALC	VRO1	0,0207 m	49	2,83	0,64	-	0,18
ΔY			0,0295 m	59	2,35	-0,29	-	-
ΔZ			0,0159 m	50	2,82	-0,41	-	-
ΔX	PALC	UJAE	0,0176 m	50	2,77	1,81	0,0113 m	2,18
ΔY			0,0102 m	48	2,89	0,44	0,0016 m	-
ΔZ			0,0139 m	49	2,83	0,25	0,0012 m	-
ΔX	PALC	HUOV	0,0159 m	44	3,13	-0,93	-	0,84
ΔY			0,0135 m	20	5,67	-0,28	-	-
ΔZ			0,0122 m	44	3,13	-0,36	-	-
ΔX	PALC	CRNA	0,0196 m	48	2,97	-0,62	-0,0044 m	2,10
ΔY			0,0300 m	47	2,99	-0,15	-0,0016 m	-
ΔZ			0,0152 m	46	2,99	2,21	0,0120 m	-
ΔX	HUOV	VRO1	0,0207 m	33	4,00	-0,64	-	0,18
ΔY			0,0295 m	38	3,60	0,29	-	-
ΔZ			0,0159 m	33	4,02	0,41	-	-
ΔX	UJAE	AND2	0,0387 m	85	1,17	0,83	-	0,26
ΔY			0,0272 m	58	2,40	-0,19	-	-
ΔZ			0,0307 m	88	1,05	-0,62	-	-
ΔX	HUOV	PALC	0,0271 m	91	0,90	0,31	-	0,79
ΔY			0,0160 m	87	1,08	-0,28	-	-
ΔZ			0,0214 m	91	0,87	-1,34	-	-
ΔX	HUOV	SARR	0,0207 m	25	4,91	-0,82	-	0,36
ΔY			0,0300 m	31	4,23	-0,39	-	-
ΔZ			0,0158 m	24	4,94	0,12	-	-
ΔX	PALC	MUNI	0,0192 m	47	2,97	-0,62	-	0,99
ΔY			0,0309 m	47	2,96	-0,40	-	-
ΔZ			0,0148 m	48	2,95	1,55	-	-
ΔX	PALC	UJAE	0,0177 m	55	2,53	-1,44	-	1,87
ΔY			0,0103 m	55	2,52	-0,51	-	-
ΔZ			0,0140 m	57	2,49	-0,53	-	-

Antenna Height Tests

Station	Target	Date/Time	Antenna MDB	Antenna W-Test	Est. Antenna Error
PALC	CRNA	01/03/2022 00:59:42	0,0305 m	-1,96	-0,0214 m
PALC	AND2	01/03/2022 00:59:42	0,0581 m	-0,28	-
PALC	MUNI	01/03/2022 00:59:42	0,0298 m	-1,17	-
PALC	SARR	01/03/2022 00:59:42	0,0319 m	0,84	-
PALC	VRO1	01/03/2022 00:59:42	0,0319 m	0,29	-
PALC	UJAE	01/03/2022 00:59:42	0,0265 m	2,40	0,0227 m
PALC	HUOV	01/03/2022 00:59:42	0,0240 m	-1,53	-
PALC	CRNA	07/03/2022 00:59:42	0,0305 m	1,96	0,0214 m
HUOV	VRO1	07/03/2022 00:59:42	0,0319 m	-0,29	-
UJAE	AND2	07/03/2022 00:59:42	0,0582 m	0,29	-
HUOV	PALC	07/03/2022 00:59:42	0,0412 m	-1,16	-
HUOV	SARR	07/03/2022 00:59:42	0,0319 m	-0,85	-
PALC	MUNI	07/03/2022 00:59:42	0,0298 m	1,17	-
PALC	UJAE	07/03/2022 00:59:42	0,0267 m	-2,29	-0,0218 m