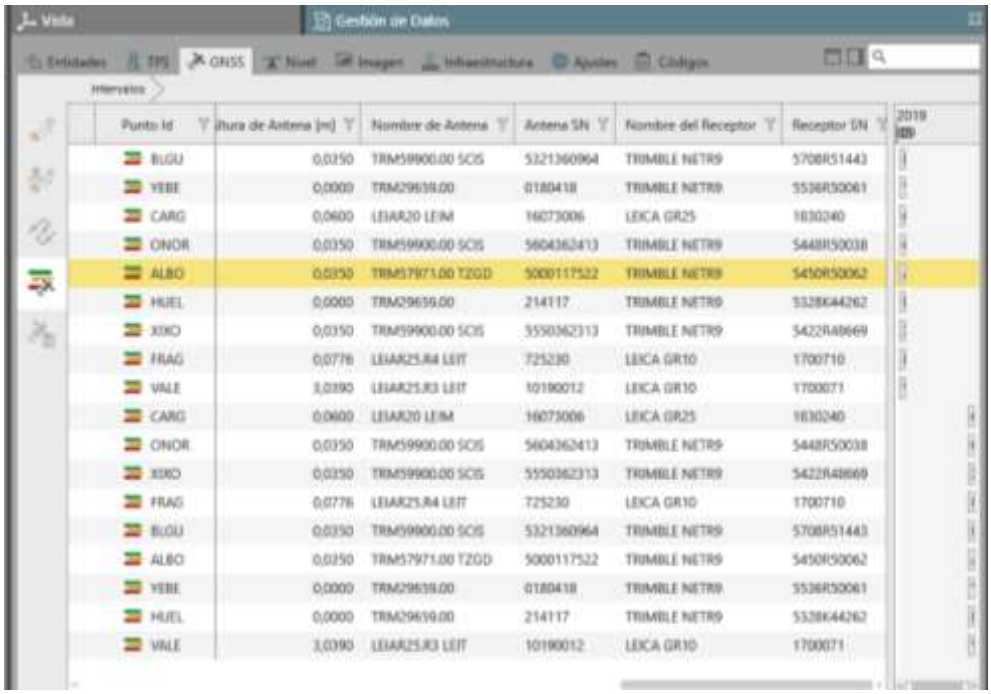
1.1 COMPROBACIÓN DE ANTENAS

Deberemos asegurarnos de que disponemos en Leica Infinity de todas las calibraciones de antenas necesarias para realizar el postproceso. Para ello en primer lugar nos fijamos en la columna “Nombre de Antena” que contendrá los datos que se han leído de la cabecera de los ficheros RINEX.



Punto Id	Altura de Antena (m)	Nombre de Antena	Antena SN	Nombre del Receptor	Receptor SN
BLGU	0,0350	TRM59900.00 SCIS	5321360964	TRIMBLE NETR9	5708R51443
YEBE	0,0000	TRM29659.00	0180418	TRIMBLE NETR9	5536R50061
CARG	0,0600	LEIAR20 LEIM	16073006	LEICA GR25	1830240
ONOR	0,0350	TRM59900.00 SCIS	5604362413	TRIMBLE NETR9	5448R50038
ALBO	0,0350	TRM57971.00 TZGD	5000117522	TRIMBLE NETR9	5450R50062
HUEL	0,0000	TRM29659.00	214117	TRIMBLE NETR9	5528K44262
XIXO	0,0350	TRM59900.00 SCIS	5550362313	TRIMBLE NETR9	5422R48669
FRAG	0,0776	LEIAR25.R4 LEIT	725230	LEICA GR10	1700710
VALE	3,0390	LEIAR25.R3 LEIT	10190012	LEICA GR10	1700071
CARG	0,0600	LEIAR20 LEIM	16073006	LEICA GR25	1830240
ONOR	0,0350	TRM59900.00 SCIS	5604362413	TRIMBLE NETR9	5448R50038
XIXO	0,0350	TRM59900.00 SCIS	5550362313	TRIMBLE NETR9	5422R48669
FRAG	0,0776	LEIAR25.R4 LEIT	725230	LEICA GR10	1700710
BLGU	0,0350	TRM59900.00 SCIS	5321360964	TRIMBLE NETR9	5708R51443
ALBO	0,0350	TRM57971.00 TZGD	5000117522	TRIMBLE NETR9	5450R50062
YEBE	0,0000	TRM29659.00	0180418	TRIMBLE NETR9	5536R50061
HUEL	0,0000	TRM29659.00	214117	TRIMBLE NETR9	5528K44262
VALE	3,0390	LEIAR25.R3 LEIT	10190012	LEICA GR10	1700071

Figura 2.1. Lista de observables donde se puede observar el “Nombre de Antena”

Para comprobar si tenemos correcciones de todas las antenas y viendo los nombres, abrimos la ventana “Gestión GNSS” que encontramos en la pestaña “Procesar” > GNSS > GESTIÓN GNSS, como se muestra en la Figura 2.2.

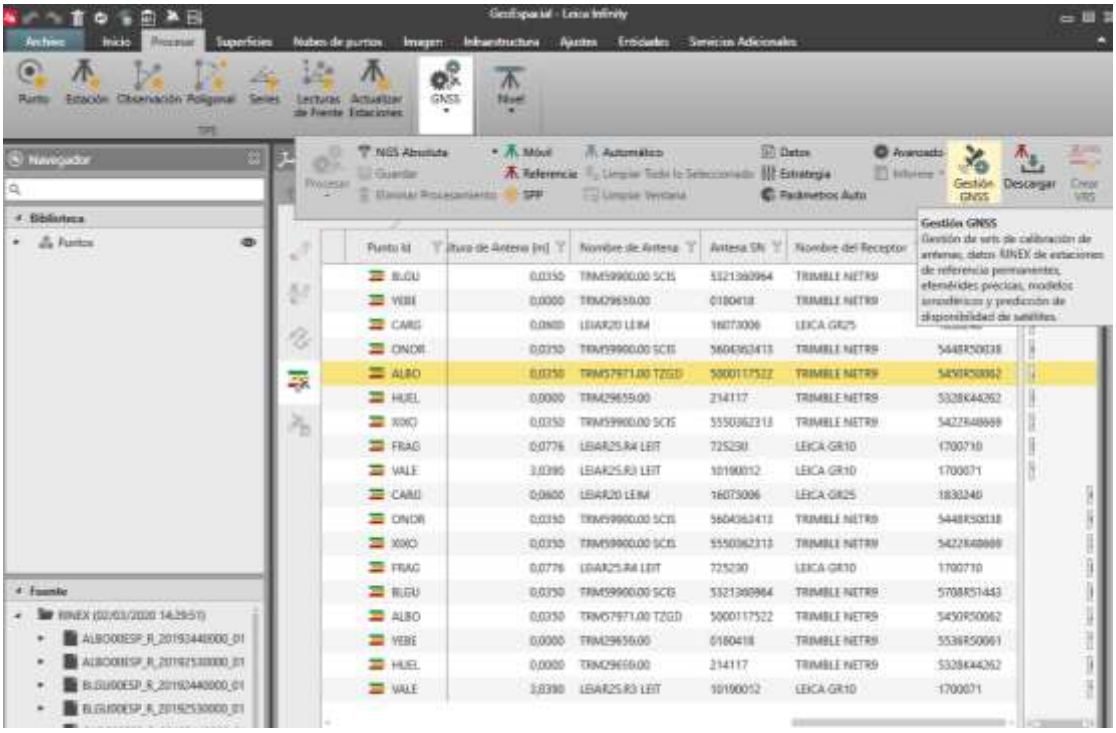


Figura 2.2. Acceso al menú “Gestión GNSS”

Una vez en el menú “Gestión GNSS” (), en la caja de texto de búsqueda escribimos el nombre de la primera antena que participa en el cálculo (TRM59900.00 SCIS), la elegimos de uno de los sets y la añadimos a un nuevo set de calibraciones (Figura 2.3) que llamaremos “Espacial” (Figura 2.4).

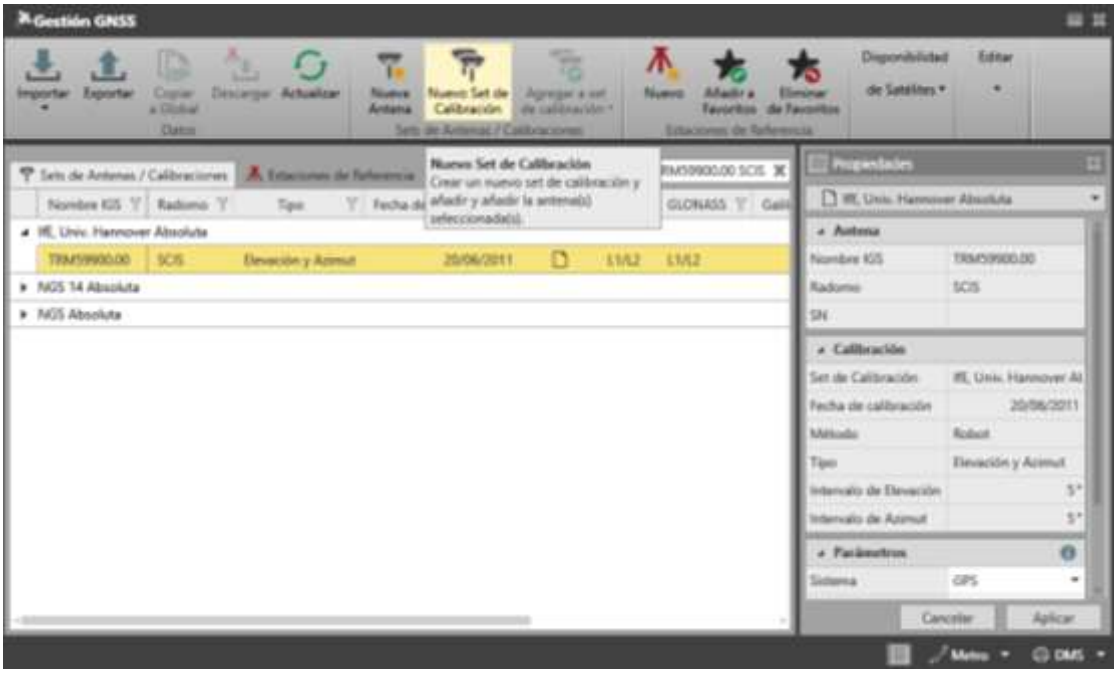


Figura 2.3. Creación de un nuevo set de calibración I

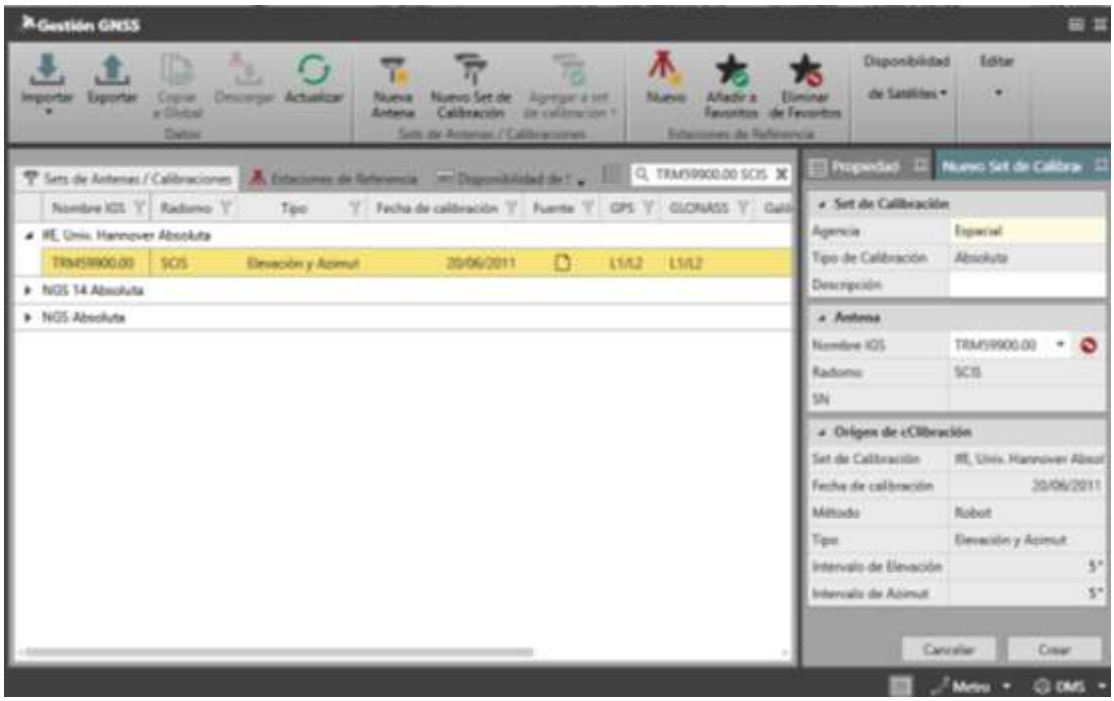


Figura 2.4. Creación de un nuevo set de calibración II

Y repetiremos la operación con todas las antenas que necesitemos para nuestro proyecto. Lo habitual es que haya antenas repetidas, por lo que, aunque en el proyecto ejemplo tenemos nueve estaciones permanentes, solo tenemos seis antenas diferentes, como se muestra en la

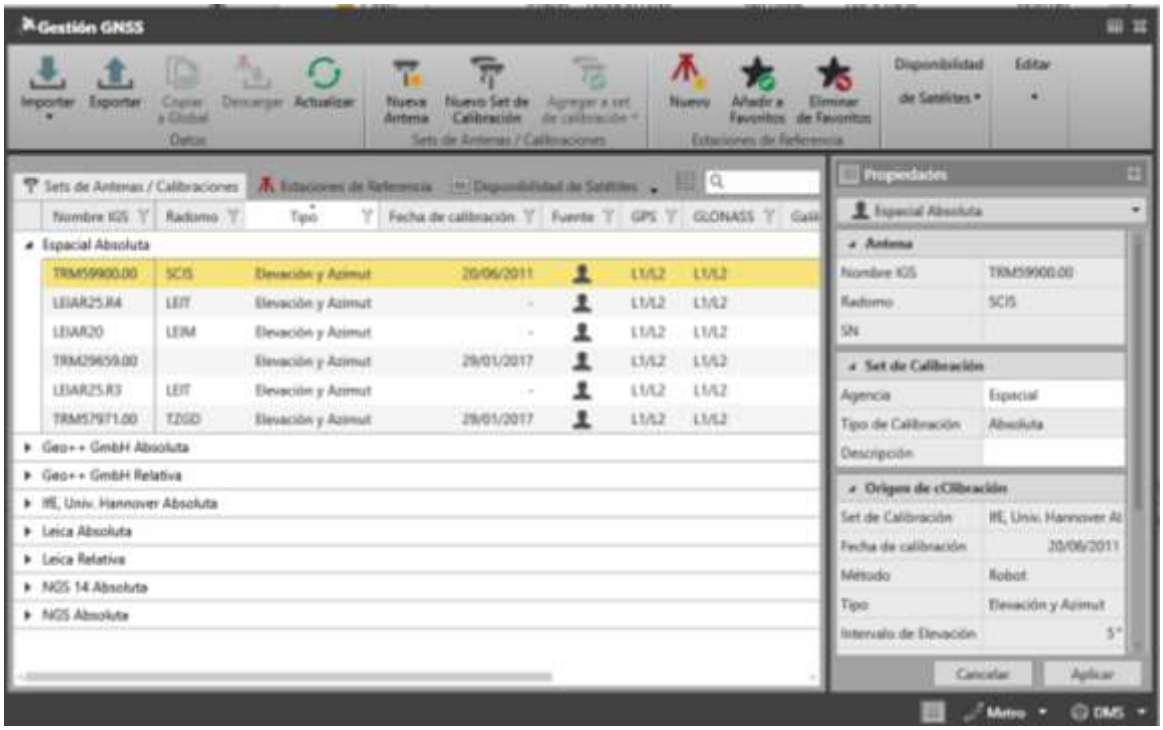


Figura 2.5. Set de calibración de antenas creado para el proyecto

1.2 PROCESADO DE LAS LÍNEAS

Una vez introducidos los datos, vamos a procesar las líneasbases que creamos necesarias para la compensación de nuestra red.

Para ello, utilizaremos la pestaña de “Gestión de datos” en vez de la de “Vista” y dentro de esta “GNSS”. Ahí podremos ver las observaciones con las que contamos, como se puede ver en la Figura 2.6.

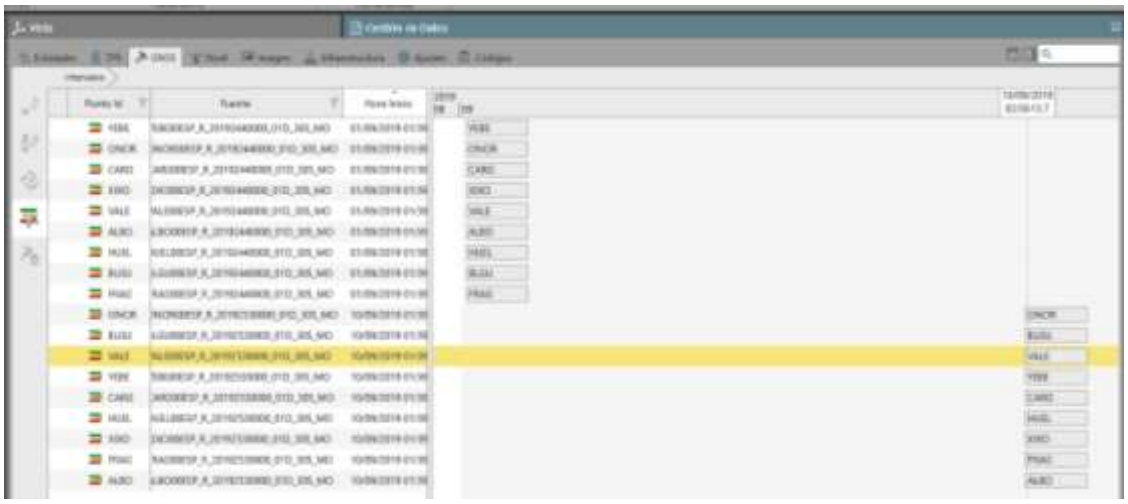


Figura 2.6. Observaciones disponibles

Antes de procesar, deberemos configurar los parámetros de procesamiento. Para esto, utilizaremos la pestaña “Procesar”.

1.2.1 CONFIGURACIÓN DE DATOS

En primer lugar, abriremos la ventana de “Datos”, como se muestra en la Figura 2.7.

Figura 2.7. Apertura de la ventana de Configuración de los datos.

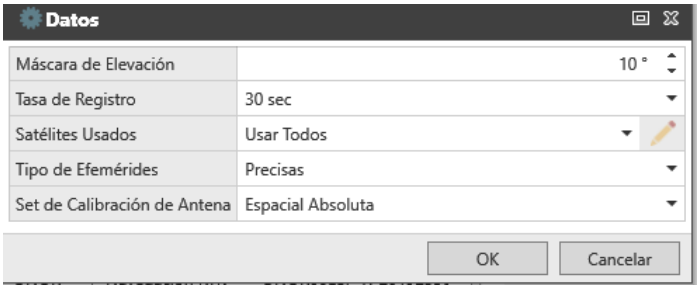


Figura 2.8. Ventana de elección de datos

En la ventana “Datos” podremos configurar (Figura 2.8):

1.2.1.1 Máscara de elevación

El valor por defecto del sistema es 10°. Se puede incrementar la máscara de elevación para evitar el ruido de los satélites con menor elevación. Esto resulta útil si existen problemas al resolver las ambigüedades para determinar una solución de fase fija.

1.2.1.2 Tasa de registro

Se trata del intervalo de muestreo. El valor predeterminado es ‘usar todos’ los datos registrados.

Se puede incrementar el intervalo de muestreo para usar solo subconjuntos de todos los datos registrados, esto reduce el tamaño del archivo de datos. Por otro lado, disminuir el intervalo de muestreo es útil para incrementar el número de datos y reducir el tiempo de procesamiento.

1.2.1.3 Satélites usados

El valor predeterminado del sistema es ‘usar todos’ los satélites disponibles.

Es posible elegir ‘Selección manual’ y pulsar sobre el icono de la derecha para deseleccionar los satélites no saludables o que no queramos procesar por alguna razón. Los satélites inactivos se desactivan de forma predeterminada.

Para habilitar/inhabilitar totalmente constelaciones completas, acceder a Info y ajustes > Procesamiento de datos > GNSS y seleccionar/deseleccionar los Sistemas de satélites en la sección de datos.

1.2.1.4 Tipo de efemérides

El valor predeterminado del sistema efemérides ‘transmitidas’. Para usar las efemérides ‘Precisas’ será imprescindible importar el archivo *.sp3 de algún organismo que lo proporcione. Si la fecha del archivo de efemérides no coincide con la fecha de procesamiento, Leica Infinity cambia automáticamente a ‘Transmitidas’.

1.2.1.5 Set de calibración de antena

Aquí encontraremos varios sets disponibles, incluidos los que hayamos creado manualmente.

El enlace al vídeo donde se explica la configuración de datos de procesamiento es:

https://media.upv.es/player/?id=96204e90-6ebf-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.2.2 ESTRATEGIA DE PROCESAMIENTO

Continuaremos definiendo la estrategia de procesamiento, accediendo a la ventana como se indica en la Figura 2.9.

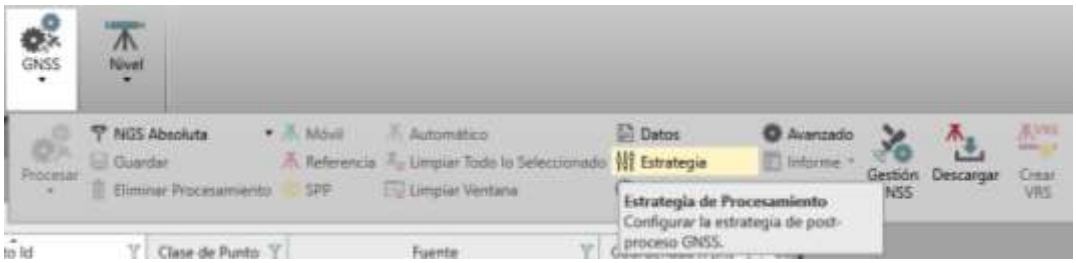


Figura 2.9. Acceso a la ventana de “Estrategia”

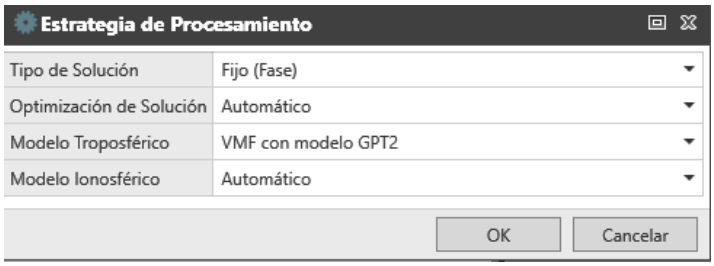


Figura 2.10. Elección de la estrategia de procesamiento.

En esta ventana tenemos diferentes opciones, como se muestra en la Figura 2.10.

1.2.2.1 Tipo de solución

En la Figura 2.11 vemos las opciones que podemos elegir para definir el tipo de solución que debe generar el motor de procesamiento.

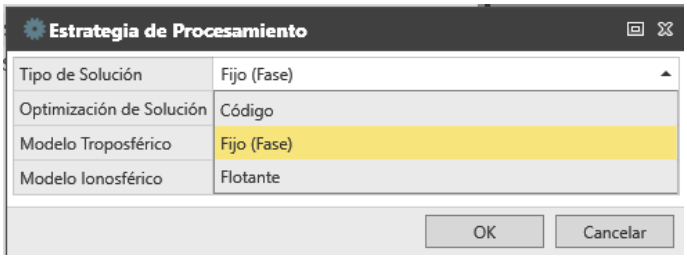


Figura 2.11. Tipos de solución

Por defecto, el parámetro recomendado para el sistema es “Fijo (Fase)” cuando el procesamiento intenta fijar las ambigüedades.

Para líneasbases en las cuales la solución de fase fija no es fiable, el tipo de solución cambiará automáticamente a Flotante.

Es recomendable seleccionar ‘Flotante’ al procesar líneas base muy largas y cuando existan periodos largos de observación, entonces el sistema no intentará resolver las ambigüedades.

Si en los Parámetros de los datos se ha elegido procesar una solución de frecuencia simple, el sistema procesará soluciones flotantes ‘solo L1’, ‘solo B1’ o ‘solo E1’.

Se puede seleccionar ‘Código’ para calcular una solución solo de código cuando sea suficiente obtener resultados de baja precisión.

1.2.2.2 Optimización de solución

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las opciones disponibles para definir cómo el motor de procesamiento debe considerar los errores debido a factores troposféricos y ionosféricos.

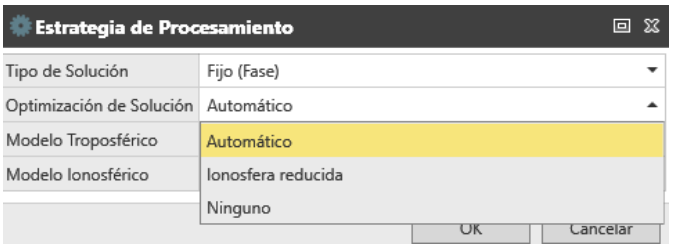


Figura 2.12. Optimización de la solución

Por defecto, el parámetro recomendado para el sistema es 'Automático', el cual permite al motor de procesamiento determinar cuándo calcular una combinación lineal, que automáticamente usa la mejor combinación de frecuencias. Los datos de entrada se evalúan durante el procesamiento y se toman en cuenta los efectos de la ionosfera. Cuando el motor de procesamiento determina que la fiabilidad de la solución es mayor cuando se usa una combinación lineal, entonces automáticamente se considera para la solución. Para la constelación GPS, el sistema puede calcular una solución libre de ionósfera en tres frecuencias (si L1, L2 y L5 están disponibles). Para cambiar las frecuencias que se usarán, acceder a Parámetros avanzados.

Es posible configurarlo como 'Iono Reducida' para forzar al motor de procesamiento a intentar siempre una solución de combinación lineal. Para líneas base mayores de 15km (valor por defecto del sistema que es posible cambiarlo en los Parámetros avanzados) o si existen condiciones ionosféricas con ruido, el sistema calcula automáticamente una solución de combinación lineal libre de ionósfera.

Se puede también configurar como Ninguno si no se desea que el procesamiento considere una combinación lineal para la solución, entonces, el motor de procesamiento usará el modelo ionosférico seleccionado para aplicarlo durante el procesamiento.

1.2.2.3 Modelo Troposférico

Las posibilidades para configurar el modelo troposférico a utilizar se muestran en la Figura 2.13.

Por defecto, el parámetro recomendado para el sistema es VMF con GPT2. Para línea base largas o líneas base con una gran diferencia en altura, se recomienda seleccionar Calculado. Las variaciones del retraso troposférico cenital entre la base y el móvil se calcularán de época a época.

Figura 2.13. Modelo troposférico

1.2.2.4 Modelo Ionosférico

En la Figura 2.14 se muestran las opciones disponibles.

Figura 2.14. Modelo ionosférico

Por defecto, el parámetro recomendado para el sistema es Automático.

Si se cuenta por lo menos con 45min. de datos estáticos de doble frecuencia medidos en la estación base, el sistema seleccionará Calculado. El modelo calculado se ajustará mejor a las observaciones.

Si existen menos de 45 minutos de datos disponibles, automáticamente cambiará a Ninguno. Solo se debe elegir Ninguno cuando se tenga la seguridad de que la actividad ionosférica será baja.

También se puede usar un modelo global/regional si se tiene disponible. Es posible importar archivos ionosféricos a través de la Gestión GNSS. En caso de elegir esta opción, pero no estar disponible dicho archivo, el sistema automáticamente cambiará a la opción "Ninguno".

El vídeo demostrativo de la configuración de la Estrategia de Procesamiento se puede ver en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=d1e0c900-6ebf-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.2.3 CONFIGURACIÓN AVANZADA

También el programa permite realizar una configuración avanzada, a la que se accede como se muestra en la Figura 2.15

Figura 2.15. Acceso a configuración avanzada

Las opciones disponibles se exponen a continuación.

1.2.3.1 Estrategia avanzada de autoprocesamiento. Frecuencia

El valor por defecto del sistema es Automático. En este caso se usarán todas las frecuencias disponibles. Es decir, si están disponibles se usan frecuencias triples.

El sistema usará las frecuencias seleccionadas solo para las constelaciones habilitadas en Info y Ajustes > Procesamiento de datos > GNSS , es decir, para usar Galileo E5a E5b E5ab, es necesario habilitar por teclado la constelación Galileo. Seleccionar Galileo en la sección Datos en Sistemas de satélites.

Si la opción multi frecuencia no está disponible, el sistema automáticamente procesará una solución de frecuencia individual. Para los usuarios que cuentan con la opción Procesamiento de frecuencia simple, por defecto solo se usa ‘L1/B1/E1”.

1.2.3.2 Estrategia avanzada de autoprocesamiento. Frecuencia que se usará en Iono reducida

Este parámetro estará activo solo al configurar la Optimización de solución como 'Iono reducido' en Parámetros de procesamiento. El valor por defecto del sistema es Automático Leica Infinity encontrará la mejor combinación de frecuencias que se usarán en el cálculo libre de ionosfera.

Para excluir L2/B2 (GPS, Glonass y Beidou) o L5 (GPS) de la combinación lineal libre de ionosfera, se deberán seleccionar las opciones correspondientes.

Para GPS, es posible usar una solución de triple frecuencia libre de ionosfera.

1.2.3.3 Estrategia avanzada de autoprocesamiento. Dist. mínima para Iono reducida

Por defecto, una solución con ionosfera reducida solo se usará para líneas base mayores de 15km. Es posible adaptar el valor para obligar al sistema a calcular una solución con ionosfera reducida aún para líneas base más cortas.

Si en los parámetros está configurada como “Iono reducida” la estrategia “Optimización para la solución”, el motor de procesamiento siempre intentará una solución de combinación lineal independiente de la longitud de la línea base.

1.2.3.4 Estrategia avanzada de autoprocesamiento. Posibilidad de fijar ambigüedades hasta

El valor por defecto del sistema es 300km. Define la longitud máxima de una línea base para la cual el sistema intentará resolver las ambigüedades. Para líneas base mayores al límite, se calculará una solución flotante. Si desea asegurar una mayor precisión y fiabilidad, es posible introducir un valor menor.

1.2.3.5 Estrategia avanzada de autoprocesamiento. Tiempo mín. para soluciones flotantes (estático)

El valor por defecto del sistema es 5 min. Este valor define el tiempo por debajo del cual no se permitirá el cálculo de una solución flotante para intervalos estáticos, ya que para intervalos menores de observación una solución flotante puede no resultar lo suficientemente precisa. En caso de que no sea posible resolver las ambigüedades, el motor de procesamiento calculará una solución solo de código para intervalos por debajo del límite.

1.2.3.6 Estrategia avanzada de autoprocesamiento. Permitir solucionar en modo Widelane

Por defecto, este parámetro queda activado. Permite que la solución calculada también pueda ser una solución Widelane fija que se aplica principalmente con datos difíciles y en líneasbases generalmente cortas (<50km).

1.2.3.7 Herramientas de análisis. Salida de Procesar y analizar

En este apartado se puede establecer el tipo de salida para el modo Procesar y analizar. Los productos del análisis se muestran en el visor de análisis de resultados GNSS. Las opciones disponibles se muestran en la Figura 2.16.

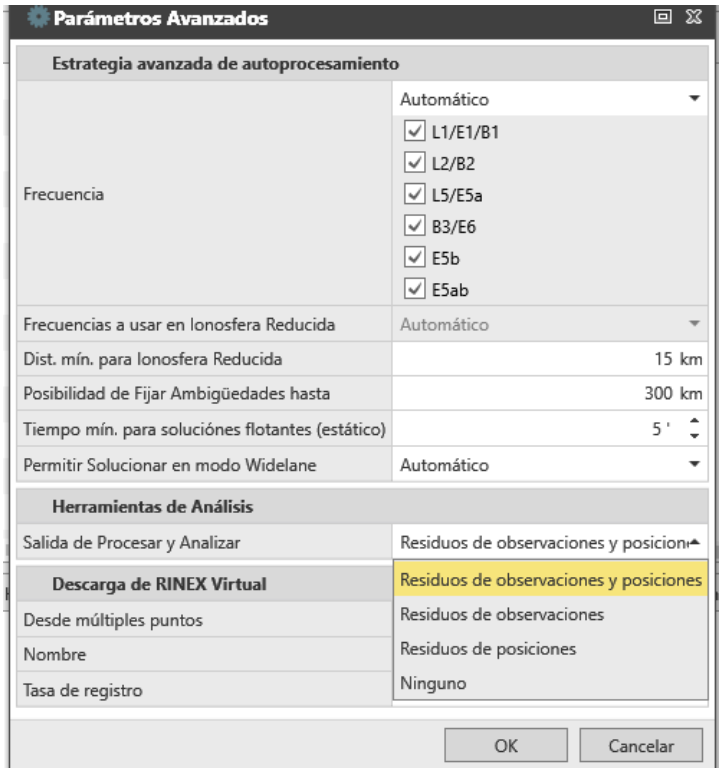


Figura 2.16. Herramientas de análisis

Los residuos de observación se pueden usar para analizar el ruido de la solución en el dominio de las observaciones. Los residuos de posición ayudan a analizar el ruido de la solución estática en el dominio de las posiciones. Los residuos de posición se calculan al procesar datos estáticos en modo cinemático.

Se deberá elegir "Residuos de observación y posición" para efectuar un análisis completo y profundo de los datos.

1.2.3.8 Descarga de RINEX virtual. Desde múltiples puntos

Este parámetro se aplica cuando el usuario crea una VRS (Virtual Reference Station) a partir de múltiples intervalos con diferentes posiciones.

En general se deberá seleccionar "Crear una VRS en medio" al trabajar con datos crudos registrados en un área pequeña (cientos de metros). Infinity crea una VRS, cuya ubicación es el promedio de los puntos.

Seleccionar “Crear una VRS para cada punto” se utilizará al trabajar con datos crudos registrados en un área grande (kilómetros). Infinity crea una VRS cerca de cada punto.

1.2.3.9 Descarga de RINEX virtual. Nombre

Es el espacio fijado para definir el nombre que se asignará al intervalo para la estación de referencia virtual.

1.2.3.10 Descarga de RINEX virtual. Tasa de registro

En este apartado se define el intervalo de muestreo para la observación de la estación de referencia virtual. Por defecto (Automático), Infinity usa el intervalo de muestreo de los intervalos GNSS a partir del cual se genera la VRS.

En el siguiente enlace se puede ver el proceso de configuración de los parámetros Avanzados de procesamiento:

https://media.upv.es/player/?id=58059070-6ebf-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.2.4 PROCESAMIENTO AUTOMÁTICO. PARÁMETROS.

Definamos ahora los parámetros de procesamiento automático para el post-proceso GNSS, accediendo como se indica en la Figura 2.17.

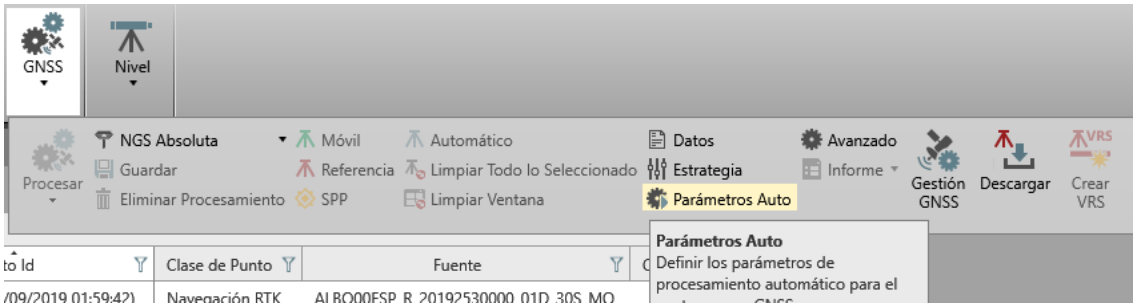


Figura 2.17. Parámetros de procesamiento automático

Los parámetros del procesamiento automático definen la lógica que usa Infinity para:

- Identificar las líneasbases posibles y dibujarlas en la vista gráfica antes del procesamiento, a través de la capa. Líneas base GNSS sugeridas.
- Fijar las reglas para decidir qué líneasbases deberán ser procesadas y en qué orden.

Estos parámetros se consideran para identificar las posibles líneas base. Si la capa Líneas base GNSS sugeridas está activa (Figura 2.18), las líneas base posibles se muestran automáticamente en la vista gráfica después de importar los datos crudos.

Veamos los parámetros que se pueden configurar, que se pueden ver en la Figura 2.19.

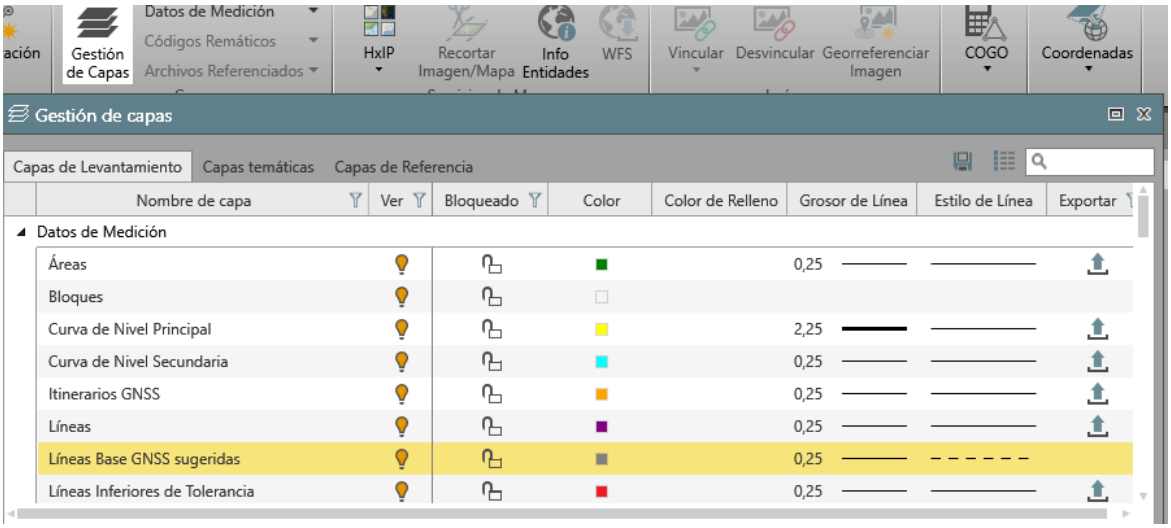


Figura 2.18. Capa activa.

Figura 2.19. Procesamiento automático.

1.2.4.1 Estrategia de cálculo sugerida. Duración mín. de línea base

Define la cantidad mínima de tiempo en la cual las mediciones simultáneas se deben tomar en cuenta en dos estaciones antes de mostrar la vista previa y procesar la línea base entre esas dos estaciones.

1.2.4.2 Estrategia de cálculo sugerida. Longitud máx. de línea base.

Define la longitud máxima de la línea base hasta la cual Infinity muestra las líneas base en la vista previa y la procesa.

1.2.4.3 Estrategia de cálculo sugerida. Recalcular líneas base ya calculadas.

Al activar esta opción, las líneasbases que ya han sido calculadas y guardadas previamente se sugieren nuevamente como líneasbases sugeridas y se envían al procesamiento.

1.2.4.4 Estrategia de cálculo sugerida. Calcular líneas base entre puntos de control.

Al activar esta opción, las líneas base entre puntos de clase “Control” también serán procesadas. Puede resultar interesante si los puntos de clase “Control” no se conservan fijos en un ajuste subsecuente.

1.2.4.5 Estrategia de Autoprocesamiento. Procesamiento de línea base.

En este caso, tenemos dos opciones, como muestra la Figura 2.20.

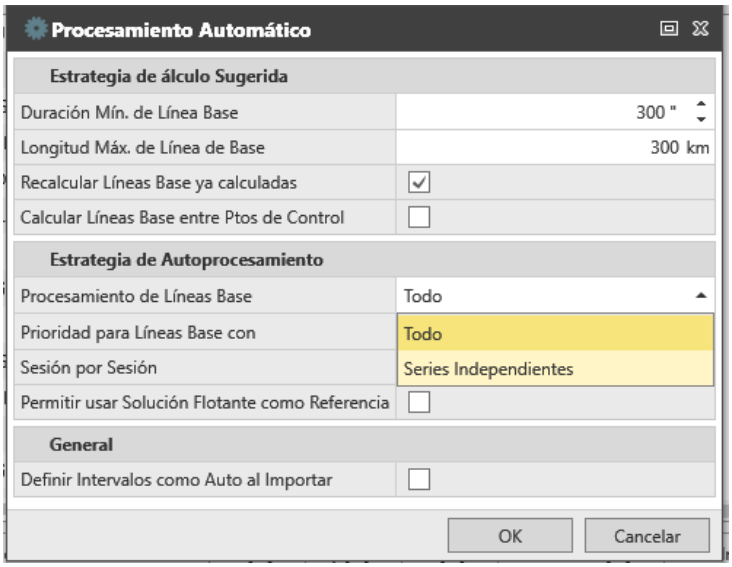


Figura 2.20. Estrategia de procesamiento de líneasbases.

Al elegir “Todo” Infinity procesa todas las combinaciones posibles de líneas base que se ajustan a los parámetros de procesamiento automático.

Por el contrario, si elegimos “Series independientes”, Infinity solo procesa una serie de líneas base independientes. Entre n puntos que se miden simultáneamente, solo existen n-1 líneas base independientes.

1.2.4.6 Estrategia de procesamiento automático. Prioridad para Líneas Base con

Al elegir “Distancia menor”, el criterio es tomar la distancia geométrica más corta. Se calcula primero la línea base más corta a partir del primer punto de referencia. Infinity decide cuál es la siguiente líneabase más corta. Esta puede ser a partir del primer punto o a partir del último punto calculado. Esta línea se procesa después y se repite el proceso. Esto también depende de los otros parámetros de procesamiento automáticos.

Si se elige Duración mayor”, se calcula primero la línea base con el mayor tiempo común de observación. De forma similar al método de distancia, Infinity decide cuál es el punto que tiene el siguiente tiempo de observación común más largo y procesa esa línea. El proceso continúa de esa forma. Esto también depende de los otros parámetros de procesamiento automáticos.

1.2.4.7 Estrategia de procesamiento automático. Sesión por sesión

Al activar esta opción, Infinity calcula todas las posibles líneasbases a partir de la referencia que han sido identificadas según la estrategia seleccionada antes de proceder

con la siguiente referencia. El punto con el intervalo más largo se calcula como la primera referencia.

1.2.4.8 Estrategia de procesamiento automático. Permitir usar solución flotante como referencia

Permite usar aquellos puntos cuya solución sea flotante como puntos de referencia para el procesamiento posterior.

1.2.4.9 General. Definir intervalos como Auto al importar.

Al activar esta opción, Infinity configurará todos los intervalos como "Automático" inmediatamente después de la importación de datos. Esta configuración se sugiere en caso de que el usuario haya medido una red GNSS con muchas sesiones de referencia y móvil, y si el usuario desea procesar todas las líneas base posibles en una sola rutina. Al elegir esta opción, el usuario solo debe importar todos los datos y pulsar.

Para ver el vídeo de configuración de los parámetros de procesamiento automático, se puede seguir el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=8a121b00-6ec0-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.2.5 COMPROBACIÓN DE LOS DATOS

Antes de empezar el procesamiento, es recomendable comprobrar que hemos introducido todos los datos.

Si vamos a la ventana de Gestión de datos -> GNSS podremos ver los datos de las estaciones que hemos introducido, con sus intervalos de observación, como puede verse en la Figura 2.21.

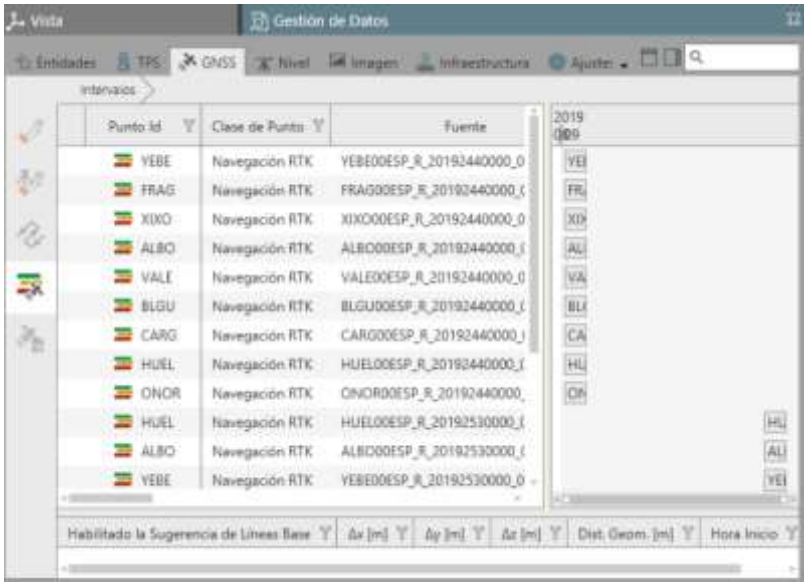


Figura 2.21. Comprobación de los observables importados

Deberemos también en esta ventana comprobar que las antenas de nuestras estaciones están en el archivo de corrección de antenas que queramos utilizar. Simplemente desplazándonos por la lista de estaciones encontraremos el tipo de antena de cada una, como se muestra en la Figura 2.22.

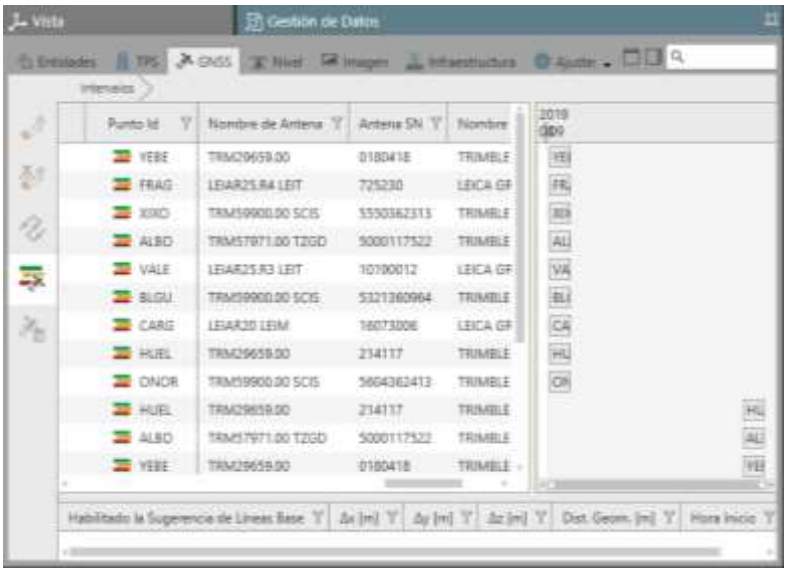


Figura 2.22. Comprobación de las antenas de las estaciones

Para comprobar si tenemos los datos de calibración de centro de fase de las antenas, iremos a Procesar -> GNSS -> Gestión GNSS, como muestra la imagen Figura 2.23.

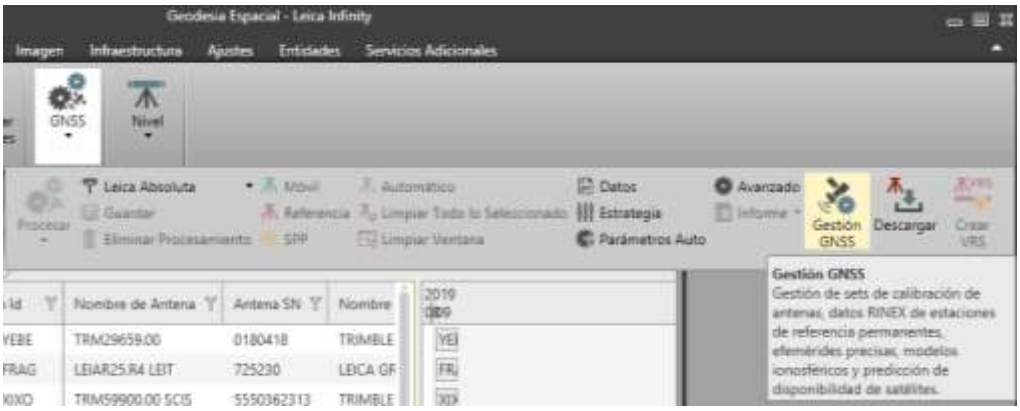


Figura 2.23. Búsqueda de antenas

Si tecleamos el nombre de la antena del primer vértice, por ejemplo, la antena de la estación YEBE, TRM29659.00, veremos que está en los tres paquetes que se pueden ver en la Figura 2.24, comprobaremos que todas las antenas que vamos a utilizar están en un paquete. Si no es así podemos hacer nuestro propio set de antenas.

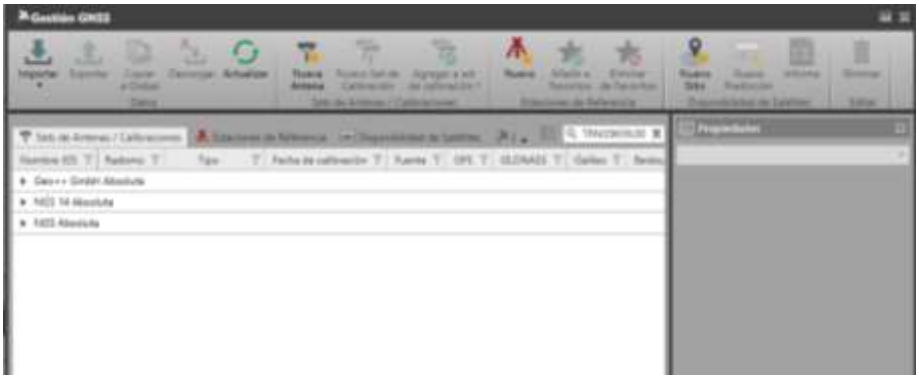


Figura 2.24. Comprobación de la existencia de correcciones para una antena determinada

Para ver un vídeo demostrativo de cómo comprobar los datos importados, se puede seguir el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=f1eec4a0-6ebe-11ea-8c87-2ba15c40d192

Una vez configurados los parámetros, y comprobados los datos disponibles ya podemos procesar las líneasbases.

1.2.6 PROCESAMIENTO AUTOMÁTICO

Para encontrar las posibles líneasbases automáticamente y efectuar el postproceso de los datos crudos importados, en primer lugar, deberemos asegurarnos de que hemos asignado a cada punto su tipo correspondiente.

Si vamos a hacer una primera compensación como red libre para testear la calidad de los observables, haremos la asignación de todos los vértices como "Automático", para ello seleccionaremos las estaciones que queremos procesar y lo haremos en Procesar -> GNSS-> Automático, como se muestra en la Figura 2.25.

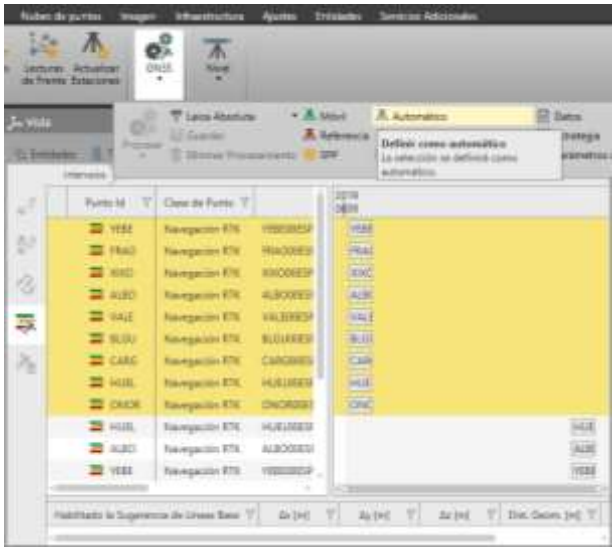


Figura 2.25. Seleccionar las observaciones para el procesamiento automático

Cuando hayamos asignado a cada estación un tipo, ya tendremos activado el botón e "Procesar" y podremos empezar con el procesamiento automático. Antes de procesar, debemos asegurarnos de que el set de antenas elegido es el que contiene todas las antenas de nuestro trabajo. Esto lo podemos hacer simplemente mirando en la opción justo a la derecha del botón de procesar.

Tenemos dos opciones de procesamiento, que funcionan de la siguiente forma:

Procesar. Ejecuta el procesamiento de datos GNSS y en los resultados muestra la información básica de calidad de los datos, como el seguimiento de los satélites, DOP, estadísticas de ambigüedad. Los productos del análisis adicional de los datos (residuos de las observaciones, residuos de posición) no están disponibles en los resultados por lo que se reduce el tiempo de procesamiento. Es la opción aconsejable para procesar un gran número de datos.

Procesar y analizar. Ejecuta el procesamiento de datos GNSS y ofrece la salida de productos adicionales para analizar los resultados. Por defecto, Infinity calcula los residuos de la observación (para todo tipo de bases de datos) y los residuos de posición

(para juegos de datos estáticos). El comportamiento de la tecla se puede modificar en los parámetros avanzados GNSS. Es la opción correcta si se quiere efectuar un análisis completo y profundo de los datos.

Cuando el programa termine de procesar, nos redirigirá a la pestaña de "Resultados del procesamiento GNSS" y podremos ver el tipo de solución obtenida, como se muestra en la KKKKKKKKKKK, donde hay estaciones calculadas sin resolver las ambigüedades, porque no se estableció correctamente la distancia máxima a la que se resolverían (300km y no 500km).

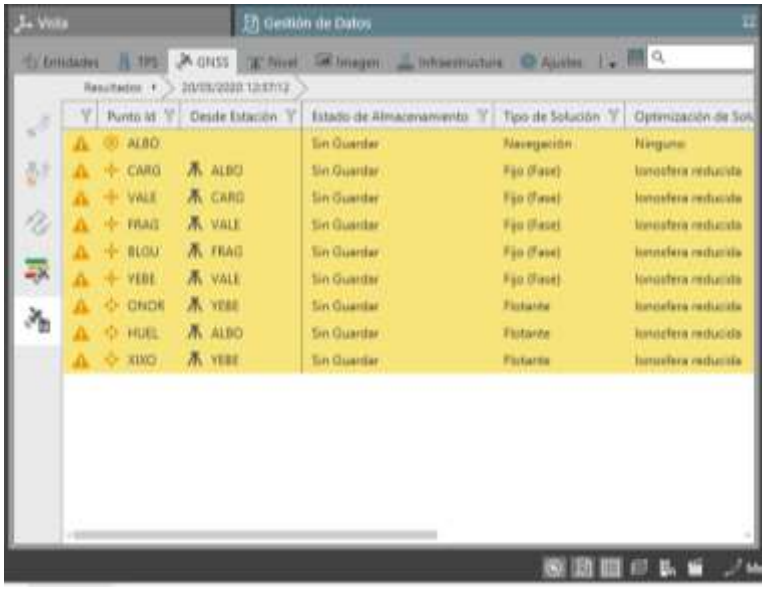


Figura 2.26. Resultado del procesamiento automático.

Hasta que no guardemos los datos, el procesamiento que hemos realizado no se puede ajustar, ni ver en la pestaña "Vista". En esta pestaña, antes de guardar, todos los puntos tendrán la misma simbología, pero una vez hayamos guardado el procesamiento, cada uno tendrá una simbología diferente, de acuerdo con el procesamiento realizado, como se puede ver en la Figura 2.27.

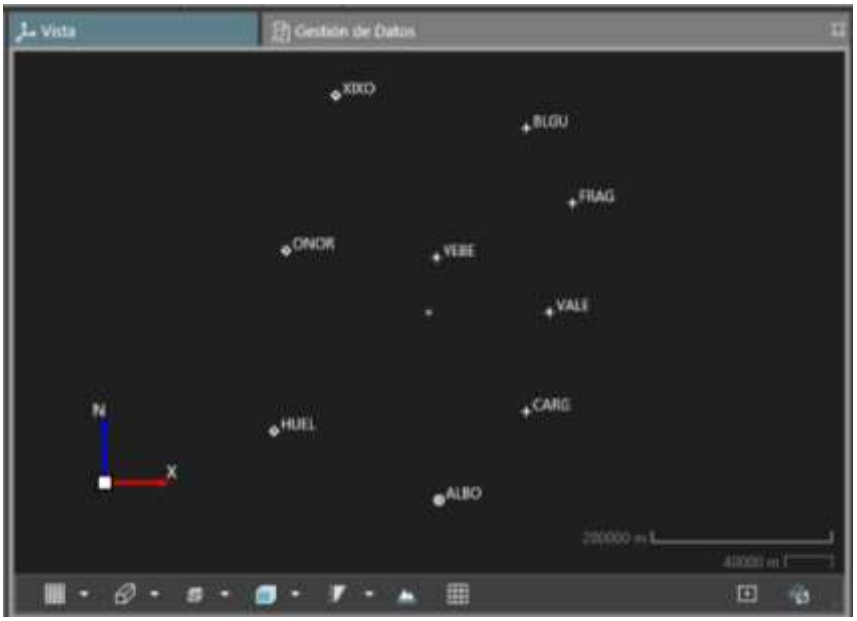


Figura 2.27. Estaciones tras el cálculo de las líneasbases

Cuando hayamos guardado el procesamiento, podremos consultar en la ventana de "Todas la Observaciones GNSS", qué líneas ha calculado automáticamente el programa. En nuestro caso, como tenemos nueve estaciones, solo es posible resolver ocho líneas que sean linealmente independientes, y es lo que hace el programa, siguiendo el criterio impuesto de menor longitud, como puede verse en la Figura 2.28.

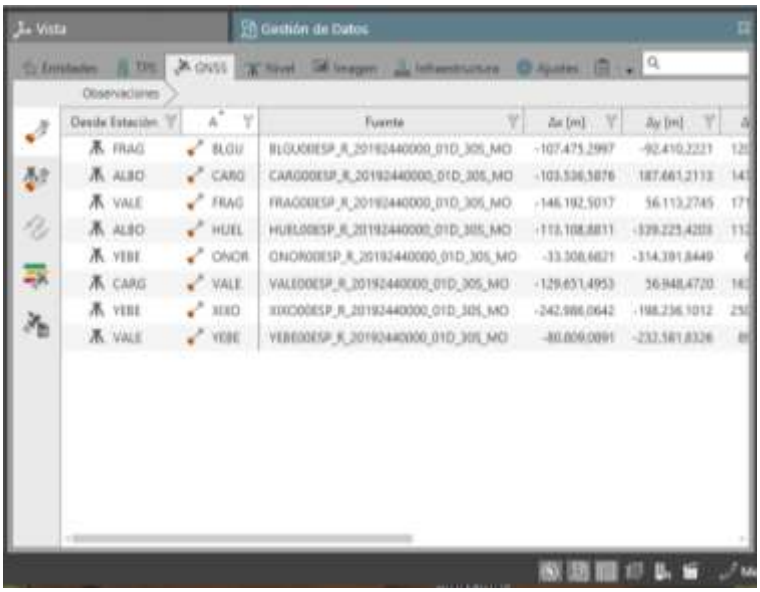


Figura 2.28. Líneasbases procesadas, elegidas automáticamente por el programa con el criterio de menor longitud (las más cortas linealmente independientes).

Para ver gráficamente las líneas calculadas, podremos ir a la ventana "Vista" y las veremos. Es importante que nos fijemos en si tenemos la capa activada. Un esquema de las líneasbases procesadas se muestra en la Figura 2.29.

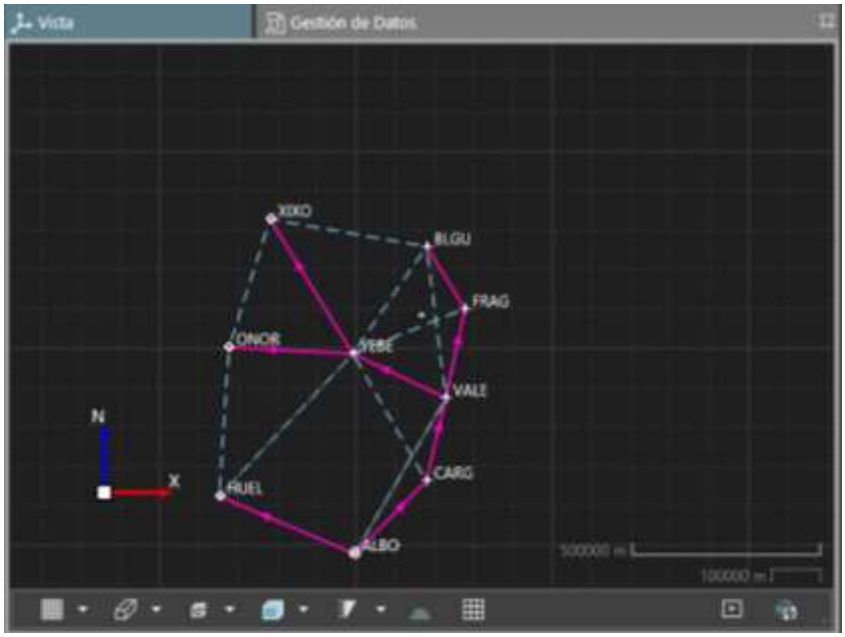


Figura 2.29. Gráfico con las líneasbases calculadas de manera automática

Una vez procesadas las líneasbases y elegidas las que se van a incluir en el ajuste, ya podremos proceder a ajustar nuestra red, para ello, seguiremos las indicaciones de la sección de ajuste de la red.

Un vídeo explicando cómo hacer el procesamiento automático se puede ver en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=37e7b020-6edd-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.2.7 PROCESAMIENTO MANUAL

Si elegimos este tipo de procesamiento, elegiremos manualmente las líneasbases a procesar, en realidad no se trata de un procesamiento manual, sino de una elección manual de las líneas a procesar. Tendremos que elegir una estación (o varias) como "Referencia" y otra (u otras) como "Móvil".

Al igual que se hace con el procesamiento automático, tras importar los datos, se deberá asignar a cada punto su tipo. En el caso del procesamiento automático, elegíamos la opción "Automático", en este caso, elegiremos como "Referencia" la estación o estaciones de las que queremos que partan las líneasbases y como "Móvil" la estación o estaciones a las que queremos que lleguen. Como ejemplo, vamos a poner como referencia la estación central "YEBE" y el resto como móvil; se trata de una buena configuración ya que, tomando una estación en el centro, las líneasbases serán relativamente cortas y es sabido que líneas más cortas tienen menos error.

La asignación del tipo de vértice la haremos, desde la pestaña de "Gestión de datos".

Primero seleccionamos la estación YEBE y en Procesar -> GNSS -> Referencia, la configuramos como estación de referencia, como muestra la Figura 2.30.

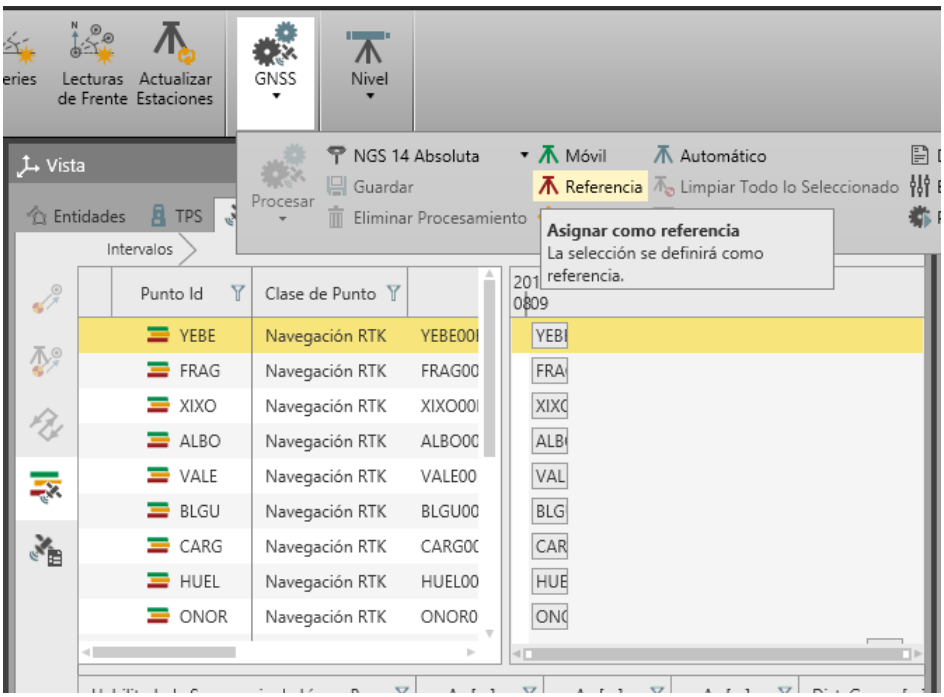


Figura 2.30. Asignación de un punto como Referencia

Y a continuación, seleccionaremos el resto para configurarlas como móvil, como muestra la Figura 2.31.

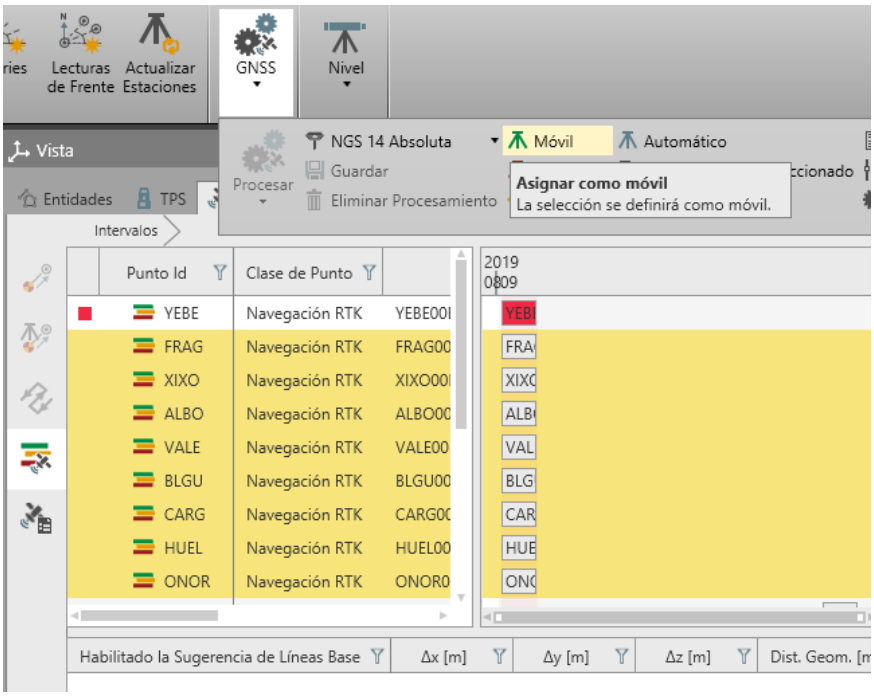


Figura 2.31. Asignación de varios puntos como móvil

Y habiendo ya asignado el tipo a cada estación que queremos procesar, podremos ya iniciar el procesamiento, que se realizará con los parámetros configurados, desde Procesar -> GNSS -> Procesar. Véase Figura 2.32.

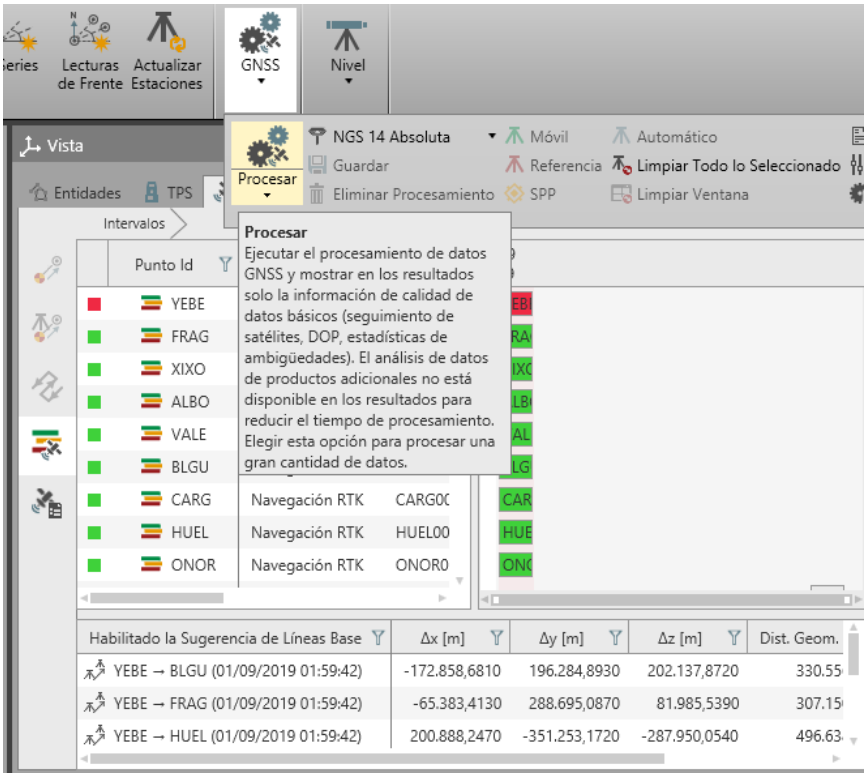
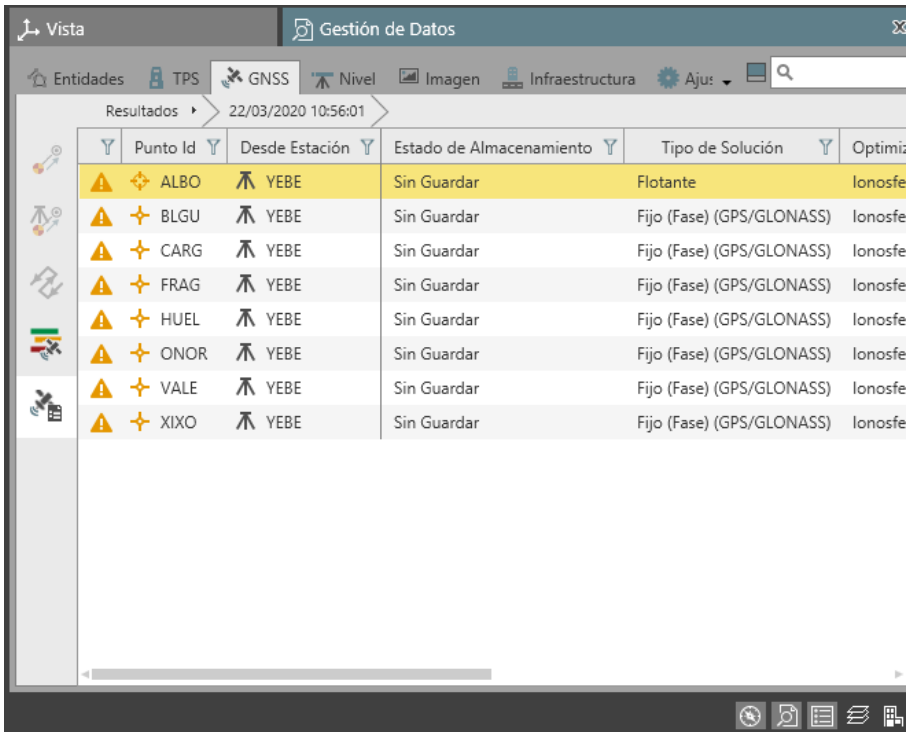


Figura 2.32. Procesamiento de las líneasbases.

Tras el procesamiento, obtenemos los resultados que se muestran en la Figura 2.33, como se puede observar, el programa ha conseguido fijar las ambigüedades en todas las líneas

excepto en la de YEBE a ALBO. Si nos fijamos en la imagen, la longitud de esta línea es mayor de 500 km, que es el límite que impone el programa para obtener una solución fija. Por defecto, en los parámetros avanzados viene una distancia de 300 km, nosotros la subimos a 500, que es el máximo, pero en este caso todavía es insuficiente para conseguir una solución fija en todas las líneas. Se debería estudiar si se sustituye esta línea por otra, pero como se trata de un ejemplo, seguiremos adelante con el procesamiento incluso con una solución flotante en esta línea. En la Figura 2.34 se muestra el gráfico con las líneasbases.



Punto Id	Desde Estación	Estado de Almacenamiento	Tipo de Solución	Optimiz
ALBO	YEBE	Sin Guardar	Flotante	Ionosfe
BLGU	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe
CARG	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe
FRAG	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe
HUEL	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe
ONOR	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe
VALE	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe
XIXO	YEBE	Sin Guardar	Fijo (Fase) (GPS/GLONASS)	Ionosfe

Figura 2.33. Resultado del procesamiento con elección manual de líneasbases

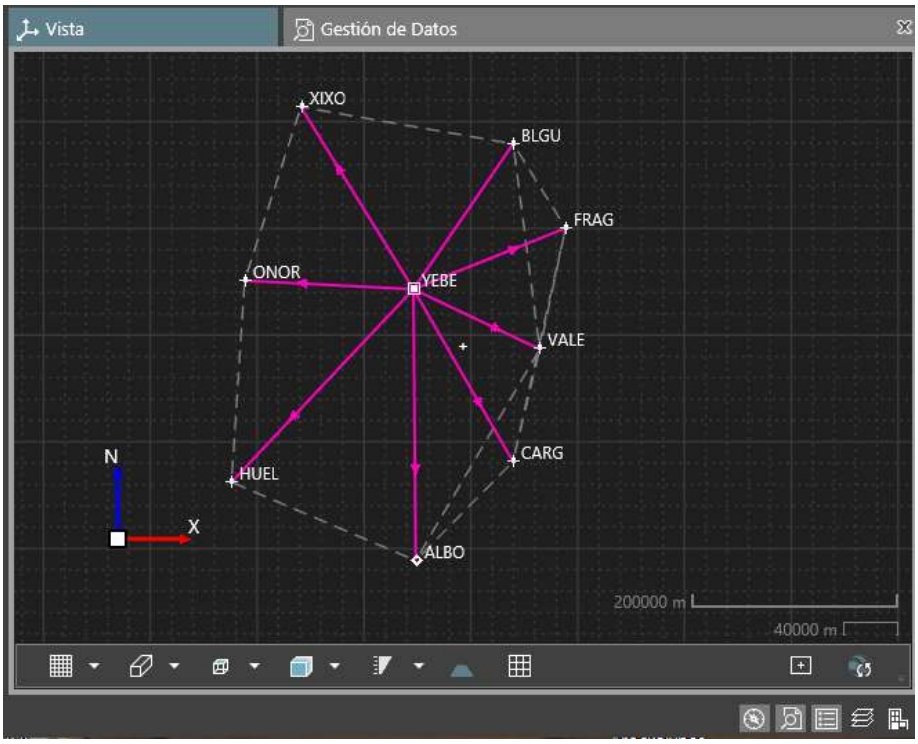


Figura 2.34. Gráfico donde se muestran las líneasbases elegidas de forma manual.

El vídeo con las instrucciones para el Procesamiento Manual está en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=fcc7cc30-6ec0-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3 AJUSTE DE LA RED

Para obtener vértices con coordenadas precisas, es necesario realizar un ajuste de las observaciones, para ello es imprescindible contar con observaciones redundantes.

En nuestro caso, primero realizaremos un ajuste como red libre para comprobar la calidad de los observables. Solamente con una sesión no es posible realizar un ajuste como red libre, por la falta de redundancias, por eso será necesario utilizar las observaciones de dos sesiones, en este caso dos días.

Al fijar algún punto, esto es ponerlo como punto de control, las incógnitas se reducen, con lo que sí será posible compensar la red utilizando los observables de un solo día, pero ya que disponemos de los de dos días, los utilizaremos para obtener una mejor solución.

En Geodesia, generalmente se realiza un ajuste por mínimos cuadrados, el cual se basa en el siguiente criterio: la suma de los cuadrados de los residuales de las observaciones debe ser el mínimo posible. El ajuste por mínimos cuadrados permite obtener la mejor solución posible.

Sin embargo, después de obtener la mejor solución posible, es importante asegurarse de la calidad de dicha solución, para comprobar si la red cumple con los requerimientos necesarios, esto es, con la tolerancia establecida. La calidad de una red se puede alcanzar en términos de precisión y fiabilidad, lo cual se puede cuantificar al configurar los parámetros del ajuste.

Además, el control de calidad debe incluir algún tipo de prueba estadística para determinar los posibles errores groseros en los observables. La efectividad de la prueba

depende de la fiabilidad de la red misma. Cuanto más fiable sea una red, mayor será la probabilidad de que la prueba detecte los posibles errores groseros inroducidos en el sistema.

Para resumir la relación que existe entre el ajuste por mínimos cuadrados, la precisión, la fiabilidad y la prueba estadística, se puede decir que:

- Utilizando los datos disponibles, el ajuste por mínimos cuadrados produce el mejor resultado posible.
- Las pruebas estadísticas comprueban el resultado para asegurar que quede "libre de errores".
- Los parámetros de precisión y fiabilidad cuantifican la calidad del resultado.

1.3.1 AJUSTE POR MÍNIMOS CUADRADOS

1.3.1.1 Modelo matemático

Generalmente en un levantamiento, las observaciones no son exactamente, los datos que se necesitan obtener. Mas bien, se emplean las observaciones para determinar parámetros desconocidos, como pueden ser las coordenadas de las estaciones en una red. Las observaciones se expresan como una función de los parámetros en el llamado modelo matemático o funcional.

En algunos casos, el modelo que representa las relaciones entre los observables y los parámetros desconocidos es muy sencillo. Resulta más complicado el caso de una red GNSS en la que los elementos desconocidos son las coordenadas (X,Y,Z) a determinar en un sistema de referencia diferente al cual están referidas las líneasbases observadas.

$$\Delta X_{ij} = función(\alpha, \beta, \gamma, \mu, x_i, y_i, z_i, x_j, y_j, z_j)$$

Donde α, β, γ y μ son parámetros de transformación.

Ya que el método de mínimos cuadrados requiere de ecuaciones lineales, el modelo aquí mostrado se debe hacer lineal. Generalmente, esto significa que se requiere de un cierto número de iteraciones para obtener una solución.

Sin embargo, se requieren los valores aproximados para las coordenadas desconocidas en el ajuste. Si los valores aproximados son incorrectos, se puede provocar un incremento en el número de iteraciones o, en el peor de los casos, impedir que converjan.

Número mínimo de redundancias. En una red 3D existen 3 traslaciones, 3 rotaciones y un factor de escala. La singularidad se elimina al fijar por lo menos 7 coordenadas, con lo que necesitaremos conocer al menos las coordenadas de 3 estaciones.

1.3.1.2 Modelo estocástico

Una observación geodésica es una variable aleatoria o estocástica. Una variable estocástica no puede ser descrita por un solo valor exacto, ya que existe una gran incertidumbre involucrada en el proceso de medición. Esta variación se tiene en cuenta para calcular la probabilidad de la distribución. Lo anterior significa que, además del modelo matemático, es necesario formular un segundo modelo que describa las desviaciones estocásticas de las observaciones: el modelo estocástico.

En el caso de observaciones geodésicas, se asume una probabilidad de distribución normal, de μ y la desviación estándar σ.

La media μ representa el valor matemático que se espera de la observación.

La desviación estándar es una medida de la dispersión o extensión de la probabilidad. La desviación estándar caracteriza a la precisión de la observación. Al cuadrado de σ se le llama varianza. Por definicion, existe un 0.684 de probabilidad de que las variables estocásticas con distribución normal queden dentro de una ventana limitada por -σ y +σ. Para una ventana limitada por -2σ y +2σ la probabilidad es de 0.954.

Correlación de las observaciones

Es posible que dos o más observaciones sean interdependientes o estén correlacionadas, lo cual significa que la desviación de alguna repercutirá en la otra. La correlación entre dos observaciones x e y se expresa matemáticamente por la covarianza σ_{xy}. La covarianza se emplea también en el coeficiente de correlación.

Los elementos vectoriales (DX, DY, DZ) de una líneabase GNSS constituyen un ejemplo de observaciones correlacionadas. Para expresar dicha correlación, se emplea una matriz de 3x3. Esta matriz de simetría es una combinación de desviaciones estándar y coeficientes de correlación:

$$\text{Des and Adjust } \rho \text{ - matrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{DX} & & \\ \rho_{DXDY} & \sigma_{DY} & \\ \rho_{DXDZ} & \rho_{DYDZ} & \sigma_{DZ} \end{bmatrix}$$

Sigma a priori

En esencia, el modelo estocástico consiste en la elección de la probabilidad de la distribución de las observaciones. Prácticamente, esto significa que para cada observación se elige una desviación estándar σ. El valor de s basado en el conocimiento que se tenga del proceso de medición (condiciones prevalecientes en el terreno, tipo de instrumento empleado) y la experiencia. Se supone que la desviación estándar de la mayoría de los observables presenta una parte absoluta y una parte relativa. En la parte relativa, se toma en cuenta la dependencia que existe entre la distancia de la estación y el punto a medir, la cual caracteriza la precisión de la mayoría de las observaciones. Las desviaciones estándar así definidas se introducen en la matriz de varianza-covarianza Σb. La precisión de las incógnitas en el ajuste dependerá de la precisión de los observables definidos en Σb, así como de la propagación de esta precisión a lo largo de todo el modelo matemático.

1.3.1.3 Prueba estadística

Ambos modelos, el matemático y el estocástico, están basados en una serie de suposiciones. A esta serie de suposiciones se les denomina hipótesis estadísticas. Suposiciones diferentes darán lugar a hipótesis distintas, por eso se aplican las pruebas estadísticas: para analizar dichas hipótesis.

Existen una serie de suposiciones especiales llamadas **hipótesis nula H_0**, la cual implica que:

- No existen errores groseros en las observaciones.
- El modelo matemático ofrece una descripción correcta de las relaciones que existen entre las observaciones y los parámetros desconocidos.
- El modelo estocástico seleccionado describe de forma adecuada las propiedades estocásticas de las observaciones.

Resulta evidente que se pueden obtener dos resultados al probar una hipótesis: que esta sea aceptada o que se rechace, lo cual será decidido por un punto de corte específico del valor crítico. El valor crítico establece una ventana de aceptación. Cuanto más alejado se encuentre de estos límites, menor será la certeza de que la hipótesis sea cumplida. Los valores críticos se determinan al elegir un nivel de significancia α. La probabilidad de que el valor critico se exceda, aunque el grupo de suposiciones sea válido, es igual a α. En otras palabras, α es la probabilidad de un rechazo incorrecto.

Asimismo, el nivel de confianza complementario 1-α, es una medida de la confianza que se puede obtener en esta decisión.

Al probar una hipótesis nula H_0 se pueden presentar dos situaciones desfavorables:

- Que H_0 sea rechazada, cuando en realidad es verdadera. La probabilidad de que esta situación ocurra es igual al nivel de significancia α. La situación se denomina error de Tipo I.
- Que H_0 sea aceptada, cuando en realidad es falsa. La probabilidad de que esto ocurra es de 1-β, donde β es la potencia de la prueba. A esta situación se le conoce como error de Tipo II.

1.3.2 PRUEBAS ESTADÍSTICAS REALIZADAS

1.3.2.1 Prueba F (o test de Snedecor)

La prueba F, se emplea comúnmente en pruebas multi dimensionales para revisar las hipótesis nulas H_0. Se le conoce también como la prueba del modelo completo, ya que analiza los modelos matemáticos y estocásticos de forma general.

El valor F se define por la expresión:

$$F = s^2 / \alpha^2$$

Donde s^2 es el factor de varianza a posteriori, el cual depende de los residuales calculados y de la redundancia y α^2 es el factor de varianza a priori.

El valor F se confronta con un valor critico de la distribución F, el cual es una función de la redundancia y el nivel de significancia α. Sin embargo, la información ofrecida por la prueba F, es decir, la aceptación o el rechazo de la hipótesis nula, no es muy específica. Por lo tanto, si H_0 es rechazada, es necesario encontrar la causa, tratando de encontrar errores en las observaciones o en las suposiciones planteadas. Existen tres fuentes de rechazo:

- Errores groseros. Si se sospecha que H_0 es rechazada debido a un error grosero en una de las observaciones, el llamado análisis de datos ofrecerá información importante al aplicar la Prueba W para buscar y encontrar errores en observaciones individuales. La prueba F y la prueba W están interconectadas por un valor común para la potencia de la prueba β. El método se denomina Método B de prueba.
- Modelo matemático incorrecto. En caso de sospechar que H_0 es rechazada porque el modelo matemático es incorrecto o no es lo suficientemente detallado, revisar los parámetros terrestres avanzados del ajuste. Por ejemplo, definir nuevamente y aplicar el coeficiente de refracción vertical o la corrección por factor de escala que se usara para mejorar el modelo matemático.
- Modelo estocástico incorrecto. En caso de sospechar que H_0 es rechazada porque el modelo estocástico es incorrecto o no es lo suficientemente detallado, se debería revisar el método de ponderación. Si la matriz de varianza-covarianza a-priori es demasiado optimista, es necesario incrementar las desviaciones típicas introducidas. En el caso de observaciones GNSS lo que se puede hacer es considerar un error estándar para todas las observaciones (bsoluto y relativo) en lugar de utilizar la matriz varianza-covarianza por defecto.

1.3.2.2 Prueba Chi cuadrado

A diferencia de la prueba F usada en el método B de prueba, la prueba Chi cuadrada es una prueba de dos colas, es decir, prueba el valor de Chi cuadrado contra el límite superior e inferior. En la práctica, si el valor de Chi cuadrado es menor que el límite inferior, significa que las desviaciones estándar son muy pesimistas. Por otro lado, si el valor de Chi cuadrado es mayor que el límite superior, se puede interpretar de la misma forma como si fallara la prueba F.

1.3.2.3 Prueba W.

El rechazo de la Prueba F no indica la razón del rechazo. Por lo tanto, deberán formularse otras hipótesis que describan un posible error, o combinación de errores. Existe un numero infinito de hipótesis que se pueden establecer como alternativa a la hipótesis nula.

Cuanto más complejas sean estas hipótesis, será más difícil interpretarlas. Una hipótesis simple pero efectiva es la llamada hipótesis convencional alternativa, basada en el supuesto de que existe un valor que excede los limites promedio en una sola observación y que el resto son correctas. La prueba de una dimensión asociada con esta hipótesis es la Prueba W, o test de Baarda.

Generalmente, el suponer que existe un solo valor que excede los limites promedio, resulta muy cercano a la realidad. Si la prueba F es rechazada, se puede buscar la causa en un error grosero en una sola observación. Para cada observación, existe una hipótesis convencional alternativa, que implica aplicar la prueba en cada observación de forma individual. Al proceso de probar cada observación de la red por la prueba W se le conoce como análisis de datos.

La dimensión de la corrección por mínimos cuadrados por sí sola no siempre es un indicador preciso al hacer la revisión de observaciones en la red. Una mejor forma de hacerlo, aunque solo es adecuada para observaciones no relacionadas, consiste en la corrección por mínimos cuadrados, dividida entre su desviación estándar. Para observaciones correlacionadas, por ejemplo, los tres elementos de la líneabase, se deberá tomar en cuenta la matriz completa de las observaciones. Esta condición es satisfecha por la prueba W, la cual tiene una distribución normal y es más sensible para detectar un error en una de las observaciones.

El valor critico $W_{crítico}$ depende de la selección del nivel de significancia α_0. Si la prueba W es rechazada debido a que $W_{pasteriori} > W_{crítico}$, existe una probabilidad $1 - \alpha_0$ de que la observación correspondiente se encuentre fuera de los límites promedio. Por otro lado, existe una probabilidad de α_0 que la observación no esté fuera de dichos limites, lo cual significa que el rechazo es injustificado.

Generalmente, en Geodesia se eligen los valores para α_0 entre 0,001 y 0,05. La siguiente tabla proporciona información general de los valores de α_0 con sus correspondientes valores críticos. Con lo que α_0 depende de lo estricta y rígida que sea la prueba que se desea aplicar a las observaciones. Una prueba muy estricta (con un valor critico pequeño), nos llevara a un valor α_0 más grande y, en consecuencia, se incrementará la probabilidad de rechazar observaciones que sean válidas. Un α_0 con un valor de 0,001 significa que existe una observación falsa por cada 1000 observaciones. La práctica ha demostrado que este es el mejor valor a escoger.

nivel de signficancia α_0	0,001	0,010	0,050
valor crítico de la prueba W	3,29	2,58	1,96

Para aplicar el Método B es muy importante detectar un valor que exceda los limites promedio con la misma probabilidad tanto en la prueba F como en la prueba W. Para lograrlo, generalmente se fija el valor de la potencia β en 0.80 para ambas pruebas. Es posible adaptar β en 10% arriba o debajo en los parámetros de los criterios de prueba. Los niveles de significancia de la prueba W α_0 se deben elegir, lo cual obliga a calcular el nivel de significancia de la prueba F. Con α_0 y β fijos, α depende estrechamente de la redundancia en la red y se incrementa en redes grandes con muchas observaciones y una cantidad considerable de redundancia. En este tipo de redes, es difícil que la prueba F detecte un solo excedente de límite de tolerancia. La prueba F, al ser una prueba general del modelo, no es lo suficientemente sensible para lograr lo anterior. Considerando lo

anterior, es una práctica común llevar a cabo el análisis de datos, sin importar cual sea el resultado de la prueba F.

1.3.2.4 Prueba T (test de Pope)

La Prueba W es una prueba de una dimensión que revisa las hipótesis convencionales alternativas. En estas hipótesis se asume que existe una sola observación incorrecta a la vez.

Este análisis de datos trabaja muy bien para observaciones individuales, por ejemplo: direcciones, distancias, ángulos cenitales, acimutes y desniveles. Sin embargo, para algunas observaciones, tales como líneasbases GNSS, no es suficiente probar únicamente los elementos del vector DX-, DY-, DZ- de forma separada. Es necesario probar también la líneabase como un todo.

Con este fin, se explica la prueba T. Dependiendo de la dimensión de la cantidad que estará sujeta a prueba, la prueba T será de 3 o 2 dimensiones.

Al igual que la prueba W, la prueba T también está relacionada con la prueba F mediante el Método B de prueba. La prueba T tiene el mismo poder que las otras dos pruebas, pero tiene su propio nivel de significancia y su propio valor critico (véase la tabla de la Figura 2.35).

Nivel de signficancia/valor crítico para la prueba T bidimensional, basado en α_0 de la prueba W:

nivel de signficancia α_0	0,001	0,010	0,050
nivel de significancia α (2-dim)	0,003	0,022	0,089
valor crítico de la prueba T	5,91	3,81	2,42

Nivel de significancia/valor crítico para la prueba T tridimiensional, basado en a_0 de la prueba W:

nivel de signficancia α_0	0,001	0,010	0,050
nivel de significancia α (3-dim)	0,005	0,037	0,129
valor crítico de la prueba T	4,24	2,83	1,89

Figura 2.35. Tablas de nivel de significancia para la prueba T. Fuente: Ayuda del programa Leica Infnity

La prueba T es igualmente útil para probar ligeras deformaciones en estaciones conocidas. El análisis de datos probara la existencia de valores que excedan los limites promedio debidos, por ejemplo, a un error en la introducción de datos en cualquiera de las coordenadas, provocando un error grosero en uno de los componentes de las coordenadas. El análisis de datos no podrá detectar la deformación de una estación si esta se encuentra desplazada en cada componente de coordenadas con valores muy pequeños. Para probar una posible deformación que influye en toda la triada de coordenadas, es decir, el X Este y la Y Norte y altura, requiere una hipótesis alternativa diferente. La prueba T en 3 dimensiones sobre la triada completa de coordenadas, puede encontrar más fácilmente la deformación, aunque no será capaz de ubicar la dirección exacta en la cual se ha desplazado la estación.

La situación en la que la prueba W sea aceptada y la prueba T asociada de la observación sea rechazada, lo cual es común en la práctica, no es una contradicción. Se trata únicamente de la prueba de diferentes hipótesis.

1.3.3 AJUSTES LIBRES Y CONSTREÑIDOS

Como ya hemos comentado, generalmente, el ajuste de una red se subdivide en dos pasos o fases separadas:

- Cálculo de un ajuste libre.
- Cálculo de un ajuste ligado.

Este método tiene como objetivo separar las pruebas estadísticas que se realizan para las observaciones y las estaciones conocidas.

Una red libre es aquella cuya disposición geométrica se determina únicamente por las observaciones. La posición, escala y orientación de la red se fijan por un número mínimo de límites. Por lo tanto, las coordenadas de control de las estaciones conocidas no imponen limites adicionales a la solución del ajuste. En un ajuste libre de red se hace mayor énfasis en el control de calidad de las observaciones, más que en el cálculo de las coordenadas. Al seleccionar otras estaciones para fijar la posición, la escala y la orientación, las coordenadas se modificarán, pero no así las pruebas estadísticas.

Una vez eliminados del ajuste libre los posibles observables considerados como errores groseros, la red se podrá conectar a las estaciones conocidas. Esto impone límites adicionales a la solución. A partir de este punto, el énfasis se pone en el análisis de las estaciones conocidas y en el cálculo de las coordenadas finales. Existen dos tipos de ajuste restringidos: completamente ligado y ligado ponderado. La diferencia entre ambos radica en el cálculo de coordenadas.

En un ajuste completamente constreñido o ligado, las coordenadas de las estaciones conocidas conservan su valor original, es decir, no se les aplica una corrección por mínimos cuadrados. A este tipo de ajuste se les denomina a veces ajuste por pseudo mínimos cuadrados. Por otro lado, en un ajuste ponderado se aplica una corrección a las estaciones conocidas.

La elección entre uno y otro tipo de ajuste no modifica los resultados de las pruebas aplicadas.

1.3.4 CONFIGURACIÓN DEL AJUSTE

Antes de realizar el ajuste deberemos configurar el modo en el que queremos realizarlo.

Dentro de la pestaña “Ajustes” tenemos varias opciones que nos llevan a diferentes ventanas de configuración.

Deberemos tener en cuenta que Leica Infinity es un programa que puede utilizarse tanto para observaciones GNSS como para observaciones clásicas, por lo que habrá opciones que no serán relevantes para nuestro propósito, como las de la ventana “Terrestres Avanzadas”.

En Infinity existen cuatro pasos básicos para efectuar un ajuste:

- Definir los puntos de control - Fijos en 3D, 2D, 1D o no solucionados.
- Seleccionar las observaciones que se consideran en el ajuste.
- Ejecutar la rutina de ajuste y evaluar los resultados.
- Guardar los resultados que satisfacen los criterios del ajuste.

1.3.5 AJUSTES. GENERAL

Nos permite configurar los parámetros generales del ajuste y las iteraciones a realizar. En la Figura 2.36 se muestra la ventana de parámetros generales del ajuste.

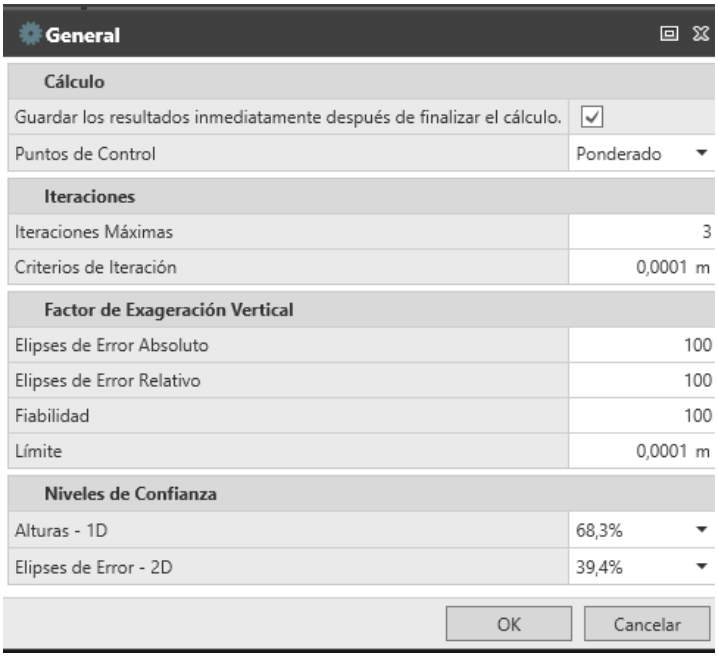


Figura 2.36. Ventana de parámetros generales del ajuste

1.3.5.1 Cálculo

En la sección "Calculo" podremos activar o no la opción "Guardar los resultados inmediatamente después de finalizar el cálculo". Si la activamos, se guardarán los resultados del ajuste inmediata y automáticamente después de finalizar el cálculo. Si no se activa, se pueden guardar los resultados posteriormente y de forma manual.

Por defecto la opción está activada, los resultados son guardados inmediatamente después del cálculo. Al modificar este parámetro, el efecto es inmediato y también se aplica a los proyectos que se encuentren abiertos. Al desactivar este parámetro, es posible guardar los resultados de forma manual pulsando el botón "Guardar resultados" en la barra de herramientas.

1.3.5.2 Puntos de Control

En esta sección tendremos la oportunidad de elegir la forma en la que van a ser tratadas las coordenadas de los puntos de Control en el cálculo del ajuste. Tendremos dos opciones:

- Ajuste restringido (Fijos absolutos). Si elegimos esta opción, el programa considerará los puntos de control como fijos y sus coordenadas no se alterarán.
- Ajuste ponderado. Al elegir esta opción, estamos dando a las coordenadas de nuestros puntos de control cierto margen de movimiento. Los puntos de Control se conservan relativamente fijos y se permite moverlos según sus desviaciones típicas.

1.3.5.3 Iteraciones

En esta sección podremos definir el número máximo de iteraciones y los criterios de iteración.

Iteraciones máximas. Aquí se define el número máximo de iteraciones o las veces que se efectuaran los cálculos para intentar alcanzar los criterios de iteración. El número máximo de iteraciones define un límite superior y evita que el cálculo entre en un ciclo infinito si existen observaciones problemáticas y no se pueden alcanzar los criterios de iteración. Para observaciones GNSS, normalmente será suficiente una iteración para alcanzar los criterios mencionados En este caso, el ajuste finalizará automáticamente el cálculo, aunque se haya definido un máximo de tres iteraciones.

Criterios de Iteración. Los criterios de iteración son el tamaño máximo permitido de las correcciones de las coordenadas ajustadas que se debe alcanzar antes de que las iteraciones finalicen. Los criterios de iteración están sujetos al número máximo de iteraciones visto en el párrafo anterior.

1.3.5.4 Factor de Exageración Vertical

En este apartado es posible definir los factores para ampliar la visualización de las elipses de error y de las zonas de fiabilidad, de tal forma que las elipses de error y las zonas de fiabilidad se observen adecuadamente en la vista grafica. De igual modo, se puede establecer un valor límite que, al ser excedido, las elipses de error y las zonas de fiabilidad se muestren en la vista grafica. Los errores o valores de fiabilidad por debajo no se visualizarán independientemente del factor de exageración definido.

1.3.5.5 Niveles de confianza

Aquí es posible definir los niveles de confianza (es decir, las desviaciones estándar) para las "Alturas - 1D" y las “Elipses de error (absolutas y relativas) - 2D". Los valores proporcionados se guardarán en los resultados del Ajuste y se mostrarán en el Informe de ajuste. En la vista grafica se muestran las elipses de error absolutas y relativas.

Los ejes de las elipses de error absolutas y relativas se multiplican por un factor de escala que se obtiene de los niveles de confianza definidos por el usuario para guardar el resultado del ajuste. En caso de usar los niveles de confianza con los valores típicos, se mostrarán las elipses o elipsoide de confianza en vez de las elipses o elipsoides de error.

La desviación estándar para las alturas se trata de la misma forma. Los valores por defecto del sistema son los valores estándar 1-sigma, es decir:

- Para Alturas - 1D: 68.3%
- Para elipses de error - 2D: 39.4%

Al cambiar los niveles de confianza no existen efectos sobre las pruebas estadísticas.

1.3.6 AJUSTES. INFORMACIÓN DE PRECISIÓN GNSS

En esta ventana, que se muestra en la Figura 2.37 (y a la que se puede acceder con el icono “GNSS” a la derecha del icono “General”), es posible definir las desviaciones típicas, los errores de centrado y cota, y el sigma a posteriori que se tomarán en cuenta para el ajuste de datos GNSS. Todos los valores definidos en esta sección se usan para obtener la información general de precisión que se usara en el ajuste.

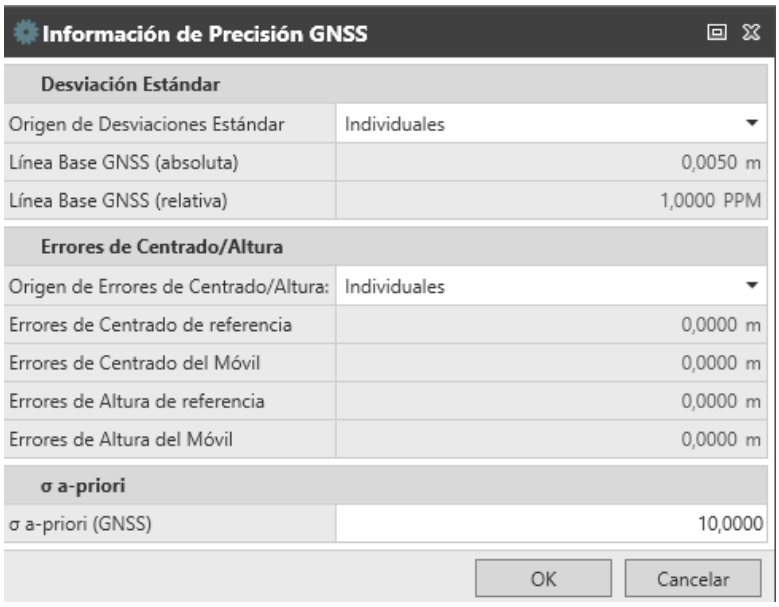


Figura 2.37. Ventana de información de precisión

1.3.6.1 Desviación estándar

Aquí es posible definir las desviaciones estándar por defecto que se aplicaran a todas las observaciones GNSS durante el cálculo del ajuste.

Origen de desviaciones estándar. Si se selecciona "Individual", el ajuste aplicará las precisiones que se guardan con las observaciones. Al seleccionar "Parámetros comunes para todas las observaciones" nos permite introducir a continuación unos valores para los errores, que se usarán para todas las observaciones. Es posible introducir un valor de error absoluto y un ppm para la longitud relativa de una líneabase.

1.3.6.2 Errores de centrado/ Altura

En esta sección es posible definir la precisión por defecto que se aplicara a los dos puntos finales (referencia y móvil) de una medición.

El error de Centrado define el error predicho que se pudo cometer al centrar la referencia o el móvil sobre un punto.

El error de Cota define el error predicho al medir la referencia o el móvil sobre un punto.

Origen de los errores de Centrado/Altura. Al seleccionar "Individual", el ajuste aplica las precisiones que se asignan a los dos puntos finales (referencia y móvil) de forma individual. Si seleccionamos "parámetros comunes para todas las obsevaciones", el ajuste aplica los parámetros por defecto que se definirán más adelante para la referencia y el móvil.

1.3.6.3 Sigma a priori

El programa nos permite introducir un valor para compensar aquellas observaciones GNSS demasiado optimistas. A menudo, las observaciones GNSS obtenidas de los programas de post-proceso son bastante optimistas en cuanto a la información de precisión. Lo anterior no reviste mayor importancia cuando se ajustan únicamente observaciones GNSS, pero adquiere relevancia cuando se combinan observaciones GNSS con observaciones TPS.

1.3.7 AJUSTES. CRITERIOS DE PRUEBA

En esta sección podremos definir los criterios de prueba que se usarán en los cálculos del ajuste, de acuerdo con lo que se muestra en la Figura 2.38.

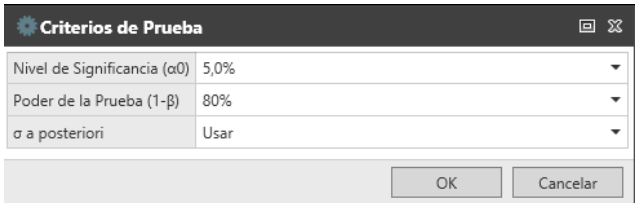


Figura 2.38. Ventana para definir los criterios de prueba

1.3.7.1 Nivel de significancia (α_0)

El criterio α_0 determina la probabilidad de rechazar una buena observación.

El 5% se toma como valor predeterminado, ya que se ha comprobado que es un valor adecuado. Si se establece un valor α_0 muy bajo, se puede correr el riesgo de aceptar una mala observación.

1.3.7.2 Poder de la prueba (1 - β)

El criterio 1- β determina la fortaleza de la prueba, es decir, la probabilidad de aceptar una mala observación.

Por defecto, la potencia de la prueba se fija en 80% ya que se considera un buen nivel. Si establece un valor β muy alto, puede correr el riesgo de que una buena observación sea rechazada.

Los parámetros α_0 y β son subjetivos y únicamente deberán ser modificados por el usuario experimentado, que además haya efectuado el levantamiento en campo. Si existe duda respecto a los valores que deben emplearse, será mejor emplear los que se sugieren por defecto.

1.3.7.3 Sigma a posteriori

Valor global que se emplea para compensar la incertidumbre del valor a priori. Afecta la precisión calculada de las coordenadas ajustadas En caso necesario, es posible aplicar sólo el valor de sigma a posteriori si la Prueba F falla para las coordenadas ajustadas. La prueba F se aplica a los valores sigma a priori y sigma a posteriori. Si ambos son estadísticamente diferentes, el resultado de la prueba F indica que los valores estocásticos otorgados a las observaciones a priori son incorrectos (considerando que los errores groseros han sido eliminados). Al aplicar el valor de sigma a posteriori se compensará este problema.

1.3.8 AJUSTES. SISTEMA DE COORDENADAS

Esta ventana nos permitirá definir el sistema de coordenadas y el tipo de altura en los cuales se ajustarán las observaciones, además de definir los giros alrededor del eje y una escala si fuese necesario (no será el caso de GNSS, en general).

El vídeo explicativo de la configuración de los parámetros del Ajuste se puede ver en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=2d234c90-6edc-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3.9 AJUSTE DE LA RED EN LEICA INFINITY

Para realizar el ajuste de la red se deberá pulsar la tecla “Ajustes” en la barra de herramientas y seleccionar del menú desplegable si desea ajustar:

- 3D (Posición y altura).
    - Los datos serán ajustados en todas las dimensiones disponibles.
    - DX, DY, DZ.
- 2D (solo posición).
    - Si la red contiene líneasbases GNSS, estas siempre serán ajustadas en 3D, aun si la dimensión está configurada como 2D.
    - DX, DY, DZ.
- 1D (solo altura). Que no usaremos con GNSS.

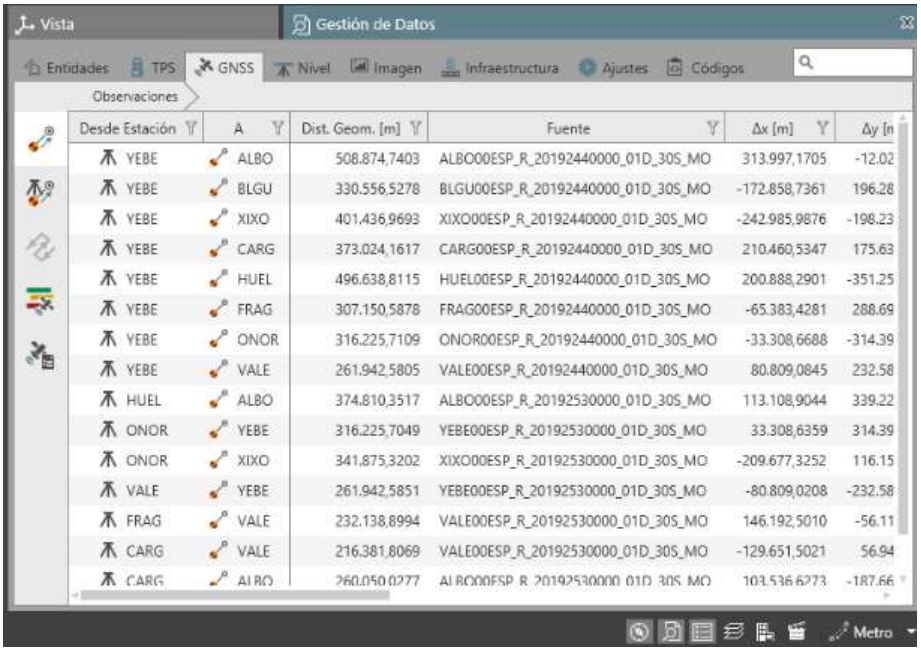
El resultado del ajuste quedará disponible en la vista “Resultados del Ajuste” de la “Gestión de datos” y se puede guardar si cumple con los requerimientos de precisión.

Los resultados de todas las rutinas de ajuste se conservarán en la lista hasta que se decida borrarlas. Para eliminar el resultado de la lista, seleccionarlo y pulsar la tecla Eliminar que se encuentra en la esquina superior izquierda de la ventana principal de Leica Infinity.

1.3.10 AJUSTE LIBRE

Un ajuste libre se realiza generalmente antes del ajuste ligado para comprobar la calidad de los observables. Para poder hacer un ajuste libre necesitamos tener redundancias y esto no lo podemos conseguir con solamente una observación, por lo que, para realizarlo, en nuestro caso, procesaremos dos días. Además, en el ajuste libre no se debe asignar a ningún punto la etiqueta de Punto de Control.

En nuestro caso, realizaremos el procesamiento del primer día con las líneasbases elegidas de forma manual, con una configuración de estrella. Por otro lado, el procesamiento del segundo día lo haremos haciendo que el programa elija las líneasbases más cortas. Y haremos el ajuste de todas las líneasbases calculadas de los dos días, como se ve en la Figura 2.39 y en la Figura 2.40.



Desde Estación	A	Dist. Geom. [m]	Fuente	Δx [m]	Δy [m
YEBE	ALBO	508.874,7403	ALBO00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	313.997,1705	-12.02
YEBE	BLGU	330.556,5278	BLGU00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	-172.858,7361	196.28
YEBE	XIXO	401.436,9693	XIXO00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	-242.985,9876	-198.23
YEBE	CARG	373.024,1617	CARG00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	210.460,5347	175.63
YEBE	HUEL	496.638,8115	HUEL00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	200.888,2901	-351.25
YEBE	FRAG	307.150,5878	FRAG00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	-65.383,4281	288.69
YEBE	ONOR	316.225,7109	ONOR00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	-33.308,6688	-314.39
YEBE	VALE	261.942,5805	VALE00ESP_R_20192440000_01D_30S_MO	80.809,0845	232.58
HUEL	ALBO	374.810,3517	ALBO00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	113.108,9044	339.22
ONOR	YEBE	316.225,7049	YEBE00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	33.308,6359	314.39
ONOR	XIXO	341.875,3202	XIXO00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	-209.677,3252	116.15
VALE	YEBE	261.942,5851	YEBE00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	-80.809,0208	-232.58
FRAG	VALE	232.138,8994	VALE00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	146.192,5010	-56.11
CARG	VALE	216.381,8069	VALE00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	-129.651,5021	56.94
CARG	ALBO	260.050,0277	ALBO00ESP_R_20192530000_01D_30S_MO	103.536,6273	-187.66

Figura 2.39. Líneasbases calculadas de los dos días

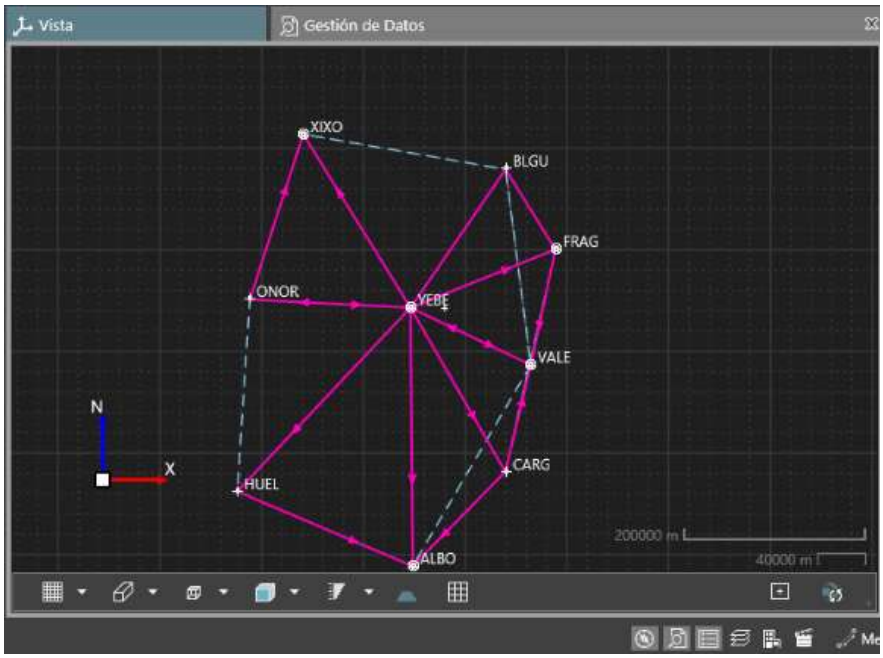


Figura 2.40. Gráfico de líneasbases calculadas de los dos días

Para poder realizar el ajuste como red libre, nos aseguraremos de que el sistema de coordenadas elegido es el de GPS, WGS84, como se muestra en la KKKKKKK.

El ajuste lo haremos desde la pestaña de "Ajustes", con el botón "Ejecutar Ajuste Completo 3D", la primera opción que aparece. Una vez realizado el ajuste, tendremos acceso al mismo y podremos imprimirlo con las opciones que aparecen al pinchar en el ajuste con el botón derecho del ratón.

Para entender el resultado del ajuste se remite a la sección Informe del ajuste.

Para más información, se puede acceder al vídeo:

https://media.upv.es/player/?id=68fa0e20-6edc-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3.11 AJUSTE LIGADO

Una vez se haya comprobado que los observables son aceptables y se hayan eliminado los que no lo son, en su caso, ya se puede proceder a hacer un ajuste ligado, esto es, constriñendo las estaciones cuyas coordenadas consideraremos fijas.

1.3.11.1 Puntos de Control

Tras haber importado los observables, procederemos a fijar las estaciones que vayamos a considerar fijas.

Si tenemos la precaución de fijar las coordenadas antes de realizar ningún procesamiento, las coordenadas que fijaremos serán las del archivo RINEX, que generalmente coinciden con las coordenadas compensadas que se publican en las reseñas de la estación permanente. De todas formas, no está de más que lo comprobemos, como se muestra de la estación VALE en la Figura 2.41.

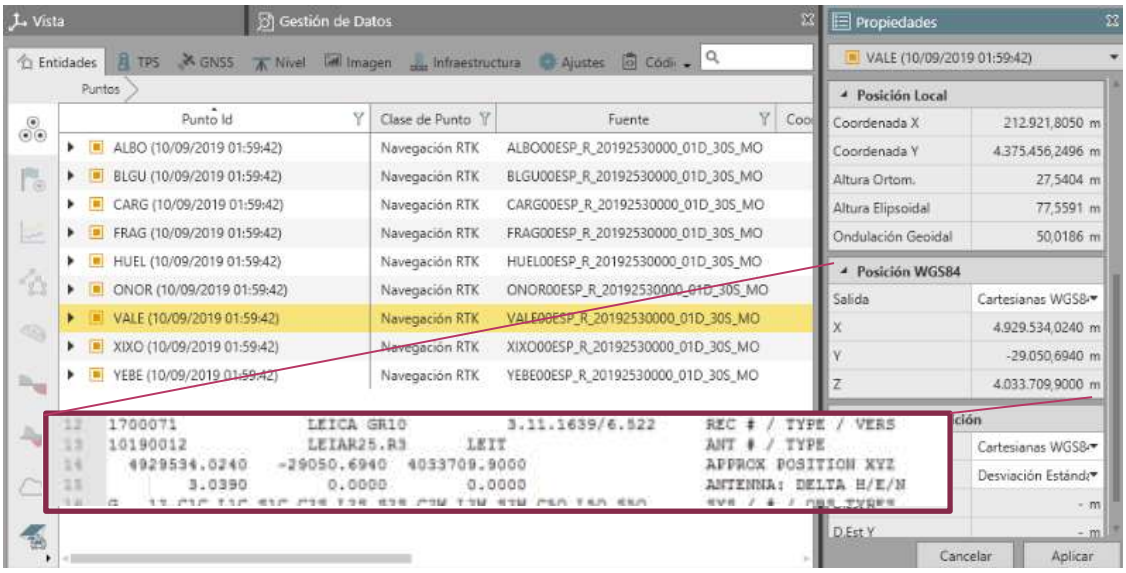


Figura 2.41. Comprobación de coordenadas de los puntos a fijar

Para fijar las coordenadas de un punto, deberemos convertirlo en un "Punto de control". Para ello, dentro de la pestaña de "Gestión de datos" elegiremos "Entidades", a la izquierda, y nos aparecerán las estaciones que tenemos importadas en el proyecto.

Seleccionando cada estación, podremos ver sus "Propiedades" en la ventana de la derecha (si no es así, podemos sacar la ventana con el botón derecho).

Para fijar un punto determinado, dentro de la sección "Entidad", en "Clase de Punto" haremos click en el icono de más hacia la derecha. Entonces se abre una nueva ventana, "Crear Nuevo Punto" y podremos darle a "Crear", como muestra la Figura 2.42.

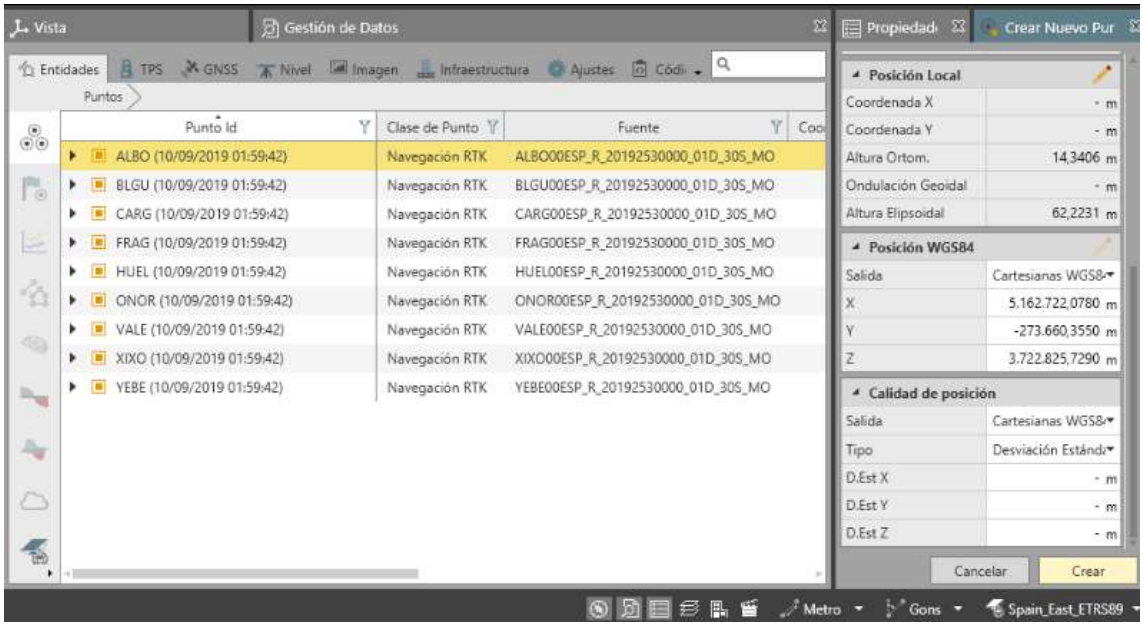


Figura 2.42. Crear nuevo punto de control.

En nuestro caso, fijaremos XIXO, FRAG, ALBO y HUEL y la simbología cambiará, como se muestra en la Figura 2.43.

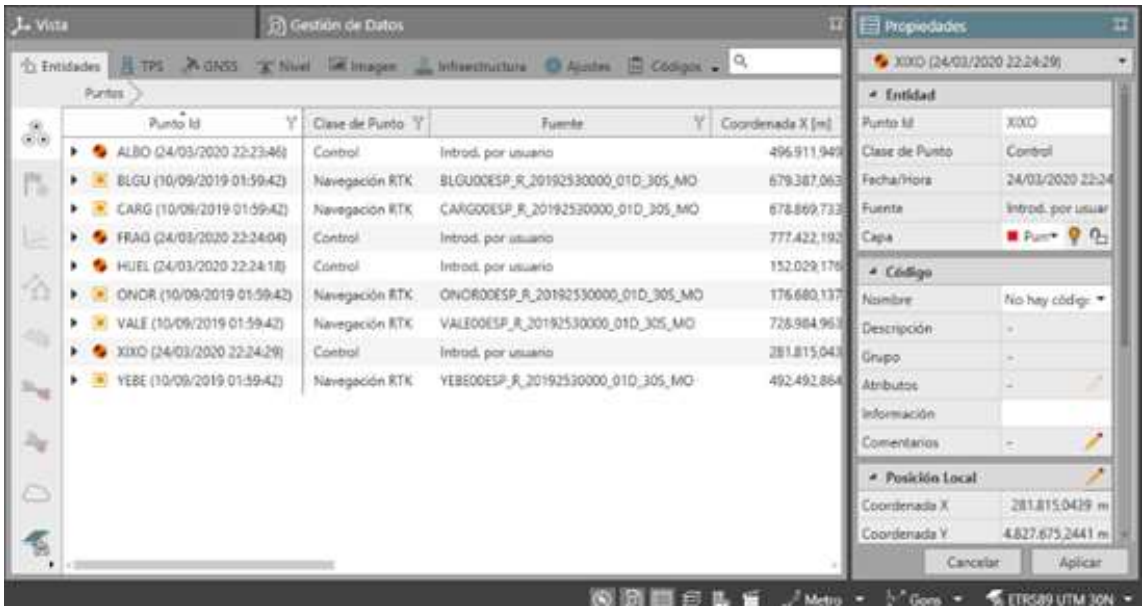


Figura 2.43. Puntos fijados

Además, deberemos definir el constreñimiento de las coordenadas, que podrá ser en 2D, 1D o ambos (como es el caso de GNSS). Esto se hace desde “Gestión de Datos” y “Ajuste”.

Una vez fijados los puntos, se puede proceder al cálculo de las líneasbases. Lo haremos de los dos días para tener mayor redundancia, aunque sería suficiente con datos de un día para compensar como red ligada.

Para que no sean las mismas las líneas procesadas cada día y tener una mejor configuración geométrica, resolveremos el primer día con una elección manal de las líneas (en estrella desde YEBE, aunque no sea un punto fijo) y resolveremos el segundo de manera automática, tomando las líneas más cortas. En la Figura 2.44 se puede ver un esquema de las líneas a ajustar considerando los puntos fijos.

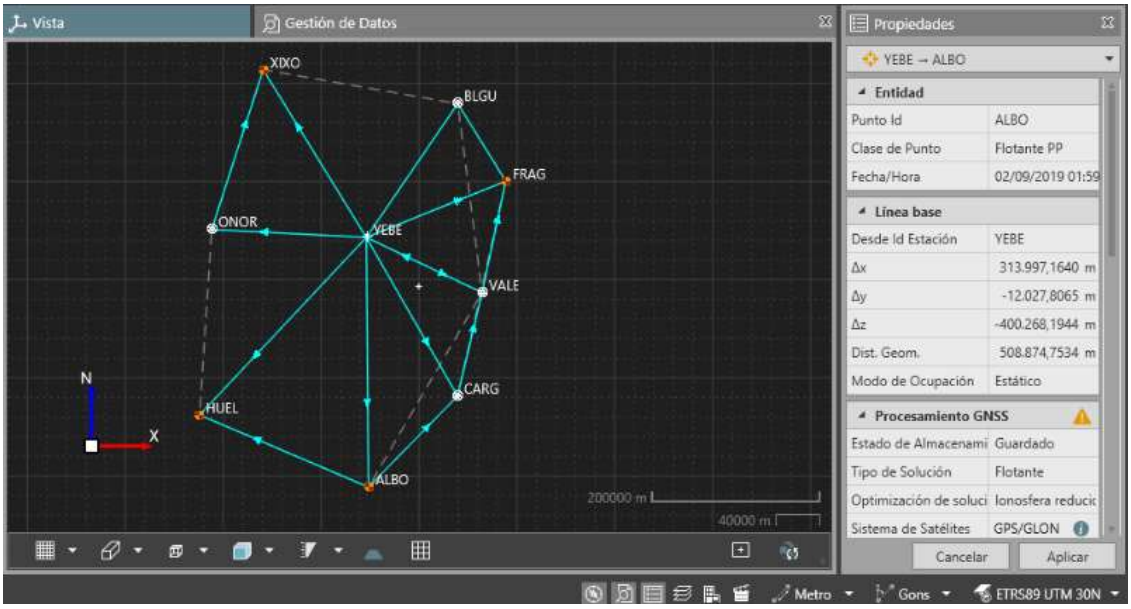


Figura 2.44. Gráfico de la red ligada

Una vez hayamos comprobado que los parámetros el ajuste son los correctos, podremos constreñir las coordenadas, como se indica en la Figura 2.45 y proceder al ajuste en la pestaña “Ajustes” con “Ejecutar Ajuste Completo 3D”.

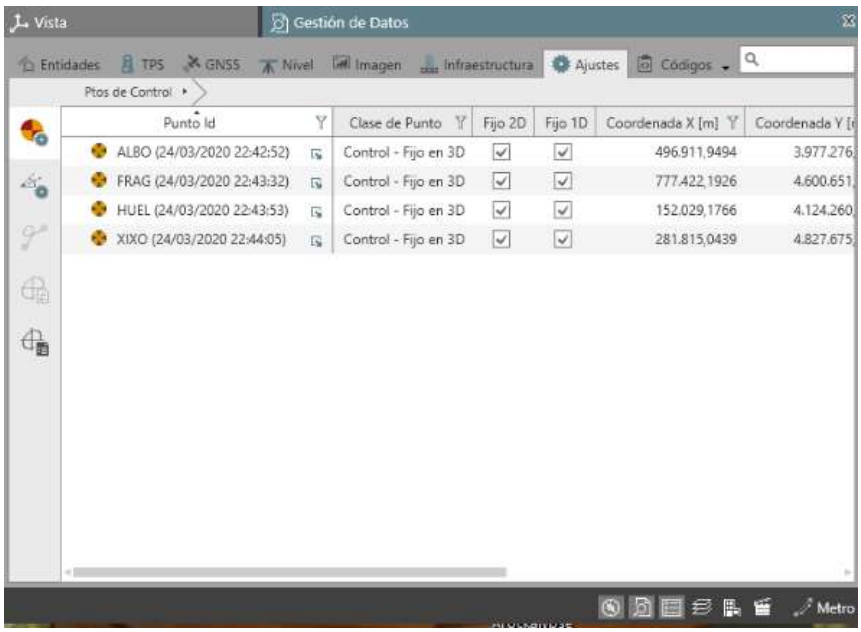


Figura 2.45. Constreñimiento de las coordenadas

Una vez realizado el ajuste, podremos comprobar en la pestaña “Entidades” que ya nos aparecen los puntos calculados como “Ajustado por MMCC”, como se puede ver en la Figura 2.46.

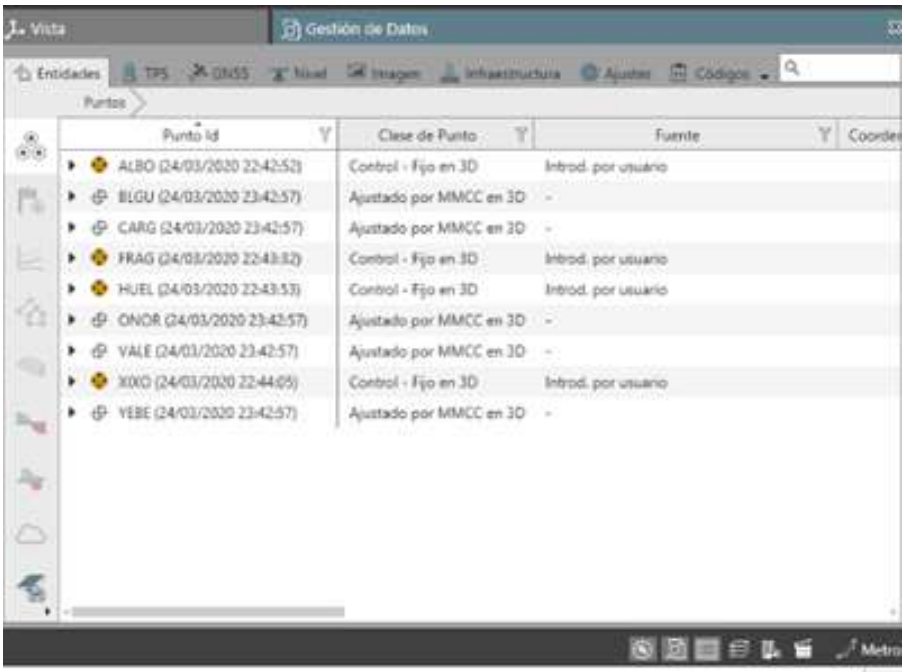


Figura 2.46. Puntos fijos y compensados

En la pestaña “Ajustes” veremos el ajuste realizado, como se muestra en la Figura 2.47 y podremos imprimir el informe con el botón derecho del ratón, como se muestra en la Figura 2.48.

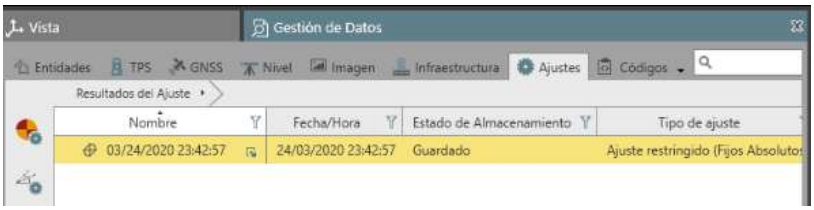


Figura 2.47. Ajuste realizado

En el siguiente enlace hay un vídeo explicativo acerca de cómo hacer un Ajuste Ligado:

https://media.upv.es/player/?id=7d02ab70-6ebe-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3.12 INFORME DEL AJUSTE

1.3.12.1 Informes de red

Cada vez que hacemos un ajuste, este se coloca en la lista y es accesible, esto nos permite comparar los diferentes ajustes que hayamos realizado. Para obtener el informe del procesamiento de la red, simplemente nos situamos con el ratón en el informe que queramos y con el botón derecho accedemos al menú que nos permitirá generar un pdf, como se muestra en la Figura 2.48.

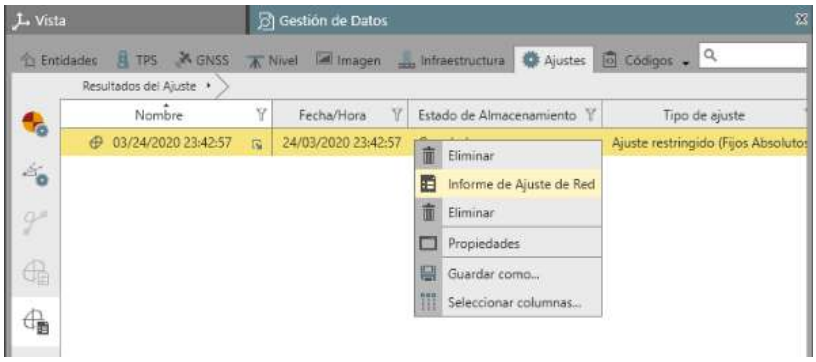


Figura 2.48. Obtención del informe

1.3.12.2 Guardar resultado del ajuste

En los Parámetros generales de ajuste es posible elegir guardar automáticamente un resultado cuando finalice el cálculo de la red. Al desactivar esta opción, podremos guardar el resultado de forma manual. La razón para elegir esta opción suele ser que queramos analizar primero el resultado antes de guardarlo.

Después de guardar el resultado, se asignará el tipo de punto “Ajustado por mínimos cuadrado” a todos los puntos ajustados. Solo es posible seleccionar un resultado para guardarlo. No es posible guardar Resultados múltiples. Si se desea guardar otro resultado, hay que seleccionarlo de la lista y pulsar nuevamente la tecla Guardar resultado.

Si se desea eliminar los roles de puntos “Mínimos cuadrados ajustados” del proyecto, puede hacerse pulsando la tecla “Eliminar ajuste” de la barra de herramientas.

Una propiedad muy útil de Infinity es que permite al usuario ejecutar varias rutinas de ajuste para comparar los resultados y en general, decidir si el ajuste satisface los criterios establecidos. Esto resulta importante para definir si los resultados del ajuste guardados en el proyecto serán fusionados con los datos existentes en el proyecto.

Los valores de coordenadas ajustadas se fusionarán con los puntos de la biblioteca y el rol de punto reflejara el valor que fue guardado.

Trabajando con GNSS, la clase de punto ajustado por mínimos cuadrados después de guardar un resultado de ajuste será siempre la de “Ajustado por MMCC en 3D”. Al guardar 3D se creará un rol de punto que indica que los valores de las tres coordenadas se calculan a partir del ajuste. Si existe un rol de punto ajustado, se reemplaza con los valores ajustados más recientemente guardados.

1.3.12.3 Eliminar Ajuste

Para eliminar un ajuste guardado y los puntos de tipo ajustado se deberá pulsar la tecla “Eliminar ajuste” en la barra de herramientas. En ese caso, el estado de la rutina de ajuste guardada regresara a "no guardado" y las clases de punto Ajustado por mínimos cuadrados se eliminarán de todos los puntos ajustados. El ajuste quedara disponible en la sección “Resultados del ajuste” de “Gestión” de datos para referencias posteriores y se puede guardar nuevamente si es necesario.

Para eliminar un resultado de ajuste de la lista, seleccionar el resultado y pulsar la tecla “Eliminar” en la parte superior izquierda de la ventana principal de Leica Infinity.

1.3.13 INFORME DEL AJUSTE DE RED

Tras realizar el ajuste, es de suma importancia realizar un correcto análisis de este.

1.3.13.1 Detalles y parámetros del ajuste

Informe de Ajuste de Red

Informe creado: 25/03/2020 12:38:29

Detalles del proyecto

General		**Información del cliente**		**Sistema de Coordenadas Principal**	
Nombre del proyecto:	Proyecto ligado	Nombre del cliente:	-	Nombre de Sistema de Coordenadas:	ETRS89 UTM 30N
Propietario:	-	Persona de contacto:	-	Tipo de Transformación:	Clásica 3D
Jefe de Topografia:	-	Número:	-	Distribución de Residuos:	Ninguno
Fecha de Creación:	24/03/2020 22:14:16	Email:	-	Elipsoide:	GRS 1980
Último Acceso:	25/03/2020 11:32:38	Skype:	-	Tipo de Proyección:	UTM
Software aplicación:	Infinity 3.3	Website:	-	Modelo de Geoide:	EGM08_REDNAP (2)
				Modelo CSCS:	-

Figura 2.49. Informe del ajuste. Detalles del proyecto

Vamos a ver con detenimiento el informe del ajuste obtenido con nuestra red ligada. En la Figura 2.49. se puede ver el encabezado del informe, donde encontraremos los datos relativos al proyecto, como los datos que introdujimos al crearlo, la fecha y el sistema de coordenadas.

Parámetros de Ajuste

General	
Puntos de Control:	Ajuste restringido (Fijos Absolutos)
Dimensión:	3D
Sistema de Coordenadas:	WGS84
Tipo de Altura:	Elipsoidal
Nivel de Confianza para Alturas - 1D:	68,3%
Nivel de Confianza para Elipses de Error - 2D:	39,4%
Núm. máx de Iteraciones:	3
Criterios de iteración:	0,0001 m

Figura 2.50. Informe del ajuste. Parámetros del Ajuste.

En lo referente a los parámetros del ajuste, como muestra la Figura 2.50, se pueden ver parte de los parámetros que hayamos definido para la realización del ajuste. Hasta ahora, toda la información es información introducida por el usuario.

Para ver una explicación acerca de esto se puede consultar el vídeo:

Un vídeo con la explicación de la primera parte del informe de la red se puede ver en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=34207c40-6f5c-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3.13.2 Resumen del ajuste

En esta sección del informe tenemos información que nos indica datos de nuestro ajuste según el número de observables e incógnitas que tengamos, así como si el ajuste pasa las pruebas estadísticas con los criterios de prueba que hemos establecido (véase Figura 2.51).

Un vídeo explicativo se puede ver en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=e8f81490-6f5f-11ea-8c87-2ba15c40d192

Resumen de Ajuste

Ajuste	
Tipo:	Ajuste restringido (Fijos Absolutos)
Dimensión:	3D
Número de Iteraciones:	1
Corrección máx. de coordenadas en la última iteración:	0,0000 m
Estaciones	
Número de estaciones (parcialmente) conocidas:	4
Número de estaciones desconocidas:	5
Total:	**9**
Observaciones	
Diferencias de Coordenadas GNSS:	48 (16 líneas base)
Coordenadas conocidas:	12
Total:	**60**
Incógnitas	
Coordenadas:	27
Total:	**27**
Grados de Libertad:	**33**
Criterio de optimización v'Pv:	**355,70229**
σ a-posteriori:	**3,283**
Prueba	
Valor crítico de la prueba W:	1,96
Valor crítico de la prueba T (2 dimensiones):	2,42
Valor crítico de la prueba T (3 dimensiones):	1,89
Valor crítico de prueba F:	0,98
Prueba F:	**10,78**
Prueba Chi Cuadrado (95,0%)	
Límite inferior del valor crítico:	0,58
Límite superior del valor crítico:	1,54
Prueba Chi Cuadrado:	**10,78**

Figura 2.51. Información con el resumen del ajuste

1.3.13.3 Datos de entrada

En esta sección, como su nombre indica, se muestran los datos que se han introducido para la realización del ajuste:

- Coordenadas aproximadas. Donde tenemos una tabla con las estaciones, sus coordenadas y tipo.
- Observaciones. Que muestra las líneasbases que se han utilizado para el ajuste, sus dimensiones y sus errores.

1.3.13.4 Resultados del ajuste

Los resultados del ajuste se muestran en esta sección y en los dos primeros apartados "Coordenadas Ajustadas" y "Desviación Estándar" se puede encontrar lo que realmente estamos buscando, si ajustamos una red es para obtener unas coordenadas compensadas y sus errores con una determinada fiabilidad, por lo que, independientemente de que luego hagamos un análisis estadístico de nuestro ajuste, el resultado del ajuste siempre será el que ofrecen los dos primeros cuadros esta sección, que se muestra en la Figura 2.52. y la Figura 2.53.

Resultados del Ajuste

Coordenadas Ajustadas

Estación	Latitud WGS84	Longitud WGS84	Altura Elipsoidal [m]	Corr Lat WGS84 [m]	Corr Long WGS84 [m]	Corr Altura [m]
ALBO	35° 56' 23,42" N	3° 02' 03,25" O	62,2231	0,0000	0,0000	0,0000
BLGU	42° 57' 29,67" N	0° 48' 02,47" O	1.649,3055	-1,0375	-0,2271	0,7349
CARG	37° 35' 47,75" N	0° 58' 25,88" O	57,2716	-0,9708	-0,2471	0,8179
FRAG	41° 30' 34,05" N	0° 19' 26,97" E	181,7711	0,0000	0,0000	0,0000
HUEL	37° 11' 59,92" N	6° 55' 13,08" O	81,8424	0,0000	0,0000	0,0000
ONOR	40° 36' 25,63" N	6° 49' 16,89" O	849,3307	-1,0133	-0,0765	0,7213
VALE	39° 28' 50,97" N	0° 20' 15,54" O	77,5116	-1,0029	-0,2374	0,7737
XIXO	43° 34' 12,41" N	5° 42' 06,86" O	156,5245	0,0000	0,0000	0,0000
YEBE	40° 31' 29,63" N	3° 05' 19,07" O	972,7630	-1,0192	-0,1731	0,7495

Estación	Coordenada X [m]	Coordenada Y [m]	Altura Ortom. [m]	Corr X [m]	Corr Y [m]	Corr Altura [m]
ALBO	496.911,9494	3.977.276,3925	14,3406	0,0000	0,0000	0,0000
BLGU	679.387,0478	4.758.524,4947	1.597,1442	-0,2271	-1,0375	0,7349
CARG	678.869,7398	4.162.988,2016	7,6523	-0,2471	-0,9708	0,8179
FRAG	777.422,1926	4.600.651,0340	132,2717	0,0000	0,0000	0,0000
HUEL	152.029,1766	4.124.260,8831	30,4588	0,0000	0,0000	0,0000
ONOR	176.680,1289	4.502.168,4631	793,5790	-0,0765	-1,0133	0,7213
VALE	728.984,9789	4.373.520,4412	27,4930	-0,2374	-1,0029	0,7737
XIXO	281.815,0439	4.827.675,2441	103,7792	0,0000	0,0000	0,0000
YEBE	482.492,8589	4.486.022,1321	920,8089	-0,1731	-1,0192	0,7495

Figura 2.52. Coordenadas compensadas de las estaciones.

Desviación Estándar

Estación	Desv. Estd. Lat WGS84 [m]	Desv. Estd. Long WGS84 [m]	D.Est Alt [m]
ALBO	0,0000	0,0000	0,0000
BLGU	0,0109	0,0086	0,0232
CARG	0,0094	0,0081	0,0213
FRAG	0,0000	0,0000	0,0000
HUEL	0,0000	0,0000	0,0000
ONOR	0,0136	0,0108	0,0287
VALE	0,0075	0,0062	0,0163
XIXO	0,0000	0,0000	0,0000
YEBE	0,0074	0,0065	0,0160

Figura 2.53. Desviación típica de las coordenadas compensadas

Como se puede observar en la Figura 2.52, las correcciones a las coordenadas de los puntos de Control son cero. Esto se debe a que hemos elegido la opción de tomarlos como "Fijos Absolutos". En la práctica, es más cercano a la realidad considerar que las coordenadas tienen cierto error, que lo tienen. Dar este pequeño margen de movimiento puede suponer una mejora del resultado.

A continuación de las tablas comentadas, se obtienen también otras tablas con las elipses de error relativas y absolutas de cada vértice, la fiabilidad externa, las observaciones ajustadas y los residuos de cada líneabase.

La sección del informe referente al resultado del ajuste puede consultarse en el vídeo:

https://media.upv.es/player/?id=17c97280-6f7b-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3.13.5 Pruebas y errores estimados

Esta sección es la que deberemos consultar para ver la calidad de nuestro ajuste y cómo podremos mejorarlo. Aquí encontramos las pruebas en coordenadas y las pruebas en observaciones.

MDB. Fiabilidad interna

La fiabilidad interna se expresa por el Sesgo Mínimo Detectable (MDB), que presenta el tamaño del error mínimo posible de observación, detectable por la prueba estadística (de análisis de datos) con una probabilidad igual al valor β de la prueba. Un valor MDB elevado indica una observación o coordenada pobremente revisada. Por lo tanto, cuanto más grande sea el valor del MDB, menor será la fiabilidad.

Redundancia

Es la cantidad por la cual una red de control está sobredeterminada, que tiene más observaciones que las estrictamente necesarias para calcular sus partes. A mayor redundancia, mejor resultado, en general.

BNR. Fiabilidad externa

La fiabilidad externa se expresa por la Relación Señal-Ruido (BNR) y se emplea como medida para determinar la influencia de un posible error en las observaciones de las coordenadas ajustadas. El BNR es un parámetro sin dimensión que combina la influencia de una sola observación con todas las coordenadas. Para los fines generales de la red, es deseable contar con una fiabilidad externa homogénea.

Pruebas W y T

Información teórica respecto a estas pruebas se puede consultar en la sección 1.3.2.

Si nuestro ajuste no pasa la prueba F, deberemos acudir a esta sección en busca de posibles errores groseros, que serán detectados por estas pruebas. En el caso de que una observación no pase alguna de estas pruebas, su valor se pondrá en rojo.

Un vídeo explicativo de esta sección se puede ver en el enlace:

https://media.upv.es/player/?id=4e4f93c0-6f7b-11ea-8c87-2ba15c40d192

1.3.14 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En general, el rechazo de la prueba F nos lleva al estudio de las pruebas W y T. Ya que la prueba F, la prueba W y la prueba T están ligadas, es mejor interpretarlas de forma combinada. El rechazo de la prueba F en combinación con un número limitado de pruebas W y prueba T rechazadas, generalmente indica que existen uno o más errores groseros.

Si la prueba F es rechazada y todas las observaciones de un mismo tipo en específico (por ejemplo, los ángulos cenitales) también, el problema podría estar en el modelo matemático, pero esto n oes de aplicación a GNSS.

Si la prueba F es rechazada, así como la mayoría de los valores de la prueba W, el problema podría estar en el modelo estocástico. Los valores de desviación estándar introducidos resultan demasiado optimistas. Por otro lado, si el valor de la prueba F está muy por debajo del valor crítico y los valores de la prueba W y prueba T son cercanos a cero, los valores de desviación estándar introducidos podrían ser demasiado pesimistas.

Lo anterior nos lleva a toda una serie de opciones:

- Eliminar las observaciones correspondientes. Esta es una forma válida, aunque un poco tajante, de manejar los rechazos, ya que, al eliminar observaciones, la redundancia disminuye, afectando así a la precisión y a la fiabilidad.
- Medir nuevamente las observaciones correspondientes. Medir nuevamente las observaciones es una forma obvia, pero a menudo costosa también para eliminar los rechazos, especialmente cuando el trabajo en el campo ya ha terminado. Por lo tanto, se recomienda procesar el mayor número de datos posibles en campo.
- Incrementar la desviación estándar de las observaciones correspondientes. Esta solución siempre dará resultado, pues disminuirá los valores resultantes de las pruebas F, W y T. Sin embargo, se debe tener presente que el objetivo no consiste en aceptar todas las pruebas, sino en detectar errores groseros o en los modelos.
- Ignorar los rechazos. Esta opción es obvia pero muy arriesgada, y solo se debe aplicar si los resultados de la prueba W exceden el valor crítico. Es conveniente analizar el error estimado involucrado en el rechazo, para decidir si es aceptable o no. También se debe recordar que, dependiendo del nivel de significancia, siempre existirá una probabilidad de que una observación válida sea rechazada.

2 ANEXO 2

2.1.1.1 OBSERVABLES EN FORMATO RINEX

Una página que puede resultar útil para conocer las estaciones permanentes disponibles en la Península Ibérica es "Visor GNSS" que se muestra en la

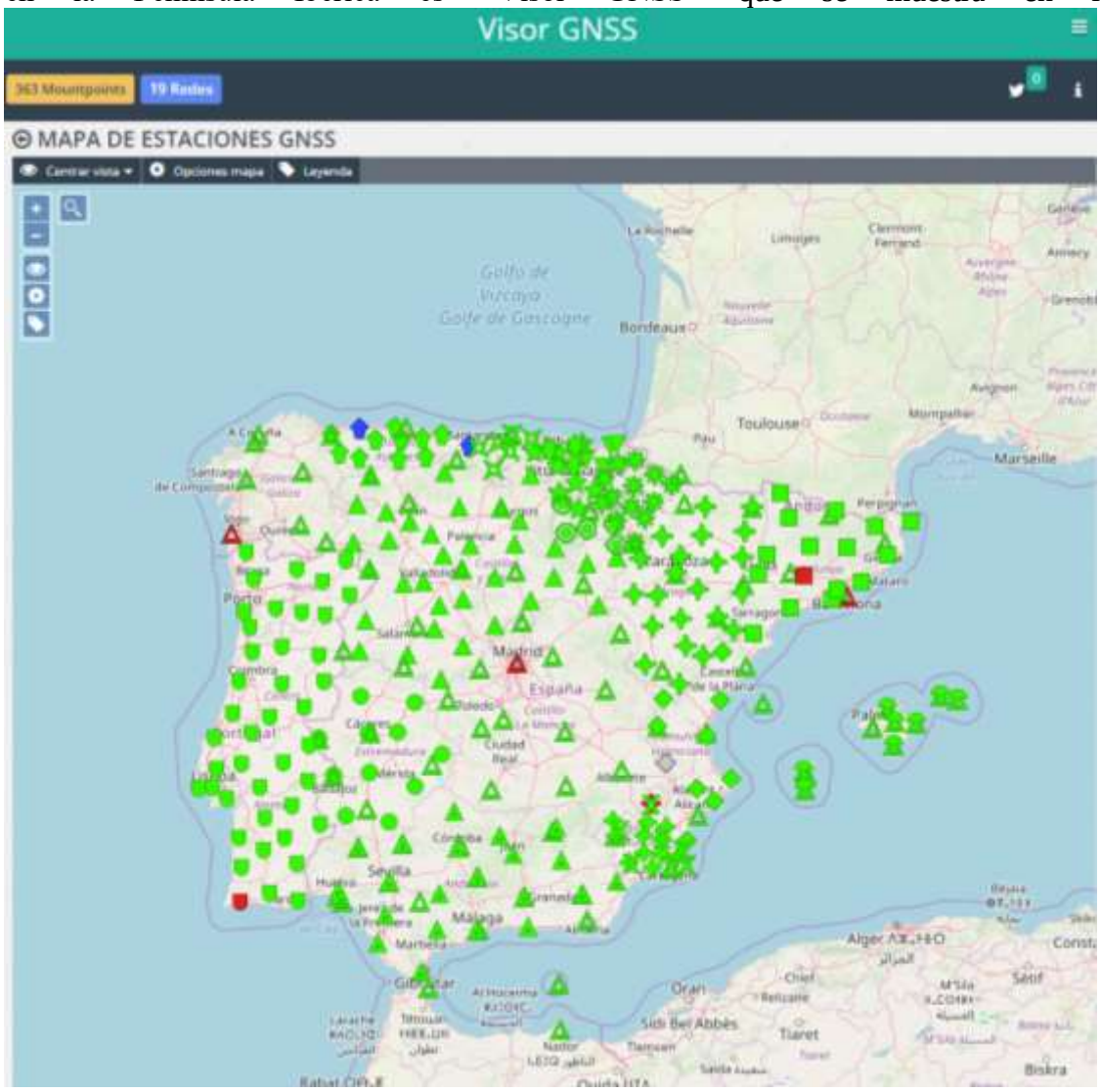


Figura 2.1, un visor desarrollado por la Universidad de Extremadura gracias al convenio de mantenimiento de la Red Extremeña de Posicionamiento que financia la Junta de Extremadura. http://ntrip.rep-gnss.es/.

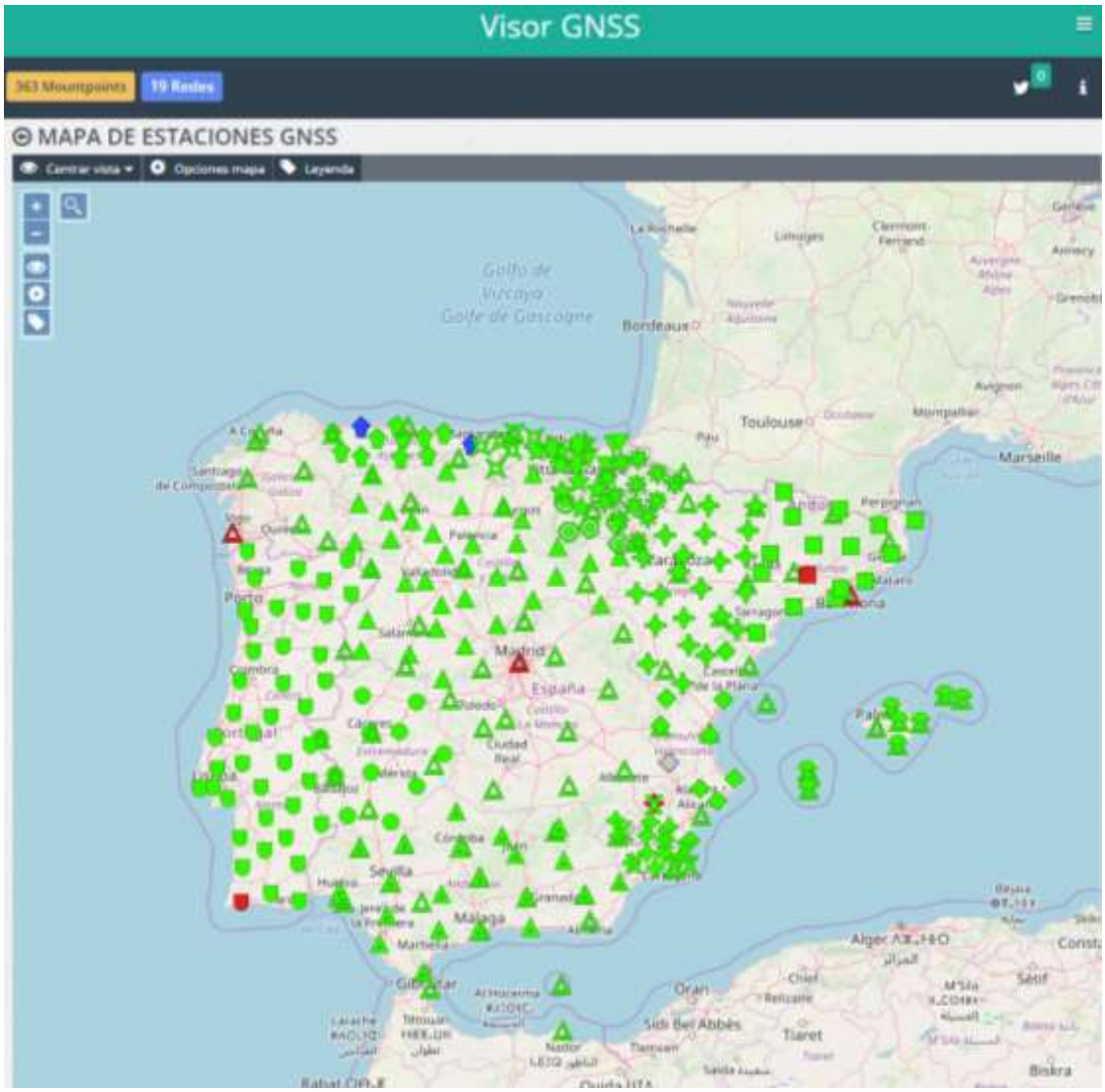
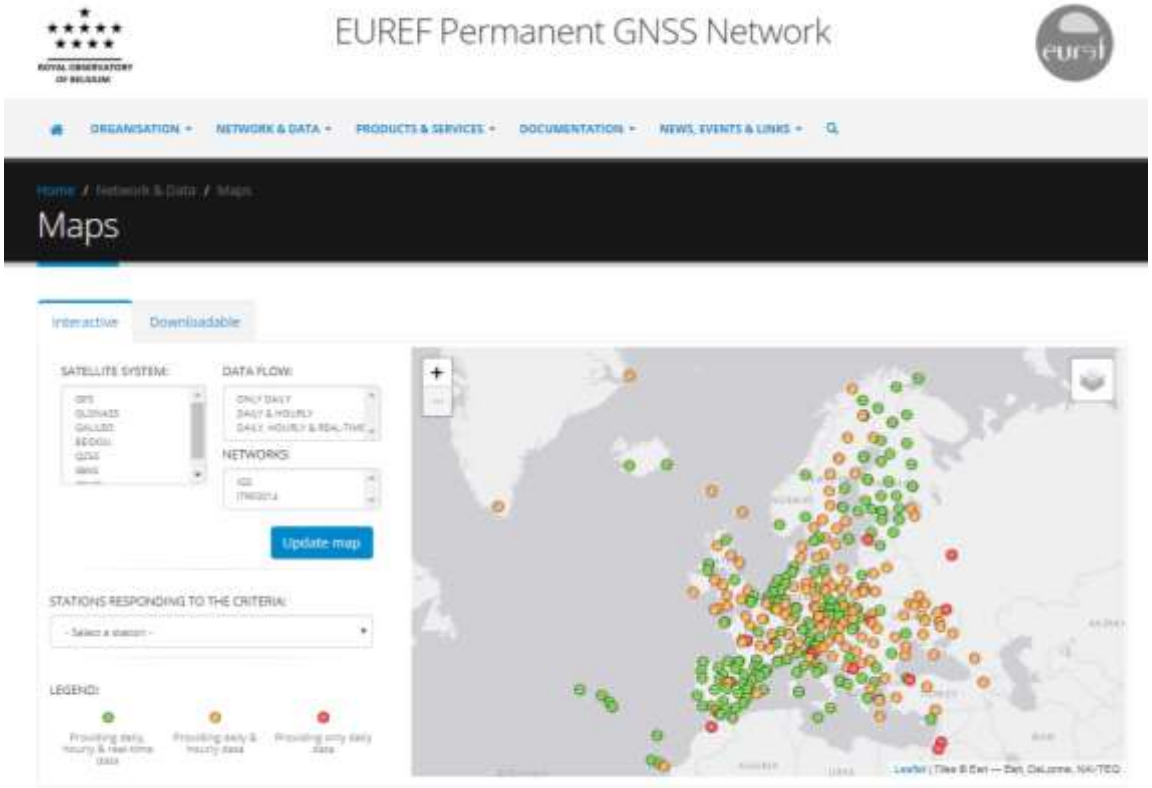


Figura 2.1. Visor GNSS

2.1.1.1.1 EUREF

Si la estación de la que queremos los datos pertenece a la red EUREF, podremos descargar estos datos en el enlace siguiente, haciendo clic en la estación en cuestión.

http://www.epncb.oma.be/_networkdata/stationmaps.php



2.1.1.1.2 IGN

Si la estación o estaciones buscadas pertenecen al Instituto Geográfico nacional, utilizaremos el link: https://www.ign.es/web/ign/portal/gds-area-geodesia

Con el que accedemos a la página que se muestra en la Figura 2.2, donde se ofrece acceso a los datos RINEX accediendo a "Descarga de ficheros RINEX".

Figura 2.2. Página de Geodesia del IGN

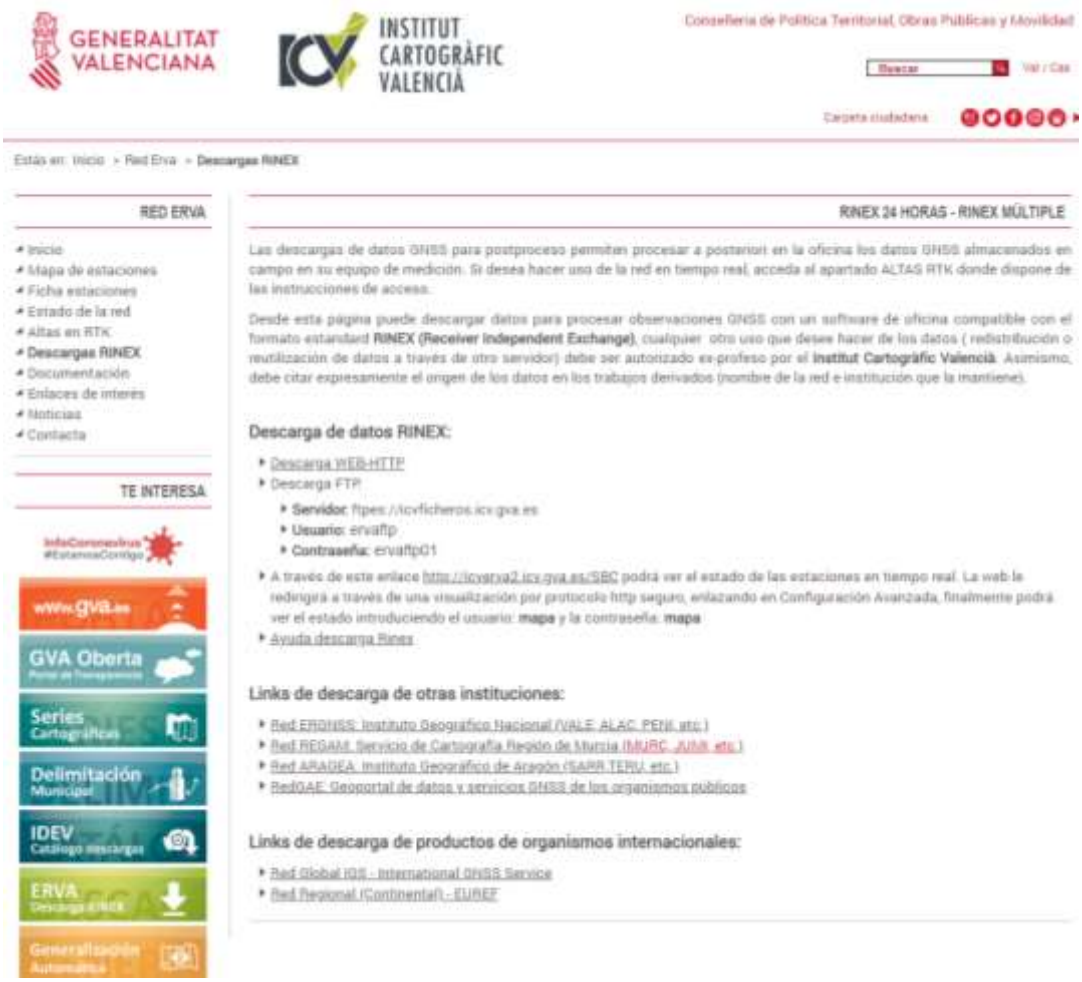
Lo más sencillo es ir directamente al ftp:

ftp://ftp.geodesia.ign.es/ERGNSS/diario_30s/2019/

ERVA

Si buscamos información de la red ERVA de la Comunidad Valenciana:

http://www.icv.gva.es/es/web/icv-erva/descarga-ficheros-rinex



Y podemos encontrar una red regional en prácticamente todas las comunidades autónomas del país.

2.1.1.2 EFEMÉRIDES

IGS

http://www.igs.org/resources

A través de la pestaña “resources” accedemos directamente al ftp. Dentro de la carpeta “/pub/product” elegiremos la semana GPS y descargaremos las efemérides.

También se pueden bajar, las de GPS y GLONASS, día a día de las páginas:

https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/115003935351

https://cddis.nasa.gov/Data_and_Derived_Products/GNSS/broadcast_ephemeris_data.html

Las efemérides precisas GALILEO se pueden bajar de:

http://navigation-office.esa.int/products/gnss-products/

Eligiendo la semana y día correctos.

2.1.1.3 ANTENAS

El archivo con las correcciones de las antenas se puede obtener del servidor:

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

Índice de /pub/station/general/

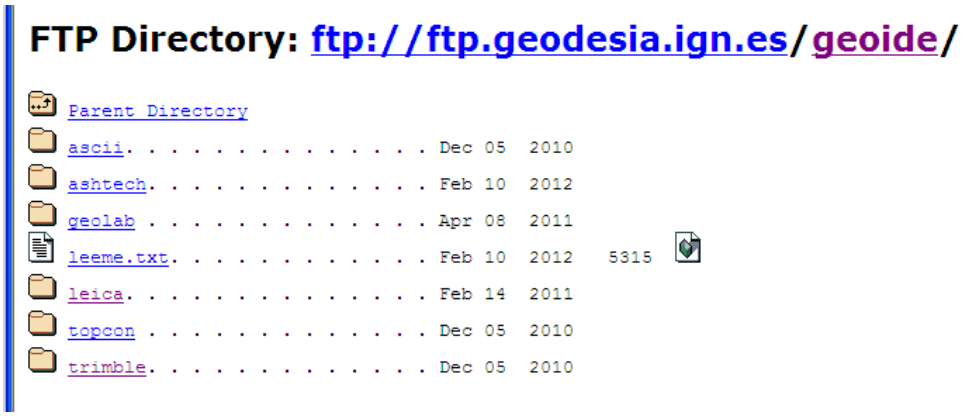
[directorio principal]

Nombre	Tamaño	Fecha de modificación
skel/		21/2/20 19:35:00
sitelog_instr.txt	10.2 kB	9/11/18 1:00:00
rinex3.err	11.5 kB	26/3/20 17:22:00
relative.igs.snx.Z	84.8 kB	9/11/06 1:00:00
relative.igs.snx	310 kB	9/11/06 1:00:00
rcvr_ant.tab	248 kB	25/3/20 14:08:00
proposed.igs.snx	275 kB	4/11/06 1:00:00
pcv_proposed/		29/8/06 2:00:00
pcv_archive/		16/3/20 12:25:00
newstation.txt	4.4 kB	23/12/99 1:00:00
logsum2.txt	14.9 kB	13/5/08 2:00:00
logsum.txt.gz	29.6 kB	26/3/20 17:22:00
logsum.txt	107 kB	26/3/20 17:22:00
loghist.txt.gz	169 kB	26/3/20 17:22:00
loghist.txt	1.7 MB	26/3/20 17:22:00
logerr.faq	4.0 kB	12/1/09 1:00:00
igs_with_former.snx.err	13.3 kB	3/9/15 2:00:00
igs_with_former.snx	818 kB	26/3/20 17:22:00
igs_01.txt	41.8 kB	7/12/00 1:00:00
igs_01.pcv	38.1 kB	26/7/07 2:00:00
igs_01.atx	113 kB	30/7/07 2:00:00
igs14_2097.atx	15.1 MB	16/3/20 12:25:00
igs14.gz	2.9 MB	16/3/20 12:25:00
igs14.atx	0 B	16/3/20 12:25:00
igs08.atx	0 B	27/10/17 2:00:00
igs05.atx	0 B	27/1/12 1:00:00
igs.snx.gz	135 kB	26/3/20 17:22:00
igs.snx.err	16.0 kB	26/3/20 17:22:00
igs.snx.emails	1.1 kB	30/8/15 2:00:00
igs.snx	679 kB	26/3/20 17:22:00
historicaldata/		29/11/05 1:00:00
blank.log	12.2 kB	29/9/16 2:00:00
antex14.txt	23.1 kB	15/9/10 2:00:00
antenna_README.pdf	128 kB	1/11/17 1:00:00
antenna.gra	162 kB	25/3/20 14:12:00
IGS Site Guidelines July 2015.pdf	3.1 MB	16/7/15 2:00:00

2.1.1.4 MODELO DE GEOIDE

El modelo de geoide para la península Ibérica lo proporciona el IGN, en el enlace:

https://www.ign.es/web/ign/portal/gds-area-geodesia

Haciendo clic en modelo de geoide tenemos acceso al ftp, donde podremos descargarlo en diferentes formatos.

ftp://ftp.geodesia.ign.es/geoide/