



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica

Universitat Politècnica de València

**Estudio de la precisión de la tecnología VRS
en función de varios criterios.**

**Trabajo fin de Grado
en Ingeniería en Geomática y Topografía**

Valencia, Julio 2017

Autor: Alejandro Fernández Oliver

Tutora: Dra. D^a. Natalia Garrido Villén.

Resumen.

Este proyecto ha consistido en la comparación de los resultados obtenidos en una serie de puntos de estacionamiento mediante la técnica de observación de Estático Relativo y la de Estación de Referencia Virtual (VRS) utilizando para ello tres antenas diferentes estacionadas sobre una base de metacrilato de dimensiones conocidas. Para el análisis de la observación con VRS se han realizado tres estudios diferentes, intentando abarcar los diferentes factores que pueden afectar a la precisión obtenida mediante esta técnica. El primer factor evaluado ha sido la distancia a la estación de referencia más cercana. El segundo ha sido el contenido de humedad en el ambiente, saliendo a campo con diferentes condiciones de porcentaje de humedad. Y el último factor es el estado de la ionosfera, por ello se ha hecho una observación durante el día y otra durante la noche. Dentro de cada estudio se ha observado mediante diferentes técnicas, consistentes en conectar a diferentes servidores de correcciones con solución de estación única y con solución de red, y probando dos máscaras de elevación diferentes en cada una. Estos estudios han permitido conocer la precisión bajo cada circunstancia y la exactitud de sus resultados al compararlos con los homólogos del estático.

Resum.

Aquest projecte ha consistit en la comparació dels resultats obtinguts en una sèrie de punts d'estacionament mitjançant la tècnica d'observació d'Estàtic Relatiu i la d'Estació de Referència Virtual (VRS) utilitzant per a això tres antenes diferents estacionades sobre una base de metacrilat de dimensions conegudes. Per l'anàlisi de l'observació amb VRS s'han realitzat tres estudis diferents, intentant comprendre els diferents factors que poden afectar la precisió obtinguda mitjançant aquesta tècnica. El primer factor avaluat ha sigut la distància a l'estació de referència més pròxima. El segon ha sigut el contingut d'humitat en l'ambient, eixint a camp amb diferents condicions de percentatge d'humitat. I l'últim factor és l'estat de la ionosfera, per això s'ha fet una observació durant el dia i una altra durant la nit. Dins de cada estudi s'ha observat per mitjà de diferents tècniques, consistents a connectar a diferents servidors de correccions amb solució d'estació única i amb solució de xarxa, i provant dos màscares d'elevació diferents en cada una. Aquests estudis han permès conèixer la precisió segons cada circumstància i l'exactitud dels seus resultats al comparar-los amb els homòlegs de l'estàtic.

Abstract.

This project has consisted in the comparison of the results obtained in a series of survey marks by Relative Static Observation Technique and Virtual Reference Station (VRS) technique using three different antennas stationed on a methacrylate base, of known dimensions. For the analysis of the observation with VRS, three different studies have been carried out, trying to cover the different factors that may affect the precision obtained with this technique. The first evaluated factor was the distance to the nearest Reference Station. The second one has been the moisture content in the atmosphere, going to field with different humidity percentage conditions. And the last factor is the state of the ionosphere, so an observation has been made during the day and another one during the night. Within each study observations have been carried out using different techniques, consisting of connecting to different correction servers with single station solution and network solution, and testing two different elevation masks in each solution. These studies have made possible to know the precision under each circumstance and the accuracy of its results when compared with the static counterparts.

Dedicatoria.

A mis padres, Julio Luis Fernández Díaz y Carmen Oliver Sanz, y en especial a mi madre, que desde donde esté sé que estará muy orgullosa de este logro.

A mis hermanos, Julio Alberto Fernández Oliver y Guillermo Luis Fernández Oliver, a mi cuñada, María José Mora Blay y a mi sobrina Estela Fernández Mora.

Reconocimientos.

A Natalia Garrido Villén, por haber sido mi tutora durante este trabajo, por haberme introducido en esta especialidad de la Geomática que he encontrado muy interesante, por su atención, profesionalidad, disponibilidad y por el aporte constante de ideas y enfoques.

A Amparo Martínez Domingo, por su disponibilidad, por su atención constante a la evolución de los trabajos y por su profesionalidad en la resolución de los problemas técnicos y logísticos que han ido surgiendo.

A María Jesús Jiménez Martínez, por su predisposición, su actitud, su buen hacer y por las interesantes conversaciones sobre ideas, enfoques y proyectos futuros. Y por rescatarme de la lluvia.

A Julio del Río Lorenzo y Javier Lledó Fernández, técnicos de AI-top topografía (Trimble) y a Rubén Cubel Catalán (Leica), por todas las aclaraciones a mis consultas técnicas.

A Raquel Capilla Romá, del Institut Cartogràfic Valencià, por las aclaraciones a cuestiones técnicas y aportes de información de las estaciones de referencia de la red ERVA y por sus sugerencias de enfoques para este trabajo.

A José Antonio Sánchez Sobrino, de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía, del Instituto Geográfico Nacional, por sus aportes de información sobre las estaciones de referencia del IGN.

Y finalmente a Débora Robles Pérez y Pablo Morcillo Pallarés, por su profesionalidad, actitud, personalidad y por haber creado un excelente ambiente de trabajo en el Seminario de Geodesia.

Acrónimos.

ANTEX	ANTenna EXchange format
ARP	Antenna Reference Point.
CODE	Center for Orbits Determination in Europe
DGNSS	Differential GNSS.
DGPS	Differential GPS.
DOP	Dilution Of Precision
ECEF	Earth Centered Earth Fixed.
EGM08	Earth Gravitational Model 2008
ETRS	European Terrestrial Reference System
FKP	Flächen Korrektur Parameter
GNSS	Global Navigation Satellite System
GRS80	Geodetic Reference System 1980
HDOP	Horizontal Dilution of Precision
IGS	International GNSS Service.
JPL	Jet Propulsion Laboratory
MAC	Master Auxiliary Concept
NGS	National Geodetic Survey.
NMEA	National Marine Electronics Association
NTRIP	Network Transport of RTCM via Internet Protocol
PDOP	Position Dilution of Precision
RINEX	Receiver INdependent EXchange
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime Services
REDNAP	RED Nacional de Alta Precisión
RTK	Real Time Kinematic
TEC	Total Electron Content
TEQC	Translate, Edit, Quality Control
UTM	Universal Transverse Mercator
VDOP	Vertical Dilution of Precision
VRS	Virtual Reference Station

Índice de contenidos.

1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos.....	2
2. Estado del arte	3
2.1. GNSS.....	4
2.2. Métodos de observación.....	5
2.2.1. Posicionamiento estático relativo.....	5
2.2.2. Sistemas de correcciones diferenciales RTK (Real Time Kinematic).	5
2.2.2.1. NTRIP. Solución de estación única.....	5
2.2.2.2. Solución de red RTK.....	5
2.2.2.3. VRS.....	6
Introducción a VRS.....	6
Definición de VRS.....	6
Flujo de trabajo de VRS.....	8
Aplicaciones de VRS.....	9
2.2.2.4. FKP (Parámetros de corrección de áreas).....	10
2.2.2.5. MAC (Master Auxiliary Concept).....	10
3. Instrumental utilizado.....	11
3.1. Antena Trimble R8 Model 2.....	12
3.2. Antena Trimble R10	13
3.3. Antena Leica 1200 (ATX1230GG).....	14
3.4. Controladora Trimble TSC3.....	15
3.5. Controladora Leica RX1250XC	16
3.6. Base de las antenas.....	17
3.7. Estación meteorológica.....	17
4. Zona de estudio	19
4.1. Zona Norte (VALE).....	21
4.1.1. Polígono Industrial de Sagunto (VALE20K)	21
4.1.2. Puebla de Farnals (VALE10K)	22
4.1.3. Roca (VALE05K).....	24
4.1.4. Alboraya (VALE00K).....	26
4.2. Zona Sur (VCIA).....	27
4.2.1. Albufera ~ Sueca (VCIA20K).....	27

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

4.2.2.	Urbanización Les Gavines, El Saler (VCIA10K).....	29
4.2.3.	Albufera~El Saler (VCIA05K).....	30
4.2.4.	Castellar-Oliveral (VCIA00K).	31
5.	Tecnologías empleadas	33
5.1.	Estático.	34
5.1.1.	Configuraciones para estático.....	34
5.1.1.1.	Estilos de levantamiento.....	35
	Controladora Trimble TSC3.....	35
	Controladora Leica RX1250XC.	35
5.1.1.2.	Nomenclatura de los trabajos.	36
5.1.1.3.	Configuración de los trabajos de estáticos.	37
	Controladora Trimble TSC3.....	37
	Controladora Leica RX1250XC.	38
5.1.2.	GNSS View (app y Web)	39
5.1.3.	Fechas de salidas a campo.	40
5.1.4.	Descarga de datos complementarios (FTPzilla).	41
5.1.5.	Los observables RINEX.	41
5.1.6.	Archivos de efemérides.	43
5.1.7.	Archivo de antenas.	44
5.1.8.	Archivo de modelo de geoide.....	45
5.1.9.	Hatanaka.	46
5.1.10.	Convert to RINEX y exportación a RINEX.	46
5.1.11.	TEQC.....	48
5.2.	VRS (Estación de Referencia Virtual).....	51
5.2.1.	Características de los puntos de montaje del ICV.	52
5.2.2.	Características de los puntos de montaje del IGN.....	53
5.2.3.	Configuración para VRS.	55
5.2.3.1.	Tolerancia en VRS.	55
5.2.3.2.	Estilos de levantamiento.....	55
	Controladora Trimble TSC3.....	56
	Configuración de contacto GNSS en TSC3.	57
	Controladora Leica RX1250XC.	58
	Configuración de servidor.	59

5.2.3.3.	Nomenclatura de los trabajos y observaciones en VRS.....	59
5.2.3.4.	Configuraciones de los trabajos en las controladoras para VRS.....	60
	Controladora Trimble TSC3.....	60
	Controladora Leica RX1250XC.....	61
5.2.4.	Fechas de salidas a campo.....	61
5.2.5.	Estado de la ionosfera.....	62
5.2.6.	Incidencias en observaciones de campo.....	62
6.	Estático	65
6.1.	Estudio de incertidumbres <i>a priori</i>	66
6.1.1.	Incertidumbre planimétrica <i>a priori</i> :	66
6.1.2.	Incertidumbre altimétrica <i>a priori</i> :	66
6.2.	Procesamiento de los estacionamientos estáticos relativos.....	70
6.2.1.	Software de procesamiento de estáticos	70
6.2.2.	Procesamiento del estático.....	71
	6.2.2.1. Creación de sistema de coordenadas.....	72
	6.2.2.2. Modelo de geoide.....	72
	6.2.2.3. Modelo de elipsoide.....	72
	6.2.2.4. Modelo de proyección.....	73
	6.2.2.5. Creación de un nuevo proyecto.....	73
	6.2.2.6. Importación de antenas.....	74
	6.2.2.7. Importación de efemérides.....	76
	6.2.2.8. Importación de los observables.....	76
	6.2.2.9. Asignación de correcciones de antenas específicas.....	77
	6.2.2.10. Procesamiento de las líneas base.....	78
	6.2.2.11. Ajustes.....	81
	Precisión, exactitud y fiabilidad.....	82
	Pruebas estadísticas.....	83
	Ajuste libre.....	84
	Ajustes ligados.....	86
	Ajuste ligado con fijos absolutos.....	86
	Ajuste ligado con fijos promediados	90
	Ajuste ligado con fijos promediados y líneas base ponderadas.....	93
6.3.	Estudio de incertidumbres <i>a posteriori</i>	101

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

6.3.1.	Incertidumbre planimétrica <i>a posteriori</i>	101
6.3.2.	Incertidumbre altimétrica <i>a posteriori</i>	101
6.3.3.	Evaluación de las incertidumbres a posteriori.....	102
7.	VRS.....	103
7.1.	Resultados de VRS.....	104
7.2.	Precisión y tolerancia con VRS.....	107
7.3.	Resultados del estudio según distancia a la estación de referencia.....	107
7.3.1.	Valores máximos y mínimos de las observaciones.....	107
7.3.1.1.	Zona Norte (VALE).....	108
7.3.1.2.	Zona Sur (VCIA).....	109
7.3.2.	Observaciones con valores promedio de desviación estándar.....	109
7.3.2.1.	Zona Norte (VALE).....	109
7.3.2.2.	Zona Sur (VCIA).....	113
7.3.3.	Observaciones con valores mínimos de desviaciones estándar.....	116
7.3.3.1.	Zona Norte (VALE).....	116
7.3.3.2.	Zona Sur (VCIA).....	119
7.3.4.	Posición de las antenas en la base de metacrilato.....	122
7.3.4.1.	Zona Norte (VALE).....	123
7.3.4.2.	Zona Sur (VCIA).....	125
7.3.5.	Comparación de coordenadas Estático – VRS.....	126
7.3.5.1.	Zona Norte (VALE).....	127
7.3.5.2.	Zona Sur (VCIA).....	130
7.3.6.	Conclusiones al estudio según distancias a la estación de referencia.....	132
7.4.	Estudio de las observaciones según condiciones atmosféricas.....	134
7.4.1.	El retardo troposférico.....	134
7.4.2.	Características del estudio.....	135
7.4.3.	Fechas de salidas a campo.....	136
7.4.3.1.	Salida para observaciones con ambiente seco.....	136
7.4.3.2.	Salida para observaciones con ambiente de humedad media (confortable).....	136
7.4.3.3.	Salida para observaciones con ambiente húmedo.....	137
7.4.4.	Resultados obtenidos.....	137
7.4.4.1.	Máximos y mínimos.....	137
7.4.4.2.	Resultados de precisión mínima.....	139

7.4.4.3.	Comparación con los datos del estadístico.....	142
7.4.4.4.	Conclusiones del estudio según las condiciones meteorológicas....	145
7.5.	Estudio de las observaciones según condiciones de la ionosfera (día / noche).	147
7.5.1.	El retardo ionosférico.	147
7.5.2.	Características del estudio.	147
7.5.3.	Fechas de salidas a campo.	148
7.5.3.1.	Salida para observaciones durante el día (DIA).....	148
7.5.3.2.	Salida para observaciones durante la noche (NOCT).	148
7.5.4.	Estado de la ionosfera.	148
7.5.5.	Resultados obtenidos	148
7.5.5.1.	Máximos y mínimos.....	149
7.5.5.2.	Resultados de precisión mínima.....	150
7.5.5.3.	Comparación con los datos del estático.	153
7.6.	Resumen de los mejores resultados de todos los estudios.....	158
8.	Presupuesto	161
8.1.	Introducción.....	162
8.2.	Información sobre salidas a campo.	163
8.3.	Presupuesto.....	164
9.	Conclusiones y trabajos futuros	167
9.1.	Conclusiones.....	168
9.1.1.	Estudio según la distancia a la estación de referencia.	168
9.1.2.	Estudio según las condiciones meteorológicas.....	168
9.1.3.	Estudio según el estado de la ionosfera.	169
9.2.	Trabajos futuros.....	170
10.	Bibliografía y Documentación	173
10.1.	Bibliografía.....	174
10.2.	Direcciones de Internet.....	178
Anexo I - Comparativas de Resultados con las Tres Antenas		183
Anexo II - Listado de Puntos VRS (ejemplo)		201
Anexo III - Informes LGO		209

Índice de figuras.

Figura 2.1. Estaciones de referencia enviando información a centro de control. Elaboración propia.....	8
Figura 2.2. El rover envía su posición aproximada mediante protocolo NMEA. Elaboración propia.....	8
Figura 2.3. Envío de correcciones vía RTCM. Elaboración propia.	9
Figura 2.4. Recepción de las correcciones y cálculo de la nueva posición. Elaboración propia.	9
Figura 3.1. Antenas utilizadas en campo. Elaboración propia.	12
Figura 3.2. Vista frontal de la antena Trimble R8. Elaboración propia.	12
Figura 3.3. Vista inferior de la antena Trimble R8. Elaboración propia.	12
Figura 3.4. Vista frontal de la antena Trimble R10. Elaboración propia.	13
Figura 3.5. Vista inferior de la antena Trimble R10. Elaboración propia.	13
Figura 3.6. Vista frontal de la antena Leica ATX1230. Elaboración propia.	14
Figura 3.7. Vista inferior de la antena Leica ATX1230. Elaboración propia.....	14
Figura 3.8. Controladora Trimble TSC3. Elaboración propia.	15
Figura 3.9. Controladora Leica RX1250XC. Elaboración propia.	16
Figura 3.10. Vista general de la base. Elaboración propia.	17
Figura 3.11. Detalle de la base utilizada. Elaboración propia.	17
Figura 3.12 Estación meteorológica utilizada. Elaboración propia.....	17
Figura 4.1. Zona Norte del estudio. Google Earth.....	21
Figura 4.2. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	21
Figura 4.3. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	21
Figura 4.4. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE20K. Elaboración propia.	21
Figura 4.5. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	22
Figura 4.6. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	22
Figura 4.7. Equipos en el punto de estacionamiento. Elaboración propia.....	22
Figura 4.8. Vista de los equipos a ras de suelo. Elaboración propia.	22
Figura 4.9. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	22
Figura 4.10. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	22
Figura 4.11. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE10K. Elaboración propia.	23
Figura 4.12. Vista panorámica opuesta del punto de estacionamiento VALE10K. Elaboración propia.....	23
Figura 4.13. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.	23
Figura 4.14. Otra vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.	23
Figura 4.15. Marcado del punto de estación. Elaboración propia.	23
Figura 4.16. Marcado del punto de estación. Elaboración propia.	23
Figura 4.17. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	24
Figura 4.18. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	24
Figura 4.19. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE05K. Elaboración propia.	24

Figura 4.20. Detalle del marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia. ..	24
Figura 4.21. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	24
Figura 4.22. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.	25
Figura 4.23. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	26
Figura 4.24. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	26
Figura 4.25. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE00K. Elaboración propia.	26
Figura 4.26. Marcado del punto.de estacionamiento. Elaboración propia.	26
Figura 4.27. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	26
Figura 4.28. Vista de los equipos cercana al ras del suelo. Elaboración propia.	27
Figura 4.29. Zona Sur del estudio. Google Earth.	27
Figura 4.30. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	27
Figura 4.31. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	27
Figura 4.32. Vista panorámica del punto de estacionamiento VCIA20K. Elaboración Propia.	28
Figura 4.33. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	28
Figura 4.34. Detalle del marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia. ..	28
Figura 4.35. Vista desde el punto de estacionamiento. Elaboración propia.	28
Figura 4.36. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.	28
Figura 4.37. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	29
Figura 4.38. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	29
Figura 4.39. Vista panorámica del punto de estacionamiento VCIA10K. Elaboración propia.	29
Figura 4.40. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	29
Figura 4.41. Equipos en el punto de estacionamiento. Elaboración propia.	29
Figura 4.42. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	30
Figura 4.43. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	30
Figura 4.44. Vista panorámica del punto de estacionamiento VCIA05K. Elaboración propia.	30
Figura 4.45. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	30
Figura 4.46. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.	30
Figura 4.47. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.	31
Figura 4.48. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.	31
Figura 4.49. Vista desde el punto de estacionamiento VCIA00K. Elaboración propia.	31
Figura 4.50. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.	31
Figura 4.51. Equipos en el punto de estacionamiento. Elaboración propia.	31
Figura 5.1. GNSS view con realidad aumentada.	39
Figura 5.2. GNSS view con realidad aumentada.	39
Figura 5.3. Vista cercana a la antena Trimble R8.	39
Figura 5.4. Posición de los satélites en realidad aumentada.	39
Figura 5.5. GNSS view en Web.	40
Figura 5.6. Selección de constelaciones.	40
Figura 5.7. Vista general de FTPzilla.	41
Figura 5.8. Relación de horas GPS y letras en archivos RINEX.	42

Figura 5.9. Detalle del archivo rcvr_ant.tab con las nomenclaturas de antenas.....	44
Figura 5.10. Detalle del archivo rcvr_ant.tab con las nomenclaturas para radomos.	45
Figura 5.11. Detalle del archivo antenna.gra con descripción gráfica de la antena Trimble R10.....	45
Figura 5.12. Convert to RINEX.	47
Figura 5.13. Conversión de datos a RINEX en LGO.	47
Figura 5.14. Detalle del guardado del archivo RINEX.	47
Figura 5.15. Archivo de control de calidad en servidor FTP (.17S).....	48
Figura 5.16. Detalle de cabecera de archivo de informe de control de calidad.....	48
Figura 5.17. Diagrama del efecto multipath.	49
Figura 5.18. Diagrama de la relación señal-ruido.	49
Figura 5.19. Archivo RINEX con la antigua nomenclatura.	50
Figura 5.20. Archivo RINEX con la nueva nomenclatura.	50
Figura 5.21. Listado de mountpoints en TSC3. Elaboración propia.	52
Figura 5.22. Problema con la resolución de la conexión. Elaboración propia.	55
Figura 5.23. Diferentes listados de puntos generados.	60
Figura 5.24. Imagen del estado de la ionosfera del JPL en la fecha de observación.....	62
Jet Propulsion Laboratory (NASA).	62
Figura 6.1. Hub network o formación de estrella. Helmer (2014).	71
Figura 6.2. Red formada con loops. Helmer (2014).	71
Figura 6.3. Importación del archivo de geoides.	72
Figura 6.4. Características del modelo de geoides.	72
Figura 6.5. Propiedades del modelo de elipsoide GRS1980.	72
Figura 6.6. Propiedades de la proyección UTM en LGO.	72
Figura 6.7. Configuración de nuestro sistema de coordenadas.	73
Figura 6.8. Nombre del trabajo.....	74
Figura 6.9. Selección del sistema de coordenadas.....	74
Figura 6.10. Importación del archivo original.	74
Figura 6.11. Importación de los archivos preparados.....	74
Figura 6.12. Archivos de correcciones individuales.....	75
Figura 6.13. Importación de archivo de efemérides.	76
Figura 6.14. Efemérides incluidas en el sistema.	76
Figura 6.15. Archivo RINEX con nuestras observaciones.....	76
Figura 6.16. Archivos RINEX de estaciones de referencia.	76
Figura 6.17. Todas las observaciones del estático importadas en el trabajo.	77
Figura 6.18. Archivos de corrección de antenas importados.....	77
Figura 6.19. Asignación de la corrección de antena.....	77
Figura 6.20. Hub network o formación de estrella. Helmer (2014).	78
Figura 6.21. Designación de los puntos de observación como de referencia y móvil....	78
Figura 6.22. Configuración de los parámetros de procesamiento.	79
Figura 6.23. Configuración de la estrategia de procesamiento.....	80
Figura 6.24. Resultado del procesamiento de líneas base.	81
Figura 6.25. Distribución de los puntos de observación.....	81
Figura 6.26. Relaciones entre precisión, exactitud y fiabilidad. Uznański, A (2008)....	83

Figura 6.27. Configuración de los criterios de prueba.	84
Figura 6.28. Cálculo de la red por ajuste libre.....	84
Figura 6.29. Informe generado para el ajuste libre.....	85
Figura 6.30. Resultados para las coordenadas de nuestra estación.	85
Figura 6.31. Resultados de las elipses de error.....	86
Figura 6.32. Acceso a los parámetros generales.....	87
Figura 6.33. Configuración de los puntos de control.	87
Figura 6.34. Estación como punto de referencia.	87
Figura 6.35. Estación cambiada a punto de control.....	87
Figura 6.36. Estaciones de referencia como puntos de control.	88
Figura 6.37. Resultado del informe.	88
Figura 6.38. Cabecera del informe con los resultados de las pruebas.	89
Figura 6.39. Resultados para las coordenadas de nuestra estación.	89
Figura 6.40. Muestra de los resultados de elipses de error.....	89
Figura 6.41. Resultados de las pruebas de observación.	90
Figura 6.43. Edición de las propiedades de las estaciones.	91
Figura 6.44. Cambio del tipo de punto de control.	91
Figura 6.44. Marcado en negro de la línea con peor resultado.....	91
Figura 6.45. Resultados de las pruebas.	92
Figura 6.46. Resultados del ajuste para nuestras coordenadas.	92
Figura 6.47. Resultados obtenidos en el resto de estaciones.	92
Figura 6.48. Resultados de las pruebas de observación.	93
Figura 6.49. Gestión individual de la ponderación.....	94
Figura 6.50. Ponderación general de las líneas base.	94
Figura 6.51. Resultado del ajuste con líneas ponderadas.	94
Figura 6.52. Resultados de las pruebas estadísticas.	95
Figura 6.53. Coordenadas resultado del ajuste.	95
Figura 6.54. Resultados de las pruebas de observación.	96
Figura 6.55. Datos detallados de los errores detectados.....	96
Figura 6.56. Desactivación de una línea base.....	97
Figura 6.57. Línea base desactivada.	97
Figura 6.58. Resultados de las pruebas estadísticas.	97
Figura 6.59. Coordenadas resultado del ajuste.	98
Figura 6.60. Resultados de las pruebas de observación.	98
Figura 6.61. Datos detallados de los errores detectados.....	99
Figura 6.62. Desactivación de diversas líneas base.....	99
Figura 6.63. Coordenadas de nuestra estación, resultado del ajuste final.	100
Tabla 6.10. Coordenadas finales resultado de todos los ajustes de los estáticos.....	100
Tabla 6.11. Incertidumbres a posteriori de todos los puntos de estacionamiento.	102
Tabla 6.12. Valores de exceso entre ambas incertidumbres.....	102
Figura 7.1. Gestor de exportaciones en TCB.	104
Figura 7.2. Exportación de datos en Leica Geo Office.	104
Figura 7.3. Ejemplo de nomenclatura empleada en los trabajos.	105
Figura 7.4. Listado de puntos de ejemplo.....	106

Figura 7.5. Ejemplo de estudio estadístico en uno de los trabajos.....	106
Figura 7.6. Disposición de las antenas en la base de metacrilato. Elaboración propia.	122
Figura 7.9. Predicción meteorológica de la página de “el tiempo”.....	135
Figura 7.10. Salida para observaciones con % de humedad bajo (0% ~ 40%) Elaboración propia.....	136
Figura 7.11. Salida para observaciones con % de humedad medio (40% ~ 70%). Elaboración propia.....	136
Figura 7.12. Salida para observaciones con % de humedad alto (70% ~ 100%). Elaboración propia.....	137
Figura 7.13. Mapa de Contenido Total de Electrones (TEC). Jet Propulsion Laboratory (NASA).....	148

Índice de tablas.

Tabla 5.1. Salidas a campo para el estático en la zona Norte.....	40
Tabla 5.2. Salidas a campo para el estático en la zona Sur.	40
Tabla 5.3. Fechas de salida con VRS en la Zona Norte (VALE).....	61
Tabla 5.4. Fechas de salida con VRS en la Zona Sur (VCIA).	61
Tabla 6.1. Desviaciones estándar de las líneas base utilizadas en los estáticos de la antena Trimble R8.	67
Tabla 6.2. Desviaciones estándar de las líneas base utilizadas en los estáticos de la antena Trimble R10.	68
Tabla 6.3. Desviaciones estándar de las líneas base utilizadas en los estáticos de la antena Leica ATX1230GG.....	68
Tabla 6.4. Incertidumbres planimétricas y altimétricas a priori para los estáticos de la antena Trimble R8.	69
Tabla 6.5. Incertidumbres planimétricas y altimétricas a priori para los estáticos de la antena Trimble R10.	69
Tabla 6.6. Incertidumbres planimétricas y altimétricas a priori para los estáticos de la antena Leica ATX1230GG.....	70
Tabla 6.7. Datos de coordenadas de las reseñas oficiales.	88
Tabla 6.8. Datos de coordenadas de las estaciones de referencia según reseñas y sus desviaciones estándar.	91
Tabla 6.9. Evolución de los diferentes ajustes.....	100
Tabla 7.1. Valores máximos de la Zona Norte (VALE).....	108
Tabla 7.2. Valores mínimos de la Zona Norte (VALE).	108
Tabla 7.3. Valores máximos de la Zona Sur (VCIA).....	109
Tabla 7.4. Valores mínimos de la Zona Sur (VCIA).....	109
Tabla 7.5. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Norte (VALE).....	110
Tabla 7.6. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Norte (VALE).....	111

Tabla 7.7. Valores medios de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Norte (VALE).....	112
Tabla 7.8. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Sur (VCIA).	113
Tabla 7.9. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Sur (VCIA).	114
Tabla 7.10. Valores medios de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Sur (VCIA).	115
Tabla 7.11. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Norte (VALE).....	116
Tabla 7.12. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Norte (VALE).....	117
Tabla 7.13. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Norte (VALE).....	118
Tabla 7.14. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Sur (VCIA).	119
Tabla 7.15. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Sur (VCIA).	120
Tabla 7.16. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Sur (VCIA).	121
Tabla 7.17. Datos de posición en la base correspondientes a VALE00K.	123
Tabla 7.18. Datos de posición en la base correspondientes a VALE05K.	123
Tabla 7.19. Datos de posición en la base correspondientes a VALE10K.	124
Tabla 7.20. Datos de posición en la base correspondientes a VALE20K.	124
Tabla 7.21. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA00K.	125
Tabla 7.22. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA05K.	125
Tabla 7.23. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA10K.	125
Tabla 7.24. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA20K.	126
Tabla 7.25. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R8 en la Zona Norte (VALE).	127
Tabla 7.26. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R10 en la Zona Norte (VALE).	128
Tabla 7.27. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Leica ATX1230 en la Zona Norte (VALE).....	129
Tabla 7.28. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R8 en la Zona Sur (VCIA).....	130
Tabla 7.29. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R10 en la Zona Sur (VCIA).....	131
Tabla 7.30. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Leica ATX1230 en la Zona Sur (VCIA).	131
Figura 7.7. Estación meteorológica. Elaboración propia.....	135
Figura 7.8. Porcentajes de referencia. Amazon.de.	135
Tabla 7.31. Valores máximos registrados.	138
Tabla 7.32. Valor mínimos registrados.	138

Tabla 7.33. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R8 según el % de humedad en el ambiente.	139
Tabla 7.34. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R10 según el % de humedad en el ambiente.	140
Tabla 7.35. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Leica ATX1230 según el % de humedad en el ambiente.	141
Tabla 7.36. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R8.	142
Tabla 7.37. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R10.	144
Tabla 7.38. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Leica ATX1230.	145
Tabla 7.39. Valores máximos de precisión registrados.	149
Tabla 7.40. Valores mínimos de precisión registrados.	149
Tabla 7.41. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R8 según las condiciones de la ionosfera.	150
Tabla 7.42. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R10 según las condiciones de la ionosfera.	151
Tabla 7.43. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Leica ATX1230 según las condiciones de la ionosfera.	152
Tabla 7.44. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R8.	153
Tabla 7.45. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R10.	154
Tabla 7.46. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Leica ATX1230.	155
Tabla 7.47. Mejores resultados por técnica y antena utilizada.	158
Tabla 7.48. Mejor resultado de entre todos los estudios registrado por cada antena. ..	158
Tabla 7.49. Mejor resultado de la Zona Norte y de la Zona Sur.	159

Capítulo 1

Introducción

1.1.Objetivos.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado consiste en averiguar cómo se ven afectadas las precisiones de varias técnicas de observación VRS según una serie de condiciones.

Las observaciones de estos estudios se han realizado utilizando un conjunto de 3 antenas GNSS situadas en una base de metacrilato de dimensiones conocidas.

En el primer estudio, que trata de cómo afecta la distancia a la estación de referencia en las observaciones VRS, se han agrupado los puntos de estacionamiento en dos zonas de estudio. En cada una existe una estación de referencia característica y los puntos de estacionamiento se sitúan a diferentes distancias de dicha estación de referencia. Para ello ha sido necesario realizar primero observaciones de los puntos de estacionamiento mediante el método del estático. Esto ha permitido obtener unas coordenadas precisas de dichos puntos, que tomaremos como valores más cercanos a la realidad. Después se ha vuelto a estacionar en dichos puntos mediante el método de observación VRS para poder comparar las precisiones de cada técnica y si se veían afectadas por la distancia.

Las observaciones mediante VRS de cada zona de estudio se llevaron a cabo en una misma jornada.

El segundo estudio trata de averiguar si la condición climática de humedad en el ambiente se ve reflejada en las precisiones de las observaciones VRS, por el efecto del retardo troposférico. Así, se volvió a estacionar y observar en uno de los puntos de estacionamiento anteriores en condiciones de ambiente seco, humedad media y mucha humedad.

Finalmente, el tercer estudio trata de averiguar si el estado de la ionosfera se ve reflejado en la precisión de las observaciones VRS, por el efecto del retardo ionosférico. Para ello se estacionó en uno de los puntos anteriores de día y luego una hora después de caer el sol, cuando el contenido de electrones en la ionosfera se ve reducido.

En todos los estudios, una vez obtenidas todas las observaciones VRS se ha procedido a compararlas con los datos obtenidos de los estáticos para ver el comportamiento de sus precisiones.

Capítulo 2

Estado del arte

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

2.1.GNSS.

GNSS son las siglas de Global Navigation Satellite System o Sistema de Satélites de Navegación Global.

Se trata de un conjunto de sistemas de satélites o constelaciones que permiten al usuario conocer su posición y velocidad, así como ofrecer servicio de hora.

Las constelaciones actuales de que consta el sistema GNSS pueden ser globales, regionales o tratarse de sistemas de aumentación basados en satélites.

Los sistemas globales más conocidos son:

- GPS (Global Position System / Sistema de Posicionamiento Global), de EEUU.
- GLONASS (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema / Sistema Global de Navegación por Satélite), de la Federación Rusa.
- Galileo, de la Unión Europea.
- BeiDou / Compass, de la República Popular China.

Los sistemas regionales más conocidos son:

- QZSS (Quasi Zenit Satellite System / Sistema de Satélites Casi Cenital), de Japón.
- IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System / Sistema de Satélites de Navegación Regional Indio), de India.
- La componente regional de BeiDou / Compass, de la República Popular China.

Los sistemas de aumentación basados en satélites (SBAS) más conocidos son:

- WAAS (Wide Area Augmentation System / Sistema de Aumentación de Área Amplia), de EEUU.
- EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service / Servicio de Cobertura de Navegación Geoestacionario Europeo), de la Unión Europea.
- MSAS (Multi-functional Satellite Augmentation System / Sistema de Aumentación vía Satélite Multifuncional), de Japón.
- GAGAN (GPS Aided Geo Augmented Navigation / Navegación geográfica aumentada ayudada mediante GPS), de India.
- SDCM (System for Differential Corrections and Monitoring / Sistema para Correcciones Diferenciales y Monitorización), de la Federación Rusa.
- SNAS (Satellite Navigation Augmentation System / Sistema de aumentación para la Navegación vía Satélite), de la República Popular China.

En este estudio se han realizado las observaciones utilizando las constelaciones GPS y GLONASS.

2.2.Métodos de observación.

2.2.1. Posicionamiento estático relativo.

El posicionamiento estático relativo es el que se emplea en Geodesia y Topografía de precisión. En él se estacionan receptores en varios puntos con tiempos de observación variable según la distancia de las líneas base¹. En distancias cortas ~20Km el tiempo de observación es de alrededor de 1h. Para distancias medias, 20~50Km, es de unas 2~3horas.

2.2.2. Sistemas de correcciones diferenciales RTK (Real Time Kinematic).

2.2.2.1.NTRIP. Solución de estación única.

NTRIP es un estándar para la transmisión de las correcciones diferencias que utiliza cualquier conexión de internet, ya que esta se realiza mediante el protocolo de internet.

Los datos DGPS, RTK o RTCM² se transmiten así a receptores fijos o móviles (rovers) que se hayan conectado a internet mediante conexiones tipo GSM, GPRS, UTMS, etc... Si la latencia³ no es mayor de algunos segundos (recomendable ~1s), puede obtenerse una buena precisión.

Para la solución de estación única, un centro de control recibe los datos de las observaciones de todas las estaciones de referencia de su red. El centro de control procesa estas observaciones y, finalmente, el usuario se conecta al servidor de correcciones (NTRIP Caster) y elige de entre una lista de mountpoints (puntos de montaje) de qué estación de referencia quiere obtener correcciones.

2.2.2.2.Solución de red RTK.

Consiste en una red de estaciones de referencia permanentes GNSS que reciben constantemente señales de los satélites. Estas son enviadas a un centro de control donde un software de gestión RTK calcula las correcciones y establece un modelo de corrección de los errores, proporcionando al usuario posicionamiento preciso en tiempo real. Esto se consigue trabajando con una latencia que no debe exceder el segundo en RTK de fase.

¹ Línea base: "Es una sesión o parte de una sesión resultante de dos ocupaciones con suficiente superposición de datos que se pueden procesar para producir un vector.GNSS".

² RTCM: Se trata de un estándar para la transmisión de datos de correcciones diferenciales (DGNSS). Los nuevos formatos permiten la transmisión de correcciones por observación de fase y contienen mayor cantidad de información (Hidalgo, I. [85]). Su encabezado contiene el tipo de mensaje, un identificador de la estación de referencia, la hora de generación de la corrección, el número de secuencia, la longitud del mensaje y la salud de la estación de referencia. El cuerpo contiene datos según cada tipo de dato, como se detallará más adelante (Berné, Anquela y Garrido, 2013) [27].

³ Latencia:"Tiempo máximo desde que los datos parten de las estaciones permanentes y llegan al centro de control en la transmisión de datos GNSS en tiempo real" (Souto, Capilla y Berné, 2010) [14].

El trabajo con una red en lugar de con una única estación permite alargar las distancias a las que se sitúa el rover y mejorar el modelo de correcciones, siendo este más homogéneo.

2.2.2.3.VRS.

Introducción a VRS.

Hasta hace cierto tiempo, dada la buena precisión que se conseguía, eran de uso extendido las observaciones mediante RTK, con una estación de referencia, de coordenadas conocidas y un rover o móvil. Este sistema es muy bueno, pero tiene la pega de verse afectado por errores conforme nos alejamos de la estación de referencia. Cuando esto sucede aparecen los efectos de la ionosfera y la troposfera.

Una práctica habitual era conectarse vía RTK a una estación de referencia permanente, pero, dado que presentaba el mismo problema, una solución para que hubiera habido buena cobertura en todo el territorio hubiera sido la densificación de la red de estaciones de referencia permanentes. Esto hubiera supuesto un desembolso considerable, además de no resolver la falta de cobertura en algunas zonas, dadas las limitaciones del sistema (Amor y Luttenberger, 2002) [34].

Es así como por parte de diferentes empresas e instituciones nacen los sistemas de correcciones diferenciales. Uno de ellos y que se trata aquí es el VRS que surge como investigación en la empresa Terrasat, presentado por el Dr. Lambert Wanninger en 1997 (Berné, Anquela y Garrido, 2013, p.317) [27]. Posteriormente y tras la absorción de Terrasat por parte de la empresa Trimble, pasa de ser un formato habitual para el cálculo y comunicación de correcciones diferenciales. Se trata de un método no estándar, ya que todavía no han sido publicados los algoritmos que utiliza.

Con esta tecnología se consigue reducir o eliminar errores sistemáticos en la estación de referencia. Esto hace que pueda aumentarse la distancia entre esta y el rover así como que se reduzca el tiempo de inicialización y mejore la fiabilidad del sistema.

Definición de VRS.

La tecnología VRS se basa en una red de estaciones de referencia que están continuamente conectadas a un centro de control. Este recoge toda la información para crear una base de datos en continua actualización con las correcciones del área que abarca la red.

Con estos datos se genera una estación de referencia virtual que se emplaza cerca de donde se localiza el rover. El rover recibe estos datos y, junto con sus propios datos, trabaja exactamente igual que si recibiera los mismos desde una estación de referencia situada físicamente cerca de él.

El centro de control está dedicado a realizar las siguientes operaciones durante todo el proceso:

- Importar los datos brutos de todas las estaciones de referencia y hacerles un control de calidad.
- Generación y almacenamiento de datos en formato RINEX y RINEX comprimido.
- Cálculo de las correcciones del centro de fase de la antena.
- Estimación y modelizado de los errores sistemáticos.
- Generación de datos y creación de posiciones virtuales para el rover.
- Generación de las correcciones en formato RTCM para una posición virtual.
- Transmisión de los datos en formato RTCM al rover.
- Análisis multipath⁴ en tiempo real.

El software que corre en el centro de control también ejecuta continuamente el cálculo de los siguientes parámetros mediante el análisis de las observaciones de fase:

- Errores ionosféricos.
- Errores troposféricos.
- Errores de efemérides.
- Ambigüedades para L1 y L2.

⁴ Multipath: Una vez que la señal de los satélites llega a la superficie terrestre lo ideal es que llegara directamente a la antena. No obstante existen objetos en los alrededores del receptor que pueden reflejar algunas señales antes de que estas lleguen a la antena, provocando alteraciones en las observaciones de pseudodistancia y de fase portadora. [...] El multipath es aún hoy en día una de las fuentes de error más importantes en el posicionamiento GNSS. Objetos reflectantes para los receptores pueden ser la superficies de la Tierra en sí misma (tierra o agua), edificios, árboles, colinas, etc... Las terrazas superiores de los edificios son conocidas por ser malos entornos para el multipath dado que suelen tener maquinaria de aire acondicionado y otros objetos reflectantes dentro del campo de visión de la antena (Leick, Rapoport y Tatarnikov 2015, p.286) [26].

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Flujo de trabajo de VRS.

La tecnología VRS sigue el siguiente flujo de trabajo:

- El centro de control recibe continuamente los datos de todas las estaciones de referencia para crear un modelizado de la zona (ver figura 2.1), eliminando los errores sistemáticos (ionosféricos, troposféricos, etc...) y realiza un análisis multipath en tiempo real de cada una de las estaciones de referencia.

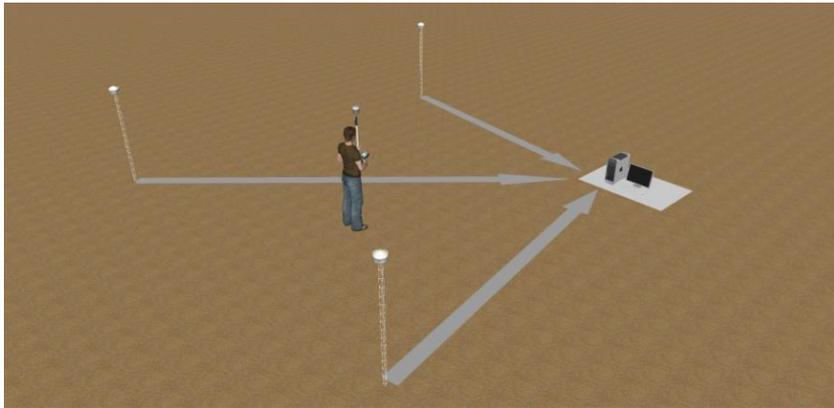


Figura 2.1. Estaciones de referencia enviando información a centro de control. Elaboración propia.

- El rover envía su posición aproximada al centro de control mediante un mensaje NMEA⁵ vía GSM/GPRS/3G/4G (figura 2.2.).

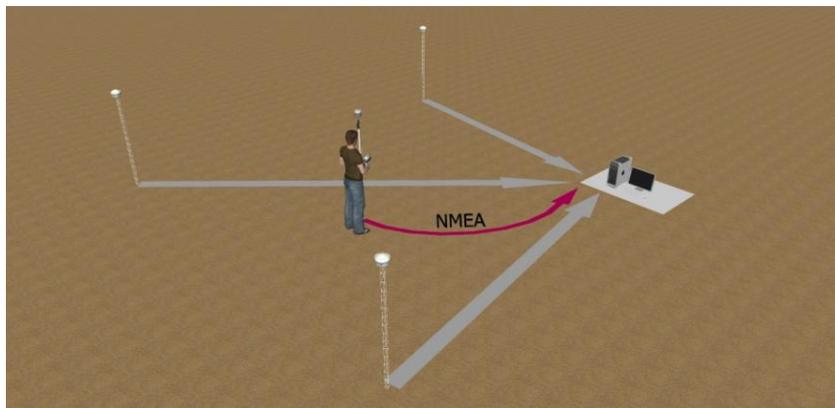


Figura 2.2. El rover envía su posición aproximada mediante protocolo NMEA. Elaboración propia.

⁵ NMEA: Se trata de un protocolo estándar para la comunicación entre receptores GNSS. Los datos en formato NMEA incluyen la solución completa de posición, velocidad y tiempo calculada por el receptor GNSS. También puede incluir la orientación, constelación de satélites, altitud y separación del geode, así como algún dato sobre la precisión de la muestra (Gakstatter, E. [95]).

- El centro de control recibe la posición del rover y le envía de vuelta correcciones en formato RTCM (figura 2.3.).

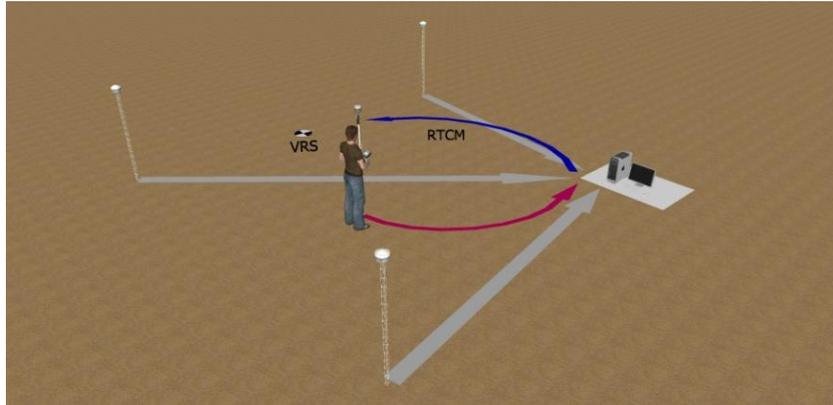


Figura 2.3. Envío de correcciones vía RTCM. Elaboración propia.

- El rover las recibe y calcula DGPS de calidad que servirá para actualizar su posición y enviarla de nuevo al centro de control (figura 2.4.).

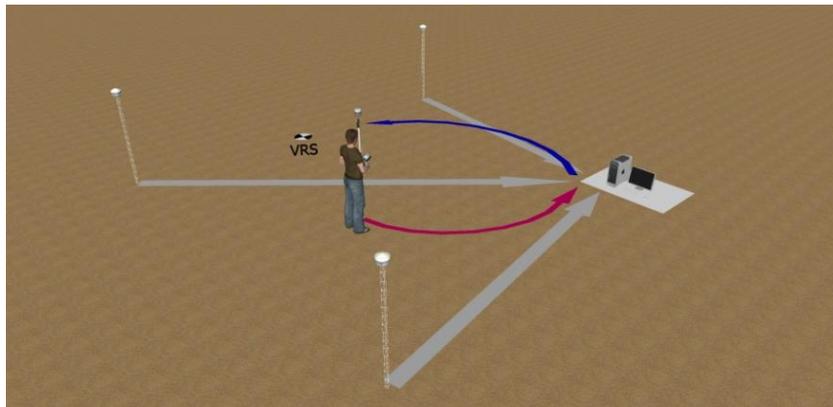


Figura 2.4. Recepción de las correcciones y cálculo de la nueva posición. Elaboración propia.

Esta técnica permite obtener precisiones del orden de 1~2cm dentro de la red y para unas distancias entre las estaciones de referencia entre 50~70Km.

Aplicaciones de VRS.

Con VRS pueden llevarse a cabo de forma eficiente trabajos habituales en el campo de la Geomática, no siendo necesaria una estación de referencia propia, con el ahorro económico que ello conlleva. A continuación se muestran algunos ejemplos de su aplicación:

- Topografía.
- Catastro.
- Fotogrametría.
- SIG.
- Control de maquinaria.
- Control de flotas.
- Agricultura de precisión.

2.2.2.4.FKP (Parámetros de corrección de áreas).

Surge después de VRS en Alemania; desarrollado por la empresa GEO++. Se trata de un sistema no estándar, ya que sus algoritmos no están publicados, igual que pasa con VRS (Berné et al., 2013) [27].

Este sistema consiste en la transmisión al rover (sin conocer su posición) de los parámetros de un modelo de plano regional estimado por el software. Sigue la hipótesis de que las variaciones espaciales de los errores pueden representarse a lo largo y ancho de un plano mediante la interpolación de los mismos y utilizando las estaciones de referencia permanentes como puntos donde los errores son conocidos. Una vez el rover los recibe, calcula las correcciones mediante interpolación a su área de trabajo. Es fiable para redes pequeñas, pero poco fiable conforme aumentan las distancias entre estaciones. Dado que el sistema no tiene en cuenta los fenómenos atmosféricos locales, se producen perturbaciones considerables en las observaciones GNSS. Proporciona errores de posicionamiento ligeramente superiores a 10cm en redes pequeñas y sobrepasa los 20cm en redes de tamaño medio (Petovello, M., Davobe, P. y de Agostino, M. 2011) [77].

2.2.2.5.MAC (Master Auxiliary Concept).

Es la evolución del FKP. Proporciona al rover los datos necesarios para calcular las correcciones de su posición de forma autónoma. Se basa en el cálculo del nivel común de ambigüedades, esto es, resolver las ambigüedades entre las estaciones de referencia y eliminarlas de las ecuaciones de observación. En otras palabras, calcula los errores absolutos respecto a una estación de referencia maestra (master) y los errores relativos respecto a otras estaciones de referencia permanentes dentro de un área bien definida de la red (estaciones de referencia auxiliares). El rover recibe información de la estación de referencia maestra y del resto de estaciones, resuelve sus ambigüedades y determina su posición utilizando toda la información de la red de referencia (Berné et al., 2013) [27].

La calidad del posicionamiento de este sistema depende de la distancia a la estación maestra.

Capítulo 3

Instrumental utilizado

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

El equipo utilizado ha estado formado por 3 antenas GNSS (ver figura 3.1.) con sus respectivas controladoras, una base de metacrilato sobre la que estaban montadas y una estación meteorológica para registrar los datos de temperatura y porcentaje de humedad.



Figura 3.1. Antenas utilizadas en campo. Elaboración propia.

3.1. Antena Trimble R8 Model 2.

Número de serie (REC # en RINEX): 4749141786



Figura 3.2. Vista frontal de la antena Trimble R8.
Elaboración propia.



Figura 3.3. Vista inferior de la antena Trimble R8.
Elaboración propia.

Señales de satélite que rastrea simultáneamente:

- GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5.
- GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3.
- SBAS: L1C/A, L5.
- Galileo: E1, E5A, E5B.
- BeiDou (COMPASS): B1, B2.
- SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN.

Medición estática de alta precisión:

- Horizontal: 3,0mm + 0.1ppm
- Vertical: 3,5mm + 0.4ppm

Medición cinemática en tiempo real (estación individual).

- Horizontal: 8.0mm + 1.0ppm
- Vertical: 15mm + 1.0ppm

Medición cinemática en tiempo real (solución de red).

- Horizontal: 8.0mm + 0.5ppm
- Vertical: 15mm + 0.5ppm

3.2. Antena Trimble R10

Número de serie (REC # en RINEX): 5452488975



Figura 3.4. Vista frontal de la antena Trimble R10.
Elaboración propia.



Figura 3.5. Vista inferior de la antena Trimble R10.
Elaboración propia.

Señales de satélite que rastrea simultáneamente:

- GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5.
- GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3.
- SBAS: L1C/A, L5.
- Galileo: E1, E5A, E5B.
- BeiDou (COMPASS): B1, B2.
- Posicionamiento CenterPoint RTX, OmniSTAR HP, XP, G2, VBS
- SBAS: QZSS, WAAS, EGNOS, GAGAN.

Medición estática de alta precisión:

- Horizontal: 3,0mm + 0.1ppm
- Vertical: 3,5mm + 0.4ppm

Medición cinemática en tiempo real (estación individual <30Km).

- Horizontal: 8.0mm + 1.0ppm
- Vertical: 15mm + 1.0ppm

Medición cinemática en tiempo real (solución de red).

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Horizontal: 8.0mm + 0.5ppm
- Vertical: 15mm + 0.5ppm

Trimble CenterPoint RTX

- Horizontal: 4cm
- Vertical: 9cm

Trimble xFill

- Horizontal: RTK + 10mm/minuto
- Vertical: RTK + 20mm/minuto

3.3. Antena Leica 1200 (ATX1230GG)

Número de serie (REC # en RINEX): 319427



Figura 3.6. Vista frontal de la antena Leica ATX1230.
Elaboración propia.



Figura 3.7. Vista inferior de la antena Leica ATX1230.
Elaboración propia.

Señales de satélite que rastrea simultáneamente:

- GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5.
- GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3.
- SBAS: L1C/A, L5.
- Galileo: E1, E5A, E5B.
- SBAS: WAAS, EGNOS.

Medición estática de alta precisión:

- Horizontal: 5,0mm + 0.5ppm
- Vertical: 10mm + 0.5ppm

Medición cinemática en tiempo real (estación individual).

- Horizontal: 5.0mm + 0.5ppm
- Vertical: 10mm + 0.5ppm

Medición cinemática en tiempo real (solución de red).

- Horizontal: 5.0mm + 0.5ppm
- Vertical: 10mm + 0.5ppm

3.4. Controladora Trimble TSC3.



Figura 3.8. Controladora Trimble TSC3.
Elaboración propia.

- Procesador: ARM® Cortex™-A8 (800 MHz) Sitara™ serie 3715 de Texas Instrument
- Memoria: 256 MB RAM
- Almacenamiento: 8 GB de memoria Flash NAND no volátil incorporada.
- Ampliación: Ranura para memoria SDHC, USB host ranura de ampliación interna incorporada (para uso futuro)
- LED de notificación: 3 LED de notificación tricolores
- Pantalla:
 - Pantalla VGA horizontal de 4,2 pulg (107 mm), de 640 x 480 píxeles
 - Pantalla táctil TFT resistente en color legible con la luz del sol con retroiluminación LED
- Teclado QWERTY completo con teclado numérico de 10 teclas, botones direccionales y 4 botones programables
- Audio: Altavoz integrado y micrófono con auriculares estéreo de 3,5 mm conexión para eventos de sistema por audio, advertencias y notificaciones.
- Entrada / Salida:
 - USB Host (full speed)
 - USB Cliente (alta velocidad)
 - Puerto de alimentación CC
 - Puerto serie RS-232 de 9 pins
- Capacidad inalámbrica:
 - Tecnología Bluetooth 2.0+EDR integrada

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Wi-Fi 802.11 b/g integrada
- GSM/GPRS/EDGE de 4 bandas integrado: 850/900/1800/1900 MHz
- 2/6 Mbit/s 3G HSDPA GSM WWAN
- radiomódem integrado (opcional) de 2,4 GHz de amplio espectro por saltos de frecuencia
- Cámara / GPS / Brújula / Acelerómetro:
 - Cámara Autofocus de 5 MP con flash LED doble de luz blanca,
 - GPS integrado (con WAAS habilitado).
 - Brújula integrada.
 - Acelerómetro integrado

La controladora TSC3 de Trimble ejecuta el software de campo Trimble Access, que ha sido el que he utilizado en los trabajos de observación de campo.

3.5. Controladora Leica RX1250XC



Figura 3.9. Controladora Leica RX1250XC.
Elaboración propia.

Pantalla táctil LCD a color de alto contraste, 1/4 VGA (320x240px / 11 líneas con 32 caracteres) con capacidad de reproducción de gráficos.

Teclado QWERTY iluminado de 62 teclas más 12 teclas de función para la rápida y fácil introducción de datos alfanuméricos e información.

Capacidad inalámbrica:

- Tecnología Bluetooth 2.0.
- GSM/GPRS/EDGE de cuatro bandas integrado: 850/900/1800/1900 MHz
- 2/6 Mbit/s 3G HSDPA GSM WWAN
- Radio~módem integrado de 2,4 GHz de amplio espectro por saltos de frecuencia

Capacidad de conexión a estación TPS o a receptor GNSS.

3.6. Base de las antenas.

La base sobre la que van montadas las antenas (ver figura 3.10.) se trata de una plancha de metacrilato de 2,5cm de grosor y de un tamaño de 60 x 8,5cm.



Figura 3.10. Vista general de la base.
Elaboración propia.

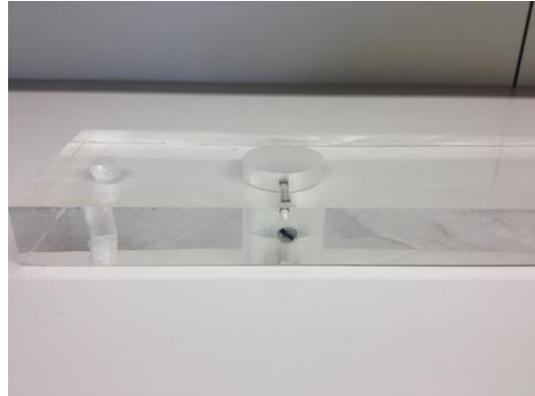


Figura 3.11. Detalle de la base utilizada.
Elaboración propia.

Dispone de tres agujeros de un diámetro de 3,5cm situados a 10cm, 30cm y 50cm de cada extremo de la plancha. Cada agujero lleva asociado un tornillo de presión (figura 3.11.) para poder sujetar los tornillos que van roscados en las bases de las antenas.

3.7. Estación meteorológica.

La estación meteorológica utilizada en el estudio según el contenido de humedad en el aire ha sido una Oregon Scientific Modelo EM-913R (ver figura 3.12.).



Figura 3.12 Estación meteorológica utilizada.
Elaboración propia.

Se trata de un termómetro e higrómetro que indica tanto la temperatura como la humedad relativa con una resolución de 1°C y 1% respectivamente. Este higrómetro, junto con otros consultados considera un ambiente seco cuando la humedad está por debajo del 40%, un ambiente de confort para un valor entre 40% y 70%, y un ambiente húmedo por encima del 70% de humedad. Estos valores son los que se han tomado como referencia para las observaciones VRS en seco, humedad media y húmedo.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Capítulo 4

Zona de estudio

Este trabajo ha tenido dos zonas principales de estudio. La primera, situada al Norte de la Ciudad de Valencia, y partiendo de las cercanías de la estación de referencia permanente VALE, gestionada por el Instituto Geográfico Nacional y localizada en la terraza del edificio de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia. La segunda zona se encuentra al Sur de la ciudad de Valencia, y partiendo también de las cercanías de una estación de referencia permanente, en este caso VCIA, gestionada por el Institut Cartogràfic de València y localizada en la terraza de uno de los edificios principales de la Empresa Depuradora de Aguas Residuales de Pinedo.

Dentro de cada zona de estudio y dado que se quiere comprobar cómo afecta a las observaciones la distancia entre el rover y la estación de referencia, se han buscado diferentes enclaves donde estacionar el rover y que estuvieran localizados a ~0Km, ~5Km, ~10Km y ~20Km de la estación de referencia permanente correspondiente.

Durante la elección de las localizaciones de los puntos de estacionamiento se ha intentado que los mismos estuvieran alejados de torres de emisión móvil o de transmisión de radio, así como de postes y líneas de alta tensión para evitar interferencias en las señales. También se ha intentado estacionar en lugares donde no hubiera objetos que indujeran efecto multipath, como edificios, señales de gran tamaño, verjas, árboles etc. (Queensland TMR, 2016) [30]

Finalmente cabe mencionar que, dado que se iba a estar estacionado durante mucho tiempo y en algunas zonas apartadas, se tuvo que tener en cuenta esto para decidir dónde establecer los puntos de observación y a su vez poder aparcar el coche en alguna zona cercana. Hay que tener en cuenta que algunos puntos están dentro de la Albufera o en estrechos caminos entre campos.

A continuación se muestra la localización de cada uno de estos puntos de observación.

4.1. Zona Norte (VALE).

Seguidamente (ver figura 4.1.) se muestra una imagen del área que abarca la zona Norte, con la estación de referencia permanente de VALE como referencia.

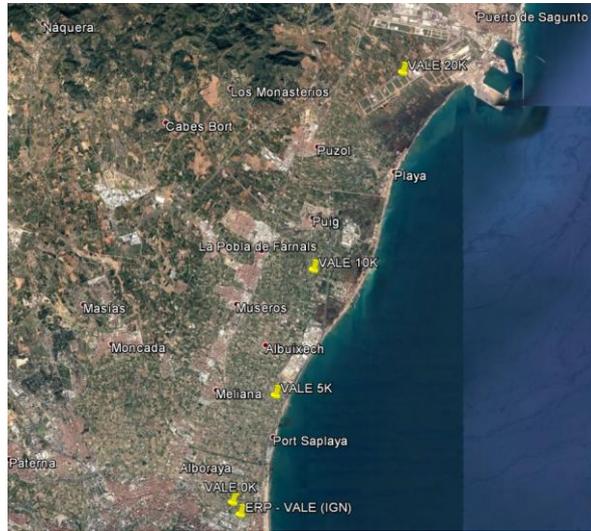


Figura 4.1. Zona Norte del estudio. Google Earth.

4.1.1. Polígono Industrial de Sagunto (VALE20K)



Figura 4.2. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.

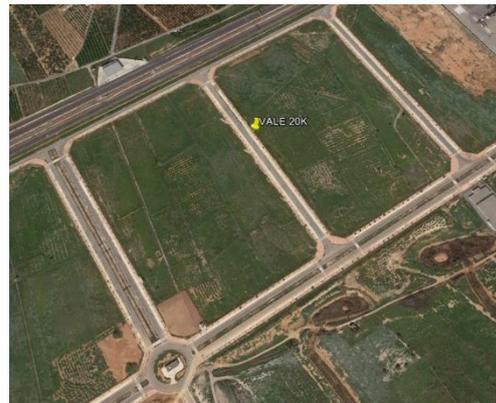


Figura 4.3. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Situado a unos 20Km de la estación de referencia VALE, en el Polígono Industrial de Sagunto, en la Calle Camp D'Aviació, 4. Se buscó un punto que estuviera en una zona despejada (ver Figura 4.4.) y alejada de torres de comunicaciones y de alta tensión.



Figura 4.4. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE20K. Elaboración propia.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

La posición de la base de metacrilato se marcó en la acera con spray (ver Figura 4.6.) de pintura negra.



Figura 4.5. Marcado del punto de estacionamiento.
Elaboración propia.



Figura 4.6. Marcado del punto de estacionamiento.
Elaboración propia.



Figura 4.7. Equipos en el punto de estacionamiento.
Elaboración propia.



Figura 4.8. Vista de los equipos a ras de suelo.
Elaboración propia.

4.1.2. Puebla de Farnals (VALE10K)



Figura 4.9. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.



Figura 4.10. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Situado a unos 10Km de la estación de referencia de VALE, en la Puebla de Farnals, a mitad del Cami Travesser. Se estacionó sobre una señal de la Vía Augusta situada en un lateral del camino (ver figura 4.11.).



Figura 4.11. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE10K. Elaboración propia.



Figura 4.12. Vista panorámica opuesta del punto de estacionamiento VALE10K. Elaboración propia.

Pese a tratarse de una zona de naranjos estaba bastante despejada en el momento de las observaciones (ver figura 4.13. y 4.14.).



Figura 4.13. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.



Figura 4.14. Otra vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.

Esta vez, para no deteriorar la señal de la Vía Augusta, se marcó con rotulador indeleble la posición de la base de metacrilato (ver figura 4.15. y 4.16.).



Figura 4.15. Marcado del punto de estación. Elaboración propia.



Figura 4.16. Marcado del punto de estación. Elaboración propia.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

4.1.3. Roca (VALE05K).

Situado a unos 5Km de la estación de referencia de VALE, en la zona de huerta del término municipal de Roca (figura 4.17), en el carril bici que corre junto a la CV-3130, se estacionó sobre el muro que sirve de separación de los campos con el carril bici.



Figura 4.17. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.



Figura 4.18. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Se trata de una zona muy despejada y sin ninguna torre de comunicaciones o de alta tensión cerca, evitando así el efecto multipath.



Figura 4.19. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE05K. Elaboración propia.

En esta ocasión también se optó por marcar la posición de la base de metacrilato con un rotulador indeleble (ver figuras 4.20. y 4.21.), que se conservó perfectamente en las dos jornadas en que se observó.



Figura 4.20. Detalle del marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.



Figura 4.21. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.



Figura 4.22. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

4.1.4. Alboraya (VALE00K).

Situado muy cerca de la estación de referencia de VALE (ver figura 4.23.), en la zona de huerta de Alboraya, al Norte de la Universidad Politécnica de Valencia, en el Camí de Vera 47D, sobre una acequia de obra.



Figura 4.23. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.



Figura 4.24. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Se trata de una zona bastante despejada en el momento de las observaciones y con alguna torre de alta tensión situada a bastante distancia como para que no se generen interferencias (>250m).



Figura 4.25. Vista panorámica del punto de estacionamiento VALE00K. Elaboración propia.

Se optó por marcar la posición de la base de metacrilato con un rotulador indeble (ver figuras 4.26. y 4.27.).



Figura 4.26. Marcado del punto de estacionamiento.
Elaboración propia.



Figura 4.27. Marcado del punto de estacionamiento.
Elaboración propia.



Figura 4.28. Vista de los equipos cercana al ras del suelo. Elaboración propia.

4.2.Zona Sur (VCIA).

A continuación se muestra una imagen del área que abarca la zona Sur, con la estación de referencia permanente de VCIA como referencia.

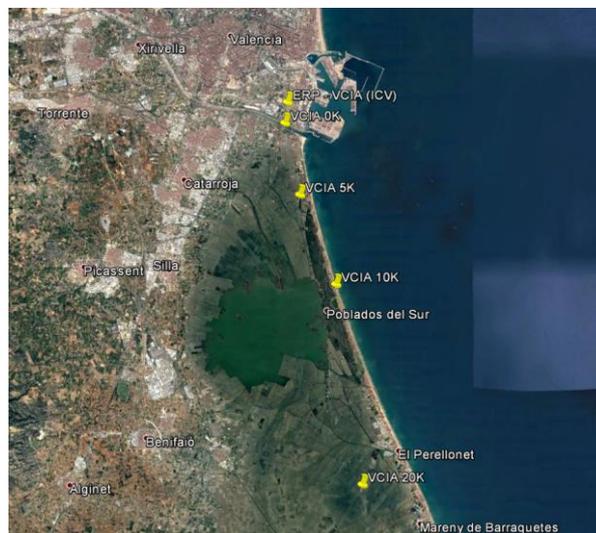


Figura 4.29. Zona Sur del estudio. Google Earth.

4.2.1. Albufera ~ Sueca (VCIA20K).

Situado a unos 20Km de la estación de referencia de VCIA, en el Parque Nacional de La Albufera, a la altura de Sueca, en una carretera entre campos, cerca de la intersección de los polígonos 26, 28 y 50, sobre el muro de la acequia.

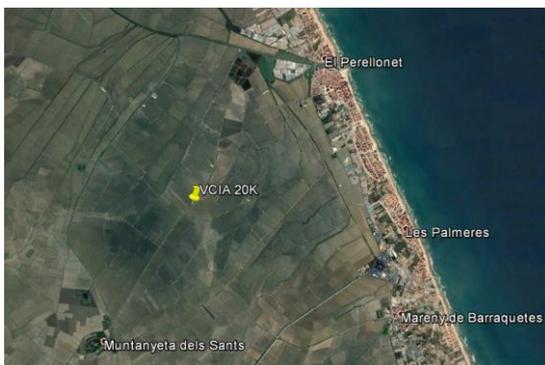


Figura 4.30. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.

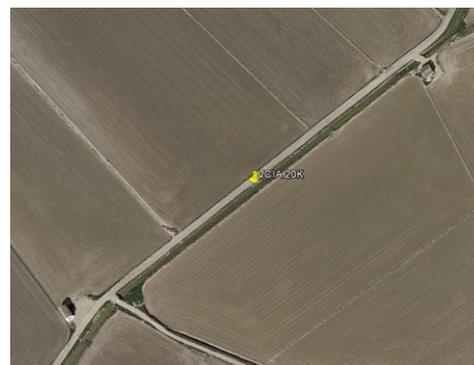


Figura 4.31. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

4.2.2. Urbanización Les Gavines, El Saler (VCIA10K).

Situado a unos 10Km de la estación de referencia de VCIA, en la manga de tierra que separa la Albufera de Valencia del Mar (ver figura 4.37), al Sur de la Urbanización Les Gavines del Saler, en un camino de acceso restringido asfaltado que da a parar al Lago del Saler, (Avenida Gola de Puchol), en un margen del mismo sobre el asfalto.

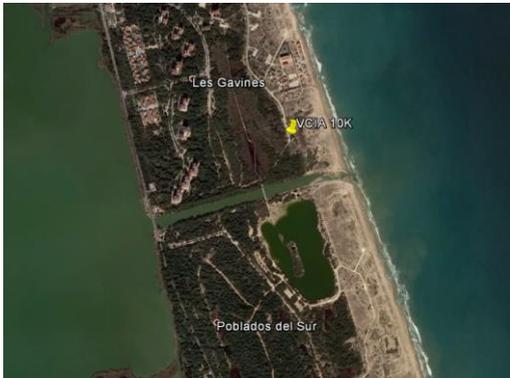


Figura 4.37. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.



Figura 4.38. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Se trata de una zona de dunas bajas, pero despejada en el momento de las observaciones (ver figura 4.39).



Figura 4.39. Vista panorámica del punto de estacionamiento VCIA10K. Elaboración propia.

En esta ocasión se optó por marcar la posición de la base de metacrilato con spray de pintura negra (ver figura 4.40.), dado que es una zona de movimiento de arena en suspensión y de una superficie muy rugosa donde era difícil marcar con el rotulador indeleble.



Figura 4.40. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.



Figura 4.41. Equipos en el punto de estacionamiento. Elaboración propia.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

4.2.3. Albufera~El Saler (VCIA05K).

Situado a unos 5Km de la estación de referencia de VCIA (ver figura 4.42.), sobre un puente que cruza el canal de la Albufera a la altura de la playa del Saler (ver figura 4.43).



Figura 4.42. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.



Figura 4.43. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Se trata de nuevo de una zona muy despejada y con ausencia de torres de alta tensión o de comunicaciones o cualquier otro elemento que pudiera provocar interferencias u obstrucciones o efecto multipath (ver figura 4.44.).



Figura 4.44. Vista panorámica del punto de estacionamiento VCIA05K. Elaboración propia.

En esta ocasión se optó por marcar la posición de la base de metacrilato con pintura de spray (ver figura 4.45.) negra por los mismos motivos que se han expuesto más arriba; la alta humedad de la zona.



Figura 4.45. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.



Figura 4.46. Vista de los equipos cercana al suelo. Elaboración propia.

4.2.4. Castellar-Oliveral (VCIA00K).

Situado cerca de la estación de referencia de VCIA, en la zona de huerta de Castellar-Oliveral (ver figura 4.47), al Sur del nuevo cauce del río Turia, sobre el muro de una antigua acequia ahora condenada.



Figura 4.47. Vista aérea general de la ubicación. Google Earth.



Figura 4.48. Vista aérea cercana de la ubicación. Google Earth.

Se trata de una zona bastante despejada (ver figura 4.49) y con la presencia de una torre alta tensión a una distancia suficiente para no provocar interferencias (<250m).



Figura 4.49. Vista desde el punto de estacionamiento VCIA00K. Elaboración propia.

En este punto se optó de nuevo por utilizar spray de pintura negra para marcar la posición de la base de metacrilato (ver figura 4.50.), para su mejor conservación entre observaciones.



Figura 4.50. Marcado del punto de estacionamiento. Elaboración propia.



Figura 4.51. Equipos en el punto de estacionamiento. Elaboración propia.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Capítulo 5

Tecnologías empleadas

5.1. Estático.

Primero de todo habría que comentar que la precisión que se busca obtener con las observaciones mediante estáticos es de alrededor de 1cm. Se optó por establecer esta cifra dado que la precisión que ofrece el otro método con el que se quiere comparar (VRS) es de alrededor de 2cm en horizontal y 4cm en vertical.

Hofmann, Lichtenegger y Wasle (2008) [22] afirman: “La precisión relativa para líneas base de ~100Km está en el rango de 0.1ppm (~1cm) y para líneas base de ~1000Km pueden alcanzarse precisiones de 0,01ppm (~1cm)”. Así, se vio que sería posible obtener esta precisión.

De esta manera, en una primera aproximación al estático y siguiendo las indicaciones de ambos fabricantes, se hizo la prueba de realizar las observaciones mediante el método del estático rápido, siendo suficiente (siempre según el fabricante) con un periodo de observación de unos 30 minutos.

Posteriormente se comprobó en post-proceso que, dada la distancia a la que se encuentran algunas de las estaciones permanentes con las que se comparten observaciones, no había sido suficiente con esta cantidad de tiempo para obtener la precisión establecida.

Para dar con una cantidad de tiempo suficiente se consultaron varias publicaciones, entre las cuales (Benal, T.) [76] recomienda: “Observaciones en estático de 1 hora para distancias de líneas base de entre 30-60Km y de hasta 4 horas para líneas base de hasta 300Km”. A partir de estos datos se optó por realizar estacionamientos de 3 horas, dado que la línea-base más larga es de menos de 180Km (Torrevieja /TORR). Finalmente, y como se verá más adelante, se ha comprobado que esta cantidad de tiempo ha sido suficiente para obtener la precisión requerida.

5.1.1. Configuraciones para estático.

En un principio, como configuración general, se decidió que la observación mediante el método del estático se haría con una máscara de elevación de 10°, un límite de PDOP de 6 para asegurar la buena geometría de los satélites observados y con un intervalo de 1 segundo, pero durante las pruebas previas a las observaciones de los estáticos se observó que la toma de datos cada segundo y el almacenamiento en las controladoras hacía que la autonomía de las baterías de las antenas se viera muy reducida. Es por eso que, después de consultar algunos documentos (Queensland TMR, 2016) [30], se decidió hacer la toma de datos con un intervalo de 15 segundos, cosa que se ha comprobado que ha sido muy acertado.

En el mismo documento se recomienda incluso que el almacenamiento se haga en el propio receptor para una mayor autonomía, pero esta medida no ha sido finalmente necesaria, siendo estos almacenados en las controladoras.

5.1.1.1. Estilos de levantamiento.

Controladora Trimble TSC3.

En ambas controladoras TSC3 de Trimble se configuró el mismo estilo de levantamiento, que se pasa a describir someramente:

Estilo de levantamiento: AFOESTATICO.

- Opciones móvil (e igual en “Opciones base”):
 - Tipo de levantamiento: FastStatic.
 - Dispositivo de registro: Controladora.
 - Intervalo de registro: 15s.
 - Máscara de elevación: 10°.
 - Máscara PDOP: 6.0.
 - Antena:
 - Tipo: R8 GNSS / R10 Internal
 - Medido a: Base del soporte de la antena / del desenganche rápido.
 - Altura antena: 0.000m
 - Rastreo señal GNSS:
 - Usar L2e: Sí.
 - GPS L2c: Sí.
 - GLONASS: Sí.
- Punto FastStatic:
 - Almacen. punto auto: Desactivado.
 - Tiempos FastStatic L1/L2:
 - Tiempo para 4SVs: 1h0m0s.
 - Tiempo para 5SVs: 1h0m0s.
 - Tiempo para 6SVs: 1h0m0s.

Controladora Leica RX1250XC.

En la controladora RX1250XC de Leica se configuró la siguiente configuración (resumida a los puntos importantes):

Configuración: AFOESTATICO.

- Modo Tiempo Real:
 - Modo T-Real: Ninguno.
- Antenas y Altura de Antena:
 - Antena: ATX1230 en pilar.
 - Alt. Defecto: 0.000 m
 - Desplz Vert: 0.000 m
 - Tipo Medición: Vertical

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Alt. Móvil: 0.000 m
- Almacenamiento de Observaciones:
 - Registro Obsv: Sólo estático.
 - Épocas cada: 15.0 s
- Config. Ocupación Puntos:
 - Pto. Ocupación: Normal
 - Auto OCUPAC: No
 - Auto PARAR: No
 - % Indicador: Ninguno
 - Beep al Parar: Sí
 - Auto ALMACENA: Sí
 - Beep al Graba: Sí
 - Fin Levantam.: Manual
- Control de Calidad:
 - Control CQ: Ninguno
 - DOP Límite: PDOP
 - Máximo DOP: 6.0
 - Adm. Posn2D: No
- Configuración Satélites:
 - GLONASS: Sí
 - GPS L2C: Automatic
 - Máscara Elev: 10 °
 - Pérdida Señal: Beep
 - Salud SV: Automático

5.1.1.2. Nomenclatura de los trabajos.

En los trabajos mediante el método de posicionamiento estático, la nomenclatura seguida para nombrarlos ha sido ideada de manera que describiera sus características, teniendo en cuenta que se han almacenado hasta dos estáticos diferentes en algunos de ellos. Se ha pensado esto para poder hacer más fácil la gestión de estos datos, al ser tan numerosos.

Se han utilizado un total de 13 caracteres en el nombre del trabajo para describirlos de forma única. A continuación se desglosa la nomenclatura:

- Mes (2 caracteres [1-12]).
- Día del mes (2 caracteres [1-31]).
- Nombre de la estación de referencia más cercana (4 caracteres [VALE/VCIA]).
- Antena utilizada (2 caracteres [08=Trimble R8, 10=Trimble R10, 12=Leica 1200]).
- Indicador de estático (3 caracteres [STA]).

Así pues, el estático observado el 9 de febrero en la zona Norte (VALE) con la antena TRIMBLE R8 tiene por nombre 0209VALE08STA.job.

A su vez, dentro de cada trabajo cada punto de estacionamiento observado mediante estático ha recibido un nombre siguiendo la siguiente nomenclatura:

- Nombre de la estación de referencia más cercana (4 caracteres [VALE/VCIA]).
- Distancia a la estación de referencia (1 carácter [0=0Km, 5=5Km, 1=10Km, 2=20Km])
- Antena utilizada (1 carácter [8=Trimble R8, 0=Trimble R10, 2=Leica 1200]).
- Indicador de estático (3 caracteres [STA]).
- Máscara de elevación (1 carácter [1=10°]).
- Identificador de punto (2 caracteres [P0])

Así el punto medido en el estático a 10Km de VCIA por la Antena de Leica ha tenido por nombre:

VCIA12STA1P0

5.1.1.3. Configuración de los trabajos de estáticos.

Controladora Trimble TSC3.

En ambas controladoras TSC3 de Trimble se configuraron de igual manera los trabajos, pasándose a describir someramente a continuación:

Topografía General – Trabajos – Trabajo nuevo:

- Nombre trabajo: 0209VALE08STA.
- Plantilla: Último trabajo usado
- Propiedades:
 - Sist. Coord.: 30 North (World wide / UTM)
 - Unidades (Dist.): Metros.
- Seleccionar Sistema coordenadas:
 - Sistema: UTM
 - Zona: 30 North
 - Datum: ETRS89 (Mol)
 - Usar modelo geoidal: activado
 - Modelo geoidal: ICVcg03c
 - Utilizar cuadrícula datum: desactivado
 - Coordenadas: Cuadrícula
 - Altura de proyecto: 10.000m

Controladora Leica RX1250XC.

Levantar - Trabajo – Nuevo:

- General:
 - Nombre: 0209VALE12STA
 - Descripción: -----
 - Autor: -----
 - Dispositivo: Tarjeta
- Sist. Coord.
 - Sist. Coord.: ETRS89 UTM Z30
 - Elipsoide: GRS 1980
 - Proyección: utm 30
- Promedio:
 - Modo Promedio: Promedio
 - Método: Con Pesos
 - Puntos a usar: Sólo GPS
 - Tolerancia Pos: 0.050 (por defecto)
 - Tolerancia Alt: 0.075 (por defecto)

5.1.2. GNSS View (app y Web)

GNSS View es una aplicación de Smartphone (ver figura 5.1.), que también está disponible en página Web⁶ que permite, tras la actualización automática de las efemérides, consultar la posición actual de los satélites de diferentes constelaciones (QZSS, GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo y SBAS). Puede configurarse para diferentes MDE y ofrece de esta manera los datos de HDOP, VDOP, número total de satélites y número de satélites de cada constelación que hayamos activado. La posición de los mismos nos es mostrada en una proyección esférica, como puede verse en la figura 5.5. También dispone de un modo de realidad aumentada (ver figuras de 5.1 a 5.4.) que, mediante el uso de la cámara del móvil, su brújula y giróscopo permite que veamos superpuesta a la imagen real la posición de los diferentes satélites representados en una esfera celeste. Esto permite reconocer si existen objetos que puedan estar obstaculizando las observaciones así como si algún satélite se encuentra por debajo de nuestra MDE. Es por estos motivos que ha sido de gran utilidad en campo durante la búsqueda de puntos de estacionamiento y durante las observaciones.

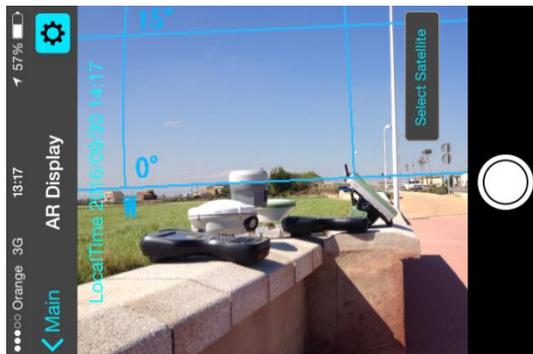


Figura 5.1. GNSS view con realidad aumentada.

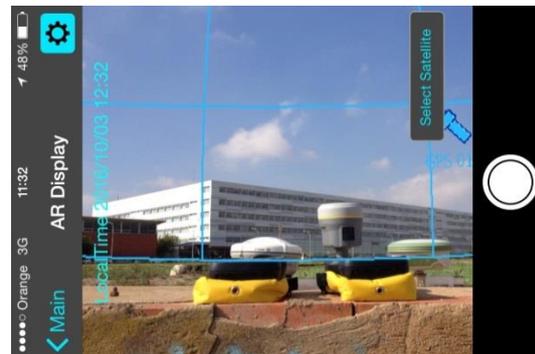


Figura 5.2. GNSS view con realidad aumentada.



Figura 5.3. Vista cercana a la antena Trimble R8.

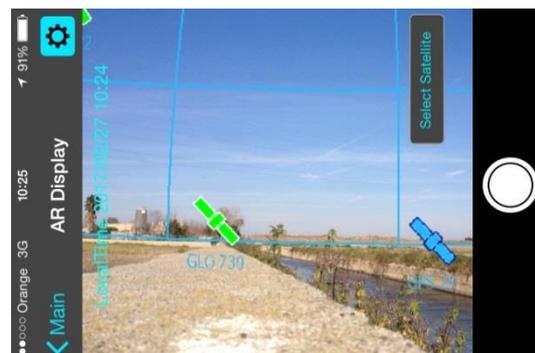


Figura 5.4. Posición de los satélites en realidad aumentada.

La propia aplicación incluye una barra deslizante (ver figura 5.5.) que permite moverse en un intervalo de 24 horas (12 horas hacia atrás y 12 horas hacia adelante) desde el día y hora que hayamos establecido (pasado, presente o futuro), siendo el dato por defecto el momento actual de observación. La versión en página web es un poco más cómoda para este último aspecto y nos ha permitido conocer datos de HDOP y VDOP para la antena ATX1230, que en sus archivos de puntos VRS no almacena dichos datos.

⁶ <http://app.qzss.go.jp/GNSSView/gnssview.html>

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

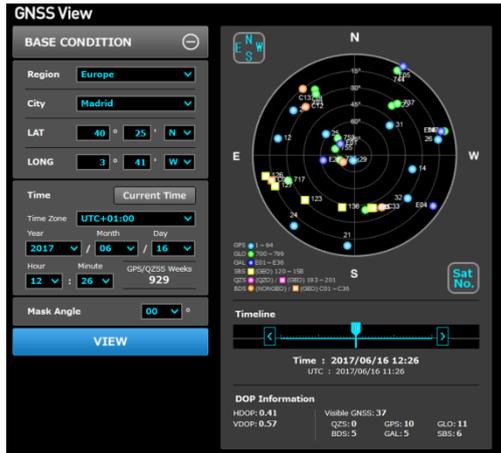


Figura 5.5. GNSS view en Web.

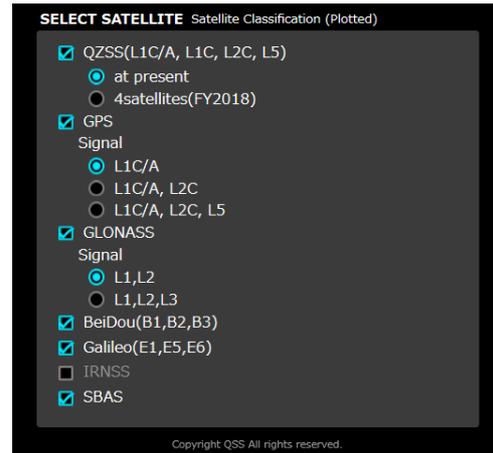


Figura 5.6. Selección de constelaciones.

Por otro lado es posible introducir datos de fechas futuras cercanas en el tiempo, cosa que permitiría de alguna manera planificar los momentos de salida para las observaciones.

Finalmente, cabe destacar como complemento, que también permite introducir cualquier par de coordenadas para conocer la posición de los satélites de las diferentes constelaciones en dicho lugar.

Como digo, ha sido un descubrimiento el de esta aplicación tan útil y versátil.

5.1.3. Fechas de salidas a campo.

En las tablas 5.1. y 5.2 se muestran las fechas correspondientes a las salidas a campo en cada zona de estudio.

Zona Norte (VALE):

Lugar	Día	Intervalo (UTC)	Día de la semana	Semana GPS	Día GPS
Pol. Ind. de Sagunto (20K)	09/02/17	09:31 – 13:22	Jueves (4)	1935	040
Puebla de Farnals (10K)	09/02/17	15:16 – 18:21	Jueves (4)	1935	040
Roca (5K)	10/02/17	13:40 – 16:54	Viernes (5)	1935	041
Alboraya (0K)	14/02/17	07:57 – 11:07	Martes (2)	1936	045

Tabla 5.1. Salidas a campo para el estático en la zona Norte.

Zona Sur (VCIA):

Lugar	Día	Intervalo (UTC)	Día de la semana	Semana GPS	Día GPS
Albufera~Sueca (20K)	13/02/17	10:14 – 13:25	Lunes (1)	1936	044
Urb. Les Gavines (10K)	15/02/17	09:43 – 12:53	Miércoles (3)	1936	046
Albufera~El Saler (5K)	15/02/17	15:05 – 18:15	Miércoles (3)	1936	046
Castellar-Oliveral (0K)	27/02/17	09:39 – 12:48	Lunes (1)	1938	058

Tabla 5.2. Salidas a campo para el estático en la zona Sur.

5.1.4. Descarga de datos complementarios (FTPzilla).

Una vez tenemos los archivos de observaciones es necesario conseguir una serie de archivos de las estaciones de referencia, de efemérides y de antenas que nos serán necesarios para el cálculo del estático de cada punto de estación.

Para ello y dado que estos datos se encuentran en servidores FTP (File Transfer Protocol / Protocolo de Transferencia de Archivos), hemos decidido utilizar el software FTPzilla para su descarga. Aquí cabe comentar que existe la posibilidad de descargar estos archivos desde su versión Web, pero es tan numerosa la cantidad de archivos a descargar que se ha optado por esta opción más útil.

FTPzilla es un gestor FTP gratuito que permite la descarga de archivos desde servidores FTP de forma fácil e intuitiva (ver figura 5.7.).

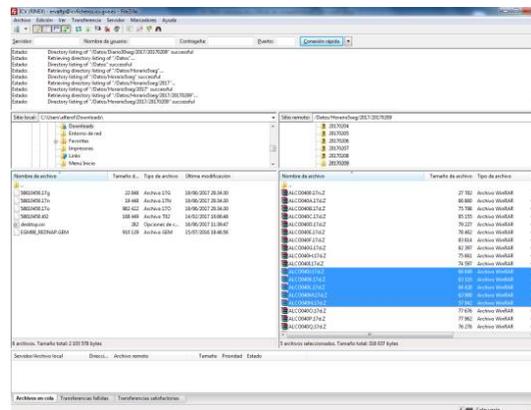


Figura 5.7. Vista general de FTPzilla.

Se ha configurado y utilizado para descargar los diferentes tipos de archivos que se comentan en los siguientes apartados.

5.1.5. Los observables RINEX.

Son los observables que hemos conseguido anteriormente con “convert to RINEX” y se trata de un formato estándar de observables, libre de formato propietario y que permite su gestión por la mayoría de software de cálculo GNSS.

Los archivos en los servidores suelen venir doblemente comprimidos. Primero con una compresión que se explica más adelante y que se llama Hatanaka (XXXX17d, p.ej.) y después en formato de compresión Z (XXXX17d.Z, p.ej.), fácilmente descomprimible con winzip o winrar. Dicho archivo 17d, una vez descomprimido contiene principalmente un archivo de observaciones (17o) en formato estándar RINEX y otro (17n) de navegación GPS. Si la estación permanente de la que estamos bajándonos los datos también realiza observación de la constelación GLONASS obtendremos en la descompresión un tercer archivo (17g) de navegación GLONASS.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Los servidores a los que nos hemos conectado para la obtención de los observables RINEX han sido los siguientes:

IGN:

- Servidor: ftp://ftp.geodesia.ign.es
- Carpeta: /ERGNSS/horario_5s

ICV:

- Servidor: ftp://icvficheros.icv.gva.es
- Carpeta: /Datos/Horario5seg

Cabe destacar que la versión de RINEX utilizada en el trabajo y en la que han sido descargados los observables ha sido la 2.11.

El estándar RINEX 2.11 sigue una nomenclatura en sus archivos tal que permite conocer la fecha y antena a que hacen referencia, que es como sigue:

- Nombre (4 caracteres [ALCO, para la antena de Alcoy, p.ej.])
- Día GPS (3 caracteres [1-365])
- Hora (UTC)/Diario (1 carácter [A-X / 0]). Siguiendo la hora el esquema siguiente:

Letra Sesión	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Hora UTC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Figura 5.8. Relación de horas GPS y letras en archivos RINEX.

Correspondiendo la A al intervalo entre las 00:00:00 y las 00:59:59 y así hasta la X, con intervalo entre las 23:00:00 y las 23:59:59.

Y correspondiendo por otro lado el valor 0 a un archivo de tipo diario (24 horas de observación).

En este punto cabe denotar que en el momento de las observaciones se trabajaba con el horario de invierno (UTC +1).

Así pues para unas observaciones del 9 de febrero de 2017 (día GPS nº 040) de la estación de referencia de Alcoy (ALCO) desde las 12:15h hasta las 14:45h (UTC) tendríamos que descargarnos los archivos:

ALCO040M.17d, ALCO040N.17d y ALCO040O.17d.

5.1.6. Archivos de efemérides.

Estos archivos contienen, como su nombre indica, datos de efemérides de los satélites, es decir, la información necesaria para determinar las órbitas de los satélites.

En el propio archivo de navegación se pueden hallar unas efemérides transmitidas; se trata de una serie de parámetros necesarios para su cálculo (parámetros keplerianos, parámetros para perturbaciones y parámetros de tiempo, etc...); información que se actualiza cada hora y que ofrece una precisión en la determinación de las órbitas predichas de los satélites de unos 100cm.

Por otro lado es posible descargar archivos en el formato estándar de efemérides SP3 con mejor precisión en la determinación de las órbitas reales (en forma de posiciones XYZ de los satélites y actualizadas cada 15 minutos así como con los errores del reloj) y que se enumeran a continuación:

- Efemérides ultrarrápidas, que ofrecen una precisión en la determinación de órbitas de unos 5cm y que tenemos disponibles a las 03h, 09h, 15h y 21h UTC después de entre unas 3~9 horas de la observación.
 - Archivos con prefijo *igu*: Efemérides ultrarrápidas GPS.
 - Archivos con prefijo *igv*: Efemérides ultrarrápidas GLONASS.
- Efemérides rápidas GPS (archivos con prefijo *igr*): Ofrecen una precisión en la determinación de las órbitas de unos 2.5cm y disponible 17h UTC después de entre 17 ~ 41 horas de la observación.
- Efemérides finales/precisas: que ofrecen una precisión en la determinación de las órbitas de unos 2.5cm y están disponibles todos los jueves y generalmente entre 12 y 18 días después de la observación.
 - Archivos con prefijo *igs*: Efemérides finales GPS.
 - Archivos con prefijo *igl*: Efemérides finales GLONASS.

Existen una serie de instituciones que se dedican a la determinación y distribución de estos datos, entre las que destacan:

- IGS / International GNSS Service.
- CODE / Center for Orbits Determination in Europe.
- NGS / National Geodetic Survey.

En este trabajo utilicé los datos proporcionados por el IGS que tiene como datos de su servidor FTP los siguientes:

IGS:

- Servidor: `ftp://ftp.igs.org/`
- Carpeta: `/pub/product/`

Como en casos anteriores, los archivos de efemérides siguen una nomenclatura que los identifican de forma única y que es así:

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Tipo de efemérides (3 caracteres [igu, igv, igr, igs, igl]).
- Semana GPS (4 caracteres [0001-9999, siendo 0001 la semana del 6-12 de Enero de 1986])
- Día de la semana (4 carácter [0-6, 0=domingo, 6=sábado, 7= fichero semanal])
- Hora de inicio (en el caso de ultrarrápidas) (2 caracteres [00=00h, 06, 12, 18])
- Tipo de archivo/extensión (3 caracteres, sp3=órbitas, clk=reloj, etc...)

Así, para las observaciones llevadas a cabo en la Pobla de Farnals el día 9 de Febrero de 2017 (semana GPS 1935), jueves (día 4 de la semana) le corresponden las efemerides finales con nombre:

igs19354.sp3

5.1.7. Archivo de antenas.

ANTEX (Antenna Exchange Format) es un estándar de intercambio de información sobre antenas GNSS que contiene las correcciones absolutas de fase de antena IGS para antenas de satélites y receptores, identificadas estas mediante un modelo de antena y de radome⁷. Se trata de un archivo con extensión .atx. La versión utilizada en el trabajo ha sido la 1.4.

En la actualidad son 5 las instituciones que colaboran en la elaboración del archivo IGS ANTEX, entre ellas:

- Institut für Erdmessung (IfE).
- Geo++ GmbH
- Leibniz Universität Hannover, Institute of Geodesy
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, GNSS Landeskalibriereinrichtung.
- University of Bonn, Institute of Geodesy and Geoinformation

Se utilizan para ello calibraciones en campo y en cámara anecoica.

Existen otro par de archivos con información de antenas:

- `rcvr_ant.tab`, que contiene los nombres estandarizados para los equipos GNSS (receptores, antenas, radomes, antenas de satélites, etc.) y que es son los únicos válidos y utilizados en los documentos y archivos del IGS (ver figuras 5.9. y 5.10.).

TRMR8_GNSS	Integrated GPS L1/L2+L2C/L5 GLO L1/L2 Trimble R8
	GNSS antenna
TRMR8_GNSS3	Integrated GPS L1/L2+L2C/L5 GLO L1/L2 Trimble R8
	GNSS 3 antenna
TRMR8-4	Integrated GPS L1/L2+L2C/L5 GLO L1/L2 Trimble R8
	GNSS 3 antenna, model 4
TRMR8S	Integrated L1/L2/L5/G1/G2/G3/E1/E5ab/B1/B2 GPS,
	GLONASS, Galileo & BeiDou antenna
TRMR10	L1/L2/L5/G1/G2/G3/E1/E2/E5ab/E6/B1/B2/B3, GPS,
	GLONASS, Galileo & BeiDou antenna

Figura 5.9. Detalle del archivo `rcvr_ant.tab` con las nomenclaturas de antenas.

⁷ Radome: Recubrimiento de una antena, utilizado con el fin de protegerla, sin que ello afecte a sus propiedades electromagnéticas, siendo transparente a las ondas de radio. (López, F. 2016) [81].

```

| xxxxxxxxxxxxxxxx DOME | Miscellaneous antenna dome |
| xxxxxxxxxxxxxxxx ENCL | Miscellaneous antenna enclosure |
| xxxxxxxxxxxxxxxx NONE | No antenna dome |
| xxxxxxxxxxxxxxxx UNKN | Use for historic data periods only when radome |
|                       | status was not accurately recorded |

```

Figura 5.10. Detalle del archivo revr_ant.tab con las nomenclaturas para radomos.

- `antenna.gra`: Archivo con los puntos de referencia de las antenas y sus dimensiones.

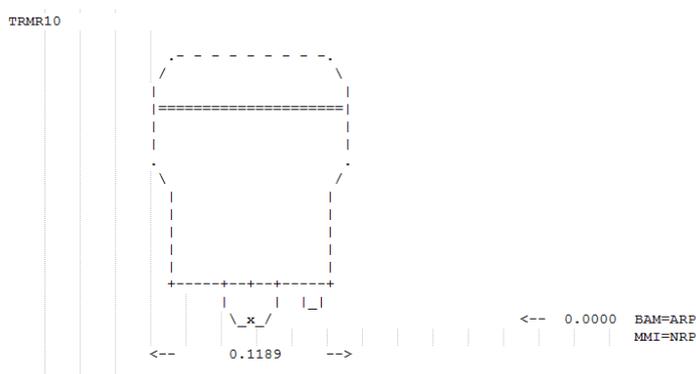


Figura 5.11. Detalle del archivo antenna.gra con descripción gráfica de la antena Trimble R10.

El nombre del archivo atx suele seguir la siguiente nomenclatura:

`igs08_www.atx` (siendo `www` la semana GPS del último cambio producido)

(La última versión existente del archivo igs08 aparece con el nombre simplificado de `igs08.atx`, sin la semana GPS.)

Puede descargarse desde la página del JPL del IGS:

<https://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/igs08.atx>

o desde el servidor FTP:

<ftp://igs.org>

El archivo que se ha descargado para este trabajo es el `igs08_1918.atx`.

5.1.8. Archivo de modelo de geoide.

El IGN pone a disposición en su servidor FTP el archivo `EGM08_RED NAP.GEM` generado por la empresa Leica Geosystems y que contiene la adaptación del geoide `EGM08_RED NAP` al formato propietario de Leica. Éste incluye los datos de la zona geográfica comprendida entre los paralelos 44° N y 35° N y los meridianos 9°30' W y 4°30' E y por tanto es aplicable en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla. (fuente: IGN)

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Los datos de conexión son los siguientes:

IGN

- Servidor: ftp.geodesia.ign.es
- Carpeta: /geoide/leica

5.1.9. Hatanaka.

Hatanaka es un formato de compresión para los archivos en formato RINEX compacto (17d). El archivo resultante es un archivo RINEX de observaciones (17o).

Se descomprime mediante el ejecutable crx2rn.exe, vía línea de comando o mediante archivo por paquetes (.bat), del tipo:

```
for %%x in (*.17d) DO call crx2rn.exe %%x
```

Ha sido utilizado principalmente para descomprimir los datos de observaciones descargados desde el ICV y el IGN, que están almacenados en este formato por razones de ahorro de espacio en disco.

5.1.10. Convert to RINEX y exportación a RINEX.

Dado que cada marca comercial prepara sus datos de observación en un formato propietario y en este trabajo se iba a trabajar con las observaciones de antenas y receptores de dos marcas diferentes (Leica y Trimble) dentro del programa de postproceso Leica Geo Office, se estimó que sería conveniente trabajar en un formato de observaciones estándar para que todas fueran tratadas en las mismas condiciones. Es así como se pasó a convertir todas las observaciones realizadas por el método estático al formato estándar RINEX, comentado con anterioridad. Dicha conversión se realiza mediante un programa específico para cada marca, Convert to RINEX para Trimble y el propio Leica Geo Office para Leica.

Convert to RINEX es un software propietario de la casa TRIMBLE que permite convertir el archivo en formato propietario t02 de TRIMBLE a formato RINEX. De esta manera se genera un archivo 17° de observaciones, otro 17n de navegación GPS, y un tercero 17g de navegación GLONASS si la antena receptora realizó estas observaciones.

En este trabajo se ha utilizado para convertir los archivos de observación de las antenas TRIMBLE R8 y R10 (ver figura 5.12).

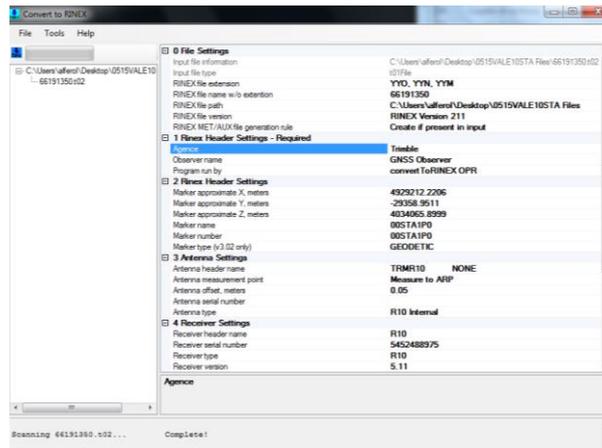


Figura 5.12. Convert to RINEX.

Por la parte de Leica el propio Leica Geo Office ofrece la opción de convertir los datos del estático a RINEX una vez importados dentro de un trabajo generado *ex profeso*. La interfaz es muy sencilla e intuitiva como puede verse en las figuras 5.13. y 5.14.

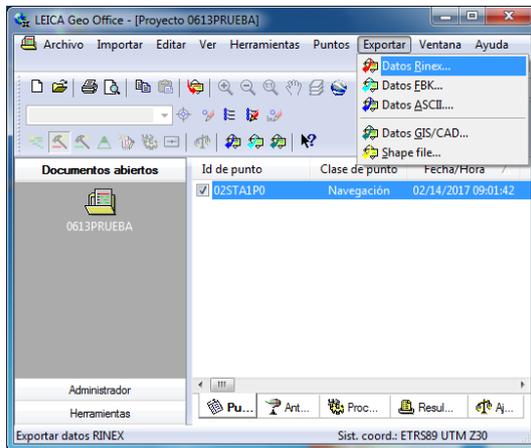


Figura 5.13. Conversión de datos a RINEX en LGO.

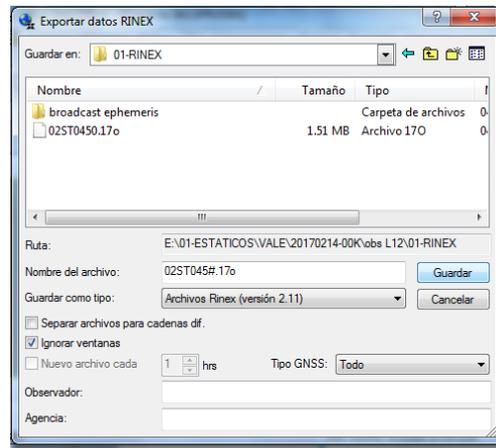


Figura 5.14. Detalle del guardado del archivo RINEX.

El informe (ver figura 5.16.) muestra un diagrama con los intervalos de observación de cada satélite, así como incidencias durante la observación, como pérdidas de conexión/observación con un satélite, p.ej., entre otros. Número total de satélites observados, resumen de las características del estático observado (máscara de elevación, tiempo de estacionamiento, satélites observados, etc...).

También representa unos diagramas con el posible efecto multipath que haya ocurrido durante la observación (ver figura 5.17.).

elev (deg)	tot slps	<MP21 rms, m>	5=%	1 m	15=%	2 m
85 - 90	0	0.000000				
80 - 85	134	0.051636				
75 - 80	133	0.047720				
70 - 75	96	0.058415				
65 - 70	401	0.058561				
60 - 65	399	0.060643				
55 - 60	733	0.060585				
50 - 55	646	1.077859				
45 - 50	1022	0.087703				
40 - 45	764	0.094325				
35 - 40	797	0.158886				
30 - 35	888	5.158450	#			
25 - 30	1070	1.139302				
20 - 25	924	0.209352				
15 - 20	1165	0.301028				
10 - 15	961	1.776436	#			
5 - 10	11	3.816152	#			
0 - 5	0	0.000000				
< 0	68	0.358118				

Figura 5.17. Diagrama del efecto multipath.

S/N L1 summary (per elevation bin):								
elev (deg)	tot	SN1	sig	mean	210	410	610	810
85 - 90	51	7.344	49.151	#####				
80 - 85	139	4.761	49.595	#####				
75 - 80	140	4.647	48.966	#####				
70 - 75	444	2.700	49.620	#####				
65 - 70	472	2.673	48.773	#####				
60 - 65	704	2.199	48.451	#####				
55 - 60	568	2.362	48.371	#####				
50 - 55	595	2.309	47.978	#####				
45 - 50	786	2.101	47.023	#####				
40 - 45	709	2.213	46.424	#####				
35 - 40	727	2.367	45.500	#####				
30 - 35	901	2.122	44.830	#####				
25 - 30	1379	1.947	44.033	#####				
20 - 25	1102	2.164	43.206	#####				
15 - 20	1262	2.374	42.033	#####				
10 - 15	937	2.705	40.582	#####				
5 - 10	15	10.356	36.773	#####				
0 - 5	0	0.000	0.000					
< 0	391	2.858	38.768	#####				

Figura 5.18. Diagrama de la relación señal-ruido.

Además ofrece un diagrama que representa la relación señal-ruido, muy útil para evaluar nuestras observaciones (ver figura 5.18).

En la imagen anterior (figura 5.18.) puede observarse la señal representada por el carácter “|” y el ruido por el carácter “#” y comprobarse que si bien por debajo de 10° de máscara de elevación (MDE) y por encima de 85° de MDE hay un poco de ruido (muy leve), las observaciones para la señal L1 tienen una muy baja relación señal ruido.

Otra característica del programa TEQC es la posibilidad de juntar en un solo archivo varias observaciones consecutivas de una misma estación. De igual manera es posible cortar en intervalos arbitrarios estos mismos archivos.

También permite generar un nuevo archivo RINEX de observaciones aplicando al original una serie de filtros, como puede ser una modificación de la MDE o la eliminación de observaciones de una constelación o de satélites concretos, entre otros filtros.

En este trabajo se ha utilizado principalmente para conocer el estado de las observaciones de los estáticos que se realizaron, siendo los resultados de los mismos óptimos para su posterior procesamiento con LGO.

Durante la utilización de este software y en combinación con la lectura de un trabajo que hacía uso del mismo (Šugar, Sučić y Bačić, 2016) [19], se descubrió que los nombres originales del receptor y de la antena Trimble R8 (model 2), que aparecían en un principio como:

R8 Model 2 (receptor)

TRM60158.00 (antena)

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

era necesario cambiarlos en el archivo RINEX original por su designación armonizada con el estándar IGS, que es:

```
TRIMBLE R8 GNSS (receptor)
```

```
TRMR8_GNSS NONE (antena)
```

si queríamos que TECQ procesara correctamente las observaciones realizadas con dicha antena. En dicho artículo se comenta que recientemente el IGS cambió la nomenclatura de esta antena al formato estándar, que a su vez está incluido en el archivo de antenas atx; archivo que utilizan los programas de procesamiento de datos RINEX. Se había observado que estos archivos, antes de actualizar la nomenclatura de la antena (ver figura 5.19.), no eran correctamente procesados por el LGO. Una vez actualizada su nomenclatura (ver figura 5.20.), el procesamiento pudo realizarse con normalidad.

2.11	OBSERVATION DATA	Mixed (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
cnvtToRINEX 2.29.0	convertToRINEX OPR	19-Jun-17 18:34 UTC	PGM / RUN BY / DATE
-----			COMMENT
08STA1P0			MARKER NAME
08STA1P0			MARKER NUMBER
GNSS Observer	Trimble		OBSERVER / AGENCY
4749141786	R8 Model 2	3.64	REC # / TYPE / VERS
	TRM60158.00		ANT # / TYPE
4929211.1665	-29359.3861	4034065.6765	APPROX POSITION XYZ
0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N

Figura 5.19. Archivo RINEX con la antigua nomenclatura.

2.11	OBSERVATION DATA	Mixed (MIXED)	RINEX VERSION / TYPE
cnvtToRINEX 2.60.0	convertToRINEX OPR	05-Apr-17 11:44 UTC	PGM / RUN BY / DATE
-----			COMMENT
08STA1P0			MARKER NAME
08STA1P0			MARKER NUMBER
GNSS Observer	Trimble		OBSERVER / AGENCY
4749141786	TRIMBLE R8 GNSS	3.64	REC # / TYPE / VERS
	TRMR8_GNSS	NONE	ANT # / TYPE
4929211.1665	-29359.3861	4034065.6765	APPROX POSITION XYZ
0.0000	0.0000	0.0000	ANTENNA: DELTA H/E/N

Figura 5.20. Archivo RINEX con la nueva nomenclatura.

5.2. VRS (Estación de Referencia Virtual).

Las técnicas que se han utilizado dentro de VRS consisten en realizar observaciones mediante solución de estación única (punto simple) y solución de red, haciendo dentro de cada una observaciones con una máscara de elevación (MDE) de 10° y después con una de 20° y conectándose primero al servidor de correcciones del ICV y después al del IGN, y siempre con una máscara PDOP de 6.0; la misma que en el levantamiento estático. En total se generan 8 tipos de observaciones u 8 técnicas de observación, que se resumen a continuación:

- ICV, Solución de estación única, 10° MDE.
- ICV, Solución de estación única, 20° MDE.
- ICV, Solución de red, 10° MDE.
- ICV, Solución de red, 20° MDE.
- IGN, Solución de estación única, 10° MDE.
- IGN, Solución de estación única, 20° MDE.
- IGN, Solución de red, 10° MDE.
- IGN, Solución de red, 20° MDE.

Por cada técnica se realizan observaciones durante unos 2 minutos con un intervalo de 1 segundo.

Por otro lado, todas las observaciones VRS en la zona Norte han sido tomadas en una misma jornada y de igual manera en la zona Sur. De esta manera, cada conjunto de observaciones ha tenido las mismas condiciones climáticas y constelaciones.

El ICV pone a disposición de los usuarios un servidor común tanto para obtener las correcciones por solución de estación única como la solución de red, con los siguientes parámetros:

- Dirección IP: `icverva.icv.gva.es`
- Puerto: 2101

El IGN dispone actualmente de un servidor que también ofrece ambas soluciones, utilizando un puerto diferente para cada una. Los parámetros son los siguientes:

Solución de estación única:

- Dirección IP: `ergnss-tr.ign.es`
- Puerto IP: 2102

Solución de red:

- Dirección IP: `ergnss-tr.ign.es`
- Puerto IP: 2101

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Con una cuenta de usuario en el ICV, así como en el IGN ha sido posible conectar al mismo tiempo las tres estaciones a cada servidor para las diferentes observaciones.

Para cada tipo de solución (tanto para MDE de 10° como 20°) y servidor (ICV e IGN) han de utilizarse unos mountpoints (puntos de montaje) (ver figura 5.21.) específicos, que se escogen una vez estamos conectados al servidor.



Figura 5.21. Listado de mountpoints en TSC3. Elaboración propia.

Los utilizados para la zona Norte han sido los siguientes:

- ICV, solución de estación única: VALE1
- ICV, solución de red: VRSGPSGLO31
- IGN, solución de estación única: VALE
- IGN, solución de red: VRS

Y para la zona Sur:

- ICV, solución de estación única: VCIA2
- ICV, solución de red: VRSGPSGLO31
- IGN, solución de estación única: VCIA
- IGN, solución de red: VRS

5.2.1. Características de los puntos de montaje del ICV.

En este apartado se muestran las características básicas de los puntos de montaje del ICV y la información que éstos ofrecen vía RTCM (Mervart, L. 2013) [5]:

VALE1 (Valencia), para solución de estación única, gestionado por el IGN y ofrecido a través del servidor del ICV gracias a un convenio entre las instituciones, emite correcciones utilizando RTCM v3.1 para observaciones GPS y GLONASS. Los mensajes RTCM que emite son:

- 1004: Código y fase y ambigüedades L1 y L2 GPS y Ratio Ruido-Cortadora.
- 1005: Coordenadas ECEF (XYZ) del ARP de la estación de referencia permanente.

- 1007: Descriptor de la antena e identificación.

VCIA2 (Valencia-ICV) para solución de estación única, emite correcciones utilizando RTCM 3.1 para observaciones GPS y GLONASS, utilizando los siguientes mensajes:

- 1004: Código, fase y ambigüedades L1 y L2 GPS y Ratio Ruido-Portadora.
- 1005: Coordenadas ECEF (XYZ) del ARP de la estación de referencia permanente.
- 1007: Descriptor de la antena e identificación.

VRSGPSGLO31, para solución de red, emite correcciones utilizando RTCM 3.1 para observaciones GPS y GLONASS, utilizando los siguientes mensajes:

- 1004: Código y fase y ambigüedades L1 y L2 GPS y Ratio Ruido-Portadora.
- 1005: Coordenadas ECEF (XYZ) del ARP de la estación de referencia permanente.
- 1007: Descriptor de la antena e identificación.
- 1014: Datos de la Estación Auxiliar de la red / mensajes (MAK).
- 1015: GPS diferencias de correcciones ionosféricas de todos los satélites, estación auxiliar y master.
- 1016: GPS diferencias de correcciones geométricas de todos los satélites, estación auxiliar y master.

5.2.2. Características de los puntos de montaje del IGN.

A continuación se muestran las características básicas de los puntos de montaje del IGN y la información que éstos ofrecen vía RTCM:

VALE0, para solución de estación única, emite correcciones utilizando RTCM 3.1 para observaciones GPS y GLONASS, utilizando los siguientes mensajes:

- 1004: Código, fase y ambigüedades L1 y L2 GPS y Ratio Ruido-Portadora.
- 1006: Coordenadas ECEF (XYZ) del ARP de la estación de referencia permanente y altura de antena.
- 1008: Descriptor y nº de serie de la Antena.
- 1012: Código, fase y ambigüedades L1 y L2 GLONASS y ratio ruido-portadora.
- 1019: Efemérides de satélites GPS.
- 1020: Efemérides GLONASS.
- 1033: Descriptor de Receptor y Antena.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

VCIA, para solución de estación única, gestionado por el ICV y ofrecido a través del servidor del IGN gracias a un convenio entre las instituciones, emite correcciones utilizando RTCM 3.1 para observaciones GPS y GLONASS, utilizando los siguientes mensajes:

- 1004: Código y fase y ambigüedades L1 y L2 GPS y Ratio Ruido-Portadora.
- 1006: Coordenadas ECEF (XYZ) del ARP de la estación de referencia permanente y altura de antena.
- 1008: Descriptor y nº de serie de la Antena.
- 1012: Código y fase y ambigüedades L1 y L2 GLONASS y ratio ruido-portadora.
- 1019: Efemérides de satélites GPS.
- 1020: Efemérides GLONASS.

VRS, para solución de red, emite correcciones utilizando RTCM 3.1 para observaciones GPS y GLONASS, utilizando los siguientes mensajes:

- 1004: Código y fase y ambigüedades L1 y L2 GPS y Ratio Ruido-Portadora.
- 1006: Coordenadas ECEF (XYZ) del ARP de la estación de referencia permanente y altura de antena.
- 1008: Descriptor y nº de serie de la Antena.
- 1012: Código y fase y ambigüedades L1 y L2 GLONASS y ratio ruido-portadora.
- 1030: Residuos de la red-RTK GPS.
- 1032: ARP (Punto de Referencia de la Antena) Coordenadas ECEF de la estación de referencia verdadera.
- 1033: Descriptor del Receptor y Antena.

Cabe mencionar que, pese a que en la época de toma de las observaciones situadas en la zona Sur, el IGN afirmaba que mediante una colaboración con el ICV ofrecía correcciones para la solución de estación única de la estación de referencia VCIA (gestionada por el ICV) no fue posible terminar de conectarse a la misma por más que se intentó (ver figura 5.22.), omitiéndose finalmente estas observaciones y no figurando en el estudio. De esta manera en la parte Sur del estudio se han empleado 6 técnicas en lugar de las 8 originales.

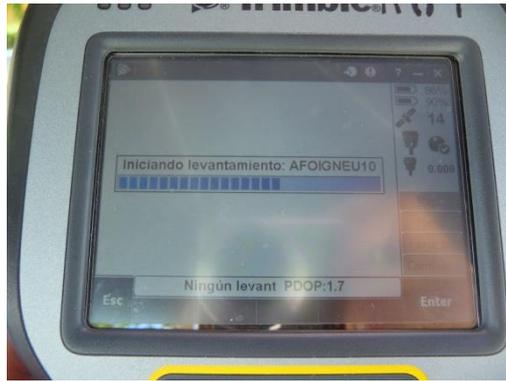


Figura 5.22. Problema con la resolución de la conexión.
Elaboración propia.

5.2.3. Configuración para VRS.

En este apartado se describen los estilos de levantamientos (Trimble) y las configuraciones (Leica) que han sido necesarias para poder aplicar las diferentes técnicas de observación VRS.

5.2.3.1. Tolerancia en VRS.

Durante la edición de las diferentes configuraciones se nos dio la posibilidad de establecer qué tolerancia queríamos tener en nuestras observaciones. Así pues, buscando información al respecto, López, Núñez y Gracia (2010) [51] afirman que:” Basándonos en la experiencia profesional y en algunas publicaciones del ICC, se ha establecido el siguiente criterio de tolerancia:

- En planimetría, de 0,020 m.
- En altimetría, de 0,040 m.

Por tanto los errores en la precisión radial que superen los 2cm se considerarán no tolerables, de la misma forma los errores en altimetría que superen los 4cm se considerarán no tolerables.” (p.30). Este será, por tanto, el criterio que seguiremos para nuestras observaciones VRS.

5.2.3.2. Estilos de levantamiento.

En las tres controladoras se creó un estilo de levantamiento por cada técnica. En total se crearon 8 estilos de levantamiento diferentes; todos con el mismo nombre en cada controladora. Como se ha descrito en otros apartados, el nombre sigue una nomenclatura que describe las características principales del mismo y que es como sigue:

- Identificador de autor (3 caracteres [AFO = Alejandro Fernández Oliver]). Se hizo para diferenciar estos estilos de levantamiento de otros presentes en las controladoras.
- Institución (3 caracteres [ICV / IGN])

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Tipo de solución (2 caracteres [EU=Estación Única; SR=Solución de Red])
- Máscara de elevación (2 caracteres [10 / 20])

Siendo finalmente estos los tipos de levantamiento creados:

AFOICVEU10
AFOICVEU20
AFOICVSR10
AFOICVSR20
AFOIGNEU10
AFOIGNEU20
AFOIGNSR10
AFOIGNSR20

Controladora Trimble TSC3.

En ambas controladoras TSC3 de Trimble se configuró el mismo estilo de levantamiento para VRS para cada técnica de observación. Los detalles aplicados a cada técnica se detallan en cada apartado.

Nombre: AFOICVEU10

Opciones móvil:

- Tipo de levantamiento: RTK
- Formato de emisión: Estaciones múltiples (RTCM) [para Estación Única]
VRS (RTCM) [para Solución de Red]
- Almacenar puntos como: Vectores (sólo aparece en configuración de solución de Red)
- Máscara de elevación: 10° /20°
- Máscara PDOP: 6.0
- Antena:
 - Tipo: R8 GNSS/SPS88x
R10 Internal
 - Medido a: Base del soporte de la antena (R8)
Base del desenganche rápido (R10)
 - Altura antena: 0.000m
- Rastreo señal GNSS:
 - GPS (en R10): Activado
 - Usar L2e: Sí
 - GPS L2c: Activado
 - L5 (en R10): Activado
 - GLONASS: Activado
 - Galileo (en R10): Desactivado
 - QZSS (en R10): Desactivado
 - BeiDou (en R10): Desactivado.

- Precisión móvil (sólo en R10):
 - Tolerancia auto: Desactivado
 - Tolerancia horizontal: 0.020m
 - Tolerancia vertical: 0.040m
 - xFill: Desactivado
 - Inclinación: Desactivado

Radio móvil / Vínculo datos móvil:

- Tipo: Conexión a Internet
- Enrutar a través de controlador: Sí.
- Contacto GNSS: AFOICV (Conexión ICV EU y SR)
AFOIGNEU (Conexión IGN EU)
AFOIGNSR (Conexión IGN SR)
- Aviso contacto GNSS: Desactivado.

Puntos continuos:

- Control calidad: QC1 & Qc2
- Precisión:
 - Tolerancia auto: Desactivado.
 - Tolerancia horizontal: 0.020m
 - Tolerancia vertical: 0.040m
 - Almacenar posiciones latencia baja: Desactivado
 - Almacenar RTK inicializado solamente: Activado

Configuración de contacto GNSS en TSC3.

Trimble Access: Configs Conectar Contactos GNSS

- Nombre: AFOICV / AFOIGNEU / AFOIGNSR
- Conexión a la red: Internal modem
- Modem BlueTooth: Ninguno
- PIN modem:
- APN: airtelnet.es
- Configuración NTRIP:
 - Usar NTRIP: Activado
 - Usar NTRIP v1.0: Desactivado
 - Usar servidor Proxy: Desactivado
 - Conectar automáticamente a punto de montaje: Desactivado.
 - Nombre usuario NTRIP: xxxxxx
 - Contraseña NTRIP: *****
 - Dirección IP: icverva.icv.gva.es (ICV)
ergnss-tr.ign.es (IGN)

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Puerto IP: 2101 (ICV e IGN SR)
2102 (IGN EU)
- Tipo de conexión: Internet móvil
- Enviar info identidad del usuario: Desactivado.

•

Controladora Leica RX1250XC.

En la controladora RX1250XC de Leica se creó la siguiente configuración (resumida a los puntos importantes) para VRS. Los detalles aplicados a cada técnica se detallan en cada apartado.

Configuraciones: AFOICVEU10

- Modo Tiempo Real
 - Modo T-Real: Móvil
 - Datos T-Rea: RTCM v3.1
 - Puerto: Red 1
 - Dispositivo: Internet
- Opciones Adicionales Móvil
 - General
 - Aceptar Ref: Cualquier Recepc
 - Ref. Network: VRS
 - Envía ID Usua: No
 - NTRIP
 - Usar NTRIP: Sí
 - ID Usuari: uni3
 - Contraseña: ****
 - Origen: VALE1 (mountpoint)
 - RTCM Options
 - Usar Auto CrdSys: No
 - Ver Info Msg: No
- Antenas y Altura de Antena
 - Antena: ATX1230 en Pilar
 - Alt. Defecto: 0.000m
 - Desplz Vert: 0.000m
 - Tipo Medición: Vertical
 - Alt. Móvil: 0.000m
- Almacenamiento de Observaciones
 - Registro Obsv: Nunca
- Config Ocupacion Puntos
 - Pto. Ocupación: Instantánea
 - Auto ALMACENA: Sí
 - Beep al Graba: Sí
- Control de Calidad

- Control CQ: Pos y Alt
- Máximo CQ: 0.070
- DOP Límite: PDOP
- Máximo DOP: 6.0
- Adm. Posn2D: Sí
- Configuración Satélites
 - GLONASS: Sí
 - GPS L2C: Automátic
 - Máscara de Elev: 10° / 20°
 - Pérdida Señal: Sin Beep
 - Salud SV: Automático
 -

Configuración de servidor.

Config.	Dispositivos	Interfaces (CTRL)
---------	--------------	-------------------

- Servidor a conectar: Nuevo.
- Nombre: AFOICV / AFOIGNEU / AFOIGNSR
- Host: icverva.icv.gva.es (ICV)
ergnss-tr.ign.es (IGN)
- Puerta IP: 2101 (ICV e IGN SR)
2102 (IGN EU)

5.2.3.3. Nomenclatura de los trabajos y observaciones en VRS.

Los trabajos en VRS se han nombrado según la fecha de observación, la estación de referencia permanente a la que se ha conectado y el número de la antena. Así, las observaciones de la zona Norte realizadas por la antena TRIMBLE R8 están incluidas en el trabajo con el nombre 0308VALE08 dado que fue creado el 8 de Marzo de 2017.

Dentro de cada trabajo, y dado que las observaciones VRS a las diferentes distancias de la estación de referencia permanente se han realizado en una misma jornada, para poder distinguir las observaciones realizadas mediante cada técnica, se han nombrado los puntos según la siguiente nomenclatura:

- Mes (2 caracteres).
- Día del mes (2 caracteres).
- Nombre de la Estación de Referencia Permanente /trabajo (4 caracteres [VALE / VCIA / NOCT / SECO /MEDI / HUME] Estas últimas para los trabajos de comparación según la humedad en el ambiente y NOCT para la observación nocturna).

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Distancia a la estación de referencia (1 carácter [0=0Km, 5=5Km, 1=10Km, 2=20Km]).
- Antena utilizada en la observación (1 carácter [8=Trimble R8, 0=Trimble R10, 2=Leica 1200]).
- Servidor al que se ha conectado (1 carácter [V=ICV, N=IGN]).
- Técnica utilizada (1 carácter [U=Estación única, R=Solución de red]).
- Máscara de elevación empleada (1 carácter [1=10°, 2=20°])

Así, las observaciones VRS de la zona Norte del día 8 de marzo a ~0Km de la ER VALE con la antena TRIMBLE R10 mediante conexión al IGN y con solución de red para máscara de elevación de 20° tienen por nombre 0308VALE00NR2.

A continuación de dicho nombre se inicia un contador de observaciones que empieza desde “P000” (ver figura 5.23.).

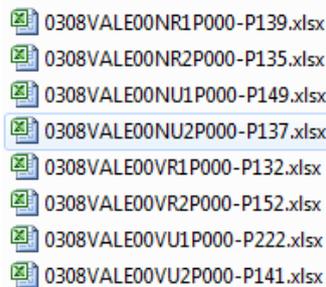


Figura 5.23. Diferentes listados de puntos generados.

5.2.3.4. Configuraciones de los trabajos en las controladoras para VRS.

Controladora Trimble TSC3.

En ambas controladoras TSC3 de Trimble se configuraron de igual manera los trabajos, pasándose a describir someramente a continuación:

Topografía General – Trabajos – Trabajo nuevo:

- Nombre trabajo: 0308VALE10.
- Plantilla: Último trabajo usado
- Propiedades:
 - Sist. Coord.: 30 North (Worldwide / UTM)
 - Unidades (Dist.): Metros.
- Seleccionar Sistema coordenadas:
 - Sistema: UTM
 - Zona: 30 North
 - Datum: ETRS89 (Mol)
 - Usar modelo geoidal: activado
 - Modelo geoidal: ICVcg03c
 - Utilizar cuadrícula datum: desactivado

- Coordenadas: Cuadrícula
- Altura de proyecto: 10.000m

Controladora Leica RX1250XC.

Levantar - Trabajo – Nuevo:

- General:
 - Nombre: 0308VALE12
 - Dispositivo: Tarjeta
- Sist. Coord.
 - Sist. Coord.: ETRS89 UTM Z30
 - Elipsoide: GRS 1980
 - Proyección: utm 30
- Promedio:
 - Modo Promedio: Promedio
 - Método: Con Pesos
 - Puntos a usar: Sólo GPS
 - Tolerancia Pos: 0.050 (por defecto)
 - Tolerancia Alt: 0.075 (por defecto)

5.2.4. Fechas de salidas a campo.

En las tablas 5.3. y 5.4. se recogen las fechas en las que se llevó a cabo las salidas a campo para realizar las observaciones de cada zona de estudio.

Zona Norte (VALE):

Lugar	Día	Intervalo (UTC+1)
Pol. Ind. de Sagunto (20K)	08/03/17	10:22 – 11:29
Puebla de Farnals (10K)	08/03/17	11:59 – 12:48
Roca (5K)	08/03/17	14:53 – 15:44
Alboraya (0K)	08/03/17	16:15 – 17:18
Alboraya (0K) Nocturna	08/03/17	20:13 – 21:02
Alboraya (0K) Seco	23/03/17	15:54 – 17:07
Alboraya (0K) Húmeda	27/04/17	10:17 – 11:17

Tabla 5.3. Fechas de salida con VRS en la Zona Norte (VALE).

Zona Sur (VCIA):

Lugar	Día	Intervalo (UTC+1)
Albufera ~ Sueca (20K)	02/03/17	11:15 – 12:43
Urb. Les Gavines (10K)	02/03/17	13:33 – 14:38
Albufera ~ El Saler (5K)	02/03/17	16:22 – 17:16
Castellar - Oliveral (0K)	02/03/17	17:49 – 18:40

Tabla 5.4. Fechas de salida con VRS en la Zona Sur (VCIA).

5.2.5. Estado de la ionosfera.

Para las observaciones VRS durante la noche (NOCT) se consultó previamente el estado de la ionosfera (contenido total de electrones TEC) en tiempo real a través de la página web⁸ del JPL (Jet Propulsion Laboratory), de la NASA.

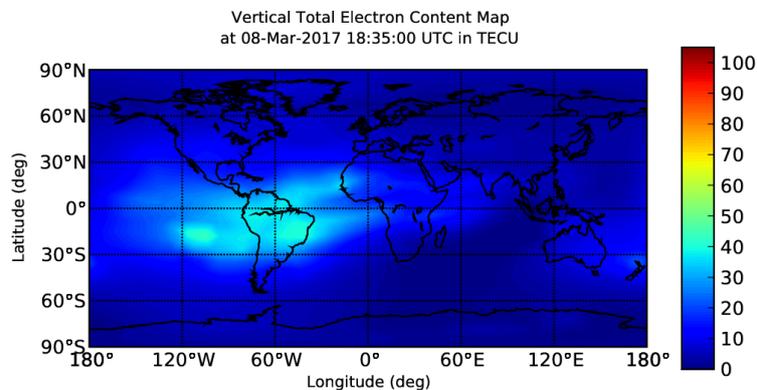


Figura 5.24. Imagen del estado de la ionosfera del JPL en la fecha de observación. Jet Propulsion Laboratory (NASA).

5.2.6. Incidencias en observaciones de campo.

En este punto debo mencionar que en todas las salidas a campo mediante el método de observación de VRS, tanto el equipo de Leica como el de Trimble R-10 han dado muy pocos problemas. Se han conectado a los puntos de montaje sin problema y la mayoría de las veces han resuelto las ambigüedades en apenas unos segundos. En cambio no ha pasado lo mismo con el equipo de Trimble R8. En muchas ocasiones ha ocurrido que, mientras las otras dos ya estaban conectadas al punto de montaje, a esta le costaba conectarse al punto de montaje, teniendo que desconectar y volver a conectar en numerosas ocasiones para que finalmente pudiera trabajar. Una vez conectado al punto de montaje también ha presentado problemas para fijar ambigüedades e inicializar RTK en muchas ocasiones. La precisión que ofrecía en algunas de estas ocasiones, como podrá verse en sus listados de puntos y sus resultados finales era muy baja, llegando a cantidades equiparables a las de posicionamiento GPS en tiempo real ($\sim 2.7\text{m}$ en horizontal y $\sim 4.9\text{m}$ en vertical). Los lugares de estacionamiento se escogieron de manera que tuvieran buena cobertura de señal móvil, haciéndose pruebas previas al estacionamiento y los otros dos equipos han respondido sin tanto problema. Una opción hubiera sido prescindir de las mediciones de este equipo, pero lo cierto es que en otras ocasiones se ha comportado con normalidad, como podrá verse más adelante. Lo que se decidió es dejar que el equipo estuviera conectado al punto de montaje e intentando resolver ambigüedades hasta 15 minutos. Si pasado ese tiempo el valor de precisión que ofrecía el equipo estaba por encima del que se ha establecido para este trabajo, se almacenó los datos igualmente con la dicha baja precisión. Para los equipos Trimble permiten la modificación de los parámetros de tolerancia horizontal y vertical de las mediciones sobre la marcha. Y es lo que se hizo, aumentándola hasta que la

⁸ https://iono.jpl.nasa.gov/latest_rti_global.html

controladora permitía almacenar dichos datos. Esto también tuvo que hacerse en alguna ocasión con el equipo de Trimble R10 y con el de Leica, sobre todo con alguna observación por solución de red y/o con máscara de elevación de 20°.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Capítulo 6
Estático

6.1. Estudio de incertidumbres *a priori*.

En este apartado se va a proceder a realizar un estudio de las incertidumbres previo a los cálculos de los estáticos. Se ha calculado una incertidumbre por estático y antena, ya que en cada uno se han utilizado distintas líneas base, con lo que cada uno es un caso particular. En este trabajo se da la circunstancia de que las estaciones de referencia que intervienen en este cálculo no tienen todas las mismas desviaciones estándar, por lo que no ha consistido el mismo en simplemente coger la línea base de mayor distancia y calcular la incertidumbre con ella. Dado que cada una tiene sus propias desviaciones ha sido necesario calcular la incertidumbre para cada línea base en cada estático de cada antena, ver cuál era la de mayor valor y tomar esta como referencia en el cálculo final.

6.1.1. Incertidumbre planimétrica *a priori*:

Se ha calculado según la siguiente fórmula:

$$\sigma_{STA_i}^{Hoz} = \sqrt{(\sigma_{LB_i}^{Hoz})^2 + (\sigma_{ER}^{Hoz})^2 + (\sigma_e^{Hoz})^2}$$

Siendo:

- $\sigma_{STA_i}^{Hoz}$, la incertidumbre horizontal del estático en estudio.
- $\sigma_{LB_i}^{Hoz}$, la desviación estándar horizontal correspondiente a la línea base que se ha tomado como referencia, a partir de los datos del fabricante de la antena utilizada, y que tiene por fórmula:

$$\sigma_{LB_i}^{Hoz} = \sqrt{a^{Hoz}(m)^2 + \left(\frac{b^{Hoz}(ppm) \cdot Long.LB(m)}{1000000}\right)^2}$$

- σ_{ER}^{Hoz} , la desviación estándar horizontal de las estaciones de referencia, que nos han proporcionado el ICV e IGN.
- y σ_e^{Hoz} , el error horizontal por estacionamiento de nuestra antena, que se cifra en $\pm 0.001m$.

6.1.2. Incertidumbre altimétrica *a priori*:

Se ha calculado según la siguiente fórmula:

$$\sigma_{STA_i}^{Vert} = \sqrt{(\sigma_{LB_i}^{Vert})^2 + (\sigma_{ER}^{Vert})^2 + (\sigma_e^{Vert})^2}$$

Siendo:

- $\sigma_{STA_i}^{Vert}$, la incertidumbre vertical del estático en estudio.

- $\sigma_{LB_i}^{Vert}$, la desviación estándar vertical correspondiente a la línea base que se ha tomado como referencia, a partir de los datos del fabricante de la antena utilizada, y que tiene por fórmula:

$$\sigma_{LB_i}^{Vert} = \sqrt{a^{Vert}(m)^2 + \left(\frac{b^{Vert}(ppm) \cdot Long.LB(m)}{1000000}\right)^2}$$

- σ_{ER}^{Vert} , la desviación estándar vertical de las estaciones de referencia, que nos han proporcionado el ICV e IGN.
- y σ_e^{Vert} , el error vertical por estacionamiento de nuestra antena (error en la medición de la altura de la antena), que se cifra en $\pm 0.002m$.

Así, el primer paso es calcular la desviación estándar, tanto horizontal como vertical de las líneas base utilizadas en cada estático. No se calcula todas, dado que en el procesamiento de muchos estáticos no se ha podido resolver ambigüedades con todas las líneas base observadas. Así, se han calculado solamente para las utilizadas finalmente en los mismos. A continuación se muestran los resultados según antena y punto de estacionamiento:

R8	VALE 00K		VALE 05K		VALE 10K		VALE 20K	
	σ_{LB} Hoz	σ_{LB} Vert						
ALCO	0.009m	0.035m			0.010m	0.039m		
AYOR	0.008m	0.031m	0.009m	0.033m	0.009m	0.035m		
BORR	0.006m	0.021m	0.006m	0.019m	0.005m	0.017m	0.004m	0.014m
DENI	0.009m	0.033m			0.009m	0.036m		
TORR								
UTIE	0.008m	0.030m						
VCIA			0.003m	0.005m			0.004m	0.010m
ALAC								
PENI	0.012m	0.047m	0.012m	0.045m				
VALE			0.003m	0.004m			0.004m	0.008m
R8	VCIA 00K		VCIA 05K		VCIA 10K		VCIA 20K	
	σ_{LB} Hoz	σ_{LB} Vert						
ALCO					0.008m	0.030m		
AYOR	0.008m	0.030m	0.008m	0.029m				
BORR			0.007m	0.025m			0.008m	0.030m
DENI	0.008m	0.031m	0.008m	0.029m	0.007m	0.027m	0.007m	0.024m
TORR			0.016m	0.064m	0.016m	0.063m		
UTIE								
VCIA	0.003m	0.004m					0.004m	0.009m
ALAC			0.012m	0.047m				
PENI			0.013m	0.051m	0.013m	0.052m		
VALE	0.003m	0.004m					0.004m	0.010m

Tabla 6.1. Desviaciones estándar de las líneas base utilizadas en los estáticos de la antena Trimble R8.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

R10	VALE 00K		VALE 05K		VALE 10K		VALE 20K	
	σ LB Hoz	σ LB Vert						
ALCO	0.009m	0.035m			0.010m	0.039m	0.011m	0.043m
AYOR	0.008m	0.031m	0.009m	0.033m			0.010m	0.038m
BORR			0.006m	0.019m	0.005m	0.017m	0.004m	0.014m
DENI			0.009m	0.034m			0.010m	0.038m
TORR							0.019m	0.075m
UTIE	0.008m	0.030m						
VCIA	0.003m	0.004m	0.003m	0.005m			0.004m	0.010m
ALAC								
PENI	0.012m	0.047m			0.011m	0.043m		
VALE	0.003m	0.004m	0.003m	0.004m	0.003m	0.005m	0.004m	0.008m
R10	VCIA 00K		VCIA 05K		VCIA 10K		VCIA 20K	
	σ LB Hoz	σ LB Vert						
ALCO								
AYOR					0.008m	0.029m	0.008m	0.028m
BORR	0.007m	0.023m	0.007m	0.025m	0.007m	0.026m		
DENI			0.008m	0.029m	0.007m	0.027m		
TORR								
UTIE								
VCIA	0.003m	0.004m	0.003m	0.004m			0.004m	0.009m
ALAC								
PENI	0.013m	0.049m	0.013m	0.051m	0.013m	0.052m		
VALE	0.003m	0.004m	0.003m	0.005m	0.003m	0.007m	0.004m	0.010m

Tabla 6.2. Desviaciones estándar de las líneas base utilizadas en los estáticos de la antena Trimble R10.

L12	VALE 00K		VALE 05K		VALE 10K		VALE 20K	
	σ LB Hoz	σ LB Vert						
ALCO								
AYOR	0.039m	0.040m	0.041m	0.042m			0.047m	0.048m
BORR	0.026m	0.028m	0.024m	0.026m			0.017m	0.019m
DENI	0.041m	0.042m			0.045m	0.046m	0.048m	0.048m
TORR	0.085m	0.086m			0.090m	0.091m		
UTIE								
VCIA			0.007m	0.011m	0.009m	0.013m	0.013m	0.016m
ALAC					0.069m	0.069m		
PENI	0.059m	0.060m			0.054m	0.055m		
VALE	0.005m	0.010m	0.006m	0.010m	0.007m	0.011m	0.011m	0.014m
L12	VCIA 00K		VCIA 05K		VCIA 10K		VCIA 20K	
	σ LB Hoz	σ LB Vert						
ALCO	0.041m	0.042m			0.037m	0.038m		
AYOR					0.036m	0.037m	0.035m	0.036m
BORR	0.029m	0.031m			0.033m	0.034m	0.037m	0.038m
DENI	0.038m	0.039m	0.037m	0.038m			0.030m	0.031m
TORR	0.082m	0.082m	0.080m	0.081m	0.078m	0.079m		
UTIE	0.038m	0.039m			0.041m	0.041m		
VCIA	0.005m	0.010m			0.007m	0.011m	0.011m	0.014m
ALAC			0.059m	0.060m				
PENI	0.062m	0.063m	0.063m	0.064m				
VALE	0.006m	0.010m			0.009m	0.012m	0.013m	0.016m

Tabla 6.3. Desviaciones estándar de las líneas base utilizadas en los estáticos de la antena Leica ATX1230GG.

El siguiente paso es calcular definitivamente las incertidumbres siguiendo las fórmulas mencionadas más arriba y utilizando para cada estático las líneas base que se acaban de mostrar. De entre todos los resultados aparecen resaltados aquellos con un valor mayor en su combinación horizontal y vertical, que son los correspondientes a la incertidumbre

planimétrica y altimétrica *a priori*. A continuación se muestran los mismos según antena y punto de estacionamiento.

R8	VALE 00K		VALE 05K		VALE 10K		VALE 20K	
a priori	σ Hoz	σ Vert						
ALCO	0.012m	0.036m			0.012m	0.040m		
AYOR	0.018m	0.034m	0.018m	0.036m	0.018m	0.037m		
BORR	0.007m	0.024m	0.007m	0.023m	0.007m	0.021m	0.006m	0.018m
DENI	0.031m	0.038m			0.032m	0.040m		
TORR								
UTIE	0.018m	0.033m						
VCIA			0.016m	0.008m			0.017m	0.011m
ALAC								
PENI	0.012m	0.047m	0.012m	0.046m				
VALE			0.004m	0.006m			0.005m	0.009m
R8	VCIA 00K		VCIA 05K		VCIA 10K		VCIA 20K	
a priori	σ Hoz	σ Vert						
ALCO					0.010m	0.030m		
AYOR	0.018m	0.033m	0.018m	0.032m				
BORR			0.008m	0.027m			0.009m	0.032m
DENI	0.031m	0.036m	0.031m	0.034m	0.031m	0.033m	0.031m	0.030m
TORR			0.018m	0.064m	0.017m	0.063m		
UTIE								
VCIA	0.016m	0.006m					0.017m	0.010m
ALAC			0.013m	0.047m				
PENI			0.013m	0.051m	0.014m	0.052m		
VALE	0.004m	0.006m					0.005m	0.011m

Tabla 6.4. Incertidumbres planimétricas y altimétricas a priori para los estáticos de la antena Trimble R8.

R10	VALE 00K		VALE 05K		VALE 10K		VALE 20K	
a priori	σ Hoz	σ Vert						
ALCO	0.012m	0.036m			0.012m	0.040m	0.013m	0.043m
AYOR	0.018m	0.034m	0.018m	0.036m			0.019m	0.040m
BORR			0.007m	0.023m	0.007m	0.021m	0.006m	0.018m
DENI			0.031m	0.039m			0.032m	0.042m
TORR							0.020m	0.075m
UTIE	0.018m	0.033m						
VCIA	0.016m	0.007m	0.016m	0.008m			0.017m	0.011m
ALAC								
PENI	0.012m	0.047m			0.012m	0.044m		
VALE	0.004m	0.006m	0.004m	0.006m	0.004m	0.007m	0.005m	0.009m
R10	VCIA 00K		VCIA 05K		VCIA 10K		VCIA 20K	
a priori	σ Hoz	σ Vert						
ALCO								
AYOR					0.018m	0.032m	0.017m	0.031m
BORR	0.008m	0.026m	0.008m	0.027m	0.008m	0.029m		
DENI			0.031m	0.034m	0.031m	0.033m		
TORR								
UTIE								
VCIA	0.016m	0.006m	0.016m	0.007m			0.017m	0.010m
ALAC								
PENI	0.013m	0.050m	0.013m	0.051m	0.014m	0.052m		
VALE	0.004m	0.006m	0.004m	0.007m	0.004m	0.008m	0.005m	0.011m

Tabla 6.5. Incertidumbres planimétricas y altimétricas a priori para los estáticos de la antena Trimble R10.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

L12	VALE 00K		VALE 05K		VALE 10K		VALE 20K	
a priori	σ Hoz	σ Vert						
ALCO								
AYOR	0.042m	0.043m	0.044m	0.044m			0.050m	0.050m
BORR	0.027m	0.030m	0.024m	0.028m			0.018m	0.023m
DENI	0.051m	0.046m			0.054m	0.049m	0.056m	0.052m
TORR	0.085m	0.086m			0.090m	0.091m		
UTIE								
VCIA			0.018m	0.012m	0.019m	0.014m	0.021m	0.016m
ALAC					0.069m	0.070m		
PENI	0.059m	0.060m			0.054m	0.055m		
VALE	0.006m	0.011m	0.006m	0.011m	0.008m	0.012m	0.011m	0.014m
L12	VCIA 00K		VCIA 05K		VCIA 10K		VCIA 20K	
a priori	σ Hoz	σ Vert						
ALCO	0.042m	0.042m			0.038m	0.039m		
AYOR					0.040m	0.040m	0.038m	0.039m
BORR	0.030m	0.033m			0.033m	0.036m	0.038m	0.040m
DENI	0.049m	0.043m	0.047m	0.042m			0.042m	0.036m
TORR	0.082m	0.083m	0.081m	0.081m	0.078m	0.079m		
UTIE	0.041m	0.042m			0.043m	0.044m		
VCIA	0.017m	0.011m			0.018m	0.012m	0.020m	0.015m
ALAC			0.059m	0.060m				
PENI	0.062m	0.063m	0.063m	0.064m				
VALE	0.007m	0.011m			0.009m	0.013m	0.014m	0.017m

Tabla 6.6. Incertidumbres planimétricas y altimétricas a priori para los estáticos de la antena Leica ATX1230GG.

De estos datos de incertidumbre podría decirse que no son concluyentes, dado que en el procesamiento de un estático no depende todo de una línea base. Se trata de un ajuste de red y todas ellas intervienen en los cálculos. Para lo que sí nos puede servir es para darnos una idea de los posibles errores que cada línea base puede introducir en los mismos. Por otro lado, dado que el producto final de este estudio no es una producción cartográfica, no puede relacionarse la incertidumbre con una Tolerancia al uso. No obstante, como más adelante se realizará un estudio de incertidumbres *a posteriori*, sí que será posible hacer una comparación entre ambos, para evaluar cómo se ha desarrollado todo el procesado de los estáticos.

6.2. Procesamiento de los estacionamientos estáticos relativos.

A continuación se explica en qué ha consistido el procesado de los estacionamientos estáticos relativos, sus pasos y los resultados obtenidos.

6.2.1. Software de procesamiento de estáticos

Durante el desarrollo de este trabajo se han utilizado diferentes programas de post-proceso para el procesado de los datos de observación mediante el método estático.

Se ha utilizado el Leica Geo Office 8.3. (LGO), que ya había sido utilizado durante el transcurso de la asignatura de “Geodesia Espacial” y que, de acuerdo con la licencia actual sólo puede procesar datos de GPS.

También se ha probado el software Trimble Business Center 3.51, que si bien permite el procesado de las observaciones GPS y GLONASS, considero que no tiene una interfaz tan ‘amistosa’ y conocida como la de LGO ni permite mucha libertad para hacer pruebas con diferentes parámetros. Por otro lado, ofrece los resultados estadísticos con pruebas diferentes a las que estamos acostumbrados a ver en las prácticas de la asignatura de Geodesia Espacial. Además no es posible procesar los datos en formación de estrella o *hub network* (ver figura 6.1.) como me había propuesto en este trabajo, siendo obligatorio tener al menos un *loop* (ver figura 6.2.), lo que hizo que finalmente este software fuera descartado.

En cuanto a este último punto, Helmer (2014) [23] afirma que: “el uso de *loops* distribuye los errores de observación y/o de constreñimiento por toda la red, e impone artificialmente correlaciones entre estaciones. Por otro lado, la *hub network* o formación de estrella conserva la precisión de la observación. Las líneas cortas y las largas mejoran el modelado troposférico, y los errores de referencia se pierden en vectores individuales” (p.14).



Figura 6.1. Hub network o formación de estrella.
Helmer (2014).

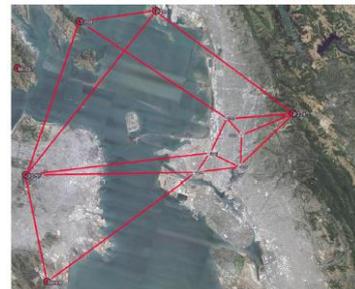


Figura 6.2. Red formada con loops.
Helmer (2014).

Finalmente se probó también una versión de prueba del programa Leica Infinity, evolución del Leica Geo Office. El programa sigue prácticamente el mismo flujo de trabajo que con el LGO y permite un aprendizaje muy sencillo del procesado de los estáticos. No obstante no se utilizó para los cálculos dada la limitación de las licencias de prueba y a que, quizá debido precisamente a esto, los resultados de los estáticos que se llevaron a cabo mostraban valores de MDB, entre otros, que no tenían mucho sentido y diferían mucho de los obtenidos en los mismos estáticos mediante LGO.

Es por eso que finalmente se utilizó Leica Geo Office para el cálculo y procesado de los estacionamientos mediante estático.

6.2.2. Procesamiento del estático.

Los pasos seguidos para el procesado de los estáticos en este trabajo han sido los vistos en las prácticas de la asignatura de “Geodesia Espacial”. A continuación puede verse como muestra el desarrollo de uno de ellos.

6.2.2.1. Creación de sistema de coordenadas.

Antes de empezar los trabajos en sí mismos debo recordar que estos se llevan a cabo utilizando el sistema de coordenadas ETRS89, con proyección UTM en la zona 30 Norte, i.e. ETRS89-TM30N. Por otro lado el elipsoide utilizado ha sido el GRS1980 y finalmente el geoides, el EGM08 para la Península Ibérica.

Es necesario conocer estos datos para poder crear en LGO un sistema de coordenadas que los contenga toda esta información.

6.2.2.2. Modelo de geoides.

Así pues, primero de todo definimos un modelo de geoides importando el archivo EGM08_RED NAP.GEM que habíamos descargado anteriormente (ver figura 6.3.). Yo le he dado el nombre de EGM08 DISCO LOCAL, dado que estaba almacenado de esta manera. Le indicamos dónde se encuentra almacenado y aceptamos.

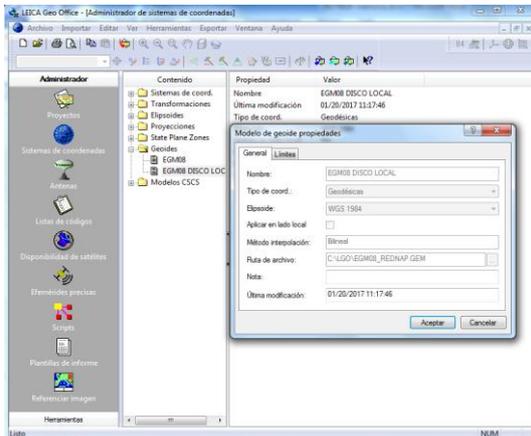


Figura 6.3. Importación del archivo de geoides.

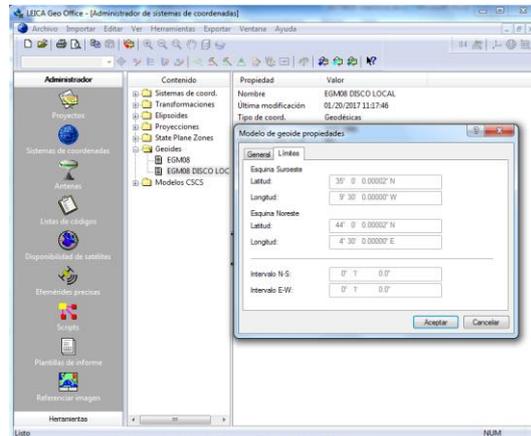


Figura 6.4. Características del modelo de geoides.

6.2.2.3. Modelo de elipsoide.

El elipsoide GRS1980 no ha sido necesario crearlo, dado que ya viene definido dentro del LGO (ver figura 6.5.). Tiene por nombre GRS 1980.

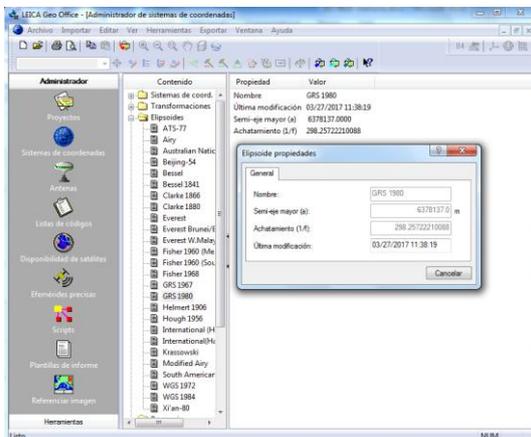


Figura 6.5. Propiedades del modelo de elipsoide GRS1980.

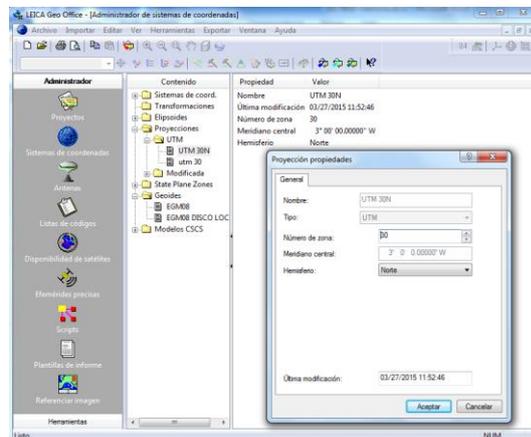


Figura 6.6. Propiedades de la proyección UTM en LGO.

6.2.2.4. Modelo de proyección.

La proyección UTM30N sí que hay que definirla y se hace de forma muy sencilla. Simplemente indicando el tipo de proyección de que se trata, indicando el número de zona y el hemisferio al que pertenece y asignándole un nombre, que en mi caso ha sido UTM 30N (ver figura 6.6.):

Así, finalmente nos queda definir nuestro sistema de coordenadas. Para ello crearemos uno nuevo, le daremos un nombre; ETRS89, y le indicaremos el elipsoide local (GRS 1980), la proyección que he creado (UTM30N) y finalmente el modelo de geoides (EGM08 DISCO LOCAL) (ver figura 6.7.).

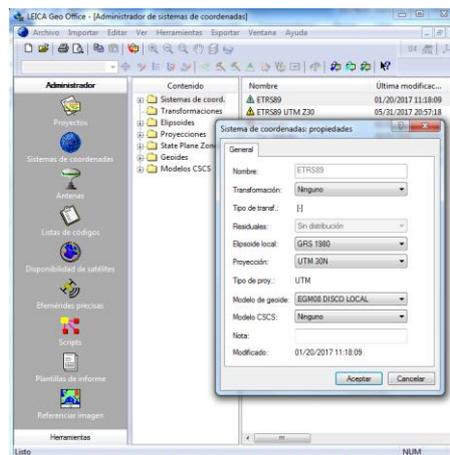


Figura 6.7. Configuración de nuestro sistema de coordenadas.

Una vez creado este sistema de coordenadas en el sistema ya no tendremos que volver a crearlo y será posible utilizarlo en todos nuestros trabajos.

6.2.2.5. Creación de un nuevo proyecto.

El siguiente paso es crear un nuevo proyecto. Lo primero es asignarle un nombre al trabajo (ver figura 6.8.). Como en los otros puntos de este trabajo se han nombrado los proyectos siguiendo una sencilla nomenclatura que los ha definido de forma única y que se detalla a continuación:

- Fecha de creación del proyecto (8 caracteres [AAAAMMDD = año, mes y día]).
- Estación de referencia del trabajo (4 caracteres [VALE / VCIA]).
- Distancia a la estación de referencia (3 caracteres [00K, 05K, 10K o 20K])
- Antena utilizada (3 caracteres [R08, R10 ó L12])

Estando separado cada grupo de caracteres por un guion. Así, el estático a ~10Km de la antena de referencia de VCIA observado con la antena de Leica 1200 y cuyo procesamiento fue iniciado el 14 de Febrero de 2017 tiene por nombre de proyecto:

20170214-VCIA-10K-L12

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Esta forma de nombrarlos permite ordenarlos por fecha, estación observada, distancia de observación y finalmente antena empleada; cosa que facilita su localización entre tanto archivo. Hay que recordar que, dado que se estacionan tres antenas a la vez en cada localización y que existen 8 localizaciones diferentes, se generan un total de 24 trabajos de procesado de estáticos. Es por eso que es importante el nombre que se asigna a los trabajos.

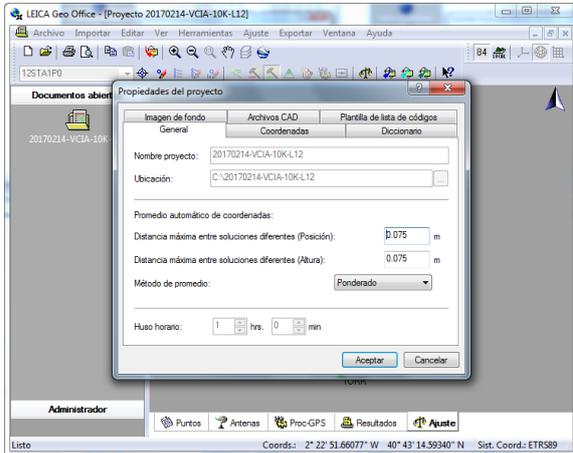


Figura 6.8. Nombre del trabajo.

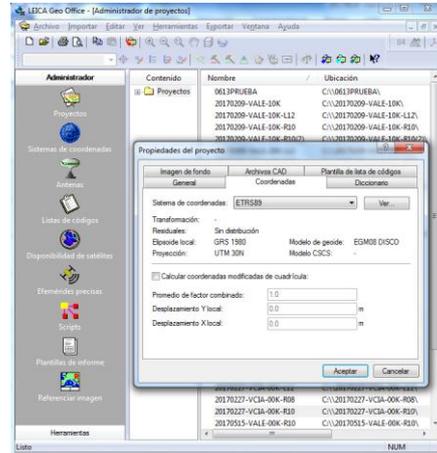


Figura 6.9. Selección del sistema de coordenadas.

En el mismo apartado “general” le indicamos nuestro huso horario (UTC +1).

En el siguiente apartado, de “coordenadas” (ver figura 6.9.), le indico el sistemas de coordenadas que acabo de crear (ETRS89). Pulso sobre aceptar y ya he creado el proyecto.

6.2.2.6.Importación de antenas.

El siguiente paso, para asegurarnos de no tener problemas con las antenas, es importar el archivo de antenas ANTEX (.atx) que se ha descargado anteriormente, como se comenta más arriba. La importación se hace desde el apartado de “Administrador / Antenas” y en la ventana de “Contenido” eligiendo “importar antenas” en el menú desplegable (ver figura 6.10.).

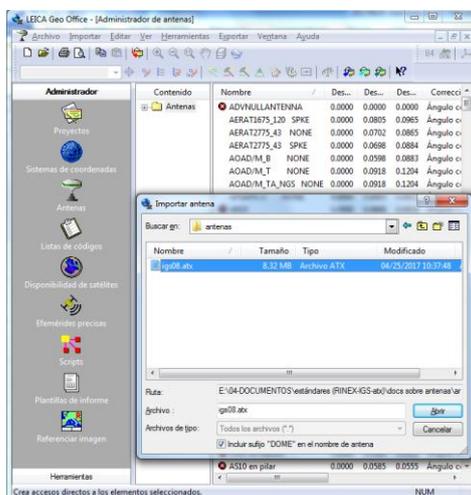


Figura 6.10. Importación del archivo original.

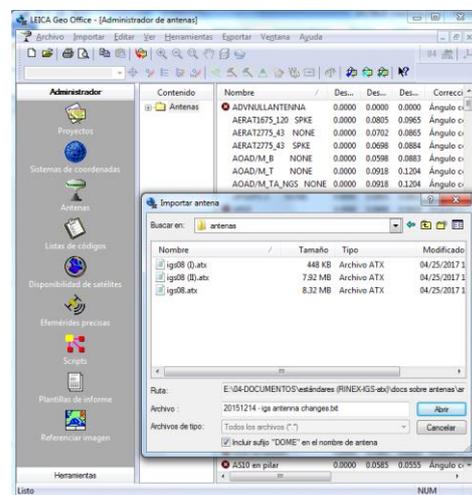


Figura 6.11. Importación de los archivos preparados.

En este punto cabe mencionar de nuevo que debe de haber algún problema entre el archivo ANTEX y LGO, ya que la importación del mismo tal cual no llega a cargar todos los modelos de antenas presentes en el mismo. Es por eso que se tuvo que dividir el archivo original en dos partes (ver figura 6.11.). Una que contenía las antenas de satélites, que aparecen al principio, y una segunda parte con el resto de antenas comerciales terrestres. Esto se hizo con un sencillo editor de textos (notepad++), dejando el contenido de las antenas de satélites (contenido de la 1ª parte del archivo ANTEX) en un primer archivo y dejando el contenido de las antenas comerciales terrestres para el segundo archivo generado, de manera que no hubiera problema en su lectura por parte de LGO. Y así fue como finalmente, importando las antenas en dos partes, se pudo disponer de las correcciones de fase de todas ellas. Este proceso, al igual que el de creación del sistema de referencia queda almacenado en el sistema y no es necesario hacerlo cada vez que creamos un nuevo trabajo.

Como nota, decir que, consultada la página Web del ICV en lo referente a las antenas de sus estaciones de referencia permanentes, el ICV afirma que sus antenas siguen las calibraciones que figuran dentro del archivo `igs08.atx`, así que se ha utilizado el mismo para configurarlas durante los ajustes, sin tener que hacer por ello ningún tipo de asignación de antenas o modificación.

Por otro lado, algunas de las antenas del IGN (ALAC [Alicante], PENI [Peñíscola] y VALE [Valencia-UPV]) tienen una calibración propia. Dicha calibración figura en un archivo `atx` propio del IGN (ver figura 6.12.) y que está disponible en su servidor FTP. Así pues, antes de proceder a los ajustes se configuró estas antenas siguiendo la calibración que figura en dichos archivos. El proceso de asignación de corrección de antena a su correspondiente antena se explicara más adelante.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
 725137(PENI).atx	21/10/2016 18:26	Archivo ATX	76 KB
 10190012(VALE).atx	21/10/2016 18:26	Archivo ATX	52 KB
 10250007(ALAC).atx	21/10/2016 18:26	Archivo ATX	75 KB

Figura 6.12. Archivos de correcciones individuales.

Así, eligiendo el archivo de observación de nuestra antena (figura 6.15.) y los archivos de observación de las estaciones de referencia permanentes (figura 6.16.) podremos importarlas y trabajar con ellas (ver figura 6.17.).

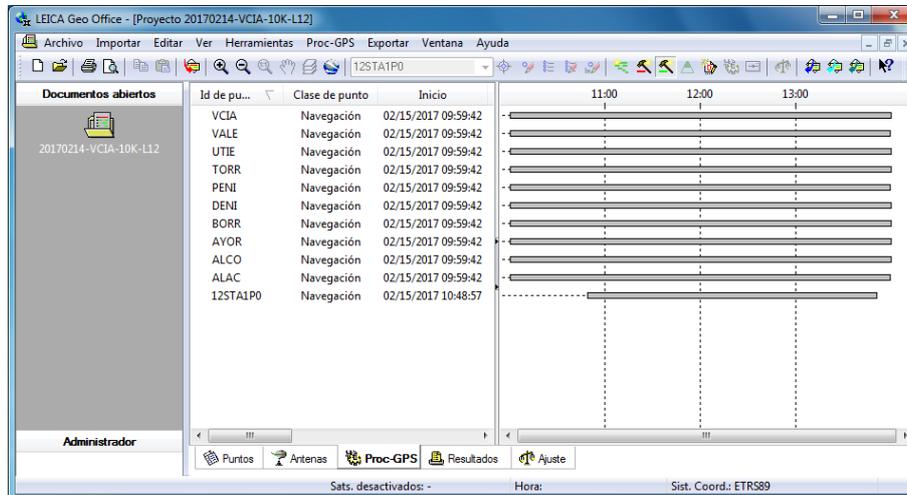


Figura 6.17. Todas las observaciones del estático importadas en el trabajo.

6.2.2.9. Asignación de correcciones de antenas específicas.

Como se mencionó anteriormente existen tres antenas que no utilizan las correcciones de fase presente en el archivo de antenas igs08.atx. Estas son las antenas del IGN (ALAC, PENI y VALE) y cada una tiene su propio archivo de corrección de fase de antena propio. Estos archivos se importan en LGO de igual manera que se acaba de mencionar más arriba (figura 6.18.), pero esto no es suficiente. Tenemos que designar a qué antena pertenece cada configuración.

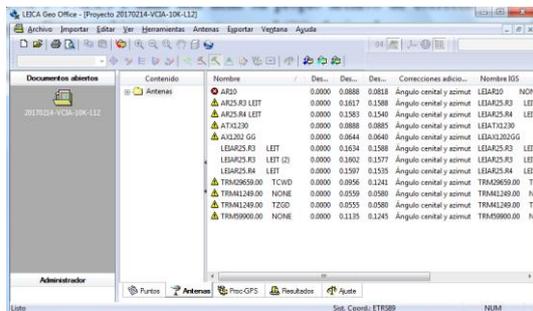


Figura 6.18. Archivos de corrección de antenas importados.

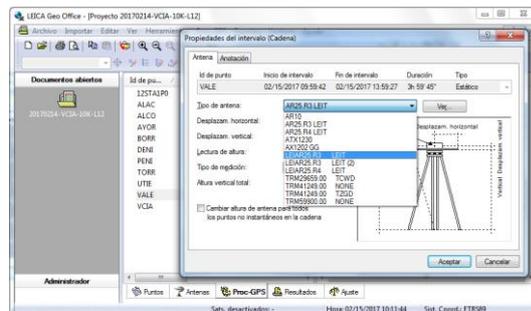


Figura 6.19. Asignación de la corrección de antena.

Para ello, pasamos al apartado de “Proc-GPS” donde tenemos todas las estaciones y pulsamos con el botón derecho sobre una de las estaciones a la que tenemos que asignar la nueva corrección de antena. Elegimos “propiedades” en el menú desplegable y vemos sus características (figura 6.19.). En la opción “tipo de antena” elegimos de entre el listado de antenas que aparece la que le corresponda a esta estación. En el caso de VALE se trata de la que aparece con el código LEIAR25.R3 LEIT. Una vez elegida, aceptamos y ya tenemos asignada esta corrección de antena para esta estación. Hacemos igual con el resto de antenas que tengan una calibración propia y ya podemos pasar a procesar las líneas base.

6.2.2.10. Procesamiento de las líneas base.

Una línea base es el resultado de tomar los datos de observación mediante estático que han llevado a cabo dos antenas receptoras en dos localizaciones diferentes y que han tenido lugar durante el mismo periodo de tiempo, observando a los mismos satélites para procesarlos y obtener un vector GNSS.

Este vector GNSS se representa como ΔX , ΔY y ΔZ o acimut, distancia e incremento de altura y es el resultado de dicho procesamiento.

Así pues, el primer paso es el procesado de las líneas base, a partir de las cuales se realizarán los diferentes ajustes.

Como se mencionó más arriba el tipo de formación con que quiero resolver el estático es la de estrella (ver figura 6.20.), por los motivos mencionados antes.



Figura 6.20. Hub network o formación de estrella.
Helmer (2014).

Para hacerlo de esta manera LGO permite, en su modo de procesamiento manual, establecer qué estaciones quiero definir como de referencia (aquellas desde la que parte el vector GNSS) y cuáles como móvil. Las de referencia son también aquellas de las que, más adelante, vamos a conocer sus coordenadas en el ajuste ligado, y la móvil, aquella de la que quiero conocer y ajustar su posición. Así se van a establecer como de referencia todas las estaciones de referencia permanentes y como móvil la estación desde la que realizamos el estático con la antena (ver figura 6.21).

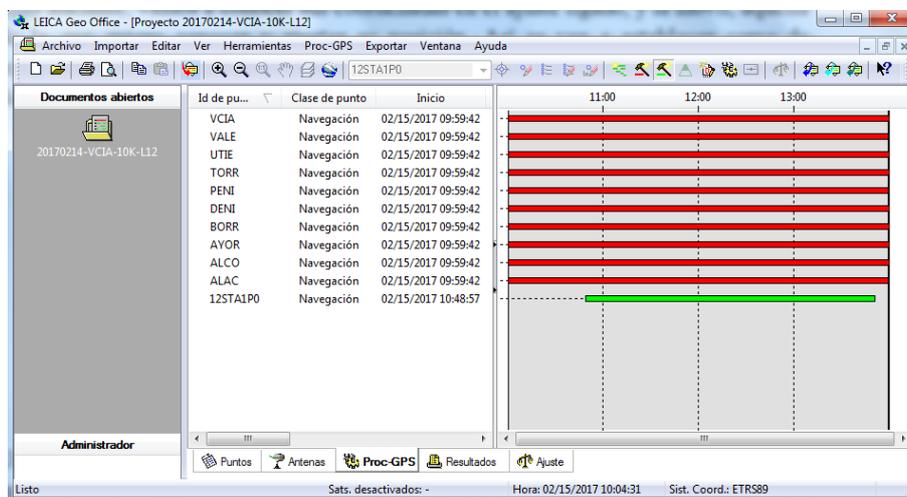


Figura 6.21. Designación de los puntos de observación como de referencia y móvil.

Una vez hecho esto y antes de proceder al procesamiento es obligatorio configurar el mismo. Para ello, y en el mismo apartado “Proc-GPS” (menú inferior) y pulsando con el botón derecho en cualquier punto de la sub-pantalla derecha podemos hacer dicha configuración “parámetros de procesamiento” (ver figura 6.22).

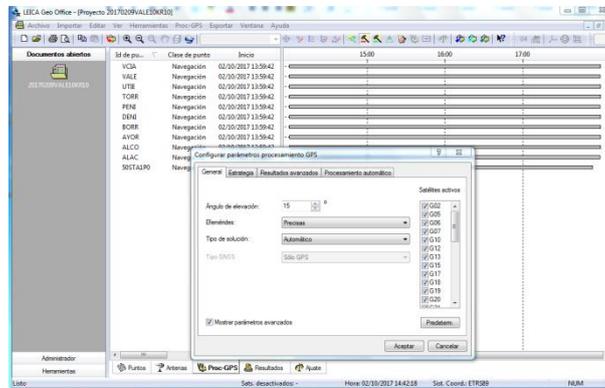


Figura 6.22. Configuración de los parámetros de procesamiento.

En el apartado “General” establecemos un “ángulo de elevación” de 15°, que será con el procesaremos finalmente nuestros datos. Procesamientos con menor ángulo de elevación suelen llevar bastante ruido y efecto multipath y, pese que en el momento de la observación los registramos (cuanta más información mejor), vamos a procesar los datos con este nuevo valor, dado que ha demostrado producir buenos resultados.

Seguimos y elegimos que procese con efemérides “precisas”. El “tipo de solución” automático, que debido a la licencia con la que estoy trabajando va a ser “solución GPS”, es decir va a trabajar sólo con las observaciones de esta constelación.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Activo la casilla “mostrar parámetros avanzados” para tener acceso a la configuración de la estrategia (ver figura 6.23.).

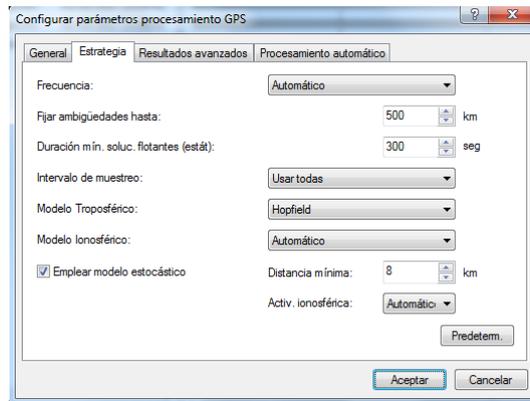


Figura 6.23. Configuración de la estrategia de procesamiento.

En este apartado dejamos la opción de “Frecuencia” en “Automático”. De este modo, dado que los datos que hemos introducido son observables de fase L1 y L2, LGO procesará su combinación, L3, eliminándose así el efecto ionosférico.

A continuación establecemos que fije ambigüedades hasta el límite del programa, 500Km. La duración mínima para solución flotante se deja como está por defecto, en 300 segundos.

En cuanto al Intervalo de muestreo, como nuestros observables y los de las estaciones de referencia del IGN tienen un intervalo de 15 segundos y los del ICV son cada 5 segundos, se dejará en “Usar todas”, dejando al programa que elija el más idóneo para el conjunto de datos.

El modelo troposférico se deja en Hopfield, que ha demostrado ser bastante bueno en la zona de estudio, tanto ahora como durante las prácticas de la asignatura de “Geodesia Espacial”.

El modelo ionosférico se mantiene en automático, así como la actividad ionosférica, dado que al trabajar con doble frecuencia el efecto de la ionosfera va a ser reducido bastante si no todo. El resto de esta configuración permanecerá como viene por defecto.

Una vez configurados los parámetros de procesamiento se procederá a procesar las líneas base. En la figura 6.24. pueden verse los resultados obtenidos.

Id Refer...	Id Móvil	Guardado	Estado am...	Tipo GNSS	Inicio	Dur...
ALAC	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
ALCO	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
AYOR	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
BORR	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
DENI	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
PENI	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
TORR	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
UTE	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
VALE	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...
VZIA	12STA1P0	Si	si	GPS	02/15/2017 10:48:57	3h 01'...

Figura 6.24. Resultado del procesamiento de líneas base.

LGO ha podido resolver todas las líneas base. Las marcamos todas y elegimos guardarlas, para, de esta manera poder utilizarlas en los ajustes posteriores. Una vez guardadas podemos ver su distribución en el apartado de “ajuste” en el menú gráfico inferior (figura 6.25)

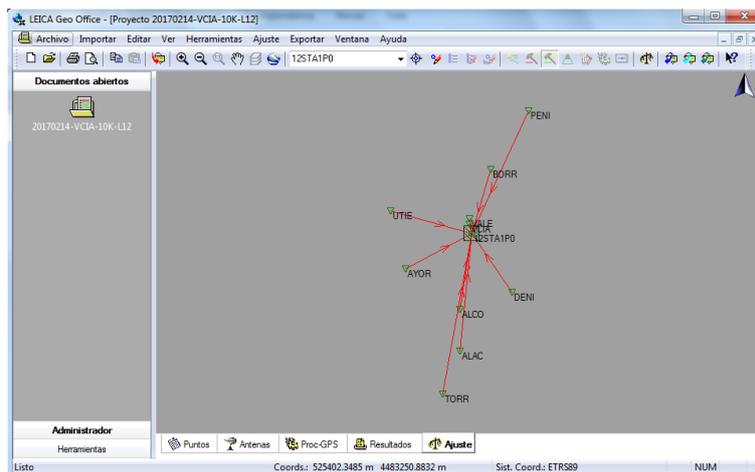


Figura 6.25. Distribución de los puntos de observación.

6.2.2.11. Ajustes.

Una vez procesadas las líneas base y guardadas podemos proceder a los diferentes ajustes, necesarios para conseguir unas coordenadas con la precisión que buscamos.

La secuencia de ajustes que se han llevado a cabo en cada estático ha sido la siguiente:

- Ajuste libre para conocer la calidad de las observaciones y detectar posibles errores groseros.
- Ajuste ligado, con estaciones conocidas (puntos de control) y tratando a las mismas como fijos absolutos.
- Ajuste ligado, con estaciones conocidas (puntos de control) y tratándolas esta vez como fijos promediados según unas desviaciones estándar asignadas.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

- Y finalmente un ajuste ligado, con estaciones conocidas (puntos de control), tratadas de nuevo como fijos promediados y aplicando ahora una ponderación a las líneas base.

Este proceso nos permite ir afinando el ajuste hasta que los resultados son los más óptimos.

Precisión, exactitud y fiabilidad.

Quepa aquí un breve paréntesis para explicar algunos conceptos que van a aparecer en los siguientes informes de resultados de los diferentes ajustes.

Uznański, A (2008) [43] afirma que: “La precisión está relacionada con la cercanía de las observaciones alrededor de la media de la muestra”, y que: “la exactitud está relacionada con la proximidad de las observaciones alrededor del verdadero valor”.

Establecidos así estos conceptos se afirma también que: “La fiabilidad puede definirse como la habilidad para detectar observaciones como errores groseros o errores sistemáticos así como un estimador del efecto de no detectar dichos errores en los valores estimados” (Ver figura 6.26.).

Este último concepto se divide en dos partes: la fiabilidad interna y la fiabilidad externa.

- La fiabilidad interna, expresada mediante el valor MDB (Mínimum Detectable Bias / Mínimo Error Detectable) representa el valor del error de observación mínimo que es posible detectar con la fortaleza de la prueba (β) establecida, es decir, observaciones erróneas con valores por encima del que exprese el MDB serán rechazados en efecto como erróneos, pero observaciones erróneas con valores por debajo del mismo podrían ser aceptadas como correctas. Así, nos interesará tener valores cuanto más pequeños mejor, ya que cuanto mayor es este valor, menor es la fiabilidad de la red.
- La fiabilidad externa, que permite averiguar qué consecuencias tiene sobre las coordenadas ajustadas el hecho de que errores de observación groseros no hayan sido detectados. Se representa mediante el valor BNR (Bias to Noise Ratio / Relación Sesgo-Ruido), que es adimensional y expresa el efecto de un error en una observación sobre el resto de coordenadas. Vendría a ser algo así como una relación entre fiabilidad y precisión. Se aconseja que los valores de BNR de las observaciones sean homogéneos; de otra manera podría suceder que una única observación afectara a la fiabilidad de toda la red.

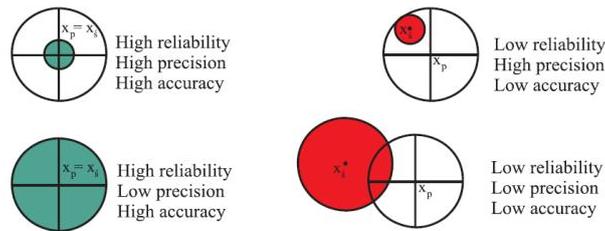


Figura 6.26. Relaciones entre precisión, exactitud y fiabilidad. Uznański, A (2008).

Pruebas estadísticas.

Se trata de pruebas que nos permiten evaluar la calidad de nuestra red detectando a su vez los errores groseros. Cuanto más fiable sea la red más fácil será detectar estos errores groseros.

Prueba-F: Se trata de una prueba que relaciona el coeficiente de varianza a posteriori y el coeficiente de varianza a priori. La hipótesis nula (H_0) de esta prueba consiste en asumir que no existen errores groseros entre las observaciones.

La hipótesis alternativa (H_1) consiste en asumir, por otro lado, que existe un error grosero entre nuestras observaciones.

Así, se analizan individualmente las observaciones aplicando la Prueba W. No obstante, dado que las observaciones GNSS están formadas por vectores, es necesario utilizar la Prueba T, que es multidimensional y más adecuada para estas observaciones, ya que con la Prueba W no es suficiente.

Prueba-W: Se trata de una prueba de una sola dimensión que analiza uno por uno los componentes de las observaciones de los vectores GNSS. Nos sugiere la posibilidad de un error grosero indicándonos la presencia de errores en las pruebas individuales. Es indicada para la detección de errores en la medición de la altura de antena.

Prueba-T: Se trata de una prueba-W multidimensional, que puede ser 2D o 3D según el tipo de observación a la que se aplique la prueba y que es la más indicada para analizar una línea base al completo.

Como nota, indicar aquí que, en cuanto a los criterios de prueba (α^9 y $1-\beta^{10}$) utilizados en todos los ajustes siguientes, se han dejado los valores que Leica Geo Office utiliza por defecto y que son de un 5% para α y de un 80% para $1-\beta$, (ver figura 6.27.).

⁹ α , Es la probabilidad de rechazar una observación que realmente es correcta.

¹⁰ $1-\beta$, Es la potencia del test, probabilidad de rechazar una mala observación.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

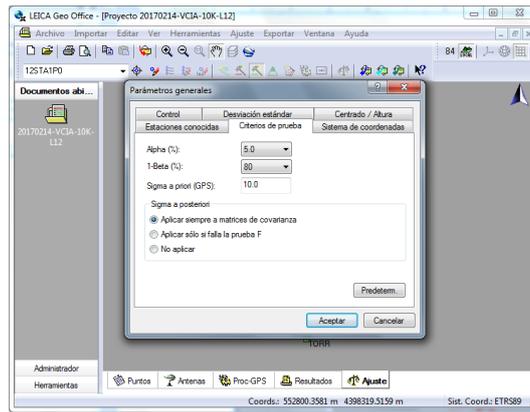


Figura 6.27. Configuración de los criterios de prueba.

A continuación se explica cada uno de los ajustes y se muestra un resumen del informe generado en cada uno. Por razones de espacio en esta memoria no se muestran todos los informes generados ya que son numerosos (alrededor de 15 por estático y con unas 5 páginas por informe). No obstante, en el Anexo I pueden consultarse los informes finales de cada estático.

Ajuste libre.

Como se ha comentado antes, el ajuste libre, en el que todas las observaciones y líneas base son libres y de las que no se fija o constriñe sus coordenadas al no establecerse como conocidas por ahora, permite hacer énfasis en el control de calidad de estas observaciones en lugar de en el cálculo propio de coordenadas.

Así en LGO, sin configurar nada más por ahora, podemos ir al apartado “ajuste” y con el botón derecho del ratón elegir directamente “calcular red” (ver figura 6.28.).

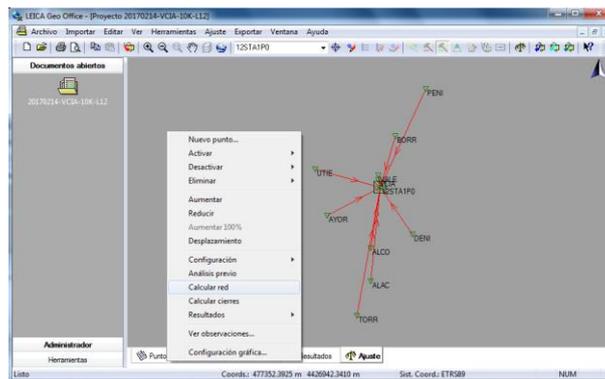


Figura 6.28. Cálculo de la red por ajuste libre.

De esta manera ya tendríamos el ajuste libre hecho. Para ver los resultados vamos al mismo menú desplegable y dentro de “resultados” elegimos “Red”. Esto nos abrirá un visor que nos permite ver el informe generado (ver figura 6.29).

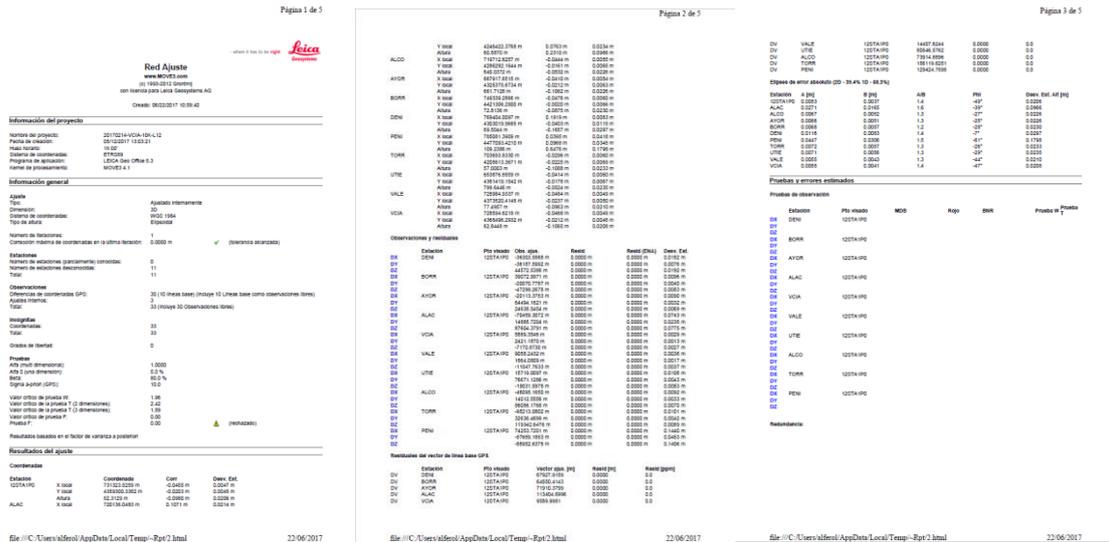


Figura 6.29. Informe generado para el ajuste libre.

En el mismo destacan en la cabecera la información básica del trabajo, como su nombre, la fecha, sistema de referencia, etc.

A continuación nos indica el tipo de ajuste que se ha realizado (ajustado internamente = ajuste libre), el número de iteraciones que han sido necesarias para alcanzar la tolerancia en el trabajo, y parámetros del cálculo, como el número de estaciones conocidas y desconocidas, el número de coordenadas presentes en el cálculo, los ajustes internos, incógnitas, grados de libertad, etc.

Después pasa a presentar los datos estadísticos utilizados y alcanzados; valores de la prueba alfa multidimensional, unidimensional, valor de Beta, de sigma a priori, valores críticos de las pruebas estadísticas (que se describirán más adelante), y valor resultante de la prueba F.

El siguiente apartado muestra los resultados del ajuste (ver figura 6.30.). El punto que más nos interesa en este momento es el de conocer la calidad de los datos obtenidos, para hacernos una idea de qué precisión podemos obtener más adelante con el ajuste ligado.

Resultados del ajuste				
Coordenadas				
Estación	Coordenada	Corr	Desv. Est.	
12STA1P0	X local	731323.5259 m	-0.0455 m	0.0047 m
	Y local	4359300.3382 m	-0.0203 m	0.0045 m
	Altura	52.3129 m	-0.0980 m	0.0206 m

Figura 6.30. Resultados para las coordenadas de nuestra estación.

Estos son muy buenos para la calidad que buscamos y parece que se podrá obtener definitivamente.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En los siguientes apartados se da información de los residuos y desviaciones estándar de las líneas base. SWECO (2016) [40] afirma: “En el ajuste libre, para hacernos una idea de la calidad de nuestras observaciones es recomendable consultar las elipses de error absoluto” (p.62). Así pues tenemos:

Eliipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
12STA1P0	0.0053	0.0037	1.4	-49°	0.0206
ALAC	0.0271	0.0165	1.6	-39°	0.0966
ALCO	0.0067	0.0052	1.3	-27°	0.0226
AYOR	0.0066	0.0051	1.3	-25°	0.0226
BORR	0.0068	0.0057	1.2	-28°	0.0230
DENI	0.0116	0.0083	1.4	-7°	0.0297
PENI	0.0447	0.0306	1.5	-61°	0.1798
TORR	0.0072	0.0057	1.3	-26°	0.0233
UTIE	0.0071	0.0056	1.3	-29°	0.0235
VALE	0.0055	0.0043	1.3	-44°	0.0210
VCIA	0.0055	0.0041	1.4	-47°	0.0208

Figura 6.31. Resultados de las elipses de error.

Lo cual es muy buena noticia, dado que se presentan muy buenos resultados, y estando nuestro punto con una desviación estándar por debajo del centímetro, que es la cifra que buscamos obtener.

Hasta aquí llegaría el cálculo y estudio del ajuste libre.

No habiendo encontrado ningún error grosero, podemos conectar nuestra red a estaciones conocidas y realizar los ajustes ligados correspondientes.

Ajustes ligados.

El ajuste ligado consiste en dejar fijas las coordenadas de ciertas estaciones de nuestra red. En este caso estas estaciones van a ser las de referencia permanente del ICV y del IGN. En el momento que las dejemos fijas van a pasar a llamarse “puntos de control” en LGO. Es práctica habitual dejar fijas las coordenadas de estas estaciones con los valores que vienen almacenados en sus respectivos mensajes RINEX en el momento de importarlas en LGO, pero Queensland (2016) [54] recomienda cambiar estas coordenadas iniciales por las que aparecen en las reseñas de cada estación. Y eso es lo que he hecho. Así, descargué las reseñas de las estaciones y utilicé sus coordenadas como las de las nuevas estaciones fijas /puntos de control.

Ajuste ligado con fijos absolutos.

Como se comentó con anterioridad, el primer ajuste ligado se va a hacer con la configuración de los puntos de control como fijos absolutos. Esto en teoría los constreñirá de manera que tengan asignada una desviación estándar muy cercana a cero, con lo que es de esperar que, al no haber mucho margen de maniobra para el ajuste este refleje peores resultados, pero a su vez nos permite ver la fuerza de la red. Si pese a estas condiciones, aparecen resultados cercanos a unos aceptables, es de esperar que en los siguientes ajustes la situación mejore y tengamos finalmente buenos resultados.

Así lo primero que vamos a hacer es configurar los parámetros generales para el ajuste.

Esto se hace desde el apartado de “ajuste” con el botón derecho del ratón sobre el plano y eligiendo “configuración / parámetros generales” (ver figura 6.32.).

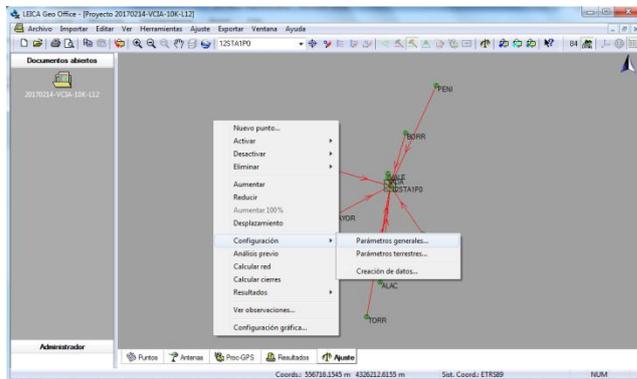


Figura 6.32. Acceso a los parámetros generales.

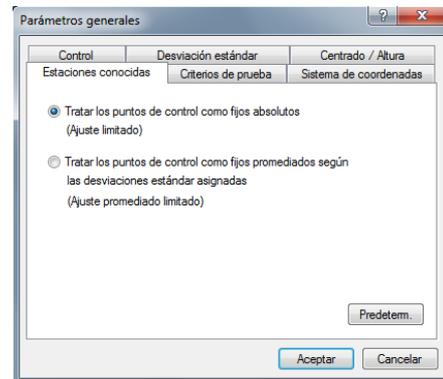


Figura 6.33. Configuración de los puntos de control.

Dentro de la nueva ventana, en el apartado de “estaciones conocidas” elegiremos “Tratar los puntos de control como fijos absolutos” y aceptaremos; el resto de apartados se dejan como están por defecto (ver figura 6.33.).

El siguiente paso es asignar las nuevas coordenadas a las diferentes estaciones.

Esto es tan sencillo como seleccionar la estación que vamos a editar y ver sus propiedades (ver figura 6.34.).

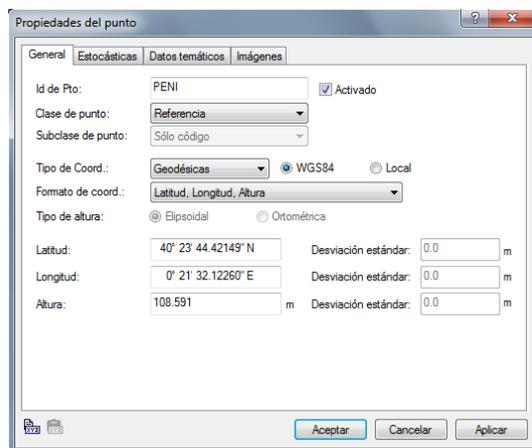


Figura 6.34. Estación como punto de referencia.

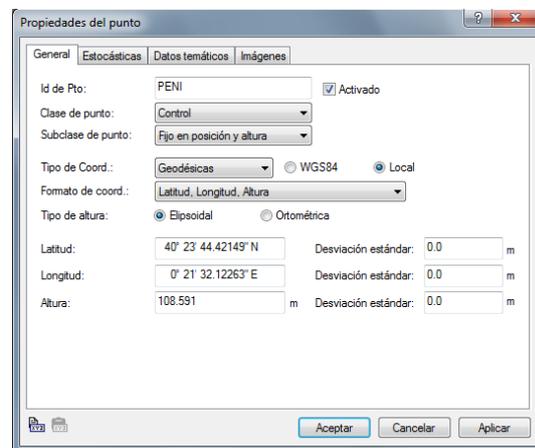


Figura 6.35. Estación cambiada a punto de control.

Primero cambiamos su clase de punto a “control” (ver figura 6.35.) y después marcamos “Tipo de coord.: Local” y en “geodésicas” que es como aparecen en las reseñas del ICV y del IGN. La altura “elipsoidal” y pasamos a editar las respectivas coordenadas. Las coordenadas conocidas de las estaciones de referencia permanentes del ICV e IGN que se han utilizado en este trabajo y que figuran en las respectivas reseñas han sido las siguientes.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

GEODÉSICAS ETRS89 (RESEÑA OFICIAL)			
Estación	LAT ETRS89	LON ETRS89	h ETRS89
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m

Tabla 6.7. Datos de coordenadas de las reseñas oficiales.

Así, se procedería a fijar como puntos de control todas ellas.

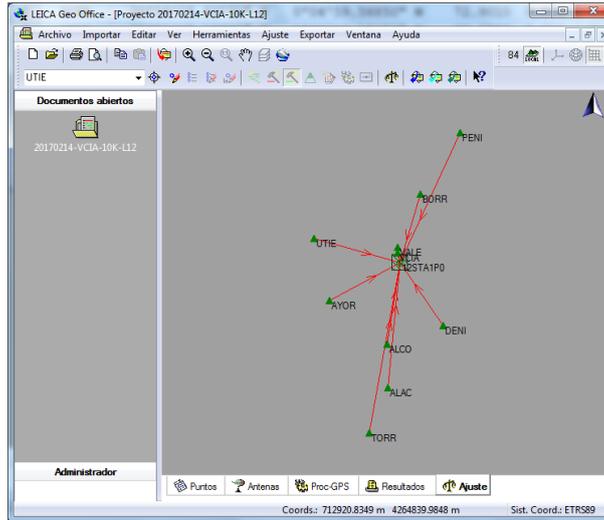


Figura 6.36. Estaciones de referencia como puntos de control.

Una vez hecho esto, pero antes de procesar el nuevo ajuste, dado que aún está activo el último ajuste libre que hemos hecho, debemos borrar este último; botón derecho, “resultados” “eliminar valores guardados”. Esto se va a hacer siempre entre ajustes.

Así pues, elegimos “calcular red” en el mismo menú y obtenemos los nuevos resultados (ver figura 6.37.).

Página 1 de 6

Red Ajuste

www.MWES.com
01 15020210 (España)
con licencia para Leica Geosystems AG

Fecha de impresión: 06/02/2017 12:24:40

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170214-VCIA-10K-L12
Fecha de inicio: 05/02/2017 13:03:01
Fecha final: 06/02/2017 12:24:40
Sistema de coordenadas: ETRS89
Proyección de coordenadas: LCCS-SEA-Oficia 3
Nombre del procesamiento: MWES 4.1

Información general

Apunta: Estación
Tipo: Estación
Código: 1002_1006
Sistema de coordenadas: ETRS89
Proyección de coordenadas: LCCS-SEA-Oficia 3
Tipo de ajuste: Estación

Número de estaciones: 1
Cantón mínimo de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m (distancia acortada)

Número de estaciones geodésicamente conectadas: 10
Número de estaciones geométricamente conectadas: 11
Número de estaciones desconectadas: 0

Observaciones

Observaciones: 32 (ver ítem base)

Observaciones de coordenadas GPS: 32
Observaciones de alturas: 0

Geometría

Geometría: 33
Total: 33

Grupos de control

Grupos: 27

Alturas: 0.4800
Alturas (en dimensiones): 0.6 %
Alturas (en dimensiones): 0.6 %
Alturas (en dimensiones): 0.6 %
Alturas (en dimensiones): 0.6 %

Valor crítico de planimetría: 1.95
Valor crítico de altimetría (2 dimensiones): 1.00
Valor crítico de altimetría (1 dimensión): 1.00
Residual: 47.27

Resultados basados en el factor de varianzas ponderadas

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación	Latitud	Coordenada	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	0.0000 m	0.0000 m

Página 2 de 6

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.0000 m	0.0000 m

Observaciones y resultados

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.0000 m	0.0000 m

Resultados del ajuste de las líneas base GPS

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.0000 m	0.0000 m

Página 3 de 6

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.0000 m	0.0000 m

Problemas de conectividad

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.0000 m	0.0000 m

Problemas de observación

Estación	Latitud	Longitud	Altura	Corr	Dist. Est.
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.0000 m	0.0000 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.0000 m	0.0000 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.0000 m	0.0000 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.0000 m	0.0000 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.0000 m	0.0000 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.0000 m	0.0000 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.0000 m	0.0000 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.0000 m	0.0000 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.0000 m	0.0000 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.0000 m	0.0000 m

Figura 6.37. Resultado del informe.

En el nuevo informe creado aparecen ahora otros datos que si van a ser de más interés que con el ajuste libre.

Ahora vemos que el tipo de ajuste ha pasado a ser “forzado (ligado / constreñido)”. También aparece reflejado el número de estaciones conocidas (todas las de referencia / punto de control) y la nuestra como desconocida. Un poco más adelante vemos que no ha pasado la prueba F (ver figura 6.38.) por superar con creces el valor crítico de la misma.

Valor crítico de 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:	1.00	
Prueba F:	47.27	 (rechazado)

Figura 6.38. Cabecera del informe con los resultados de las pruebas.

Esto es debido al constreñimiento absoluto que se ha llevado a cabo en este ajuste. No obstante, no es relevante por ahora. Es de esperar que los resultados mejoren con los sucesivos ajustes y con este vamos a ver si la red resiste tanto constreñimiento.

En cuanto al resultado del ajuste. Se han obtenido unos buenos resultados (ver figura 6.39.).

Resultados del ajuste				
Coordenadas				
Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.
12STA1P0	Latitud	39° 21' 07.94800" N	-0.0018 m	0.0085 m
	Longitud	0° 18' 55.46172" W	-0.0044 m	0.0060 m
	Altura	52.4097 m	-0.0012 m	0.0165 m

Figura 6.39. Resultados para las coordenadas de nuestra estación.

Los resultados de las estaciones aparecen vacíos por ser fijas absolutas. Se ha supuesto que su posición es exacta.

El siguiente punto importante es el de las elipses de error absoluto (ver figura 6.40).

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)					
Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
12STA1P0	0.0086	0.0059	1.5	10°	0.0165
ALAC	0.0000	0.0000	1.0	90°	0.0000
ALCO	0.0000	0.0000	1.0	90°	0.0000

Figura 6.40. Muestra de los resultados de elipses de error.

De nuevo aparecen los puntos de control sin desviaciones estándar por ser fijos absolutos y nuestra estación con unos buenos resultados, de alrededor de un centímetro en horizontal y de dos en vertical.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Finalmente en el apartado de “Pruebas de observación” los valores de MDB (mínimo error detectable) son bastante altos, llegando hasta casi 1m en el caso de PENI (a ~130Km de nuestra estación), debido de nuevo a los constreñimientos, sin embargo los valores de BNR (Ratio Error-Ruido) son bastante homogéneos (ver figura 6.41.).

Pruebas de observación							
	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	TORR	12STA1P0	0.1501 m	95	0.6	-0.03	0.07
DY			0.0811 m	95	0.6	-0.41	
DZ			0.1338 m	95	0.6	0.10	
DX	PENI	12STA1P0	0.9579 m	99	0.1	0.07	0.42
DY			0.6279 m	99	0.1	-0.94	
DZ			0.9078 m	99	0.1	-0.56	
DX	UTIE	12STA1P0	0.1622 m	96	0.6	-0.20	0.11
DY			0.0805 m	95	0.6	-0.20	
DZ			0.1234 m	94	0.7	-0.31	
DX	VCIA	12STA1P0	0.0628 m	52	2.6	0.25	0.36
DY			0.0332 m	58	2.4	0.84	
DZ			0.0571 m	55	2.5	0.39	
DX	ALAC	12STA1P0	0.5503 m	99	0.2	0.10	1.14
DY			0.3273 m	99	0.2	-1.76	
DZ			0.5498 m	99	0.2	-0.90	
DX	VALE	12STA1P0	0.0695 m	71	1.8	-0.15	0.19
DY			0.0368 m	72	1.8	0.68	
DZ			0.0661 m	76	1.6	0.14	
DX	ALCO	12STA1P0	0.1437 m	95	0.6	-0.17	0.15
DY			0.0625 m	92	0.8	-0.06	
DZ			0.1114 m	92	0.8	-0.42	
DX	DENI	12STA1P0	0.2711 m	98	0.3	-0.47	6.79
DY			0.1446 m	98	0.3	-4.49	
DZ			0.2866 m	99	0.3	0.28	
DX	AYOR	12STA1P0	0.1408 m	95	0.7	-0.01	0.01
DY			0.0613 m	92	0.8	-0.01	
DZ			0.1092 m	92	0.8	0.14	
DX	BORR	12STA1P0	0.1459 m	95	0.6	0.34	0.09
DY			0.0765 m	95	0.6	0.22	
DZ			0.1278 m	94	0.7	-0.44	

Figura 6.41. Resultados de las pruebas de observación.

Todo esto nos hace pensar que la red es bastante buena y esperar que estos resultados mejoren con los siguientes ajustes.

Ajuste ligado con fijos promediados

Para realizar este ajuste es necesario no sólo conocer las coordenadas reales de las estaciones, cosa que ya hemos configurado en el apartado anterior, sino también conocer la desviación estándar que dichas coordenadas tienen asociadas. Este dato no figura en las reseñas de las estaciones de referencia permanentes Para conseguirlas hubo que contactar mediante correo electrónico con el departamento que gestiona ERVA del ICV y con la Subdirección General de Geodesia y Cartografía del IGN. Ambas instituciones no tuvieron inconveniente en proporcionar estos datos para las fechas de observación, dado que estos van variando con el tiempo al estar observando constantemente. El ICV me proporcionó una sencilla tabla con las desviaciones estándar de las estaciones de referencia permanente con las que he trabajado, con valor individualizados, y el IGN me indicó que las mismas era mejores que 5mm en planimetría y que 10mm en altimetría. En este último caso se decidió configurarlas como de 2mm para planimetría y 4mm en altimetría, valores coherentes con la calidad del posicionamiento estático continuo que ofrecen estas estaciones.

Finalmente, las desviaciones estándar utilizadas son las siguientes (ver tabla 6.8.):

Estación	GEODÉSICAS ETRS89 (RESEÑA OFICIAL)			σ (N/E/h)		
	LAT ETRS89	LON ETRS89	h ETRS89	σ_N	σ_E	σ_h
ALCO	38°41'52.74440" N	0°28'24.76930" W	640.090 m	0.003 m	0.006 m	0.005 m
AYOR	39°03'40.81130" N	1°03'33.16460" W	661.819 m	0.014 m	0.007 m	0.014 m
BORR	39°54'18.63730" N	0°04'59.56850" W	72.901 m	0.001 m	0.004 m	0.012 m
DENI	38°50'05.19920" N	0°06'13.18150" E	69.670 m	0.011 m	0.028 m	0.018 m
TORR	37°58'31.12900" N	0°40'51.19050" W	57.109 m	0.006 m	0.002 m	0.002 m
UTIE	39°34'07.24300" N	1°12'30.91790" W	799.697 m	0.011 m	0.011 m	0.014 m
VCIA	39°26'08.54550" N	0°20'38.05760" W	62.951 m	0.016 m	0.002 m	0.005 m
ALAC	38°20'20.10357" N	0°28'52.43704" W	60.356 m	0.002 m	0.002 m	0.004 m
PENI	40°23'44.42149" N	0°21'32.12260" E	108.591 m	0.002 m	0.002 m	0.004 m
VALE	39°28'50.97045" N	0°20'15.54340" W	77.592 m	0.002 m	0.002 m	0.004 m

Tabla 6.8. Datos de coordenadas de las estaciones de referencia según reseñas y sus desviaciones estándar.

Así, ya con estos valores, tenemos que volver a editar las propiedades de las estaciones e incorporar estos a las mismas (figura 6.42.).

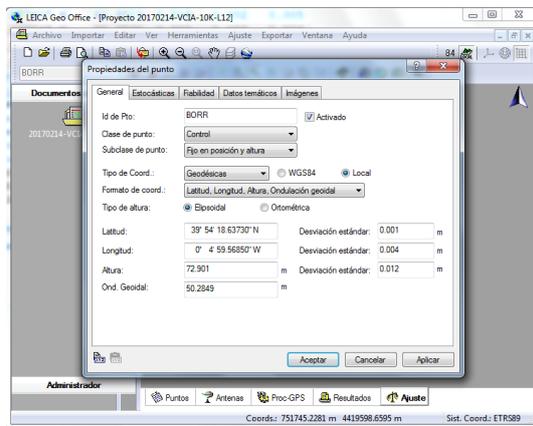


Figura 6.43. Edición de las propiedades de las estaciones.

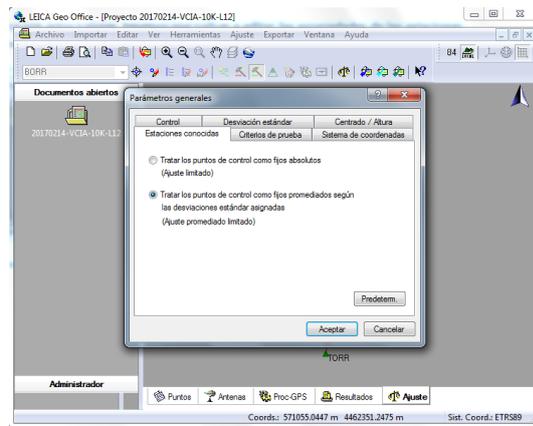


Figura 6.44. Cambio del tipo de punto de control.

Una vez hecho, debemos modificar en “parámetros generales” la forma como trata a los puntos de control. Le indicamos que lo haga “como fijos promediados según las desviaciones del punto estándar asignadas” (ver figura 6.43.). Acepto, elimino los resultados del ajuste anterior, calculo el nuevo ajuste de red y veo el informe de resultados.

Cabe mencionar que, como puede verse en la figura 6.44., LGO marca en negro la línea base que ha tenido peor resultado.

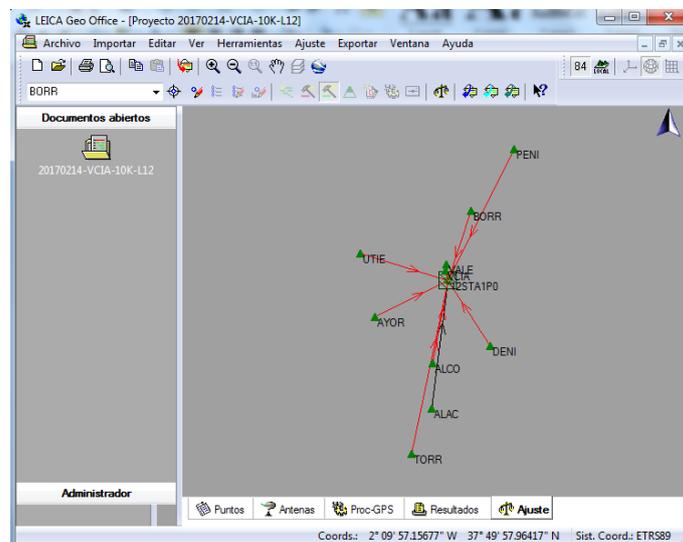


Figura 6.44. Marcado en negro de la línea con peor resultado.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En cuanto al informe, esta vez aparece como “ajuste compensado”, lo que significa que es un ajuste con puntos de control. El resto de información general es parecida a lo visto anteriormente. En la parte de la Prueba F (ver figura 6.45.) puede verse que se supera su valor crítico y no se ha pasado, aunque ha mejorado respecto al anterior.

Valor crítico de 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:	1.00	
Prueba F:	12.68	▲ (rechazado)

Figura 6.45. Resultados de las pruebas.

Esto puede deberse a que se ha utilizado la matriz de covarianza en la ponderación de las líneas base. En los siguientes ajustes se intentará subsanar este efecto con un cambio en la ponderación. En cuanto a los resultados del ajuste:

Resultados del ajuste				
Coordenadas				
Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.
12STA1P0	Latitud	39° 21' 07.94793" N	-0.0038 m	0.0080 m
	Longitud	0° 18' 55.46169" W	-0.0034 m	0.0053 m
	Altura	52.4063 m	-0.0045 m	0.0127 m

Figura 6.46. Resultados del ajuste para nuestras coordenadas.

Se han obtenido una desviación estándar acorde con lo que hemos visto hasta ahora. Con el cambio de ponderación puede que mejore, pero aun así estamos ante unos buenos valores de partida.

El resto de coordenadas de las estaciones (ver figura 6.47.) sí que aparecen ahora con valores de desviación estándar y son también bastante buenos con la excepción de DENI (a ~68Km de nuestra estación) que parecen ser algo altos.

ALAC	Latitud	38° 20' 20.10359" N	0.0007 m	0.0071 m	fijo
	Longitud	0° 28' 52.43692" W	0.0028 m	0.0071 m	fijo
	Altura	60.3577 m	0.0018 m	0.0142 m	fijo
ALCO	Latitud	38° 41' 52.74443" N	0.0011 m	0.0094 m	fijo
	Longitud	0° 28' 24.76927" W	0.0009 m	0.0108 m	fijo
	Altura	640.0980 m	0.0077 m	0.0162 m	fijo
AYOR	Latitud	39° 03' 40.81116" N	-0.0043 m	0.0180 m	fijo
	Longitud	1° 03' 33.16455" W	0.0013 m	0.0111 m	fijo
	Altura	661.8103 m	-0.0086 m	0.0304 m	fijo
BORR	Latitud	39° 54' 18.63731" N	0.0005 m	0.0035 m	fijo
	Longitud	0° 04' 59.56861" W	-0.0026 m	0.0103 m	fijo
	Altura	72.9040 m	0.0031 m	0.0301 m	fijo
DENI	Latitud	38° 50' 05.19879" N	-0.0125 m	0.0286 m	fijo
	Longitud	0° 06' 13.19043" E	0.2154 m	0.0263 m	fijo
	Altura	69.6488 m	-0.0211 m	0.0510 m	fijo
PENI	Latitud	40° 23' 44.42150" N	0.0003 m	0.0071 m	fijo
	Longitud	0° 21' 32.12263" E	0.0008 m	0.0071 m	fijo
	Altura	108.5917 m	0.0008 m	0.0142 m	fijo
TORR	Latitud	37° 58' 31.12892" N	-0.0025 m	0.0152 m	fijo
	Longitud	0° 40' 51.19041" W	0.0023 m	0.0065 m	fijo
	Altura	57.1087 m	-0.0003 m	0.0070 m	fijo
UTIE	Latitud	39° 34' 07.24299" N	-0.0002 m	0.0188 m	fijo
	Longitud	1° 12' 30.91777" W	0.0031 m	0.0147 m	fijo
	Altura	799.7199 m	0.0229 m	0.0337 m	fijo
VALE	Latitud	39° 28' 50.97036" N	-0.0025 m	0.0064 m	fijo
	Longitud	0° 20' 15.54354" W	-0.0033 m	0.0055 m	fijo
	Altura	77.5911 m	-0.0009 m	0.0121 m	fijo
VCIA	Latitud	39° 26' 08.54536" N	-0.0043 m	0.0103 m	fijo
	Longitud	0° 20' 38.05774" W	-0.0033 m	0.0054 m	fijo
	Altura	62.9421 m	-0.0091 m	0.0133 m	fijo

Figura 6.47. Resultados obtenidos en el resto de estaciones.

En cuanto a los resultados de las pruebas de observación, que se presentan a continuación:

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	TORR	12STA1P0	0.1032 m	71	2.6	0.02	0.26
DY			0.0483 m	72	1.7	-0.79	
DZ			0.0971 m	61	2.9	0.27	
DX	PENI	12STA1P0	0.4975 m	99	0.2	0.12	1.55
DY			0.3261 m	99	0.2	-1.82	
DZ			0.4716 m	99	0.2	-1.08	
DX	UTIE	12STA1P0	0.1574 m	36	4.6	-0.41	0.13
DY			0.1184 m	12	7.7	-0.08	
DZ			0.1393 m	25	5.6	-0.29	
DX	VCIA	12STA1P0	0.0903 m	13	10.2	0.70	0.36
DY			0.0305 m	19	5.9	0.72	
DZ			0.1027 m	9	12.7	0.71	
DX	ALAC	12STA1P0	0.2874 m	98	0.4	0.18	4.21
DY			0.1713 m	97	0.4	-3.39	
DZ			0.2873 m	98	0.4	-1.72	
DX	VALE	12STA1P0	0.0564 m	32	4.4	-0.54	0.42
DY			0.0316 m	27	4.7	0.74	
DZ			0.0525 m	36	4.1	0.75	
DX	ALCO	12STA1P0	0.0887 m	73	2.0	-0.41	0.36
DY			0.0693 m	20	5.6	-0.04	
DZ			0.0715 m	62	2.3	-0.58	
DX	DENI	12STA1P0	0.1999 m	51	2.9	-0.08	1.90
DY			0.2893 m	6	10.5	-2.24	
DZ			0.1986 m	61	2.5	0.68	
DX	AYOR	12STA1P0	0.1665 m	26	5.9	0.09	0.02
DY			0.0780 m	16	6.6	-0.06	
DZ			0.1562 m	16	7.5	0.20	
DX	BORR	12STA1P0	0.0867 m	61	1.7	0.68	0.22
DY			0.0579 m	45	3.1	0.26	
DZ			0.0746 m	64	1.6	-0.77	

Figura 6.48. Resultados de las pruebas de observación.

Todavía hay valores de MDB algo altos, con un máximo de 0,4975m y unos valores BNR nada homogéneos. También se puede apreciar que ALAC (~113Km) y DENI (~68Km) superan el valor crítico de la prueba W unidimensional en alguna de sus coordenadas y de la Prueba F multidimensional. Esto puede significar que haya que prescindir de ellas en futuros ajustes.

Ajuste ligado con fijos promediados y líneas base ponderadas.

Como se ha visto en el apartado anterior, la incorporación de las desviaciones estándar en los puntos de control ha mejorado los resultados, pero aún no se ha conseguido que pase la prueba F, aunque hayan mejorado estos resultados.

El siguiente paso para mejorar nuestro ajuste consiste en establecer que la ponderación de las líneas base no se haga con la matriz de covarianzas, que LGO utiliza por defecto hasta ahora, y pasar a utilizar un método de ponderación de las mismas que sea coherente. A este respecto Seeber, G. (2003) [45] afirma que: “La precisión de una típica línea base de unos 100Km suele ser de entre 1~2ppm.”

Así, siguiendo esta recomendación se decidió establecer una ponderación de las líneas bases de 0,001m en absoluto más 1ppm en relativo. Puede parecer algo restrictiva, pero ha demostrado obtener buenos resultados en los estáticos de este trabajo.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Para poder cambiar la ponderación de las líneas base existen dos formas de hacerlo en LGO. Una primera consiste en modificar una a una las propiedades de cada línea base (ver figura 6.49.).

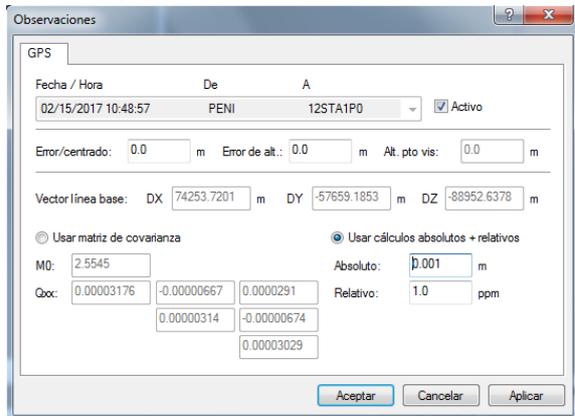


Figura 6.49. Gestión individual de la ponderación.

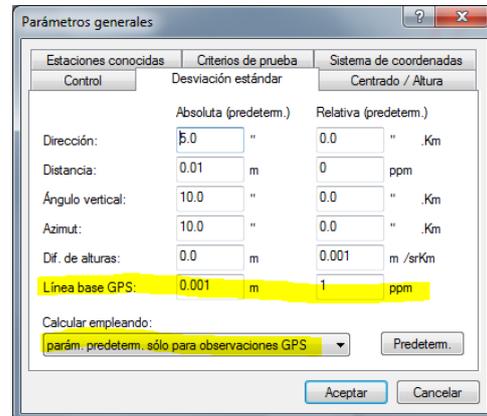


Figura 6.50. Ponderación general de las líneas base.

Otra aplica la misma ponderación a todas las líneas y que será la que utilizaré en este trabajo. Esto se hace desde la configuración de “parámetros generales” dentro del apartado “desviación estándar” y eligiendo dentro de “Calcular empleando” “param. individuales para todas las observaciones” (ver figura 6.50.) Así, se configura el parámetro de absoluta y relativa para las líneas base GPS.

Una vez hecho esto, el proceso para el nuevo ajuste es igual que en casos anteriores; se eliminan valores guardados y calculo el nuevo ajuste de red (ver figura 6.51.).

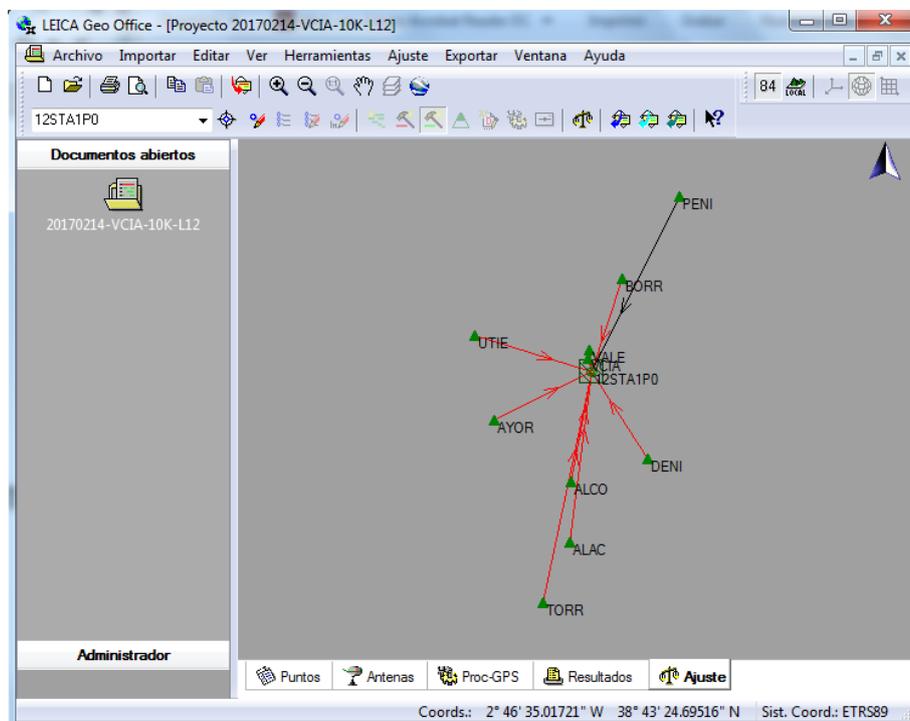


Figura 6.51. Resultado del ajuste con líneas ponderadas.

Como puede verse en la figura 6.52., la prueba F no se ha superado, pero se ha mejorado mucho su valor, estando ya bastante cerca del valor crítico. Esto es buena señal.

Valor crítico de 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:	1.00	
Prueba F:	2.12	⚠ (rechazado)

Figura 6.52. Resultados de las pruebas estadísticas.

Por otro lado, los resultados del ajuste de coordenadas, que se muestra a continuación, son bastante buenos, obteniéndose una precisión en el punto de estación de alrededor de 1.5cm. Este valor es algo superior de lo que se espera pero es de esperar que la mejora de este valor mejore con los sucesivos ajustes. El resto de valores (ver figura 6.53.) son bastante correctos y conformes con las precisiones de cada uno.

Coordenadas					
Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
12STA1P0	Latitud	39° 21' 07.94807" N	0.0004 m	0.0163 m	
	Longitud	0° 18' 55.46167" W	-0.0029 m	0.0124 m	
	Altura	52.4097 m	-0.0012 m	0.0131 m	
ALAC	Latitud	38° 20' 20.10357" N	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Longitud	0° 28' 52.43703" W	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Altura	60.3564 m	0.0004 m	0.0058 m	fijo
ALCO	Latitud	38° 41' 52.74440" N	0.0000 m	0.0044 m	fijo
	Longitud	0° 28' 24.76930" W	0.0000 m	0.0087 m	fijo
	Altura	640.0906 m	0.0002 m	0.0073 m	fijo
AYOR	Latitud	39° 03' 40.81130" N	0.0000 m	0.0200 m	fijo
	Longitud	1° 03' 33.16460" W	0.0000 m	0.0101 m	fijo
	Altura	661.8186 m	-0.0004 m	0.0200 m	fijo
BORR	Latitud	39° 54' 18.63730" N	0.0000 m	0.0014 m	fijo
	Longitud	0° 04' 59.56850" W	0.0000 m	0.0058 m	fijo
	Altura	72.9013 m	0.0003 m	0.0172 m	fijo
DENI	Latitud	38° 50' 05.19918" N	-0.0007 m	0.0158 m	fijo
	Longitud	0° 06' 13.18287" E	0.0331 m	0.0378 m	fijo
	Altura	69.6656 m	-0.0044 m	0.0253 m	fijo
PENI	Latitud	40° 23' 44.42149" N	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Longitud	0° 21' 32.12260" E	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Altura	108.5917 m	0.0007 m	0.0058 m	fijo
TORR	Latitud	37° 58' 31.12900" N	0.0000 m	0.0087 m	fijo
	Longitud	0° 40' 51.19050" W	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0029 m	fijo
UTIE	Latitud	39° 34' 07.24300" N	0.0000 m	0.0159 m	fijo
	Longitud	1° 12' 30.91790" W	0.0000 m	0.0159 m	fijo
	Altura	799.6982 m	0.0013 m	0.0201 m	fijo
VALE	Latitud	39° 28' 50.97044" N	-0.0001 m	0.0029 m	fijo
	Longitud	0° 20' 15.54341" W	-0.0001 m	0.0029 m	fijo
	Altura	77.5920 m	0.0000 m	0.0057 m	fijo
VCIA	Latitud	39° 26' 08.54548" N	-0.0004 m	0.0171 m	fijo
	Longitud	0° 20' 38.05761" W	-0.0001 m	0.0029 m	fijo
	Altura	62.9495 m	-0.0018 m	0.0070 m	fijo

Figura 6.53. Coordenadas resultado del ajuste.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En el apartado de “pruebas de observación” se puede comprobar cómo los valores de MDB (0,6414m el máximo) van reduciéndose en los diferentes ajustes y cómo los de BNR van haciéndose cada vez más homogéneos. Cabe destacar (ver figura 6.54.) que PENI (a ~130Km) no pasa la prueba W en dos de sus coordenadas y que tampoco lo hace en la prueba T multidimensional. También pasa con una de las coordenadas de DENI, aunque pasa la prueba T, con lo que no debe de ser un error muy grande.

Pruebas de observación							
	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	TORR	12STA1P0	0.6412 m	99	0.2	0.04	
DY	TORR	12STA1P0	0.6407 m	99	0.2	-0.06	
DZ	TORR	12STA1P0	0.6414 m	99	0.2	0.03	
DX	PENI	12STA1P0	0.5327 m	99	0.2	-2.61	⚠ 5.35
DY	PENI	12STA1P0	0.5322 m	99	0.2	-0.47	
DZ	PENI	12STA1P0	0.5328 m	99	0.2	-3.00	⚠
DX	UTIE	12STA1P0	0.3386 m	96	0.6	-0.27	0.05
DY	UTIE	12STA1P0	0.3368 m	97	0.5	-0.01	
DZ	UTIE	12STA1P0	0.3385 m	96	0.6	-0.25	
DX	VCIA	12STA1P0	0.0814 m	28	4.5	0.74	0.32
DY	VCIA	12STA1P0	0.0713 m	36	3.7	0.42	
DZ	VCIA	12STA1P0	0.0854 m	25	4.8	0.67	
DX	ALAC	12STA1P0	0.4678 m	99	0.3	-1.20	1.69
DY	ALAC	12STA1P0	0.4672 m	99	0.2	-0.91	
DZ	ALAC	12STA1P0	0.4679 m	99	0.3	-1.67	
DX	VALE	12STA1P0	0.0830 m	57	2.4	-0.13	0.04
DY	VALE	12STA1P0	0.0756 m	68	1.9	0.31	
DZ	VALE	12STA1P0	0.0854 m	53	2.6	0.13	
DX	ALCO	12STA1P0	0.3082 m	97	0.4	-0.28	0.05
DY	ALCO	12STA1P0	0.3080 m	98	0.4	0.02	
DZ	ALCO	12STA1P0	0.3084 m	97	0.4	-0.29	
DX	DENI	12STA1P0	0.2906 m	93	0.8	0.35	1.74
DY	DENI	12STA1P0	0.3049 m	84	1.2	-2.17	⚠
DZ	DENI	12STA1P0	0.2896 m	93	0.7	0.63	
DX	AYOR	12STA1P0	0.3050 m	94	0.7	0.07	0.00
DY	AYOR	12STA1P0	0.3002 m	97	0.4	-0.02	
DZ	AYOR	12STA1P0	0.3053 m	94	0.7	0.06	
DX	BORR	12STA1P0	0.2726 m	95	0.6	0.05	0.02
DY	BORR	12STA1P0	0.2696 m	97	0.4	0.05	
DZ	BORR	12STA1P0	0.2721 m	96	0.6	-0.21	

Figura 6.54. Resultados de las pruebas de observación.

Para entender qué ha pasado con las pruebas en estas estaciones podemos ir al final del informe y ver datos más detallados (ver figura 6.55.)

Errores estimados (observaciones)

Errores estimados para observaciones rechazadas por las pruebas W (máx. 10)

	Estación	Pto visado	Prueba W	Fact	Err est
DX	PENI	12STA1P0	-2.61	1.3	-0.4967 m
DZ	PENI	12STA1P0	-3.00	1.5	-0.5719 m
DY	DENI	12STA1P0	-2.17	1.1	-0.2364 m

Errores estimados para observaciones con altura de antena rechazadas por las pruebas W (máx. 10)

Estación	Pto visado	Prueba W	Fact	MDB [m]	Err est ant [m]
PENI	12STA1P0	-3.94	2.0	0.5325	-0.7486
ALAC	12STA1P0	-1.97	1.0	0.4675	-0.3294

Errores estimados para observaciones rechazadas por las pruebas T (máx. 10)

	Estación	Pto visado	Prueba T	Fact	Err est
DX	PENI	12STA1P0	5.35	1.7	-0.4962 m
DY	PENI	12STA1P0	5.35	1.7	-0.0898 m
DZ	PENI	12STA1P0	5.35	1.7	-0.5714 m

Figura 6.55. Datos detallados de los errores detectados.

En efecto, podemos ver que PENI no ha pasado las pruebas W de dos de sus coordenadas, con un factor de 1.3 y 1.5 sobre el valor crítico de las mismas. DENI, como se ha comentado antes, presenta un factor muy cercano a 1 y no supone un error grosero.

Por otro lado, al final del todo vemos también que PENI no pasa la prueba T con un factor superior a los anteriores (1.7). Esto nos hace pensar que esta estación puede estar generando errores que no nos interesa tener en nuestra red.

Así pues, vistos los resultados de este ajuste, la medida que habría que tomar es desactivar las observaciones de esta estación para que no entren en los cálculos del ajuste y ver cómo evoluciona el mismo.

Otra posibilidad sería eliminar directamente las observaciones de esta estación, pero se ha considerado que esta medida era muy drástica y hacía más tedioso el cálculo de los diferentes estáticos desarrollados en este trabajo llegado el caso de que quisiéramos adoptar otra estrategia de aproximación al mejor resultado volviendo a utilizar dichas observaciones. Así, se ha optado por desactivarlas de los cálculos, obteniéndose así el mismo resultado que si las hubiéramos eliminado. Para desactivar una línea base debemos elegirla con el puntero del ratón y después de pulsar el botón derecho del mismo, elegir “Desactivar” (ver figura 6.56.).

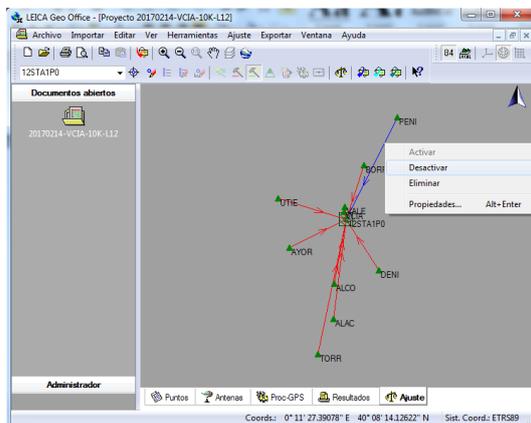


Figura 6.56. Desactivación de una línea base.

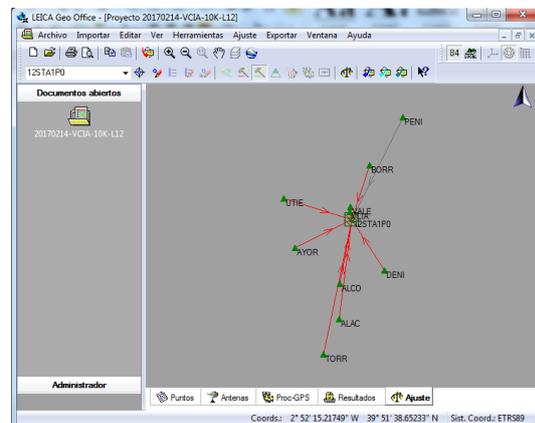


Figura 6.57. Línea base desactivada.

Una vez desactivada, repetimos de nuevo el proceso con un nuevo ajuste ligado, esta vez sin PENI.

Se genera el informe y se observan los resultados.

Ahora puede comprobarse (figura 6.58.) como ya se pasa la Prueba F.

Valor crítico de 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:	1.01	
Prueba F:	0.96	✓ (aceptado)

Figura 6.58. Resultados de las pruebas estadísticas.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En cuanto a los resultados del ajuste en coordenadas, puede comprobarse como la precisión sobre nuestra estación ha mejorado (ver figura 6.59.). Ha pasado de 0,0163m a 0,0110m. El resto de coordenadas sigue siendo bueno, como en los casos anteriores.

Coordenadas					
Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
12STA1P0	Latitud	39° 21' 07.94810" N	0.0013 m	0.0110 m	
	Longitud	0° 18' 55.46165" W	-0.0025 m	0.0084 m	
	Altura	52.4132 m	0.0023 m	0.0089 m	
ALAC	Latitud	38° 20' 20.10357" N	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Longitud	0° 28' 52.43703" W	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Altura	60.3564 m	0.0004 m	0.0039 m	fijo
ALCO	Latitud	38° 41' 52.74440" N	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Longitud	0° 28' 24.76930" W	0.0000 m	0.0059 m	fijo
	Altura	640.0906 m	0.0002 m	0.0049 m	fijo
AYOR	Latitud	39° 03' 40.81130" N	0.0000 m	0.0135 m	fijo
	Longitud	1° 03' 33.16460" W	0.0000 m	0.0068 m	fijo
	Altura	661.8187 m	-0.0002 m	0.0135 m	fijo
BORR	Latitud	39° 54' 18.63730" N	0.0000 m	0.0010 m	fijo
	Longitud	0° 04' 59.56850" W	0.0000 m	0.0039 m	fijo
	Altura	72.9014 m	0.0004 m	0.0116 m	fijo
DENI	Latitud	38° 50' 05.19918" N	-0.0006 m	0.0107 m	fijo
	Longitud	0° 06' 13.18287" E	0.0331 m	0.0255 m	fijo
	Altura	69.6658 m	-0.0042 m	0.0171 m	fijo
TORR	Latitud	37° 58' 31.12900" N	0.0000 m	0.0059 m	fijo
	Longitud	0° 40' 51.19050" W	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
UTIE	Latitud	39° 34' 07.24300" N	0.0001 m	0.0107 m	fijo
	Longitud	1° 12' 30.91790" W	0.0000 m	0.0107 m	fijo
	Altura	799.6983 m	0.0014 m	0.0136 m	fijo
VALE	Latitud	39° 28' 50.97044" N	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Longitud	0° 20' 15.54341" W	-0.0001 m	0.0020 m	fijo
	Altura	77.5922 m	0.0003 m	0.0038 m	fijo
VCIA	Latitud	39° 26' 08.54551" N	0.0003 m	0.0116 m	fijo
	Longitud	0° 20' 38.05761" W	-0.0001 m	0.0020 m	fijo
	Altura	62.9501 m	-0.0011 m	0.0047 m	fijo

Figura 6.59. Coordenadas resultado del ajuste.

En el apartado de “Pruebas de observación” (ver figura 6.60.) también han mejorado los resultados, pasando el MDB de 0.6418m a 0.4332m, manteniéndose unos valores de BNR similares a los anteriores (un valor mínimo de 0,2 y un máximo de 4,5).

Pruebas de observación							
	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	TORR	12STA1P0	0.4331 m	99	0.2	0.05	0.00
DY			0.4327 m	99	0.2	-0.09	
DZ			0.4332 m	99	0.2	0.03	
DX	UTIE	12STA1P0	0.2287 m	96	0.6	-0.43	0.12
DY			0.2275 m	97	0.5	-0.03	
DZ			0.2286 m	96	0.6	-0.41	
DX	VCIA	12STA1P0	0.0551 m	27	4.5	0.73	0.34
DY			0.0483 m	36	3.7	0.56	
DZ			0.0578 m	25	4.8	0.59	
DX	ALAC	12STA1P0	0.3159 m	99	0.3	-1.80	3.77
DY			0.3155 m	99	0.2	-1.35	
DZ			0.3160 m	99	0.3	-2.50	
DX	VALE	12STA1P0	0.0562 m	56	2.4	-0.37	0.11
DY			0.0511 m	68	1.9	0.42	
DZ			0.0579 m	53	2.6	-0.07	
DX	ALCO	12STA1P0	0.2082 m	97	0.4	-0.44	0.14
DY			0.2080 m	98	0.4	0.02	
DZ			0.2083 m	97	0.4	-0.47	
DX	DENI	12STA1P0	0.1963 m	93	0.8	0.49	3.80
DY			0.2059 m	84	1.2	-3.22	
DZ			0.1956 m	93	0.7	0.88	
DX	AYOR	12STA1P0	0.2060 m	94	0.7	0.08	0.00
DY			0.2028 m	97	0.4	-0.04	
DZ			0.2062 m	94	0.7	0.05	
DX	BORR	12STA1P0	0.1841 m	95	0.6	0.04	0.04
DY			0.1821 m	97	0.4	0.06	
DZ			0.1838 m	96	0.6	-0.36	

Figura 6.60. Resultados de las pruebas de observación.

Por otro lado, aparecen de nuevo indicadores en ALAC (a ~114Km) y en DENI (a ~68Km) para señalar que no se han pasado pruebas W en alguna coordenada, ni tampoco se ha pasado la prueba T multidimensional.

Para saber más y tomar medidas al respecto vemos de nuevo el final del informe donde hay información detallada (ver figura 6.61.)

Errores estimados para observaciones rechazadas por las pruebas W (máx. 10)

	Estación	Pto visado	Prueba W	Fact	Err est
DY	DENI	12STA1P0	-3.22	1.6	-0.2368 m
DZ	ALAC	12STA1P0	-2.50	1.3	-0.2823 m

Errores estimados para observaciones con altura de antena rechazadas por las pruebas W (máx. 10)

Estación	Pto visado	Prueba W	Fact	MDB [m]	Err est ant [m]
ALAC	12STA1P0	-2.95	1.5	0.3158	-0.3329

Errores estimados para observaciones rechazadas por las pruebas T (máx. 10)

	Estación	Pto visado	Prueba T	Fact	Err est
DX	DENI	12STA1P0	3.80	1.4	0.0355 m
DY					-0.2368 m
DZ					0.0622 m
DX	ALAC	12STA1P0	3.77	1.4	-0.2027 m
DY					-0.1521 m
DZ					-0.2821 m

Figura 6.61. Datos detallados de los errores detectados.

Se puede comprobar los factores por los que no se han pasado las pruebas W y T, siendo más alto el de DENI en la prueba W y ambos iguales en la prueba T.

Llegado este punto se decide desactivar las observaciones desde ALAC en lugar de DENI (ver figura 6.62.), porque al tratarse aquella de una línea base más larga (~114Km) puede presentar mayores errores.

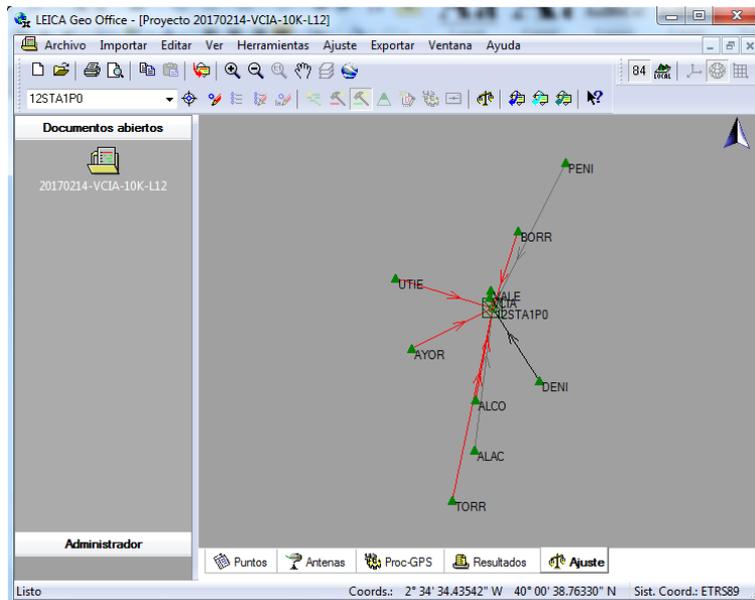


Figura 6.62. Desactivación de diversas líneas base.

El proceso con este estático sigue con varios ajustes más, desactivando observaciones de una estación de referencia en cada nuevo ajuste hasta obtener un resultado aceptable. Se ha intentado que el ajuste definitivo tuviera el máximo número de líneas-base posible, siendo el mínimo recomendable, 4. En un par de estáticos ha sido inevitable terminar finalmente con 3 líneas-base, siendo la excepción y obteniéndose, no obstante, buenos resultados.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Así, para no alargar la exposición, que básicamente sigue el mismo algoritmo que se ha visto hasta ahora, se procede a mostrar en una tabla (ver tabla 6.9.) los valores relevantes que han ido apareciendo en la evolución de los diferentes ajustes.de este estático.

Est.desactivada	Prueba F	Precisión mín.	MDB máx.	BNR mín/máx
-	2.12	0.0163m	0.6418m	0.2(TORR)/4.8(VCIA)
-PENI	0.96	0.0110m	0.4332m	0.2(TORR)/4.5(VCIA)
-ALAC	0.58	0.0086m	0.3368m	0.2(TORR)/4.5(VCIA)
-DENI	0.07	0.0030m	0.1161m	0.2(TORR)/4.6(VCIA)

Tabla 6.9. Evolución de los diferentes ajustes.

Así, puede comprobarse que el último ajuste, realizado finalmente con 7 estaciones de referencia permanente, de las 10 iniciales, ha arrojado una precisión mínima por debajo de 1cm, y que los valores MDB y BNR son aceptables. De esta manera las coordenadas correspondientes a este estacionamiento mediante estático expresadas en el sistema de coordenadas ETRF89-TM30N y con sus correspondientes desviaciones estándar han sido las de la figura 6.63.

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.
12STA1P0	X local	731323.5729 m	0.0015 m	0.0023 m
	Y local	4359300.3601 m	0.0016 m	0.0030 m
	Altura	52.4143 m	0.0034 m	0.0024 m

Figura 6.63. Coordenadas de nuestra estación, resultado del ajuste final.

A continuación (tabla 6.10.) se presentan todas las coordenadas y precisiones de los 24 procesamientos estáticos que se han llevado a cabo en este estudio.

Est.	Nombre pto.	X	Y	H	σ_X	σ_Y	σ_h
VALE 00K	VALE08STA1P0	728659.8209m	4373989.2783m	4.5752m	0.0129m	0.0129m	0.0130m
	VALE00STA1P0	728659.7225m	4373989.4492m	4.5916m	0.0004m	0.0004m	0.0007m
	VALE02STA1P0	728659.6218m	4373989.6242m	4.5754m	0.0007m	0.0007m	0.0011m
VALE 05K	VALE58STA1P0	730238.0246m	4378332.2484m	3.8251m	0.0014m	0.0015m	0.0016m
	VALE50STA1P0	730237.8346m	4378332.3197m	3.8188m	0.0023m	0.0026m	0.0026m
	VALE52STA1P0	730237.6437m	4378332.3799m	3.8016m	0.0030m	0.0032m	0.0033m
VALE 10K	VALE18STA1P0	731599.9307m	4383406.5973m	5.9462m	0.0082m	0.0082m	0.0083m
	VALE10STA1P0	731599.8998m	4383406.4050m	5.9763m	0.0040m	0.0040m	0.0042m
	VALE12STA1P0	731599.8721m	4383406.2071m	5.9534m	0.0008m	0.0008m	0.0008m
VALE 20K	VALE28STA1P0	734914.5608m	4391416.5149m	7.9050m	0.0042m	0.0044m	0.0043m
	VALE20STA1P0	734914.6721m	4391416.3497m	7.8856m	0.0135m	0.0142m	0.0138m
	VALE22STA1P0	734914.7918m	4391416.1888m	7.8788m	0.0052m	0.0054m	0.0053m
		X	Y	H	σ_X	σ_Y	σ_h
VCIA 00K	VCIA08STA1P0	728495.0374m	4367435.2986m	1.9123m	0.0065m	0.0109m	0.0076m
	VCIA00STA1P0	728494.8597m	4367435.3966m	1.9054m	0.0048m	0.0081m	0.0057m
	VCIA02STA1P0	728494.6878m	4367435.5029m	1.8768m	0.0026m	0.0065m	0.0044m
VCIA 05K	VCIA58STA1P0	729360.2844m	4363803.1391m	0.9671m	0.0034m	0.0034m	0.0034m
	VCIA50STA1P0	729360.4741m	4363803.1634m	0.9839m	0.0012m	0.0021m	0.0015m
	VCIA52STA1P0	729360.6691m	4363803.1989m	0.9313m	0.0021m	0.0021m	0.0021m
VCIA 10K	VCIA18STA1P0	731323.6808m	4359299.9930m	2.6080m	0.0101m	0.0098m	0.0099m
	VCIA10STA1P0	731323.6268m	4359300.1690m	2.6147m	0.0102m	0.0100m	0.0101m
	VCIA12STA1P0	731323.5729m	4359300.3601m	2.5984m	0.0023m	0.0030m	0.0024m
VCIA 20K	VCIA28STA1P0	732968.9363m	4349154.7011m	0.9103m	0.0040m	0.0044m	0.0041m
	VCIA20STA1P0	732968.7854m	4349154.5480m	0.8922m	0.0097m	0.0109m	0.0099m
	VCIA22STA1P0	732968.6310m	4349154.4401m	0.8810m	0.0051m	0.0056m	0.0051m

Tabla 6.10. Coordenadas finales resultado de todos los ajustes de los estáticos.

6.3. Estudio de incertidumbres *a posteriori*.

De igual manera que se hizo antes un estudio de incertidumbres *a priori*, se hace ahora uno *a posteriori* a partir de los resultados obtenidos en los mismos con LGO.

6.3.1. Incertidumbre planimétrica *a posteriori*:

Se calcula según la siguiente fórmula:

$$\sigma_{STA_i}^{Hoz} = \sqrt{(\sigma_i^{Hoz})^2 + (\sigma_{ER}^{Hoz})^2 + (\sigma_e^{Hoz})^2}$$

Siendo:

- $\sigma_{STA_i}^{Hoz}$, la incertidumbre horizontal del estático en estudio.
- σ_i^{Hoz} , la desviación estándar horizontal obtenida en LGO y que tiene por fórmula:

$$\sigma_i^{Hoz} = \sqrt{(\sigma_{X_i})^2 + (\sigma_{Y_i})^2}$$

- σ_{ER}^{Hoz} , la desviación estándar horizontal de la estación de referencia de la línea base referencia de cada estático, que nos ha proporcionado el ICV y el IGN.
- y σ_e^{Hoz} , el error horizontal por estacionamiento de nuestra antena, que se cifra en $\pm 0.001\text{m}$.

6.3.2. Incertidumbre altimétrica *a posteriori*:

Se calcula según la siguiente fórmula:

$$\sigma_{STA_i}^{Vert} = \sqrt{(\sigma_i^{Vert})^2 + (\sigma_{ER}^{Vert})^2 + (\sigma_e^{Vert})^2}$$

Siendo:

- $\sigma_{STA_i}^{Vert}$, la incertidumbre vertical del estático en estudio.
- σ_i^{Vert} , la desviación estándar vertical obtenida en LGO
- σ_{ER}^{Vert} , la desviación estándar vertical de la estación de referencia de la línea base de referencia de cada estático, que nos ha proporcionado el ICV y el IGN.
- y σ_e^{Vert} , el error vertical por estacionamiento de nuestra antena (error en la medición de la altura de la antena), que se cifra en $\pm 0.002\text{m}$.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Para este estudio de incertidumbres *a posteriori* se ha utilizado en cada estático, aquella línea base que ya se vio en el estudio anterior que presentaba un valor de incertidumbre mayor.

A continuación (ver tabla 6.11.) se presentan las incertidumbres horizontales y verticales de cada estático según antena y punto de estacionamiento.

a posteriori	R8		R10		L12	
	σ Hoz	σ Vert	σ Hoz	σ Vert	σ Hoz	σ Vert
VALE 00K	0.018m	0.014m	0.003m	0.005m	0.006m	0.003m
VALE 05K	0.004m	0.005m	0.030m	0.018m	0.016m	0.015m
VALE 10K	0.032m	0.020m	0.006m	0.006m	0.006m	0.003m
VALE 20K	0.017m	0.007m	0.021m	0.014m	0.031m	0.019m
VCIA 00K	0.033m	0.020m	0.010m	0.007m	0.009m	0.005m
VCIA 05K	0.008m	0.004m	0.004m	0.005m	0.007m	0.004m
VCIA 10K	0.015m	0.010m	0.015m	0.011m	0.008m	0.003m
VCIA 20K	0.031m	0.019m	0.022m	0.017m	0.031m	0.019m

Tabla 6.11. Incertidumbres a posteriori de todos los puntos de estacionamiento.

6.3.3. Evaluación de las incertidumbres a posteriori

Finalmente, como se comentó en el cálculo de las incertidumbres *a priori*, no disponemos de una tolerancia con la que comparar estos últimos resultados, pero sí que podemos compararlos con los obtenidos *a priori*.

A continuación (ver tabla 6.12.) se muestra los valores de “exceso”, resultante de restar a los valores de incertidumbres *a posteriori* los *a priori*. En rojo aparecen aquellos estáticos que presentan un exceso (muy ajustado), en verde aquellos que entrarían dentro de “tolerancia” y en amarillo aquellos donde el valor a priori y posteriori se ha mantenido igual. Se muestran de nuevo según antena y punto de estacionamiento.

exceso	R8		R10		L12	
	σ Hoz	σ Vert	σ Hoz	σ Vert	σ Hoz	σ Vert
VALE 00K	0.006m	-0.033m	-0.009m	-0.042m	-0.079m	-0.083m
VALE 05K	-0.008m	-0.041m	-0.001m	-0.021m	-0.028m	-0.029m
VALE 10K	0.000m	-0.020m	-0.006m	-0.038m	-0.084m	-0.088m
VALE 20K	0.000m	-0.004m	0.001m	-0.061m	-0.025m	-0.033m
VCIA 00K	0.002m	-0.016m	-0.003m	-0.043m	-0.073m	-0.078m
VCIA 05K	-0.010m	-0.060m	-0.009m	-0.046m	-0.074m	-0.077m
VCIA 10K	-0.002m	-0.053m	0.001m	-0.041m	-0.070m	-0.076m
VCIA 20K	0.000m	-0.011m	0.005m	-0.014m	-0.011m	-0.017m

Tabla 6.12. Valores de exceso entre ambas incertidumbres.

De esta manera se dan por aceptables los resultados y se pasa a presentar los resultados obtenidos mediante el método de medición RTK-VRS.

Capítulo 7

VRS

7.1. Resultados de VRS

Por la parte de las observaciones VRS su procesamiento se realiza en tiempo real, con lo que los resultados se obtienen al momento en forma de listado de puntos con datos de coordenadas en el sistema de referencia elegido, con un dato de precisión en X e Y o en horizontal, así como en vertical. También quedan reflejados la hora de observación y en las controladoras Trimble también los datos de PDOP, HDOP y VDOP en el momento de la observación. En el caso de las controladoras Trimble, la altura en los resultados de las observaciones aparece sólo como ortométrica. En la Leica, por otro lado, se nos ofrece tanto la altura elipsoidal como la ortométrica, eligiendo nosotros esta última para trabajar y así tener todos los datos en el mismo sistema.

El tratamiento de los resultados de las diferentes observaciones ha sido llevado a cabo mediante el programa Excel. Previo a su tratamiento hubo que exportar las observaciones desde las controladoras. En el caso de Trimble se utilizó el software Trimble Business Center (TBC), que nos permite abrir el archivo propietario .job y exportar las observaciones a un archivo de texto plano o en nuestro caso un archivo del tipo .csv. Dentro de TBC es posible editar el tipo de exportación que queremos hacer (ver figura 7.1.) para indicar los datos que queremos tener de las observaciones.

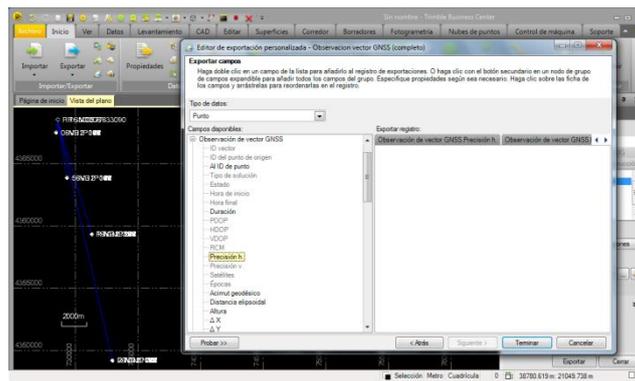


Figura 7.1. Gestor de exportaciones en TBC.

De igual forma podemos exportar las observaciones almacenadas en la controladora de Leica con el Leica Geo Office (ver figura 7.2.) y eligiendo también los datos que queremos exportar a otro archivo .csv.

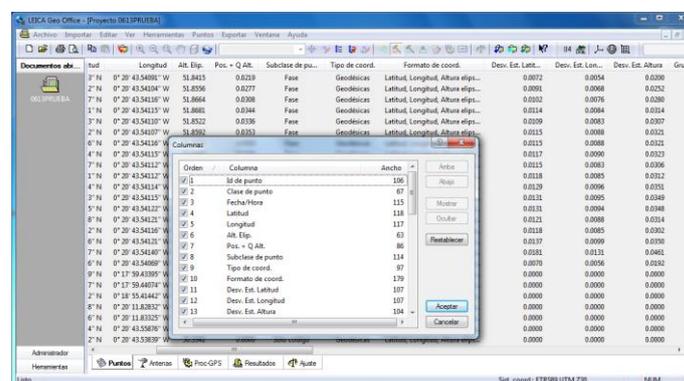


Figura 7.2. Exportación de datos en Leica Geo Office.

El siguiente paso es convertir estos ficheros .csv a hojas de Excel con las que trabajar. Este paso es sencillo en sí y consiste simplemente en crear una nueva hoja en Excel e importar estos datos en la misma.

En este punto cabe recordar que en cada trabajo, se ha almacenado, por antena, las observaciones de toda una jornada mediante el método VRS. Esto supone, en una salida a campo, el estacionamiento en cuatro lugares diferentes por zona (Norte y Sur) y la observación por 6 diferentes técnicas en la zona Sur y por 8 en la Norte. En total se han generado 24 archivos por antena en la zona Sur y 32 en la zona Norte, partiéndose así de un total de 168 hojas de Excel para hacer el siguiente estudio.

Estos archivos generados han sido organizados y para ello nombrados siguiendo la siguiente nomenclatura que lo identifica de forma única dentro del conjunto de datos:

- Mes de la observación (2 caracteres [01-12])
- Día de la observación (2 caracteres [01-31])
- Estación de referencia cercana (4 caracteres [VALE / VCIA])
- Distancia a la estación de referencia (1 carácter [0=0Km, 5=5Km, 1=10Km, 2=20Km])
- Antena utilizada (1 carácter [8=R8, 0=R10, 2=L12])
- Institución a la que conectamos (1 carácter [V=ICV, N=IGN])
- Tipo de solución (1 carácter [U=Estación Única, R=Solución de Red])
- Máscara de elevación (1 carácter [1=10°, 2=20°])
- Contador de punto inicial (4 caracteres [P000-P999])
- Separador “-“
- Contador de punto final (4 caracteres [P000-P999])

Así, las observaciones desde ~0Km de VALE del día 8 de marzo realizadas con la antena de Trimble R10 pueden verse en la figura 7.3.

 0308VALE00NR1P000-P139.xlsx	09/06/2017 15:02	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	28 KB
 0308VALE00NR2P000-P135.xlsx	09/06/2017 15:02	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	28 KB
 0308VALE00NU1P000-P149.xlsx	09/06/2017 15:02	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	29 KB
 0308VALE00NU2P000-P137.xlsx	09/06/2017 15:02	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	28 KB
 0308VALE00VR1P000-P132.xlsx	09/06/2017 15:00	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	27 KB
 0308VALE00VR2P000-P152.xlsx	09/06/2017 15:01	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	30 KB
 0308VALE00VU1P000-P222.xlsx	09/06/2017 14:59	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	37 KB
 0308VALE00VU2P000-P141.xlsx	09/06/2017 15:00	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	28 KB

Figura 7.3. Ejemplo de nomenclatura empleada en los trabajos.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

La misma nomenclatura se ha aplicado dentro de los archivos a las observaciones.

La figura 7.4 muestra el aspecto de uno de los archivos.

Al ID de punto	ID del punto de origen	ID vector	Este	Norte	Elevación	Precisión h.	Precisión v.	Tipo de solución	Estado	Hora de inicio	Hora final	PDOP	HDOP	VDOP
PR563816881855			728984.883	4373920.443	30.603									
0308VALE00NR1P000	PR563816881855	V8525	728659.722	4373989.459	4.587	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P001	PR563816881855	V8526	728659.724	4373989.459	4.585	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P002	PR563816881855	V8527	728659.724	4373989.461	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P003	PR563816881855	V8528	728659.726	4373989.462	4.584	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P004	PR563816881855	V8529	728659.724	4373989.459	4.584	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P005	PR563816881855	V8530	728659.722	4373989.459	4.585	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P006	PR563816881855	V8531	728659.723	4373989.461	4.590	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P007	PR563816881855	V8532	728659.724	4373989.462	4.583	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P008	PR563816881855	V8533	728659.722	4373989.460	4.587	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P009	PR563816881855	V8534	728659.724	4373989.458	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P010	PR563816881855	V8535	728659.723	4373989.460	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P011	PR563816881855	V8536	728659.722	4373989.459	4.587	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P012	PR563816881855	V8537	728659.721	4373989.458	4.585	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P013	PR563816881855	V8538	728659.722	4373989.457	4.589	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P014	PR563816881855	V8539	728659.721	4373989.459	4.586	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P015	PR563816881855	V8540	728659.724	4373989.460	4.586	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P016	PR563816881855	V8541	728659.722	4373989.459	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P017	PR563816881855	V8542	728659.724	4373989.458	4.586	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P018	PR563816881855	V8543	728659.721	4373989.458	4.590	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P019	PR563816881855	V8544	728659.722	4373989.459	4.583	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P020	PR563816881855	V8545	728659.724	4373989.460	4.584	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P021	PR563816881855	V8546	728659.723	4373989.458	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:58	08/03/2017 16:58	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P022	PR563816881855	V8547	728659.722	4373989.458	4.590	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P023	PR563816881855	V8548	728659.723	4373989.457	4.590	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P024	PR563816881855	V8549	728659.723	4373989.459	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P025	PR563816881855	V8550	728659.725	4373989.459	4.587	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P026	PR563816881855	V8551	728659.722	4373989.459	4.587	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P027	PR563816881855	V8552	728659.724	4373989.458	4.590	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P028	PR563816881855	V8553	728659.723	4373989.459	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P029	PR563816881855	V8554	728659.723	4373989.456	4.586	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P030	PR563816881855	V8555	728659.724	4373989.459	4.590	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P031	PR563816881855	V8556	728659.724	4373989.455	4.592	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P032	PR563816881855	V8557	728659.724	4373989.457	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P033	PR563816881855	V8558	728659.723	4373989.455	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P034	PR563816881855	V8559	728659.722	4373989.458	4.589	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P035	PR563816881855	V8560	728659.723	4373989.455	4.586	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P036	PR563816881855	V8561	728659.725	4373989.458	4.588	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05
0308VALE00NR1P037	PR563816881855	V8562	728659.725	4373989.457	4.587	0.007	0.008	RTK	Habilitado	08/03/2017 16:59	08/03/2017 16:59	1.2	0.59	1.05

Figura 7.4. Listado de puntos de ejemplo.

A partir de todos estos archivos se ha hecho un sencillo estudio estadístico para conocer básicamente el valor promedio de cada uno, así como el valor máximo y mínimo (ver figura 7.5.). Este último, por ser el mejor valor de todas nuestras observaciones será el que se utilizará principalmente en adelante para hacer el estudio comparativo con los valores correspondientes de los estáticos.

	PROMEDIO		728659.723	4373989.457	4.588	0.007	0.008
0308VALE00NR1P000	MINIMO	V8525	728659.722	4373989.459	4.587	0.007	0.008
Al ID de punto	ID del punto de origen	ID vector	Este	Norte	Elevación	Precisión h.	Precisión v.
	MAXIMO					0.007	0.008

Figura 7.5. Ejemplo de estudio estadístico en uno de los trabajos.

7.2.Precisión y tolerancia con VRS.

En la primera parte del estudio de los resultados en VRS se va a comprobar la precisión que finalmente se ha registrado en las observaciones. En cuanto a esta, cabe recordar la base teórica de la solución de estación única y de la solución de red que se mencionó al principio de este trabajo. Como resumen IGN (2017) [64] afirma que: “la solución de estación única (EU) pierde precisión con la distancia a la estación de referencia y que la solución de red (SR) da una precisión homogénea en todo el territorio”.

Y en cuanto a la tolerancia en las observaciones VRS, se ha estimado que no era coherente realizar un estudio de incertidumbres de las mismas, como en el caso de un RTK tradicional, dado que, como afirman, López, Núñez y Gracia (2010) [51]: “Utilizando el sistema VRS se trabaja con datos sintetizados, más ruidosos”. Se trata de un método que simula una estación de referencia cercana a la posición del rover, pero es artificial; no existe tal estación. Por tanto no cabe realizar los cálculos de incertidumbre que un RTK clásico conllevaría. No obstante, para tener un referente y establecer algún tipo de criterio de tolerancia, recordemos aquí que López et al. (2010) [51] afirman que: “Basándonos en la experiencia profesional y en algunas publicaciones del ICC, se ha establecido el siguiente criterio de tolerancia:

En planimetría de 0,02 m.

En altimetría de 0,04 m.

Por tanto los errores en la precisión radial que superen los 2cm se considerarán no tolerables, de la misma forma los errores en altimetría que superen los 4cm se considerarán no tolerables” (p.30).

Dicho esto se pasa a comprobar los resultados obtenidos.

7.3.Resultados del estudio según distancia a la estación de referencia.

7.3.1. Valores máximos y mínimos de las observaciones.

En este primer apartado se muestran los valores máximos y mínimos que se han obtenido en las observaciones junto con el tipo de solución de ambigüedades con que se ha resuelto cada observación. Esto nos da una idea de los peores y mejores valores de observación con que nos hemos encontrado.

7.3.1.1.Zona Norte (VALE)

En la tabla 7.1. se muestran los valores máximos obtenidos en las observaciones según cada técnica de observación y la distancia a la estación de referencia de VALE, en la zona Norte. En rojo claro se remarcan los valores máximos correspondientes a cada punto de estacionamiento y en rojo oscuro con texto en blanco el valor más alto de todos. En la tabla 7.2 se muestran de igual manera los valores mínimos, remarcando los valores mínimos de cada estacionamiento en verde claro y el mínimo valor en verde oscuro con texto en blanco.

VALE	R-8			R-10			L-12		
	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
00K	0.026	0.034	FUJA	0.009	0.009	RTK	0.020	0.034	FASE
VU1	0.025	0.038	FUJA	0.016	0.019	RTK	0.016	0.032	FASE
VU2	0.031	0.041	FUJA	0.011	0.013	RTK	0.018	0.031	FASE
VR1	0.031	0.052	FUJA	0.015	0.019	RTK	0.018	0.031	FASE
VR2	0.023	0.034	FUJA	0.009	0.010	RTK	0.014	0.020	FASE
NU1	0.022	0.036	FUJA	0.017	0.024	RTK	0.026	0.041	FASE
NU2	0.038	0.056	FUJA	0.007	0.008	RTK	0.015	0.020	FASE
NR1	0.038	0.062	FUJA	0.010	0.016	RTK	0.026	0.052	FASE
NR2	0.038	0.062	FUJA	0.010	0.016	RTK	0.026	0.052	FASE
05K	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
VU1	0.026	0.032	FUJA	0.027	0.032	RTK	0.018	0.029	FASE
VU2	0.038	0.055	FUJA	0.024	0.032	RTK	0.055	0.094	FASE
VR1	0.018	0.024	FUJA	0.021	0.024	RTK	0.018	0.028	FASE
VR2	0.031	0.044	FUJA	0.023	0.030	RTK	0.026	0.045	FASE
NU1	0.025	0.033	FUJA	0.017	0.022	RTK	0.012	0.018	FASE
NU2	0.029	0.046	FUJA	0.021	0.031	RTK	0.012	0.021	FASE
NR1	0.026	0.036	FUJA	0.014	0.018	RTK	0.019	0.028	FASE
NR2	0.032	0.049	FUJA	0.016	0.020	RTK	0.045	0.067	FASE
10K	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
VU1	0.120	0.127	FUJA	0.043	0.051	RTK	0.043	0.050	FASE
VU2	0.043	0.069	FUJA	0.070	0.100	RTK	0.025	0.036	FASE
VR1	0.043	0.076	FUJA	0.067	0.068	RTK	0.023	0.058	FASE
VR2	0.066	0.275	FUJA	1.245	0.539	RTK	0.017	0.048	FASE
NU1	0.041	0.061	FUJA	0.028	0.053	RTK	0.013	0.032	FASE
NU2	0.035	0.060	FUJA	0.029	0.057	RTK	0.016	0.041	FASE
NR1	0.045	0.074	FUJA	0.024	0.047	RTK	0.019	0.050	FASE
NR2	0.046	0.069	FUJA	0.022	0.048	RTK	0.026	0.066	FASE
20K	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
VU1	0.198	0.227	FUJA	0.048	0.090	RTK	0.030	0.077	FASE
VU2	0.102	0.151	FUJA	0.041	0.060	RTK	0.030	0.059	FASE
VR1	0.310	0.335	FUJA	0.035	0.050	RTK	0.018	0.025	FASE
VR2	0.098	0.140	FUJA	0.031	0.042	RTK	0.018	0.033	FASE
NU1	0.079	0.071	FUJA	0.031	0.037	RTK	0.031	0.054	FASE
NU2	0.115	0.118	FUJA	0.036	0.039	RTK	0.044	0.078	FASE
NR1	1.870	1.698	FUJA	0.026	0.026	RTK	0.020	0.031	FASE
NR2	4.466	4.209	FUJA	0.038	0.034	RTK	0.038	0.044	FASE

Tabla 7.1. Valores máximos de la Zona Norte (VALE).

VALE	R-8			R-10			L-12		
	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
00K	0.007	0.010	FUJA	0.009	0.009	RTK	0.009	0.014	FASE
VU1	0.008	0.013	FUJA	0.013	0.016	RTK	0.009	0.016	FASE
VU2	0.008	0.012	FUJA	0.011	0.014	RTK	0.010	0.017	FASE
VR1	0.008	0.012	FUJA	0.011	0.014	RTK	0.010	0.016	FASE
VR2	0.008	0.012	FUJA	0.008	0.009	RTK	0.009	0.012	FASE
NU1	0.008	0.012	FUJA	0.015	0.021	RTK	0.009	0.015	FASE
NU2	0.026	0.039	FUJA	0.007	0.008	RTK	0.009	0.012	FASE
NR1	0.030	0.048	FUJA	0.009	0.016	RTK	0.013	0.025	FASE
05K	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
VU1	0.018	0.023	FUJA	0.020	0.025	RTK	0.011	0.017	FASE
VU2	0.019	0.027	FUJA	0.019	0.025	RTK	0.007	0.013	FASE
VR1	0.011	0.015	FUJA	0.014	0.016	RTK	0.012	0.018	FASE
VR2	0.011	0.018	FUJA	0.014	0.022	RTK	0.014	0.027	FASE
NU1	0.013	0.018	FUJA	0.015	0.020	RTK	0.006	0.009	FASE
NU2	0.014	0.023	FUJA	0.016	0.025	RTK	0.007	0.012	FASE
NR1	0.019	0.028	FUJA	0.012	0.016	RTK	0.010	0.015	FASE
NR2	0.021	0.031	FUJA	0.015	0.019	RTK	0.011	0.017	FASE
10K	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
VU1	0.036	0.038	FUJA	0.036	0.044	RTK	0.009	0.014	FASE
VU2	0.033	0.055	FUJA	0.041	0.063	RTK	0.012	0.018	FASE
VR1	0.015	0.023	FUJA	0.019	0.033	RTK	0.011	0.029	FASE
VR2	0.007	0.025	FUJA	0.019	0.038	RTK	0.009	0.024	FASE
NU1	0.029	0.047	FUJA	0.027	0.053	RTK	0.009	0.023	FASE
NU2	0.028	0.048	FUJA	0.027	0.055	RTK	0.008	0.020	FASE
NR1	0.030	0.059	FUJA	0.015	0.030	RTK	0.009	0.019	FASE
NR2	0.029	0.046	FUJA	0.015	0.033	RTK	0.008	0.021	FASE
20K	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
VU1	0.051	0.099	FUJA	0.044	0.082	RTK	0.014	0.033	FASE
VU2	0.081	0.129	FUJA	0.039	0.057	RTK	0.015	0.029	FASE
VR1	0.091	0.096	FUJA	0.031	0.044	RTK	0.009	0.019	FASE
VR2	0.052	0.067	FUJA	0.026	0.037	RTK	0.010	0.020	FASE
NU1	0.070	0.064	FUJA	0.031	0.037	RTK	0.009	0.016	FASE
NU2	0.077	0.079	FUJA	0.031	0.034	RTK	0.006	0.010	FASE
NR1	1.098	0.889	FUJA	0.025	0.024	RTK	0.010	0.015	FASE
NR2	2.726	2.593	FUJA	0.036	0.033	RTK	0.017	0.024	FASE

Tabla 7.2. Valores mínimos de la Zona Norte (VALE).

En las anteriores tablas puede apreciarse como los valores más elevados de precisión y por tanto los peores corresponden principalmente a observaciones por encima de los 10Km de distancia a la estación de referencia de VALE, ocurriendo lo contrario con los valores mínimos, que están por debajo de los 10Km de distancia. El mejor de todos los valores lo ha dado la Leica ATX1230 con unos datos de precisión de 6mm en horizontal y 9mm en vertical para la solución de estación única de VALE a través del IGN, a 10Km de la misma y con 10° de máscara de elevación. El peor de los valores presentados corresponde al punto de estacionamiento situado a 20Km de VALE por parte de la antena Trimble R8. Ya se comentó en el apartado 5.2.6. los incidentes que tuvieron lugar con algunos puntos tomados principalmente con esta antena, así como algunos tomados con la R10 de Trimble y que tuvieron como consecuencia estos valores máximos de precisión que se presentan en la tabla anterior.

7.3.1.2.Zona Sur (VCIA).

VCIA	R-8			R-10			L-12		
	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
00K									
VU1	0.076	0.110	FIJA	0.036	0.041	RTK	0.014	0.026	FASE
VU2	0.044	0.084	FIJA	0.024	0.040	RTK	0.050	0.100	FASE
VR1	0.047	0.061	FIJA	0.017	0.030	RTK	0.014	0.036	FASE
VR2	0.070	0.132	FIJA	0.016	0.036	RTK	0.014	0.038	FASE
NR1	0.081	0.110	FIJA	0.016	0.027	RTK	0.014	0.028	FASE
NR2	0.087	0.117	FIJA	0.023	0.040	RTK	0.022	0.046	FASE
05K									
VU1	0.035	0.041	FIJA	0.019	0.019	RTK	0.014	0.020	FASE
VU2	0.068	0.089	FIJA	0.030	0.031	RTK	0.012	0.019	FASE
VR1	0.043	0.055	FIJA	0.018	0.017	RTK	0.023	0.035	FASE
VR2	0.045	0.059	FIJA	0.021	0.023	RTK	0.016	0.026	FASE
NR1	0.044	0.061	FIJA	0.020	0.022	RTK	0.022	0.024	FASE
NR2	0.050	0.069	FIJA	0.028	0.036	RTK	0.047	0.076	FASE
10K									
VU1	2.419	2.489	FLOTANTE	0.033	0.039	RTK	0.046	0.073	FASE
VU2	0.305	0.390	FIJA	0.074	0.115	RTK	0.052	0.109	FASE
VR1	5.930	5.070	FLOTANTE	0.033	0.121	RTK	0.039	0.057	FASE
VR2	2.244	2.802	FLOTANTE	0.069	0.077	RTK	0.023	0.041	FASE
NR1	1.843	2.226	FLOTANTE	0.017	0.020	RTK	0.015	0.022	FASE
NR2	1.004	1.436	FLOTANTE	0.025	0.028	RTK	0.025	0.036	FASE
20K									
VU1	0.062	0.073	FIJA	0.035	0.037	RTK	0.037	0.050	FASE
VU2	2.267	3.057	CODIGO	0.036	0.043	RTK	0.049	0.082	FASE
VR1	2.408	2.506	FLOTANTE	0.025	0.031	RTK	0.043	0.064	FASE
VR2	2.799	2.256	CODIGO	0.038	0.060	RTK	0.032	0.100	FASE
NR1	0.069	0.068	FIJA	0.024	0.040	RTK	0.029	0.068	FASE
NR2	0.132	0.192	FIJA	0.022	0.045	RTK	0.017	0.040	FASE

Tabla 7.3. Valores máximos de la Zona Sur (VCIA)

VCIA	R-8			R-10			L-12		
	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION	σ Hoz.	σ Vert.	SOLUCION
00K									
VU1	0.011	0.016	FIJA	0.019	0.027	RTK	0.006	0.011	FASE
VU2	0.012	0.023	FIJA	0.018	0.032	RTK	0.005	0.011	FASE
VR1	0.009	0.012	FIJA	0.014	0.023	RTK	0.006	0.013	FASE
VR2	0.012	0.023	FIJA	0.013	0.026	RTK	0.006	0.016	FASE
NR1	0.030	0.037	FIJA	0.014	0.024	RTK	0.007	0.015	FASE
NR2	0.018	0.029	FIJA	0.017	0.030	RTK	0.008	0.016	FASE
05K									
VU1	0.022	0.026	FIJA	0.019	0.019	RTK	0.006	0.009	FASE
VU2	0.022	0.029	FIJA	0.025	0.026	RTK	0.007	0.011	FASE
VR1	0.013	0.017	FIJA	0.014	0.015	RTK	0.008	0.012	FASE
VR2	0.014	0.019	FIJA	0.019	0.021	RTK	0.008	0.013	FASE
NR1	0.029	0.041	FIJA	0.015	0.017	RTK	0.010	0.014	FASE
NR2	0.031	0.044	FIJA	0.020	0.023	RTK	0.014	0.022	FASE
10K									
VU1	1.171	1.205	FLOTANTE	0.026	0.034	RTK	0.008	0.014	FASE
VU2	0.139	0.177	FIJA	0.037	0.054	RTK	0.009	0.018	FASE
VR1	1.315	1.675	FLOTANTE	0.024	0.028	RTK	0.009	0.014	FASE
VR2	0.154	0.192	FIJA	0.048	0.062	RTK	0.012	0.020	FASE
NR1	0.512	0.618	FLOTANTE	0.016	0.019	RTK	0.008	0.011	FASE
NR2	0.659	0.957	FLOTANTE	0.018	0.020	RTK	0.007	0.011	FASE
20K									
VU1	0.031	0.065	ESTUDIO	0.031	0.033	FIJA	0.017	0.022	FASE
VU2	1.741	2.569	CODIGO	0.034	0.039	FIJA	0.026	0.041	FASE
VR1	0.100	0.124	ESTUDIO	0.024	0.028	FIJA	0.008	0.015	FASE
VR2	2.777	4.994	CODIGO	0.029	0.048	FIJA	0.010	0.026	FASE
NR1	0.022	0.012	ESTUDIO	0.022	0.038	FIJA	0.013	0.024	FASE
NR2	0.080	0.115	FIJA	0.022	0.045	FIJA	0.010	0.024	FASE

Tabla 7.4. Valores mínimos de la Zona Sur (VCIA)

En la tabla anterior destacan como máximos absolutos los valores obtenidos con la antena Trimble R8 a partir de los 10Km de distancia a la estación de referencia de VCIA; por los mismos motivos expuestos anteriormente. En cuando a los valores mínimos de precisión, se muestra de nuevo que estos se concentran en los puntos de estacionamiento situados por debajo de los 10Km de distancia a la estación de referencia, siendo el mejor valor para la antena de Leica RX1250XC, con 6mm de precisión en horizontal y 9mm en vertical.

7.3.2. Observaciones con valores promedio de desviación estándar.

En esta segunda parte de resultados se muestran los valores de desviación estándar que han sido promediados con el programa Excel para poder hacerse una idea del comportamiento medio de las observaciones.

7.3.2.1.Zona Norte (VALE)

A continuación se muestran una serie de tablas con los valores promedios de las desviaciones estándar de cada punto de observación para cada antena, acompañadas de su gráfica correspondiente.

La tabla 7.5 hace referencia a los valores observados con una misma antena (Trimble R8) para una misma sesión (8 de marzo), según la distancia a la estación de referencia (VALE, Zona Norte), correspondiendo cada gráfica a una de las técnicas empleadas para la observación (ICV o IGN ; Estación Única / Solución de Red y máscara de elevación [10°/20°]).

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

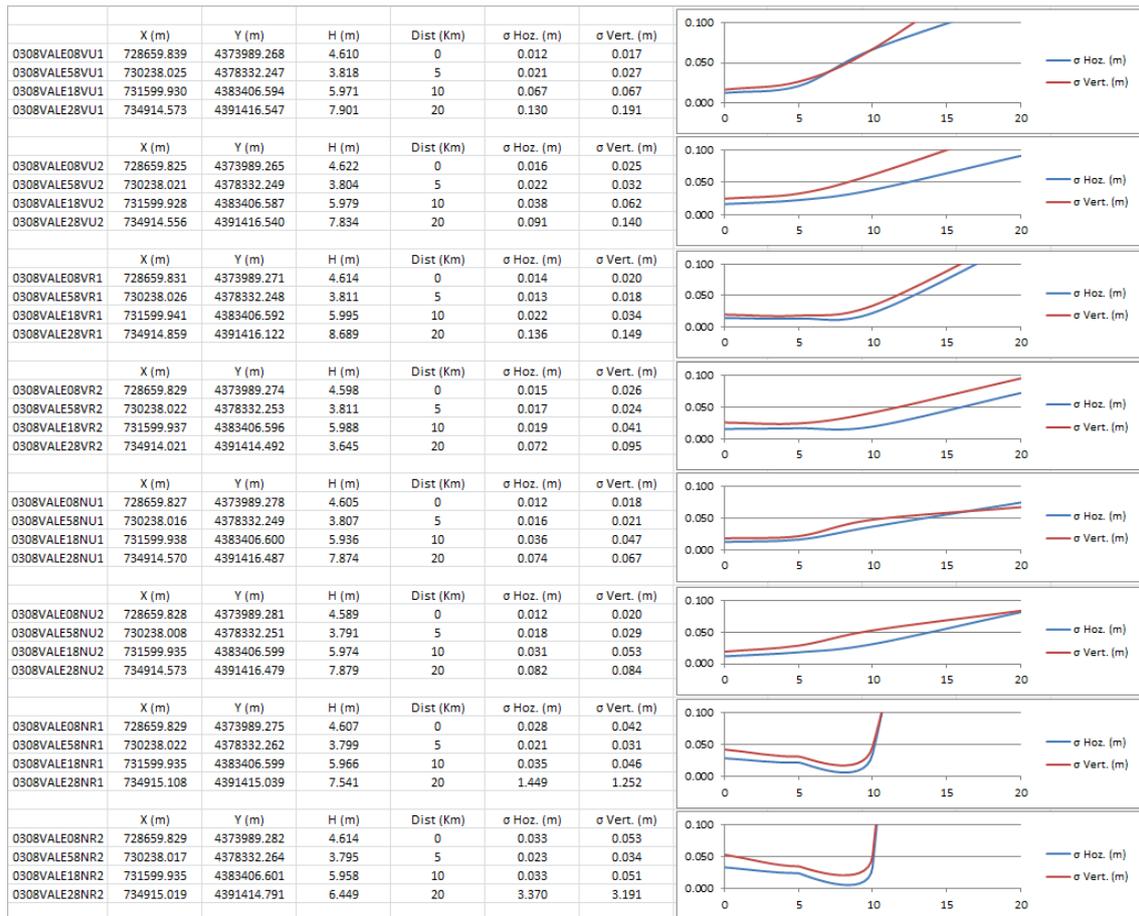


Tabla 7.5. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Norte (VALE).

En la tabla 7.5. puede apreciarse cómo en las observaciones de prácticamente todas las técnicas existe un punto de inflexión a partir de los 10Km de distancia de la estación de referencia con la antena Trimble R8. Esto es más acusado en la solución de red del IGN, para las dos máscaras de elevación. En todas se aprecia un incremento de los valores de precisión media según la distancia, siendo únicamente algo estable o con menor pendiente las observaciones correspondientes a la solución de estación única del IGN; quizá porque la estación de referencia es precisamente la del propio IGN (VALE).

La tabla 7.6. representa los valores de precisión media correspondientes a la antena Trimble R10 para la misma sesión de 8 de marzo.

	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00VU1	728659.733	4373989.447	4.603	0	0.009	0.009	
0308VALE50VU1	730237.828	4378332.306	3.801	5	0.025	0.029	
0308VALE10VU1	731599.901	4383406.403	5.940	10	0.037	0.046	
0308VALE20VU1	734914.670	4391416.355	7.891	20	0.046	0.084	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00VU2	728659.730	4373989.448	4.594	0	0.014	0.016	
0308VALE50VU2	730237.822	4378332.304	3.772	5	0.020	0.026	
0308VALE10VU2	731599.896	4383406.411	5.974	10	0.046	0.068	
0308VALE20VU2	734914.662	4391416.363	7.909	20	0.039	0.056	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00VR1	728659.731	4373989.452	4.599	0	0.007	0.008	
0308VALE50VR1	730237.837	4378332.310	3.799	5	0.019	0.022	
0308VALE10VR1	731599.904	4383406.399	5.969	10	0.034	0.044	
0308VALE20VR1	734914.669	4391416.353	7.900	20	0.032	0.045	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00VR2	728659.729	4373989.451	4.584	0	0.011	0.014	
0308VALE50VR2	730237.835	4378332.312	3.811	5	0.018	0.026	
0308VALE10VR2	731600.081	4383405.992	5.739	10	0.771	0.335	
0308VALE20VR2	734914.669	4391416.349	7.884	20	0.027	0.037	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00NU1	728659.724	4373989.459	4.591	0	0.008	0.009	
0308VALE50NU1	730237.831	4378332.314	3.807	5	0.015	0.020	
0308VALE10NU1	731599.904	4383406.415	5.945	10	0.028	0.053	
0308VALE20NU1	734914.667	4391416.348	7.876	20	0.031	0.037	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00NU2	728659.723	4373989.460	4.578	0	0.016	0.023	
0308VALE50NU2	730237.830	4378332.318	3.803	5	0.019	0.029	
0308VALE10NU2	731599.907	4383406.408	5.976	10	0.027	0.054	
0308VALE20NU2	734914.676	4391416.349	7.890	20	0.032	0.035	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00NR1	728659.723	4373989.457	4.588	0	0.007	0.008	
0308VALE50NR1	730237.834	4378332.321	3.803	5	0.013	0.017	
0308VALE10NR1	731599.906	4383406.407	5.973	10	0.020	0.037	
0308VALE20NR1	734914.679	4391416.360	7.862	20	0.025	0.023	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE00NR2	728659.723	4373989.459	4.590	0	0.010	0.016	
0308VALE50NR2	730237.836	4378332.319	3.808	5	0.015	0.019	
0308VALE10NR2	731599.907	4383406.410	5.939	10	0.016	0.033	
0308VALE20NR2	734914.681	4391416.371	7.878	20	0.037	0.033	

Tabla 7.6. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Norte (VALE).

En la tabla 7.6. ya podemos observar un comportamiento algo más estable que el de la antena Trimble R8. No obstante, salta a la vista que surgió un problema con las observaciones de solución de red del ICV con máscara de elevación de 20°. En estas se produce un incremento considerable de los valores de precisión, con la pérdida de la misma que esto supone, a partir de los 5Km de la estación de referencia. También cabe reconocer que pasado este salto en los valores estos vuelven a unas cifras más razonables a los 20Km de distancia. Es factible que este incremento súbito en los valores de precisión se haya producido al subir la máscara de elevación, produciendo la observación de una menor cantidad de satélites o que la geometría de estos fuera menos favorable. En el resto de observaciones se aprecia también una tendencia a la pérdida de precisión con la distancia, aunque menos pronunciada que con la anterior antena, y siéndolo algo menos las de solución de red que las de estación única.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En esta última tabla (tabla 7.7.) para la Zona Norte de estudio se muestran los valores de precisión media correspondientes a la antena Leica ATX1230 para la misma sesión de 8 de marzo.

	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02VU1	728659.633	4373989.627	4.612	0	0.011	0.017	
0308VALE52VU1	730237.640	4378332.387	3.810	5	0.014	0.022	
0308VALE12VU1	731599.864	4383406.204	5.938	10	0.015	0.020	
0308VALE22VU1	734914.791	4391416.193	7.847	20	0.019	0.047	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02VU2	728659.631	4373989.629	4.601	0	0.011	0.021	
0308VALE52VU2	730237.638	4378332.381	3.799	5	0.023	0.040	
0308VALE12VU2	731599.863	4383406.213	5.977	10	0.017	0.025	
0308VALE22VU2	734914.786	4391416.194	7.886	20	0.022	0.042	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02VR1	728659.627	4373989.632	4.601	0	0.013	0.022	
0308VALE52VR1	730237.641	4378332.372	3.806	5	0.014	0.022	
0308VALE12VR1	731599.878	4383406.206	5.965	10	0.015	0.037	
0308VALE22VR1	734914.792	4391416.185	7.903	20	0.012	0.024	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02VR2	728659.623	4373989.627	4.598	0	0.014	0.023	
0308VALE52VR2	730237.627	4378332.371	3.772	5	0.018	0.031	
0308VALE12VR2	731599.874	4383406.214	5.989	10	0.011	0.031	
0308VALE22VR2	734914.790	4391416.187	7.890	20	0.013	0.025	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02NU1	728659.628	4373989.631	4.599	0	0.011	0.015	
0308VALE52NU1	730237.642	4378332.389	3.807	5	0.007	0.011	
0308VALE12NU1	731599.873	4383406.225	5.943	10	0.010	0.025	
0308VALE22NU1	734914.795	4391416.192	7.908	20	0.016	0.028	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02NU2	728659.626	4373989.635	4.578	0	0.013	0.021	
0308VALE52NU2	730237.641	4378332.390	3.803	5	0.009	0.015	
0308VALE12NU2	731599.875	4383406.226	5.980	10	0.010	0.025	
0308VALE22NU2	734914.811	4391416.192	7.913	20	0.023	0.038	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02NR1	728659.623	4373989.623	4.592	0	0.011	0.015	
0308VALE52NR1	730237.642	4378332.384	3.800	5	0.013	0.021	
0308VALE12NR1	731599.881	4383406.213	5.953	10	0.010	0.023	
0308VALE22NR1	734914.807	4391416.197	7.868	20	0.012	0.018	
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	
0308VALE02NR2	728659.624	4373989.630	4.581	0	0.016	0.033	
0308VALE52NR2	730237.638	4378332.383	3.795	5	0.017	0.026	
0308VALE12NR2	731599.880	4383406.215	5.943	10	0.010	0.026	
0308VALE22NR2	734914.822	4391416.221	7.908	20	0.027	0.029	

Tabla 7.7. Valores medios de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Norte (VALE).

En la tabla 7.7. ya sí que podemos ver un comportamiento de los valores más acorde con lo que sería de esperar. La antena Leica ATX1230 ha conseguido resolver ambigüedades con una muy buena calidad y precisión y esto se ha visto reflejado en los resultados de los valores promedios. En estos se aprecia claramente como la tendencia general en los resultados por solución de estación única es a perder precisión con la distancia. Se trata de una pendiente muy suave, pero se aprecia. Esto también es debido a que nuestras observaciones se han realizado dentro de unas distancias aceptables. Es probable que si hubiéramos estacionado estos mismos puntos al doble de distancia de las estaciones de referencia de lo establecido en este estudio, se hubieran disparado los valores más de lo visto hasta ahora. Por otro lado puede apreciarse que los valores de precisión media para las soluciones de red, tanto del ICV como del IGN siguen una línea de tendencia prácticamente horizontal, cumpliéndose las afirmaciones que se comentan al principio de esta memoria de que la solución de red proporciona una precisión estable a lo largo del territorio.

7.3.2.2.Zona Sur (VCIA).

En cuanto a la zona de estudio Sur con la estación VCIA de referencia y observada el 2 de marzo, los resultados de los promedios para la antena Trimble R8 se muestran en la tabla 7.8.

	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA08VU1	728495.039	4367435.320	1.888	0	0.023	0.033
0302VCIA58VU1	729360.280	4363803.156	0.947	5	0.026	0.030
0302VCIA18VU1	731323.381	4359299.461	5.570	10	1.582	1.627
0302VCIA28VU1	732968.914	4349154.721	0.846	20	0.052	0.060
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA08VU2	728495.038	4367435.317	1.901	0	0.031	0.059
0302VCIA58VU2	729360.286	4363803.155	0.934	5	0.033	0.044
0302VCIA18VU2	731322.148	4359296.488	12.196	10	0.171	0.218
0302VCIA28VU2	732968.929	4349154.687	1.200	20		
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA08VR1	728495.035	4367435.319	1.877	0	0.020	0.026
0302VCIA58VR1	729360.287	4363803.150	0.948	5	0.020	0.026
0302VCIA18VR1	731322.554	4359297.089	8.629	10	2.003	2.555
0302VCIA28VR1	732967.257	4349156.447	0.748	20	1.456	1.506
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA08VR2	728495.036	4367435.319	1.872	0	0.029	0.055
0302VCIA58VR2	729360.284	4363803.144	0.953	5	0.022	0.029
0302VCIA18VR2	731322.955	4359297.564	6.583	10	1.411	1.750
0302VCIA28VR2	732969.536	4349155.879	2.334	20		
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA08NR1	728494.971	4367435.154	1.834	0	0.042	0.054
0302VCIA58NR1	729360.291	4363803.156	0.931	5	0.035	0.048
0302VCIA18NR1	731323.858	4359298.253	4.050	10	0.841	1.024
0302VCIA28NR1	732968.919	4349154.714	0.920	20	0.050	0.050
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA08NR2	728495.037	4367435.325	1.886	0	0.035	0.054
0302VCIA58NR2	729360.285	4363803.149	0.954	5	0.036	0.050
0302VCIA18NR2	731323.945	4359298.151	3.746	10	0.793	1.143
0302VCIA28NR2	732969.011	4349154.674	0.739	20	0.099	0.144

Tabla 7.8. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.8. puede apreciarse claramente las incidencias que se comentan en apartados anteriores y que han producido estos resultados con la antena R8 de Trimble.

Se parte ya con unos valores medios algo altos para la técnica VRS para ver un incremento considerable, una pérdida de precisión, a partir de los 5Km de distancia a la estación de referencia de VCIA. No obstante se verá más adelante que los valores mínimos son mejores en alguno de los puntos y según qué técnica se haya empleado, con lo que se podrá evaluar mejor los resultados con esta antena que con estos valores medios, pero por lo pronto, esto sirve para hacernos una idea del comportamiento de este equipo en la zona Sur.

Las gráficas de estos promedios se han escalado por igual para que puedan apreciarse las diferencias entre las observaciones promedio de las diferentes antenas.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Los valores promedio para la antena Trimble R10 durante la misma sesión del 2 de marzo son los de la tabla 7.9.

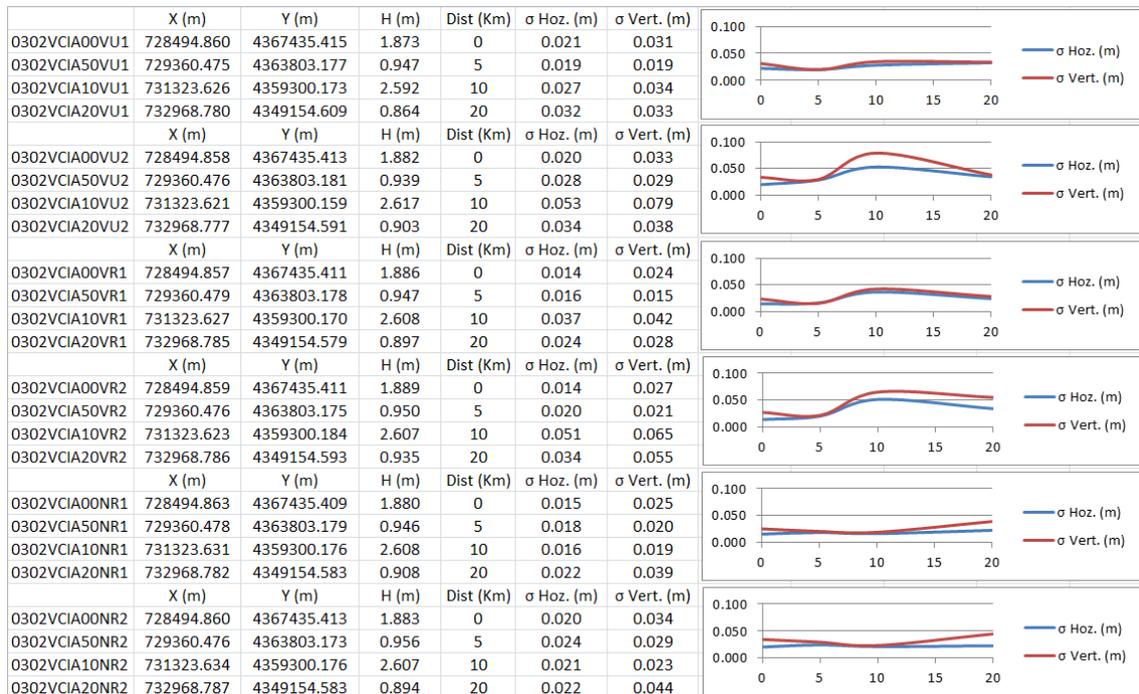


Tabla 7.9. Valores medios de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.9. se aprecia cómo la antena R10 de Trimble ha resuelto mejor las ambigüedades que la R8, estando ambas bajo las mismas condiciones en el momento de observación. Se trata de unos resultados muy estables, sin picos o subidas considerables en los valores de precisión media. No obstante se puede apreciar claramente cómo afecta la subida de máscara de elevación en los casos de solución de estación única y de red a través del ICV. Se produce una leve subida de los valores a partir de los 10Km de distancia para volver a estabilizarse a los 20Km. De nuevo puede considerarse que esta leve pérdida de precisión se haya producido por la pérdida de satélites al subir la máscara de elevación. En cuanto a la tendencia general de los resultados, incluyendo los de solución de red del IGN (muy estables y sin apenas pendiente) se aprecia que aumentan ligeramente con la distancia a la estación de referencia.

Finalmente, la última tabla de la zona Sur de estudio muestran los valores promedio para la antena Leica ATX1230 (tabla 7.10.).

	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA02VU1	728494.686	4367435.511	1.884	0	0.008	0.014
0302VCIA52VU1	729360.675	4363803.191	0.951	5	0.008	0.010
0302VCIA12VU1	731323.577	4359300.362	2.618	10	0.012	0.021
0302VCIA22VU1	732968.628	4349154.457	0.872	20	0.023	0.031
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA02VU2	728494.685	4367435.510	1.885	0	0.016	0.033
0302VCIA52VU2	729360.677	4363803.188	0.946	5	0.010	0.014
0302VCIA12VU2	731323.580	4359300.344	2.643	10	0.014	0.028
0302VCIA22VU2	732968.616	4349154.435	0.829	20	0.036	0.058
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA02VR1	728494.683	4367435.511	1.883	0	0.008	0.017
0302VCIA52VR1	729360.676	4363803.199	0.947	5	0.010	0.015
0302VCIA12VR1	731323.574	4359300.373	2.611	10	0.012	0.018
0302VCIA22VR1	732968.632	4349154.442	0.862	20	0.021	0.033
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA02VR2	728494.682	4367435.510	1.881	0	0.007	0.020
0302VCIA52VR2	729360.678	4363803.196	0.943	5	0.011	0.018
0302VCIA12VR2	731323.560	4359300.380	2.604	10	0.015	0.027
0302VCIA22VR2	732968.630	4349154.447	0.861	20	0.017	0.048
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA02NR1	728494.688	4367435.507	1.898	0	0.009	0.018
0302VCIA52NR1	729360.684	4363803.201	0.938	5	0.014	0.017
0302VCIA12NR1	731323.572	4359300.368	2.607	10	0.009	0.013
0302VCIA22NR1	732968.630	4349154.445	0.895	20	0.018	0.033
	X (m)	Y (m)	H (m)	Dist (Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)
0302VCIA02NR2	728494.685	4367435.513	1.891	0	0.010	0.021
0302VCIA52NR2	729360.679	4363803.210	0.937	5	0.019	0.033
0302VCIA12NR2	731323.572	4359300.367	2.604	10	0.010	0.014
0302VCIA22NR2	732968.624	4349154.411	0.715	20	0.071	0.185

Tabla 7.10. Valores medios de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.10. puede apreciarse en las dos primeras gráficas, como la tendencia es la de pérdida progresiva de la precisión con la distancia, siendo más acusada con la máscara de elevación de 20°, como es de esperar. En cuanto a las soluciones de red, la del ICV presenta un comportamiento estable, también con pérdida de precisión con la distancia a la estación de referencia, siendo esta con un poco más de pendiente con el cambio de máscara de elevación. Finalmente la solución de red del IGN (VCIA es gestionada por el ICV) muestra unos valores de precisión media acordes a lo visto hasta ahora en esta antena, pero que aparecen alterados cuando se eleva la máscara de elevación, y a partir de los 10Km de distancia. Sería de esperar un leve incremento como ha sucedido antes, pero no lo que puede observarse. La R10 de Trimble no tuvo problema en este momento de la observación (que recordemos se realiza al mismo tiempo en las tres antenas), no así la R8, con lo que es difícil saber qué ha podido ocurrir durante la misma, al menos en cuanto a los valores promedio. No obstante, esto no es definitivo ya que, el estudio que nos va a permitir conocer mejor los datos que se han registrado es el que sigue a continuación y que se ha llevado a cabo con las observaciones que contenían la menor combinación de desviación estándar horizontal y vertical.

7.3.3. Observaciones con valores mínimos de desviaciones estándar

En este punto se presenta, para cada punto de estacionamiento y mediante cada técnica de observación los valores de precisión más pequeños, esto es, los mejores valores obtenidos. De esta manera se muestra cuál es la mejor calidad que ha ofrecido cada técnica de observación clasificada según la antena utilizada.

7.3.3.1. Zona Norte (VALE).

Como en el apartado anterior, se muestran a continuación los datos observados mediante una tabla con los mejores valores y después una gráfica que representa su comportamiento según la distancia a la estación de referencia. La primera antena de la que se muestran resultados es la Trimble R8 (ver tabla 7.11.) para una misma sesión de observaciones (8 de marzo), según la distancia a la estación de referencia (VALE, zona Norte) y clasificados según técnica de observación (ICV o IGN + Estación Única / Solución de Red y máscara de elevación [10°/20°]). Se muestra la desviación horizontal, la vertical y la de composición 3D por separado. Las líneas rojas que acompañan a las dos primeras gráficas representan los valores de tolerancia correspondientes a la precisión horizontal y vertical (0.020m y 0.040m respectivamente). En la tercera gráfica puede verse una línea de color naranja que acompañan al valor de desviación estándar 3D y que representa la tendencia de la línea anterior.

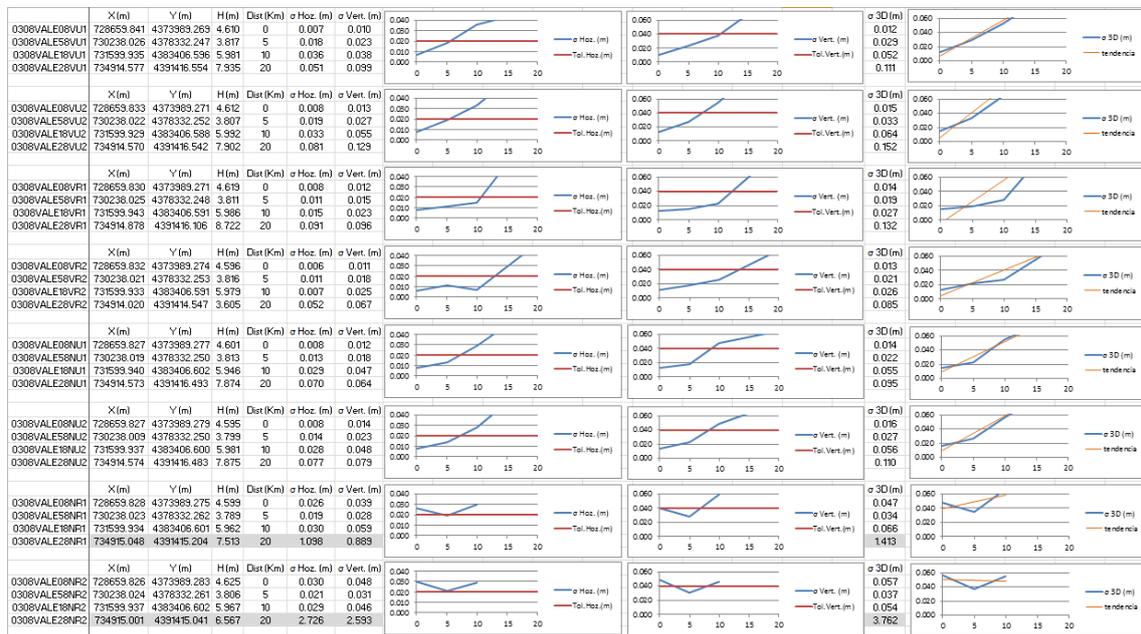


Tabla 7.11. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Norte (VALE).

Como nota, cabe mencionar que en la tabla 7.11. aparecen unas celdas ligeramente resaltadas. Puede comprobarse que los datos en estas celdas son bastante más altos que en el resto. Esto ha sucedido en ciertos puntos y técnicas de observación en este equipo Trimble R8. Anteriormente se menciona que hubo una serie de incidencias a este respecto en cuanto a calidad de la conexión, resolución de ambigüedades y precisión con este equipo. Así ha habido, como digo, algunos casos en los que la calidad obtenida

en las observaciones era mala. Así, se me ocurrió hacer un sencillo estudio estadístico de estos valores observados, prescindiendo de las desviaciones estándar originales que se transmitieron durante la observación por parte de las instituciones que ofrecen el servicio (ICV e IGN). En este sencillo estudio estadístico se calculó el valor de unas nuevas desviaciones estándar para cada punto tomando como valor de la media el de las coordenadas de este mismo punto de estudio pero obtenidas anteriormente mediante el método estático. Esto ha hecho que obtengamos unos valores algo mejores que los originales; aunque altos en la mayoría de los casos y nos ha dado una mejor idea de su calidad al estar referenciados al dato del estático, que estamos considerando como más próximo al valor verdadero. En los casos como este, en que los valores son demasiado altos, no nos ha parecido correcto incluirlos en las gráficas.

En cuanto a las gráficas en sí mostradas anteriormente puede comprobarse una clara tendencia a una pérdida de precisión conforme nos alejamos de la estación de referencia. Esto ocurre tanto por la solución de estación única como por la solución de red, aunque la tendencia en esta última solución se aprecia que es algo menos pronunciada que en la de estación única. El caso de las observaciones con la Trimble R8 es algo especial en este trabajo y aparecen más acusadas, superándose por lo general la tolerancia establecida a partir de los estacionamientos situados por encima de los 5Km de la estación de referencia, aguantando hasta los 10Km en el caso de las observaciones de solución de red del ICV. En estos últimos casos, con los datos que tenemos, puede verse cómo, aún con la condición de estos resultados, los valores por solución de red muestran ser más homogéneos con la distancia que los de estación única.

En la tabla 7.12. se muestran los resultados obtenidos por la antena Trimble R10 en cuanto a desviaciones estándar mínimas; los mejores valores.

	X(m)	Y(m)	H(m)	Dist(Km)	σ Hoz. (m)	σ Vert. (m)	σ3D (m)	tendencia
0308VALE00VU1	728659.731	4373989.448	4.605	0	0.009	0.009	0.013	
0308VALE00VU2	730237.630	4378332.307	3.901	5	0.020	0.025	0.032	
0308VALE10VU1	731599.902	4383406.400	5.937	10	0.036	0.044	0.057	
0308VALE20VU1	734914.675	4391416.356	7.910	20	0.044	0.082	0.093	
0308VALE00VU2	728659.730	4373989.448	4.597	0	0.013	0.016	0.021	
0308VALE00VU2	730237.621	4378332.301	3.770	5	0.019	0.025	0.031	
0308VALE10VU2	731599.899	4383406.407	5.966	10	0.041	0.063	0.075	
0308VALE20VU2	734914.661	4391416.371	7.899	20	0.039	0.057	0.069	
0308VALE00VR1	728659.728	4373989.453	4.602	0	0.007	0.008	0.011	
0308VALE00VR1	730237.636	4378332.312	3.802	5	0.014	0.016	0.021	
0308VALE10VR1	731599.900	4383406.399	5.977	10	0.019	0.033	0.038	
0308VALE20VR1	734914.670	4391416.356	7.901	20	0.031	0.044	0.054	
0308VALE00VR2	728659.728	4373989.448	4.587	0	0.011	0.014	0.018	
0308VALE00VR2	730237.636	4378332.314	3.813	5	0.014	0.022	0.026	
0308VALE10VR2	731599.908	4383406.417	5.985	10	0.019	0.038	0.042	
0308VALE20VR2	734914.669	4391416.351	7.875	20	0.026	0.037	0.045	
0308VALE00NU1	728659.721	4373989.457	4.595	0	0.008	0.009	0.012	
0308VALE00NU1	730237.631	4378332.315	3.809	5	0.015	0.020	0.025	
0308VALE10NU1	731599.903	4383406.413	5.935	10	0.027	0.053	0.059	
0308VALE20NU1	734914.665	4391416.354	7.873	20	0.031	0.037	0.048	
0308VALE00NU2	728659.724	4373989.463	4.574	0	0.015	0.021	0.026	
0308VALE00NU2	730237.631	4378332.315	3.807	5	0.016	0.025	0.030	
0308VALE10NU2	731599.905	4383406.408	5.974	10	0.027	0.055	0.061	
0308VALE20NU2	734914.682	4391416.349	7.908	20	0.031	0.034	0.046	
0308VALE00NR1	728659.722	4373989.459	4.587	0	0.007	0.008	0.011	
0308VALE00NR1	730237.637	4378332.322	3.808	5	0.012	0.016	0.019	
0308VALE10NR1	731599.907	4383406.407	5.960	10	0.015	0.030	0.034	
0308VALE20NR1	734914.679	4391416.360	7.866	20	0.025	0.024	0.035	
0308VALE00NR2	728659.723	4373989.458	4.587	0	0.009	0.016	0.018	
0308VALE00NR2	730237.636	4378332.317	3.813	5	0.015	0.019	0.024	
0308VALE10NR2	731599.905	4383406.409	5.934	10	0.015	0.033	0.036	
0308VALE20NR2	734914.676	4391416.363	7.885	20	0.036	0.033	0.049	

Tabla 7.12. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Norte (VALE).

En la tabla 7.12. se observan unos valores ya más estables y con una línea de tendencia para la desviación estándar 3D menos pronunciada que los de la Trimble R8. No

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

obstante, vemos un comportamiento parecido en las diferentes técnicas, perdiéndose también precisión conforme nos alejamos de la estación de referencia, tanto en el caso de la solución por estación única como por solución de red y de nuevo siendo menos pronunciada esta pérdida de precisión en el caso de solución de red, donde no se supera la tolerancia hasta superados los 10Km de distancia a la estación de referencia más cercana. En la solución de estación única vemos que también se supera la tolerancia, pero a partir de los 5Km.

Finalmente se muestran los valores correspondientes a la antena Leica ATX1230 (tabla 7.13.) en cuanto a desviaciones estándar mínimas observadas.

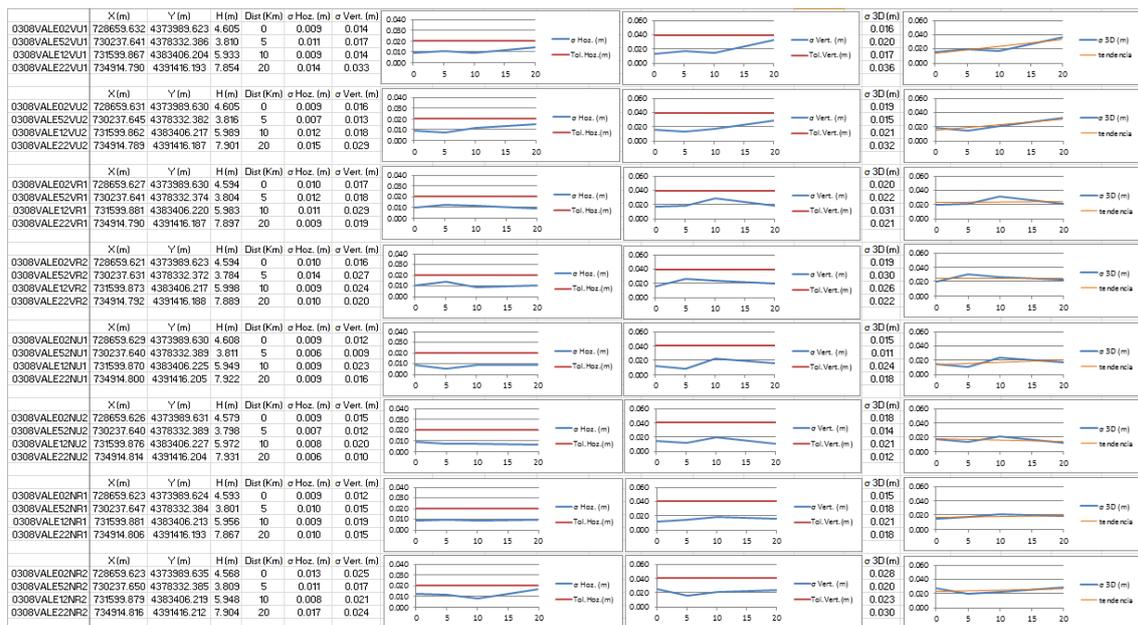


Tabla 7.13. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Norte (VALE).

Basta echar un vistazo a la tabla 7.13. para ver cómo el equipo Leica 1200 ha tenido un comportamiento extraordinario a la hora de resolver ambigüedades y ofrecer unos valores de precisión tanto horizontal como vertical y 3D muy buenos; en ningún momento supera las tolerancias establecidas. Por otro lado la degradación de la precisión de los valores de precisión con la distancia a la antena de referencia es apenas perceptible, pero puede verse una tendencia un poco más clara en las gráficas de desviación estándar 3D, donde se comprueba que en solución de estación única se pierde precisión con la distancia y en solución de red es algo más estable aun estando lejos de la estación de referencia.

7.3.3.2.Zona Sur (VCIA).

Las siguientes tablas (tablas 7.14 a 7.16) corresponden a la zona de estudio Sur (VCIA). Empezamos de nuevo mostrando primero los valores de la antena Trimble R8 (tabla 7.14.); esta vez para la sesión de observaciones del 2 de marzo.

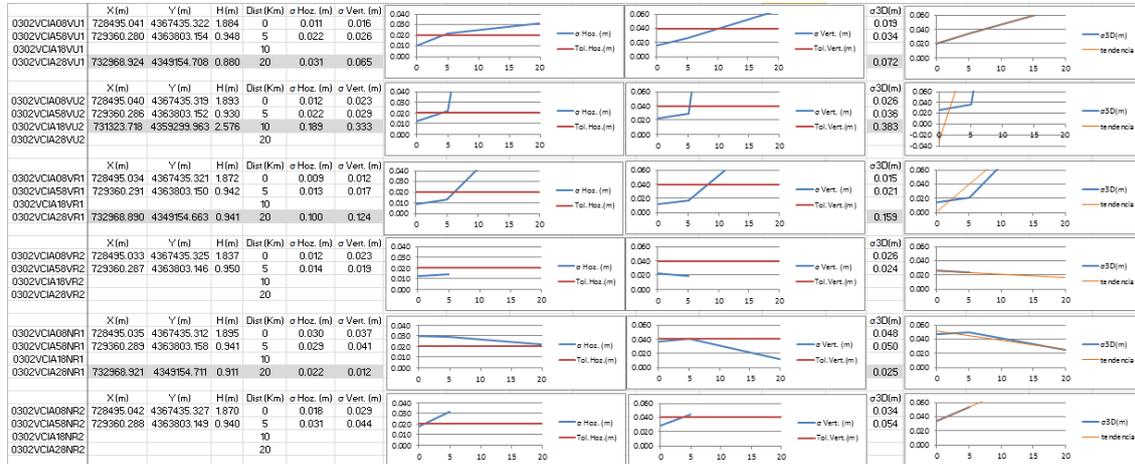


Tabla 7.14. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R8 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.14. puede apreciarse que faltan los valores de algunas observaciones. Esto es debido a que se ha preferido que aquellas observaciones que tenían unas desviaciones estándar muy elevadas (de varios metros) se descartaran y no figuraran por tanto en las gráficas. Esto ha sucedido principalmente con las observaciones de solución de red tanto del ICV e IGN. Aquellas con valores altos pero razonables se han mantenido.

Como ya se vio en las tablas de valores promedios, la antena R8 de Trimble ha tenido problemas en esta parte del estudio para obtener unos valores mínimos de precisión razonables, sobre todo a partir de una distancia de 5Km de la estación de referencia. Únicamente resuelve con eficiencia en solución de estación única del ICV y solución de red del IGN con máscara de elevación de 10°, y en ambas se sobrepasa la tolerancia establecida. En el resto apenas se tienen valores suficientes para poder emitir un juicio en condiciones. No obstante se puede apreciar claramente como la distancia ha sido un claro problema para esta antena, no habiéndolo cuando la distancia ha sido menor de 5Km y estando la mayoría de estos últimos valores dentro de tolerancia. La sospecha al respecto es que parece existir algún problema con el propio receptor de la antena, la antena en sí o bien con la controladora a la hora de recibir y procesar los datos de correcciones diferenciales.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

La tabla 7.15. de valores mínimos de desviación estándar para la zona Sur del estudio corresponde a la antena Trimble R10.

	X(m)	Y(m)	H(m)	Dist(Km)	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)
0302VCIA00VU1	728494.860	4367435.412	1.879	0	0.019	0.027	0.033
0302VCIA50VU1	729360.479	4363803.172	0.945	5	0.019	0.019	0.033
0302VCIA10VU1	731323.624	4359300.179	2.587	10	0.026	0.034	0.043
0302VCIA20VU1	732968.783	4349154.613	0.860	20	0.031	0.033	0.045
0302VCIA00VU2	728494.854	4367435.406	1.913	0	0.018	0.032	0.037
0302VCIA50VU2	729360.479	4363803.179	0.935	5	0.025	0.026	0.036
0302VCIA10VU2	731323.629	4359300.166	2.612	10	0.037	0.054	0.065
0302VCIA20VU2	732968.770	4349154.586	0.885	20	0.034	0.039	0.052
0302VCIA00VR1	728494.856	4367435.414	1.888	0	0.014	0.023	0.027
0302VCIA50VR1	729360.479	4363803.177	0.950	5	0.014	0.013	0.019
0302VCIA10VR1	731323.627	4359300.170	2.611	10	0.024	0.028	0.037
0302VCIA20VR1	732968.787	4349154.592	0.903	20	0.024	0.028	0.037
0302VCIA00VR2	728494.858	4367435.410	1.890	0	0.013	0.026	0.029
0302VCIA50VR2	729360.476	4363803.183	0.961	5	0.019	0.021	0.028
0302VCIA10VR2	731323.626	4359300.180	2.608	10	0.048	0.062	0.078
0302VCIA20VR2	732968.799	4349154.591	0.955	20	0.029	0.048	0.056
0302VCIA00NR1	728494.862	4367435.410	1.877	0	0.014	0.024	0.028
0302VCIA50NR1	729360.477	4363803.190	0.956	5	0.015	0.017	0.023
0302VCIA10NR1	731323.633	4359300.178	2.608	10	0.016	0.019	0.025
0302VCIA20NR1	732968.780	4349154.584	0.917	20	0.022	0.038	0.044
0302VCIA00NR2	728494.863	4367435.412	1.884	0	0.017	0.030	0.034
0302VCIA50NR2	729360.474	4363803.177	0.958	5	0.020	0.023	0.030
0302VCIA10NR2	731323.632	4359300.169	2.616	10	0.018	0.020	0.027
0302VCIA20NR2	732968.792	4349154.587	0.955	20	0.022	0.045	0.050

Tabla 7.15. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Trimble R10 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.15. se aprecia cómo los valores de precisión mínima correspondientes a la solución de estación única y de red, ambos del ICV la tendencia a perder precisión con la distancia ha sido más acusada en el momento que se cambió la máscara de elevación, superándose la tolerancia rápidamente. El resto ve de nuevo superada la tolerancia a partir de los 5Km de distancia de la estación de referencia.

En ambas soluciones de red, con la salvedad de la superación de la tolerancia en la del ICV, puede observarse cómo los cambios de los valores de precisión con la distancia son estables para una MDE de 10° y que esto se mantiene en las observaciones de solución de red del IGN con una MDE de 20°. Esto último es curioso, dado que la estación de referencia de VCIA la gestiona el ICV y no el IGN; cabría esperar unos mejores resultados de la entidad que la gestiona. Son datos que, pese a superar la tolerancia muchos de ellos permiten observar las tendencias de cada técnica.

Finalmente, en la tabla 7.16. se muestran los valores mínimos de desviación estándar correspondientes a la antena Leica ATX1230.

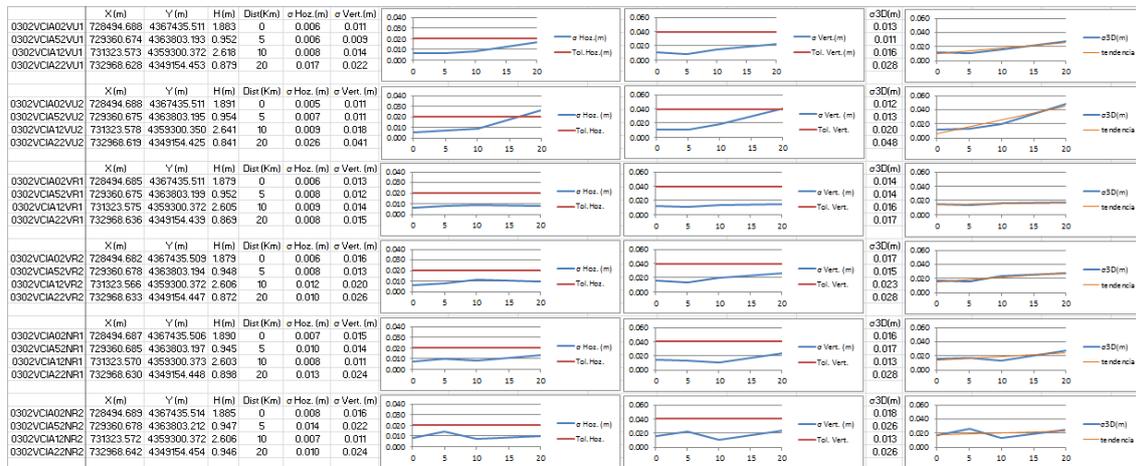


Tabla 7.16. Valores mínimos de desviación estándar para la antena Leica ATX1230 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.16. se aprecia, como vamos viendo a lo largo del estudio, la solvencia de la antena de Leica para resolver ambigüedades y gestionar las correcciones diferenciales que recibe. Puede observarse claramente, ya en los valores de desviación horizontal, la tendencia más acusada de las soluciones de estación única a perder precisión con la distancia, siendo está un poco más notable con MDE de 20° y como los valores de solución de red son más homogéneos. Esto se ve aún más patente en las gráficas de desviación estándar 3D. Todos los valores entran en tolerancia, a excepción del de solución de estación única con MDE de 10° a 20Km de VCIA.

7.3.4. Posición de las antenas en la base de metacrilato.

Una vez visto lo anterior, se pensó que, ya que se conocían las dimensiones de la base de metacrilato sobre la que van montadas las antenas, y las distancias entre los centros de estación de cada una (20 cm entre ellas y 40cm entre los extremos) era posible evaluar la calidad de los resultados de posicionamiento relativo con cada una de las técnicas.

En la figura 7.6. puede apreciarse el orden en que se dispusieron. Primero la Trimble R8 a la izquierda, luego la Trimble R10 en el medio y finalmente la Leica RX1250XC a la derecha. Así se creó una serie de hojas Excel donde se calculó las distancias entre las 3 antenas (1^a-2^a , 2^a-3^a y 1^a-3^a)



Figura 7.6. Disposición de las antenas en la base de metacrilato.
Elaboración propia.

Estas distancias se calcularon en 3D (distancia geométrica), en 2D (distancia horizontal) y 1D (diferencia de altura) y se calculó también qué diferencia tenía cada una de estas distancias con el valor de referencia (20cm en las distancias con la antena del medio, 40cm con las antenas de los extremos de la base y 0cm en cuanto a la diferencia de altura, dado que se consideran a la misma altura las tres).

A continuación se muestran los resultados obtenidos según la zona de estudio y la distancia a la estación de referencia.

7.3.4.1.Zona Norte (VALE)

Empezamos por la zona de estudio Norte (VALE) (tabla 7.17.), en el punto de estacionamiento a ~0Km de la estación de referencia.

R08				R10				L12			
X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)	
0308VALE08VU1	728659.841	4373989.269	4.610	0308VALE00VU1	728659.731	4373989.448	4.605	0308VALE02VU1	728659.632	4373989.623	4.605
0308VALE08VU2	728659.833	4373989.271	4.612	0308VALE00VU2	728659.730	4373989.448	4.597	0308VALE02VU2	728659.631	4373989.630	4.605
0308VALE08VR1	728659.830	4373989.271	4.619	0308VALE00VR1	728659.729	4373989.453	4.602	0308VALE02VR1	728659.627	4373989.630	4.594
0308VALE08VR2	728659.832	4373989.274	4.596	0308VALE00VR2	728659.728	4373989.448	4.587	0308VALE02VR2	728659.621	4373989.623	4.594
0308VALE08NU1	728659.827	4373989.277	4.601	0308VALE00NU1	728659.721	4373989.457	4.595	0308VALE02NU1	728659.629	4373989.630	4.608
0308VALE08NU2	728659.827	4373989.279	4.595	0308VALE00NU2	728659.724	4373989.463	4.574	0308VALE02NU2	728659.626	4373989.631	4.579
0308VALE08NR1	728659.828	4373989.275	4.599	0308VALE00NR1	728659.722	4373989.459	4.587	0308VALE02NR1	728659.623	4373989.624	4.593
0308VALE08NR2	728659.826	4373989.283	4.625	0308VALE00NR2	728659.723	4373989.458	4.587	0308VALE02NR2	728659.623	4373989.635	4.568

R08-R10 (20cm)						R10-L12 (20cm)						R08-L12 (40cm)					
3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)	
VU1	0.210	-0.010	0.210	-0.010	-0.005	VU1	0.201	-0.001	0.201	-0.001	0.000	VU1	0.411	-0.011	0.411	-0.011	-0.005
VU2	0.205	-0.005	0.205	-0.005	-0.015	VU2	0.207	-0.007	0.207	-0.007	0.008	VU2	0.412	-0.012	0.412	-0.012	-0.007
VR1	0.209	-0.009	0.208	-0.008	-0.017	VR1	0.204	-0.004	0.204	-0.004	-0.008	VR1	0.413	-0.013	0.412	-0.012	-0.025
VR2	0.203	-0.003	0.203	-0.003	-0.009	VR2	0.205	-0.005	0.205	-0.005	0.007	VR2	0.408	-0.008	0.408	-0.008	-0.002
NU1	0.209	-0.009	0.209	-0.009	-0.006	NU1	0.197	0.003	0.196	0.004	0.013	NU1	0.405	-0.005	0.405	-0.005	0.006
NU2	0.212	-0.012	0.211	-0.011	-0.021	NU2	0.195	0.005	0.195	0.005	0.005	NU2	0.406	-0.006	0.405	-0.005	-0.016
NR1	0.213	-0.013	0.212	-0.012	-0.012	NR1	0.192	0.008	0.192	0.008	0.006	NR1	0.405	-0.005	0.405	-0.005	-0.006
NR2	0.207	-0.007	0.203	-0.003	-0.038	NR2	0.204	-0.004	0.203	-0.003	-0.019	NR2	0.410	-0.010	0.406	-0.006	-0.057

Tabla 7.17. Datos de posición en la base correspondientes a VALE00K.

En la columna 3D(m) aparece la medida de la distancia geométrica entre las antenas. En la columna DIF 3D(m) se muestra la diferencia que hay entre el anterior dato y el dato de referencia que debería dar, que es de 20cm entre la antena del medio y las laterales y de 40cm entre las antenas de los extremos. Igual sucede con la columna 2D(m) y DIF 2D(m) con la distancia horizontal y finalmente con 1D, que refleja la diferencia de altura entre antenas y que debería ser cercana a 0cm. En rojo aparecen los datos que sobrepasan la tolerancia para ese tipo de dato, que es de 0,045m en 3D, 0,040m en 2D y 0,040m en 1D. En la tabla anterior el único punto en el que se ha superado estas tolerancias establecidas ha sido en el de solución de red del IGN con MDE de 20°, debido a los valores de precisión que aporta la antena R8 de Trimble.

La tabla 7.18. corresponde al punto de estacionamiento de la zona de VALE a ~5Km de distancia de esta estación de referencia.

R08				R10				L12			
X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)	
0308VALE58VU1	730238.026	4378332.247	3.817	0308VALE50VU1	730237.830	4378332.307	3.801	0308VALE52VU1	730237.641	4378332.386	3.810
0308VALE58VU2	730238.022	4378332.252	3.807	0308VALE50VU2	730237.821	4378332.301	3.770	0308VALE52VU2	730237.645	4378332.382	3.816
0308VALE58VR1	730238.025	4378332.248	3.811	0308VALE50VR1	730237.836	4378332.312	3.802	0308VALE52VR1	730237.641	4378332.374	3.804
0308VALE58VR2	730238.021	4378332.253	3.816	0308VALE50VR2	730237.836	4378332.314	3.813	0308VALE52VR2	730237.631	4378332.372	3.784
0308VALE58NU1	730238.019	4378332.250	3.813	0308VALE50NU1	730237.831	4378332.315	3.809	0308VALE52NU1	730237.640	4378332.389	3.811
0308VALE58NU2	730238.009	4378332.250	3.799	0308VALE50NU2	730237.831	4378332.315	3.807	0308VALE52NU2	730237.640	4378332.389	3.798
0308VALE58NR1	730238.023	4378332.262	3.789	0308VALE50NR1	730237.837	4378332.322	3.808	0308VALE52NR1	730237.647	4378332.384	3.801
0308VALE58NR2	730238.024	4378332.261	3.806	0308VALE50NR2	730237.838	4378332.317	3.813	0308VALE52NR2	730237.650	4378332.385	3.809

R08-R10 (20cm)						R10-L12 (20cm)						R08-L12 (40cm)					
3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)	
VU1	0.206	-0.006	0.205	-0.005	-0.016	VU1	0.206	-0.006	0.205	-0.005	0.009	VU1	0.410	-0.010	0.410	-0.010	-0.007
VU2	0.210	-0.010	0.207	-0.007	-0.037	VU2	0.199	0.001	0.194	0.006	0.046	VU2	0.399	0.001	0.399	0.001	0.009
VR1	0.200	0.000	0.200	0.000	-0.009	VR1	0.204	-0.004	0.204	-0.004	0.002	VR1	0.404	-0.004	0.404	-0.004	-0.007
VR2	0.195	0.005	0.195	0.005	-0.003	VR2	0.214	-0.014	0.213	-0.013	-0.029	VR2	0.408	-0.008	0.407	-0.007	-0.032
NU1	0.199	0.001	0.199	0.001	-0.004	NU1	0.205	-0.005	0.205	-0.005	0.002	NU1	0.404	-0.004	0.404	-0.004	-0.002
NU2	0.190	0.010	0.189	0.011	0.008	NU2	0.205	-0.005	0.205	-0.005	-0.009	NU2	0.394	0.006	0.394	0.006	-0.001
NR1	0.196	0.004	0.195	0.005	0.019	NR1	0.200	0.000	0.200	0.000	-0.007	NR1	0.396	0.004	0.395	0.005	0.012
NR2	0.194	0.006	0.194	0.006	0.007	NR2	0.200	0.000	0.200	0.000	-0.004	NR2	0.394	0.006	0.394	0.006	0.003

Tabla 7.18. Datos de posición en la base correspondientes a VALE05K.

Como se ha visto en los resultados de valores mínimos de precisión, las tolerancias se han ido superando por lo general a partir de los 5Km, por tanto pueden ir viéndose valores de las posiciones en la base que empiezan a superar las tolerancias y otros que van aumentando con la distancia a la estación de referencia.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Seguidamente la tabla 7.19, correspondiente al punto de estacionamiento a ~10Km de VALE.

R08					R10					L12							
	X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		
0308VALE18VU1	731599.935	4383406.596	5.981		0308VALE10VU1	731599.902	4383406.400	5.937		0308VALE12VU1	731599.867	4383406.204	5.933				
0308VALE18VU2	731599.929	4383406.588	5.992		0308VALE10VU2	731599.899	4383406.407	5.966		0308VALE12VU2	731599.862	4383406.217	5.989				
0308VALE18VR1	731599.943	4383406.591	5.986		0308VALE10VR1	731599.900	4383406.399	5.977		0308VALE12VR1	731599.881	4383406.220	5.983				
0308VALE18VR2	731599.933	4383406.591	5.979		0308VALE10VR2	731599.908	4383406.417	5.965		0308VALE12VR2	731599.873	4383406.217	5.998				
0308VALE18NU1	731599.940	4383406.602	5.946		0308VALE10NU1	731599.903	4383406.413	5.935		0308VALE12NU1	731599.870	4383406.225	5.949				
0308VALE18NU2	731599.937	4383406.600	5.981		0308VALE10NU2	731599.905	4383406.408	5.974		0308VALE12NU2	731599.876	4383406.227	5.972				
0308VALE18NR1	731599.934	4383406.601	5.962		0308VALE10NR1	731599.907	4383406.407	5.980		0308VALE12NR1	731599.881	4383406.213	5.956				
0308VALE18NR2	731599.937	4383406.602	5.967		0308VALE10NR2	731599.905	4383406.409	5.934		0308VALE12NR2	731599.879	4383406.219	5.948				
R08-R10 (20cm)					R10-L12 (20cm)					R08-L12 (40cm)							
	3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)
VU1	0.204	-0.004	0.199	0.001	-0.044	VU1	0.200	0.000	0.199	0.001	-0.004	VU1	0.401	-0.001	0.398	0.002	-0.048
VU2	0.185	0.015	0.183	0.017	-0.026	VU2	0.195	0.005	0.193	0.007	0.023	VU2	0.377	0.023	0.377	0.023	-0.003
VR1	0.197	0.003	0.197	0.003	-0.009	VR1	0.181	0.019	0.180	0.020	0.006	VR1	0.377	0.023	0.377	0.023	-0.003
VR2	0.176	0.024	0.176	0.024	-0.014	VR2	0.206	-0.006	0.203	-0.003	0.033	VR2	0.379	0.021	0.379	0.021	0.019
NU1	0.193	0.007	0.193	0.007	-0.011	NU1	0.192	0.008	0.191	0.009	0.014	NU1	0.384	0.016	0.384	0.016	0.003
NU2	0.195	0.005	0.195	0.005	-0.007	NU2	0.184	0.016	0.184	0.016	-0.002	NU2	0.378	0.022	0.378	0.022	-0.009
NR1	0.197	0.003	0.196	0.004	0.018	NR1	0.197	0.003	0.196	0.004	-0.024	NR1	0.392	0.008	0.392	0.008	-0.006
NR2	0.198	0.002	0.196	0.004	-0.033	NR2	0.193	0.007	0.192	0.008	0.014	NR2	0.388	0.012	0.388	0.012	-0.019

Tabla 7.19. Datos de posición en la base correspondientes a VALE10K.

Como se ha comentado sobre la tabla 7.18., ya van apareciendo en la tabla 7.19. las consecuencias de superar los valores de tolerancia de las desviaciones estándar mínimas de las observaciones en los valores de coordenadas. En la tabla 7.19. puede apreciarse como el principal problema es con las distancias que tienen en común las observaciones de la antena Trimble R8 y que aparecen en rojo..

Finalmente, la tabla 7.20. muestra los valores del punto de estacionamiento a ~20Km de VALE.

R08					R10					L12							
	X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		X(m)	Y(m)	H(m)		
0308VALE28VU1	734914.577	4391416.554	7.935		0308VALE20VU1	734914.675	4391416.356	7.910		0308VALE22VU1	734914.790	4391416.193	7.854				
0308VALE28VU2	734914.570	4391416.542	7.902		0308VALE20VU2	734914.661	4391416.371	7.899		0308VALE22VU2	734914.789	4391416.187	7.901				
0308VALE28VR1	734914.878	4391416.106	8.722		0308VALE20VR1	734914.670	4391416.356	7.901		0308VALE22VR1	734914.790	4391416.187	7.897				
0308VALE28VR2	734914.020	4391414.547	3.605		0308VALE20VR2	734914.669	4391416.351	7.875		0308VALE22VR2	734914.792	4391416.188	7.889				
0308VALE28NU1	734914.573	4391416.493	7.874		0308VALE20NU1	734914.665	4391416.354	7.873		0308VALE22NU1	734914.800	4391416.205	7.922				
0308VALE28NU2	734914.574	4391416.483	7.875		0308VALE20NU2	734914.682	4391416.349	7.908		0308VALE22NU2	734914.814	4391416.204	7.931				
0308VALE28NR1	734915.048	4391415.196	7.510		0308VALE20NR1	734914.679	4391416.360	7.866		0308VALE22NR1	734914.806	4391416.193	7.867				
0308VALE28NR2	734915.001	4391415.041	6.567		0308VALE20NR2	734914.678	4391416.363	7.865		0308VALE22NR2	734914.816	4391416.212	7.904				
R08-R10 (20cm)					R10-L12 (20cm)					R08-L12 (40cm)							
	3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)
VU1	0.222	-0.022	0.221	-0.021	-0.025	VU1	0.207	-0.007	0.200	0.000	-0.056	VU1	0.427	-0.027	0.419	-0.019	-0.081
VU2	0.194	0.006	0.194	0.006	-0.003	VU2	0.224	-0.024	0.224	-0.024	0.002	VU2	0.417	-0.017	0.417	-0.017	-0.001
VR1	0.883	-0.683	0.325	-0.125	-0.821	VR1	0.207	-0.007	0.207	-0.007	-0.004	VR1	0.833	-0.433	0.120	0.280	-0.825
VR2	4.681	-4.481	1.917	-1.717	4.270	VR2	0.205	-0.005	0.204	-0.004	0.014	VR2	4.652	-4.252	1.813	-1.413	4.284
NU1	0.167	0.033	0.167	0.033	-0.001	NU1	0.207	-0.007	0.201	-0.001	0.049	NU1	0.370	0.030	0.367	0.033	0.048
NU2	0.175	0.025	0.172	0.028	0.033	NU2	0.197	0.003	0.196	0.004	0.023	NU2	0.372	0.028	0.368	0.032	0.056
NR1	1.272	-1.072	1.221	-1.021	0.356	NR1	0.210	-0.010	0.210	-0.010	0.001	NR1	1.086	-0.686	1.026	-0.626	0.357
NR2	1.881	-1.681	1.361	-1.161	1.298	NR2	0.209	-0.009	0.205	-0.005	0.039	NR2	1.787	-1.387	1.185	-0.785	1.337

Tabla 7.20. Datos de posición en la base correspondientes a VALE20K.

En la tabla 7.20. ya puede apreciarse perfectamente las consecuencias que han tenido los elevados valores de precisión de la antena Trimble R8 sobre sus coordenadas y cómo se han superado prácticamente todas las tolerancias establecidas en este estudio de posición sobre la base, destacando en el mismo cómo se superan especialmente las tolerancias relativas a las soluciones de red. También se aprecia que se superan varias tolerancias por parte de la antena Trimble R10 y la Leica ATX1230, lo que nos lleva a concluir que la técnica VRS no sólo empeora claramente la precisión que nos ofrece cuando estamos a tanta distancia de la estación de referencia sino que es muy probable que las coordenadas de los mejores datos de estas soluciones también pierdan exactitud con dicha distancia.

7.3.4.2.Zona Sur (VCIA)

A continuación se muestran las tablas de posición de las antenas sobre la base de metacrilato correspondientes a la zona de estudio Sur, con la estación de referencia de VCIA como referencia.

Empezamos con las coordenadas y posiciones del punto de estacionamiento a ~0Km de la estación de referencia de VCIA (tabla 7.21).

R08				R10				L12			
X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)	
0302VCIA08VU1	728495.041	4367435.322	1.884	0302VCIA00VU1	728494.860	4367435.412	1.879	0302VCIA02VU1	728494.688	4367435.511	1.883
0302VCIA08VU2	728495.040	4367435.319	1.893	0302VCIA00VU2	728494.854	4367435.406	1.913	0302VCIA02VU2	728494.688	4367435.511	1.891
0302VCIA08VR1	728495.034	4367435.321	1.872	0302VCIA00VR1	728494.856	4367435.414	1.888	0302VCIA02VR1	728494.685	4367435.511	1.879
0302VCIA08VR2	728495.033	4367435.325	1.837	0302VCIA00VR2	728494.858	4367435.410	1.890	0302VCIA02VR2	728494.682	4367435.509	1.879
0302VCIA08NR1	728495.040	4367435.305	1.906	0302VCIA00NR1	728494.862	4367435.410	1.877	0302VCIA02NR1	728494.687	4367435.506	1.890
0302VCIA08NR2	728495.036	4367435.303	1.896	0302VCIA00NR2	728494.863	4367435.412	1.884	0302VCIA02NR2	728494.689	4367435.514	1.885

R08-R10 (20cm)						R10-L12 (20cm)						R08-L12 (40cm)					
3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)	
VU1	0.202	-0.002	0.202	-0.002	-0.005	VU1	0.199	0.001	0.199	0.001	0.004	VU1	0.401	-0.001	0.401	-0.001	
VU2	0.206	-0.006	0.205	-0.005	0.020	VU2	0.198	0.002	0.197	0.003	-0.022	VU2	0.401	-0.001	0.401	-0.001	
VR1	0.201	-0.001	0.201	-0.001	0.016	VR1	0.197	0.003	0.197	0.003	-0.009	VR1	0.397	0.003	0.397	0.003	
VR2	0.202	-0.002	0.195	0.005	0.053	VR2	0.203	-0.003	0.202	-0.002	-0.011	VR2	0.399	0.001	0.397	0.003	
NR1	0.209	-0.009	0.207	-0.007	-0.029	NR1	0.200	0.000	0.200	0.000	0.013	NR1	0.407	-0.007	0.406	-0.006	
NR2	0.205	-0.005	0.204	-0.004	-0.012	NR2	0.202	-0.002	0.202	-0.002	0.001	NR2	0.406	-0.006	0.406	-0.006	

Tabla 7.21. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA00K.

En la tabla 7.21 puede apreciarse cómo los resultados de precisión mínima de la antena Trimble R8 ya empiezan a tener consecuencias en los de sus coordenadas, apareciendo un par de valores que superan la tolerancia establecida, relativos a la altura y que corresponden a las observaciones de solución de red del ICV con MDE de 20°. El resto de resultados parecen aceptables. La cercanía de todos ellos a la estación de referencia ha hecho que no se haya superado la tolerancia en la mayoría de ellos.

La tabla 7.22 corresponde al punto de estacionamiento situado a ~5Km de VCIA.

R08				R10				L12			
X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)	
0302VCIA58VU1	729360.280	4363803.154	0.948	0302VCIA50VU1	729360.479	4363803.172	0.945	0302VCIA52VU1	729360.674	4363803.193	0.952
0302VCIA58VU2	729360.286	4363803.152	0.930	0302VCIA50VU2	729360.479	4363803.179	0.935	0302VCIA52VU2	729360.675	4363803.195	0.954
0302VCIA58VR1	729360.291	4363803.150	0.942	0302VCIA50VR1	729360.479	4363803.177	0.950	0302VCIA52VR1	729360.675	4363803.199	0.952
0302VCIA58VR2	729360.287	4363803.146	0.950	0302VCIA50VR2	729360.476	4363803.183	0.961	0302VCIA52VR2	729360.678	4363803.194	0.948
0302VCIA58NR1	729360.290	4363803.151	0.950	0302VCIA50NR1	729360.477	4363803.190	0.956	0302VCIA52NR1	729360.685	4363803.197	0.945
0302VCIA58NR2	729360.284	4363803.143	0.969	0302VCIA50NR2	729360.474	4363803.177	0.958	0302VCIA52NR2	729360.678	4363803.212	0.947

R08-R10 (20cm)						R10-L12 (20cm)						R08-L12 (40cm)					
3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)	
VU1	0.200	0.000	0.200	0.000	-0.003	VU1	0.196	0.004	0.196	0.004	0.007	VU1	0.396	0.004	0.396	0.004	
VU2	0.195	0.005	0.195	0.005	0.005	VU2	0.197	0.003	0.197	0.003	0.019	VU2	0.392	0.008	0.391	0.009	
VR1	0.190	0.010	0.190	0.010	0.008	VR1	0.198	0.002	0.198	0.002	0.002	VR1	0.388	0.012	0.387	0.013	
VR2	0.193	0.007	0.193	0.007	0.011	VR2	0.203	-0.003	0.203	-0.003	-0.013	VR2	0.394	0.006	0.394	0.006	
NR1	0.191	0.009	0.191	0.009	0.006	NR1	0.208	-0.008	0.208	-0.008	-0.011	NR1	0.398	0.002	0.398	0.002	
NR2	0.193	0.007	0.193	0.007	-0.011	NR2	0.207	-0.007	0.207	-0.007	-0.011	NR2	0.401	-0.001	0.400	0.000	

Tabla 7.22. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA05K.

La tabla 7.22 muestra unos resultados muy buenos en cuanto a la exactitud de las coordenadas, no viéndose superada la tolerancia en ningún caso. Se puede ver algún valor un poco más elevado que en la anterior tabla, pero todavía dentro de la tolerancia.

A continuación las posiciones sobre la base de metacrilato en el punto de estacionamiento situado a ~10Km de VCIA (tabla 7.23.).

R08				R10				L12			
X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)	
0302VCIA18VU1	731323.600	4359299.437	5.652	0302VCIA10VU1	731323.624	4359300.179	2.587	0302VCIA12VU1	731323.573	4359300.372	2.618
0302VCIA18VU2	731322.135	4359296.484	12.222	0302VCIA10VU2	731323.629	4359300.166	2.612	0302VCIA12VU2	731323.578	4359300.350	2.641
0302VCIA18VR1	731322.628	4359296.900	8.989	0302VCIA10VR1	731323.627	4359300.170	2.611	0302VCIA12VR1	731323.575	4359300.372	2.605
0302VCIA18VR2	731322.975	4359298.954	4.505	0302VCIA10VR2	731323.626	4359300.180	2.608	0302VCIA12VR2	731323.566	4359300.372	2.606
0302VCIA18NR1	731323.857	4359299.806	2.518	0302VCIA10NR1	731323.633	4359300.178	2.608	0302VCIA12NR1	731323.570	4359300.373	2.603
0302VCIA18NR2	731323.965	4359298.243	3.549	0302VCIA10NR2	731323.632	4359300.169	2.616	0302VCIA12NR2	731323.572	4359300.372	2.606

R08-R10 (20cm)						R10-L12 (20cm)						R08-L12 (40cm)					
3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)	
VU1	3.154	-2.954	0.742	-0.542	-3.065	VU1	0.202	-0.002	0.200	0.000	0.031	VU1	3.175	-2.775	0.935	-0.535	
VU2	10.399	-10.199	3.974	-3.774	-9.610	VU2	0.193	0.007	0.191	0.009	0.029	VU2	10.432	-10.032	4.126	-3.726	
VR1	7.237	-7.037	3.419	-3.219	-6.378	VR1	0.209	-0.009	0.209	-0.009	-0.006	VR1	7.328	-6.928	3.599	-3.199	
VR2	2.351	-2.151	1.388	-1.188	-1.897	VR2	0.201	-0.001	0.201	-0.001	-0.002	VR2	2.442	-2.042	1.536	-1.136	
NR1	0.443	-0.243	0.434	-0.234	0.090	NR1	0.205	-0.005	0.205	-0.005	-0.005	NR1	0.642	-0.242	0.636	-0.236	
NR2	2.166	-1.966	1.955	-1.755	-0.933	NR2	0.212	-0.012	0.211	-0.011	-0.011	NR2	2.361	-1.961	2.165	-1.765	

Tabla 7.23. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA10K.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En la tabla 7.23. puede comprobarse cómo, de nuevo, cuando aumenta la distancia a la estación de referencia el equipo Trimble R8 empieza a presentar problemas para resolver en condiciones las ambigüedades y dar unas coordenadas con fiabilidad. Los datos de precisión en estos puntos no eran buenos. Recordemos que daban un salto considerable en esta distancia. Así, puede apreciarse como la consecuencia de esto en los datos de coordenadas hace que sean poco exactos y estén así situados lejos de la realidad.

Por otro lado, cabe reconocer que los resultados de la antena Trimble R10 y la Leica ATX1230 ofrecen coordenadas con una exactitud que no supera las tolerancias.

Finalmente se muestra en la última tabla las posiciones sobre la base en el punto de estacionamiento situado a ~20Km de VCIA (tabla 7.24.).

R08				R10				L12			
	X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)		X (m)	Y (m)	H (m)
0302VCIA28VU1	732968.914	4349154.716	0.855	0302VCIA20VU1	732968.783	4349154.613	0.860	0302VCIA22VU1	732968.628	4349154.453	0.879
0302VCIA28VU2	732968.981	4349154.689	1.023	0302VCIA20VU2	732968.770	4349154.586	0.885	0302VCIA22VU2	732968.619	4349154.425	0.841
0302VCIA28VR1	732967.566	4349156.009	0.757	0302VCIA20VR1	732968.787	4349154.582	0.903	0302VCIA22VR1	732968.636	4349154.439	0.869
0302VCIA28VR2	732969.473	4349155.811	2.270	0302VCIA20VR2	732968.799	4349154.591	0.965	0302VCIA22VR2	732968.633	4349154.447	0.872
0302VCIA28NR1	732968.921	4349154.711	0.911	0302VCIA20NR1	732968.780	4349154.584	0.917	0302VCIA22NR1	732968.630	4349154.448	0.898
0302VCIA28NR2	732968.988	4349154.684	0.784	0302VCIA20NR2	732968.792	4349154.587	0.955	0302VCIA22NR2	732968.642	4349154.454	0.946

R08-R10 (20cm)					R10-L12 (20cm)					R08-L12 (40cm)							
	3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)		3D (m)	DIF 3D (m)	2D(m)	DIF 2D(m)	1D(m)
VU1	0.167	0.033	0.167	0.033	0.005	VU1	0.224	-0.024	0.223	-0.023	0.019	VU1	0.390	0.010	0.389	0.011	0.024
VU2	0.272	-0.072	0.235	-0.035	-0.138	VU2	0.225	-0.025	0.221	-0.021	-0.044	VU2	0.484	-0.084	0.448	-0.048	-0.182
VR1	1.884	-1.684	1.878	-1.678	0.146	VR1	0.211	-0.011	0.208	-0.008	-0.034	VR1	1.904	-1.504	1.900	-1.500	0.112
VR2	1.909	-1.709	1.394	-1.194	-1.305	VR2	0.239	-0.039	0.220	-0.020	-0.093	VR2	2.126	-1.726	1.602	-1.202	-1.398
NR1	0.190	0.010	0.190	0.010	0.006	NR1	0.204	-0.004	0.203	-0.003	-0.019	NR1	0.393	0.007	0.393	0.007	-0.013
NR2	0.278	-0.078	0.219	-0.019	0.171	NR2	0.201	-0.001	0.201	-0.001	-0.009	NR2	0.446	-0.046	0.416	-0.016	0.162

Tabla 7.24. Datos de posición en la base correspondientes a VCIA20K.

En la tabla 7.24. ya se ve claramente cómo afecta a la exactitud de las coordenadas los valores de desviación estándar obtenidos a 20Km de la estación de referencia. Ahora, además de las observaciones de la antena Trimble R8 también se ven afectadas las de la Trimble R10 y de la Leica ATX1230, superándose las tolerancias especialmente en las observaciones del ICV. Cabe anotar que si bien se supera la tolerancia, esto se hace cuanto apenas unos milímetros en horizontal. En altura sí que se produce un exceso de tolerancia, sobre todo por una pérdida de precisión en este punto que sufre la antena Trimble R10.

Así, de nuevo se comprueba cómo la pérdida de la precisión con la distancia también lleva consigo una pérdida en la exactitud y la fiabilidad de las coordenadas correspondientes.

No obstante, estas posiciones en la base de las antenas se han llevado a cabo con coordenadas resultantes de las observaciones VRS. Ahora, lo interesante será ver en el siguiente apartado, donde se comparan estas coordenadas con las obtenidas en los estáticos.

7.3.5. Comparación de coordenadas Estático – VRS.

Como se comentó anteriormente en la parte teórica, una cosa es la precisión que hayamos tenido en nuestras coordenadas y otra la exactitud de estas, o lo que es lo mismo, cuán cerca se encuentran estas respecto a la realidad. En nuestro caso el dato que vamos a considerar más cercano a la realidad es el que obtuvimos con los estáticos.

Así estos serán nuestros referentes. Es por eso que el siguiente punto del estudio consistió en calcular mediante una hoja Excel la diferencia que se había encontrado entre las coordenadas VRS y las del estático, resultando en unas tablas y unas gráficas parecidas a las del primer apartado del estudio anterior, pero esta vez con datos sobre la diferencia de coordenadas horizontales calculada, así como la diferencia de coordenadas verticales y finalmente una diferencia de coordenadas 3D.

7.3.5.1.Zona Norte (VALE).

Como viene siendo habitual en el estudio empezamos con la zona de estudio Norte, correspondiente a la estación de referencia de VALE.

La primera de las tablas (tabla 7.25.) es la referente a la antena Trimble R8.

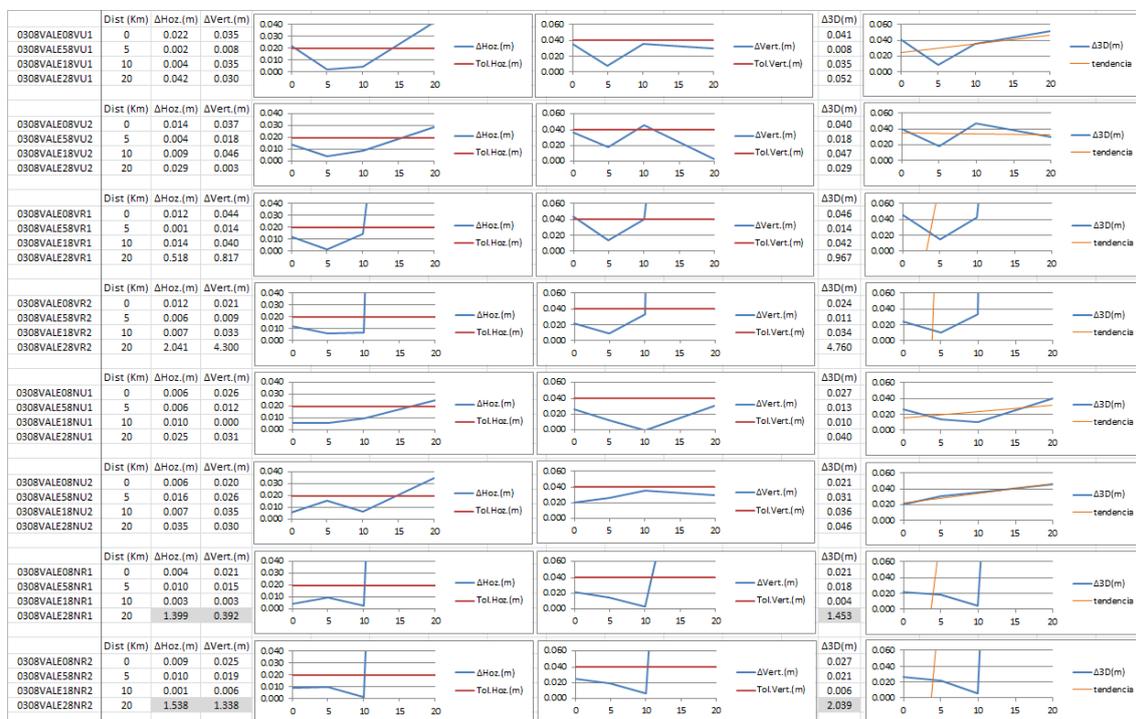


Tabla 7.25. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R8 en la Zona Norte (VALE).

Las líneas rojas horizontales que aparecen en estas y las demás gráficas que vienen a continuación representan la tolerancia de la que hemos estado hablando (0.020m en horizontal y 0.040m en vertical). Así, se puede apreciar que la antena Trimble R8 presenta finalmente una buena exactitud en las coordenadas de los puntos observados hasta los 10Km de VALE. A partir de esta distancia es cuando empieza a tener problemas para resolver ambigüedades. Esto se ve reflejado en los resultados de exactitud, que van superando la tolerancia conforme incrementa la distancia. Los valores peores de exactitud son los obtenidos mediante la solución de red, tanto del ICV como del IGN. Los valores de incrementos de coordenadas 3D muestran su tendencia a incrementarse con la distancia, como era de esperar.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

A continuación se muestran los valores de incrementos de coordenadas relativos a la antena Trimble R10 (tabla 7.26.).

	Dist(Km)	Δ hoz.(m)	Δ vert.(m)			Δ 3D(m)	
0308VALE00VU1	0	0.009	0.013				0.016 0.023 0.039 0.025
0308VALE05VU1	5	0.014	0.018				
0308VALE10VU1	10	0.005	0.039				
0308VALE20VU1	20	0.007	0.024				
0308VALE00VU2	0	0.008	0.005				0.013 0.009 0.054 0.010 0.027
0308VALE05VU2	5	0.023	0.049				
0308VALE10VU2	10	0.002	0.010				
0308VALE20VU2	20	0.024	0.013				
0308VALE00VR1	0	0.008	0.010				0.019 0.006 0.017
0308VALE05VR1	5	0.008	0.017				
0308VALE10VR1	10	0.006	0.001				
0308VALE20VR1	20	0.007	0.015				
0308VALE00VR2	0	0.006	0.005				0.008 0.008 0.019 0.011
0308VALE05VR2	5	0.006	0.006				
0308VALE10VR2	10	0.015	0.011				
0308VALE20VR2	20	0.003	0.011				
0308VALE00NU1	0	0.008	0.010				0.012 0.020 0.042 0.015
0308VALE05NU1	5	0.006	0.010				
0308VALE10NU1	10	0.009	0.041				
0308VALE20NU1	20	0.008	0.013				
0308VALE00NU2	0	0.014	0.018				0.023 0.013 0.006 0.024
0308VALE05NU2	5	0.006	0.012				
0308VALE10NU2	10	0.006	0.002				
0308VALE20NU2	20	0.010	0.022				
0308VALE00NR1	0	0.010	0.005				0.011 0.009 0.011 0.008 0.023
0308VALE05NR1	5	0.008	0.003				
0308VALE10NR1	10	0.007	0.004				
0308VALE20NR1	20	0.012	0.020				
0308VALE00NR2	0	0.009	0.005				0.010 0.007 0.043 0.026
0308VALE05NR2	5	0.004	0.006				
0308VALE10NR2	10	0.007	0.042				
0308VALE20NR2	20	0.015	0.021				

Tabla 7.26. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R10 en la Zona Norte (VALE).

En la tabla 7.26. puede apreciarse como los datos obtenidos, en comparación con los de la Trimble R8, han mejorado sustancialmente. Tienen una mayor exactitud y, quitando de alguna observación en concreto, entran todos dentro de tolerancia, tanto en horizontal como vertical. En la gráfica del incremento 3D se puede apreciar con más claridad cómo la tendencia general es la pérdida de precisión, así como de exactitud con la distancia, siendo esta más tenue en los casos de solución de red, aunque se aprecie en algún caso, como en la solución de red del IGN con máscara de elevación de 20° donde es más acentuada, quizá debido precisamente a la pérdida de satélites con la elevación de máscara.

Finalmente se muestra la última tabla (tabla 7.27.), correspondiente a la zona Sur de estudio, y que refleja los valores de incrementos de coordenadas de la antena Leica ATX1230.

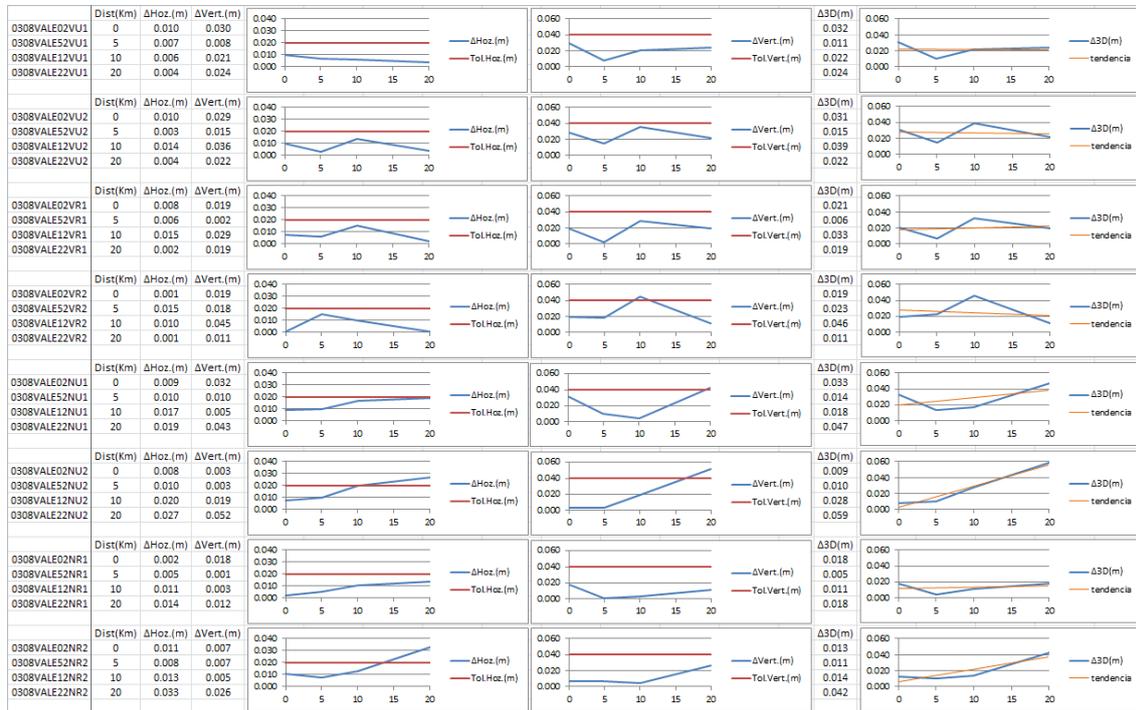


Tabla 7.27. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Leica ATX1230 en la Zona Norte (VALE).

En la tabla 7.27. ocurre algo parecido a lo visto en los resultados de la antena Trimble R10, prácticamente todos los resultados entran en tolerancia, siendo algo menos fiables los obtenidos con las soluciones del IGN, sobre todo los observados con máscara de elevación de 20°. En estos últimos se ve claramente cómo la exactitud va empeorando hasta superar la tolerancia a partir de los 10Km de distancia de VALE. Todos los resultados mediante soluciones del ICV entran en tolerancia y son bastante estables en su composición 3D conforme aumenta la distancia a VALE. En los resultados obtenidos mediante soluciones del IGN se aprecia una pérdida de la exactitud más acentuada conforme aumenta la distancia a la estación de referencia, siendo algo menos pronunciada la tendencia en los datos de observación por solución de red, como era de esperar.

7.3.5.2.Zona Sur (VCIA).

A continuación los resultados obtenidos para incrementos de coordenadas correspondientes a la zona de estudio Sur, y con distancias respecto a la estación de referencia VCIA. La tabla 7.28 corresponde a la antena Trimble R8.

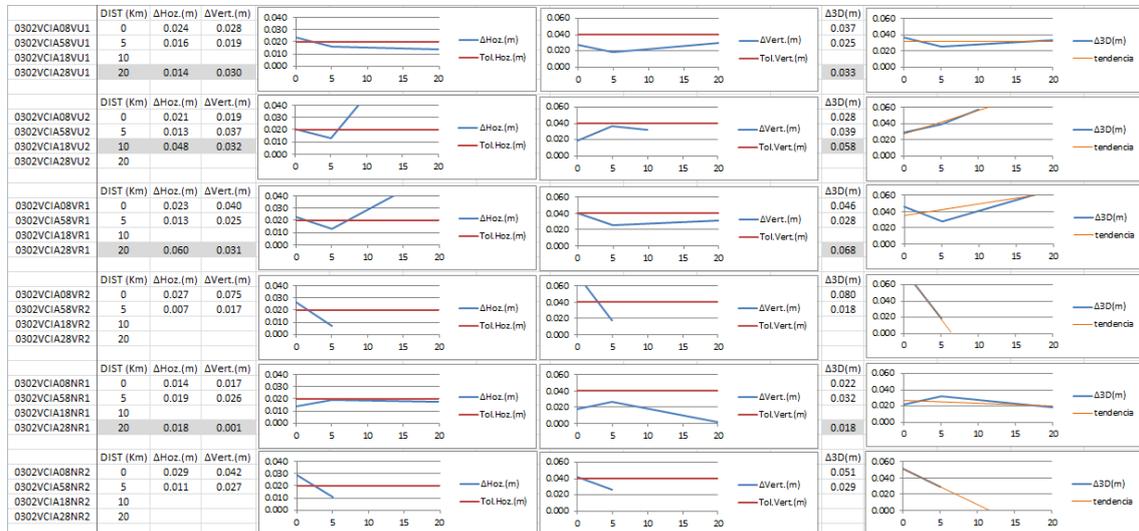


Tabla 7.28. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R8 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.28. pueden observarse unos datos que aparecen resaltados. Estos son datos que, como se mencionó anteriormente, se obtuvieron mediante un sencillo estudio estadístico sobre las coordenadas de la observación con esa técnica, dado que los datos de precisión propios eran muy elevados. Estos nuevos datos son algo mejores y más cercanos a las coordenadas del estático, pero aun así presentan desviaciones estándar algo elevadas, por lo que se decidió resaltarla para indicar que en estos punto hubo algún incidente que provocó este valor elevado. También puede apreciarse que faltan datos en algunas celdas. Estos valores se salían definitivamente de tolerancia por varios metros, con precisión de observación similar a GPS en tiempo real, por lo que, al igual que se puede apreciar en otras tablas, se decidió prescindir de estas observaciones. Es por eso que sus gráficas correspondientes aparecen cortadas.

Dicho esto, de las únicas gráficas que podría extraerse alguna conclusión sería de la 1ª, 4ª y 5ª, correspondientes a la solución de estación única del ICV, que demuestra una tendencia a perder exactitud con la distancia y saliendo de la tolerancia ya a los 5Km de VCIA. La 4ª, correspondiente a la solución de red del ICV con máscara de elevación de 20°, pese a haber apenas información muestra una tendencia estable con la distancia, como es de esperar de una solución de red; con una precisión uniforme a lo largo y ancho del territorio. En el último caso que se puede estudiar, la 5ª gráfica y que corresponde a la solución de red del IGN con una máscara de elevación de 10°, puede apreciarse precisamente este comportamiento que se acaba de comentar. Su valor de exactitud es bajo al principio, saliéndose de la tolerancia y se va estabilizando a lo largo de la distancia. La exactitud de esta última en 3D entraría en tolerancia desde principio, con lo que podría considerarse un resultado aceptable.

Los siguientes resultados (tabla 7.29) corresponden a la antena Trimble R10.

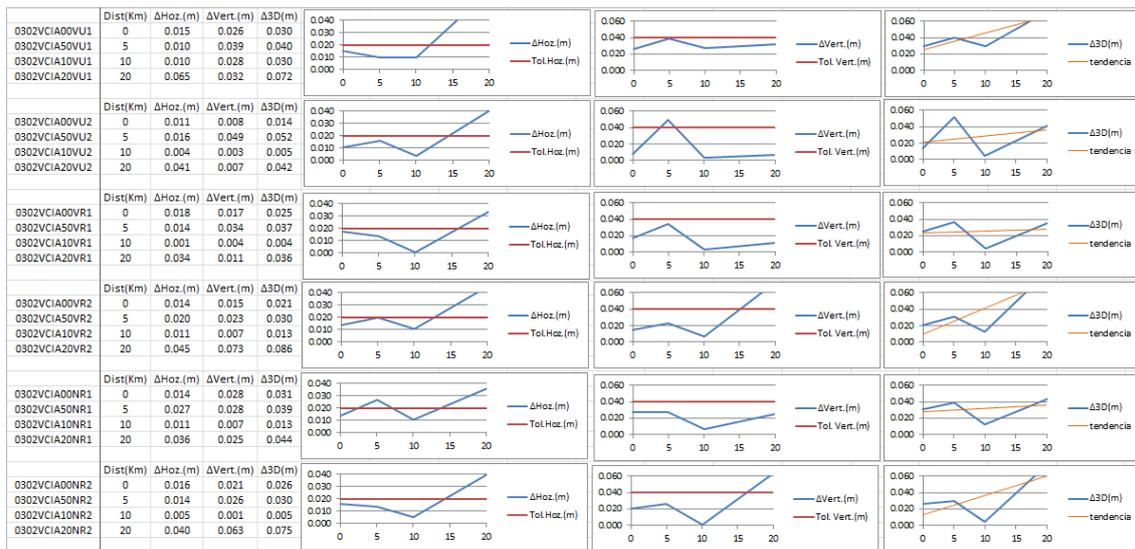


Tabla 7.29. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Trimble R10 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.29 ya se aprecia de nuevo un comportamiento del equipo más estable y unos resultados más aceptables, permitiendo analizar un poco mejor qué es lo que está pasando. En la mayoría de los casos nos encontramos dentro de tolerancia hasta que se superan los 10Km de distancia a la estación de referencia de VCIA. En el incremento de coordenadas 3D se puede apreciar mejor cómo la exactitud se va perdiendo conforme aumenta la distancia a la estación de referencia siendo menos acusada la tendencia en los casos de solución de red, tanto del ICV como del IGN, aunque esta se vea aumentada cuando subimos la máscara de elevación. El comportamiento de los datos sigue así lo que nos expone la teoría VRS.

Finalmente se muestran los resultados correspondientes a la antena Leica RX1250XC.

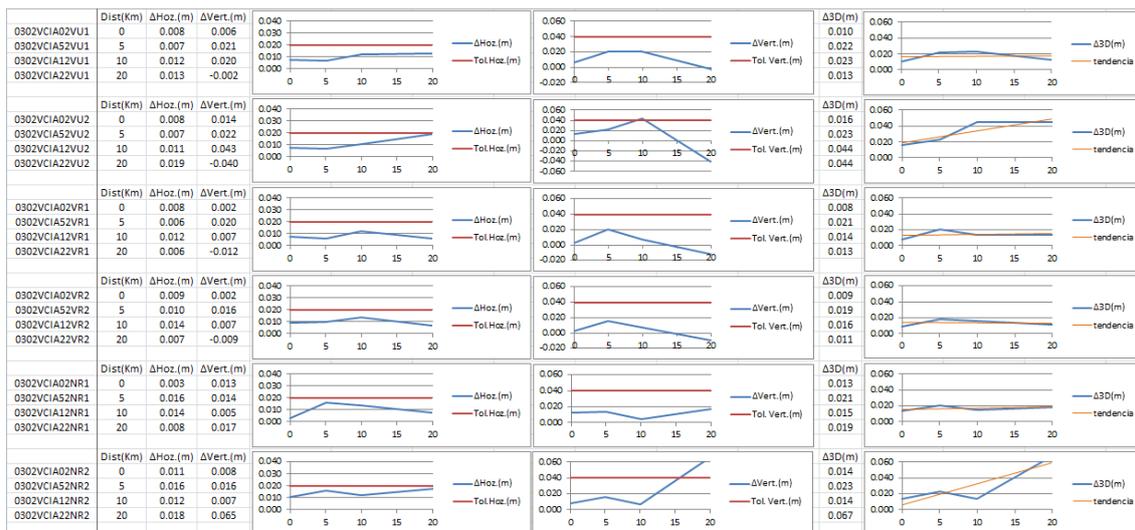


Tabla 7.30. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D para la antena Leica ATX1230 en la Zona Sur (VCIA).

En la tabla 7.30 puede comprobarse de nuevo la capacidad de resolución de ambigüedades que ofrece el equipo Leica 1200 con la antena RX1250XC. Todos los datos de las observaciones entran en tolerancia, tanto en horizontal como en vertical, con la salvedad de la observación vertical al IGN mediante solución de red con máscara de elevación de 20°. La exactitud de estos resultados es la mejor. En los datos de incrementos de coordenadas 3D podemos ver mejor que es lo que ha estado sucediendo durante las diferentes observaciones. Puede apreciarse cómo en todas las observaciones con máscara de elevación de 10° el comportamiento es el esperado por cada técnica de observación. La solución por estación única experimenta una ligera pérdida de exactitud con la distancia, mientras que las soluciones de red presentan una exactitud estabilizada con la distancia. Estos comportamientos cambian en cuanto modificamos y subimos la máscara de elevación a 20°, que es cuando puede comprobarse que en la solución por estación única del ICV la exactitud se pierde con una tendencia mayor. E igual sucede con la solución de red del IGN, llegando en este último caso a salirse de la tolerancia en el estacionamiento a ~20Km de VCIA.

Este último es sin duda el mejor de los resultados, dado que este equipo Leica 1200, con su antena ATX1230, no sólo ha ofrecido unos valores de precisión en VRS dentro de tolerancia, sino que también lo ha hecho en este último estudio de comparación con las coordenadas de los estáticos, teniendo por tanto muy buena exactitud y fiabilidad.

7.3.6. Conclusiones al estudio según distancias a la estación de referencia.

Una vez vistos los resultados anteriores, se aprecia, en las técnicas de observación mediante estación única, una clara tendencia a perder precisión conforme nos alejamos de la estación de referencia, que es lo esperado a partir de lo visto respecto al funcionamiento de este tipo de solución en VRS.

En cuanto a las observaciones con solución de red, sería de esperar que los resultados fueran más estables, pero se ha comprobado una ligera (y en ocasiones no tan ligera) tendencia a perder precisión con la distancia a la estación de referencia característica de cada zona de estudio. Dado que se desconoce el algoritmo para la solución de red, no se puede establecer por qué afecta la distancia a la estación de referencia cuando, en un principio, se afirma que la precisión es homogénea a lo largo del territorio utilizando este tipo de solución.

En ambos tipos de solución se ha observado un mayor incremento del fenómeno cuando se ha cambiado la máscara de elevación, como era de esperar. No obstante, en ocasiones, cuando ha habido bastantes satélites, este cambio no ha afectado apenas a las observaciones.

En cuanto a la comprobación de la posición de las antenas sobre la base de metacrilato, ha permitido ver cómo las coordenadas empezaban a perder precisión conforme se alejaban de la estación de referencia, empezando con valores por encima de la tolerancia en altura para acabar superándola en altura, distancia reducida y geométrica.

Finalmente, al comparar las observaciones VRS con los datos de los estáticos, que ha sido una manera de comprobar la exactitud de las coordenadas, se ha podido demostrar definitivamente cómo la pérdida de precisión con la distancia a la estación de referencia conlleva también una pérdida en la exactitud y fiabilidad de las coordenadas.

7.4. Estudio de las observaciones según condiciones atmosféricas.

En esta parte del trabajo se va a presentar los resultados de las observaciones realizadas en un mismo punto de estacionamiento determinado en diferentes condiciones atmosféricas de humedad ambiental. El punto de estacionamiento escogido para la realización de las observaciones ha sido el mismo que se ha utilizado con anterioridad para observar a la estación de referencia de VALE a ~0Km, situado en la huerta de Alboraya, al Norte de la Universidad Politécnica de Valencia.

7.4.1. El retardo troposférico.

Esta parte del estudio consiste en comprobar si en las observaciones mediante VRS tiene efecto el retardo troposférico. La troposfera es una parte de la atmósfera, y se considera, a efectos de las observaciones GNSS, que está formada por la troposfera, tropopausa y estratosfera. Este retardo afecta tanto al código, en su modulación, como a la fase. Se considera que depende de la temperatura, la presión atmosférica y la humedad. Es por eso que en este estudio ha querido verse cómo afecta la humedad a las observaciones mediante VRS.

Diversos modelos troposféricos permiten mejorar los resultados afectados de retardo troposférico, entre ellos el de Hopfield

Éste consta de dos componentes:

- Una seca, relativa a la atmósfera hidrostática y que varía con la temperatura y la presión atmosférica, fácil de modelizar, con ligeras variaciones diarias y cuyo error supone un 90% del total.
- Y otra húmeda, debida al vapor de agua, muy variable y difícil de modelar, suponiendo un 10% del error total por retardo troposférico.

También se utilizan funciones de mapeo troposférico, como la Global Mapping, que permiten corregir este efecto en cualquiera que sea la dirección de la que llegue la señal, a partir del retraso troposférico cenital, que se toma como referencia (Berné et al., 2013) [27].

Cabe recordar aquí que, como se comentó anteriormente en el flujo de trabajo de VRS, durante el mismo, el centro de control realiza los cálculos y modelados para corregir este efecto, con lo que, es de esperar que no se aprecien variaciones en las observaciones con los diferentes valores de humedad mediante VRS, dado que, en un principio ya los recibimos corregidos de estos factores. No obstante, vamos a ver qué resultados se han obtenido.

7.4.2. Características del estudio.

Este sencillo estudio consistió hacer observaciones mediante las mismas técnicas aplicadas en el estudio anterior, pero cumpliendo unas condiciones atmosféricas determinadas en el momento de observación. El factor atmosférico que se tuvo en cuenta fue el de la humedad en el ambiente; el porcentaje de humedad concretamente.

Para ello se empleó una sencilla estación meteorológica Oregon Scientific EM-913R (figura 7.7.).



Figura 7.7. Estación meteorológica. Elaboración propia.

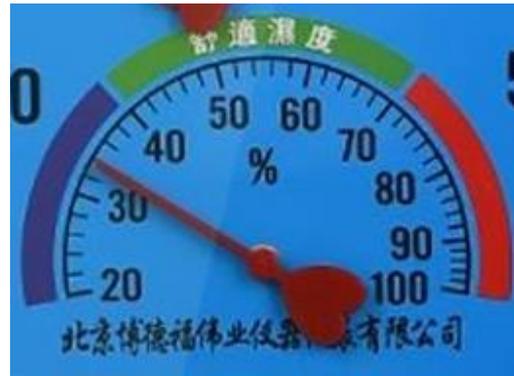


Figura 7.8. Porcentajes de referencia. Amazon.de.

Se trata de un termómetro e higrómetro que indica tanto la temperatura como la humedad relativa con una resolución de 1°C y 1% respectivamente. Este higrómetro, junto con otros consultados (figura 7.8) considera ambiente seco cuando la humedad está por debajo del 40%, ambiente de confort para un valor entre 40% y 70%, y ambiente húmedo por encima del 70% de humedad. Así, estos valores se han tomado como referencia para las observaciones VRS en seco, humedad media y húmedo.

Antes de salir a campo para realizar las observaciones se estuvo consultando la página Web de “El tiempo¹¹” en la zona de observaciones, Alboraya (figura 7.9.), para ver si la predicción de humedad en el ambiente se iba a acomodar a alguno de los tres intervalos que se comentan arriba.

Horas	Previsión	Viento	Velocidad	Rachas	Lluvias	Nubos	Truenos	Humedad
Ahora	33° ☀️	↙	7 km/h	11 km/h	--	--	--	36 %
14:00	32° ☀️	↘	21 km/h	31 km/h	0 mm	60%	0%	42%
15:00	32° ☀️	↘	22 km/h	32 km/h	0 mm	70%	0%	43%
16:00	32° ☀️	↘	21 km/h	32 km/h	0 mm	70%	0%	43%
17:00	32° ☀️	↘	20 km/h	30 km/h	0 mm	70%	0%	44%
18:00	31° 🌤️	←	18 km/h	27 km/h	0 mm	20%	0%	44%

Figura 7.9. Predicción meteorológica de la página de “el tiempo”.

¹¹ <http://www.eltiempo.es>

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

A su vez, en el momento de las observaciones se aseguró que se estaban cumpliendo las condiciones atmosféricas para las mismas y se tomaron varias fotos para documentarlo.

7.4.3. Fechas de salidas a campo.

7.4.3.1. Salida para observaciones con ambiente seco.

El día 23 de Marzo de 2017, habiéndose consultado el parte meteorológico, se salió a campo a realizar observaciones para un porcentaje de humedad por debajo del 40%. Como puede apreciarse en la figura 7.10., el valor de humedad mínimo registrado durante las observaciones fue de un 32%, con una temperatura en ese momento de 17°C. A este trabajo se le dio el nombre de SECO, que es el que aparecerá en sus observaciones.



Figura 7.10. Salida para observaciones con % de humedad bajo (0% ~ 40%)
Elaboración propia.

7.4.3.2. Salida para observaciones con ambiente de humedad media (confortable).

El día 8 de Marzo de 2017, se salió a campo para realizar las observaciones con un valor de humedad en ambiente, entre 40% y 70% de humedad. El valor de humedad registrado para el momento de las observaciones se situó en un 44%, con una temperatura de 19°C (figura 7.11.). Este trabajo recibió el nombre de MEDI por tratarse de unos valores de humedad medios.



Figura 7.11. Salida para observaciones con % de humedad medio (40% ~ 70%).
Elaboración propia.

7.4.3.3. Salida para observaciones con ambiente húmedo.

Finalmente hubo que esperar hasta el 27 de Abril de 2017 para tener unos valores de humedad en el ambiente por encima del 70%. El valor de humedad registrado para el momento de las observaciones fue del 95%, con una temperatura de 19°C (figura 7.12.). Este trabajo recibió el nombre de HUME.



Figura 7.12. Salida para observaciones con % de humedad alto (70% ~ 100%).
Elaboración propia.

7.4.4. Resultados obtenidos.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en el estudio. Se empieza presentando los valores máximos y mínimos de precisión para luego mostrar los resultados en función de la precisión mínima según la técnica de observación empleada para finalmente mostrar los incrementos o desplazamientos de las observaciones mediante VRS respecto a los mismos datos obtenidos mediante el estático.

7.4.4.1. Máximos y mínimos.

De igual manera que se hizo en el anterior estudio pasamos ahora a analizar los valores máximos y mínimos de precisión para ver su comportamiento y la presencia de posibles incidencias.

En la tabla 7.31 se muestran los valores máximos de precisión observados. Aparecen remarcados en fondo de color rojo claro los valores más altos dentro de los grupos de observaciones, según % de humedad y antena utilizada. Con fondo rojo oscuro y texto en blanco aparece el valor más alto para cada antena. Finalmente el valor más alto por % de humedad, que ha coincidido por lo general con el anterior se ha dejado señalado como estaba, excepto con el caso de la humedad media (MEDI), que aparece remarcada con fondo rojo claro y texto en rojo oscuro. En la tabla 7.32., se han remarcado de igual manera los valores mínimos en tonalidades de verde y siguiendo el anterior criterio.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

SECO	R8			R10			L12		
	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.028	0.034	0.044	0.009	0.010	0.013	0.017	0.024	0.029
VU2	0.050	0.069	0.085	0.019	0.031	0.036	0.074	0.138	0.157
VR1	0.029	0.035	0.045	0.010	0.013	0.016	0.025	0.033	0.041
VR2	0.050	0.092	0.105	0.013	0.022	0.026	0.027	0.057	0.063
NU1	0.016	0.022	0.027	0.010	0.014	0.017	0.018	0.033	0.038
NU2	0.021	0.044	0.049	0.010	0.018	0.021	0.018	0.039	0.043
NR1	0.035	0.043	0.055	0.011	0.016	0.019	0.020	0.031	0.037
NR2	0.029	0.088	0.093	0.010	0.019	0.021	0.015	0.038	0.041
MEDI	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.026	0.034	0.043	0.009	0.009	0.013	0.020	0.034	0.039
VU2	0.025	0.038	0.045	0.016	0.019	0.025	0.016	0.032	0.036
VR1	0.031	0.041	0.051	0.011	0.013	0.017	0.018	0.031	0.036
VR2	0.031	0.052	0.061	0.015	0.019	0.024	0.018	0.031	0.036
NU1	0.023	0.034	0.041	0.009	0.010	0.013	0.014	0.020	0.024
NU2	0.022	0.036	0.042	0.017	0.024	0.029	0.026	0.041	0.049
NR1	0.038	0.056	0.068	0.007	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025
NR2	0.038	0.062	0.073	0.010	0.016	0.019	0.026	0.052	0.058
HUME	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.033	0.037	0.050	0.012	0.018	0.022	0.016	0.024	0.029
VU2	0.032	0.045	0.055	0.014	0.023	0.027	0.023	0.040	0.046
VR1	0.027	0.042	0.050	0.016	0.025	0.030	0.038	0.060	0.071
VR2	0.026	0.042	0.049	0.013	0.019	0.023	0.013	0.023	0.026
NU1	0.018	0.025	0.031	0.008	0.011	0.014	0.014	0.023	0.027
NU2	0.044	0.051	0.067	0.015	0.022	0.027	0.051	0.107	0.119
NR1	0.045	0.057	0.073	0.011	0.014	0.018	0.013	0.019	0.023
NR2	0.179	0.229	0.291	0.014	0.020	0.024	0.024	0.039	0.046

Tabla 7.31. Valores máximos registrados.

SECO	R8			R10			L12		
	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.010	0.013	0.016	0.008	0.009	0.012	0.008	0.012	0.014
VU2	0.014	0.020	0.024	0.014	0.022	0.026	0.013	0.025	0.028
VR1	0.012	0.016	0.020	0.008	0.009	0.012	0.013	0.018	0.022
VR2	0.012	0.021	0.024	0.008	0.012	0.014	0.012	0.020	0.023
NU1	0.006	0.008	0.010	0.007	0.011	0.013	0.008	0.017	0.019
NU2	0.008	0.018	0.020	0.007	0.013	0.015	0.007	0.016	0.018
NR1	0.029	0.036	0.046	0.006	0.010	0.012	0.012	0.024	0.027
NR2	0.022	0.064	0.068	0.008	0.016	0.018	0.007	0.019	0.020
MEDI	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.007	0.010	0.012	0.009	0.009	0.013	0.009	0.014	0.016
VU2	0.008	0.013	0.015	0.013	0.016	0.021	0.009	0.016	0.019
VR1	0.008	0.012	0.014	0.007	0.008	0.011	0.010	0.017	0.020
VR2	0.006	0.011	0.013	0.011	0.014	0.018	0.010	0.016	0.019
NU1	0.008	0.012	0.014	0.008	0.009	0.012	0.009	0.012	0.015
NU2	0.008	0.014	0.016	0.015	0.021	0.026	0.009	0.015	0.018
NR1	0.026	0.039	0.047	0.007	0.008	0.011	0.009	0.012	0.015
NR2	0.030	0.048	0.057	0.009	0.016	0.018	0.013	0.025	0.028
HUME	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.014	0.015	0.021	0.009	0.014	0.017	0.008	0.014	0.015
VU2	0.011	0.016	0.019	0.010	0.017	0.020	0.009	0.018	0.020
VR1	0.009	0.014	0.017	0.013	0.019	0.023	0.008	0.016	0.018
VR2	0.007	0.011	0.013	0.010	0.014	0.017	0.008	0.015	0.017
NU1	0.007	0.010	0.012	0.008	0.010	0.013	0.007	0.012	0.014
NU2	0.010	0.012	0.016	0.008	0.012	0.014	0.007	0.014	0.016
NR1	0.036	0.046	0.058	0.008	0.010	0.013	0.008	0.014	0.016
NR2	0.113	0.144	0.183	0.011	0.015	0.019	0.012	0.018	0.021

Tabla 7.32. Valor mínimos registrados.

Así, puede apreciarse en la tabla 7.31 de valores máximos, como estos parecen haberse concentrado en las observaciones con ambiente seco, aunque aparece un máximo considerable durante las observaciones con ambiente húmedo. Por otro lado, los valores de precisión mínima (tabla 7.32) aparecen más repartidos entre los tres tipos de condiciones atmosféricas analizadas, habiendo poca diferencia entre ellas y siendo el mejor de los valores el registrado por la antena Trimble R8 durante las observaciones en ambiente seco y las peores, dentro las mínimas, el registrado por la antena Leica ATX1230 durante las observaciones en ambiente muy húmedo. La diferencia entre ambas es apenas de unos milímetros (2mm en horizontal y 4mm en vertical).

No obstante, la mejor manera de ver el comportamiento de estos datos es en el apartado siguiente donde se muestran los mismos de forma más pormenorizada.

7.4.4.2. Resultados de precisión mínima.

El primer conjunto de datos de precisiones mínimas de las diferentes observaciones bajo las tres condiciones atmosféricas que se presenta a continuación pertenece a la antena Trimble R8 (tabla 7.33). Estas aparecen agrupadas por técnica de observación, como hasta ahora:

R8		$\sigma_{Hoz.}(m)$	$\sigma_{Vert.}(m)$	$\sigma_{3D}(m)$			
VU1	SECO	0.010	0.013	0.016			
	MEDI	0.007	0.010	0.012			
	HUME	0.014	0.015	0.021			
VU2	SECO	0.014	0.020	0.024			
	MEDI	0.008	0.013	0.015			
	HUME	0.011	0.016	0.019			
VR1	SECO	0.012	0.016	0.020			
	MEDI	0.008	0.012	0.014			
	HUME	0.009	0.014	0.017			
VR2	SECO	0.012	0.021	0.024			
	MEDI	0.006	0.011	0.013			
	HUME	0.007	0.011	0.013			
NU1	SECO	0.006	0.008	0.010			
	MEDI	0.008	0.012	0.014			
	HUME	0.007	0.010	0.012			
NU2	SECO	0.008	0.018	0.020			
	MEDI	0.008	0.014	0.016			
	HUME	0.010	0.012	0.016			
NR1	SECO	0.029	0.036	0.046			
	MEDI	0.026	0.039	0.047			
	HUME	0.036	0.046	0.058			
NR2	SECO	0.022	0.064	0.068			
	MEDI	0.030	0.048	0.057			
	HUME	0.113	0.144	0.183			

Tabla 7.33. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R8 según el % de humedad en el ambiente.

En la anterior tabla puede observarse unos resultados bastante aceptables, a excepción de los correspondientes a la solución de red del IGN, que superan en todas las situaciones la tolerancia establecida, tanto en horizontal como en vertical y 3D. Del resto de observaciones, en la mitad (VU2, VR1 y VR2) se produce una mejoría de la precisión y en la otra mitad (VU1, NU1 y NU2) empeora la misma. No obstante, cabe destacar de algún modo que la técnica que experimenta una mayor mejoría con el contenido de humedad (a excepción de las mencionadas al principio) es la VR2 (0.005m). Por otro lado, la técnica que experimenta el mayor empeoramiento es la VU1 (0.004m). Finalmente cabría concluir que en una salida a campo para observar mediante VRS con esta antena no influye en una medida relevante el porcentaje de humedad en el ambiente.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

El segundo conjunto de datos de precisión mínima (tabla 7.34) corresponde al observado mediante la antena R10 de Trimble.

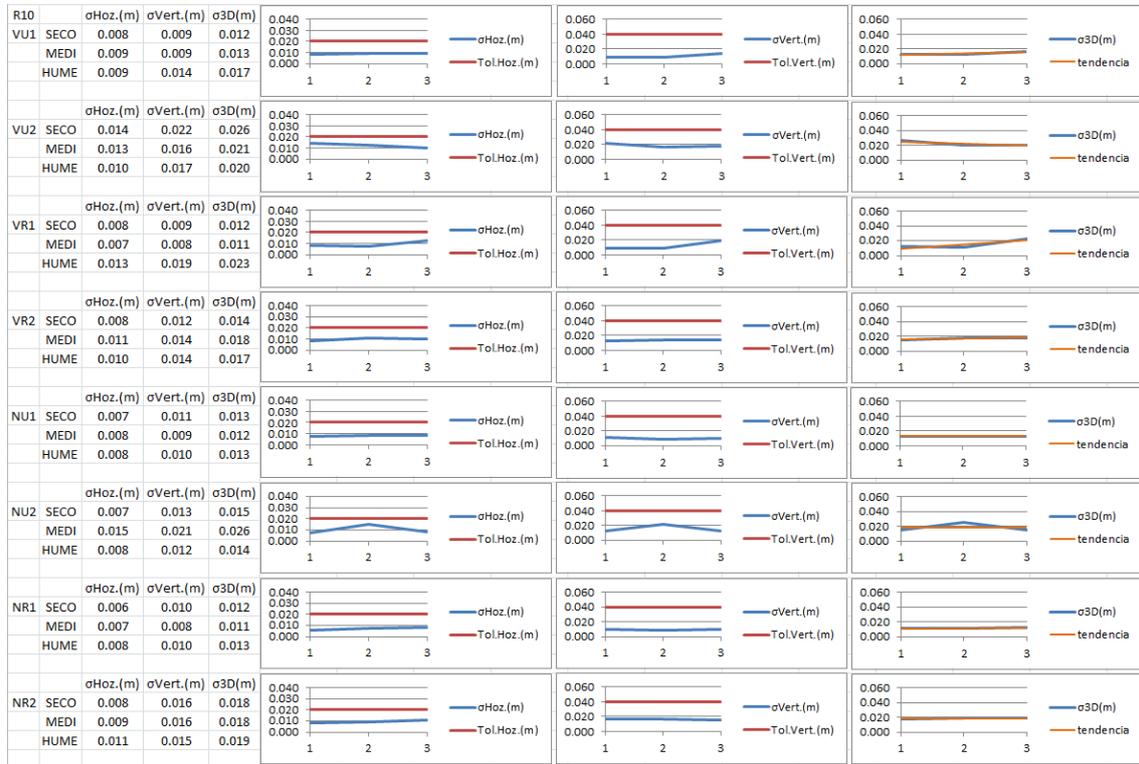


Tabla 7.34. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R10 según el % de humedad en el ambiente.

En la anterior tabla se aprecia que todos los resultados son aceptables sin excepción, tanto en lo referente a desviación estándar horizontal como vertical y 3D. En ningún caso se supera la tolerancia establecida. En cuanto a la tendencia a una variación de la precisión según el contenido de humedad en el ambiente, cabe mencionar que es apenas apreciable, siendo la diferencia de tan sólo unos escasos milímetros. Se ha observado que de las 8 técnicas, 5 empeoran sus resultados con el incremento de humedad, siendo la mayor variación la que experimenta la técnica VR1, que en su composición 3D varía alrededor de 0.010m. En las otras cuatro los valores son mejores que 0.005m. En el resto uno permanece igual (NU1), y VU2 y NU2 mejoran ligeramente (0.006m y 0.001m respectivamente). De nuevo, dados el comportamiento de los datos, con los que no se aprecia una tendencia clara, no puede concluirse que las condiciones de humedad afecten de forma apreciable a los datos de precisión registrados mediante VRS.

Finalmente, el tercer conjunto de datos de precisión mínima (tabla 7.35) corresponde a las observaciones realizadas con la antena de Leica ATX1230:

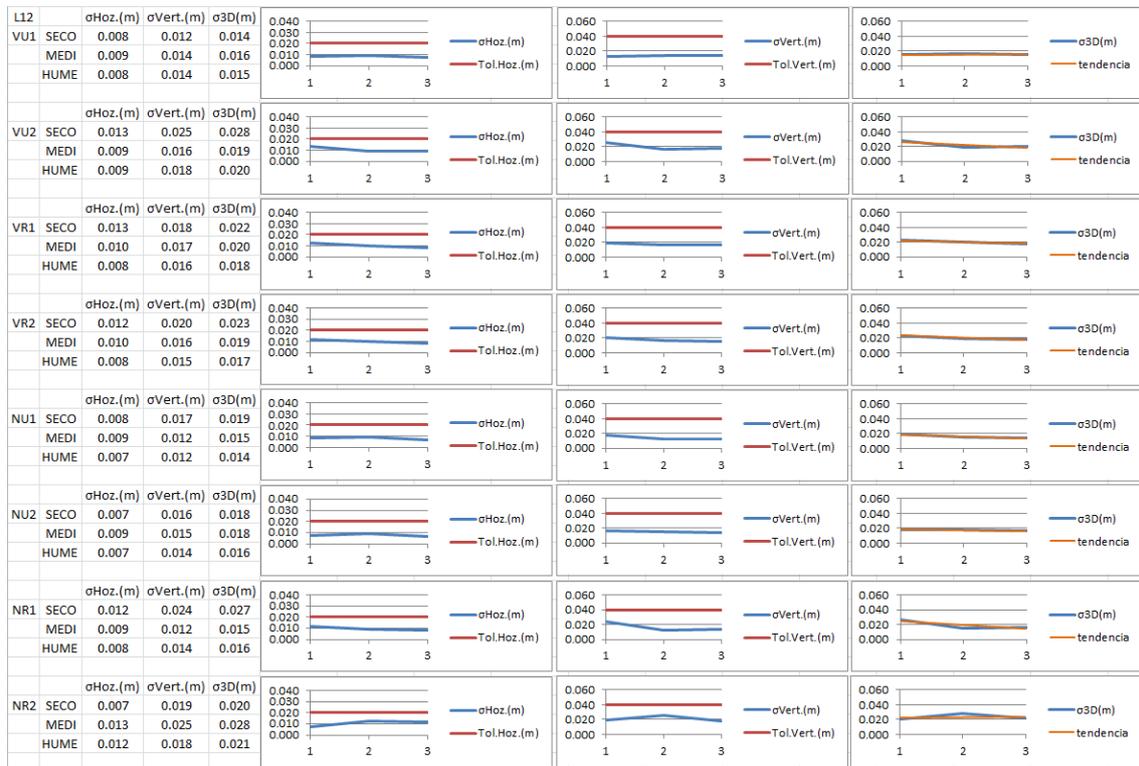


Tabla 7.35. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Leica ATX1230 según el % de humedad en el ambiente.

En la tabla 7.35 puede apreciarse como, igual que ha ocurrido con las observaciones de la antena Trimble R10, todos los resultados han entrado en tolerancia y son, por tanto, aceptables. Como estudio de la tendencia de estos resultados, cabe decir que, de las 8 técnicas utilizadas, en 6 han mejorado los resultados, siendo el mayor valor de 0.011m en NR1. En los 5 valores restantes el valor de mejora de la precisión ha sido mejor que 0.002m. Por otro lado los dos valores que empeoran sus datos, NU1 y VR2, lo hacen con una cifra muy ajustada, de 0.001m. Visto esto, cabría interpretar que los valores registrados por la antena Leica ATX1230 parecen mejorar sus resultados de precisión con el aumento de la humedad en el ambiente. No obstante, habiendo visto lo sucedido en las otras dos antenas, sería necesario comprobar la exactitud de estos datos al compararlos con los de los estáticos para poder concluir de forma correcta.

En el anexo III están disponibles las comparativas entre las tres antenas de los datos anteriores individualizados.

7.4.4.3. Comparación con los datos del estadístico.

En este apartado se exponen los resultados de incremento de coordenadas de las observaciones VRS respecto de las propias del estático, que se toman como las más cercanas a la realidad. Esto nos hará comprender cuán fiables han sido nuestras observaciones y si estas se han visto afectadas por las condiciones atmosféricas de este estudio.

La tabla 7.36 corresponde a las diferencias de coordenadas horizontales, verticales y 3D entre los puntos de observación VRS obtenidos con la antena Trimble R8 y los puntos homólogos observados con el método estático.

R8		Δ Hoz.(m)	Δ Vert.(m)	Δ 3D(m)			
VU1	SECO	0.022	0.003	0.022			
	MEDI	0.022	0.035	0.041			
	HUME	0.007	0.026	0.027			
VU2	SECO	0.005	0.031	0.031			
	MEDI	0.014	0.037	0.039			
	HUME	0.019	0.200	0.201			
VR1	SECO	0.007	0.012	0.014			
	MEDI	0.012	0.044	0.045			
	HUME	0.004	0.013	0.013			
VR2	SECO	0.022	0.083	0.086			
	MEDI	0.012	0.021	0.024			
	HUME	0.003	0.026	0.026			
NU1	SECO	0.019	0.051	0.054			
	MEDI	0.006	0.026	0.027			
	HUME	0.006	0.019	0.020			
NU2	SECO	0.006	0.063	0.063			
	MEDI	0.006	0.020	0.021			
	HUME	0.007	0.014	0.015			
NR1	SECO	0.015	0.085	0.086			
	MEDI	0.008	0.024	0.025			
	HUME	0.008	0.019	0.021			
NR2	SECO	0.019	0.032	0.037			
	MEDI	0.007	0.050	0.050			
	HUME	2.250	4.056	4.638			

Tabla 7.36. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R8.

Sobre la tabla 7.36 cabe destacar primero de todo la última fila de gráficas, correspondiente a NR2, donde puede observarse que se ha producido un desplazamiento o incremento de coordenadas enorme respecto del estático. Esto debe de haberse debido a una mala resolución de ambigüedades, que han dado como resultado un cálculo erróneo de la posición final. No tendremos en cuenta, por tanto, este resultado en la evaluación de la precisión. También puede apreciarse en la técnica VU2 un incremento súbito de las coordenadas en las observaciones HUME. Sus dos primeras observaciones, en SECO y MEDI son razonables, dentro de tolerancia y aceptables. En estos dos casos anteriores es muy factible que se vieran afectados por la subida de la máscara de elevación a 20°. A esto habría que añadir que, en el momento de la observación se produjo una lluvia muy fuerte con un cielo muy nublado (~96% de humedad) que puede haber afectado al establecimiento inicial de las coordenadas de la posición de la antena,

la cual, recordemos, es enviada al centro de control. Así, partiendo de unos datos iniciales erróneos, aunque se aplique la corrección, se mantienen erróneos.

En cuanto al resto de los resultados, primero de todo, todos están dentro de la tolerancia establecida. Por otro lado, no se aprecia una tendencia clara. En los incrementos horizontales parece producirse una mejoría en la mayoría de los resultados (5 de 7), siendo el mejor VR2 con un valor de 0.018m, y el peor VU2 con 0.014m. En los incrementos verticales también se producen mejoras en la mitad de los resultados. NR1 registra una mejora de 0.066m, pero hay que tener en cuenta que se parte de unos resultados en seco fuera de tolerancia. Quizá no sea la mejor referencia. En aquellos desde los que se parte estando en tolerancia, la evolución es hacia resultados ligeramente peores (0.004m). En las gráficas de los incrementos 3D puede verse como no hay una clara tendencia. Algunos resultados se mantienen estables con el cambio de humedad, la mitad mejora, partiendo de unos malos resultados en SECO y el resto empeora. Así pues, no se aprecia una tendencia que permita concluir que los resultados mejoran o empeoran de forma global. La Trimble R8, pese a obtener unos resultados de precisión aceptables, tanto horizontal como vertical, ha producido unas coordenadas finales en sus observaciones con una exactitud horizontal más bien aceptable pero una vertical y 3D bastante mejorable.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

La tabla 7.37 corresponde a las diferentes diferencias de coordenadas entre el punto de estacionamiento observado por la antena Trimble R10 y el mismo punto observado mediante estático.

		Δ Hoz.(m)	Δ Vert.(m)	Δ 3D(m)			
R10	SECO	0.009	0.002	0.009			
	MEDI	0.009	0.013	0.016			
	HUME	0.003	0.006	0.006			
VU2	SECO	0.010	0.001	0.010			
	MEDI	0.008	0.005	0.009			
	HUME	0.004	0.014	0.014			
VR1	SECO	0.005	0.005	0.007			
	MEDI	0.008	0.010	0.013			
	HUME	0.003	0.007	0.007			
VR2	SECO	0.005	0.003	0.006			
	MEDI	0.006	0.005	0.007			
	HUME	0.008	0.001	0.008			
NU1	SECO	0.012	0.029	0.032			
	MEDI	0.008	0.003	0.009			
	HUME	0.011	0.006	0.012			
NU2	SECO	0.006	0.003	0.007			
	MEDI	0.014	0.018	0.022			
	HUME	0.011	0.010	0.015			
NR1	SECO	0.007	0.018	0.020			
	MEDI	0.010	0.005	0.011			
	HUME	0.011	0.002	0.011			
NR2	SECO	0.003	0.007	0.008			
	MEDI	0.009	0.005	0.010			
	HUME	0.012	0.011	0.016			

Tabla 7.37. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R10.

En la anterior tabla puede apreciarse como, primero de todo, todos los valores se encuentran dentro de la tolerancia establecida. Por otro lado, la mitad de los valores de incremento horizontal experimentan una mejoría con el aumento de la humedad, siendo el valor máximo VU2 con 0.007m y la otra mitad tiene una tendencia opuesta, siendo la peor variación de 0.009m con NR2. Esto hace que en cuanto a los valores horizontales no pueda concluirse que mejoren o empeoren con la humedad.

En cuanto a los incrementos verticales, en 5 de ellos se produce un empeoramiento con la humedad, siendo la peor variación de incrementos de 0.012m en VU2. En el resto se produce una mejoría, siendo el mejor valor de variación 0.024 en NU1. Cabe destacar que se observa que, en los resultados verticales por solución de red, la tendencia a la variación permanece bastante estable en las tres condiciones estudiadas.

Finalmente, en los resultados de incrementos 3D, la mitad de los resultados experimentan una mejora, siendo el mejor valor el de NU1 con 0.024m. La otra mitad empeora en su evolución, siendo el peor resultado de variación el de NU2 y NR2, con 0.008m. De nuevo vemos que no existe desde ninguna perspectiva particular una clara tendencia que nos haga concluir que se produce bien una mejoría o bien un empeoramiento de los datos.

Finalmente, la tabla 7.38 corresponde a las diferencias de coordenadas correspondientes a las observaciones realizadas con la antena de Leica ATX1230.

L12		Δ Hoz.(m)	Δ Vert.(m)	Δ 3D(m)
VU1	SECO	0.008	0.042	0.042
	MEDI	0.010	0.030	0.031
	HUME	0.011	0.012	0.017
VU2	SECO	0.002	0.046	0.046
	MEDI	0.010	0.029	0.031
	HUME	0.009	0.004	0.010
VR1	SECO	0.013	0.020	0.023
	MEDI	0.008	0.019	0.020
	HUME	0.001	0.018	0.018
VR2	SECO	0.010	0.014	0.017
	MEDI	0.001	0.019	0.019
	HUME	0.005	0.017	0.017
NU1	SECO	0.014	0.022	0.026
	MEDI	0.009	0.032	0.033
	HUME	0.002	0.010	0.010
NU2	SECO	0.010	0.030	0.032
	MEDI	0.008	0.003	0.009
	HUME	0.001	0.029	0.029
NR1	SECO	0.011	0.040	0.041
	MEDI	0.002	0.018	0.018
	HUME	0.007	0.006	0.009
NR2	SECO	0.006	0.052	0.053
	MEDI	0.011	0.007	0.013
	HUME	0.002	0.005	0.005

Tabla 7.38. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Leica ATX1230.

En la tabla 7.38 puede apreciarse, igual que en las anteriores, como todos los valores están dentro de tolerancia. Por otro lado, empezando con los valores de incremento horizontal, puede apreciarse como 6 de los ocho resultados experimentan una mejoría en su evolución respecto a la humedad en el ambiente, siendo el mejor dato el de VR1 y NU1 (0.012m). En cuanto a las otras dos observaciones, VU1 y VU2 experimentan un empeoramiento de sus valores con la humedad, siendo la peor variación de 0.007m. En los incrementos verticales también se aprecia un comportamiento parecido, experimentando 7 de las 8 observaciones una mejoría con el aumento de la humedad y siendo el mejor valor 0.047m (NR2). La observación que experimenta un empeoramiento es VR2 con un valor de 0.003m, muy ajustado. Finalmente, en los incrementos 3D, todas las observaciones experimentan mejoras, a excepción de VR2, que no experimenta variación. El mejor valor de variación corresponde de nuevo a NR2 y es de 0.047m. En esta última antena cabría concluir claramente que se produce una mejoría cuanto mayor es el contenido de humedad en el ambiente, siendo esta variación algo más pequeña en los casos de solución de red, como puede verse en las gráficas.

7.4.4.4. Conclusiones del estudio según las condiciones meteorológicas.

Como conclusión a este estudio cabe comentar un par de cosas.

Para la primera tenemos que remitirnos a los datos del estudio comparativo de las tres antenas localizado en el anexo III, para ver que no existe, por así decirlo, una correlación entre las evoluciones de los resultados de cada antena. Esto quiere decir que, observando las tres al mismo tiempo y, por tanto, con las mismas condiciones, cada una

ha experimentado una evolución de sus datos muchas veces diferente. En las comparativas de desviaciones estándar horizontales en tan solo una (VU2) se observa que en las tres mejoren las observaciones, y en otra (NR2) se observa que en las tres empeoren a la vez. Para las desviaciones estándar verticales son sólo dos las técnicas en las que las tres antenas muestran una mejoría en sus observaciones (VU2 y NU2). En tan solo una (VU1) se experimenta un empeoramiento en las tres antenas a la vez. En el resto cada una experimenta cambios diferentes. En cuanto a las desviaciones estándar en 3D también es en VU2 y NU2 donde se producen mejorías en las observaciones y en VU1 y NR2 donde se producen empeoramientos en las tres antenas a la vez. En el caso de los incrementos de coordenadas horizontales, en tan sólo dos ocasiones se ha producido el hecho de que, en las tres la evolución de las observaciones experimente una mejoría con la humedad (en VR1 y en NU1). En ningún caso se ha producido un empeoramiento de los incrementos horizontales en las tres antenas a la vez. En cuanto a esta misma comparativa para los valores de incremento vertical, sucede exactamente igual. Sólo en un par de observaciones se produce una mejoría en las tres a la vez (NU1 y NR1). En el resto es diferente para cada una. En cuanto a los incrementos 3D sucede en las tres para las observaciones de VR1, NU1 y NR1. El hecho de que no exista una clara correlación de la evolución de estos resultados nos hace pensar que estos dependen principalmente de cómo trata cada controladora las correcciones que recibe el centro de control.

Por otro lado recordar aquí que, cuando se sale a campo a observar, el centro de control conoce las condiciones meteorológicas en cada estación de referencia de su red, trata las observaciones de las mismas corrigiendo los efectos que estas condiciones provocan en las señales de los satélites y genera un modelo de corrección para nuestra estación de referencia virtual. Finalmente nos transmite las correcciones diferenciales con una mínima afectación de nuestras condiciones meteorológicas. Y debe ser por eso que ha sido difícil observar una clara tendencia hacia un empeoramiento o mejora de los resultados con el aumento de la humedad en el ambiente.

Dicho lo anterior cabría esperar lo que sucede con las antenas de Trimble, donde no queda claro si la evolución es a mejor o a peor; unos resultados van hacia un lado y los otros en el sentido opuesto, y en muchos casos apenas se aprecia un cambio.

Por otro lado, como se ha visto en el estudio, la antena Leica ATX1230 ha mostrado una mejoría en la calidad de las observaciones, tanto en precisión como en exactitud con el aumento de humedad en el ambiente. No obstante, se considera que, para afirmar que tal efecto se produce en las observaciones con el cambio de humedad en el ambiente, sería recomendable que también se apreciara en las observaciones de las otras antenas utilizadas, cosa que no sucede. Así, pese a la solvencia observada en este equipo, sería aventurado aseverar que se cumple este fenómeno.

En el anexo III puede consultarse una comparativa de estos mismos resultados entre las tres antenas.

7.5. Estudio de las observaciones según condiciones de la ionosfera (día / noche).

En esta parte del trabajo se va a presentar los resultados de las observaciones realizadas en un mismo punto de estacionamiento determinado bajo dos condiciones diferentes de la ionosfera. Una durante el día y otra transcurrida una hora después de la puesta del Sol. El punto de estacionamiento escogido para la realización de las observaciones ha sido el mismo que se ha utilizado en el estudio bajo condiciones atmosféricas y el estudio principal de este trabajo; el situado en la huerta de Alboraya, al Norte de la Universidad Politécnica de Valencia, a ~0Km de la estación de referencia VALE.

7.5.1. El retardo ionosférico.

Es el error que se produce al verse afectadas tanto la velocidad de la onda portadora de fase como la de los códigos, debido al contenido de electrones presentes en la ionosfera en el momento de la observación. En esta se liberan electrones como resultado de la ionización de partículas gaseosas debido principalmente a la presencia de radiaciones ultravioletas y solares. El TEC o Contenido Total de Electrones depende de varios factores:

- La latitud del punto de observación.
- La elevación del satélite al que se está observando.
- La época del año en que se observa.
- El efecto solar (tormentas solares, p.ej.)
- Si es de noche o de día.

En el caso de receptores monofrecuencia, pueden utilizarse modelos ionosféricos, como es el caso del de Klobuchar, con los que puede reducirse el efecto de este retardo.

Por otro lado, al ser la ionosfera un medio dispersivo y ser dependiente de la frecuencia el índice de refracción, utilizando un receptor bifrecuencia es posible reducir por completo el efecto del retardo ionosférico (Berné et al., 2013) [27].

7.5.2. Características del estudio.

Este tercer estudio, también bastante sencillo, consistió en realizar las observaciones mediante las mismas 8 técnicas utilizadas en todo este trabajo, pero esta vez teniendo en cuenta las propiedades de la ionosfera en el momento de la observación. El parámetro de referencia ha sido el contenido total de electrones (TEC) presentes en la misma, que varían entre el día y la noche, por lo que las observaciones se hicieron en cada uno de estos momentos del día.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

7.5.3. Fechas de salidas a campo.

7.5.3.1. Salida para observaciones durante el día (DIA).

El día 8 de Marzo de 2017, se salió a campo para realizar las observaciones que debían corresponder al día. El trabajo creado con estas observaciones recibió el nombre de DIA, que es con el que aparecerá en las siguientes tablas de resultados.

7.5.3.2. Salida para observaciones durante la noche (NOCT).

El mismo día 8 de Marzo de 2017, se salió a campo para realizar las observaciones que debían corresponder a la noche. Las mismas se realizaron una hora después de la puesta del Sol. El trabajo creado recibió el nombre de NOCT.

7.5.4. Estado de la ionosfera.

Para las observaciones VRS durante la noche (NOCT) se consultó unos minutos antes de salir a campo el estado de la ionosfera (Contenido Total de Electrones / TEC) en tiempo real a través de la página web del JPL¹² (Jet Propulsion Laboratory), de la NASA. (figura 7.13)

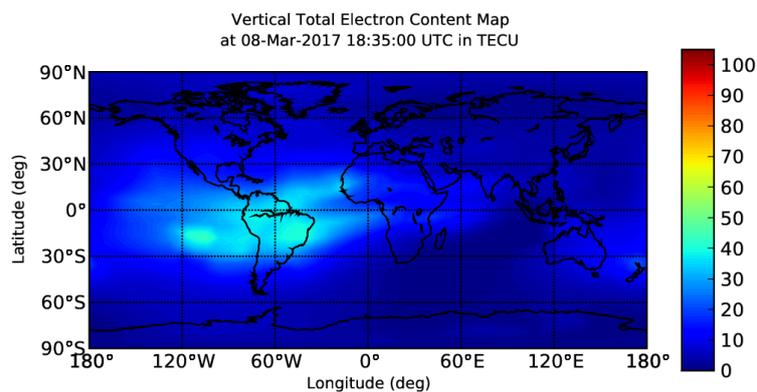


Figura 7.13. Mapa de Contenido Total de Electrones (TEC).
Jet Propulsion Laboratory (NASA).

7.5.5. Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en el estudio. Se empieza presentando los valores máximos y mínimos de precisión para luego mostrar los resultados en función de la precisión mínima según la técnica de observación empleada para finalmente mostrar los incrementos o desplazamientos de las observaciones mediante VRS respecto a los mismos datos obtenidos mediante el estático.

¹² https://iono.jpl.nasa.gov/latest_rti_global.html

7.5.5.1. Máximos y mínimos.

De igual manera que se ha venido haciendo a lo largo de este trabajo se pasa a continuación a mostrar primero de todo unas tablas con los valores de precisión máximos y mínimos registrados con las observaciones para ver el comportamiento que han tenido las mismas y poder evaluar la presencia de posibles incidencias.

En la tabla 7.39. se muestran los valores máximos de precisión observados. Aparecen remarcados en fondo de color rojo claro los valores más altos dentro de los grupos de observaciones, según éstas han sido realizadas durante el día o durante la noche así como clasificadas por antena utilizada. Con fondo rojo oscuro y texto en blanco aparece el valor más alto para cada antena. En la tabla 7.40. se han remarcado de igual manera los valores mínimos en tonalidades de verde y siguiendo el anterior criterio.

	R8			R10			L12		
	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
DIA	0.026	0.034	0.043	0.009	0.009	0.013	0.020	0.034	0.039
VU1	0.025	0.038	0.045	0.016	0.019	0.025	0.016	0.032	0.036
VU2	0.031	0.041	0.051	0.011	0.013	0.017	0.018	0.031	0.036
VR1	0.031	0.052	0.061	0.015	0.019	0.024	0.018	0.031	0.036
VR2	0.023	0.034	0.041	0.009	0.010	0.013	0.014	0.020	0.024
NU1	0.022	0.036	0.042	0.017	0.024	0.029	0.026	0.041	0.049
NU2	0.038	0.056	0.068	0.007	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025
NR1	0.038	0.062	0.073	0.010	0.016	0.019	0.026	0.052	0.058
NR2	0.038	0.062	0.073	0.010	0.016	0.019	0.026	0.052	0.058
NOCHE	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.025	0.032	0.041	0.010	0.015	0.018	0.016	0.033	0.037
VU2	0.030	0.051	0.059	0.018	0.031	0.036	0.011	0.024	0.026
VR1	0.021	0.035	0.041	0.009	0.019	0.021	0.025	0.056	0.061
VR2	0.023	0.042	0.048	0.014	0.026	0.030	0.024	0.070	0.074
NU1	0.016	0.023	0.028	0.010	0.014	0.017	0.013	0.027	0.030
NU2	0.025	0.036	0.044	0.007	0.015	0.017	0.012	0.038	0.040
NR1	0.036	0.054	0.065	0.010	0.015	0.018	0.017	0.032	0.036
NR2	0.041	0.060	0.073	0.007	0.012	0.014	0.013	0.028	0.031

Tabla 7.39. Valores máximos de precisión registrados.

	R8			R10			L12		
	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
DIA	0.007	0.010	0.012	0.009	0.009	0.013	0.009	0.014	0.016
VU1	0.008	0.013	0.015	0.013	0.016	0.021	0.009	0.016	0.019
VU2	0.008	0.012	0.014	0.007	0.008	0.011	0.010	0.017	0.020
VR1	0.006	0.011	0.013	0.011	0.014	0.018	0.010	0.016	0.019
VR2	0.008	0.012	0.014	0.008	0.009	0.012	0.009	0.012	0.015
NU1	0.008	0.014	0.016	0.015	0.021	0.026	0.009	0.015	0.018
NU2	0.026	0.039	0.047	0.007	0.008	0.011	0.009	0.012	0.015
NR1	0.030	0.048	0.057	0.009	0.016	0.018	0.013	0.025	0.028
NR2	0.030	0.048	0.057	0.009	0.016	0.018	0.013	0.025	0.028
NOCHE	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)	σHoz.(m)	σVert.(m)	σ3D(m)
VU1	0.009	0.012	0.015	0.009	0.013	0.016	0.008	0.016	0.017
VU2	0.009	0.015	0.017	0.015	0.026	0.030	0.007	0.015	0.017
VR1	0.008	0.013	0.015	0.007	0.015	0.017	0.014	0.033	0.036
VR2	0.008	0.015	0.017	0.007	0.016	0.017	0.012	0.034	0.036
NU1	0.007	0.011	0.013	0.007	0.011	0.013	0.009	0.017	0.019
NU2	0.008	0.012	0.014	0.007	0.015	0.017	0.007	0.024	0.025
NR1	0.030	0.045	0.054	0.007	0.011	0.013	0.010	0.023	0.025
NR2	0.033	0.049	0.059	0.007	0.012	0.014	0.009	0.019	0.021

Tabla 7.40. Valores mínimos de precisión registrados.

Así puede apreciarse en las anteriores observaciones cómo los valores máximos no han sido tan altos como en ocasiones anteriores, dado que no se produjo ninguna incidencia de relevancia durante las observaciones con lo que el estudio transcurrió con normalidad. Por otro lado, en la tabla superior derecha, referente a los mínimos valores de precisión registrados, se puede apreciar por lo general como se han obtenido precisiones alrededor de lo esperado para este método de observación. De hecho, los mejores valores, registrados por la antena Trimble R10 son mejores que el centímetro en cuanto a precisión. En un primer vistazo y dado que aparecen resaltadas como tal, podría parecer que las observaciones realizadas durante el día son las que mejores resultado obtienen, pero, si lo vemos más al detalle, veremos que las observadas por el día y las observadas por la noche apenas difieren un milímetro. Cabe recordar aquí de nuevo que, como se comentó anteriormente en el flujo de trabajo de VRS, durante el mismo, el centro de control realiza los cálculos y modelados para corregir también el efecto del retardo ionosférico. Todas las estaciones de referencia y nuestras antenas son al menos bifrecuencia, con lo que, es de esperar que se anule el efecto por el retardo ionosférico y por tanto no se aprecien variaciones en las observaciones ya sea de día o de noche (en un principio el centro de control envía los datos corregidos). No obstante, vamos a ver pormenorizadamente a continuación qué resultados se han obtenido.

7.5.5.2. Resultados de precisión mínima.

A continuación se presentan, agrupados por técnica de observación, el primer conjunto de datos de precisiones mínimas según han sido realizadas durante el día y la noche, y que corresponden a la antena Trimble R8 (tabla 7.41.).

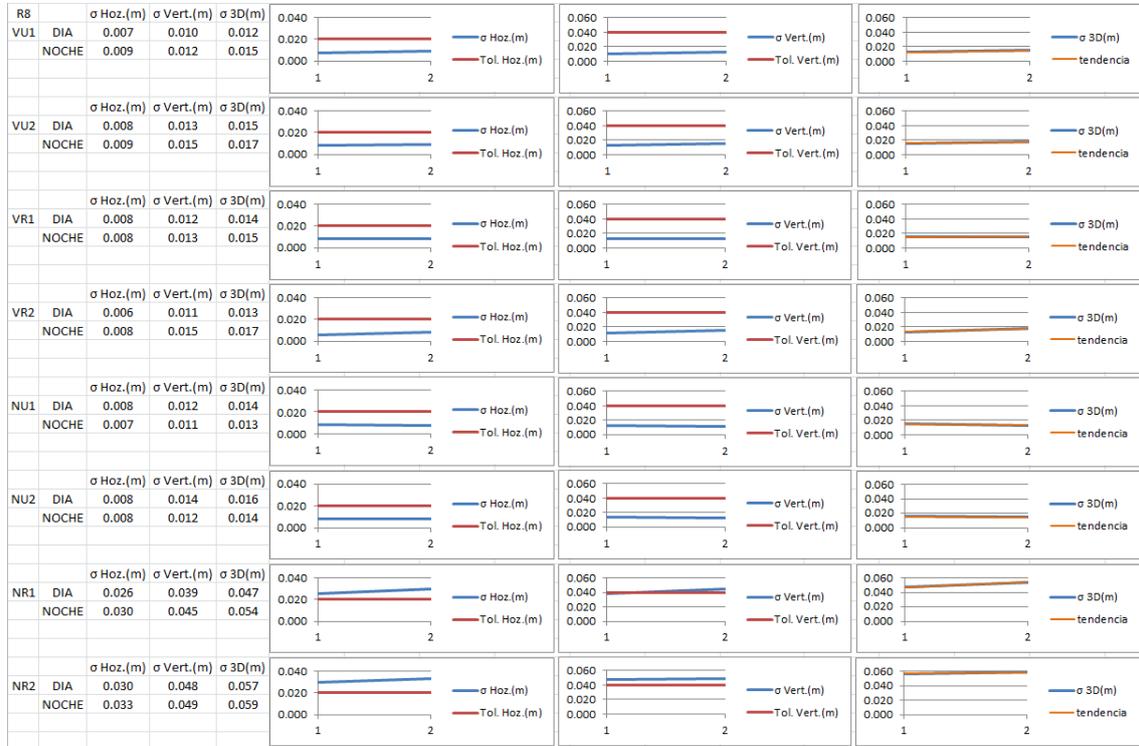


Tabla 7.41. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R8 según las condiciones de la ionosfera.

En cuanto a los datos presentados en la anterior tabla, cabe observar que todos se encuentran dentro de tolerancia, a excepción de los de solución de red del IGN. En lo referente a la precisión horizontal, en 5 de las 8 técnicas se produce un empeoramiento de las observaciones al pasar del día a la noche. No obstante, estas variaciones de las observaciones son muy pequeñas, siendo el mayor valor el de NR1 con 0.004m. En 2 de las técnicas restantes (VR1 y NU2) no se experimenta ningún cambio, y sólo se produce una mejora, en NU1, de 0.001m.

En cuanto a los datos de precisión vertical la tendencia general en esta antena es a empeorar. 6 técnicas empeoran sus resultados del día a la noche, siendo valores muy bajos (0.001m~0.002m) excepto NR1 con 0.006m. Dos de ellas, NR1 y NR2 están, por poco, fuera de tolerancia. Las otras dos técnicas (NU1 y NU2) experimentan una ligera mejoría, de 0.001m y 0.002m respectivamente.

Finalmente, en lo referente a los datos de precisión 3D, al tratarse de datos tan pequeños, sigue prácticamente la misma pauta que con la precisión vertical. 6 de las 8 técnicas empeoran, con el valor máximo en NR1 (0.006m) y de nuevo NU1 y NU2 con una mejora de 0.001m y 0.002m.

Esta tendencia, en un principio, no sería la esperada según la base teórica del retardo ionosférico; con menor TEC sería de esperar una mejora de las observaciones, pero seguimos viendo los resultados del resto de antenas.

La tabla 7.42 corresponde a las observaciones realizadas con la antena Trimble R10.

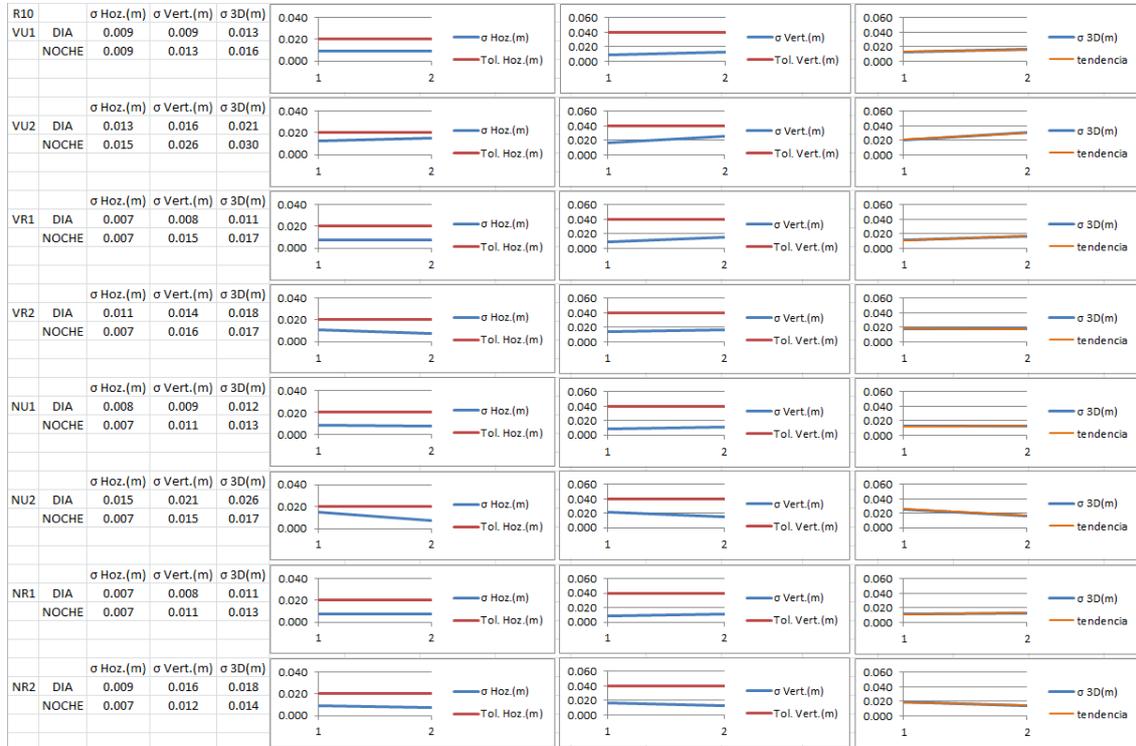


Tabla 7.42. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Trimble R10 según las condiciones de la ionosfera.

En cuanto a los resultados de las observaciones anteriores y empezando por la evolución de los valores de precisión horizontal, se observa en la tabla 7.42 que en 4 de las 8 técnicas se ha producido una mejoría de las observaciones, siendo el valor máximo de 0.008m en NU2. Por otro lado, en tres de las restantes técnicas (VU1, VR1 y NR1) no se ha producido ningún cambio, y finalmente se ha observado un empeoramiento en los observables de VU2, con un valor muy bajo, de 0.002m.

En las observaciones verticales de precisión, 6 de las 8 técnicas empeoran sus resultados, siendo el mayor de sus valores de 0.010m para VU2 y el resto con valores muy pequeños. Las otras dos técnicas (NU2 y NR2) mejoran sus observaciones de precisión con 0.006m y 0.004m respectivamente.

Finalmente, en las observaciones de precisión 3D se aprecia que 5 de las 8 técnicas empeoran sus resultados del día a la noche con unos valores pequeños, siendo el más alto de 0.009m en VU2. Las 3 técnicas restantes mejoran o mantienen sus resultados, siendo el mayor valor para NU2 con 0.009.m.

Así pues, no se aprecia una clara tendencia hacia una mejoría o empeoramiento de los resultados.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Y finalmente los correspondientes a la antena Leica ATX1230 (tabla 7.43):

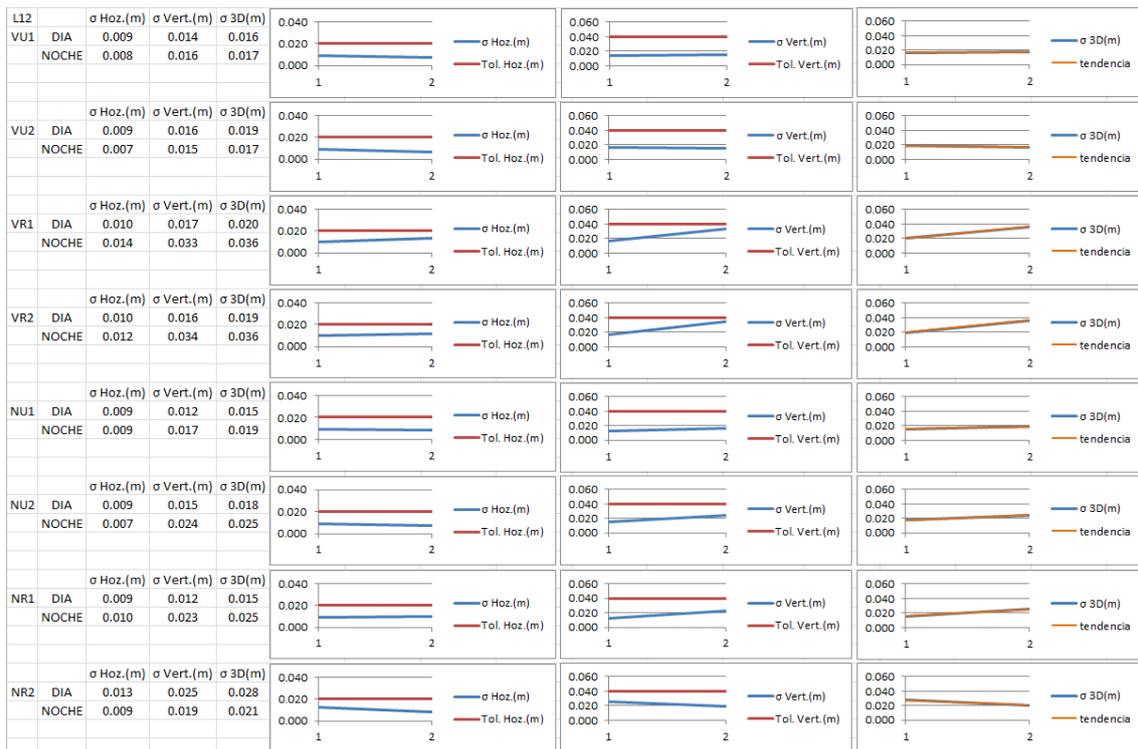


Tabla 7.43. Resultados de precisión mínima obtenidos para la antena Leica ATX1230 según las condiciones de la ionosfera.

En la tabla 7.43 puede comprobarse, primero de todo, que todos los resultados entran en tolerancia. En cuanto a los datos de precisión horizontal 5 de las 8 técnicas de observación mejoran sus resultados con el paso del día a la noche, si bien los valores son apenas perceptibles, siendo el mayor de 0.004 para NR2. Las 3 técnicas restantes (VR1, VR2 y NR1) empeoran sus resultados, siendo también sus variaciones apenas perceptibles, con un valor máximo de 0.003m en VR1. Así, no acabaría de observarse una clara tendencia hacia una mejoría o empeoramiento de los resultados. Lo único que se aprecia es que los empeoramientos se concentran en las observaciones por solución de red.

En las observaciones de precisión vertical se observa que 6 de las 8 técnicas registran un empeoramiento de las mismas, siendo ahora valores algo mayores, con un máximo valor de 0.018m en VR2. Las otras dos técnicas (VU2 y NR2) registran mejoras en las observaciones, siendo sus valores de 0.001m y 0.006m respectivamente.

Finalmente, analizando las observaciones de precisión 3D vemos una tendencia parecida a la de las verticales. Esto es debido a que las observaciones horizontales son muy pequeñas en comparación con las verticales. Así, podemos ver que 6 de las 8 técnicas muestran de nuevo una tendencia a empeorar los datos con el paso del día a la noche. El valor más alto de precisión 3D es el que corresponde a la técnica VR2, con 0.017m. Por otro lado, las 2 técnicas que registran mejoras en la evolución de la precisión son VU2 y NR2, con unos valores de 0.002m y 0.007m respectivamente.

Como nota, se aprecia un empeoramiento concentrado en las soluciones de red, siendo más estable en las soluciones de estación única. Esto quizá sea porque, al estar situados cerca de la estación de referencia, las correcciones ionosféricas que se aplica a esta estación no varían mucho de las de nuestra posición y por tanto los resultados de estación única son mejores que los de solución de red. Así, en lo referente a las precisiones de las tres antenas que hemos visto en este estudio, no se aprecia una tendencia rotunda que nos haga ver claramente que los resultados empeoran o mejoran con el cambio de las observaciones del día a la noche. No obstante, vamos a analizar los resultados de las comparaciones de las observaciones VRS con sus homólogas de los estáticos para ver qué exactitud hemos obtenido, y si la misma se ha visto afectada por el cambio de estado de la ionosfera.

7.5.5.3. Comparación con los datos del estático.

En este apartado se exponen los resultados de incremento de coordenadas de las observaciones VRS respecto de las propias del estático, que se toman como las más cercanas a la realidad. Esto nos hará comprender cuán fiables han sido nuestras observaciones y si estas se han visto afectadas por el hecho de haberlas realizado durante el día y la noche.

La primera de las siguientes tablas corresponde a las diferencias de coordenadas horizontales, verticales y 3D entre los puntos de observación VRS obtenidos con la antena Trimble R8 por el día y por la noche y el mismo punto observado con el método estático (tabla 7.44.).

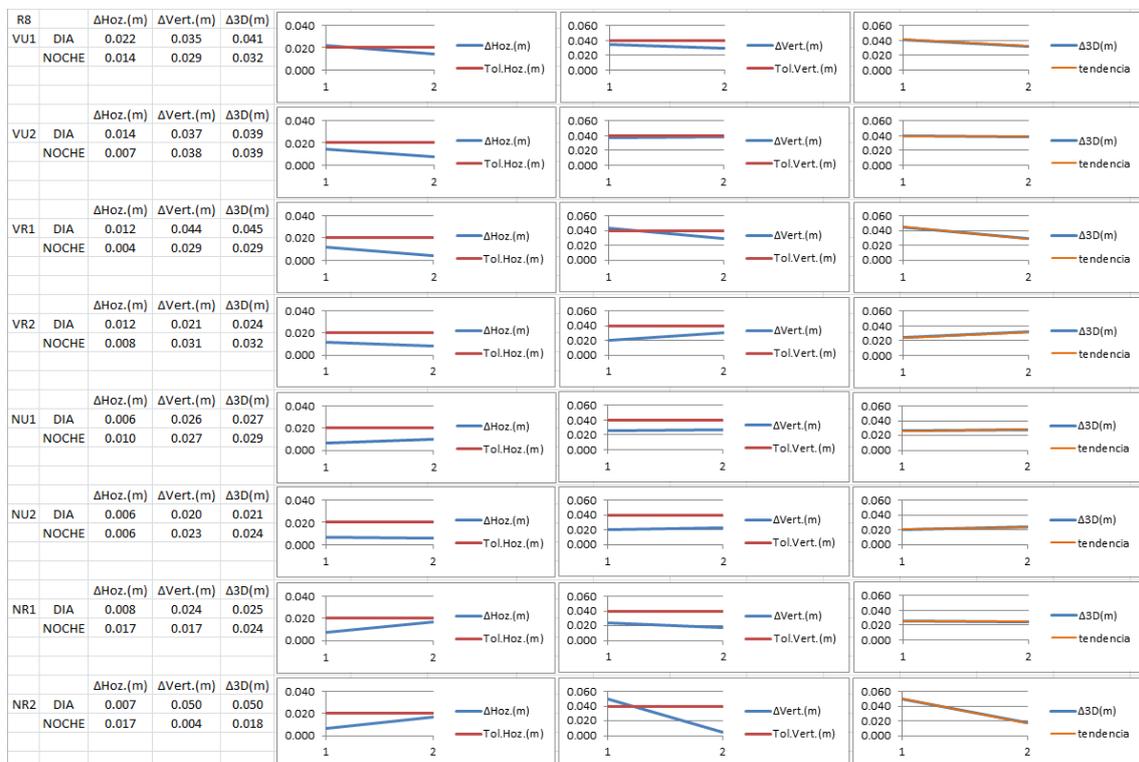


Tabla 7.44. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R8.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En la tabla 7.44 destacan los valores de incrementos de coordenadas horizontales, que entran todos en precisión, ocurriendo prácticamente lo mismo con los de coordenadas verticales, a excepción de la de DIA en NR2. Así, nos encontramos con unos resultados bastante aceptables.

Por la parte de los incrementos horizontales, si bien la tendencia de las precisiones con esta antena era a empeorar del día a la noche, ahora los resultados están más igualados. En 4 técnicas se produce una mejora de las observaciones, siendo el valor más alto 0.008m (VU1 y VR2). En el resto de técnicas 3 de ellas empeoran los resultados, con un valor máximo de 0.010m y finalmente, en NU2 no se producen cambios.

En cuanto a los resultados con las diferencias de coordenadas verticales también se observa una tendencia parecida. En 4 técnicas mejoran los resultados, con valores pequeños a excepción del valor máximo de 0.046m de NR2, que parte de unos valores por encima de la tolerancia. En las 4 técnicas restantes se observa un empeoramiento de los datos, siendo el mayor de ellos el de VR2, con 0.010m.

Finalmente los valores de incrementos de coordenadas 3D están muy ajustados y apenas varían. En 5 técnicas se produce una ligera mejora de los resultados, con un valor máximo de 0.033m en NR2. En las 3 técnicas restantes (VR2, NU1 y NU2) se observa un empeoramiento de los datos, con un valor máximo de 0.008m. Así, no se ve una clara tendencia común a todos los resultados, aunque fuera por diferentes estilos de solución o por máscara de elevación, para determinar si se produce una mejora o empeoramiento de los mismos.

La tabla 7.45 corresponde a los resultados de incrementos de coordenadas respecto al estático de la antena Trimble R10.

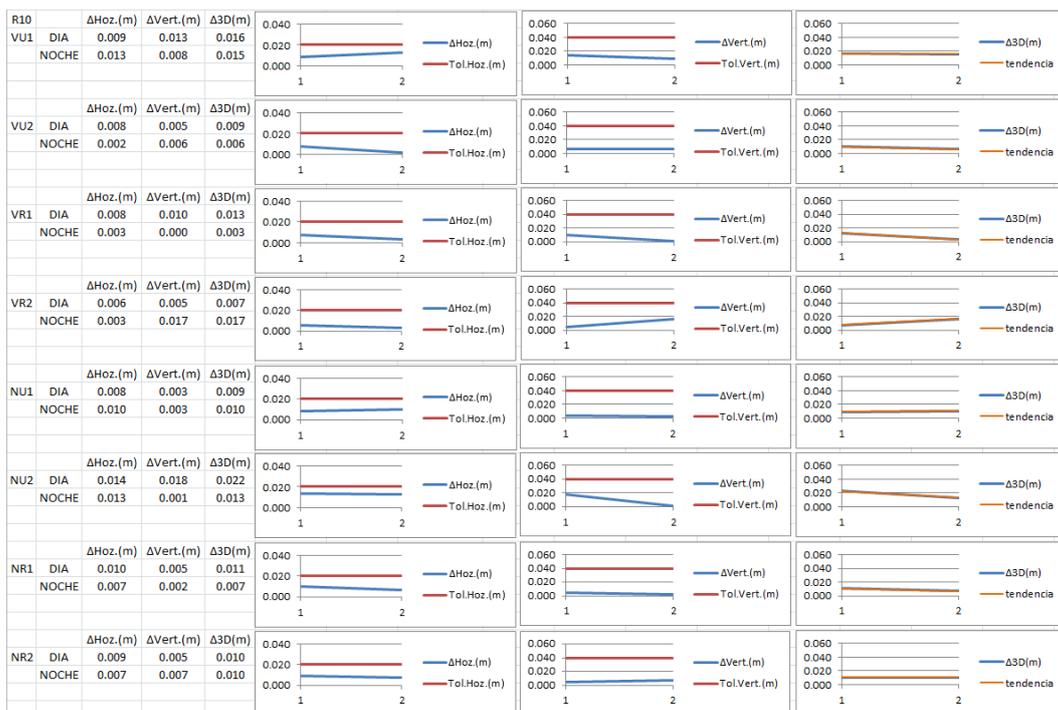


Tabla 7.45. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Trimble R10.

En la anterior tabla, primero de todo, hacer notar que todos los resultados, tanto horizontales como verticales y 3D se encuentran dentro de la tolerancia establecida. En los horizontales, llama la atención que los resultados horizontales son algo más elevados en las soluciones del IGN que en las del ICV. En los verticales cabe destacar que se trata de muy buenos resultados para este tipo de datos.

Así, pasando a analizar los incrementos de coordenadas horizontales, se observa que 6 de las 8 técnicas han experimentado una mejora en sus incrementos de coordenadas al pasar del día a la noche, siendo el mayor valor 0.006m de VU2. Por otro lado, en las otras 2 técnicas (VU1 y NU1) las evoluciones de incrementos han visto empeorados sus resultados, con unos valores de 0.004m y 0.002m. Puede apreciarse que apenas se van 0.010mm unas observaciones de otras. Los cambios no son muy pronunciados.

En cuanto a los incrementos de coordenadas verticales, en 5 técnicas se experimenta una mejoría de los resultados, siendo el máximo valor 0.017m para NU2. De las 3 restantes técnicas, en 2 se experimenta un empeoramiento de los resultados, en VR2 y NR2, con valores de 0.012m y 0.003m. En la última técnica, VU2 no se experimentan cambios. Así, tampoco es clara la tendencia a que se produzca un cambio en un sentido u otro.

Finalmente, analizando los incrementos de coordenadas 3D, puede observarse que en 5 de las técnicas se experimenta una mejoría de los resultados, con un valor máximo de 0.010m en VR1 y NU2. De las 3 restantes técnicas, 2 experimentan un empeoramiento de los resultados, con un valor máximo de 0.010m en VR2. En la última técnica no se observa ningún cambio.

La tabla 7.46 muestra los resultados de los incrementos de coordenadas para la antena Leica ATX1230.

L12		Δ Hoz.(m)	Δ Vert.(m)	Δ 3D(m)			
VU1	DIA	0.010	0.030	0.031			
	NOCHE	0.006	0.026	0.026			
VU2	DIA	0.010	0.029	0.031			
	NOCHE	0.005	0.023	0.024			
VR1	DIA	0.008	0.019	0.020			
	NOCHE	0.007	0.013	0.015			
VR2	DIA	0.001	0.019	0.019			
	NOCHE	0.008	0.021	0.022			
NU1	DIA	0.009	0.032	0.033			
	NOCHE	0.004	0.017	0.017			
NU2	DIA	0.008	0.003	0.009			
	NOCHE	0.007	0.005	0.008			
NR1	DIA	0.002	0.018	0.018			
	NOCHE	0.005	0.004	0.007			
NR2	DIA	0.011	0.007	0.013			
	NOCHE	0.006	0.019	0.020			

Tabla 7.46. Incrementos de coordenadas horizontales, verticales y 3D respecto del estático para la antena Leica ATX1230.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

En la anterior y última tabla de este estudio cabe destacar, primero de todo, que todos los resultados de incrementos de coordenadas, tanto horizontales como verticales, entran dentro de tolerancia, con lo que pueden considerarse unos resultados aceptables.

En cuanto a los resultados de incrementos de coordenadas horizontales, en 6 de las 8 técnicas se observa una mejora de los resultados, siendo el mejor de sus valores 0.006m en NU1. En las otras 2 técnicas, VR2 y NR1, empeoran los resultados, siendo sus valores 0.007m y 0.003m respectivamente.

Analizando los resultados de los incrementos de coordenadas verticales puede apreciarse una mejora en 5 de las 8 técnicas, con un valor máximo de 0.016m en NU1. Las 3 técnicas restantes experimentan un empeoramiento de los resultados con un valor máximo de 0.012m. en NR2.

Finalmente, en los resultados de incrementos de coordenadas 3D se observa una mejora de las mismas en 5 de las 8 técnicas, con un valor máximo de 0.011m en NR1. De las 3 técnicas restantes 2 experimentan un empeoramiento de sus resultados VR2 y NR2 con unos valores de 0.004m y 0.007m respectivamente. La última técnica, NU2, no experimenta ningún cambio.

Conclusiones del estudio con observaciones de día y de noche.

Tras estudiar los resultados de precisión mínima y de incrementos de coordenadas respecto al estático se puede observar cómo, pese a que en el caso de las observaciones horizontales las precisiones no seguían una tendencia uniforme en todos los resultados, en los incrementos de coordenadas horizontales se podría afirmar que se observa cierta tendencia a que estos mejoren con el paso del día a la noche, cosa que coincide con lo que cabría esperar con el cambio en el estado de la ionosfera.

En cuanto a los resultados de precisión vertical, se ha observado que mientras la tendencia general con las tres antenas ha sido que en 6 técnicas empeoren los resultados, en los incrementos de coordenadas verticales se produce un pequeño cambio, más bien homogéneo, es decir que casi son el mismo número de técnicas las que mejoran que las que empeoran y sus valores, opuestos son de similar magnitud. E igual ocurre con los resultados en 3D.

Finalmente, de igual forma a como se hizo en el estudio según las condiciones meteorológicas, se ha acudido al anexo III, donde se puede consultar una comparativa entre las tres antenas para ver si se producía algún tipo de correlación entre las mismas en alguna de las técnicas de observación, esto es, si en muchas de las técnicas se produjera una mejora de los datos en las tres antenas o un empeoramiento, se podría inferir que se está manifestando el efecto ionosférico sobre las observaciones.

Así, empezando por la comparativa de observaciones de desviación estándar horizontal tan solo en NU1 se produce una mejora en las tres antenas y en ninguna un empeoramiento de los resultados de las tres antenas a la vez. En cuanto a los datos de

desviaciones estándar verticales en ninguna de las técnicas se produce una mejora de los mismos en las tres, pero sí se da un empeoramiento en las observaciones de las tres antenas por las técnicas de VU1, VR1, VR2 y NR1. Finalmente, en las observaciones de desviación estándar en 3D ninguna técnica experimenta una mejoría en las tres antenas a la vez, pero sí un empeoramiento, en VU1, VR1 y NR1.

En cuanto a los incrementos de coordenadas, los horizontales experimentan una mejoría de sus valores en VU2, VR1 y NU2 y ninguna técnica experimenta un empeoramiento en las tres antenas.. Los incrementos verticales experimentan una mejora en sus resultados en las tres antenas en VU1, VR1 y NR1 y un empeoramiento en VR2. Finalmente en los incrementos de coordenadas 3D, son cuatro las técnicas que ven mejorados sus resultados en las tres antenas a la vez, en VU1, VU2, VR1 y NR1, y sólo una técnica ve empeorados sus resultados a la vez, NU1.

Así la tendencia no es contundente como para afirmar que se está produciendo una mejora de los datos al observar por la noche, pero sí que podemos afirmar que de alguna manera se podría estar manifestando este fenómeno en algunas observaciones.

Cabe recordar aquí, como se hizo en el estudio según las condiciones meteorológicas, que en el centro de control se realiza una corrección de las observaciones de las estaciones de referencia de la red, y entre estas correcciones está la producida por el estado de la ionosfera, que además puede prácticamente anularse al observar con un receptor bifrecuencia, como es nuestro caso y el de las estaciones de referencia utilizadas. Así, los datos de correcciones diferenciales que recibe nuestra controladora ya vienen libres de retardo ionosférico, que es, al fin y al cabo, lo que se está observando en nuestros resultados; que los valores de los observables de precisión y de incrementos de coordenadas no muestran una clara tendencia a mejorar con el cambio del estado de la ionosfera por venir ya corregidos.

7.6. Resumen de los mejores resultados de todos los estudios.

Finalmente, a manera de resumen, poniendo juntos todos los mejores resultados de todos los estudios vistos en este trabajo, se muestran en la tabla 7.47 los mejores resultados que por cada técnica ha registrado cada antena.

TECNICA	R-8				R-10				L-12			
	PTO.EST.	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)	PTO.EST.	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)	PTO.EST.	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)
VU1	VALE 00K	0.007	0.010	0.012	SECO 00K	0.008	0.009	0.012	VCIA 05K	0.006	0.009	0.011
VU2	VALE 00K	0.008	0.013	0.015	HUME 00K	0.010	0.017	0.020	VCIA 00K	0.005	0.011	0.012
VR1	VALE 00K	0.008	0.012	0.014	VALE 00K	0.007	0.008	0.011	VCIA 00K	0.006	0.013	0.014
VR2	VALE 00K	0.006	0.011	0.013	SECO 00K	0.008	0.012	0.014	VCIA 05K	0.008	0.013	0.015
NU1	SECO 00K	0.006	0.008	0.010	VALE 00K	0.008	0.009	0.012	VALE 05K	0.006	0.009	0.011
NU2	NOCT 00K	0.008	0.012	0.014	HUME 00K	0.008	0.012	0.014	VALE 20K	0.006	0.010	0.012
NR1	VCIA 20K	0.022	0.012	0.025	VALE 00K	0.007	0.008	0.011	VCIA 10K	0.008	0.011	0.014
NR2	VCIA 00K	0.018	0.029	0.034	NOCT 00K	0.007	0.012	0.014	VCIA 10K	0.007	0.011	0.013

Tabla 7.47. Mejores resultados por técnica y antena utilizada.

En la anterior tabla se resalta en gris oscuro, por cada técnica, el mejor resultado de entre las tres antenas, acumulando la antena Leica ATX1230 la mayor parte de ellos, siendo curiosamente 3 de ellos con máscara de elevación de 20° y situado a su vez uno de ellos a 20Km de la estación de referencia de VALE. De hecho cada uno de ellos se encuentra a una distancia diferente de la estación de referencia. Esto demuestra que pese a encontrarse a cierta distancia, la precisión del sistema VRS de observación cumple con las expectativas que eran de esperar de él. Y se aprecia que en efecto, como se comenta al principio de este trabajo, el centro de control emite las correcciones diferenciales con los datos de las estaciones corregidos de los diversos errores y retardo de que se ven afectadas. Las otras dos antenas registran los mejores valores del resto de técnicas, encontrándose todas ellas en el punto de estacionamiento de VALE00K (SECO00K corresponde a esta misma ubicación). Respecto a los valores de los estudios segundo y tercero, puede verse como entre los mejores valores de cada antena se han registrado observaciones de todos estos estudios, de día (correspondientes a VALE00K y VCIA00K) de NOCT, de HUME y de SECO. Esto mismo nos hace ver que lo que se comenta en este mismo párrafo sobre las correcciones de los efectos troposférico e ionosférico se cumple.

En la tabla 7.48. se destaca en gris oscuro el mejor resultado/s registrado por cada antena de entre todos los estudios.

TECNICA	R-8				R-10				L-12			
	PTO.EST.	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)	PTO.EST.	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)	PTO.EST.	σ Hoz.(m)	σ Vert.(m)	σ 3D(m)
VU1	VALE 00K	0.007	0.010	0.012	SECO 00K	0.008	0.009	0.012	VCIA 05K	0.006	0.009	0.011
VU2	VALE 00K	0.008	0.013	0.015	HUME 00K	0.010	0.017	0.020	VCIA 00K	0.005	0.011	0.012
VR1	VALE 00K	0.008	0.012	0.014	VALE 00K	0.007	0.008	0.011	VCIA 00K	0.006	0.013	0.014
VR2	VALE 00K	0.006	0.011	0.013	SECO 00K	0.008	0.012	0.014	VCIA 05K	0.008	0.013	0.015
NU1	SECO 00K	0.006	0.008	0.010	VALE 00K	0.008	0.009	0.012	VALE 05K	0.006	0.009	0.011
NU2	NOCT 00K	0.008	0.012	0.014	HUME 00K	0.008	0.012	0.014	VALE 20K	0.006	0.010	0.012
NR1	VCIA 20K	0.022	0.012	0.025	VALE 00K	0.007	0.008	0.011	VCIA 10K	0.008	0.011	0.014
NR2	VCIA 00K	0.018	0.029	0.034	NOCT 00K	0.007	0.012	0.014	VCIA 10K	0.007	0.011	0.013

Tabla 7.48. Mejor resultado de entre todos los estudios registrado por cada antena.

Así para la antena Trimble R8 el mejor resultado ha sido SECO00K (en VALE00K, del IGN) mediante la conexión al IGN (gestor de la antena de referencia utilizada), con solución de estación única MDE de 10° y a ~0Km de la misma, como era de esperar. Es

curioso que esta antena, que tantos problemas ha dado para resolver ambigüedades sea precisamente la que registre finalmente el mejor resultado de todos, aunque apenas se vaya un milímetro del resto.

Por otro lado, la antena Trimble R10 ha registrado los mejores resultados mediante solución de red, con MDE de 10°, tanto con conexión al ICV como al IGN, y de nuevo situándose a 0Km de la estación de referencia de VALE.

Finalmente, el mejor resultado para la antena Leica ATX1230 ha sido curiosamente en la otra zona de estudio. Ha sido mediante solución de estación única, conectada a VCIA, mediante el servidor del ICV (gestor de esta estación de referencia) y situándose a 5Km de la misma.

Dado que la mayoría de los resultados se ha obtenido en la zona de estudio de VALE, sentía curiosidad por saber, de todos los valores registrados mediante todas las técnicas, cuál había sido el mejor de cada zona, Así, en la siguiente tabla (tabla 7.49.) pueden verse estos resultados.

		$\sigma_{Hoz.}(m)$	$\sigma_{Vert.}(m)$	$\sigma_{3D}(m)$				$\sigma_{Hoz.}(m)$	$\sigma_{Vert.}(m)$	$\sigma_{3D}(m)$				$\sigma_{Hoz.}(m)$	$\sigma_{Vert.}(m)$	$\sigma_{3D}(m)$
MEJOR VALE	NU1-SECO 00K	0.006	0.008	0.010	VR1-NR1-VALE 00K	0.007	0.008	0.011	NU1-VALE 05K	0.006	0.009	0.011				
MEJOR VCIA	VR1-VCIA00K	0.009	0.012	0.015	VR1-VCIA 05K	0.014	0.013	0.019	VU1-VCIA 05K	0.005	0.009	0.011				

Tabla 7.49. Mejor resultado de la Zona Norte y de la Zona Sur.

El mejor resultado para la Zona de estudio Norte sigue siendo el que habíamos visto en la anterior tabla, correspondiente a la solución de estación única del IGN con una MDE de 10° y situada a 0Km de la estación de referencia de VALE.

Por otro lado, el mejor resultado para la Zona de estudio Sur corresponde a la solución de estación única del ICV, con MDE de 10° y situado a 5Km de la estación de referencia de VCIA.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Capítulo 8

Presupuesto

8.1.Introducción.

Para la confección del presupuesto se ha tomado como referencia la Guía de Honorarios orientativos de Ilustre Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica.

La base de percepción que se toma como referencia es de 99.68€/h para 2016, no habiéndose podido actualizar al IPC del 2017 por no estar los datos todavía disponibles.

Para los trabajos previos de búsqueda de puntos de estacionamiento y reconocimiento del terreno, se ha tomado, del apartado 2.1 la siguiente fórmula:

$$H = 60 \text{ N x K}$$

Siendo:

- N, el número de horas.
- K, el factor de complejidad, de 1 a 3, en función de la urgencia o del grado de responsabilidad.

Para las salidas a campo con los equipos para las observaciones de estático y VRS se ha tomado del apartado C.28, la siguiente fórmula:

$$H = 6 \text{ x B x D x K} + 1,2 \text{ x E}$$

Siendo:

- H, los honorarios.
- B, la base de percepción.
- D, los días de trabajo.
- K, coeficiente dependiente del tipo de terreno (1)
- E: Tarifas de alquiler de equipos/día.

Para los trabajos de gabinete se ha tenido en cuenta el número de horas de dedicación a los mismos, que ha sido de aproximadamente 300 horas. Así, se ha tomado del apartado 2.5 de la guía de Honorarios la siguiente fórmula:

$$H = 0,45 \text{ x B x N x K.}$$

Siendo:

- B, la base de percepción.
- N, el número de horas.
- K, el grado de complejidad, $1 < K < 2$, en función de la dedicación, conocimientos o responsabilidad.

8.2. Información sobre salidas a campo.

Concepto	Fecha	Antenas alquiladas	Km recorridos	Horas trabajo
Reconocimiento previo	06/02/2017	3	165	8
Estático VALE20K-10K	09/02/2017	3	73	7
Estático VALE05K	10/02/2017	3	36	4
Estático VCIA20K	13/02/2017	3	80	4
Estático VALE00K	14/02/2017	3	22	4
Estático VCIA10K-05K	15/02/2017	3	63	7
Estático VCIA00K	27/02/2017	3	38	4
VRS VCIA	02/03/2017	3	79	8
VRS VALE	08/03/2017	3	86	8
VRS SECO	23/03/2017	3	22	1
VRS HUME	27/04/2017	3	22	1
		Total	686.00	56.00

8.3.Presupuesto.

En primer lugar se muestra el presupuesto que se presentaría ante la administración. En el mismo se ha considerado no incluir la licencia de obra (4% s/PEC) al tratarse de un estudio o trabajo de investigación.

Capítulo I	Alquiler 3 Antenas GNSS	3 759.80 €
Capítulo II	Trabajos de Reconocimiento Previo	480.00 €
Capítulo III	Estáticos y Observaciones VRS	5 980.80 €
Capítulo IV	Alquiler Software Procesamiento	1 190.00 €
Capitulo V	Estudio Comparativo	13 456.80 €
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)		24 867.40 €
	13% gastos generales de empresa	3 232.76 €
	6% beneficio industrial	1 492.04 €
Presupuesto de Ejecución de Contrata (PEC)		29 592.21 €
	IVA (21% s/PEC)	6 214.36 €
	Honorarios Ingeniero Topógrafo (9% s/PEM)	2 238.07 €
	IVA (21% s/Honorarios Ingeniero Topógrafo)	469.99 €
	Honorarios seguridad y salud (3% PEM)	746.02 €
	IVA (21% s/Honorarios seguridad y salud)	156.66 €
Presupuesto Total (PT)		39 417.32 €

A continuación, aparte del presupuesto, se muestra la relación de ingresos, gastos y beneficios que se devengan durante la realización de los diferentes trabajos.

Ingresos.

1) Honorarios por Salidas a Campo

B = Base percepción		99.68 €
D = Días de trabajo		10 días
K = Coeficiente dependiente del tipo de terreno		1
E = Tarifas alquiler equipos		3 418.00 €
<hr/>		
Honorarios	$6 \times B \times D \times K + E$	9 398.80 €

2) Honorarios por Salida Previa a Campo

N = Número de horas		8 h
K = Según urgencia o responsabilidad		1
E = Tarifas alquiler equipos		341.80 €
<hr/>		
Honorarios	$H = 60 \times N \times K + E$	821.80 €

3) Honorarios por Trabajos de Gabinete

N = Número de horas		300 h
K = Grado de complejidad		1
G = Gastos		1 190.00 €
<hr/>		
Honorarios	$H = 0,45 \times B \times N \times K + G$	14 646.80 €

<hr/>		
Suma Total Ingresos (1 + 2 + 3)		24 867.40 €
	IVA (21%)	5 222.15 €
	IRPF (15%)	-3 730.11 €
<hr/>		
	Líquido	26 359.44 €
<hr/>		

Gastos.

1) Coste Equipos y Software

	Coste Unitario	Unidades	Coste
Alquiler Trimble R8	98.00 €/día	11 días	1 078.00 €
Alquiler Trimble R10	98.00 €/día	11 días	1 078.00 €
Alquiler Leica ATX1230	145.80 €/día	11 días	1 603.80 €
Subtotal Costes Equipos Salidas			3 759.80 €

	Coste Unitario	Unidades	Coste
Alquiler Trimble Business Center	195.00 €/mes	2 meses	390 .00€
Alquiler Leica Geo Office	400.00 €/mes	2 meses	800 .00€
Subtotal Costes Software Gabinete			1 190.00 €

Suma Costes Software Gabinete + Costes Equipos Salidas			4 949.80 €
---	--	--	-------------------

2) Coste Equipo Informático

	Coste Unitario	Unidades	Coste
Alquiler Equipos Informáticos	45.00 €/mes	2 meses	90.00 €
Suma Coste Informático			90.00 €

3) Costes generales

	Coste Unitario	Unidades	Coste
Alquiler Espacio Coworking	160.00 €/mes	2 meses	320.00 €
Alquiler del Coche	28.92 €/día	11 días	318.12 €
Dietas por Kilometraje	0.19 €/Km	686 Km	130.34 €
Dietas por Comida	20 €/día	11 días	220.00 €
Cuota de Autónomos	50 €/mes	2 meses	100.00 €
Suma Coste General			1 088.46 €

Suma Total Gastos (1 + 2 + 3)			6 128.26 €
--------------------------------------	--	--	-------------------

			IVA (21%) 1 286.93 €
--	--	--	----------------------

Beneficio.

Suma Total Ingresos	24 867.40 €
Suma Total Gastos	6 128.26 €
Beneficio Operativo	18 739.14 €
IVA (21,00%) s/Beneficio Operativo	3 935.22 €
IRPF (15,00%) s/Total Ingresos	- 3 730.11 €

Capítulo 9

Conclusiones y trabajos futuros

9.1. Conclusiones.

9.1.1. Estudio según la distancia a la estación de referencia.

En este primer estudio se aprecia, en las técnicas de observación mediante estación única, una clara tendencia a perder precisión conforme nos alejamos de la estación de referencia, que es lo esperado a partir de lo visto respecto al funcionamiento de este tipo de solución en VRS.

En cuanto a las observaciones con solución de red, sería de esperar que los resultados fueran más estables, pero se ha comprobado una ligera (y en ocasiones no tan ligera) tendencia a perder precisión con la distancia a la estación de referencia característica de cada zona de estudio. Dado que se desconoce el algoritmo para la solución de red, no se puede establecer por qué afecta la distancia a la estación de referencia cuando, en un principio, se afirma que la precisión es homogénea a lo largo del territorio utilizando este tipo de solución.

En ambos tipos de solución se ha observado un mayor incremento del fenómeno cuando se ha cambiado la máscara de elevación, como era de esperar. No obstante, en ocasiones cuando ha habido bastantes satélites, este cambio no ha afectado apenas a las observaciones.

En cuanto a la comprobación de la posición de las antenas sobre la base de metacrilato, ha permitido ver cómo las coordenadas empezaban a perder precisión conforme se alejaban de la estación de referencia, empezando con valores por encima de la tolerancia en altura para acabar superándola en altura, distancia reducida y geométrica.

Finalmente, al comparar las observaciones VRS con los datos de los estáticos, que ha sido una manera de comprobar la exactitud de las coordenadas, se ha podido demostrar definitivamente cómo la pérdida de precisión con la distancia a la estación de referencia conlleva también una pérdida en la exactitud y fiabilidad de las coordenadas.

9.1.2. Estudio según las condiciones meteorológicas.

En este segundo estudio y remitiéndonos a las comparativas de antenas del anexo III podemos ver que no existe una clara correlación entre las evoluciones de los resultados de las tres antenas para cada técnica de observación, esto es, no se percibe que los resultados mejoren o empeoren claramente en todas las técnicas en las tres antenas a la vez. Tan solo ocurre en un par de casos. Este hecho nos hace pensar que las observaciones obtenidas dependen principalmente de cómo trata cada controladora las correcciones que recibe el centro de control.

Por otro lado recordar aquí que, cuando se sale a observar, el centro de control conoce las condiciones meteorológicas en cada estación de referencia de su red, trata las observaciones de las mismas corrigiendo los efectos que estas condiciones provocan en las señales de los satélites y genera un modelo de corrección para nuestra estación de referencia virtual. Finalmente nos transmite las correcciones diferenciales con una

mínima afectación por las condiciones meteorológicas. Y debe ser por eso que ha sido difícil observar una clara tendencia hacia un empeoramiento o mejora de los resultados con el aumento de la humedad en el ambiente.

Dicho lo anterior cabría esperar lo que sucede con las antenas de Trimble, donde no queda claro si la evolución es a mejor o a peor; unos resultados van hacia un lado y los otros en el sentido opuesto, y en muchos casos apenas se aprecia un cambio.

Por otro lado, como se ha visto en el estudio, la antena Leica ATX1230 ha mostrado una mejoría en la calidad de las observaciones, tanto en precisión como en exactitud con el aumento de humedad en el ambiente. No obstante, se considera que, para afirmar que tal efecto se produce en las observaciones con el cambio de humedad en el ambiente, sería recomendable que también se apreciara en las observaciones de las otras antenas utilizadas, cosa que no sucede. Así, pese a la solvencia observada en este equipo, sería aventurado aseverar que se cumple este fenómeno.

9.1.3. Estudio según el estado de la ionosfera.

En este tercer estudio y tras estudiar los resultados de precisión mínima y de incrementos de coordenadas respecto al estático se puede observar cómo, pese a que en el caso de las observaciones horizontales las precisiones no seguían una tendencia uniforme en todos los resultados, en los incrementos de coordenadas horizontales se podría afirmar que se observa cierta tendencia a que estos mejoren con el paso del día a la noche, cosa que coincide con lo que cabría esperar con el cambio en el estado de la ionosfera.

En cuanto a los resultados de precisión vertical, se ha observado que mientras la tendencia general con las tres antenas ha sido que en 6 técnicas empeoren los resultados, en los incrementos de coordenadas verticales se produce un pequeño cambio, más bien homogéneo, es decir que casi son el mismo número de técnicas las que mejoran que las que empeoran y sus valores, opuestos son de similar magnitud. E igual ocurre con los resultados en 3D.

Finalmente, de igual forma a como se ha hecho en el estudio según las condiciones meteorológicas, se ha acudido al anexo III, donde se puede consultar una comparativa entre las tres antenas para ver si se producía algún tipo de correlación entre las mismas en alguna de las técnicas de observación, esto es, si en muchas de las técnicas se produjera una mejora de los datos en las tres antenas o un empeoramiento, se podría concluir que se está manifestando el efecto del retardo ionosférico sobre las observaciones. La conclusión al respecto es que la tendencia no es contundente como para afirmar que se está produciendo una mejora de los datos al observar por la noche, pero sí que podemos afirmar que de alguna manera se podría estar manifestando este fenómeno en las observaciones de algunas técnicas.

Cabe recordar aquí, como se hizo en el estudio según las condiciones meteorológicas, que en el centro de control se realiza una corrección de las observaciones de las

estaciones de referencia de la red, y entre estas correcciones está la producida por el estado de la ionosfera, que además puede prácticamente anularse al observar con un receptor bifrecuencia, como es nuestro caso y el de las estaciones de referencia utilizadas. Así, los datos de correcciones diferenciales que recibe nuestra controladora ya vienen libres de retardo ionosférico, que es, al fin y al cabo, lo que se está observando en nuestros resultados; que los valores de los observables de precisión y de incrementos de coordenadas no muestran una clara tendencia a mejorar con el cambio del estado de la ionosfera por venir ya corregidos.

9.2.Trabajos futuros.

Durante el proceso de los anteriores estudios se ha visto en gabinete gran cantidad y variedad de información, mucha de la cual no aparece en este estudio, por no ser objeto directo del mismo. No obstante mientras se iban relacionando unos datos con otros han ido surgiendo ideas de posibles estudios futuros con los datos recogidos así como con nuevos datos.

Una de las alternativas de estudio que me resultan especialmente interesante es la de indagar en el algoritmo de la solución de red. Hoy en día es el centro de control el que decide la combinación de estaciones de referencia utilizadas en la solución de red y no el usuario, como en ocasiones sería deseable para realizar algunos estudios. Así, el estudio consistiría en estacionar dos antenas, una muy cerca de la otra y poner a observar mediante estático relativo a una de ellas y mediante VRS con solución de red a la otra. Una vez hecho esto, se resolvería el estático y se intentaría averiguar cuál ha sido la combinación de estaciones de referencia necesaria para obtener los datos de la observación VRS. Se trataría de aplicar una especie de ingeniería inversa que nos permitiera conocer el criterio que ha seguido el centro de control para proporcionarnos las correcciones diferenciales que nos ha transmitido.

Por otro lado, como se ha visto, los datos de las observaciones VRS son sintéticos. Se genera una estación virtual cerca de nosotros y se nos transmiten unas correcciones como si en esa posición hubiera realmente una estación de referencia transmitiendo. En el caso de la solución de red se ha observado que en los listados de puntos no queda reflejada la posición de esa estación virtual de referencia cercana a nosotros. Lo que se ha visto es que las controladoras almacenan un vector con origen, en muchas ocasiones, en la estación de referencia que cabría esperar para la solución de estación única y no en un punto cercano, llegándose a ver vectores en solución de red con origen en estas estaciones de referencia incluso a 20Km de las mismas. Este fenómeno cabría estudiarlo. ¿Es posible conocer la posición de la estación de referencia virtual que se ha generado? Quizá su conocimiento nos permitiría ver si existe una correlación entre la distancia a ella y el valor de las correcciones que se ha obtenido.

Finalmente, durante las pruebas previas a los estudios se observó que, quizá, debido a trabajos de mantenimiento o a problemas temporales en los centros de control, había ocasiones en que, al conectar a sus servidores, éstos ofrecían solamente correcciones para una constelación (GPS). Esto se manifestaba con una bajada sensible en el número de satélites observados. Así, se pensó que se podría hacer otro tipo de estudio en el que se viera cómo afecta a las correcciones diferenciales transmitidas el hecho de que, en el momento de las observaciones sólo se reciban de una constelación, así como compararlas con las correcciones con dos constelaciones, o más; con la implantación de nuevas antenas en las estaciones de referencia que transmitan correcciones para las observaciones de la constelación Galileo.

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Capítulo 10

Bibliografía y Documentación

10.1. Bibliografía.

- [1] Olivas-Carriquí, J. & Ramos-Galán, M.I. (2013). *Acondicionamiento y mejora de la carretera A-317 desde el P.K. 12+000 al P.K. 13+500 y posterior diseño de un trazado desde el P.K. 13+500 hasta la aldea del Polvillar, Hornos , Jaén*, Memoria para optar al título de Ingeniero Técnico en Topografía, Universidad de Jaén, España.
- [2] Santos M.C., Souza, C.B. & de Freitas, S. (2000). *A practical evaluation of the GPS rapid static method*. (8p.) Curitiba, Brasil. Canadian Institute of Geomatics. ISSN:1195-1036. <www.cornell.edu>.
- [3] Bakula, M. (2012). *An Approach to Reliable rapid Static GNSS Surveying*. (8p.) Olsztyn, Polonia. University of Warmia and Mazury. DOI: 10.1179/1752270611Y.0000000038. <uwm.edu.pl>.
- [4] Paul A.J. & Boag T.D. (2003). *Bathymetric survey of potential water bodies to supply the 2004 winter geotechnical programa*. (291p.) Calgary, Canadá. Applied Aquatic Research. <www.stantec.com>.
- [5] Mervart, L. (2013). *BKG Ntrip Client (BNC) - Manual*. (96p.) Frankfurt, Alemania. Federal Agency for Cartography and Geodesy. <bkg.bund.de>.
- [6] Rueda-Núñez J.J., Sainz-Mata Aparicio, S. & Romero Jarén, R. (2014). *Cálculo de la atracción gravimétrica inducida por el pabellón de gravimetría del centro de desarrollos tecnológicos de Yeves (Instituto Geográfico Nacional)*. Memoria para optar al título de Graduado en Ingeniería Geomática y Topografía, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- [7] Berné-Valero, J.L. & Garrido-Villén, N. (2016). *Cálculo y compensación de redes GNSS con LGO*. (79p.) Valencia, España. Editorial Universitat Politècnica de València. <www.upv.es>.
- [8] Pou Peña, G. & Prieto Morín, J.F. (2016). *Comparativa de diferentes tipos de efemérides GNSS en cálculo de grandes líneas base con Magnet Office*. Memoria para optar al título de Graduado en Ingeniería Geomática y Topografía, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- [9] Schön, S. & Kersten, T. (2013). *Comparing antenna phase center corrections: Challenges, concepts and perspectives*. (1p.) Hannover, Alemania. Leibniz Universität Hannover. <www.ife.uni-hannover.de>.
- [10] Morillo Barragán, J.R. (2013). *Desarrollo y análisis de la precisión de la red de antenas de referencia GNSS de Extremadura. Trazabilidad de flotas de transporte hortofrutícola*. Memoria para optar al título de Doctor en Ingeniería del medio agronómico y forestal, Universidad de Extremadura, España.

- [11] García-Asenjo, L., Capilla, R., Baselga, S. & Garrigues, P. (2007). *Determination of ETRS89 coordinates for the GNSS Reference Station Network of Valencian Community (Spain)*. (7p.) Valencia, España. Instituto Cartográfico de Valencia. <www.icv.gva.es>.
- [12] Sobrino, J.A. (2009). *El Nuevo Modelo de Geoide para España EGM08 - REDNAP*. (21p.) Madrid, España. Instituto Geográfico Nacional. <www.ign.es>.
- [13] Vasconcelos, M. & Bruininx, C. (2012). *EPN antenna models*. (21p.) Bruselas, Bélgica. EUREF Permanent GNSS Network. <www.epncb.oma.be>.
- [14] Souto, M.S., Capilla, R.M. & Berné-Valero, J.L. (2010). *Establecimiento de redes activas GNSS con fines científicos y profesionales: el caso de Córdoba (Argentina) y contraste con la técnica Precise Point Positioning: Revista de Ciencia y Tecnología n°13*. (7p.) Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Misiones. ISSN 1851-7587. <www.scielo.org.ar>.
- [15] Capilla Romà, R.M. (2016). *Estaciones permanentes GNSS: Gestión de la estandarización de datos en los centros de control para post-proceso y servicios en tiempo real*. (71p.) Valencia, España. Instituto Cartográfico de Valencia. <www.icv.gva.es>.
- [16] Psimoulis, P., Kontogianni, V.A., Nickitopoulou, A., Pytharouli, S.I., Triantafyllidis, P. & Stiros, S.C. (2004). *Estimating the Optimum Duration of GPS Static Observations for Short Baseline Length Determination in Greece*. (7p.) Atenas, Grecia. University of Patras. <www.upatras.gr>.
- [17] Bataller Martínez, E.S. & Garrido-Villén, N. (2013). *Estudio del movimiento de placas tectónicas en la Península Ibérica mediante técnicas GNSS*. Memoria para optar al título de Ingeniero Técnico en Topografía, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- [18] Abdel-Gawad, A.K., Mogahed, Y.M., Abdel Mageed, M. & El-Maghraby, A.M. (2014). *Evaluation and Accuracy Assessment of Static GPS Technique in Monitoring of Horizontal Structural Deformations*. (7p.) El Cairo, Egipto. International Journal of Modern Engineering Research (Vol 4). ISSN: 2249-6645. <www.ijmer.com>.
- [19] Šugar, D., Sučić, S. & Bačić, Ž. (2016). *Examination of Site Suitability for GNSS Measurements*. (12p.) Zagreb, Croacia. University of Zagreb. <www.geof.unizg.hr>.
- [20] Rubesky, A. (2012). *Global Positioning System (GPS). Survey Specifications (capítulo 6)*. (42p.) California, EEUU. California Department of Transportation. <www.dot.ca.gov>.
- [21] Mumma, B. (2005). *Global Positioning System (GPS). Survey Specifications: Highway Surveying Manual (Capítulo 8)*. (36p.) Washington, EEUU. Washington State Department of Transportation. <www.wsdot.wa.gov>.

- [22] Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. & Wasle, E. (2008). *GNSS - Global Navigation Satellite Systems*. (534p.) Viena, Austria. Springer-Verlag. ISBN 978-3-211-73012-6. <www.springer.com>.
- [23] Helmer, G.A. (2014). *GNSS Geodetic Control Standards and Specifications*. (26p.) California, EEUU. The California Land Surveyors Association & California Spatial Reference Center. <www.mbakerial.com>.
- [24] Verschoore, J. (2017). *GNSS Market Report Issue 5*. (100p.) Bruselas, Bélgica. European GNSS Agency. ISBN 978-92-9206-032-9. <www.gsa.europa.eu>.
- [25] Verschoore, J. (2016). *GNSS User Technology Report*. (80p.) Bruselas, Bélgica. European GNSS Agency. ISBN 978-92-9206-029-9. <www.gsa.europa.eu>.
- [26] Leick, A., Rapoport, L. & Tatarnikov, D. (2015). *GPS Satellite Surveying*. (4^a Ed.) (820p.) New Jersey, EEUU. Wiley. ISBN 978-1-118-67557-1. <www.wiley.com>.
- [27] Berné-Valero, J.L., Anquela-Julián, A.B. & Garrido-Villén, N. (2013). *GPS: fundamentos y aplicaciones en Geodesia y Topografía*. (368p.) Valencia, España. Editorial Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-106-6. <www.lalibreria.upv.es>.
- [28] Fernández, J.M. (2016). *Guía Demo Infinity*. (189p.) Madrid, España. Leica Geosystems. <www.leica-geosystems.com>.
- [29] Moreno Jasqui, L. M. (1995). *Guía Práctica del GPS*. (23p.) México D.F., México. Alfa Topografía. <www.alfatopografia.com>.
- [30] Queensland TMR (2016). *Guideline - GNSS Control Surveys*. (45p.) Queensland, Australia. State of Queensland - Department of Transport and Main Roads. <www.tmr.qld.gov.au>.
- [31] Schmid, R. & Einwächter, H. (2016). *IGS antenna files*. (4p.) California, EEUU. International GNSS Service. <www.igs.org>.
- [32] Griffiths, J. & Choi, K. (2012). *IGS Classic Products, Status and Towards the Future*. (18p.) Maryland, EEUU. National Geodetic Survey. <www.ngs.noaa.gov>.
- [33] Matamoros, I., Novella, A., Gracia, C. & Pros, F. (2011). *Implementación de una infraestructura geomática en una microcuenca instrumentada en Les Gavarres*. Memoria para optar al título de Ingeniero Técnico en Topografía, Universitat Politècnica de Barcelona, España.
- [34] Amor, M. & Luttenberger, C. (2002). *Introducción al concepto de redes VRS (Virtual Reference Stations)*. (12p.) Madrid, España. Trimble Navigation Ibérica. <www.trimble.com>.

- [35] Solomon, P.D., Wang, J. & Rizos, C. (2011). *Latency Determination and Compensation in Real-Time GNSS/INS Integrated Navigation Systems*. (5p.) Nueva Gales del Sur, Australia. University of New South Wales. <www.unsw.edu.au>.
- [36] (2014). *Leica Geo Office Online Help*. (1045p.) Heerbrugg, Suiza. Leica Geosystems. <www.leica-geosystems.com>.
- [37] (2007). *Leica GPS1200 Manual Técnico de Referencia*. (1476p.) Heerbrugg, Suiza. Leica Geosystems. 733515-5.5.0es. <www.leica-geosystems.com>.
- [38] Hochr, A. (2008). *Leica RX1200 User Manual*. (7ª Ed.) (214p.) Heerbrugg, Suiza. Leica Geosystems. 733550-7.0.0en. <www.leica-geosystems.com>.
- [39] Annoni, A., Luzet C., Gubler E. & Ihde J. (2001). *Map Projections for Europe*. (132p.) Frankfurt, Alemania. European Comission, Joint Research Centre. <www.eurographics.org>.
- [40] SWECO (2016). *Move3 User Manual Version 4.4*. (86p.) Utrecht, Holanda. Sweco Nederland. <www.swecogroup.com>.
- [41] (2012). *Preguntas frecuentes sobre la red de Estaciones de Referencia de Valencia (Red ERVA)*. (5p.) Valencia, España. Instituto Cartográfico de Valencia. <www.icv.gva.es>.
- [42] Saenz Susa, K.A. (2010). *Procesamiento de datos GNSS*. (18p.) Bogotá, Colombia. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. <www.udistrital.edu.co>.
- [43] Uznański, A. (2008). *Quality Control of Geodetic Networks at Leica Geo Office: Geomatics and Enviromental Engineering Volumen 2, número 1*. (8p.) Cracovia, Polonia. AGH University of Science and Technology Press. <www.WydawnictwoAGH.pl>.
- [44] Capilla Romà, R.M., Blat Puchades, E., Saa González, J.M. & Bretos Blanch, J.J. (2006). *Red ERVA: Arquitectura y Servicios de la Red de Estaciones de Referencia GPS/GNSS de Valencia*. (4p.) Valencia, España. Instituto Cartográfico de Valencia. ISBN: 84-8320-373-1. <www.icv.gva.es>.
- [45] Seeber, G. (2003). *Satellite Geodesy*. (2ª Ed.) (610p.) Berlin, Alemania. Walter de Gruyter. ISBN 3-11-017549-5. <www.degruyter.com>.
- [46] (2014). *Servicio de Posicionamiento Diferencial en Tiempo Real*. (3p.) Madrid, España. Instituto Geográfico Nacional. <www.ign.es>.
- [47] Wieser A. & Brunner, F.K. (2002). *Short Static GPS Sessions: Robust Estimation Results*. (13p.) Graz, Austria. Graz University of Technology. <ivm.tu-graz.ac.at>.
- [48] Cadenas, G. (2009). *Sistema de Posicionamiento Global (GPS)*. (7p.) Argentina. CDM Agrimensura. <www.cdmagrimensura.com>.

[49] (2010). *Summary of the determination and analysis of the ETRS89 coordinates for the GNSS Reference Station Network*. (13p.) Valencia, España. Instituto Cartográfico de Valencia. <www.icv.gva.es>.

[50] (2003). *Surveying with GPS*. (19p.) Michigan, EEUU. Michigan Technological University. <www.mtu.edu>.

[51] López Valdés, E., Núñez Andrés, A. & Gracia Gómez, C. (2010). *Test de Análisis de la Precisión en determinación de Trayectorias con GPS*. Memoria para optar al título de Ingeniero en Geomática y Topografía, Universitat Politècnica de Barcelona, España.

[52] (2016). *Trimble Access*. (36p.) California, EEUU. Trimble Navigation Limited. <www.trimble.com>.

[53] (2016). *Trimble Access General Survey*. (567p.) California, EEUU. Trimble Navigation Limited. <www.trimble.com>.

[54] Queensland (2016). *Trimble Business Centre v3.7 - Planning, Processing and Adjusting GNSS Networks*. (87p.) Queensland, Australia. State of Queensland - Department of Transport and Main Roads. <www.tmr.qld.gov.au>.

[55] (2016). *Trimble TSC3 Controller*. (60p.) California, EEUU. Trimble Navigation Limited. <www.trimble.com>.

[56] Wei, E., Chai, H. & An, Z. (2006). *VRS Virtual Observations Generation Algorithm*. (6p.) Wuhan, China. Journal of Global Positioning Systems Vol. 5, No. 1-2:76-81. ISSN 1446-3156. <www.sage.unsw.edu.au>.

[57] Renkel, L. (2012). *VRS® NOW™ Frequently Asked Questions*. (2p.) Denver, CO, EEUU. Trimble Navigation. <www.trimble.com>.

10.2. Direcciones de Internet.

[57] Bakula, M., *An approach to reliable rapid static GNSS surveying*, ResearchGate, Disponible en Web: <<https://www.researchgate.net/publication/233966886> An approach to reliable rapid static GNSS surveying>. [Consulta: 4 de mayo de 2017].

[58] *Best Practices for Minimizing Errors during GNSS Data Collection*, Youtube, Disponible en Web: <<https://www.youtube.com/watch?v=KLCDQ8yafY0>>. [Consulta: 6 de febrero de 2017].

[59] Hisham, *Calculate Antenna Reference Point(ARP) from lever of R10 extension*, RPLS Today: Harness Media LLC, Disponible en Web: <<https://rplstoday.com/community/threads/calculate-antenna-reference-point-arp-from-lever-of-r10-extension.330303/>>. [Consulta: 12 de mayo de 2017].

- [60] *Coarse Acquisition*, Oxford Technical Solutions, Disponible en Web: <<http://www.oxts.com/glossary/coarse-acquisition/>>. [Consulta: 20 de enero de 2017].
- [61] *datos de SYNOPS/BUFR*, Metmanz, Disponible en Web: <<http://www.metmanz.com>>. [Consulta: 12 de junio de 2017].
- [62] *Descripción de Estaciones ERVA*, Institut Cartogràfic de València, Disponible en Web: <http://icvficheros.icv.gva.es/ICV/gva/erva/Estaciones/Descripcion_Estaciones/>. [Consulta: 8 de mayo de 2017].
- [63] Butler, H., Schmidt, C., Springmeyer, D. & Livni, J., *ETRS89 / ETRS-TM30: EPSG Projection, Spatial Reference*, Disponible en Web: <<http://spatialreference.org/ref/epsg/3042/>>. [Consulta: 3 de mayo de 2017].
- [64] IGN (2017) *El IGN lanza el Sistema de Posicionamiento en Tiempo Real GNSS de España*, Instituto Geográfico Nacional, Disponible en Web: <<http://www.fomento.gob.es/MFOMB Prensa/Noticias/El-IGN-lanza-el-Sistema-de-Posicionamiento-en-Real/6c4173e3-634a-45ef-848a-40964a8693a1>>. [Consulta: 20 de mayo de 2017].
- [64] *Funcionamiento de la tecnología VRS*, Gobierno Vasco, Disponible en Web: <<http://www.gps2.euskadi.net/funcionamientovrs.php>>. [Consulta: 13 de marzo de 2017].
- [65] *GNSS Planning Online*, Trimble Navigation, Disponible en Web: <<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/#/Settings>>. [Consulta: 24 de enero de 2017].
- [66] *GNSS View*, QZSS japan, Disponible en Web: <<http://app.qzss.go.jp/GNSSView/gnssview.html>>. [Consulta: 9 de junio de 2017].
- [67] Ávila, J.A., *GPS Signal Plan*, Navipedia, Disponible en Web: <http://www.navipedia.net/index.php/GPS_Signal_Plan>. [Consulta: 20 de enero de 2017].
- [68] Dan100, *GRS80*, Wikipedia, Disponible en Web: <https://en.wikipedia.org/wiki/GRS_80#frb-inline>. [Consulta: 3 de mayo de 2017].
- [69] Pérez, J.A., *Higrómetro*, Wikipedia, Disponible en Web: <<https://es.wikipedia.org/wiki/Higr%C3%B3metro>>. [Consulta: 13 de marzo de 2017].
- [70] Clark, T., *How a GPS Receiver Gets a Lock*, GPS Information, Disponible en Web: <<http://gpsinformation.net/main/gpslock.htm>>. [Consulta: 18 de enero de 2017].
- [71] Estey, L., *How to Quality Check GPS data using Trimble Business Center*, UNAVCO, Disponible en Web: <https://www.unavco.org/projects/project-support/polar/support/How_to_Quality_Check_GPS_Data_Using_Trimble_Business_Center_v1.0.pdf>. [Consulta: 24 de enero de 2017].

- [72] *IGS Product Availability*, International GNSS Service, Disponible en Web: <https://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html>. [Consulta: 2 de abril de 2017].
- [73] *IGS Products*, International GNSS Service, Disponible en Web: <<https://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods.html>>. [Consulta: 17 de mayo de 2017].
- [74] Curran, J.T., Bavaro, M. & Fortuny, J., *Innovation: Null-steering antennas*, GPS World, Disponible en Web: <<http://gpsworld.com/innovation-null-steering-antennas/>>. [Consulta: 6 de febrero de 2017].
- [75] Luo, M., Akos, D., Pullen, S., Enge, P., Erlandson, B. & Frodge, S., *Interference to GPS from UWB Transmitters*, Semantic Scholar, Disponible en Web: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e930/a8b4aec164144bf3f39ea8d794c07f397ee4.pdf>>. [Consulta: 18 de enero de 2017].
- [76] Benal, T., *Método Estático GNSS*, Youtube, Disponible en Web: <https://www.youtube.com/watch?v=B2KhdndHD_s>. [Consulta: 15 de junio de 2017].
- [77] Petovello, M., Dabove, P. & de Agostino, M., *Network RTK and Reference Station Configuration*, Inside GNSS, Disponible en Web: <<http://www.insidegnss.com/node/2840>>. [Consulta: 18 de junio de 2017].
- [78] DePriest, D., *NMEA data*, GPS Information, Disponible en Web: <<http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>>. [Consulta: 18 de junio de 2017].
- [79] Yassin, B., *Online coordinate converter and map tools*, Tool-onLine, Disponible en Web: <<http://tool-online.com/en/coordinate-converter.php>>. [Consulta: 9 de mayo de 2017].
- [80] Haskamp, J., *Post-Processing GNSS Data with Trimble Business Center 3.00*, Youtube, Disponible en Web: <<https://www.youtube.com/watch?v=XBMZIFS-Lmk>>. [Consulta: 16 de enero de 2017].
- [81] López, F., *Radomo*, Wikipedia, Disponible en Web: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Radomo>>. [Consulta: 18 de mayo de 2017].
- [82] Pi, X., *Real-Time Ionospheric Maps*, Jet Propulsion Laboratory (NASA), Disponible en Web: <https://iono.jpl.nasa.gov/latest_rti_global.html>. [Consulta: 8 de marzo de 2017].
- [83] Sort, J., *Red de estaciones automáticas*, Metclimatic, Disponible en Web: <<http://www.metclimatic.net/>>. [Consulta: 13 de marzo de 2017].
- [84] *Red Geodésica Nacional de Estaciones de Referencia GNSS (ERGNSS)*, Instituto Geográfico Nacional, Disponible en Web: <<http://www.ign.es/web/ign/portal/gds-gnss-estaciones-permanentes>>. [Consulta: 17 de mayo de 2017].
- [85] Ballester, G., *Resumen synop*, Ogimet, Disponible en Web: <<http://www.ogimet.com/cgi-bin/gsynres?ind=08284>>. [Consulta: 12 de junio de 2017].

- [86] Bruyninx, C., *RINEX format*, EUREF Permanent GNSS Network, Disponible en Web: <http://www.epncb.oma.be/_documentation/formats/rinex.php>. [Consulta: 17 de mayo de 2017].
- [87] Gurtner, W., *RINEX: The Receiver Independent Exchange Format Version 2*, University of Berne, Disponible en Web: <<http://www.colorado.edu/engineering/ASEN/asen6090/rinex.format>>. [Consulta: 18 de enero de 2017].
- [88] Hidalgo, I., *RTK Standards*, Navipedia, Disponible en Web: <http://www.navipedia.net/index.php/RTK_Standards>. [Consulta: 20 de enero de 2017].
- [89] *Servicio Web de Transformación de Coordenadas*, Instituto Geográfico Nacional, Disponible en Web: <<http://www.ign.es/wcts-app/>>. [Consulta: 6 de junio de 2017].
- [90] Vazquez G.E., Bennett, R.A., Cordero, M., Trejo, M.E. & Gaxiola, J.R., *Short Baseline Calibration using GPS and EDM Observations*, Universidad Nacional Autónoma de México, Disponible en Web: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016716915000203>>. [Consulta: 15 de junio de 2017].
- [91] Morrell, D., *Signal-to-noise Ratio*, Youtube, Disponible en Web: <<https://www.youtube.com/watch?v=MSKYeWfsNO0>>. [Consulta: 23 de febrero de 2017].
- [92] Bakula, M., *Study of Reliable Rapid and Ultrarapid Static GNSS Surveying for Determination of the Coordinates of Control Points in Obstructed Conditions*, Journal of Surveying Engineering, Disponible en Web: <[http://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/\(ASCE\)SU.1943-5428.0000109](http://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000109)>. [Consulta: 8 de febrero de 2017].
- [93] Hamilton, J., *TBC antenna models*, RPLS Today: Harness Media LLC, Disponible en Web: <<https://rplstoday.com/community/threads/tbc-antenna-models.246136/>>. [Consulta: 24 de enero de 2017].
- [94] Estey, L., *TEQC - The Toolkit for GPS/GLONASS/Galil/SBAS/Beidou/QZSS/IRNSS Data*, UNAVCO, Disponible en Web: <<https://www.unavco.org/software/data-processing/teqc/teqc.html>>. [Consulta: 8 de noviembre de 2016].
- [95] Ronzo, A., *The basics of GPS*, SparkFun Electronics, Disponible en Web: <<https://learn.sparkfun.com/tutorials/gps-basics>>. [Consulta: 18 de enero de 2017].
- [96] *Understanding the difference between anti-spoofing and anti-jam*, Novatel, Disponible en Web: <<https://www.novatel.com/tech-talk/velocity/velocity-2013/understanding-the-difference-between-anti-spoofing-and-anti-jamming/>>. [Consulta: 18 de enero de 2017].

[97] Gakstatter, E., *What Exactly is GPS NMEA Data?*, GPS World, Disponible en Web: <<http://gpsworld.com/what-exactly-is-gps-nmea-data/>>. [Consulta: 18 de junio de 2017].

[98] Callejas, D., *World Gdetic System*, Wikipedia, Disponible en Web: <https://en.wikipedia.org/wiki/World_Gdetic_System>. [Consulta: 3 de mayo de 2017].

[99] 測位衛星の配置が分かるアプリ「GNSS View」のVer.2.0を公開, Cabinet Office, Government of Japan, Disponible en Web: <http://qzss.go.jp/news/archive/gnssview_151020.html>. [Consulta: 9 de junio de 2017].

Anexo I
Comparativas de
Resultados con
las Tres Antenas

Estudio según la distancia a la estación de referencia.

Comparación de desviaciones estándar.

A continuación se pasa a mostrar unas tablas comparativas de los resultados de las tres antenas para el primer estudio de este trabajo. Estos resultados se muestran en cada tabla según la desviación estándar horizontal, vertical y 3D vistas anteriormente, y dentro de cada tabla, según la técnica utilizada, como se ha ido viendo hasta ahora.

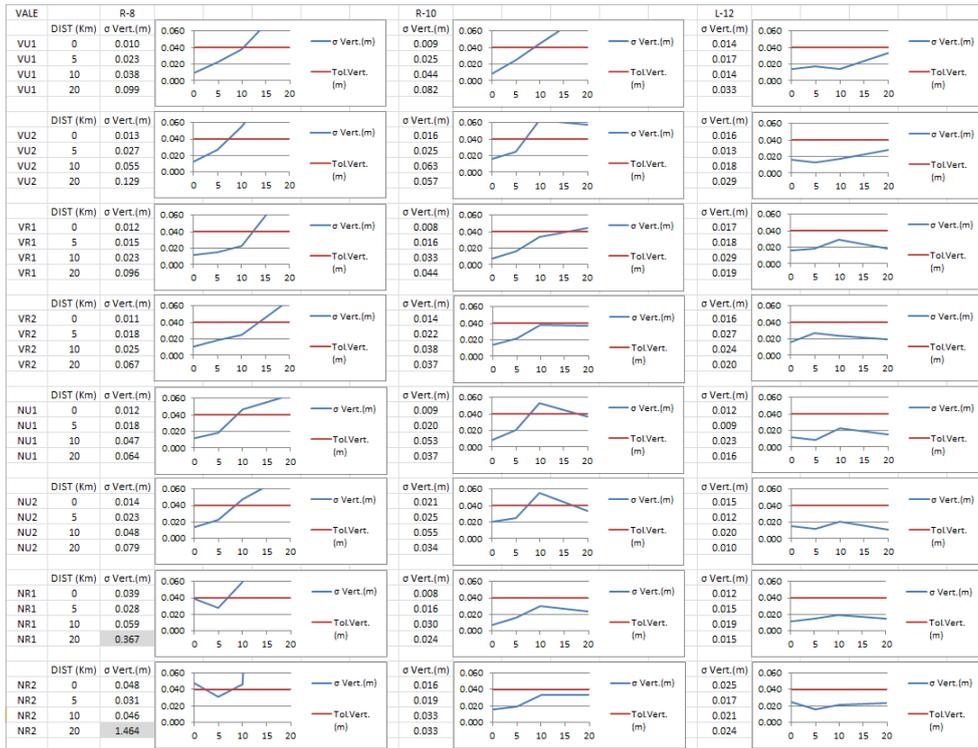
Zona Norte (VALE)

Así empezamos con la comparación de resultados de la observación realizada el día 8 de marzo en la zona Norte, correspondiente a la estación de referencia VALE (zona Norte), con los datos de desviación estándar horizontal en la primera tabla y los de desviación estándar vertical y 3D en las siguientes.

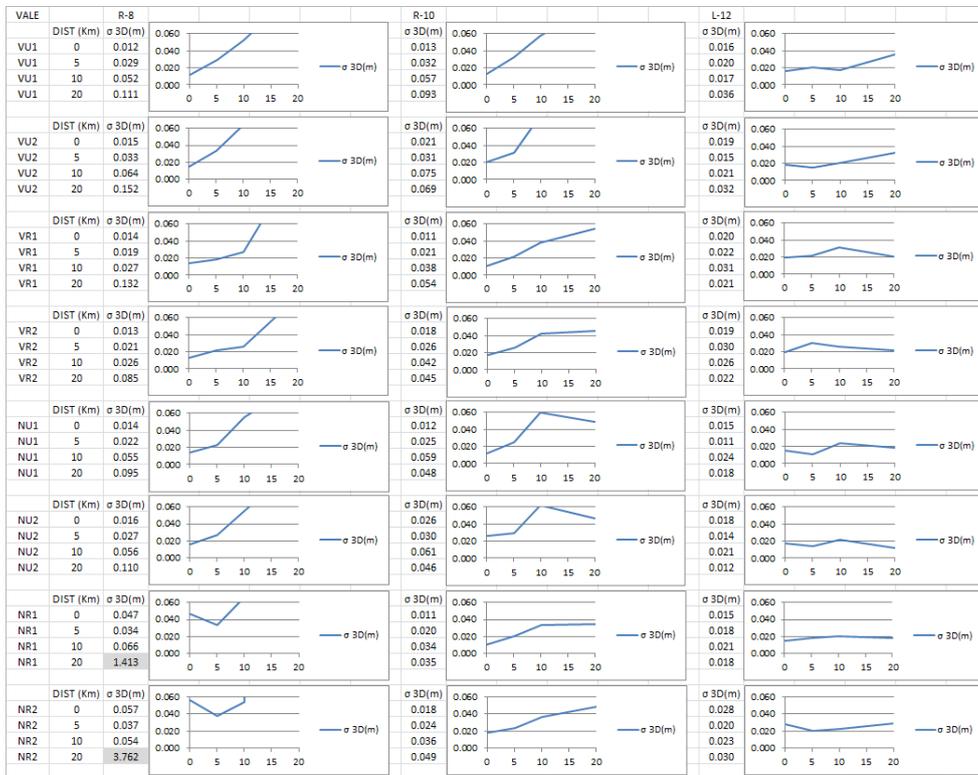
VALE			R-8			R-10			L-12		
VU1	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.007	0.040	0.030	0.009	0.040	0.030	0.009
VU1	0	0.007	0.020	0.020	0.018	0.020	0.020	0.011	0.020	0.020	0.011
VU1	5	0.018	0.010	0.010	0.036	0.010	0.010	0.009	0.010	0.010	0.009
VU1	10	0.036	0.000	0.000	0.044	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014
VU1	20	0.051									
VU2	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.008	0.040	0.030	0.013	0.040	0.030	0.009
VU2	0	0.008	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020	0.007	0.020	0.020	0.007
VU2	5	0.019	0.010	0.010	0.041	0.010	0.010	0.012	0.010	0.010	0.012
VU2	10	0.033	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.015
VU2	20	0.081									
VR1	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.008	0.040	0.030	0.007	0.040	0.030	0.010
VR1	0	0.008	0.020	0.020	0.014	0.020	0.020	0.012	0.020	0.020	0.012
VR1	5	0.011	0.010	0.010	0.019	0.010	0.010	0.011	0.010	0.010	0.011
VR1	10	0.015	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.009
VR1	20	0.091									
VR2	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.006	0.040	0.030	0.011	0.040	0.030	0.010
VR2	0	0.006	0.020	0.020	0.014	0.020	0.020	0.014	0.020	0.020	0.014
VR2	5	0.011	0.010	0.010	0.019	0.010	0.010	0.009	0.010	0.010	0.009
VR2	10	0.007	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010
VR2	20	0.052									
NU1	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.008	0.040	0.030	0.008	0.040	0.030	0.009
NU1	0	0.008	0.020	0.020	0.015	0.020	0.020	0.006	0.020	0.020	0.006
NU1	5	0.013	0.010	0.010	0.027	0.010	0.010	0.009	0.010	0.010	0.009
NU1	10	0.029	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.009
NU1	20	0.070									
NU2	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.008	0.040	0.030	0.015	0.040	0.030	0.009
NU2	0	0.008	0.020	0.020	0.016	0.020	0.020	0.007	0.020	0.020	0.007
NU2	5	0.014	0.010	0.010	0.027	0.010	0.010	0.008	0.010	0.010	0.008
NU2	10	0.028	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.006
NU2	20	0.077									
NR1	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.026	0.040	0.030	0.007	0.040	0.030	0.009
NR1	0	0.026	0.020	0.020	0.012	0.020	0.020	0.010	0.020	0.020	0.010
NR1	5	0.019	0.010	0.010	0.015	0.010	0.010	0.009	0.010	0.010	0.009
NR1	10	0.030	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010
NR1	20	1.584									
NR2	DIST (Km)	σ Hoz.(m)	0.040	0.030	0.030	0.040	0.030	0.009	0.040	0.030	0.013
NR2	0	0.030	0.020	0.020	0.015	0.020	0.020	0.011	0.020	0.020	0.011
NR2	5	0.021	0.010	0.010	0.015	0.010	0.010	0.008	0.010	0.010	0.008
NR2	10	0.029	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.017
NR2	20	1.796									

Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

A continuación comparadas por desviación estándar vertical en VALE.



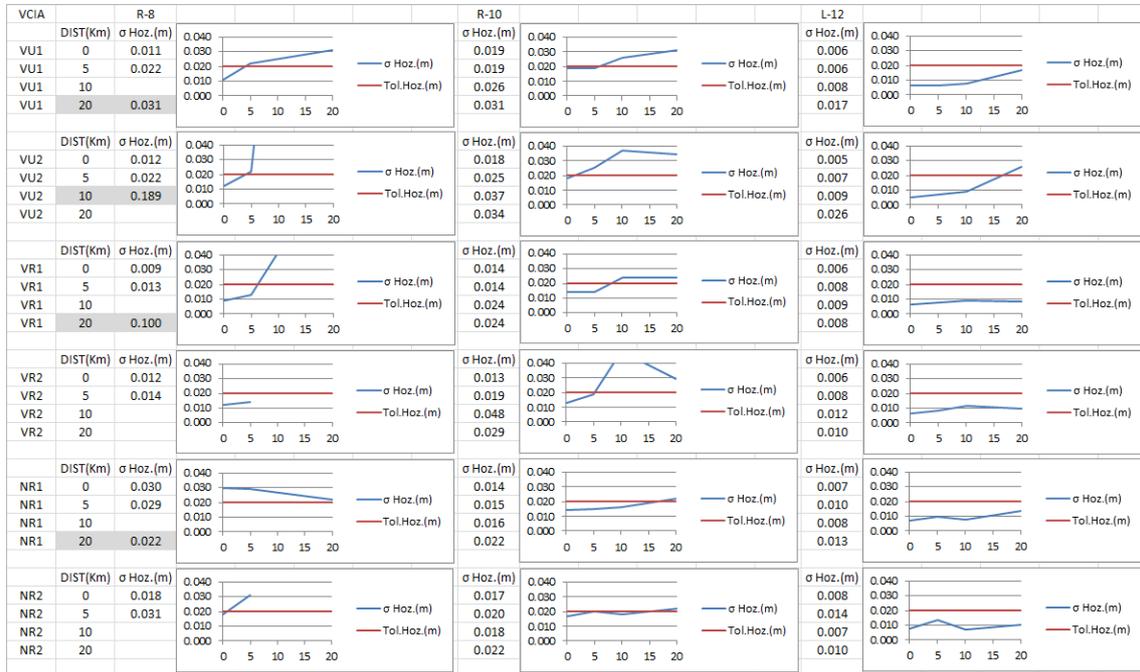
Comparación de desviaciones estándar 3D en VALE.



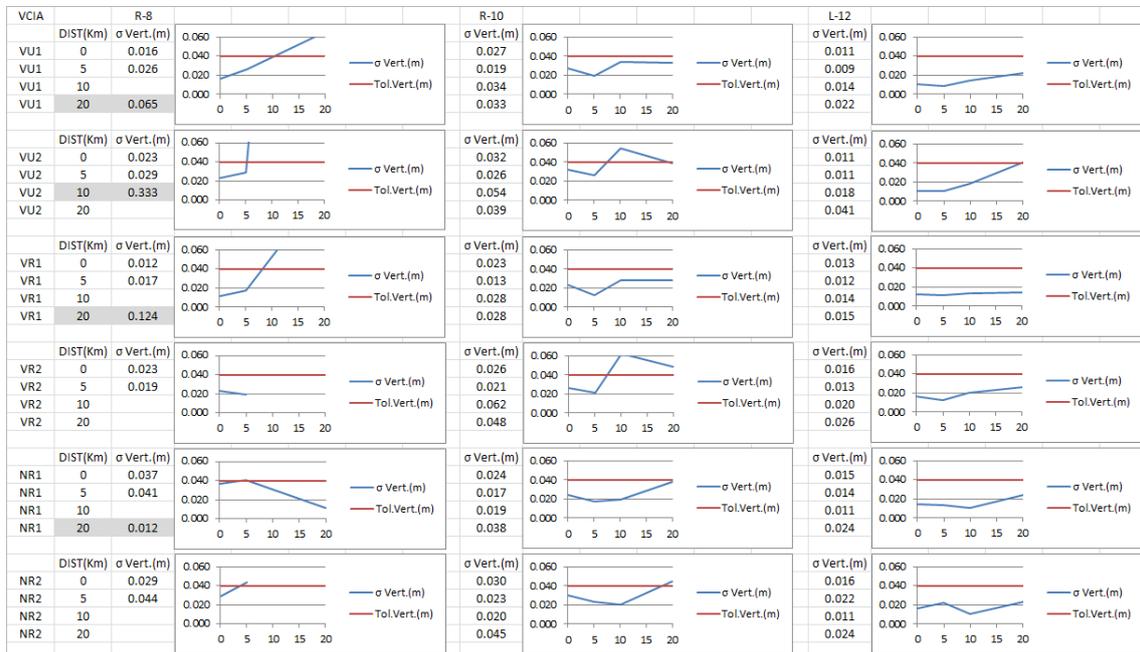
Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Zona Sur (VCIA).

Comparativa de desviaciones estándar horizontales en VCIA.

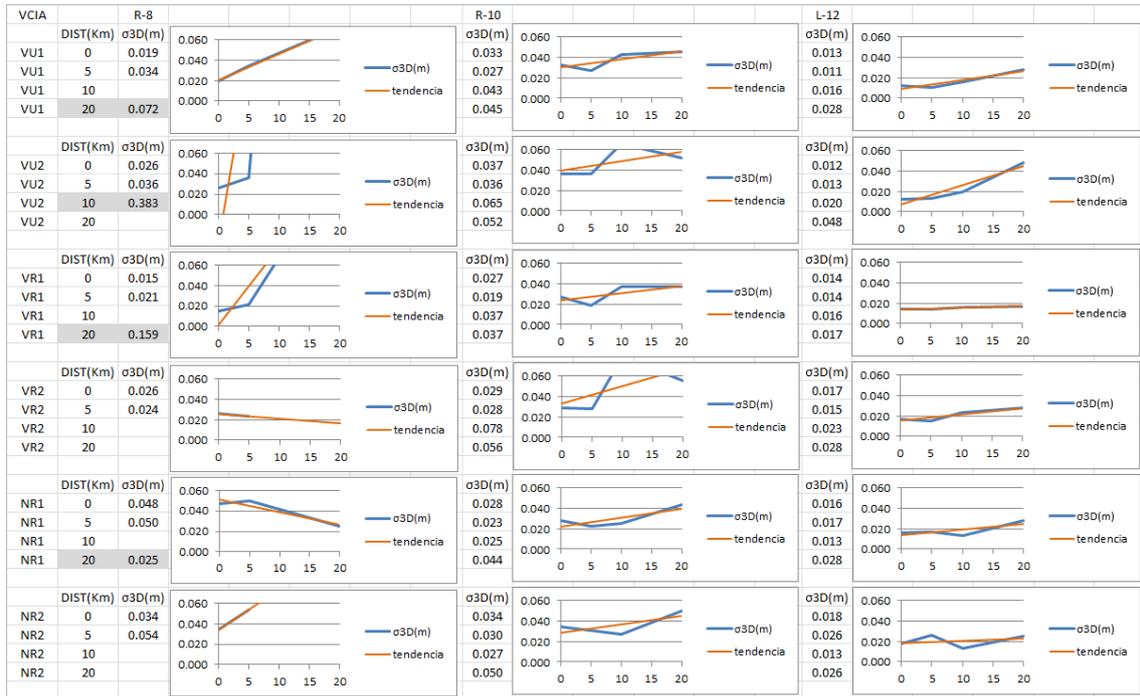


Comparativa de desviaciones estándar verticales en VCIA.



Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

Comparativa de desviaciones estándar 3D en VCIA.

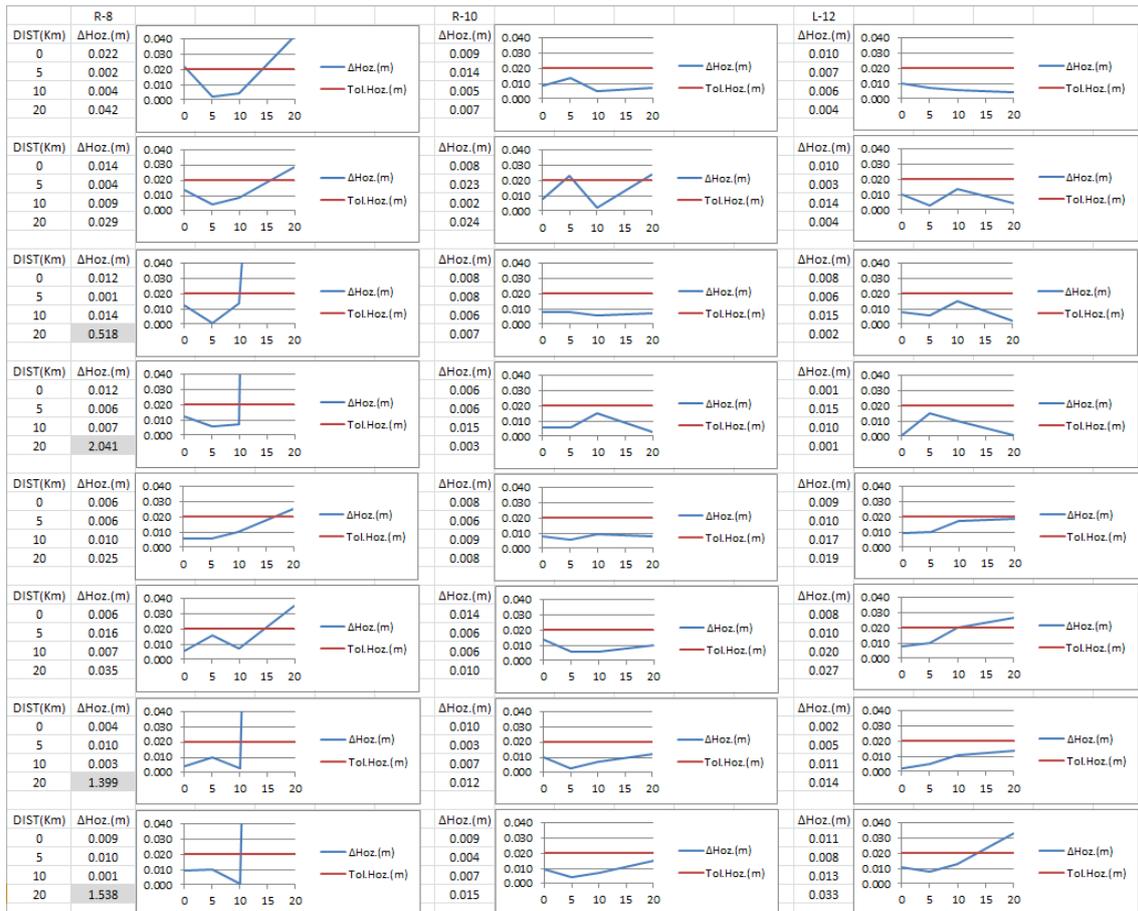


Comparación de los incrementos de coordenadas respecto al estático.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de calcular la diferencia de posición / incrementos de coordenadas o desplazamientos entre los puntos observados mediante VRS y los mismos datos obtenidos mediante el estático. Los incrementos calculados han sido en coordenadas horizontales (distancia reducida), coordenadas verticales (diferencia de altura) y coordenadas 3D (distancia geométrica).

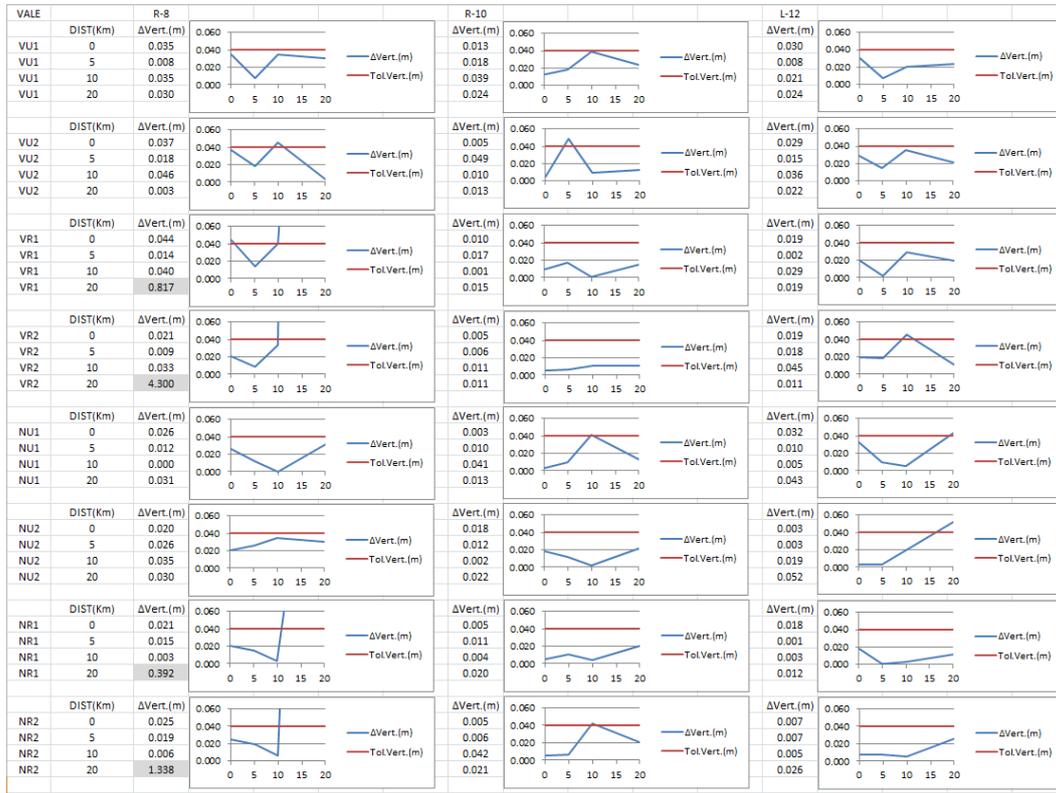
Zona Norte (VALE)

La primera tabla muestra la comparativa de incremento de coordenadas horizontales.

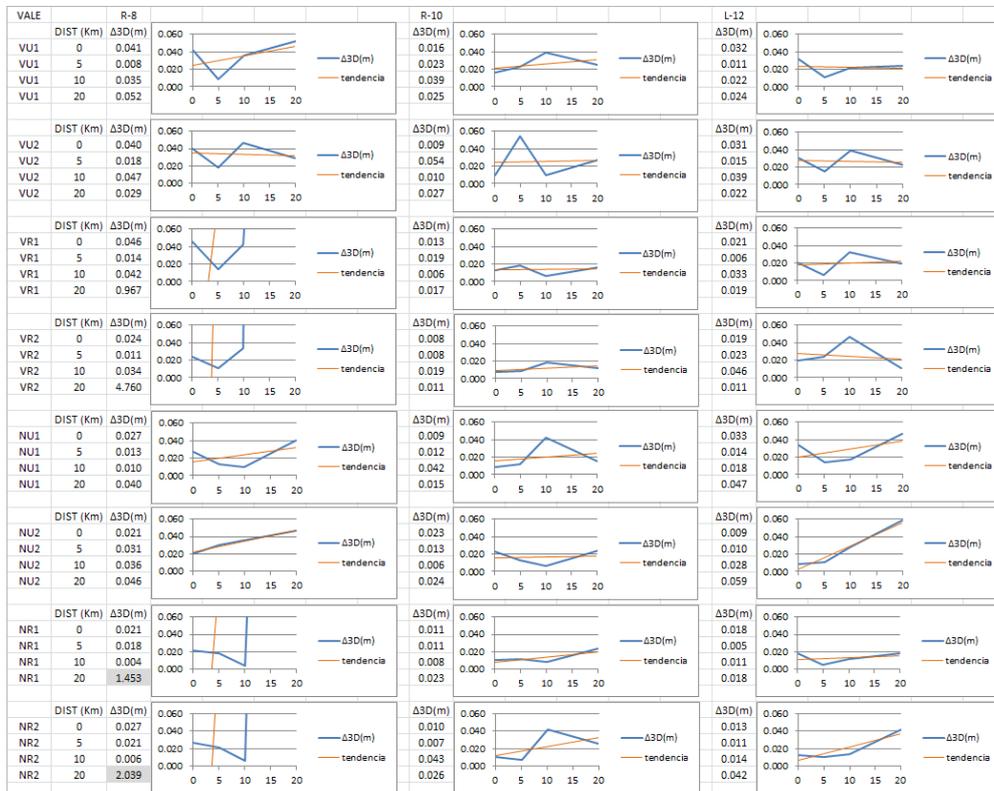


Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

Comparativa de incremento de coordenadas verticales en VALE.



Comparativa de incremento de coordenadas 3D en VALE.

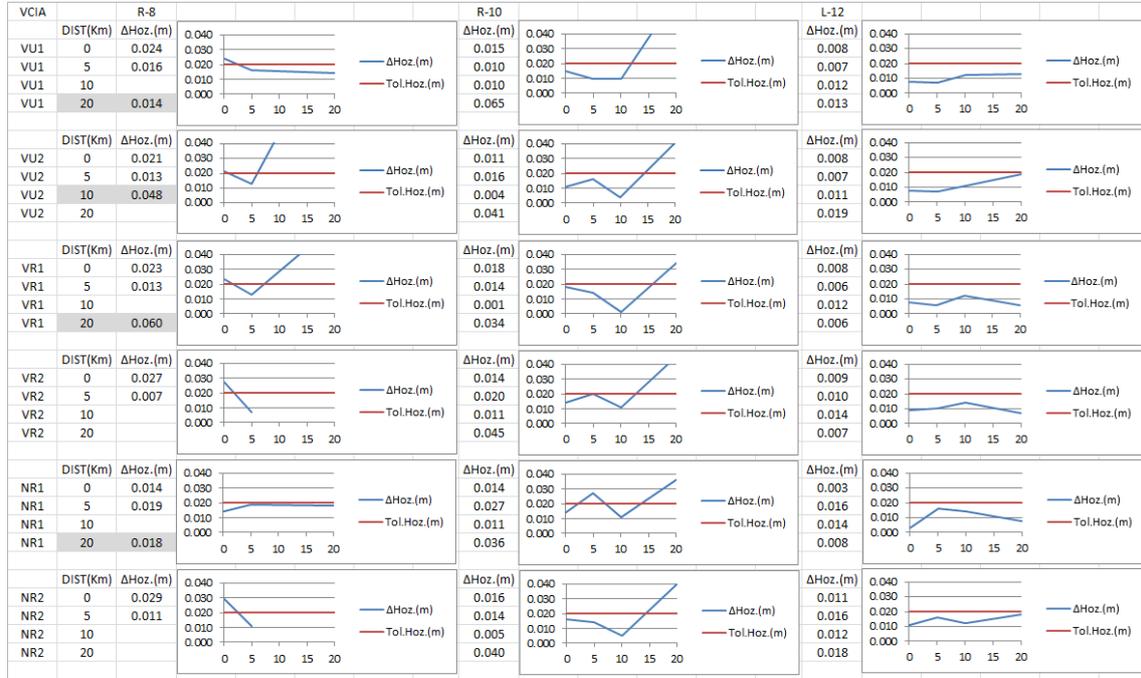


Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

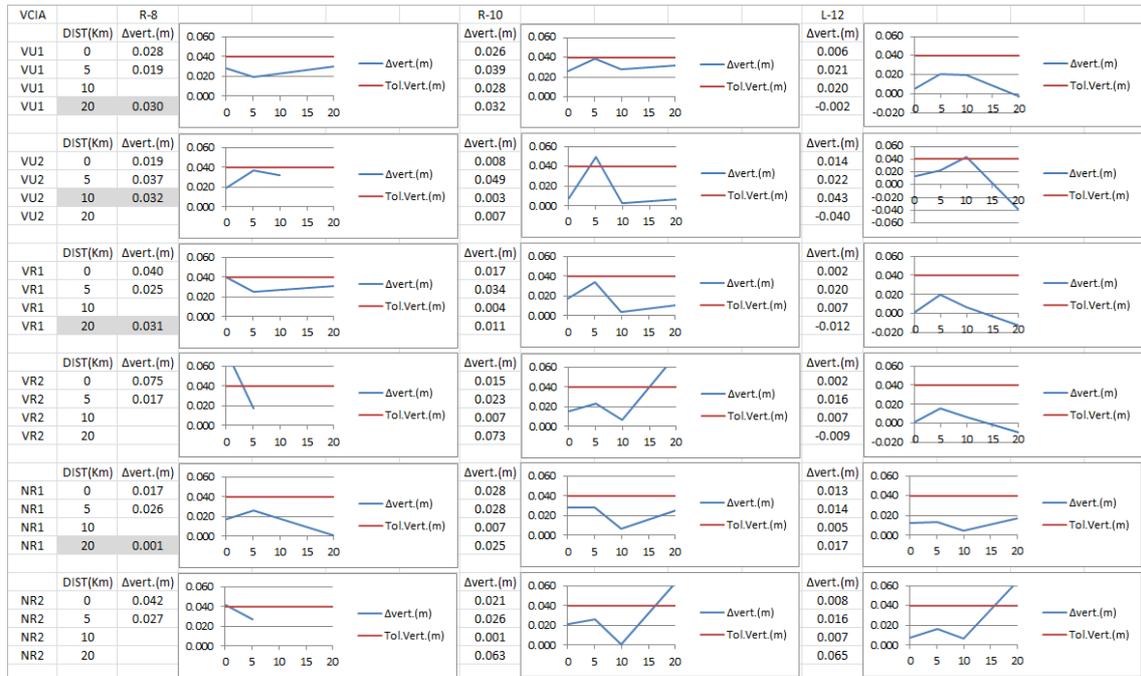
Zona Sur (VCIA)

A continuación se muestra las diferentes comparativas de resultados de incrementos de coordenadas respecto al estático de las tres antenas correspondientes a la zona de estudio Sur, donde está situada la estación de referencia de VCIA.

La primera tabla muestra los incrementos de coordenadas horizontales en VCIA.

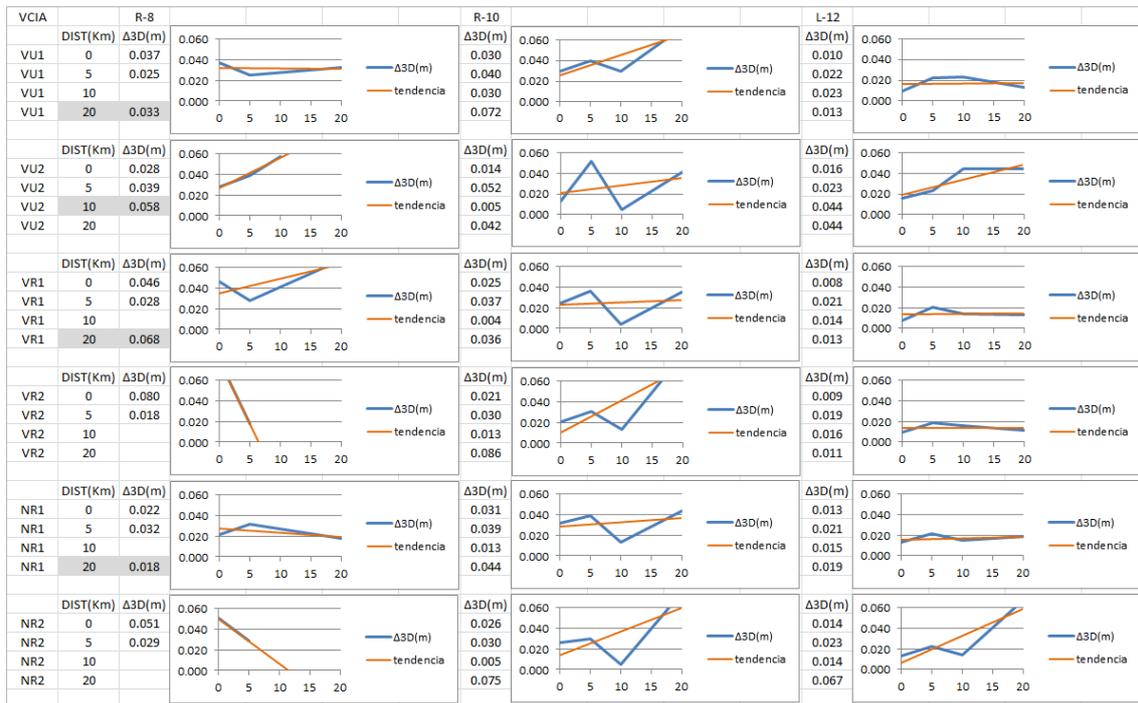


La siguiente tabla contiene los incrementos de coordenadas verticales.



Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

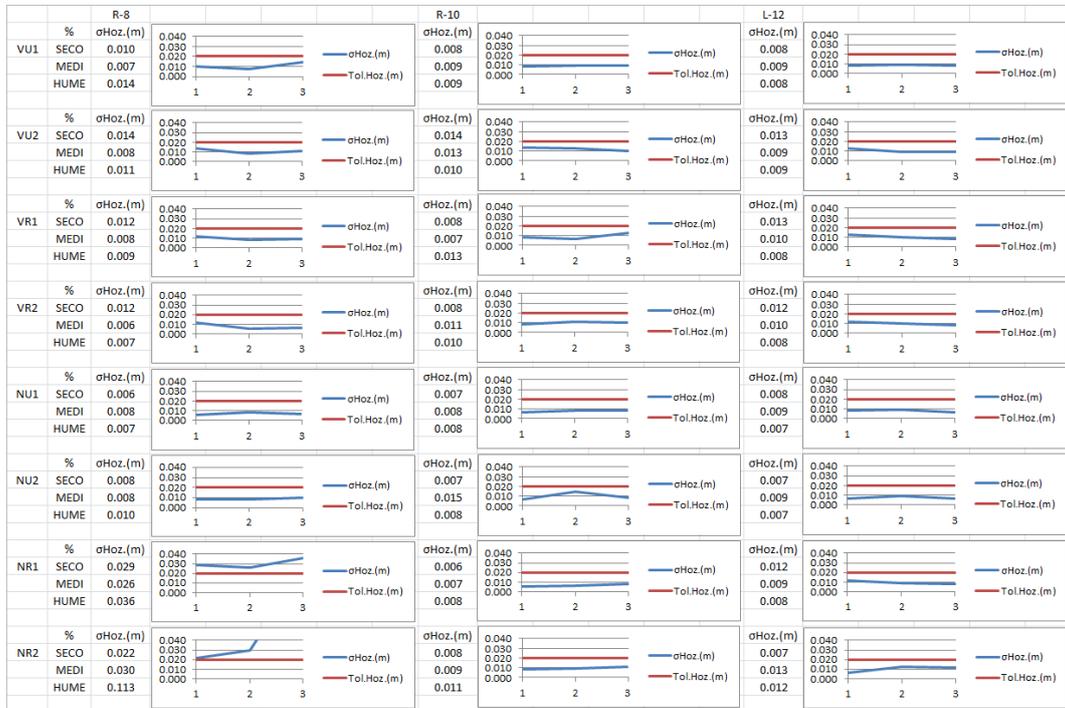
Finalmente, la última tabla presenta los incrementos de coordenadas en 3D.



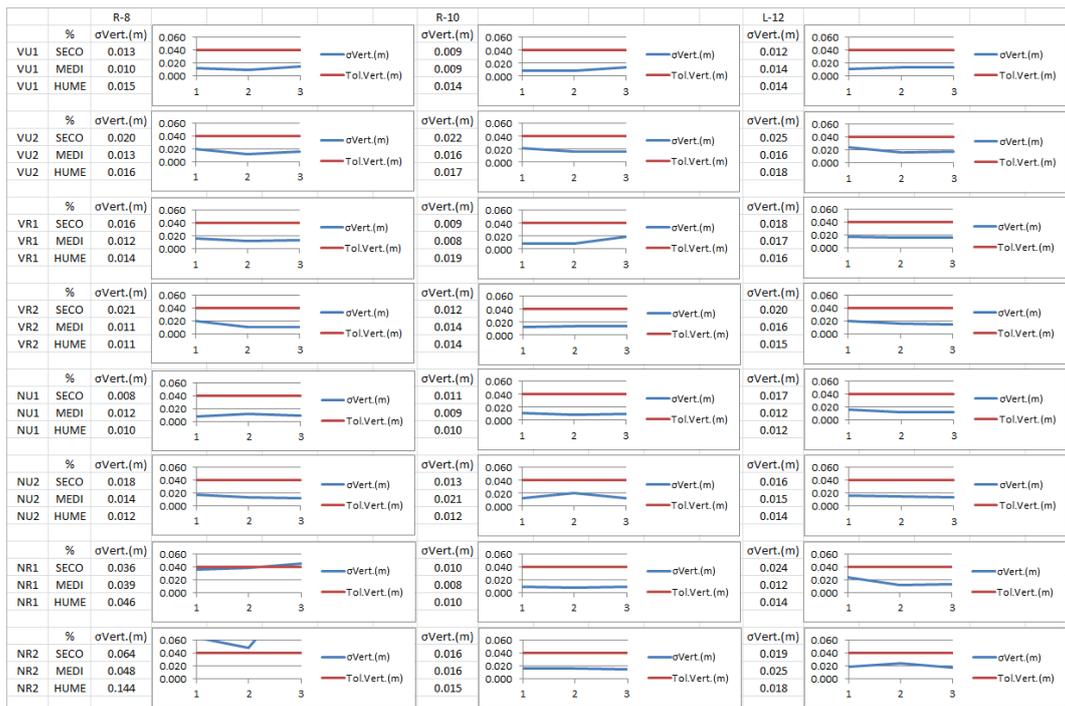
Estudio según condiciones atmosféricas.

Comparativa de las tres antenas en términos de desviación estándar.

El primer valor comparado es el de la precisión horizontal mínima observada. La línea roja horizontal de la gráfica representa la tolerancia establecida para este dato, siendo su valor de 0,020m.

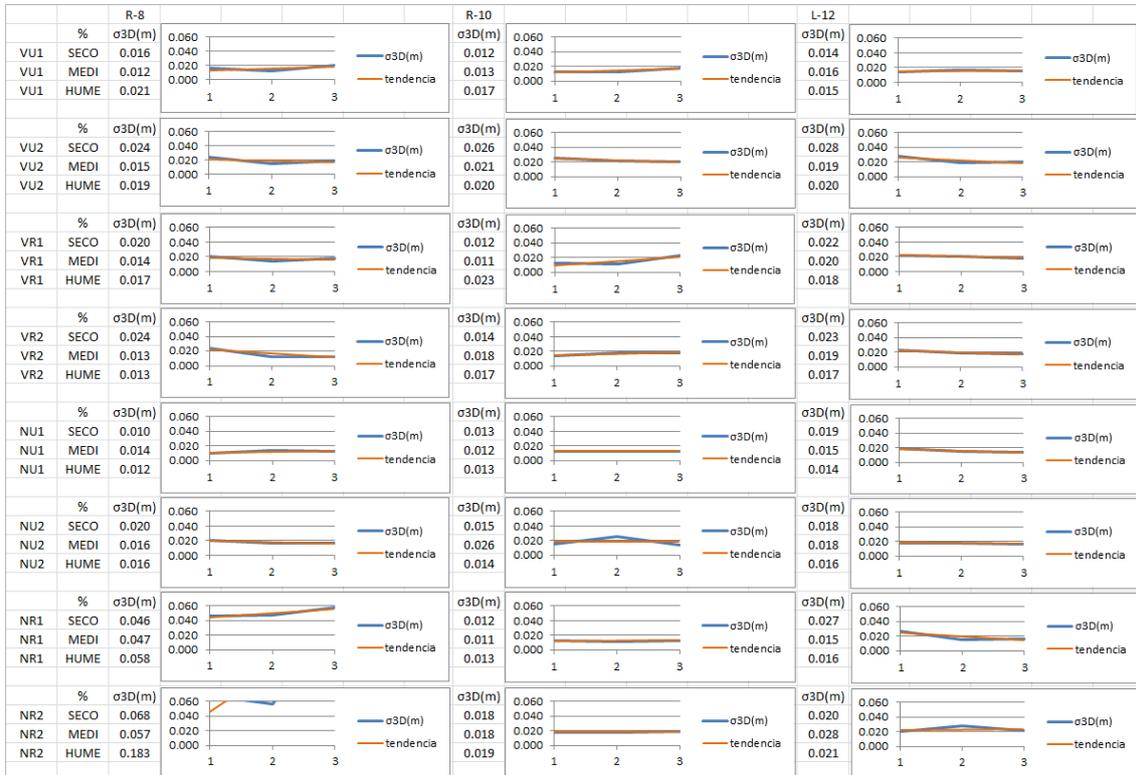


En los valores de precisión vertical mínima la línea roja horizontal de la gráfica representa la tolerancia establecida para este dato, siendo su valor de 0,040m.



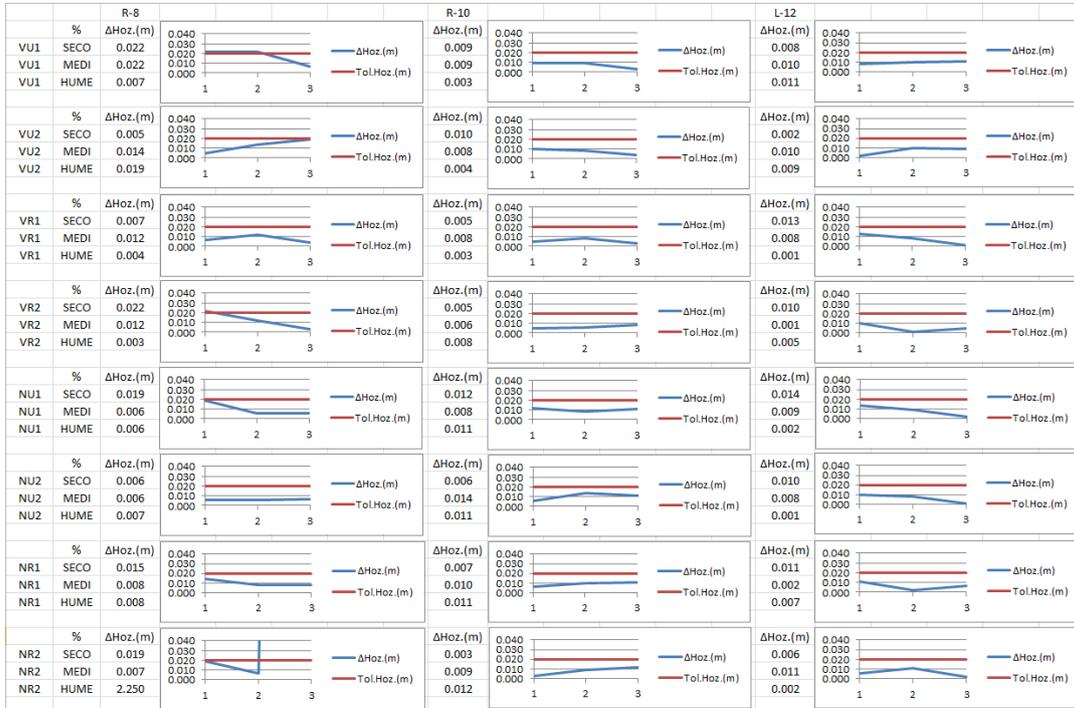
Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

En la última tabla se muestra la comparativa de los datos de precisión 3D mínima. En esta gráfica se muestra una línea de tendencia de la línea principal en color naranja.

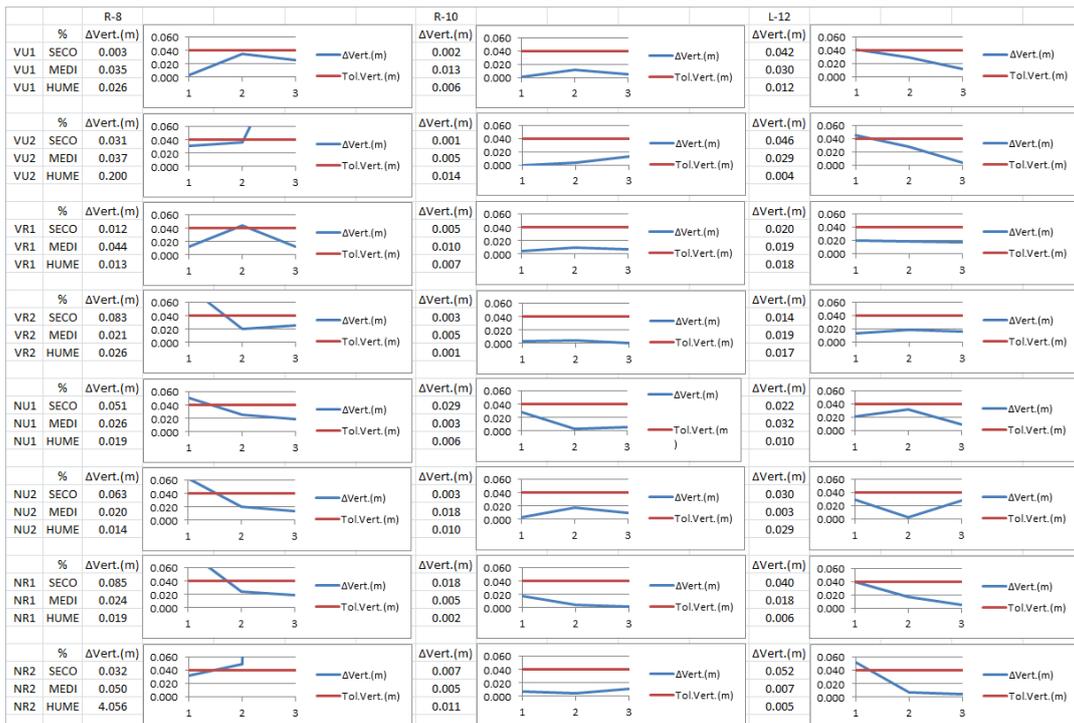


Comparativa de las tres antenas en términos de incrementos de coordenadas respecto al estático.

En esta primera tabla se muestran los resultados de los incrementos de coordenadas horizontales o distancia reducida entre los puntos de estacionamiento mediante VRS y sus homólogos observados mediante estático.

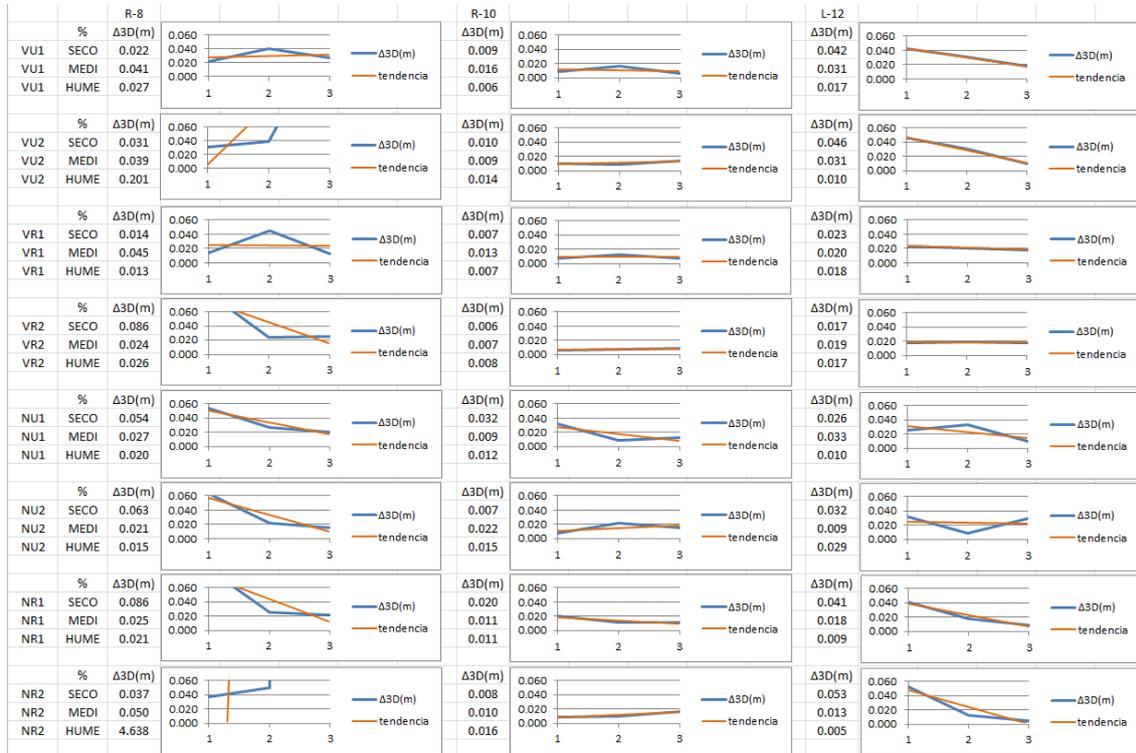


Los siguientes resultados corresponden a los incrementos de coordenadas verticales o diferencia de altura respecto al estático.



Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

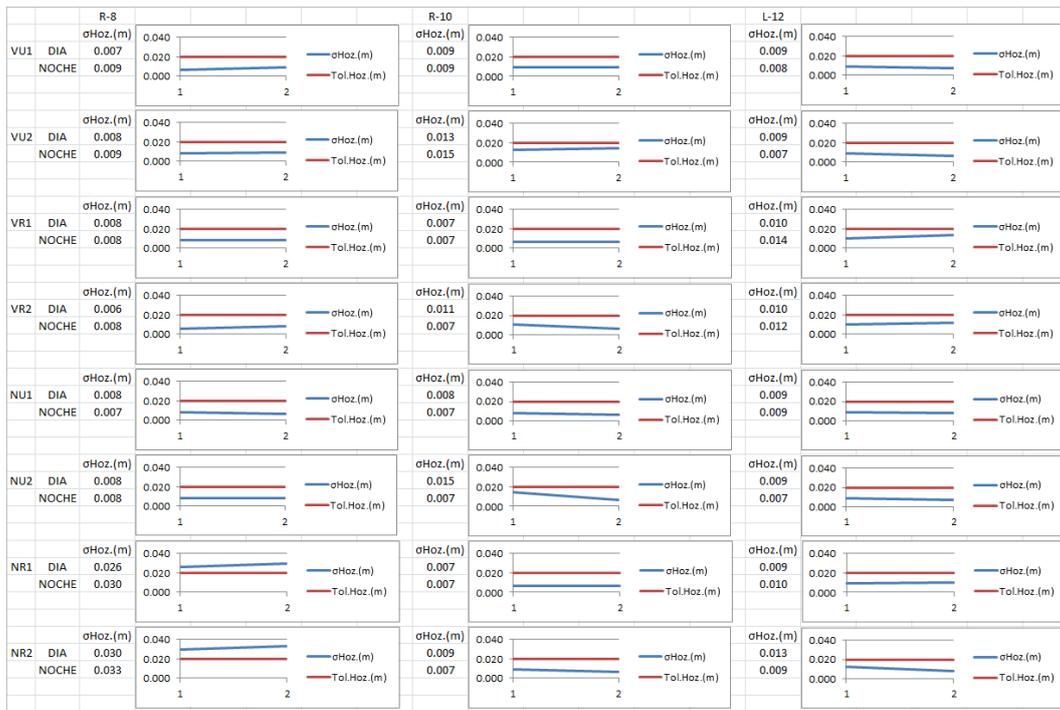
Y finalmente se muestran en la siguiente tabla la comparativa por antenas de los incrementos de coordenadas 3D o distancia geométrica respecto del estático correspondiente, incluyéndose una línea de tendencia descriptiva.



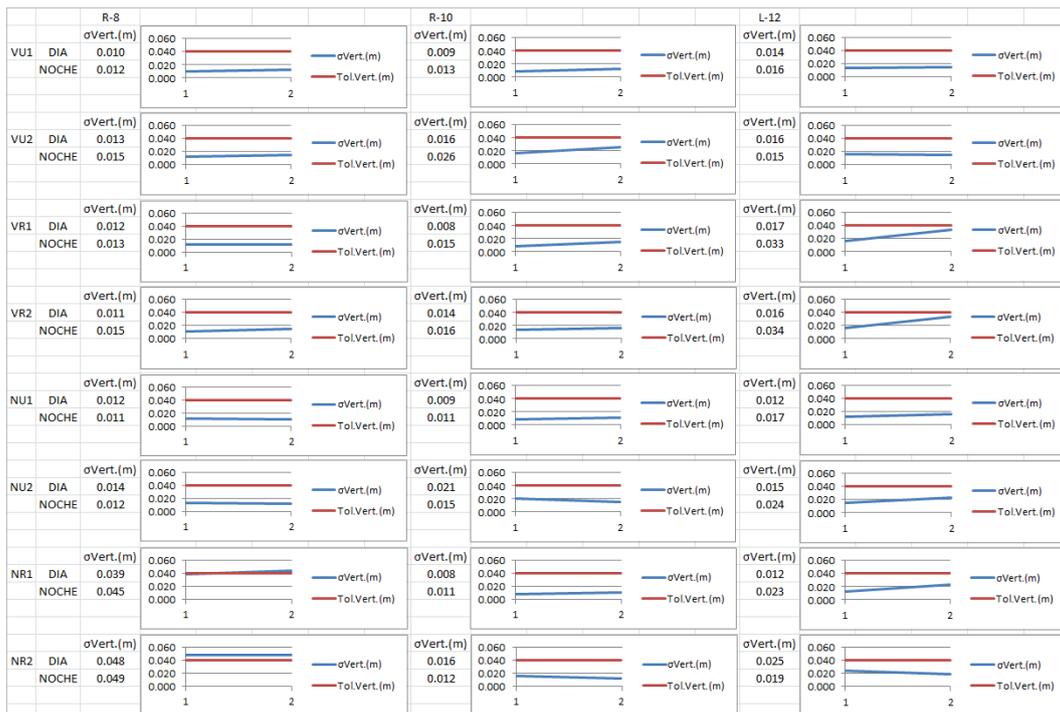
Estudio según observaciones realizadas durante el día y la noche.

Comparativa de las tres antenas en términos de desviación estándar.

A continuación se muestra una comparativa de las tres antenas para el estudio según condiciones atmosféricas. El primer valor comparado es el de la precisión horizontal mínima observada. La línea roja horizontal de la gráfica representa la tolerancia establecida para este dato, siendo su valor de 0,020m.

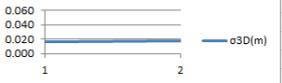
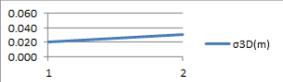
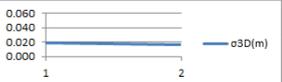
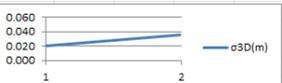
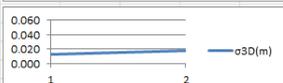
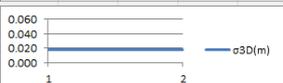
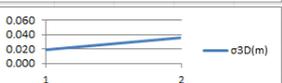
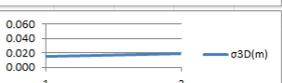
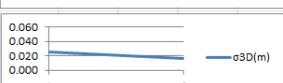
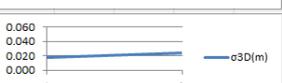
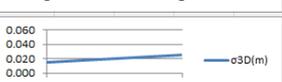
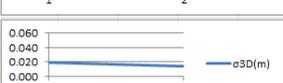
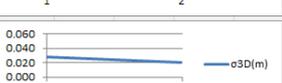
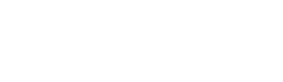


La siguiente tabla corresponde a los valores de precisión vertical.



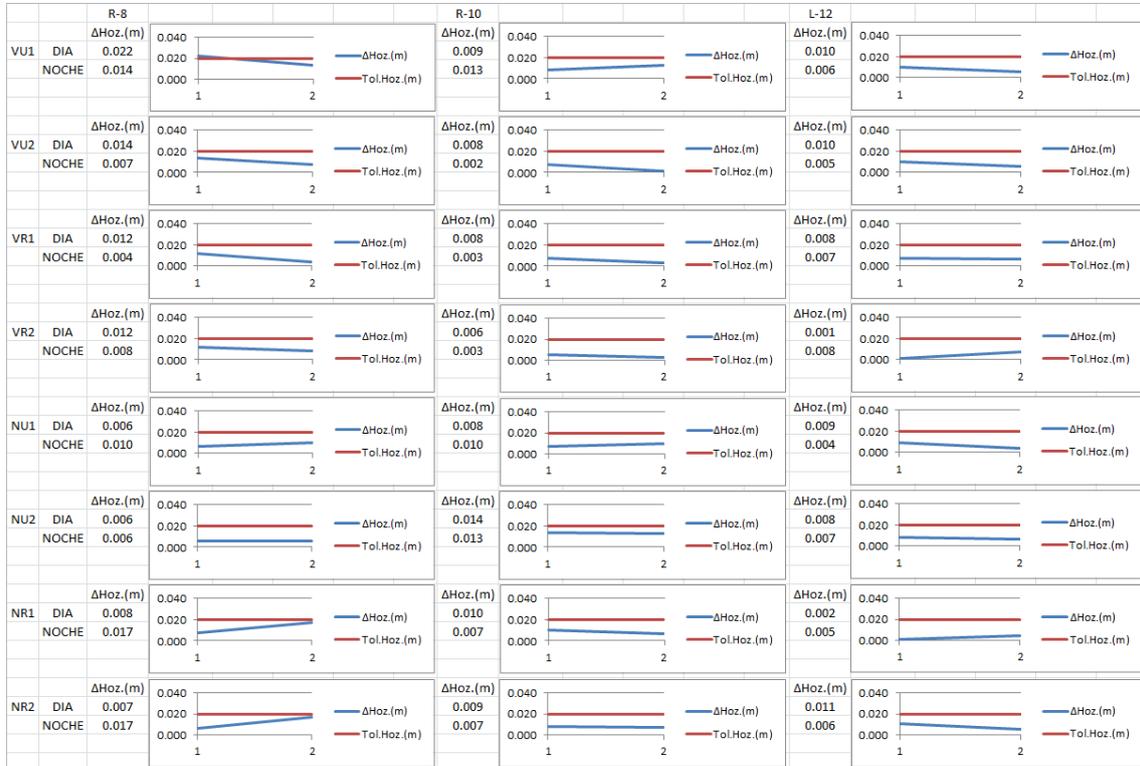
Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

Y finalmente, la siguiente tabla refleja los valores comparados de la precisión 3D.

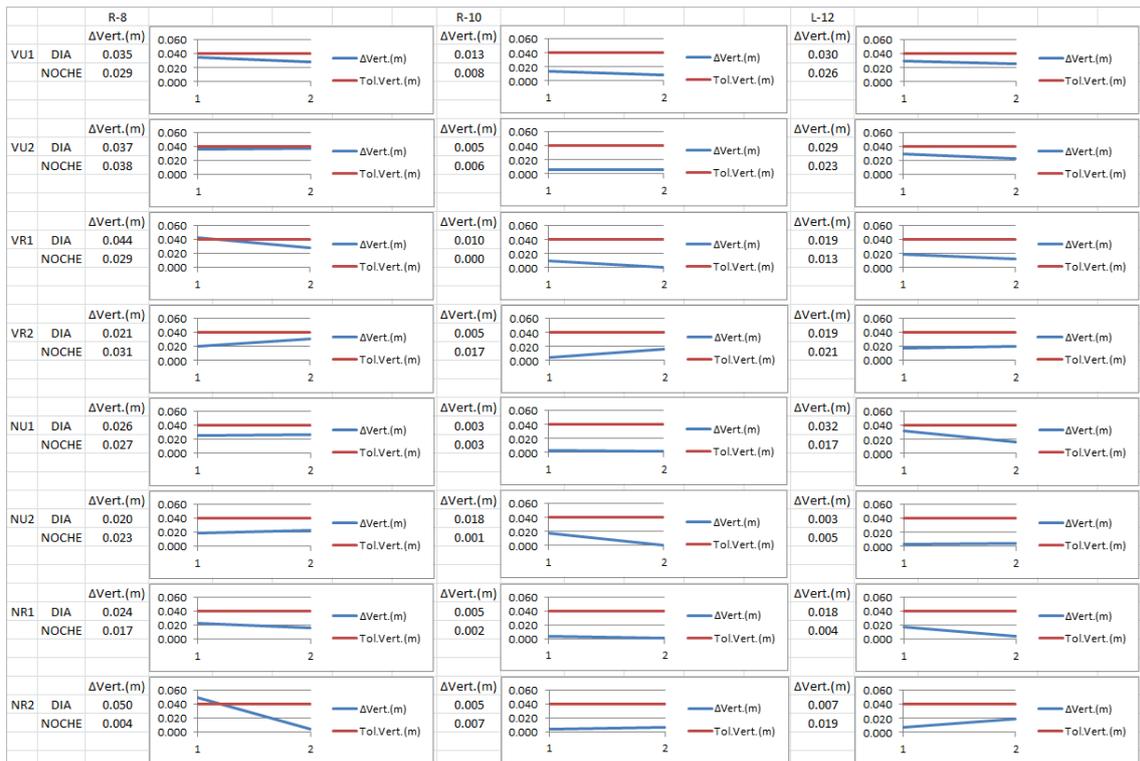
		R-8				R-10				L-12		
VU1	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.012			$\sigma_{3D}(m)$	0.013			$\sigma_{3D}(m)$	0.016	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.015			$\sigma_{3D}(m)$	0.016			$\sigma_{3D}(m)$	0.017	
VU2	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.015			$\sigma_{3D}(m)$	0.021			$\sigma_{3D}(m)$	0.019	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.017			$\sigma_{3D}(m)$	0.030			$\sigma_{3D}(m)$	0.017	
VR1	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.014			$\sigma_{3D}(m)$	0.011			$\sigma_{3D}(m)$	0.020	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.015			$\sigma_{3D}(m)$	0.017			$\sigma_{3D}(m)$	0.036	
VR2	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.013			$\sigma_{3D}(m)$	0.018			$\sigma_{3D}(m)$	0.019	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.017			$\sigma_{3D}(m)$	0.017			$\sigma_{3D}(m)$	0.036	
NU1	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.014			$\sigma_{3D}(m)$	0.012			$\sigma_{3D}(m)$	0.015	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.013			$\sigma_{3D}(m)$	0.013			$\sigma_{3D}(m)$	0.019	
NU2	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.016			$\sigma_{3D}(m)$	0.026			$\sigma_{3D}(m)$	0.018	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.014			$\sigma_{3D}(m)$	0.017			$\sigma_{3D}(m)$	0.025	
NR1	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.047			$\sigma_{3D}(m)$	0.011			$\sigma_{3D}(m)$	0.015	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.054			$\sigma_{3D}(m)$	0.013			$\sigma_{3D}(m)$	0.025	
NR2	DIA	$\sigma_{3D}(m)$	0.057			$\sigma_{3D}(m)$	0.018			$\sigma_{3D}(m)$	0.028	
	NOCHE	$\sigma_{3D}(m)$	0.059			$\sigma_{3D}(m)$	0.014			$\sigma_{3D}(m)$	0.021	

Comparativa de las tres antenas según incrementos de coordenadas.

En esta primera tabla se muestran los resultados de los incrementos de coordenadas horizontales o distancia reducida entre los puntos de estacionamiento mediante VRS y sus homólogos observados mediante estático.

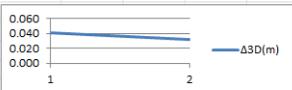
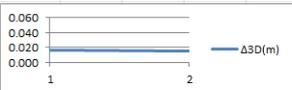
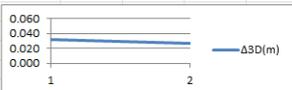
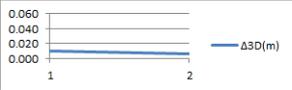
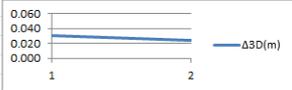
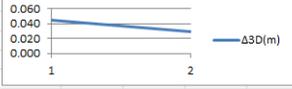
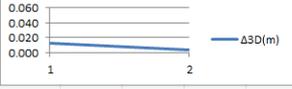
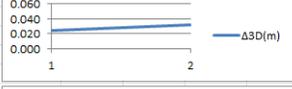
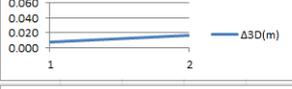
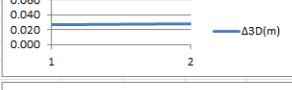
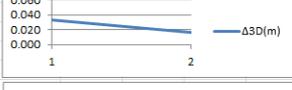
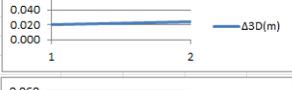
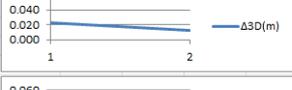
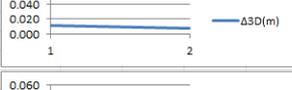
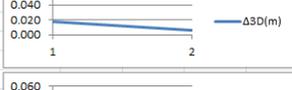


A continuación se muestran los incrementos de coordenadas verticales.



Anexo I. Comparativas de Resultados con las Tres Antenas.

Y finalmente tenemos los incrementos de coordenadas 3D en la siguiente tabla:

		R-8		R-10		L-12	
VU1	DIA	0.041		0.016		0.031	
	NOCHE	0.032		0.015		0.026	
VU2	DIA	0.039		0.009		0.031	
	NOCHE	0.039		0.006		0.024	
VR1	DIA	0.045		0.013		0.020	
	NOCHE	0.029		0.003		0.015	
VR2	DIA	0.024		0.007		0.019	
	NOCHE	0.032		0.017		0.022	
NU1	DIA	0.027		0.009		0.033	
	NOCHE	0.029		0.010		0.017	
NU2	DIA	0.021		0.022		0.009	
	NOCHE	0.024		0.013		0.008	
NR1	DIA	0.025		0.011		0.018	
	NOCHE	0.024		0.007		0.007	
NR2	DIA	0.050		0.010		0.013	
	NOCHE	0.018		0.010		0.020	

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Anexo II
Listado de
Puntos VRS
(ejemplo)

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Id de punto	Fecha/Hora	Solución	X local	Y local	Alt. Elip.	σ X	σ Y	σ Hoz	σ Altura	Pos. + Q Alt.	Alt. ortom.	Ond. geoidal
0308VALE02VU1P000	03/08/2017 16:15	Fase	728659.634	4373989.627	54.644	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.612	50.033
0308VALE02VU1P001	03/08/2017 16:15	Fase	728659.635	4373989.625	54.639	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.607	50.033
0308VALE02VU1P002	03/08/2017 16:15	Fase	728659.633	4373989.626	54.640	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.607	50.033
0308VALE02VU1P003	03/08/2017 16:15	Fase	728659.632	4373989.626	54.641	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.608	50.033
0308VALE02VU1P004	03/08/2017 16:15	Fase	728659.631	4373989.628	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P005	03/08/2017 16:15	Fase	728659.630	4373989.627	54.640	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.607	50.033
0308VALE02VU1P006	03/08/2017 16:15	Fase	728659.632	4373989.626	54.643	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.610	50.033
0308VALE02VU1P007	03/08/2017 16:15	Fase	728659.633	4373989.628	54.638	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.605	50.033
0308VALE02VU1P008	03/08/2017 16:15	Fase	728659.635	4373989.627	54.640	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.608	50.033
0308VALE02VU1P009	03/08/2017 16:15	Fase	728659.633	4373989.627	54.643	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.610	50.033
0308VALE02VU1P010	03/08/2017 16:15	Fase	728659.634	4373989.627	54.643	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.610	50.033
0308VALE02VU1P011	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.626	54.646	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.613	50.033
0308VALE02VU1P012	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.625	54.645	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.612	50.033
0308VALE02VU1P013	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.626	54.646	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.613	50.033
0308VALE02VU1P014	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.625	54.641	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.608	50.033
0308VALE02VU1P015	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.626	54.637	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.605	50.033
0308VALE02VU1P016	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.628	54.640	0.007	0.009	0.011	0.016	0.020	4.607	50.033
0308VALE02VU1P017	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.627	54.644	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.611	50.033
0308VALE02VU1P018	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.627	54.648	0.007	0.008	0.011	0.016	0.019	4.615	50.033
0308VALE02VU1P019	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.645	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033
0308VALE02VU1P020	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.627	54.639	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.606	50.033
0308VALE02VU1P021	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.624	54.643	0.006	0.007	0.009	0.014	0.017	4.610	50.033
0308VALE02VU1P022	03/08/2017 16:16	Fase	728659.635	4373989.625	54.644	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P023	03/08/2017 16:16	Fase	728659.637	4373989.625	54.643	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.610	50.033
0308VALE02VU1P024	03/08/2017 16:16	Fase	728659.635	4373989.626	54.642	0.006	0.008	0.009	0.015	0.018	4.609	50.033
0308VALE02VU1P025	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.624	54.640	0.006	0.007	0.009	0.014	0.017	4.607	50.033
0308VALE02VU1P026	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.623	54.638	0.006	0.007	0.009	0.014	0.016	4.605	50.033
0308VALE02VU1P027	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.625	54.640	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.607	50.033
0308VALE02VU1P028	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.625	54.642	0.007	0.008	0.011	0.016	0.019	4.610	50.033
0308VALE02VU1P029	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.624	54.641	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.608	50.033
0308VALE02VU1P030	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.624	54.640	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.607	50.033
0308VALE02VU1P031	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.625	54.639	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.606	50.033

Anexo II. Listado de puntos VRS (ejemplo)

0308VALE02VU1P032	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.624	54.641	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.609	50.033
0308VALE02VU1P033	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.641	0.007	0.008	0.011	0.016	0.020	4.609	50.033
0308VALE02VU1P034	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.646	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.614	50.033
0308VALE02VU1P035	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.627	54.644	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P036	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.627	54.646	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.613	50.033
0308VALE02VU1P037	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.627	54.649	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.616	50.033
0308VALE02VU1P038	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.627	54.647	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.615	50.033
0308VALE02VU1P039	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.629	54.645	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.612	50.033
0308VALE02VU1P040	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.627	54.645	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.612	50.033
0308VALE02VU1P041	03/08/2017 16:16	Fase	728659.635	4373989.628	54.648	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.615	50.033
0308VALE02VU1P042	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.629	54.643	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.610	50.033
0308VALE02VU1P043	03/08/2017 16:16	Fase	728659.636	4373989.627	54.640	0.008	0.010	0.013	0.021	0.025	4.607	50.033
0308VALE02VU1P044	03/08/2017 16:16	Fase	728659.637	4373989.627	54.642	0.011	0.014	0.018	0.030	0.035	4.610	50.033
0308VALE02VU1P045	03/08/2017 16:16	Fase	728659.639	4373989.625	54.643	0.012	0.016	0.020	0.034	0.039	4.610	50.033
0308VALE02VU1P046	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.626	54.647	0.009	0.012	0.015	0.024	0.028	4.614	50.033
0308VALE02VU1P047	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.640	0.007	0.008	0.011	0.016	0.020	4.607	50.033
0308VALE02VU1P048	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.627	54.643	0.007	0.009	0.012	0.019	0.022	4.610	50.033
0308VALE02VU1P049	03/08/2017 16:16	Fase	728659.630	4373989.630	54.643	0.008	0.010	0.013	0.020	0.024	4.610	50.033
0308VALE02VU1P050	03/08/2017 16:16	Fase	728659.630	4373989.630	54.642	0.008	0.010	0.013	0.020	0.024	4.609	50.033
0308VALE02VU1P051	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.628	54.637	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.604	50.033
0308VALE02VU1P052	03/08/2017 16:16	Fase	728659.635	4373989.624	54.636	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.604	50.033
0308VALE02VU1P053	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.625	54.633	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.600	50.033
0308VALE02VU1P054	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.628	0.008	0.011	0.013	0.022	0.025	4.596	50.033
0308VALE02VU1P055	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.625	54.636	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.603	50.033
0308VALE02VU1P056	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.625	54.642	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.609	50.033
0308VALE02VU1P057	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.627	54.640	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.608	50.033
0308VALE02VU1P058	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.627	54.642	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.609	50.033
0308VALE02VU1P059	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.627	54.642	0.007	0.008	0.011	0.016	0.019	4.609	50.033
0308VALE02VU1P060	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.639	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.606	50.033
0308VALE02VU1P061	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.626	54.639	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.606	50.033
0308VALE02VU1P062	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.628	54.639	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.607	50.033
0308VALE02VU1P063	03/08/2017 16:16	Fase	728659.630	4373989.631	54.640	0.008	0.010	0.013	0.021	0.024	4.607	50.033
0308VALE02VU1P064	03/08/2017 16:16	Fase	728659.631	4373989.626	54.645	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.613	50.033

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

0308VALE02VU1P065	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.626	54.647	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.614	50.033
0308VALE02VU1P066	03/08/2017 16:16	Fase	728659.633	4373989.628	54.644	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.611	50.033
0308VALE02VU1P067	03/08/2017 16:16	Fase	728659.634	4373989.627	54.645	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.612	50.033
0308VALE02VU1P068	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.626	54.644	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.611	50.033
0308VALE02VU1P069	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.626	54.644	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.611	50.033
0308VALE02VU1P070	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.627	54.647	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.615	50.033
0308VALE02VU1P071	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.630	54.650	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.617	50.033
0308VALE02VU1P072	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.628	54.646	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033
0308VALE02VU1P073	03/08/2017 16:17	Fase	728659.631	4373989.630	54.650	0.007	0.010	0.012	0.019	0.023	4.617	50.033
0308VALE02VU1P074	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.627	54.641	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.608	50.033
0308VALE02VU1P075	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.628	54.643	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.610	50.033
0308VALE02VU1P076	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.626	54.644	0.006	0.008	0.009	0.015	0.018	4.611	50.033
0308VALE02VU1P077	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.626	54.643	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.610	50.033
0308VALE02VU1P078	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.627	54.639	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.606	50.033
0308VALE02VU1P079	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.626	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.610	50.033
0308VALE02VU1P080	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.628	54.646	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033
0308VALE02VU1P081	03/08/2017 16:17	Fase	728659.631	4373989.630	54.646	0.007	0.009	0.012	0.019	0.022	4.614	50.033
0308VALE02VU1P082	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.631	54.650	0.007	0.010	0.012	0.020	0.024	4.617	50.033
0308VALE02VU1P083	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.629	54.647	0.007	0.009	0.012	0.018	0.021	4.615	50.033
0308VALE02VU1P084	03/08/2017 16:17	Fase	728659.631	4373989.629	54.649	0.008	0.011	0.013	0.021	0.025	4.617	50.033
0308VALE02VU1P085	03/08/2017 16:17	Fase	728659.629	4373989.629	54.653	0.009	0.012	0.014	0.024	0.028	4.620	50.033
0308VALE02VU1P086	03/08/2017 16:17	Fase	728659.631	4373989.629	54.647	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.614	50.033
0308VALE02VU1P087	03/08/2017 16:17	Fase	728659.631	4373989.630	54.648	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.615	50.033
0308VALE02VU1P088	03/08/2017 16:17	Fase	728659.630	4373989.630	54.649	0.006	0.008	0.010	0.016	0.018	4.616	50.033
0308VALE02VU1P089	03/08/2017 16:17	Fase	728659.630	4373989.630	54.652	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.619	50.033
0308VALE02VU1P090	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.629	54.650	0.006	0.008	0.010	0.015	0.018	4.617	50.033
0308VALE02VU1P091	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.630	54.647	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.614	50.033
0308VALE02VU1P092	03/08/2017 16:17	Fase	728659.634	4373989.629	54.644	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P093	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.629	54.647	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.614	50.033
0308VALE02VU1P094	03/08/2017 16:17	Fase	728659.633	4373989.630	54.645	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.612	50.033
0308VALE02VU1P095	03/08/2017 16:17	Fase	728659.634	4373989.631	54.648	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.616	50.033
0308VALE02VU1P096	03/08/2017 16:17	Fase	728659.634	4373989.629	54.650	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.617	50.033
0308VALE02VU1P097	03/08/2017 16:17	Fase	728659.632	4373989.630	54.654	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.621	50.033

Anexo II. Listado de puntos VRS (ejemplo)

0308VALE02VU1P131	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.629	54.648	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.615	50.033
0308VALE02VU1P132	03/08/2017 16:18	Fase	728659.635	4373989.629	54.648	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.616	50.033
0308VALE02VU1P133	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.628	54.648	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.615	50.033
0308VALE02VU1P134	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.628	54.649	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.617	50.033
0308VALE02VU1P135	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.628	54.650	0.007	0.008	0.011	0.017	0.020	4.618	50.033
0308VALE02VU1P136	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.627	54.647	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.615	50.033
0308VALE02VU1P137	03/08/2017 16:18	Fase	728659.635	4373989.627	54.648	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.615	50.033
0308VALE02VU1P138	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.628	54.644	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.612	50.033
0308VALE02VU1P139	03/08/2017 16:18	Fase	728659.636	4373989.626	54.645	0.007	0.008	0.011	0.017	0.020	4.612	50.033
0308VALE02VU1P140	03/08/2017 16:18	Fase	728659.635	4373989.625	54.646	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033
0308VALE02VU1P141	03/08/2017 16:18	Fase	728659.635	4373989.625	54.643	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.610	50.033
0308VALE02VU1P142	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.626	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P143	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.625	54.644	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.612	50.033
0308VALE02VU1P144	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.628	54.647	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.614	50.033
0308VALE02VU1P145	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.628	54.647	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.614	50.033
0308VALE02VU1P146	03/08/2017 16:18	Fase	728659.630	4373989.627	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.610	50.033
0308VALE02VU1P147	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.627	54.642	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.609	50.033
0308VALE02VU1P148	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.626	54.641	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.608	50.033
0308VALE02VU1P149	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.626	54.636	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.603	50.033
0308VALE02VU1P150	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.625	54.641	0.007	0.008	0.011	0.017	0.020	4.608	50.033
0308VALE02VU1P151	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.628	54.643	0.006	0.008	0.011	0.017	0.020	4.610	50.033
0308VALE02VU1P152	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.628	54.648	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.616	50.033
0308VALE02VU1P153	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.626	54.649	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.616	50.033
0308VALE02VU1P154	03/08/2017 16:18	Fase	728659.636	4373989.627	54.644	0.007	0.010	0.012	0.019	0.022	4.612	50.033
0308VALE02VU1P155	03/08/2017 16:18	Fase	728659.636	4373989.627	54.645	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.612	50.033
0308VALE02VU1P156	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.628	54.644	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.611	50.033
0308VALE02VU1P157	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.627	54.649	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.616	50.033
0308VALE02VU1P158	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.628	54.647	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.614	50.033
0308VALE02VU1P159	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.626	54.646	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033
0308VALE02VU1P160	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.627	54.643	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.610	50.033
0308VALE02VU1P161	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.625	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.610	50.033
0308VALE02VU1P162	03/08/2017 16:18	Fase	728659.630	4373989.627	54.644	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.612	50.033
0308VALE02VU1P163	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.627	54.646	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.613	50.033

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

0308VALE02VU1P164	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.628	54.642	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.609	50.033
0308VALE02VU1P165	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.628	54.644	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.611	50.033
0308VALE02VU1P166	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.628	54.645	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.612	50.033
0308VALE02VU1P167	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.630	54.646	0.007	0.010	0.012	0.019	0.023	4.613	50.033
0308VALE02VU1P168	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.628	54.647	0.007	0.009	0.012	0.018	0.021	4.614	50.033
0308VALE02VU1P169	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.627	54.651	0.007	0.010	0.012	0.019	0.022	4.618	50.033
0308VALE02VU1P170	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.629	54.652	0.007	0.010	0.012	0.019	0.022	4.619	50.033
0308VALE02VU1P171	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.627	54.649	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.616	50.033
0308VALE02VU1P172	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.626	54.647	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.615	50.033
0308VALE02VU1P173	03/08/2017 16:18	Fase	728659.632	4373989.626	54.644	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.612	50.033
0308VALE02VU1P174	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.625	54.646	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.613	50.033
0308VALE02VU1P175	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.627	54.647	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.614	50.033
0308VALE02VU1P176	03/08/2017 16:18	Fase	728659.635	4373989.627	54.647	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.614	50.033
0308VALE02VU1P177	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.627	54.645	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.612	50.033
0308VALE02VU1P178	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.627	54.645	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.612	50.033
0308VALE02VU1P179	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.627	54.651	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.618	50.033
0308VALE02VU1P180	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.626	54.651	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.618	50.033
0308VALE02VU1P181	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.627	54.651	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.619	50.033
0308VALE02VU1P182	03/08/2017 16:18	Fase	728659.634	4373989.626	54.650	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.617	50.033
0308VALE02VU1P183	03/08/2017 16:18	Fase	728659.633	4373989.626	54.650	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.618	50.033
0308VALE02VU1P184	03/08/2017 16:18	Fase	728659.631	4373989.627	54.649	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.616	50.033
0308VALE02VU1P185	03/08/2017 16:19	Fase	728659.631	4373989.627	54.650	0.006	0.008	0.011	0.017	0.020	4.618	50.033
0308VALE02VU1P186	03/08/2017 16:19	Fase	728659.631	4373989.627	54.647	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.614	50.033
0308VALE02VU1P187	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.628	54.650	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.617	50.033
0308VALE02VU1P188	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.629	54.648	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.615	50.033
0308VALE02VU1P189	03/08/2017 16:19	Fase	728659.631	4373989.628	54.646	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.613	50.033
0308VALE02VU1P190	03/08/2017 16:19	Fase	728659.631	4373989.628	54.649	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.616	50.033
0308VALE02VU1P191	03/08/2017 16:19	Fase	728659.630	4373989.626	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P192	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.625	54.641	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.608	50.033
0308VALE02VU1P193	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.624	54.640	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.607	50.033
0308VALE02VU1P194	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.624	54.643	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.610	50.033
0308VALE02VU1P195	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.624	54.640	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.607	50.033
0308VALE02VU1P196	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.625	54.645	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033

Anexo II. Listado de puntos VRS (ejemplo)

0308VALE02VU1P197	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.627	54.642	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.609	50.033
0308VALE02VU1P198	03/08/2017 16:19	Fase	728659.635	4373989.629	54.642	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.609	50.033
0308VALE02VU1P199	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.627	54.643	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.611	50.033
0308VALE02VU1P200	03/08/2017 16:19	Fase	728659.630	4373989.626	54.640	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.608	50.033
0308VALE02VU1P201	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.627	54.646	0.006	0.008	0.010	0.016	0.019	4.613	50.033
0308VALE02VU1P202	03/08/2017 16:19	Fase	728659.634	4373989.626	54.644	0.006	0.008	0.011	0.017	0.020	4.611	50.033
0308VALE02VU1P203	03/08/2017 16:19	Fase	728659.634	4373989.627	54.649	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.616	50.033
0308VALE02VU1P204	03/08/2017 16:19	Fase	728659.635	4373989.628	54.650	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.617	50.033
0308VALE02VU1P205	03/08/2017 16:19	Fase	728659.635	4373989.628	54.653	0.008	0.010	0.013	0.020	0.024	4.620	50.033
0308VALE02VU1P206	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.626	54.646	0.006	0.008	0.010	0.017	0.020	4.614	50.033
0308VALE02VU1P207	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.624	54.641	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.608	50.033
0308VALE02VU1P208	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.626	54.641	0.007	0.010	0.012	0.019	0.022	4.609	50.033
0308VALE02VU1P209	03/08/2017 16:19	Fase	728659.636	4373989.626	54.647	0.007	0.009	0.012	0.019	0.022	4.614	50.033
0308VALE02VU1P210	03/08/2017 16:19	Fase	728659.634	4373989.626	54.645	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.612	50.033
0308VALE02VU1P211	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.626	54.645	0.007	0.009	0.012	0.018	0.022	4.612	50.033
0308VALE02VU1P212	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.626	54.648	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.615	50.033
0308VALE02VU1P213	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.627	54.646	0.007	0.009	0.011	0.017	0.020	4.613	50.033
0308VALE02VU1P214	03/08/2017 16:19	Fase	728659.633	4373989.628	54.647	0.007	0.009	0.011	0.017	0.021	4.614	50.033
0308VALE02VU1P215	03/08/2017 16:19	Fase	728659.632	4373989.627	54.647	0.007	0.009	0.012	0.019	0.022	4.614	50.033
0308VALE02VU1P216	03/08/2017 16:19	Fase	728659.634	4373989.627	54.645	0.007	0.009	0.011	0.018	0.021	4.612	50.033
0308VALE02VU1P217	03/08/2017 16:19	Fase	728659.634	4373989.627	54.648	0.007	0.010	0.012	0.019	0.022	4.615	50.033
			728659.633	4373989.627	54.645	0.007	0.009	0.011	0.017		4.612	50.033
0308VALE02VU1P026	03/08/2017 16:16	Fase	728659.632	4373989.623	54.638	0.006	0.007	0.009	0.014	0.016	4.605	50.033
Id de punto	Fecha/Hora	Solución	X local	Y local	Alt. Elip.	σ X	σ Y	σ Hoz	σ Altura	Pos. + Q Alt.	Alt. ortom.	Ond. geoidal
02VU1P045			728659.639	4373989.625	54.643			0.020	0.034			

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Anexo III

Informes LGO

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios.

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE00K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/19/2017 16:46:02

Información del proyecto

Nombre del proyecto: RE-20170214-VALE-00K-L12
 Fecha de creación: 05/19/2017 16:18:49
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 9
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 10

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 18 (6 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 18
 Total: 36

Incógnitas

Coordenadas: 21
 Total: 21

Grados de libertad: 15

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3739
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.07
 Prueba F: 0.07  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
02STA1P0	X local	728659.6218 m	0.0012 m	0.0007 m	
	Y local	4373989.6242 m	-0.0005 m	0.0007 m	
	Altura	54.6082 m	-0.0044 m	0.0011 m	
AYOR	X local	667917.6926 m	0.0002 m	0.0019 m	fijo

	Y local	4325375.6949 m	0.0002 m	0.0037 m	fijo
	Altura	661.8202 m	0.0012 m	0.0037 m	fijo
BORR	X local	749339.3342 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.9003 m	-0.0008 m	0.0031 m	fijo
DENI	X local	769403.8203 m	0.0025 m	0.0071 m	fijo
	Y local	4303020.0092 m	0.0005 m	0.0029 m	fijo
	Altura	69.6683 m	-0.0017 m	0.0047 m	fijo
PENI	X local	785081.3513 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	108.5910 m	-0.0001 m	0.0011 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0016 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
VALE	X local	728984.9821 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	77.5921 m	0.0001 m	0.0011 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	02STA1P0	-29495.4470 m	-0.0263 m	-0.0239 m	0.0038 m
DY			62320.7144 m	-0.0235 m	-0.0072 m	0.0020 m
DZ			36040.9851 m	-0.0302 m	-0.0391 m	0.0038 m
DX	TORR	02STA1P0	-104595.1533 m	-0.0227 m	-0.0288 m	0.0014 m
DY			30463.0332 m	-0.0285 m	-0.0202 m	0.0009 m
DZ			130745.0870 m	-0.0431 m	-0.0441 m	0.0016 m
DX	DENI	02STA1P0	-45685.6557 m	0.0411 m	-0.0219 m	0.0042 m
DY			-38360.8190 m	-0.0218 m	-0.0205 m	0.0071 m
DZ			55974.9224 m	0.0067 m	0.0361 m	0.0038 m
DX	PENI	02STA1P0	64872.1509 m	0.0373 m	-0.0009 m	0.0013 m
DY			-59832.5469 m	-0.0007 m	-0.0010 m	0.0009 m
DZ			-77549.6222 m	0.0304 m	0.0481 m	0.0012 m
DX	VALE	02STA1P0	-323.8178 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0004 m
DY			-309.3752 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0004 m
DZ			354.6817 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0004 m
DX	BORR	02STA1P0	29690.9303 m	0.0142 m	-0.0019 m	0.0026 m
DY			-22244.2336 m	-0.0019 m	-0.0050 m	0.0013 m
DZ			-35896.8003 m	0.0054 m	0.0144 m	0.0022 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	02STA1P0	77799.7779	0.0464	0.6
DV	TORR	02STA1P0	170183.4900	0.0564	0.3
DV	DENI	02STA1P0	81804.1778	0.0470	0.6
DV	PENI	02STA1P0	117483.0776	0.0481	0.4
DV	VALE	02STA1P0	571.2881	0.0000	0.1
DV	BORR	02STA1P0	51623.0331	0.0154	0.3

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
02STA1P0	0.0007	0.0007	1.0	89°	0.0011
AYOR	0.0037	0.0019	2.0	0°	0.0037
BORR	0.0011	0.0003	4.0	90°	0.0031
DENI	0.0071	0.0029	2.4	90°	0.0047
PENI	0.0005	0.0005	1.0	33°	0.0011
TORR	0.0016	0.0005	3.0	0°	0.0005
VALE	0.0005	0.0005	1.0	89°	0.0011

Pruebas y errores estimados**Pruebas de coordenadas**

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.0596 m	15.8	-0.35	1.68
	Longitud	0.0589 m	31.5	-1.15	
	Altura	0.0596 m	15.8	-1.90	
BORR	Latitud	0.0392 m	147.5	-0.35	0.42
	Longitud	0.0393 m	36.9	-0.14	
	Altura	0.0403 m	12.3	1.06	

DENI	Latitud	0.0622 m	21.1	-0.94	1.61
	Longitud	0.0651 m	8.3	-1.05	
	Altura	0.0631 m	12.9	1.68	
PENI	Latitud	0.0882 m	165.9	-0.03	0.78
	Longitud	0.0882 m	165.9	-0.03	
	Altura	0.0883 m	83.0	1.53	
TORR	Latitud	0.1275 m	79.9	-0.44	0.51
	Longitud	0.1274 m	239.6	-0.63	
	Altura	0.1274 m	239.7	-0.97	
VALE	Latitud	0.0270 m	50.6	0.89	0.97
	Longitud	0.0271 m	51.0	1.18	
	Altura	0.0275 m	25.7	-0.84	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	02STA1P0	0.0596 m	96	0.5	-1.28	1.68
DY			0.0589 m	99	0.3	-1.12	
DZ			0.0596 m	96	0.5	-1.47	
DX	TORR	02STA1P0	0.1274 m	99	0.1	-0.50	0.51
DY			0.1274 m	99	0.1	-0.63	
DZ			0.1275 m	99	0.1	-0.95	
DX	DENI	02STA1P0	0.0628 m	96	0.5	1.90	1.61
DY			0.0651 m	89	1.0	-1.05	
DZ			0.0626 m	97	0.5	0.31	
DX	PENI	02STA1P0	0.0882 m	99	0.1	1.18	0.78
DY			0.0882 m	99	0.1	-0.02	
DZ			0.0882 m	99	0.1	0.97	
DX	VALE	02STA1P0	0.0273 m	0	65.2	-1.21	0.97
DY			0.0271 m	0	64.9	1.19	
DZ			0.0272 m	0	65.0	0.17	
DX	BORR	02STA1P0	0.0398 m	96	0.5	1.03	0.42
DY			0.0393 m	99	0.3	-0.14	
DZ			0.0396 m	97	0.4	0.39	

Redundancia:

--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE00K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/13/2017 12:26:43

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170214-VALE-00K-R08
 Fecha de creación: 05/11/2017 12:58:35
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 18 (6 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 18
 Total: 36

Incógnitas

Coordenadas: 21
 Total: 21

Grados de libertad: 15

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3739
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.07
 Prueba F: 0.17  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
08STA1P0	X local	728659.8209 m	-0.0035 m	0.0129 m	
	Y local	4373989.2783 m	0.0021 m	0.0129 m	
	Altura	54.6080 m	-0.0228 m	0.0130 m	
ALCO	X local	719712.6701 m	0.0000 m	0.0025 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0012 m	fijo
	Altura	640.0906 m	0.0002 m	0.0021 m	fijo
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0000 m	0.0029 m	fijo
	Y local	4325375.6943 m	-0.0003 m	0.0057 m	fijo
	Altura	661.8203 m	0.0013 m	0.0057 m	fijo
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0016 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	72.8991 m	-0.0019 m	0.0049 m	fijo
DENI	X local	769403.8177 m	0.0003 m	0.0110 m	fijo
	Y local	4303020.0089 m	0.0001 m	0.0045 m	fijo
	Altura	69.6682 m	-0.0018 m	0.0073 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0008 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0008 m	fijo
	Altura	108.5909 m	-0.0001 m	0.0017 m	fijo
UTIE	X local	653876.8973 m	0.0001 m	0.0045 m	fijo
	Y local	4381419.1719 m	-0.0001 m	0.0045 m	fijo
	Altura	799.6989 m	0.0019 m	0.0057 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	UTIE	08STA1P0	6337.2018 m	-0.0464 m	-0.0052 m	0.0136 m
DY			74497.8674 m	-0.0042 m	0.0047 m	0.0134 m
DZ			-7629.3934 m	-0.0322 m	-0.0562 m	0.0136 m
DX	PENI	08STA1P0	64872.3755 m	0.0590 m	0.0064 m	0.0130 m
DY			-59832.3588 m	0.0067 m	0.0016 m	0.0130 m
DZ			-77549.8936 m	0.0523 m	0.0788 m	0.0130 m
DX	BORR	08STA1P0	29691.1557 m	0.0302 m	0.0033 m	0.0131 m
DY			-22244.0459 m	0.0033 m	-0.0043 m	0.0130 m
DZ			-35897.0711 m	0.0196 m	0.0357 m	0.0130 m
DX	DENI	08STA1P0	-45685.4312 m	0.0345 m	-0.0030 m	0.0140 m
DY			-38360.6290 m	-0.0030 m	-0.0070 m	0.0159 m
DZ			55974.6512 m	0.0188 m	0.0387 m	0.0138 m
DX	ALCO	08STA1P0	-55476.9736 m	-0.0493 m	-0.0013 m	0.0130 m
DY			11839.2911 m	-0.0009 m	-0.0009 m	0.0131 m
DZ			67458.3838 m	-0.0407 m	-0.0639 m	0.0130 m
DX	AYOR	08STA1P0	-29495.2228 m	-0.0368 m	-0.0031 m	0.0138 m
DY			62320.9020 m	-0.0024 m	0.0093 m	0.0131 m
DZ			36040.7141 m	-0.0178 m	-0.0397 m	0.0138 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	UTIE	08STA1P0	75155.1729	0.0567	0.8
DV	PENI	08STA1P0	117483.2850	0.0791	0.7
DV	BORR	08STA1P0	51623.2701	0.0361	0.7
DV	DENI	08STA1P0	81803.7778	0.0394	0.5
DV	ALCO	08STA1P0	88139.0774	0.0639	0.7
DV	AYOR	08STA1P0	77799.7176	0.0409	0.5

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
08STA1P0	0.0129	0.0129	1.0	90°	0.0130
ALCO	0.0025	0.0012	2.0	90°	0.0021
AYOR	0.0057	0.0029	2.0	0°	0.0057
BORR	0.0016	0.0004	4.0	90°	0.0049
DENI	0.0110	0.0045	2.4	90°	0.0073
PENI	0.0008	0.0008	1.0	90°	0.0017
UTIE	0.0045	0.0045	1.0	89°	0.0057

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación	MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.1098 m	88.8	-0.03
	Longitud	0.1100 m	44.4	-0.04
	Altura	0.1101 m	53.4	-1.86
AYOR	Latitud	0.1002 m	17.2	0.32
	Longitud	0.0994 m	34.4	-0.10
	Altura	0.1004 m	17.2	-1.35

BORR	Latitud	0.0754 m	183.0	-0.25	⚠	1.48
	Longitud	0.0757 m	45.9	0.19		
	Altura	0.0767 m	15.3	2.08		
DENI	Latitud	0.1038 m	22.7	-0.22	⚠	0.54
	Longitud	0.1080 m	8.9	-0.10		
	Altura	0.1053 m	13.9	1.25		
PENI	Latitud	0.1416 m	171.9	0.03	⚠	0.94
	Longitud	0.1417 m	172.0	0.13		
	Altura	0.1418 m	86.0	1.68		
UTIE	Latitud	0.0971 m	21.2	0.17	⚠	1.35
	Longitud	0.0972 m	21.3	-0.18		
	Altura	0.0978 m	16.7	-2.00		

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	UTIE	08STA1P0	0.0975 m	81	1.4	-1.64	1.35
DY			0.0972 m	81	1.3	-0.15	
DZ			0.0974 m	81	1.3	-1.14	
DX	PENI	08STA1P0	0.1417 m	92	0.8	1.25	0.94
DY			0.1417 m	92	0.8	0.14	
DZ			0.1417 m	92	0.8	1.11	
DX	BORR	08STA1P0	0.0762 m	63	2.1	1.75	1.48
DY			0.0757 m	64	2.1	0.19	
DZ			0.0759 m	63	2.1	1.13	
DX	DENI	08STA1P0	0.1047 m	83	1.3	1.11	0.54
DY			0.1080 m	78	1.5	-0.10	
DZ			0.1044 m	83	1.2	0.60	
DX	ALCO	08STA1P0	0.1099 m	87	1.1	-1.44	1.16
DY			0.1100 m	87	1.1	-0.03	
DZ			0.1099 m	87	1.1	-1.18	
DX	AYOR	08STA1P0	0.1003 m	81	1.3	-1.25	0.65
DY			0.0994 m	83	1.2	-0.08	
DZ			0.1003 m	82	1.3	-0.61	

Redundancia:

--	--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE00K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/19/2017 12:29:24

Información del proyecto

Nombre del proyecto: RE-20170515-VALE-00K-R10
 Fecha de creación: 05/19/2017 11:47:07
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 9
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 10

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 18 (6 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 18
 Total: 36

Incógnitas

Coordenadas: 21
 Total: 21

Grados de libertad: 15

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3739
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.07
 Prueba F: 0.03  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
00STA1P0	X local	728659.7225 m	0.0015 m	0.0004 m	
	Y local	4373989.4492 m	-0.0012 m	0.0004 m	
	Altura	54.6244 m	-0.0023 m	0.0007 m	
ALCO	X local	719712.6701 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	640.0905 m	0.0001 m	0.0009 m	fijo
AYOR	X local	667917.6924 m	0.0000 m	0.0012 m	fijo
	Y local	4325375.6944 m	-0.0002 m	0.0024 m	fijo
	Altura	661.8188 m	-0.0002 m	0.0024 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	108.5910 m	-0.0001 m	0.0007 m	fijo
UTIE	X local	653876.8974 m	0.0001 m	0.0019 m	fijo
	Y local	4381419.1718 m	-0.0003 m	0.0019 m	fijo
	Altura	799.6966 m	-0.0004 m	0.0024 m	fijo
VALE	X local	728984.9818 m	-0.0002 m	0.0003 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	77.5918 m	-0.0002 m	0.0006 m	fijo
VCIA	X local	728594.6687 m	0.0002 m	0.0003 m	fijo
	Y local	4368496.3127 m	-0.0016 m	0.0011 m	fijo
	Altura	62.9518 m	0.0005 m	0.0007 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	00STA1P0	-29495.3200 m	0.0010 m	-0.0008 m	0.0025 m
DY			62320.8093 m	-0.0008 m	0.0059 m	0.0013 m
DZ			36040.8593 m	0.0084 m	0.0061 m	0.0025 m
DX	ALCO	00STA1P0	-55477.0719 m	-0.0206 m	-0.0054 m	0.0010 m
DY			11839.1984 m	-0.0052 m	0.0023 m	0.0011 m
DZ			67458.5283 m	-0.0136 m	-0.0245 m	0.0009 m
DX	VCIA	00STA1P0	-3492.5910 m	-0.0008 m	-0.0018 m	0.0009 m
DY			247.8273 m	-0.0018 m	0.0003 m	0.0005 m
DZ			4231.4414 m	-0.0003 m	-0.0008 m	0.0010 m
DX	UTIE	00STA1P0	6337.1051 m	0.0010 m	-0.0066 m	0.0023 m
DY			74497.7747 m	-0.0066 m	0.0128 m	0.0020 m
DZ			-7629.2474 m	0.0176 m	0.0121 m	0.0022 m
DX	PENI	00STA1P0	64872.2771 m	0.0363 m	-0.0049 m	0.0008 m
DY			-59832.4515 m	-0.0047 m	0.0005 m	0.0005 m
DZ			-77549.7492 m	0.0316 m	0.0481 m	0.0008 m
DX	VALE	00STA1P0	-323.6913 m	0.0000 m	0.0001 m	0.0003 m
DY			-309.2803 m	0.0001 m	0.0000 m	0.0003 m
DZ			354.5548 m	0.0000 m	0.0000 m	0.0003 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	00STA1P0	77799.7475	0.0085	0.1
DV	ALCO	00STA1P0	88139.2374	0.0252	0.3
DV	VCIA	00STA1P0	5492.2406	0.0020	0.4
DV	UTIE	00STA1P0	75155.0580	0.0188	0.3
DV	PENI	00STA1P0	117483.1826	0.0484	0.4
DV	VALE	00STA1P0	571.0862	0.0001	0.2

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
00STA1P0	0.0004	0.0004	1.1	0°	0.0007
ALCO	0.0011	0.0005	2.0	90°	0.0009
AYOR	0.0024	0.0012	2.0	0°	0.0024
PENI	0.0004	0.0004	1.0	1°	0.0007
UTIE	0.0019	0.0019	1.0	-1°	0.0024
VALE	0.0004	0.0003	1.0	0°	0.0006
VCIA	0.0011	0.0003	3.3	0°	0.0007

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.0437 m	83.2	0.15	0.87
	Longitud	0.0438 m	41.6	-0.35	
	Altura	0.0438 m	50.0	-1.58	
AYOR	Latitud	0.0392 m	15.8	0.44	0.13
	Longitud	0.0388 m	31.5	-0.06	
	Altura	0.0393 m	15.8	0.45	

PENI	Latitud	0.0581 m	165.9	0.03	1.82
	Longitud	0.0581 m	165.9	-0.24	
	Altura	0.0581 m	83.0	2.32	
UTIE	Latitud	0.0377 m	19.4	0.97	0.68
	Longitud	0.0377 m	19.4	-0.50	
	Altura	0.0380 m	15.2	0.92	
VALE	Latitud	0.0080 m	22.6	-0.93	1.63
	Longitud	0.0035 m	9.6	1.85	
	Altura	0.0045 m	5.7	0.77	
VCIA	Latitud	0.0086 m	1.2	0.64	1.50
	Longitud	0.0036 m	9.8	-1.78	
	Altura	0.0045 m	4.4	-0.96	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	00STA1P0	0.0392 m	96	0.5	0.07	0.13
DY			0.0388 m	99	0.3	-0.06	
DZ			0.0392 m	96	0.5	0.62	
DX	ALCO	00STA1P0	0.0438 m	99	0.2	-1.32	0.87
DY			0.0438 m	99	0.2	-0.34	
DZ			0.0437 m	99	0.2	-0.87	
DX	VCIA	00STA1P0	0.0054 m	35	3.8	-1.15	1.50
DY			0.0036 m	80	1.4	-1.78	
DZ			0.0060 m	28	4.5	-0.46	
DX	UTIE	00STA1P0	0.0379 m	97	0.5	0.08	0.68
DY			0.0377 m	97	0.4	-0.50	
DZ			0.0378 m	97	0.5	1.34	
DX	PENI	00STA1P0	0.0581 m	99	0.1	1.75	1.82
DY			0.0581 m	99	0.1	-0.23	
DZ			0.0581 m	99	0.1	1.52	
DX	VALE	00STA1P0	0.0053 m	2	18.9	1.11	1.63
DY			0.0035 m	4	12.5	1.85	
DZ			0.0058 m	1	21.0	0.11	

Redundancia:

--	--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE05K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/11/2017 12:08:07

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170210-VALE-05K-L12
 Fecha de creación: 05/11/2017 11:24:18
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 9
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 10

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.30  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
52STA1P0	X local	730237.6437 m	-0.0003 m	0.0030 m	
	Y local	4378332.3799 m	0.0022 m	0.0032 m	
	Altura	53.8816 m	0.0064 m	0.0033 m	
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0001 m	0.0038 m	fijo

	Y local	4325375.6947 m	0.0001 m	0.0075 m	fijo
	Altura	661.8214 m	0.0024 m	0.0075 m	fijo
BORR	X local	749339.3339 m	0.0000 m	0.0022 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0006 m	fijo
	Altura	72.9044 m	0.0034 m	0.0064 m	fijo
VALE	X local	728984.9819 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo
	Altura	77.5912 m	-0.0008 m	0.0021 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0001 m	0.0011 m	fijo
	Y local	4368496.3130 m	-0.0014 m	0.0054 m	fijo
	Altura	62.9516 m	0.0003 m	0.0026 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	52STA1P0	-32217.0727 m	-0.0639 m	-0.0087 m	0.0082 m
DY			64042.1124 m	-0.0075 m	-0.0040 m	0.0048 m
DZ			39352.9320 m	-0.0569 m	-0.0854 m	0.0082 m
DX	VCIA	52STA1P0	-6214.3416 m	-0.0015 m	-0.0004 m	0.0043 m
DY			1969.1306 m	-0.0004 m	0.0006 m	0.0031 m
DZ			7543.5159 m	-0.0004 m	-0.0014 m	0.0046 m
DX	VALE	52STA1P0	-3045.4418 m	0.0013 m	0.0001 m	0.0030 m
DY			1412.0227 m	0.0001 m	0.0000 m	0.0029 m
DZ			3666.6297 m	0.0011 m	0.0017 m	0.0030 m
DX	BORR	52STA1P0	26969.3025 m	-0.0333 m	0.0018 m	0.0058 m
DY			-20522.8355 m	0.0019 m	-0.0129 m	0.0037 m
DZ			-32584.8554 m	-0.0446 m	-0.0542 m	0.0052 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	52STA1P0	81780.1026	0.0859	1.1
DV	VCIA	52STA1P0	9969.9623	0.0016	0.2
DV	VALE	52STA1P0	4971.1868	0.0017	0.3
DV	BORR	52STA1P0	47013.8581	0.0557	1.2

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
52STA1P0	0.0032	0.0030	1.1	0°	0.0033
AYOR	0.0075	0.0038	2.0	0°	0.0075
BORR	0.0022	0.0006	4.0	90°	0.0064
VALE	0.0011	0.0011	1.0	0°	0.0021
VCIA	0.0054	0.0011	5.0	0°	0.0026

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.1286 m	16.6	-0.09	1.24
	Longitud	0.1272 m	33.2	-0.19	
	Altura	0.1287 m	16.6	-1.92	
BORR	Latitud	0.0740 m	135.5	-0.50	1.62
	Longitud	0.0741 m	33.8	0.07	
	Altura	0.0762 m	11.3	-2.15	
VALE	Latitud	0.0286 m	26.0	0.03	0.48
	Longitud	0.0191 m	17.2	0.08	
	Altura	0.0209 m	9.1	1.19	
VCIA	Latitud	0.0311 m	2.2	0.20	0.05
	Longitud	0.0195 m	17.7	-0.07	
	Altura	0.0214 m	7.3	-0.30	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	52STA1P0	0.1287 m	96	0.5	-1.44	1.24
DY			0.1272 m	98	0.3	-0.17	
DZ			0.1287 m	96	0.5	-1.28	
DX	VCIA	52STA1P0	0.0241 m	48	2.9	-0.36	0.05
DY			0.0195 m	73	1.7	-0.07	
DZ			0.0258 m	42	3.3	-0.11	

DX	VALE	52STA1P0	0.0231 m	15	6.5	1.01	0.48
DY			0.0191 m	22	5.1	0.07	
DZ			0.0246 m	13	7.0	0.91	
DX	BORR	52STA1P0	0.0753 m	95	0.6	-1.30	1.62
DY			0.0741 m	98	0.4	0.07	
DZ			0.0749 m	96	0.6	-1.74	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE05K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/10/2017 20:46:20

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170210-VALE-05K-R08
 Fecha de creación: 05/10/2017 19:31:07
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 15 (5 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 15
 Total: 30

Incógnitas

Coordenadas: 18
 Total: 18

Grados de libertad: 12

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3362
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.12
 Prueba F: 0.06  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
58STA1P0	X local	730238.0246 m	-0.0002 m	0.0014 m	
	Y local	4378332.2484 m	0.0001 m	0.0015 m	
	Altura	53.9051 m	0.0016 m	0.0016 m	
AYOR	X local	667917.6924 m	0.0000 m	0.0018 m	fijo

	Y local	4325375.6943 m	-0.0003 m	0.0035 m	fijo
	Altura	661.8205 m	0.0015 m	0.0035 m	fijo
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.9019 m	0.0009 m	0.0030 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	108.5910 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo
VALE	X local	728984.9819 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	77.5916 m	-0.0004 m	0.0010 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0001 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4368496.3135 m	-0.0008 m	0.0025 m	fijo
	Altura	62.9516 m	0.0003 m	0.0012 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	58STA1P0	-32216.9612 m	-0.0489 m	0.0006 m	0.0038 m
DY			64042.4885 m	0.0015 m	0.0116 m	0.0022 m
DZ			39352.8377 m	-0.0248 m	-0.0536 m	0.0038 m
DX	VCIA	58STA1P0	-6214.2302 m	-0.0014 m	-0.0009 m	0.0020 m
DY			1969.5067 m	-0.0009 m	0.0004 m	0.0014 m
DZ			7543.4202 m	-0.0006 m	-0.0014 m	0.0021 m
DX	PENI	58STA1P0	62150.6373 m	0.0377 m	0.0091 m	0.0017 m
DY			-58110.7723 m	0.0093 m	-0.0247 m	0.0015 m
DZ			-74237.7699 m	-0.0004 m	0.0285 m	0.0017 m
DX	VALE	58STA1P0	-3045.3310 m	0.0006 m	0.0002 m	0.0014 m
DY			1412.3988 m	0.0002 m	0.0000 m	0.0013 m
DZ			3666.5343 m	0.0006 m	0.0009 m	0.0014 m
DX	BORR	58STA1P0	26969.4155 m	-0.0053 m	0.0028 m	0.0027 m
DY			-20522.4594 m	0.0028 m	-0.0094 m	0.0017 m
DZ			-32584.9491 m	-0.0167 m	-0.0148 m	0.0024 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	58STA1P0	81780.3079	0.0549	0.7
DV	VCIA	58STA1P0	9969.8948	0.0017	0.2
DV	PENI	58STA1P0	112919.4848	0.0388	0.3
DV	VALE	58STA1P0	4971.1553	0.0009	0.2
DV	BORR	58STA1P0	47013.8237	0.0177	0.4

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
58STA1P0	0.0015	0.0014	1.1	0°	0.0016
AYOR	0.0035	0.0018	2.0	0°	0.0035
BORR	0.0010	0.0003	4.0	90°	0.0030
PENI	0.0005	0.0005	1.0	0°	0.0010
VALE	0.0005	0.0005	1.0	0°	0.0010
VCIA	0.0025	0.0005	5.0	0°	0.0012

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

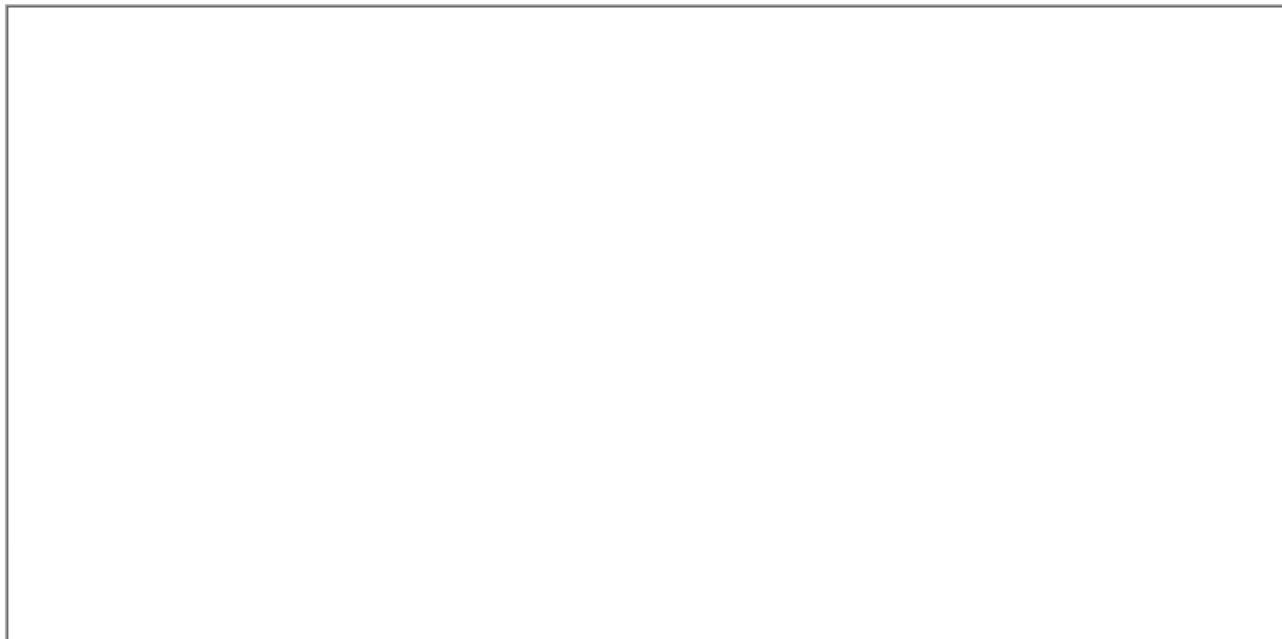
Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.0598 m	16.6	0.56	2.35 
	Longitud	0.0591 m	33.2	0.03	
	Altura	0.0598 m	16.6	-2.60 	
BORR	Latitud	0.0344 m	135.4	-0.78	0.75
	Longitud	0.0344 m	33.8	0.23	
	Altura	0.0354 m	11.3	-1.26	
PENI	Latitud	0.0811 m	159.7	-0.86	0.60
	Longitud	0.0810 m	159.6	0.31	
	Altura	0.0811 m	79.8	0.99	
VALE	Latitud	0.0131 m	25.7	0.09	0.57
	Longitud	0.0088 m	17.2	0.27	
	Altura	0.0097 m	9.1	1.28	
VCIA	Latitud	0.0145 m	2.2	0.25	0.21
	Longitud	0.0091 m	17.6	-0.38	

Altura 0.0099 m 7.3 -0.66

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	58STA1P0	0.0598 m	96	0.5	-2.37 	2.35 
DY			0.0591 m	98	0.3	0.07	
DZ			0.0598 m	96	0.5	-1.20	
DX	VCIA	58STA1P0	0.0112 m	48	2.9	-0.70	0.21
DY			0.0091 m	73	1.7	-0.38	
DZ			0.0120 m	42	3.3	-0.35	
DX	PENI	58STA1P0	0.0811 m	99	0.2	1.31	0.60
DY			0.0810 m	99	0.1	0.32	
DZ			0.0811 m	99	0.2	-0.01	
DX	VALE	58STA1P0	0.0107 m	15	6.5	1.05	0.57
DY			0.0088 m	23	5.1	0.26	
DZ			0.0113 m	14	6.9	1.01	
DX	BORR	58STA1P0	0.0350 m	95	0.6	-0.45	0.75
DY			0.0344 m	98	0.4	0.23	
DZ			0.0348 m	96	0.6	-1.40	

Redundancia:



Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE05K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/17/2017 17:22:26

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170210-VALE-05K-R10(2)
 Fecha de creación: 05/17/2017 16:44:54
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 9
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 10

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 15 (5 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 15
 Total: 30

Incógnitas

Coordenadas: 18
 Total: 18

Grados de libertad: 12

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3362
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.12
 Prueba F: 0.19  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
50STA1P0	X local	730237.8346 m	-0.0006 m	0.0023 m	
	Y local	4378332.3197 m	0.0003 m	0.0026 m	
	Altura	53.8988 m	0.0041 m	0.0026 m	
AYOR	X local	667917.6922 m	-0.0002 m	0.0030 m	fijo

	Y local	4325375.6958 m	0.0011 m	0.0060 m	fijo
	Altura	661.8187 m	-0.0003 m	0.0060 m	fijo
BORR	X local	749339.3339 m	0.0000 m	0.0017 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	72.9011 m	0.0001 m	0.0050 m	fijo
DENI	X local	769403.8172 m	-0.0002 m	0.0115 m	fijo
	Y local	4303020.0087 m	-0.0001 m	0.0047 m	fijo
	Altura	69.6731 m	0.0030 m	0.0076 m	fijo
VALE	X local	728984.9820 m	0.0001 m	0.0009 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0009 m	fijo
	Altura	77.5909 m	-0.0011 m	0.0017 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0000 m	0.0009 m	fijo
	Y local	4368496.3115 m	-0.0028 m	0.0043 m	fijo
	Altura	62.9528 m	0.0015 m	0.0020 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	VALE	50STA1P0	-3045.3854 m	0.0017 m	-0.0006 m	0.0024 m
DY			1412.2112 m	-0.0006 m	0.0003 m	0.0023 m
DZ			3666.5900 m	0.0017 m	0.0024 m	0.0024 m
DX	VCIA	50STA1P0	-6214.2872 m	-0.0063 m	0.0013 m	0.0034 m
DY			1969.3193 m	0.0014 m	0.0013 m	0.0024 m
DZ			7543.4763 m	-0.0035 m	-0.0071 m	0.0036 m
DX	AYOR	50STA1P0	-32217.0137 m	0.0328 m	0.0299 m	0.0065 m
DY			64042.3012 m	0.0293 m	-0.0397 m	0.0038 m
DZ			39352.8930 m	-0.0249 m	0.0094 m	0.0065 m
DX	DENI	50STA1P0	-48407.2281 m	-0.0565 m	0.0017 m	0.0071 m
DY			-36639.2294 m	0.0016 m	0.0044 m	0.0117 m
DZ			59286.8274 m	-0.0398 m	-0.0690 m	0.0065 m
DX	BORR	50STA1P0	26969.3613 m	0.0180 m	0.0017 m	0.0046 m
DY			-20522.6469 m	0.0017 m	-0.0293 m	0.0029 m
DZ			-32584.8932 m	-0.0232 m	-0.0011 m	0.0041 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	VALE	50STA1P0	4971.1764	0.0025	0.5
DV	VCIA	50STA1P0	9969.9357	0.0073	0.7
DV	AYOR	50STA1P0	81780.2085	0.0505	0.6
DV	DENI	50STA1P0	84856.4716	0.0692	0.8
DV	BORR	50STA1P0	47013.8357	0.0294	0.6

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
50STA1P0	0.0026	0.0023	1.1	0°	0.0026
AYOR	0.0060	0.0030	2.0	0°	0.0060
BORR	0.0017	0.0004	4.0	90°	0.0050
DENI	0.0115	0.0047	2.4	90°	0.0076
VALE	0.0009	0.0009	1.0	0°	0.0017
VCIA	0.0043	0.0009	5.0	0°	0.0020

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.1018 m	16.6	-1.13	0.68
	Longitud	0.1007 m	33.2	0.84	
	Altura	0.1018 m	16.6	0.27	
BORR	Latitud	0.0585 m	135.4	-1.43	0.68
	Longitud	0.0586 m	33.8	0.08	
	Altura	0.0603 m	11.3	-0.05	
DENI	Latitud	0.1049 m	21.9	0.12	1.22
	Longitud	0.1094 m	8.6	0.05	
	Altura	0.1063 m	13.4	-1.91	
VALE	Latitud	0.0222 m	25.5	0.30	1.58
	Longitud	0.0150 m	17.1	-0.47	
	Altura	0.0164 m	9.1	2.11	
VCIA	Latitud	0.0246 m	2.2	0.51	1.33
	Longitud	0.0154 m	17.6	0.33	

Altura 0.0169 m 7.3 -1.90

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	VALE	50STA1P0	0.0181 m	15	6.5	1.64	1.58
DY			0.0150 m	23	5.1	-0.48	
DZ			0.0192 m	14	6.9	1.77	
DX	VCIA	50STA1P0	0.0191 m	48	2.9	-1.90	1.33
DY			0.0154 m	73	1.7	0.34	
DZ			0.0204 m	42	3.3	-1.13	
DX	AYOR	50STA1P0	0.1018 m	96	0.5	0.93	0.68
DY			0.1007 m	98	0.3	0.82	
DZ			0.1018 m	96	0.5	-0.71	
DX	DENI	50STA1P0	0.1058 m	96	0.5	-1.55	1.22
DY			0.1094 m	90	0.9	0.05	
DZ			0.1055 m	96	0.5	-1.09	
DX	BORR	50STA1P0	0.0595 m	95	0.6	0.89	0.68
DY			0.0586 m	98	0.4	0.08	
DZ			0.0592 m	96	0.6	-1.14	

Redundancia:

--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE10K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/08/2017 20:26:13

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170209-VALE-10K-L12
 Fecha de creación: 05/08/2017 20:08:15
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 18 (6 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 18
 Total: 36

Incógnitas

Coordenadas: 21
 Total: 21

Grados de libertad: 15

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3739
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.07
 Prueba F: 0.01 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
12STA1P0	X local	731599.8721 m	-0.0005 m	0.0008 m	
	Y local	4383406.2071 m	0.0021 m	0.0008 m	
	Altura	56.1102 m	0.0106 m	0.0008 m	
ALAC	X local	720135.9411 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo

	Y local	4246422.3006 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	60.3560 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
DENI	X local	769403.8176 m	-0.0002 m	0.0022 m	fijo
	Y local	4303020.0089 m	0.0002 m	0.0009 m	fijo
	Altura	69.6702 m	0.0002 m	0.0015 m	fijo
PENI	X local	785081.3513 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	108.5910 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
VALE	X local	728984.9821 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	77.5920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
VCIA	X local	728594.6687 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Y local	4368496.3140 m	-0.0004 m	0.0010 m	fijo
	Altura	62.9512 m	-0.0001 m	0.0004 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	VCIA	12STA1P0	-9406.6989 m	0.0003 m	-0.0003 m	0.0009 m
DY			3499.3845 m	-0.0003 m	0.0004 m	0.0008 m
DZ			11423.3200 m	0.0007 m	0.0007 m	0.0010 m
DX	VALE	12STA1P0	-6237.8006 m	0.0000 m	0.0001 m	0.0008 m
DY			2942.2766 m	0.0001 m	0.0001 m	0.0008 m
DZ			7546.4339 m	0.0001 m	0.0001 m	0.0008 m
DX	TORR	12STA1P0	-110509.1362 m	-0.0080 m	-0.0017 m	0.0009 m
DY			33714.6850 m	-0.0016 m	-0.0215 m	0.0008 m
DZ			137936.8392 m	-0.0334 m	-0.0269 m	0.0009 m
DX	PENI	12STA1P0	58958.1680 m	-0.0169 m	0.0085 m	0.0009 m
DY			-56580.8951 m	0.0084 m	0.0039 m	0.0008 m
DZ			-70357.8700 m	-0.0092 m	-0.0188 m	0.0009 m
DX	DENI	12STA1P0	-51599.6402 m	0.0038 m	0.0018 m	0.0015 m
DY			-35109.1645 m	0.0018 m	-0.0115 m	0.0023 m
DZ			63166.6736 m	-0.0117 m	-0.0043 m	0.0014 m
DX	ALAC	12STA1P0	-85755.1539 m	0.0053 m	-0.0045 m	0.0009 m
DY			15964.0728 m	-0.0046 m	-0.0099 m	0.0008 m
DZ			106198.8554 m	-0.0083 m	-0.0010 m	0.0009 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	VCIA	12STA1P0	15206.0486	0.0008	0.1
DV	VALE	12STA1P0	10223.2975	0.0001	0.0
DV	TORR	12STA1P0	179931.9893	0.0344	0.2
DV	PENI	12STA1P0	107831.7817	0.0210	0.2
DV	DENI	12STA1P0	88798.6765	0.0124	0.1
DV	ALAC	12STA1P0	137429.9637	0.0109	0.1

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
12STA1P0	0.0008	0.0008	1.1	0°	0.0008
ALAC	0.0002	0.0002	1.0	0°	0.0003
DENI	0.0022	0.0009	2.4	90°	0.0015
PENI	0.0002	0.0002	1.0	0°	0.0003
TORR	0.0005	0.0002	3.0	0°	0.0002
VALE	0.0002	0.0002	1.0	0°	0.0003
VCIA	0.0010	0.0002	6.2	0°	0.0004

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALAC	Latitud	0.0321 m	194.3	-0.86	0.30
	Longitud	0.0321 m	194.2	-0.40	
	Altura	0.0321 m	97.1	-0.08	
DENI	Latitud	0.0210 m	23.0	-1.57	0.96
	Longitud	0.0219 m	9.0	0.25	
	Altura	0.0213 m	14.0	-0.60	

PENI	Latitud	0.0253 m	153.0	0.43	1.83
	Longitud	0.0253 m	152.9	0.95	
	Altura	0.0253 m	76.5	-2.10	
TORR	Latitud	0.0419 m	84.6	-1.44	1.77
	Longitud	0.0419 m	253.6	-0.11	
	Altura	0.0419 m	253.6	-1.80	
VALE	Latitud	0.0056 m	33.6	0.26	0.03
	Longitud	0.0045 m	27.1	0.09	
	Altura	0.0047 m	13.9	0.12	
VCIA	Latitud	0.0059 m	3.4	0.42	0.22
	Longitud	0.0046 m	27.6	-0.24	
	Altura	0.0048 m	11.2	0.64	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	VCIA	12STA1P0	0.0051 m	53	2.6	0.30	0.22
DY			0.0046 m	66	2.0	-0.24	
DZ			0.0053 m	49	2.8	0.75	
DX	VALE	12STA1P0	0.0050 m	27	4.6	-0.05	0.03
DY			0.0045 m	33	4.0	0.09	
DZ			0.0051 m	25	4.8	0.27	
DX	TORR	12STA1P0	0.0419 m	99	0.2	-0.53	1.77
DY			0.0419 m	99	0.1	-0.11	
DZ			0.0419 m	99	0.2	-2.24	
DX	PENI	12STA1P0	0.0253 m	99	0.3	-1.89	1.83
DY			0.0253 m	99	0.2	0.94	
DZ			0.0253 m	99	0.3	-1.03	
DX	DENI	12STA1P0	0.0212 m	95	0.6	0.52	0.96
DY			0.0219 m	90	0.9	0.25	
DZ			0.0211 m	96	0.5	-1.60	
DX	ALAC	12STA1P0	0.0321 m	99	0.2	0.47	0.30
DY			0.0321 m	99	0.2	-0.40	
DZ			0.0321 m	99	0.2	-0.73	

Redundancia:

--	--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE10K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/08/2017 20:28:50

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170209-VALE-10K
 Fecha de creación: 05/08/2017 13:17:51
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 6
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 7

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.05  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
18STA1P0	X local	731599.9307 m	0.0011 m	0.0082 m	
	Y local	4383406.5973 m	-0.0020 m	0.0082 m	
	Altura	56.1030 m	0.0070 m	0.0083 m	
ALCO	X local	719712.6702 m	0.0000 m	0.0014 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Altura	640.0905 m	0.0001 m	0.0011 m	fijo
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0000 m	0.0016 m	fijo
	Y local	4325375.6943 m	-0.0001 m	0.0032 m	fijo
	Altura	661.8189 m	-0.0001 m	0.0032 m	fijo
BORR	X local	749339.3342 m	0.0000 m	0.0009 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	72.9011 m	0.0001 m	0.0027 m	fijo
DENI	X local	769403.8177 m	-0.0001 m	0.0062 m	fijo
	Y local	4303020.0089 m	0.0001 m	0.0025 m	fijo
	Altura	69.6684 m	-0.0016 m	0.0040 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	DENI	18STA1P0	-51599.8912 m	0.0388 m	0.0006 m	0.0088 m
DY			-35109.0930 m	0.0007 m	-0.0085 m	0.0097 m
DZ			63166.9694 m	0.0203 m	0.0429 m	0.0087 m
DX	BORR	18STA1P0	23776.6944 m	-0.0018 m	-0.0001 m	0.0082 m
DY			-18992.5102 m	-0.0001 m	0.0012 m	0.0082 m
DZ			-28704.7540 m	0.0001 m	-0.0013 m	0.0082 m
DX	ALCO	18STA1P0	-61391.4333 m	-0.0364 m	0.0013 m	0.0083 m
DY			15090.8270 m	0.0016 m	-0.0037 m	0.0083 m
DZ			74650.7021 m	-0.0339 m	-0.0496 m	0.0083 m
DX	AYOR	18STA1P0	-35409.6815 m	-0.0012 m	-0.0014 m	0.0087 m
DY			65572.4380 m	-0.0014 m	0.0064 m	0.0083 m
DZ			43233.0332 m	0.0073 m	0.0037 m	0.0087 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	DENI	18STA1P0	88799.0045	0.0438	0.5
DV	BORR	18STA1P0	41833.1154	0.0018	0.0
DV	ALCO	18STA1P0	97823.1490	0.0498	0.5
DV	AYOR	18STA1P0	86155.0075	0.0075	0.1

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
18STA1P0	0.0082	0.0082	1.0	90°	0.0083
ALCO	0.0014	0.0007	2.0	90°	0.0011
AYOR	0.0032	0.0016	2.0	0°	0.0032
BORR	0.0009	0.0002	4.0	90°	0.0027
DENI	0.0062	0.0025	2.5	90°	0.0040

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.0701 m	102.4	-0.17	1.72
	Longitud	0.0702 m	51.2	0.06	
	Altura	0.0703 m	61.6	-2.26 	
AYOR	Latitud	0.0639 m	19.8	0.34	0.05
	Longitud	0.0635 m	39.7	-0.08	
	Altura	0.0642 m	19.9	0.19	
BORR	Latitud	0.0464 m	203.4	0.17	0.02
	Longitud	0.0467 m	51.1	-0.02	
	Altura	0.0471 m	17.0	-0.20	
DENI	Latitud	0.0652 m	25.8	-0.43	1.69
	Longitud	0.0672 m	10.1	0.03	
	Altura	0.0660 m	15.8	2.21 	

Pruebas de observación

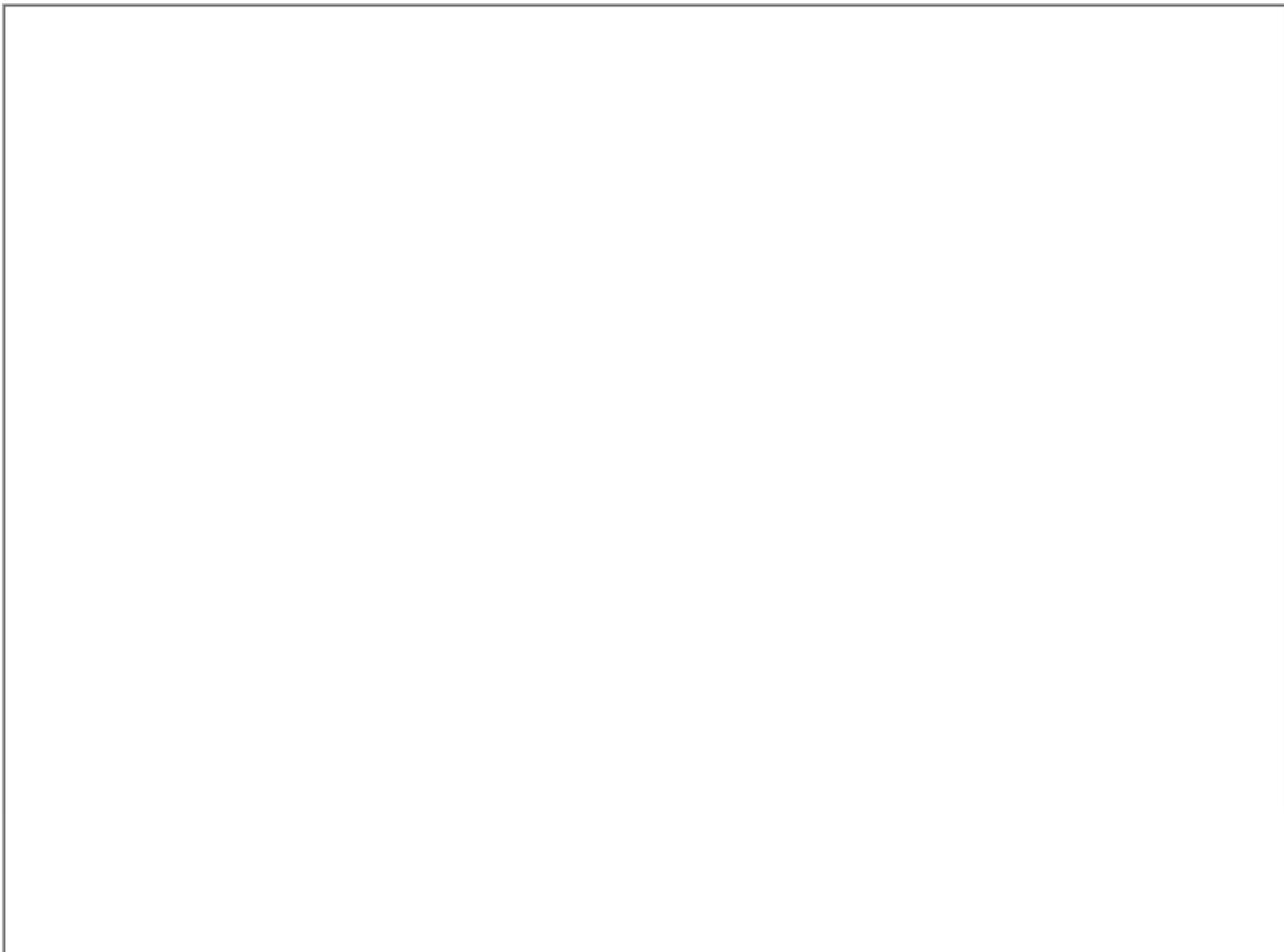
	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	DENI	18STA1P0	0.0657 m	83	1.3	1.99 	1.69
DY			0.0672 m	79	1.4	0.04	
DZ			0.0655 m	83	1.2	1.04	
DX	BORR	18STA1P0	0.0468 m	40	3.4	-0.26	0.02
DY			0.0467 m	40	3.4	-0.02	
DZ			0.0467 m	41	3.4	0.01	

DX	ALCO	18STA1P0	0.0702 m	87	1.1	-1.66	1.72
DY			0.0702 m	87	1.1	0.07	
DZ			0.0702 m	87	1.1	-1.54	
DX	AYOR	18STA1P0	0.0641 m	82	1.3	-0.06	0.05
DY			0.0635 m	83	1.2	-0.07	
DZ			0.0640 m	82	1.3	0.38	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE10K
para la antena Trimble R10



Red Ajuste
 www.MOVE3.com
 (c) 1993-2012 Grontmij
 con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/17/2017 14:04:38

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170209-VALE-10K-R10(2)
 Fecha de creación: 05/17/2017 13:36:10
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 8
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 9

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.13 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
10STA1P0	X local	731599.8998 m	0.0010 m	0.0040 m	
	Y local	4383406.4050 m	0.0010 m	0.0040 m	
	Altura	56.1331 m	-0.0026 m	0.0042 m	
ALCO	X local	719712.6701 m	0.0000 m	0.0022 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo
	Altura	640.0906 m	0.0002 m	0.0018 m	fijo
BORR	X local	749339.3339 m	0.0001 m	0.0014 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	72.8987 m	-0.0023 m	0.0042 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Altura	108.5909 m	-0.0001 m	0.0015 m	fijo
VALE	X local	728984.9819 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Altura	77.5922 m	0.0002 m	0.0014 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	ALCO	10STA1P0	-61391.2886 m	-0.0464 m	-0.0019 m	0.0044 m
DY			15090.7897 m	-0.0015 m	-0.0052 m	0.0045 m
DZ			74650.5738 m	-0.0439 m	-0.0637 m	0.0043 m
DX	PENI	10STA1P0	58958.0605 m	0.0413 m	-0.0019 m	0.0043 m
DY			-56580.8602 m	-0.0016 m	-0.0058 m	0.0040 m
DZ			-70357.7036 m	0.0275 m	0.0493 m	0.0042 m
DX	BORR	10STA1P0	23776.8411 m	0.0228 m	-0.0066 m	0.0051 m
DY			-18992.5474 m	-0.0066 m	0.0000 m	0.0042 m
DZ			-28704.8807 m	0.0191 m	0.0297 m	0.0048 m
DX	VALE	10STA1P0	-6237.9084 m	-0.0014 m	0.0005 m	0.0039 m
DY			2942.3109 m	0.0005 m	0.0001 m	0.0039 m
DZ			7546.6001 m	-0.0010 m	-0.0017 m	0.0039 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	ALCO	10STA1P0	97822.9545	0.0639	0.7
DV	PENI	10STA1P0	107831.5960	0.0496	0.5
DV	BORR	10STA1P0	41833.3026	0.0304	0.7
DV	VALE	10STA1P0	10223.4959	0.0018	0.2

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
10STA1P0	0.0040	0.0040	1.0	90°	0.0042
ALCO	0.0022	0.0011	2.0	90°	0.0018
BORR	0.0014	0.0004	4.0	90°	0.0042
PENI	0.0007	0.0007	1.0	89°	0.0015
VALE	0.0007	0.0007	1.0	90°	0.0014

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.1017 m	92.8	-0.15	1.06
	Longitud	0.1018 m	46.4	-0.05	
	Altura	0.1018 m	55.7	-1.78	
BORR	Latitud	0.0453 m	124.0	0.00	1.45
	Longitud	0.0455 m	31.0	-0.44	
	Altura	0.0470 m	10.4	2.04	
PENI	Latitud	0.1118 m	153.1	-0.15	0.53
	Longitud	0.1118 m	153.1	-0.05	
	Altura	0.1119 m	76.6	1.25	
VALE	Latitud	0.0395 m	54.1	0.08	0.82
	Longitud	0.0397 m	54.2	0.41	
	Altura	0.0407 m	27.7	-1.51	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	ALCO	10STA1P0	0.1018 m	98	0.3	-1.30	1.06
DY			0.1018 m	98	0.4	-0.04	
DZ			0.1017 m	98	0.3	-1.23	
DX	PENI	10STA1P0	0.1119 m	98	0.3	1.04	0.53
DY			0.1118 m	98	0.3	-0.04	
DZ			0.1119 m	98	0.3	0.70	

DX	BORR	10STA1P0	0.0463 m	89	1.0	1.54	1.45
DY			0.0455 m	92	0.8	-0.44	
DZ			0.0460 m	90	0.9	1.28	
DX	VALE	10STA1P0	0.0402 m	8	9.4	-1.20	0.82
DY			0.0397 m	8	9.3	0.41	
DZ			0.0400 m	8	9.4	-0.88	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE20K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/22/2017 12:51:15

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170209-VALE-20K-L12
 Fecha de creación: 05/10/2017 17:05:24
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 9
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 10

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 15 (5 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 15
 Total: 30

Incógnitas

Coordenadas: 18
 Total: 18

Grados de libertad: 12

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3362
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.12
 Prueba F: 0.14  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
0001	X local	734914.7918 m	0.0032 m	0.0052 m	
	Y local	4391416.1888 m	0.0010 m	0.0054 m	
	Altura	58.1462 m	0.0213 m	0.0053 m	
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0000 m	0.0026 m	fijo

	Y local	4325375.6944 m	-0.0001 m	0.0052 m	fijo
	Altura	661.8207 m	0.0017 m	0.0052 m	fijo
BORR	X local	749339.3339 m	0.0000 m	0.0015 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	72.9041 m	0.0031 m	0.0043 m	fijo
DENI	X local	769403.8177 m	0.0003 m	0.0101 m	fijo
	Y local	4303020.0089 m	0.0001 m	0.0041 m	fijo
	Altura	69.6703 m	0.0002 m	0.0066 m	fijo
VALE	X local	728984.9819 m	0.0000 m	0.0008 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0008 m	fijo
	Altura	77.5918 m	-0.0002 m	0.0015 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0000 m	0.0008 m	fijo
	Y local	4368496.3142 m	-0.0001 m	0.0053 m	fijo
	Altura	62.9508 m	-0.0005 m	0.0019 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	0001	-40428.9458 m	-0.0646 m	-0.0028 m	0.0074 m
DY			69151.8928 m	-0.0017 m	0.0066 m	0.0058 m
DZ			49323.7754 m	-0.0439 m	-0.0778 m	0.0074 m
DX	DENI	0001	-56619.1555 m	0.0001 m	-0.0040 m	0.0078 m
DY			-31529.6382 m	-0.0040 m	-0.0082 m	0.0111 m
DZ			69257.7116 m	-0.0105 m	-0.0065 m	0.0074 m
DX	VCIA	0001	-14426.2136 m	0.0094 m	-0.0041 m	0.0058 m
DY			7078.9110 m	-0.0042 m	0.0003 m	0.0052 m
DZ			17514.3581 m	0.0082 m	0.0125 m	0.0060 m
DX	VALE	0001	-11257.3157 m	0.0031 m	0.0039 m	0.0054 m
DY			6521.8032 m	0.0038 m	0.0001 m	0.0052 m
DZ			13637.4720 m	0.0027 m	0.0041 m	0.0054 m
DX	BORR	0001	18757.4293 m	-0.0188 m	-0.0027 m	0.0060 m
DY			-15413.0551 m	-0.0027 m	-0.0005 m	0.0053 m
DZ			-22614.0126 m	-0.0164 m	-0.0249 m	0.0058 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	0001	94070.8178	0.0781	0.8
DV	DENI	0001	94849.7626	0.0112	0.1
DV	VCIA	0001	23769.2945	0.0132	0.6
DV	VALE	0001	18847.8570	0.0056	0.3
DV	BORR	0001	33178.2608	0.0251	0.8

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
0001	0.0054	0.0052	1.0	0°	0.0053
AYOR	0.0052	0.0026	2.0	0°	0.0052
BORR	0.0015	0.0004	4.0	90°	0.0043
DENI	0.0101	0.0041	2.5	90°	0.0066
VALE	0.0008	0.0008	1.0	0°	0.0015
VCIA	0.0053	0.0008	7.1	0°	0.0019

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

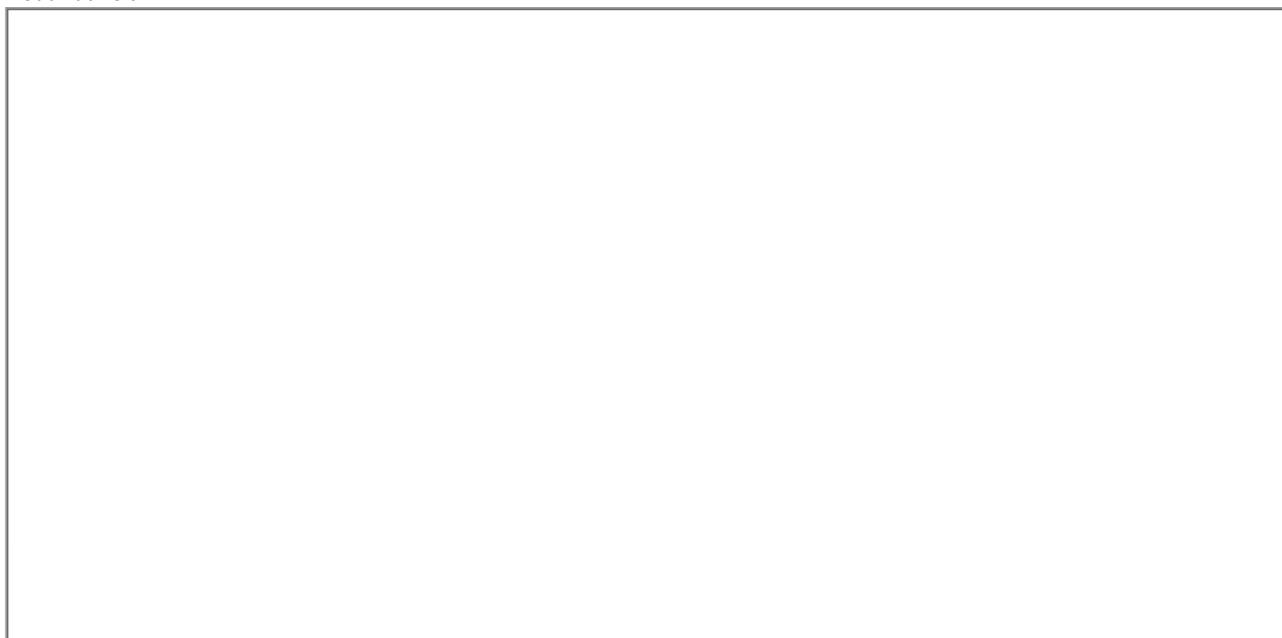
Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.1019 m	19.2	0.19	1.68
	Longitud	0.1010 m	38.4	-0.08	
	Altura	0.1018 m	19.2	-2.23	
BORR	Latitud	0.0396 m	105.7	-0.05	1.70
	Longitud	0.0394 m	26.2	-0.23	
	Altura	0.0412 m	8.7	-2.24	
DENI	Latitud	0.1023 m	24.7	-0.23	0.03
	Longitud	0.1057 m	9.7	-0.12	
	Altura	0.1033 m	15.1	-0.19	
VALE	Latitud	0.0305 m	40.7	0.02	0.38
	Longitud	0.0291 m	38.8	0.73	
	Altura	0.0297 m	19.6	0.78	
VCIA	Latitud	0.0355 m	5.2	0.04	1.01
	Longitud	0.0314 m	41.8	-0.54	

Altura 0.0320 m 16.9 1.66

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	0001	0.1018 m	95	0.6	-1.85	1.68
DY			0.1010 m	97	0.5	-0.05	
DZ			0.1019 m	95	0.6	-1.26	
DX	DENI	0001	0.1029 m	95	0.6	0.00	0.03
DY			0.1057 m	90	0.9	-0.12	
DZ			0.1027 m	95	0.6	-0.30	
DX	VCIA	0001	0.0333 m	60	2.2	1.30	1.01
DY			0.0314 m	68	1.9	-0.55	
DZ			0.0340 m	58	2.4	1.15	
DX	VALE	0001	0.0300 m	47	2.9	0.60	0.38
DY			0.0291 m	51	2.7	0.72	
DZ			0.0302 m	47	2.9	0.52	
DX	BORR	0001	0.0405 m	78	1.5	-1.66	1.70
DY			0.0394 m	82	1.3	-0.23	
DZ			0.0402 m	79	1.4	-1.44	

Redundancia:



Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE20K
para la antena Trimble R8



Red Ajuste
 www.MOVE3.com
 (c) 1993-2012 Grontmij
 con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/10/2017 18:23:58

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170209-VALE-20K-R08
 Fecha de creación: 05/10/2017 15:22:00
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 9 (3 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 9
 Total: 18

Incógnitas

Coordenadas: 12
 Total: 12

Grados de libertad: 6

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2222
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.37
 Prueba F: 0.09 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
28STA1P0	X local	734914.5608 m	0.0005 m	0.0042 m	
	Y local	4391416.5149 m	-0.0013 m	0.0044 m	
	Altura	58.1724 m	-0.0019 m	0.0043 m	
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0012 m	fijo

	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.8988 m	-0.0022 m	0.0034 m	fijo
VALE	X local	728984.9819 m	0.0000 m	0.0006 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0006 m	fijo
	Altura	77.5920 m	0.0000 m	0.0012 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0001 m	0.0006 m	fijo
	Y local	4368496.3129 m	-0.0014 m	0.0042 m	fijo
	Altura	62.9517 m	0.0004 m	0.0014 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajust.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	BORR	28STA1P0	18757.2402 m	0.0152 m	0.0013 m	0.0048 m
DY			-15413.2751 m	0.0012 m	-0.0022 m	0.0043 m
DZ			-22613.7361 m	0.0099 m	0.0180 m	0.0047 m
DX	VALE	28STA1P0	-11257.5090 m	0.0011 m	0.0011 m	0.0043 m
DY			6521.5831 m	0.0011 m	-0.0016 m	0.0042 m
DZ			13637.7450 m	-0.0012 m	0.0001 m	0.0043 m
DX	VCIA	28STA1P0	-14426.4084 m	-0.0096 m	-0.0024 m	0.0046 m
DY			7078.6910 m	-0.0023 m	0.0035 m	0.0042 m
DZ			17514.6317 m	-0.0034 m	-0.0096 m	0.0048 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajust. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	BORR	28STA1P0	33178.0676	0.0182	0.5
DV	VALE	28STA1P0	18848.0939	0.0019	0.1
DV	VCIA	28STA1P0	23769.5487	0.0105	0.4

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
28STA1P0	0.0044	0.0042	1.0	0°	0.0043
BORR	0.0012	0.0003	4.0	90°	0.0034
VALE	0.0006	0.0006	1.0	0°	0.0012
VCIA	0.0042	0.0006	7.1	0°	0.0014

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
BORR	Latitud	0.0312 m	106.3	-0.24	1.45
	Longitud	0.0311 m	26.3	0.14	
	Altura	0.0325 m	8.8	2.07 	
VALE	Latitud	0.0246 m	41.8	-0.40	0.08
	Longitud	0.0233 m	39.6	0.26	
	Altura	0.0238 m	20.1	0.02	
VCIA	Latitud	0.0281 m	5.3	0.66	1.09
	Longitud	0.0249 m	42.3	-0.40	
	Altura	0.0254 m	17.0	-1.64	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	BORR	28STA1P0	0.0320 m	77	1.5	1.72	1.45
DY			0.0311 m	81	1.3	0.13	
DZ			0.0317 m	78	1.5	1.11	
DX	VALE	28STA1P0	0.0241 m	45	3.0	0.27	0.08
DY			0.0233 m	49	2.9	0.26	
DZ			0.0243 m	45	3.1	-0.29	
DX	VCIA	28STA1P0	0.0264 m	59	2.3	-1.71	1.09
DY			0.0249 m	67	2.0	-0.39	
DZ			0.0269 m	57	2.4	-0.61	

Redundancia:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VALE20K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/17/2017 15:42:12

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170209-VALE-20K-R10(2)
 Fecha de creación: 05/17/2017 15:04:46
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 7
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 8

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 21 (7 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 21
 Total: 42

Incógnitas

Coordenadas: 24
 Total: 24

Grados de libertad: 18

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.4041
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.04
 Prueba F: 0.97 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
20STA1P0	X local	734914.6721 m	0.0001 m	0.0135 m	
	Y local	4391416.3497 m	-0.0002 m	0.0142 m	
	Altura	58.1530 m	0.0032 m	0.0138 m	
ALCO	X local	719712.6701 m	0.0000 m	0.0059 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0030 m	fijo
	Altura	640.0905 m	0.0001 m	0.0049 m	fijo
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0000 m	0.0069 m	fijo
	Y local	4325375.6943 m	-0.0002 m	0.0137 m	fijo
	Altura	661.8222 m	0.0032 m	0.0137 m	fijo
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0039 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo
	Altura	72.9063 m	0.0053 m	0.0113 m	fijo
DENI	X local	769403.8183 m	0.0009 m	0.0265 m	fijo
	Y local	4303020.0094 m	0.0006 m	0.0108 m	fijo
	Altura	69.6648 m	-0.0052 m	0.0174 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Y local	4205613.3898 m	0.0002 m	0.0059 m	fijo
	Altura	57.1089 m	-0.0001 m	0.0020 m	fijo
VALE	X local	728984.9820 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Altura	77.5913 m	-0.0007 m	0.0039 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Y local	4368496.3127 m	-0.0016 m	0.0139 m	fijo
	Altura	62.9518 m	0.0005 m	0.0049 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	VCIA	20STA1P0	-14426.3155 m	-0.0114 m	0.0031 m	0.0152 m
DY			7078.7968 m	0.0032 m	0.0038 m	0.0136 m
DZ			17514.4895 m	-0.0045 m	-0.0117 m	0.0156 m
DX	AYOR	20STA1P0	-40429.0472 m	-0.1213 m	-0.0058 m	0.0193 m
DY			69151.7786 m	-0.0035 m	0.0084 m	0.0151 m
DZ			49323.9054 m	-0.0875 m	-0.1493 m	0.0194 m
DX	ALCO	20STA1P0	-66410.7963 m	0.0062 m	-0.0110 m	0.0146 m
DY			18670.1677 m	-0.0111 m	-0.0479 m	0.0147 m
DZ			80741.5764 m	-0.0563 m	-0.0302 m	0.0145 m
DX	TORR	20STA1P0	-115528.7515 m	0.5342 m	0.0175 m	0.0145 m
DY			37294.0972 m	0.0112 m	-0.1730 m	0.0137 m
DZ			144028.0080 m	0.1974 m	0.5424 m	0.0148 m
DX	DENI	20STA1P0	-56619.2511 m	0.1442 m	-0.0113 m	0.0204 m
DY			-31529.7531 m	-0.0110 m	-0.0465 m	0.0293 m
DZ			69257.8456 m	0.0564 m	0.1477 m	0.0194 m
DX	BORR	20STA1P0	18757.3274 m	-0.0355 m	0.0013 m	0.0156 m
DY			-15413.1694 m	0.0013 m	0.0038 m	0.0139 m
DZ			-22613.8831 m	-0.0247 m	-0.0431 m	0.0152 m
DX	VALE	20STA1P0	-11257.4155 m	0.0123 m	-0.0015 m	0.0140 m
DY			6521.6888 m	-0.0016 m	0.0017 m	0.0135 m
DZ			13637.6033 m	0.0124 m	0.0174 m	0.0140 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	VCIA	20STA1P0	23769.4192	0.0127	0.5
DV	AYOR	20STA1P0	94070.8455	0.1496	1.6
DV	ALCO	20STA1P0	106198.7344	0.0577	0.5
DV	TORR	20STA1P0	188366.1573	0.5696	3.0
DV	DENI	20STA1P0	94849.9557	0.1553	1.6
DV	BORR	20STA1P0	33178.1679	0.0433	1.3
DV	VALE	20STA1P0	18847.9721	0.0175	0.9

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
20STA1P0	0.0142	0.0135	1.0	0°	0.0138
ALCO	0.0059	0.0030	2.0	90°	0.0049
AYOR	0.0137	0.0069	2.0	0°	0.0137
BORR	0.0039	0.0010	4.0	90°	0.0113
DENI	0.0265	0.0108	2.5	90°	0.0174
TORR	0.0059	0.0020	3.0	0°	0.0020
VALE	0.0020	0.0020	1.0	0°	0.0039
VCIA	0.0139	0.0020	7.1	0°	0.0049

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.2985 m	100.9	-0.46	0.10
	Longitud	0.2986 m	50.4	-0.11	
	Altura	0.2985 m	60.5	-0.29	
AYOR	Latitud	0.2681 m	19.2	0.09	0.89
	Longitud	0.2657 m	38.4	-0.06	
	Altura	0.2679 m	19.2	-1.63	
BORR	Latitud	0.1039 m	105.4	0.12	0.73
	Longitud	0.1035 m	26.1	0.04	
	Altura	0.1083 m	8.7	-1.47	
DENI	Latitud	0.2691 m	24.7	-0.50	0.95
	Longitud	0.2781 m	9.7	-0.13	
	Altura	0.2718 m	15.1	1.61	
TORR	Latitud	0.5241 m	88.6	-0.93	3.12 
	Longitud	0.5237 m	265.8	0.09	
	Altura	0.5238 m	265.8	2.92 	
VALE	Latitud	0.0793 m	40.1	0.13	0.54
	Longitud	0.0759 m	38.4	-0.11	
	Altura	0.0773 m	19.4	1.26	
VCIA	Latitud	0.0931 m	5.2	0.21	0.14
	Longitud	0.0822 m	41.6	0.15	
	Altura	0.0837 m	16.8	-0.59	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	VCIA	20STA1P0	0.0872 m	61	2.2	-0.60	0.14
DY			0.0822 m	69	1.9	0.16	
DZ			0.0890 m	58	2.3	-0.24	
DX	AYOR	20STA1P0	0.2680 m	95	0.6	-1.32	0.89
DY			0.2657 m	97	0.5	-0.04	
DZ			0.2680 m	95	0.6	-0.96	
DX	ALCO	20STA1P0	0.2985 m	98	0.4	0.06	0.10
DY			0.2986 m	98	0.4	-0.11	
DZ			0.2985 m	98	0.4	-0.54	
DX	TORR	20STA1P0	0.5239 m	99	0.2	2.87 	3.12 
DY			0.5237 m	99	0.2	0.06	
DZ			0.5239 m	99	0.2	1.06	
DX	DENI	20STA1P0	0.2707 m	95	0.6	1.56	0.95
DY			0.2781 m	90	0.9	-0.12	
DZ			0.2702 m	95	0.6	0.61	
DX	BORR	20STA1P0	0.1064 m	78	1.5	-1.19	0.73
DY			0.1035 m	82	1.3	0.04	
DZ			0.1057 m	79	1.4	-0.82	
DX	VALE	20STA1P0	0.0781 m	49	2.8	0.90	0.54
DY			0.0759 m	52	2.7	-0.11	
DZ			0.0785 m	48	2.9	0.91	

Redundancia:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA00K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/16/2017 20:19:08

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170227-VCIA-00K-L12
 Fecha de creación: 05/12/2017 13:33:30
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 24 (8 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 24
 Total: 48

Incógnitas

Coordenadas: 27
 Total: 27

Grados de libertad: 21

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.4290
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.02
 Prueba F: 0.97  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
0001	X local	728494.6878 m	0.0018 m	0.0026 m	
	Y local	4367435.5029 m	-0.0025 m	0.0065 m	
	Altura	51.8254 m	0.0070 m	0.0044 m	
ALCO	X local	719712.6701 m	0.0000 m	0.0059 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0030 m	fijo
	Altura	640.0909 m	0.0005 m	0.0049 m	fijo
BORR	X local	749339.3339 m	0.0000 m	0.0039 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo
	Altura	72.9030 m	0.0020 m	0.0116 m	fijo
DENI	X local	769403.8187 m	0.0014 m	0.0259 m	fijo
	Y local	4303020.0089 m	0.0002 m	0.0107 m	fijo
	Altura	69.6717 m	0.0017 m	0.0172 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0001 m	0.0020 m	fijo
	Altura	108.5906 m	-0.0004 m	0.0039 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0059 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
UTIE	X local	653876.8974 m	0.0001 m	0.0107 m	fijo
	Y local	4381419.1720 m	-0.0001 m	0.0107 m	fijo
	Altura	799.7002 m	0.0032 m	0.0135 m	fijo
VALE	X local	728984.9821 m	0.0001 m	0.0019 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0020 m	fijo
	Altura	77.5925 m	0.0005 m	0.0036 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0000 m	0.0019 m	fijo
	Y local	4368496.3092 m	-0.0051 m	0.0067 m	fijo
	Altura	62.9497 m	-0.0016 m	0.0042 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	ALCO	0001	-51322.4241 m	-0.1073 m	-0.0082 m	0.0068 m
DY			11456.2447 m	-0.0073 m	0.0029 m	0.0064 m
DZ			62403.4804 m	-0.0822 m	-0.1351 m	0.0069 m
DX	TORR	0001	-100440.3790 m	-0.0568 m	-0.0138 m	0.0066 m
DY			30080.1742 m	-0.0131 m	-0.0059 m	0.0033 m
DZ			125689.9124 m	-0.0517 m	-0.0765 m	0.0075 m
DX	DENI	0001	-41530.8842 m	-0.0210 m	-0.0103 m	0.0159 m
DY			-38743.6764 m	-0.0104 m	-0.0055 m	0.0260 m
DZ			50919.7459 m	-0.0239 m	-0.0313 m	0.0147 m
DX	VCIA	0001	662.0565 m	0.0001 m	0.0001 m	0.0020 m
DY			-135.1261 m	0.0001 m	0.0001 m	0.0020 m
DZ			-823.6022 m	0.0002 m	0.0003 m	0.0020 m
DX	UTIE	0001	10491.7506 m	-0.0770 m	-0.0068 m	0.0135 m
DY			74114.8210 m	-0.0051 m	0.0030 m	0.0110 m
DZ			-12684.2974 m	-0.0596 m	-0.0973 m	0.0132 m
DX	BORR	0001	33845.7026 m	-0.0354 m	-0.0072 m	0.0103 m
DY			-22627.0924 m	-0.0071 m	-0.0008 m	0.0047 m
DZ			-40951.9767 m	-0.0306 m	-0.0468 m	0.0094 m
DX	PENI	0001	69026.9256 m	0.4612 m	-0.0806 m	0.0062 m
DY			-60215.4052 m	-0.0777 m	-0.2422 m	0.0033 m
DZ			-82604.7966 m	0.0740 m	0.3989 m	0.0064 m
DX	VALE	0001	3830.9562 m	-0.0011 m	-0.0013 m	0.0054 m
DY			-692.2342 m	-0.0013 m	-0.0002 m	0.0031 m
DZ			-4700.4933 m	-0.0012 m	-0.0016 m	0.0057 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	ALCO	0001	81605.3376	0.1353	1.7
DV	TORR	0001	163679.6893	0.0779	0.5
DV	DENI	0001	76280.4518	0.0335	0.4
DV	VCIA	0001	1065.3161	0.0003	0.3
DV	UTIE	0001	75920.8464	0.0975	1.3
DV	BORR	0001	57745.8335	0.0474	0.8
DV	PENI	0001	123345.7089	0.4736	3.8
DV	VALE	0001	6103.2820	0.0020	0.3

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
0001	0.0065	0.0026	2.5	0°	0.0044
ALCO	0.0059	0.0030	2.0	-90°	0.0049
BORR	0.0039	0.0010	4.0	90°	0.0116
DENI	0.0259	0.0107	2.4	90°	0.0172
PENI	0.0020	0.0020	1.0	0°	0.0039

TORR	0.0059	0.0020	3.0	0°	0.0020
UTIE	0.0107	0.0107	1.0	-1°	0.0135
VALE	0.0020	0.0019	1.0	0°	0.0036
VCIA	0.0067	0.0019	3.5	0°	0.0042

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.2282 m	77.3	0.04	0.93
	Longitud	0.2281 m	38.6	-0.10	
	Altura	0.2281 m	46.3	-1.67	
BORR	Latitud	0.1627 m	165.5	-0.01	0.23
	Longitud	0.1622 m	41.2	-0.12	
	Altura	0.1655 m	13.7	-0.83	
DENI	Latitud	0.2156 m	19.7	-0.07	0.07
	Longitud	0.2263 m	7.7	-0.14	
	Altura	0.2187 m	12.0	-0.42	
PENI	Latitud	0.3428 m	174.3	-1.98	5.01
	Longitud	0.3424 m	174.1	-0.66	
	Altura	0.3426 m	87.1	3.27	
TORR	Latitud	0.4539 m	76.9	-0.04	0.08
	Longitud	0.4533 m	230.5	-0.08	
	Altura	0.4534 m	230.6	-0.47	
UTIE	Latitud	0.2146 m	19.6	0.04	0.57
	Longitud	0.2140 m	19.6	-0.09	
	Altura	0.2155 m	15.4	-1.31	
VALE	Latitud	0.0450 m	22.7	-0.07	0.05
	Longitud	0.0218 m	10.7	-0.20	
	Altura	0.0268 m	6.2	-0.31	
VCIA	Latitud	0.0486 m	1.3	0.36	0.19
	Longitud	0.0214 m	10.5	0.29	
	Altura	0.0264 m	4.6	0.61	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	ALCO	0001	0.2282 m	99	0.2	-1.33	0.93
DY			0.2281 m	99	0.2	-0.09	
DZ			0.2282 m	99	0.2	-1.02	
DX	TORR	0001	0.4536 m	99	0.1	-0.35	0.08
DY			0.4533 m	99	0.1	-0.08	
DZ			0.4537 m	99	0.1	-0.32	
DX	DENI	0001	0.2175 m	95	0.6	-0.28	0.07
DY			0.2263 m	88	1.0	-0.15	
DZ			0.2168 m	96	0.6	-0.32	
DX	VCIA	0001	0.0312 m	3	15.1	0.41	0.19
DY			0.0214 m	7	10.1	0.28	
DZ			0.0347 m	2	16.9	0.71	
DX	UTIE	0001	0.2152 m	96	0.5	-1.04	0.57
DY			0.2140 m	97	0.4	-0.07	
DZ			0.2150 m	96	0.5	-0.80	
DX	BORR	0001	0.1643 m	96	0.5	-0.62	0.23
DY			0.1622 m	99	0.2	-0.12	
DZ			0.1639 m	97	0.5	-0.54	
DX	PENI	0001	0.3427 m	99	0.1	3.78	5.01
DY			0.3424 m	99	0.1	-0.64	
DZ			0.3427 m	99	0.1	0.61	
DX	VALE	0001	0.0312 m	39	3.5	-0.24	0.05
DY			0.0218 m	80	1.4	-0.20	
DZ			0.0342 m	32	4.0	-0.29	

Redundancia:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA00K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/16/2017 12:40:12

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170227-VCIA-00K-R08
 Fecha de creación: 05/12/2017 13:17:59
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 8
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 9

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 1.37  (rechazado)

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
08STA1P0	X local	728495.0374 m	-0.0292 m	0.0065 m	
	Y local	4367435.2986 m	-0.0549 m	0.0109 m	
	Altura	51.8609 m	0.1409 m	0.0076 m	
AYOR	X local	667917.6922 m	-0.0002 m	0.0081 m	fijo
	Y local	4325375.6930 m	-0.0016 m	0.0161 m	fijo
	Altura	661.8233 m	0.0043 m	0.0161 m	fijo

DENI	X local	769403.8116 m	-0.0057 m	0.0310 m	fijo
	Y local	4303020.0099 m	0.0011 m	0.0127 m	fijo
	Altura	69.6762 m	0.0062 m	0.0206 m	fijo
VALE	X local	728984.9820 m	0.0001 m	0.0023 m	fijo
	Y local	4373520.4387 m	0.0001 m	0.0023 m	fijo
	Altura	77.5941 m	0.0021 m	0.0045 m	fijo
VCIA	X local	728594.6688 m	0.0003 m	0.0023 m	fijo
	Y local	4368496.3041 m	-0.0103 m	0.0116 m	fijo
	Altura	62.9470 m	-0.0043 m	0.0055 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajust.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	VCIA	08STA1P0	662.2210 m	0.0039 m	0.0003 m	0.0066 m
DY			-134.7838 m	0.0002 m	0.0015 m	0.0062 m
DZ			-823.7397 m	0.0051 m	0.0063 m	0.0066 m
DX	AYOR	08STA1P0	-25340.5106 m	-0.1386 m	0.0288 m	0.0184 m
DY			61938.1983 m	0.0314 m	0.0517 m	0.0104 m
DZ			30985.6668 m	-0.0463 m	-0.1372 m	0.0187 m
DX	DENI	08STA1P0	-41530.7212 m	-0.0530 m	0.0478 m	0.0199 m
DY			-38743.3270 m	0.0477 m	-0.0725 m	0.0315 m
DZ			50919.5989 m	-0.1357 m	-0.1263 m	0.0188 m
DX	VALE	08STA1P0	3831.1208 m	-0.0094 m	-0.0023 m	0.0092 m
DY			-691.8918 m	-0.0023 m	-0.0046 m	0.0067 m
DZ			-4700.6375 m	-0.0138 m	-0.0160 m	0.0098 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajust. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	VCIA	08STA1P0	1065.4813	0.0065	6.1
DV	AYOR	08STA1P0	73746.8198	0.1494	2.0
DV	DENI	08STA1P0	76280.0875	0.1532	2.0
DV	VALE	08STA1P0	6103.4576	0.0169	2.8

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
08STA1P0	0.0109	0.0065	1.7	0°	0.0076
AYOR	0.0161	0.0081	2.0	0°	0.0161
DENI	0.0310	0.0127	2.4	90°	0.0206
VALE	0.0023	0.0023	1.0	0°	0.0045
VCIA	0.0116	0.0023	5.0	0°	0.0055

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.2636 m	15.9	0.57	0.91
	Longitud	0.2595 m	31.6	0.31	
	Altura	0.2627 m	15.8	-1.52	
DENI	Latitud	0.2703 m	20.8	-0.77	0.92
	Longitud	0.2820 m	8.1	0.53	
	Altura	0.2734 m	12.7	-1.36	
VALE	Latitud	0.0652 m	27.7	-0.64	0.98
	Longitud	0.0424 m	17.9	-0.21	
	Altura	0.0463 m	9.5	-1.57	
VCIA	Latitud	0.0667 m	2.2	0.70	1.56
	Longitud	0.0419 m	17.7	0.07	
	Altura	0.0458 m	7.3	2.05	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	VCIA	08STA1P0	0.0516 m	14	6.7	1.44	1.56
DY			0.0419 m	22	5.2	0.07	
DZ			0.0553 m	12	7.3	2.02	
DX	AYOR	08STA1P0	0.2631 m	96	0.6	-1.54	0.91
DY			0.2595 m	98	0.3	0.34	
DZ			0.2633 m	95	0.6	-0.51	
DX	DENI	08STA1P0	0.2721 m	95	0.6	-0.57	0.92
DY			0.2820 m	89	1.0	0.53	

DZ			0.2715 m	96	0.6	-1.46	
DX	VALE	08STA1P0	0.0517 m	49	2.8	-1.04	0.98
DY			0.0424 m	73	1.7	-0.20	
DZ			0.0551 m	43	3.2	-1.61	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA00K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/16/2017 17:59:15

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170227-VCIA-00K-R10
 Fecha de creación: 05/12/2017 13:25:54
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 6
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 7

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.77  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
00STA1P0	X local	728494.8597 m	0.0011 m	0.0048 m	
	Y local	4367435.3966 m	-0.0053 m	0.0081 m	
	Altura	51.8540 m	0.0030 m	0.0057 m	
BORR	X local	749339.3340 m	0.0001 m	0.0035 m	fijo

	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0009 m	fijo
	Altura	72.9036 m	0.0026 m	0.0103 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0018 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0018 m	fijo
	Altura	108.5909 m	-0.0001 m	0.0035 m	fijo
VALE	X local	728984.9820 m	0.0000 m	0.0017 m	fijo
	Y local	4373520.4386 m	0.0001 m	0.0017 m	fijo
	Altura	77.5939 m	0.0019 m	0.0034 m	fijo
VCIA	X local	728594.6688 m	0.0003 m	0.0017 m	fijo
	Y local	4368496.3031 m	-0.0112 m	0.0087 m	fijo
	Altura	62.9480 m	-0.0034 m	0.0041 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	BORR	00STA1P0	33845.7959 m	-0.0235 m	-0.0266 m	0.0104 m
DY			-22626.9243 m	-0.0266 m	-0.0494 m	0.0060 m
DZ			-40952.0449 m	-0.0841 m	-0.0720 m	0.0098 m
DX	VCIA	00STA1P0	662.1477 m	0.0028 m	0.0007 m	0.0049 m
DY			-134.9580 m	0.0006 m	0.0016 m	0.0047 m
DZ			-823.6642 m	0.0044 m	0.0049 m	0.0050 m
DX	PENI	00STA1P0	69027.0191 m	0.1213 m	-0.0111 m	0.0074 m
DY			-60215.2370 m	-0.0103 m	-0.0914 m	0.0052 m
DZ			-82604.8646 m	-0.0169 m	0.0814 m	0.0077 m
DX	VALE	00STA1P0	3831.0490 m	-0.0095 m	-0.0013 m	0.0069 m
DY			-692.0660 m	-0.0012 m	-0.0032 m	0.0050 m
DZ			-4700.5621 m	-0.0119 m	-0.0149 m	0.0073 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	BORR	00STA1P0	57745.8707	0.0913	1.6
DV	VCIA	00STA1P0	1065.3994	0.0052	4.9
DV	PENI	00STA1P0	123345.7246	0.1229	1.0
DV	VALE	00STA1P0	6103.3741	0.0153	2.5

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
00STA1P0	0.0081	0.0048	1.7	0°	0.0057
BORR	0.0035	0.0009	4.0	90°	0.0103
PENI	0.0018	0.0018	1.0	0°	0.0035
VALE	0.0017	0.0017	1.0	0°	0.0034
VCIA	0.0087	0.0017	5.0	0°	0.0041

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
BORR	Latitud	0.1555 m	177.6	-0.91	0.95
	Longitud	0.1547 m	44.1	-0.49	
	Altura	0.1574 m	14.7	-1.34	
PENI	Latitud	0.3155 m	180.1	-0.82	0.40
	Longitud	0.3149 m	179.8	-0.10	
	Altura	0.3152 m	89.9	0.73	
VALE	Latitud	0.0487 m	27.7	-0.58	1.39
	Longitud	0.0317 m	17.9	-0.15	
	Altura	0.0347 m	9.5	-1.95	
VCIA	Latitud	0.0499 m	2.2	1.02	1.89 
	Longitud	0.0313 m	17.7	0.26	
	Altura	0.0343 m	7.3	2.14 	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	BORR	00STA1P0	0.1566 m	96	0.5	-0.44	0.95
DY			0.1547 m	98	0.3	-0.49	
DZ			0.1563 m	96	0.5	-1.56	
DX	VCIA	00STA1P0	0.0386 m	14	6.7	1.36	1.89 
DY			0.0313 m	22	5.2	0.25	
DZ			0.0414 m	12	7.3	2.30 	

DX	PENI	00STA1P0	0.3153 m	99	0.2	1.08	0.40
DY			0.3149 m	99	0.1	-0.09	
DZ			0.3154 m	99	0.2	-0.15	
DX	VALE	00STA1P0	0.0387 m	49	2.8	-1.39	1.39
DY			0.0317 m	73	1.7	-0.15	
DZ			0.0413 m	43	3.2	-1.86	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA05K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/15/2017 17:02:21

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170215-VCIA-05K-L12
 Fecha de creación: 05/12/2017 12:20:25
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.00  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
52STA1P0	X local	729360.6691 m	-0.0034 m	0.0021 m	
	Y local	4363803.1989 m	0.0032 m	0.0021 m	
	Altura	50.8231 m	-0.0123 m	0.0021 m	
ALAC	X local	720135.9410 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo

	Y local	4246422.3006 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo
	Altura	60.3560 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
DENI	X local	769403.8174 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo
	Y local	4303020.0088 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	69.6701 m	0.0001 m	0.0007 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo
	Altura	108.5910 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	TORR	52STA1P0	-98116.0198 m	0.0040 m	0.0022 m	0.0021 m
DY			30824.7301 m	0.0021 m	-0.0036 m	0.0022 m
DZ			122865.0346 m	-0.0014 m	0.0023 m	0.0021 m
DX	DENI	52STA1P0	-39206.5238 m	-0.0006 m	-0.0001 m	0.0021 m
DY			-37999.1192 m	-0.0001 m	-0.0014 m	0.0021 m
DZ			48094.8692 m	-0.0023 m	-0.0019 m	0.0021 m
DX	PENI	52STA1P0	71351.2844 m	-0.0024 m	0.0068 m	0.0021 m
DY			-59470.8493 m	0.0068 m	0.0001 m	0.0022 m
DZ			-85429.6746 m	-0.0019 m	-0.0030 m	0.0021 m
DX	ALAC	52STA1P0	-73362.0375 m	0.0014 m	-0.0068 m	0.0021 m
DY			13074.1180 m	-0.0068 m	0.0056 m	0.0022 m
DZ			91127.0509 m	0.0083 m	0.0063 m	0.0021 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	TORR	52STA1P0	160227.1327	0.0048	0.0
DV	DENI	52STA1P0	72761.2603	0.0024	0.0
DV	PENI	52STA1P0	126198.3241	0.0074	0.1
DV	ALAC	52STA1P0	117716.0164	0.0109	0.1

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
52STA1P0	0.0021	0.0021	1.0	90°	0.0021
ALAC	0.0001	0.0001	1.0	90°	0.0002
DENI	0.0011	0.0004	2.5	90°	0.0007
PENI	0.0001	0.0001	1.0	-90°	0.0002
TORR	0.0002	0.0001	3.0	0°	0.0001

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación	MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALAC	Latitud	0.0145 m	186.0	1.35
	Longitud	0.0146 m	187.4	-1.66
	Altura	0.0146 m	93.2	1.53
DENI	Latitud	0.0117 m	27.0	-0.72
	Longitud	0.0120 m	10.6	-0.04
	Altura	0.0118 m	16.5	-0.96
PENI	Latitud	0.0153 m	196.2	0.03
	Longitud	0.0154 m	197.4	1.51
	Altura	0.0154 m	98.3	-0.67
TORR	Latitud	0.0187 m	79.7	-0.60
	Longitud	0.0188 m	240.0	0.37
	Altura	0.0187 m	239.4	0.38

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	TORR	52STA1P0	0.0187 m	88	1.0	0.67	0.21
DY			0.0188 m	88	1.0	0.36	
DZ			0.0187 m	88	1.0	-0.24	
DX	DENI	52STA1P0	0.0117 m	47	3.0	-0.29	0.48
DY			0.0120 m	45	3.1	-0.04	
DZ			0.0117 m	47	3.0	-1.16	

DX	PENI	52STA1P0	0.0153 m	82	1.3	-0.54	0.91	
DY			0.0154 m	81	1.3	1.51		
DZ			0.0153 m	82	1.3	-0.41		
DX	ALAC	52STA1P0	0.0146 m	79	1.4	0.35	2.31	
DY			0.0146 m	78	1.5	-1.66		
DZ			0.0146 m	79	1.4	2.01		

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA05K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/15/2017 14:44:52

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170215-VCIA-05K-R08
 Fecha de creación: 05/12/2017 11:51:34
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 18 (6 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 18
 Total: 36

Incógnitas

Coordenadas: 21
 Total: 21

Grados de libertad: 15

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3739
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.07
 Prueba F: 0.01 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
52STA1P0	X local	729360.2844 m	0.0087 m	0.0034 m	
	Y local	4363803.1391 m	-0.0058 m	0.0034 m	
	Altura	50.8589 m	-0.0058 m	0.0034 m	
ALAC	X local	720135.9410 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo

	Y local	4246422.3006 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	60.3560 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Y local	4325375.6944 m	-0.0002 m	0.0013 m	fijo
	Altura	661.8186 m	-0.0004 m	0.0013 m	fijo
BORR	X local	749339.3339 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0001 m	fijo
	Altura	72.9012 m	0.0001 m	0.0011 m	fijo
DENI	X local	769403.8157 m	-0.0017 m	0.0025 m	fijo
	Y local	4303020.0087 m	-0.0001 m	0.0010 m	fijo
	Altura	69.6704 m	0.0004 m	0.0017 m	fijo
PENI	X local	785081.3511 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	108.5910 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0006 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	BORR	52STA1P0	36170.1192 m	0.0003 m	-0.0059 m	0.0035 m
DY			-21882.9230 m	-0.0059 m	-0.0051 m	0.0034 m
DZ			-43776.8679 m	-0.0064 m	-0.0039 m	0.0034 m
DX	PENI	52STA1P0	71351.3405 m	-0.0088 m	0.0212 m	0.0034 m
DY			-59471.2363 m	0.0212 m	0.0028 m	0.0034 m
DZ			-85429.6892 m	-0.0037 m	-0.0090 m	0.0034 m
DX	ALAC	52STA1P0	-73361.9814 m	0.0040 m	-0.0126 m	0.0034 m
DY			13073.7314 m	-0.0126 m	0.0026 m	0.0034 m
DZ			91127.0362 m	0.0066 m	0.0073 m	0.0034 m
DX	TORR	52STA1P0	-98115.9637 m	0.0102 m	-0.0049 m	0.0034 m
DY			30824.3436 m	-0.0051 m	-0.0062 m	0.0034 m
DZ			122865.0200 m	0.0001 m	0.0082 m	0.0034 m
DX	DENI	52STA1P0	-39206.4679 m	-0.0052 m	0.0114 m	0.0036 m
DY			-37999.5041 m	0.0114 m	0.0010 m	0.0039 m
DZ			48094.8544 m	-0.0030 m	-0.0059 m	0.0035 m
DX	AYOR	52STA1P0	-23016.2564 m	0.0041 m	-0.0041 m	0.0036 m
DY			62682.0249 m	-0.0042 m	0.0056 m	0.0035 m
DZ			28160.9194 m	0.0106 m	0.0100 m	0.0035 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	BORR	52STA1P0	60856.8321	0.0087	0.1
DV	PENI	52STA1P0	126198.5481	0.0232	0.2
DV	ALAC	52STA1P0	117715.9272	0.0148	0.1
DV	TORR	52STA1P0	160227.0128	0.0114	0.1
DV	DENI	52STA1P0	72761.4215	0.0129	0.2
DV	AYOR	52STA1P0	72469.4535	0.0121	0.2

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
52STA1P0	0.0034	0.0034	1.0	89°	0.0034
ALAC	0.0002	0.0002	1.0	89°	0.0004
AYOR	0.0013	0.0007	2.0	0°	0.0013
BORR	0.0004	0.0001	4.0	90°	0.0011
DENI	0.0025	0.0010	2.4	90°	0.0017
PENI	0.0002	0.0002	1.0	90°	0.0004
TORR	0.0006	0.0002	3.0	0°	0.0002

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALAC	Latitud	0.0332 m	174.2	0.24	0.62
	Longitud	0.0333 m	174.3	-1.17	
	Altura	0.0333 m	87.2	0.68	
AYOR	Latitud	0.0227 m	16.8	0.93	1.34
	Longitud	0.0226 m	33.7	-0.67	
	Altura	0.0228 m	16.8	1.65	

BORR	Latitud	0.0202 m	211.6	-1.05	1.10
	Longitud	0.0203 m	53.1	-1.23	
	Altura	0.0205 m	17.7	-0.82	
DENI	Latitud	0.0227 m	21.4	0.15	1.60
	Longitud	0.0237 m	8.4	1.95	
	Altura	0.0230 m	13.1	-0.98	
PENI	Latitud	0.0354 m	185.4	0.24	1.32
	Longitud	0.0354 m	185.6	1.82	
	Altura	0.0354 m	92.8	-0.77	
TORR	Latitud	0.0442 m	77.1	-0.41	0.19
	Longitud	0.0442 m	231.5	-0.33	
	Altura	0.0442 m	231.5	0.55	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	BORR	52STA1P0	0.0204 m	65	2.0	0.05	1.10
DY			0.0203 m	66	2.0	-1.23	
DZ			0.0203 m	66	2.0	-1.33	
DX	PENI	52STA1P0	0.0354 m	92	0.8	-0.76	1.32
DY			0.0354 m	92	0.8	1.82	
DZ			0.0354 m	92	0.8	-0.32	
DX	ALAC	52STA1P0	0.0333 m	90	0.9	0.37	0.62
DY			0.0333 m	90	0.9	-1.17	
DZ			0.0333 m	90	0.9	0.61	
DX	TORR	52STA1P0	0.0442 m	95	0.6	0.68	0.19
DY			0.0442 m	95	0.6	-0.34	
DZ			0.0442 m	95	0.6	0.01	
DX	DENI	52STA1P0	0.0229 m	74	1.7	-0.86	1.60
DY			0.0237 m	69	1.9	1.95	
DZ			0.0228 m	74	1.6	-0.49	
DX	AYOR	52STA1P0	0.0227 m	74	1.6	0.68	1.34
DY			0.0226 m	75	1.6	-0.68	
DZ			0.0227 m	74	1.6	1.76	

Redundancia:

--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA05K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/15/2017 15:21:45

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170215-VCIA-05K-R10
 Fecha de creación: 05/12/2017 11:55:50
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 7
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 8

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 15 (5 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 15
 Total: 30

Incógnitas

Coordenadas: 18
 Total: 18

Grados de libertad: 12

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3362
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.12
 Prueba F: 0.05  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
50STA1P0	X local	729360.4741 m	0.0017 m	0.0012 m	
	Y local	4363803.1634 m	-0.0019 m	0.0021 m	
	Altura	50.8757 m	-0.0011 m	0.0015 m	
BORR	X local	749339.3340 m	0.0001 m	0.0009 m	fijo

	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0002 m	fijo
	Altura	72.9009 m	-0.0001 m	0.0028 m	fijo
DENI	X local	769403.8205 m	0.0032 m	0.0061 m	fijo
	Y local	4303020.0085 m	-0.0002 m	0.0025 m	fijo
	Altura	69.6692 m	-0.0008 m	0.0041 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	108.5910 m	0.0000 m	0.0009 m	fijo
VALE	X local	728984.9818 m	-0.0001 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4373520.4386 m	0.0001 m	0.0005 m	fijo
	Altura	77.5923 m	0.0003 m	0.0009 m	fijo
VCIA	X local	728594.6686 m	0.0001 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4368496.3120 m	-0.0023 m	0.0023 m	fijo
	Altura	62.9509 m	-0.0004 m	0.0011 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	VALE	50STA1P0	6155.3739 m	-0.0009 m	0.0036 m	0.0018 m
DY			52.1257 m	0.0036 m	-0.0015 m	0.0013 m
DZ			-7525.3606 m	-0.0027 m	-0.0025 m	0.0019 m
DX	VCIA	50STA1P0	2986.4749 m	0.0003 m	-0.0006 m	0.0012 m
DY			609.2334 m	-0.0006 m	0.0003 m	0.0012 m
DZ			-3648.4725 m	0.0006 m	0.0006 m	0.0013 m
DX	BORR	50STA1P0	36170.1217 m	-0.0010 m	-0.0265 m	0.0027 m
DY			-21882.7328 m	-0.0265 m	0.0059 m	0.0015 m
DZ			-43776.8427 m	0.0069 m	0.0037 m	0.0026 m
DX	PENI	50STA1P0	71351.3427 m	0.0035 m	-0.0202 m	0.0019 m
DY			-59471.0455 m	-0.0202 m	0.0030 m	0.0013 m
DZ			-85429.6642 m	0.0068 m	0.0070 m	0.0020 m
DX	DENI	50STA1P0	-39206.4650 m	0.0020 m	-0.0219 m	0.0039 m
DY			-37999.3185 m	-0.0219 m	0.0139 m	0.0062 m
DZ			48094.8804 m	0.0195 m	0.0138 m	0.0037 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	VALE	50STA1P0	9722.2629	0.0046	0.5
DV	VCIA	50STA1P0	4754.1086	0.0009	0.2
DV	BORR	50STA1P0	60856.7470	0.0274	0.5
DV	PENI	50STA1P0	126198.4425	0.0216	0.2
DV	DENI	50STA1P0	72761.3402	0.0294	0.4

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
50STA1P0	0.0021	0.0012	1.7	0°	0.0015
BORR	0.0009	0.0002	4.0	90°	0.0028
DENI	0.0061	0.0025	2.4	90°	0.0041
PENI	0.0005	0.0005	1.0	0°	0.0009
VALE	0.0005	0.0005	1.0	0°	0.0009
VCIA	0.0023	0.0005	4.9	0°	0.0011

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
BORR	Latitud	0.0408 m	175.0	0.41	1.21
	Longitud	0.0406 m	43.5	-1.84	
	Altura	0.0414 m	14.5	0.26	
DENI	Latitud	0.0491 m	18.9	0.83	1.08
	Longitud	0.0517 m	7.4	-1.37	
	Altura	0.0498 m	11.5	0.83	
PENI	Latitud	0.0833 m	178.5	0.10	0.18
	Longitud	0.0832 m	178.2	-0.68	
	Altura	0.0832 m	89.1	0.24	
VALE	Latitud	0.0126 m	26.8	-1.09	1.87
	Longitud	0.0081 m	17.2	1.68	
	Altura	0.0089 m	9.2	-1.25	
VCIA	Latitud	0.0131 m	2.1	0.78	0.87
	Longitud	0.0080 m	16.9	-1.01	

Altura 0.0088 m 7.0 1.00

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	VALE	50STA1P0	0.0100 m	49	2.9	-0.51	1.87
DY			0.0081 m	73	1.7	1.69	
DZ			0.0107 m	43	3.2	-1.66	
DX	VCIA	50STA1P0	0.0100 m	14	6.9	0.49	0.87
DY			0.0080 m	22	5.3	-1.02	
DZ			0.0107 m	12	7.5	1.26	
DX	BORR	50STA1P0	0.0412 m	96	0.5	-0.07	1.21
DY			0.0406 m	98	0.3	-1.84	
DZ			0.0411 m	96	0.5	0.49	
DX	PENI	50STA1P0	0.0833 m	99	0.2	0.12	0.18
DY			0.0832 m	99	0.1	-0.68	
DZ			0.0833 m	99	0.2	0.23	
DX	DENI	50STA1P0	0.0495 m	94	0.7	0.12	1.08
DY			0.0517 m	87	1.1	-1.37	
DZ			0.0493 m	95	0.6	1.16	

Redundancia:

--

Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA10K
para la antena Leica ATX1230



Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/22/2017 14:58:47

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170215-VCIA-10K-L12
 Fecha de creación: 05/12/2017 13:03:21
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 21 (7 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 21
 Total: 42

Incógnitas

Coordenadas: 24
 Total: 24

Grados de libertad: 18

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.4041
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.04
 Prueba F: 0.07 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
12STA1P0	X local	731323.5729 m	0.0015 m	0.0023 m	
	Y local	4359300.3601 m	0.0016 m	0.0030 m	
	Altura	52.4143 m	0.0034 m	0.0024 m	
ALCO	X local	719712.6702 m	0.0000 m	0.0016 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0008 m	fijo
	Altura	640.0906 m	0.0002 m	0.0013 m	fijo
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0001 m	0.0018 m	fijo
	Y local	4325375.6947 m	0.0000 m	0.0036 m	fijo
	Altura	661.8188 m	-0.0002 m	0.0036 m	fijo
BORR	X local	749339.3342 m	0.0000 m	0.0011 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.9015 m	0.0005 m	0.0031 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0016 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
UTIE	X local	653876.8974 m	0.0001 m	0.0029 m	fijo
	Y local	4381419.1721 m	0.0001 m	0.0029 m	fijo
	Altura	799.6984 m	0.0014 m	0.0036 m	fijo
VALE	X local	728984.9821 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	77.5923 m	0.0003 m	0.0010 m	fijo
VCIA	X local	728594.6686 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4368496.3147 m	0.0004 m	0.0031 m	fijo
	Altura	62.9504 m	-0.0009 m	0.0013 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	12STA1P0	-20113.3800 m	0.0046 m	-0.0070 m	0.0044 m
DY			64494.1692 m	-0.0071 m	-0.0011 m	0.0029 m
DZ			24638.5429 m	0.0025 m	0.0053 m	0.0045 m
DX	ALCO	12STA1P0	-46095.1321 m	-0.0329 m	-0.0029 m	0.0029 m
DY			14012.5583 m	-0.0027 m	-0.0069 m	0.0028 m
DZ			56056.2119 m	-0.0352 m	-0.0476 m	0.0030 m
DX	TORR	12STA1P0	-95213.0873 m	0.0071 m	-0.0179 m	0.0029 m
DY			32636.4879 m	-0.0180 m	-0.0014 m	0.0023 m
DZ			119342.6437 m	0.0039 m	0.0081 m	0.0031 m
DX	VCIA	12STA1P0	5889.3512 m	0.0034 m	-0.0003 m	0.0024 m
DY			2421.1873 m	-0.0003 m	-0.0002 m	0.0023 m
DZ			-7170.8755 m	0.0025 m	0.0042 m	0.0024 m
DX	UTIE	12STA1P0	15719.0438 m	-0.0342 m	-0.0068 m	0.0042 m
DY			76671.1347 m	-0.0061 m	-0.0036 m	0.0036 m
DZ			-19031.5650 m	-0.0327 m	-0.0471 m	0.0042 m
DX	VALE	12STA1P0	9058.2481 m	-0.0049 m	0.0014 m	0.0027 m
DY			1864.0794 m	0.0014 m	0.0019 m	0.0023 m
DZ			-11047.7618 m	-0.0016 m	-0.0048 m	0.0028 m
DX	BORR	12STA1P0	39072.9955 m	0.0016 m	0.0002 m	0.0036 m
DY			-20070.7789 m	0.0002 m	-0.0190 m	0.0025 m
DZ			-47299.2444 m	-0.0234 m	-0.0138 m	0.0034 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	12STA1P0	71910.3866	0.0088	0.1
DV	ALCO	12STA1P0	73914.8963	0.0482	0.7
DV	TORR	12STA1P0	156119.6302	0.0197	0.1
DV	VCIA	12STA1P0	9589.9980	0.0042	0.4
DV	UTIE	12STA1P0	80546.5809	0.0477	0.6
DV	VALE	12STA1P0	14407.6261	0.0053	0.4
DV	BORR	12STA1P0	64550.3963	0.0235	0.4

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
12STA1P0	0.0030	0.0023	1.3	0°	0.0024
ALCO	0.0016	0.0008	2.0	-90°	0.0013
AYOR	0.0036	0.0018	2.0	0°	0.0036
BORR	0.0011	0.0003	4.0	90°	0.0031
TORR	0.0016	0.0005	3.0	0°	0.0005
UTIE	0.0029	0.0029	1.0	-1°	0.0036
VALE	0.0005	0.0005	1.0	0°	0.0010
VCIA	0.0031	0.0005	6.0	0°	0.0013

Pruebas y errores estimados**Pruebas de coordenadas**

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.0559 m	70.7	-0.35	2.03 
	Longitud	0.0558 m	35.2	-0.15	
	Altura	0.0558 m	42.3	-2.44 	
AYOR	Latitud	0.0554 m	14.8	-0.06	0.07
	Longitud	0.0544 m	29.4	-0.37	
	Altura	0.0551 m	14.7	0.28	
BORR	Latitud	0.0491 m	186.4	-1.12	0.64
	Longitud	0.0488 m	46.3	0.01	
	Altura	0.0496 m	15.4	-0.82	
TORR	Latitud	0.1162 m	73.5	-0.03	0.08
	Longitud	0.1160 m	220.3	-0.43	
	Altura	0.1160 m	220.3	0.20	
UTIE	Latitud	0.0613 m	21.0	-0.17	1.71
	Longitud	0.0610 m	20.9	-0.32	
	Altura	0.0614 m	16.4	-2.24 	
VALE	Latitud	0.0169 m	32.0	0.70	0.95
	Longitud	0.0137 m	26.0	0.42	
	Altura	0.0143 m	13.3	-1.48	
VCIA	Latitud	0.0176 m	3.1	-0.15	2.38 
	Longitud	0.0132 m	24.8	-0.17	
	Altura	0.0138 m	10.1	2.66 	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	12STA1P0	0.0552 m	94	0.7	0.25	0.07
DY			0.0544 m	97	0.4	-0.37	
DZ			0.0553 m	94	0.7	0.13	
DX	ALCO	12STA1P0	0.0558 m	97	0.4	-1.68	2.03 
DY			0.0558 m	98	0.4	-0.14	
DZ			0.0559 m	97	0.4	-1.80	
DX	TORR	12STA1P0	0.1161 m	99	0.2	0.17	0.08
DY			0.1160 m	99	0.2	-0.44	
DZ			0.1161 m	99	0.2	0.09	
DX	VCIA	12STA1P0	0.0150 m	27	4.6	2.32 	2.38 
DY			0.0132 m	35	3.8	-0.18	
DZ			0.0157 m	24	4.9	1.82	
DX	UTIE	12STA1P0	0.0613 m	96	0.6	-1.62	1.71
DY			0.0610 m	97	0.5	-0.29	
DZ			0.0613 m	96	0.6	-1.55	
DX	VALE	12STA1P0	0.0152 m	55	2.5	-1.61	0.95
DY			0.0137 m	68	1.9	0.43	
DZ			0.0157 m	52	2.7	-0.53	
DX	BORR	12STA1P0	0.0494 m	95	0.6	0.09	0.64
DY			0.0488 m	97	0.4	0.01	
DZ			0.0493 m	96	0.6	-1.38	

Redundancia:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA10K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/15/2017 18:38:50

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170215-VCIA-10K-R08
 Fecha de creación: 05/12/2017 12:35:35
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m ✓ (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.05 ✓ (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
18STA1P0	X local	731323.6808 m	-0.0041 m	0.0101 m	
	Y local	4359299.9930 m	0.0143 m	0.0098 m	
	Altura	52.4239 m	-0.0053 m	0.0099 m	
ALCO	X local	719712.6700 m	0.0000 m	0.0013 m	fijo

	Y local	4286292.1805 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Altura	640.0905 m	0.0001 m	0.0011 m	fijo
DENI	X local	769403.8186 m	0.0012 m	0.0058 m	fijo
	Y local	4303020.0088 m	0.0001 m	0.0024 m	fijo
	Altura	69.6694 m	-0.0006 m	0.0038 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Altura	108.5910 m	-0.0001 m	0.0009 m	fijo
TORR	X local	703693.8626 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo
	Y local	4205613.3896 m	0.0000 m	0.0013 m	fijo
	Altura	57.1090 m	0.0000 m	0.0004 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	ALCO	18STA1P0	-46094.8894 m	-0.0201 m	0.0031 m	0.0099 m
DY			14012.6541 m	0.0033 m	0.0062 m	0.0101 m
DZ			56055.9320 m	-0.0082 m	-0.0208 m	0.0098 m
DX	TORR	18STA1P0	-95212.8447 m	-0.0360 m	0.0096 m	0.0099 m
DY			32636.5835 m	0.0101 m	0.0071 m	0.0101 m
DZ			119342.3637 m	-0.0192 m	-0.0403 m	0.0099 m
DX	DENI	18STA1P0	-36303.3481 m	0.0077 m	-0.0075 m	0.0099 m
DY			-36187.2670 m	-0.0075 m	-0.0007 m	0.0103 m
DZ			44572.1987 m	0.0053 m	0.0093 m	0.0099 m
DX	PENI	18STA1P0	74254.4596 m	0.0580 m	0.0095 m	0.0099 m
DY			-57658.9959 m	0.0099 m	-0.0230 m	0.0101 m
DZ			-88952.3455 m	0.0192 m	0.0567 m	0.0099 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	ALCO	18STA1P0	73914.5508	0.0220	0.3
DV	TORR	18STA1P0	156119.2882	0.0420	0.3
DV	DENI	18STA1P0	67927.4044	0.0120	0.2
DV	PENI	18STA1P0	129424.8985	0.0619	0.5

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
18STA1P0	0.0101	0.0098	1.0	90°	0.0099
ALCO	0.0013	0.0007	2.0	90°	0.0011
DENI	0.0058	0.0024	2.5	-90°	0.0038
PENI	0.0004	0.0004	1.0	-90°	0.0009
TORR	0.0013	0.0004	3.0	0°	0.0004

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
ALCO	Latitud	0.0568 m	88.0	0.48	0.99
	Longitud	0.0578 m	44.7	0.25	
	Altura	0.0572 m	53.1	-1.64	
DENI	Latitud	0.0555 m	23.3	-0.06	0.41
	Longitud	0.0576 m	9.1	-0.70	
	Altura	0.0562 m	14.2	0.85	
PENI	Latitud	0.0839 m	194.8	-0.88	1.85
	Longitud	0.0842 m	195.6	0.36	
	Altura	0.0840 m	97.5	2.16	
TORR	Latitud	0.0990 m	76.6	0.22	0.56
	Longitud	0.0992 m	230.4	0.30	
	Altura	0.0990 m	230.0	-1.25	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	ALCO	18STA1P0	0.0571 m	62	2.2	-1.57	0.99
DY			0.0578 m	60	2.2	0.26	
DZ			0.0570 m	62	2.2	-0.64	
DX	TORR	18STA1P0	0.0990 m	91	0.9	-1.11	0.56
DY			0.0992 m	91	0.9	0.31	
DZ			0.0990 m	91	0.9	-0.59	

DX	DENI	18STA1P0	0.0559 m	55	2.5	0.70	0.41
DY			0.0576 m	51	2.7	-0.70	
DZ			0.0557 m	55	2.5	0.48	
DX	PENI	18STA1P0	0.0839 m	87	1.1	2.21	▲ 1.85
DY			0.0842 m	87	1.1	0.38	
DZ			0.0839 m	87	1.0	0.73	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA10K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/15/2017 20:09:30

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170215-VCIA-10K-R10
 Fecha de creación: 05/12/2017 12:38:33
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 8
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 9

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.07  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
10STA1P0	X local	731323.6268 m	-0.0012 m	0.0102 m	
	Y local	4359300.1690 m	0.0001 m	0.0100 m	
	Altura	52.4306 m	0.0005 m	0.0101 m	
AYOR	X local	667917.6923 m	-0.0001 m	0.0018 m	fijo

	Y local	4325375.6937 m	-0.0010 m	0.0036 m	fijo
	Altura	661.8191 m	0.0001 m	0.0036 m	fijo
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.9018 m	0.0008 m	0.0031 m	fijo
DENI	X local	769403.8199 m	0.0025 m	0.0069 m	fijo
	Y local	4303020.0091 m	0.0004 m	0.0028 m	fijo
	Altura	69.6684 m	-0.0016 m	0.0046 m	fijo
PENI	X local	785081.3506 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4477093.3242 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	108.5910 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	10STA1P0	-20113.2458 m	-0.0187 m	0.0143 m	0.0104 m
DY			64494.2169 m	0.0147 m	0.0258 m	0.0102 m
DZ			24638.4049 m	0.0178 m	-0.0035 m	0.0103 m
DX	DENI	10STA1P0	-36303.4547 m	0.0261 m	-0.0153 m	0.0104 m
DY			-36187.3164 m	-0.0152 m	-0.0125 m	0.0110 m
DZ			44572.3406 m	0.0050 m	0.0234 m	0.0103 m
DX	BORR	10STA1P0	39073.1302 m	-0.0099 m	0.0064 m	0.0102 m
DY			-20070.7312 m	0.0064 m	-0.0124 m	0.0102 m
DZ			-47299.3831 m	-0.0245 m	-0.0234 m	0.0101 m
DX	PENI	10STA1P0	74254.3520 m	0.0057 m	-0.0177 m	0.0101 m
DY			-57659.0440 m	-0.0176 m	0.0134 m	0.0102 m
DZ			-88952.2040 m	0.0223 m	0.0187 m	0.0101 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	10STA1P0	71910.3446	0.0297	0.4
DV	DENI	10STA1P0	67927.5808	0.0306	0.5
DV	BORR	10STA1P0	64550.5647	0.0272	0.4
DV	PENI	10STA1P0	129424.7609	0.0290	0.2

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
10STA1P0	0.0102	0.0100	1.0	90°	0.0101
AYOR	0.0036	0.0018	2.0	0°	0.0036
BORR	0.0010	0.0003	4.0	90°	0.0031
DENI	0.0069	0.0028	2.4	90°	0.0046
PENI	0.0005	0.0005	1.0	90°	0.0010

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.0633 m	17.1	1.61	1.15
	Longitud	0.0631 m	34.5	0.89	
	Altura	0.0636 m	17.2	-0.22	
BORR	Latitud	0.0590 m	226.4	-0.90	1.32
	Longitud	0.0595 m	57.1	0.47	
	Altura	0.0598 m	18.9	-1.71	
DENI	Latitud	0.0610 m	21.1	-0.84	1.49
	Longitud	0.0637 m	8.3	-1.08	
	Altura	0.0620 m	12.9	1.61	
PENI	Latitud	0.0996 m	191.0	0.41	0.27
	Longitud	0.0997 m	191.3	-0.55	
	Altura	0.0997 m	95.6	0.58	

Pruebas de observación

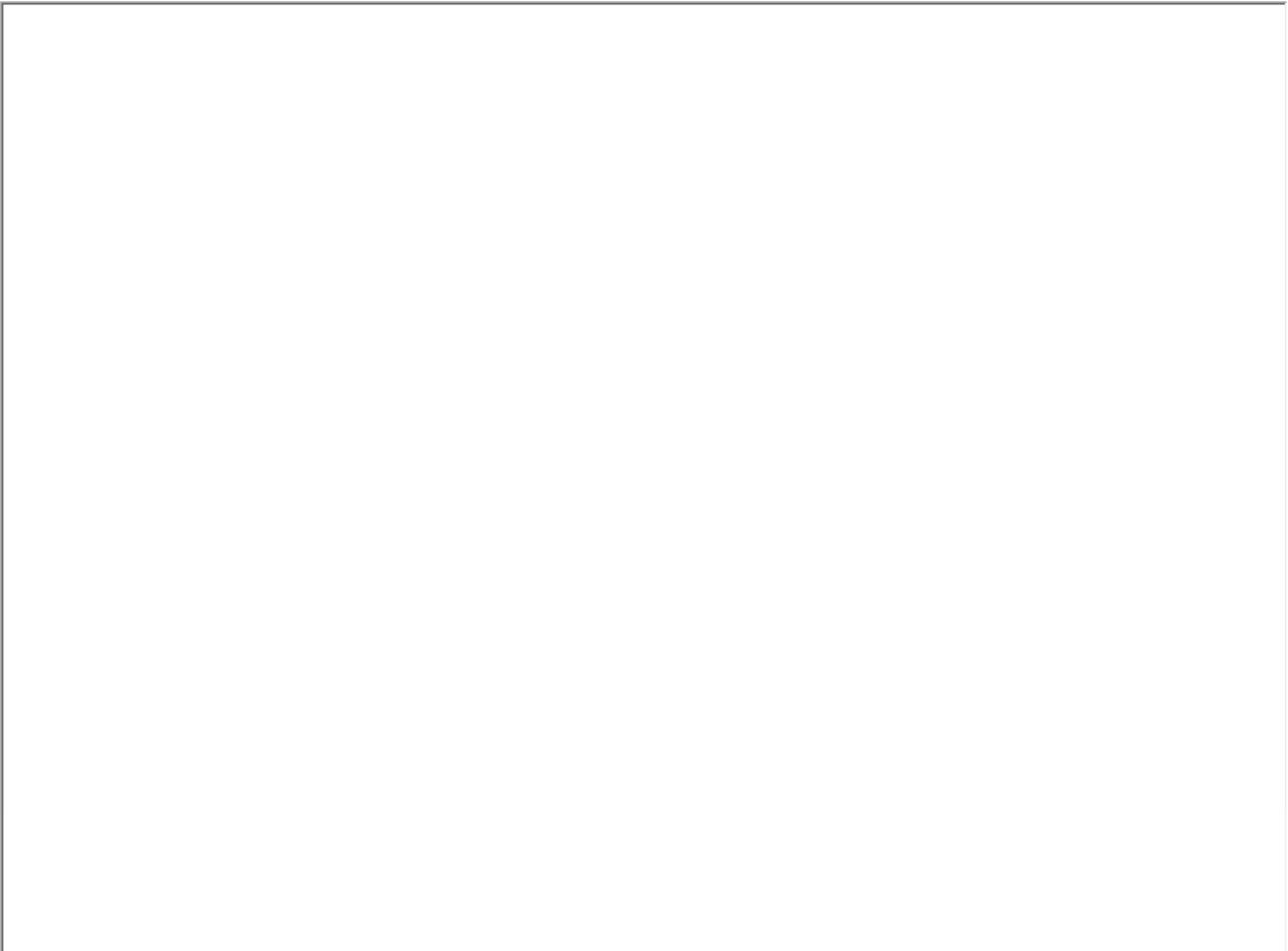
	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	10STA1P0	0.0634 m	70	1.8	-1.17	1.15
DY			0.0631 m	71	1.8	0.92	
DZ			0.0634 m	70	1.8	1.12	
DX	DENI	10STA1P0	0.0616 m	66	2.0	1.78	1.49
DY			0.0637 m	62	2.2	-1.08	
DZ			0.0614 m	67	2.0	0.34	

DX	BORR	10STA1P0	0.0595 m	64	2.1	-0.72	1.32
DY			0.0595 m	64	2.1	0.47	
DZ			0.0593 m	64	2.1	-1.78	
DX	PENI	10STA1P0	0.0997 m	91	0.9	0.17	0.27
DY			0.0997 m	91	0.9	-0.54	
DZ			0.0996 m	91	0.9	0.69	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA20K
para la antena Leica ATX1230

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/19/2017 14:26:56

Información del proyecto

Nombre del proyecto: RE-20170213-VCIA-20K-L12
 Fecha de creación: 05/19/2017 13:24:37
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 10
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 11

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 15 (5 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 15
 Total: 30

Incógnitas

Coordenadas: 18
 Total: 18

Grados de libertad: 12

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.3362
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.12
 Prueba F: 0.11  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
22STA1P0	X local	732968.6310 m	-0.0003 m	0.0051 m	
	Y local	4349154.4401 m	-0.0007 m	0.0056 m	
	Altura	50.7313 m	0.0339 m	0.0051 m	
AYOR	X local	667917.6924 m	0.0000 m	0.0023 m	fijo

	Y local	4325375.6943 m	-0.0003 m	0.0046 m	fijo
	Altura	661.8209 m	0.0019 m	0.0046 m	fijo
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0013 m	fijo
	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.9021 m	0.0011 m	0.0040 m	fijo
DENI	X local	769403.8182 m	0.0009 m	0.0085 m	fijo
	Y local	4303020.0091 m	0.0003 m	0.0036 m	fijo
	Altura	69.6693 m	-0.0007 m	0.0058 m	fijo
VALE	X local	728984.9820 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Altura	77.5920 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0000 m	0.0007 m	fijo
	Y local	4368496.3143 m	0.0000 m	0.0047 m	fijo
	Altura	62.9506 m	-0.0007 m	0.0017 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	AYOR	22STA1P0	-13653.9441 m	-0.0415 m	0.0021 m	0.0069 m
DY			65801.3883 m	0.0028 m	0.0069 m	0.0055 m
DZ			16754.4585 m	-0.0248 m	-0.0479 m	0.0069 m
DX	DENI	22STA1P0	-29844.1527 m	0.0115 m	-0.0040 m	0.0071 m
DY			-34880.1432 m	-0.0040 m	-0.0087 m	0.0095 m
DZ			36688.3953 m	-0.0020 m	0.0077 m	0.0069 m
DX	VCIA	22STA1P0	12348.7885 m	0.0090 m	0.0021 m	0.0053 m
DY			3728.4065 m	0.0020 m	-0.0001 m	0.0051 m
DZ			-15054.9587 m	0.0073 m	0.0116 m	0.0054 m
DX	BORR	22STA1P0	45532.4327 m	-0.0335 m	0.0054 m	0.0061 m
DY			-18763.5596 m	0.0055 m	-0.0010 m	0.0052 m
DZ			-55183.3281 m	-0.0294 m	-0.0446 m	0.0059 m
DX	VALE	22STA1P0	15517.6860 m	-0.0063 m	-0.0034 m	0.0053 m
DY			3171.2986 m	-0.0034 m	0.0009 m	0.0051 m
DZ			-18931.8449 m	-0.0040 m	-0.0074 m	0.0054 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	AYOR	22STA1P0	69260.1240	0.0484	0.7
DV	DENI	22STA1P0	58765.0933	0.0123	0.2
DV	VCIA	22STA1P0	19825.3719	0.0118	0.6
DV	BORR	22STA1P0	73962.6480	0.0449	0.6
DV	VALE	22STA1P0	24683.4047	0.0082	0.3

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
22STA1P0	0.0056	0.0051	1.1	0°	0.0051
AYOR	0.0046	0.0023	2.0	0°	0.0046
BORR	0.0013	0.0003	4.0	90°	0.0040
DENI	0.0085	0.0036	2.4	90°	0.0058
VALE	0.0007	0.0007	1.0	0°	0.0007
VCIA	0.0047	0.0007	7.1	0°	0.0017

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

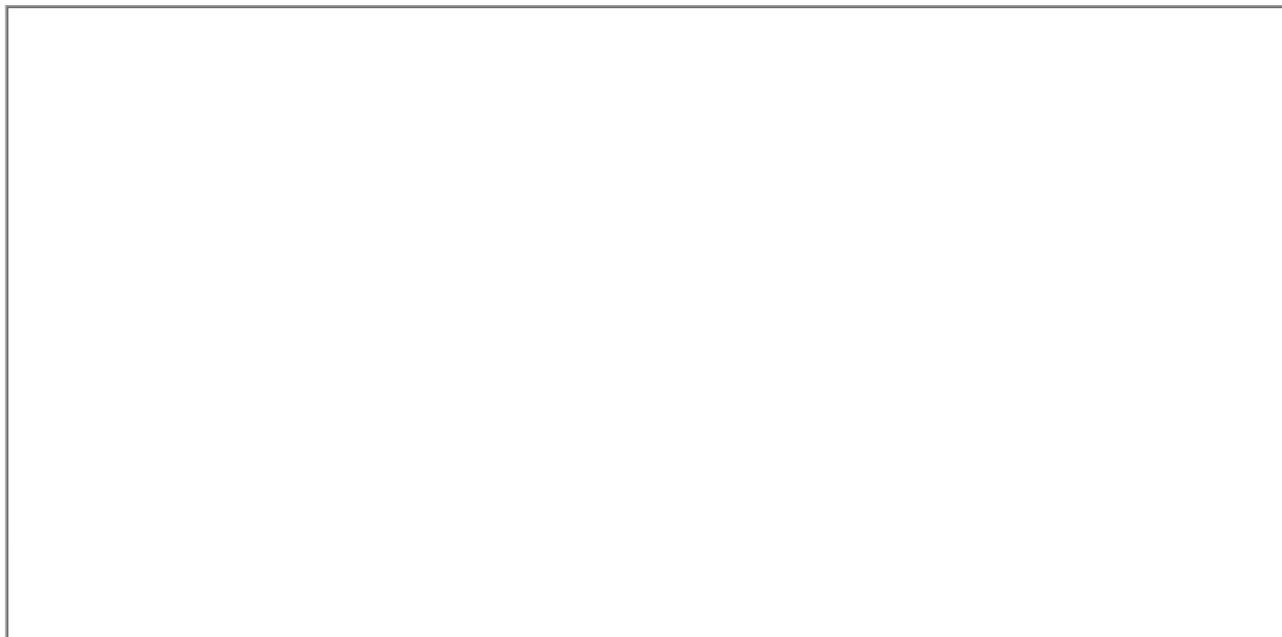
Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.0691 m	14.5	0.31	1.53
	Longitud	0.0678 m	28.8	0.09	
	Altura	0.0688 m	14.4	-2.12 	
BORR	Latitud	0.0721 m	215.2	-0.04	1.14
	Longitud	0.0719 m	53.6	0.22	
	Altura	0.0727 m	17.9	-1.83	
DENI	Latitud	0.0593 m	15.8	-0.46	0.14
	Longitud	0.0636 m	6.2	-0.23	
	Altura	0.0604 m	9.6	0.41	
VALE	Latitud	0.0317 m	47.2	0.14	0.47
	Longitud	0.0298 m	44.4	-0.49	
	Altura	0.0300 m	44.6	-1.07	
VCIA	Latitud	0.0319 m	5.2	-0.01	2.03 
	Longitud	0.0283 m	42.1	0.43	

Altura 0.0286 m 16.8 2.43 

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	AYOR	22STA1P0	0.0689 m	91	0.9	-1.84	1.53
DY			0.0678 m	94	0.7	0.12	
DZ			0.0690 m	91	0.9	-1.10	
DX	DENI	22STA1P0	0.0599 m	87	1.1	0.61	0.14
DY			0.0636 m	77	1.5	-0.22	
DZ			0.0597 m	88	1.0	-0.10	
DX	VCIA	22STA1P0	0.0298 m	43	3.2	1.96 	2.03 
DY			0.0283 m	47	2.9	0.42	
DZ			0.0304 m	41	3.3	1.63	
DX	BORR	22STA1P0	0.0725 m	94	0.7	-1.38	1.14
DY			0.0719 m	95	0.6	0.22	
DZ			0.0724 m	94	0.7	-1.20	
DX	VALE	22STA1P0	0.0306 m	61	2.2	-0.93	0.47
DY			0.0298 m	65	2.0	-0.49	
DZ			0.0310 m	60	2.3	-0.60	

Redundancia:



Prueba W:

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA20K
para la antena Trimble R8

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/13/2017 13:37:19

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170213-VCIA-20K-R08
 Fecha de creación: 05/12/2017 10:50:17
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 9
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 10

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 12 (4 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 12
 Total: 24

Incógnitas

Coordenadas: 15
 Total: 15

Grados de libertad: 9

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2876
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.20
 Prueba F: 0.07  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
20STA1P0	X local	732968.9363 m	0.0013 m	0.0040 m	
	Y local	4349154.7011 m	0.0000 m	0.0044 m	
	Altura	50.7606 m	0.0037 m	0.0041 m	
BORR	X local	749339.3338 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo

	Y local	4421306.2920 m	0.0000 m	0.0003 m	fijo
	Altura	72.9019 m	0.0009 m	0.0031 m	fijo
DENI	X local	769403.8210 m	0.0036 m	0.0066 m	fijo
	Y local	4303020.0091 m	0.0004 m	0.0028 m	fijo
	Altura	69.6719 m	0.0019 m	0.0045 m	fijo
VALE	X local	728984.9820 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Altura	77.5920 m	0.0000 m	0.0010 m	fijo
VCIA	X local	728594.6685 m	0.0000 m	0.0005 m	fijo
	Y local	4368496.3138 m	-0.0005 m	0.0037 m	fijo
	Altura	62.9510 m	-0.0003 m	0.0013 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	BORR	20STA1P0	45532.2979 m	-0.0187 m	0.0092 m	0.0048 m
DY			-18763.2460 m	0.0093 m	-0.0126 m	0.0041 m
DZ			-55183.1145 m	-0.0321 m	-0.0350 m	0.0047 m
DX	VALE	20STA1P0	15517.5511 m	-0.0017 m	0.0002 m	0.0042 m
DY			3171.6122 m	0.0002 m	0.0017 m	0.0040 m
DZ			-18931.6314 m	0.0008 m	-0.0008 m	0.0043 m
DX	DENI	20STA1P0	-29844.2897 m	-0.0114 m	-0.0165 m	0.0056 m
DY			-34879.8324 m	-0.0165 m	-0.0078 m	0.0073 m
DZ			36688.6072 m	-0.0193 m	-0.0210 m	0.0054 m
DX	VCIA	20STA1P0	12348.6530 m	0.0039 m	0.0012 m	0.0042 m
DY			3728.7201 m	0.0012 m	0.0008 m	0.0040 m
DZ			-15054.7450 m	0.0043 m	0.0057 m	0.0042 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	BORR	20STA1P0	73962.3260	0.0383	0.5
DV	VALE	20STA1P0	24683.1964	0.0019	0.1
DV	DENI	20STA1P0	58765.1107	0.0279	0.5
DV	VCIA	20STA1P0	19825.1842	0.0059	0.3

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
20STA1P0	0.0044	0.0040	1.1	0°	0.0041
BORR	0.0010	0.0003	4.0	90°	0.0031
DENI	0.0066	0.0028	2.4	90°	0.0045
VALE	0.0005	0.0005	1.0	0°	0.0010
VCIA	0.0037	0.0005	7.1	0°	0.0013

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
BORR	Latitud	0.0559 m	215.6	-0.67	1.39
	Longitud	0.0556 m	53.6	0.49	
	Altura	0.0563 m	17.9	-1.86	
DENI	Latitud	0.0459 m	15.9	-0.54	1.30
	Longitud	0.0492 m	6.2	-1.21	
	Altura	0.0468 m	9.6	-1.46	
VALE	Latitud	0.0250 m	48.2	0.34	0.05
	Longitud	0.0233 m	44.9	0.03	
	Altura	0.0236 m	22.6	-0.14	
VCIA	Latitud	0.0251 m	5.4	0.25	0.91
	Longitud	0.0225 m	43.3	0.33	
	Altura	0.0227 m	17.3	1.60	

Pruebas de observación

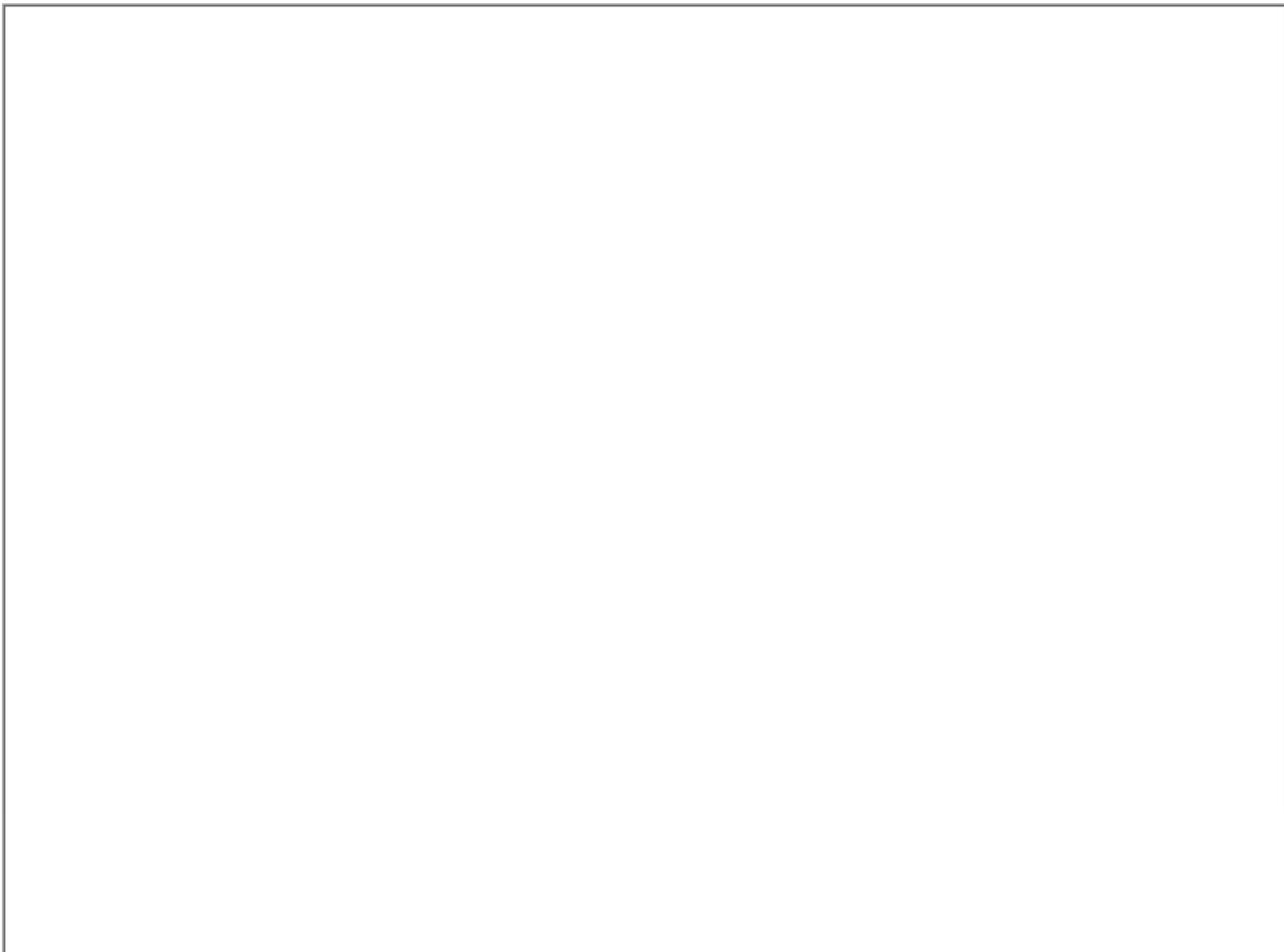
	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	BORR	20STA1P0	0.0561 m	93	0.7	-0.99	1.39
DY			0.0556 m	95	0.6	0.49	
DZ			0.0560 m	94	0.7	-1.70	
DX	VALE	20STA1P0	0.0241 m	59	2.3	-0.32	0.05
DY			0.0233 m	63	2.1	0.03	
DZ			0.0244 m	58	2.4	0.16	

DX	DENI	20STA1P0	0.0464 m	87	1.1	-0.79	1.30
DY			0.0492 m	77	1.5	-1.21	
DZ			0.0463 m	87	1.0	-1.33	
DX	VCIA	20STA1P0	0.0236 m	40	3.4	1.14	0.91
DY			0.0225 m	45	3.1	0.33	
DZ			0.0241 m	39	3.5	1.26	

Redundancia:



Prueba W:



Prueba T (3 dimensiones):

Informe definitivo del estático
correspondiente a VCIA20K
para la antena Trimble R10

Red Ajuste

www.MOVE3.com

(c) 1993-2012 Grontmij

con licencia para Leica Geosystems AG

Creado: 05/13/2017 10:29:13

Información del proyecto

Nombre del proyecto: 20170213-VCIA-20K-R10
 Fecha de creación: 05/12/2017 15:29:16
 Huso horario: 1h 00'
 Sistema de coordenadas: ETRS89
 Programa de aplicación: LEICA Geo Office 8.3
 Kernel de procesamiento: MOVE3 4.1

Información general

Ajuste

Tipo: Ajuste compensado
 Dimensión: 3D
 Sistema de coordenadas: WGS 1984
 Tipo de altura: Elipsoidal

Número de iteraciones: 1
 Corrección máxima de coordenadas en la última iteración: 0.0000 m  (tolerancia alcanzada)

Estaciones

Número de estaciones (parcialmente) conocidas: 7
 Número de estaciones desconocidas: 1
 Total: 8

Observaciones

Diferencias de coordenadas GPS: 9 (3 líneas base)
 Coordenadas conocidas: 9
 Total: 18

Incógnitas

Coordenadas: 12
 Total: 12

Grados de libertad: 6

Pruebas

Alfa (multi dimensional): 0.2222
 Alfa 0 (una dimensión): 5.0 %
 Beta: 80.0 %
 Sigma a-priori (GPS): 10.0

Valor crítico de 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: 1.37
 Prueba F: 0.38  (aceptado)

Resultados basados en el factor de varianza a posteriori

Resultados del ajuste

Coordenadas

Estación		Coordenada	Corr	Desv. Est.	
20STA1P0	X local	732968.7854 m	-0.0067 m	0.0097 m	
	Y local	4349154.5480 m	0.0116 m	0.0109 m	
	Altura	50.7425 m	0.0018 m	0.0099 m	
AYOR	X local	667917.6925 m	0.0001 m	0.0043 m	fijo

VALE	Y local	4325375.6924 m	-0.0022 m	0.0084 m	fijo
	Altura	661.8217 m	0.0027 m	0.0084 m	fijo
	X local	728984.9820 m	0.0001 m	0.0012 m	fijo
VCIA	Y local	4373520.4385 m	0.0000 m	0.0012 m	fijo
	Altura	77.5917 m	-0.0003 m	0.0024 m	fijo
	X local	728594.6683 m	-0.0002 m	0.0012 m	fijo
	Y local	4368496.3187 m	0.0044 m	0.0088 m	fijo
	Altura	62.9514 m	0.0001 m	0.0030 m	fijo

Observaciones y residuales

	Estación	Pto visado	Obs. ajus.	Resid	Resid (ENA)	Desv. Est.
DX	VALE	20STA1P0	15517.6304 m	0.0064 m	-0.0094 m	0.0104 m
DY			3171.4563 m	-0.0094 m	0.0038 m	0.0097 m
DZ			-18931.7576 m	0.0103 m	0.0115 m	0.0105 m
DX	VCIA	20STA1P0	12348.7348 m	0.0034 m	0.0063 m	0.0100 m
DY			3728.5643 m	0.0062 m	-0.0074 m	0.0097 m
DZ			-15054.8755 m	-0.0068 m	-0.0017 m	0.0102 m
DX	AYOR	20STA1P0	-13654.0017 m	-0.0870 m	-0.0019 m	0.0130 m
DY			65801.5462 m	-0.0003 m	0.0554 m	0.0105 m
DZ			16754.5466 m	0.0008 m	-0.0670 m	0.0132 m

Residuales del vector de línea base GPS

	Estación	Pto visado	Vector ajus. [m]	Resid [m]	Resid [ppm]
DV	VALE	20STA1P0	24683.3231	0.0154	0.6
DV	VCIA	20STA1P0	19825.3050	0.0098	0.5
DV	AYOR	20STA1P0	69260.3066	0.0870	1.3

Elipses de error absoluto (2D - 39.4% 1D - 68.3%)

Estación	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Desv. Est. Alt [m]
20STA1P0	0.0109	0.0097	1.1	0°	0.0099
AYOR	0.0084	0.0043	2.0	0°	0.0084
VALE	0.0012	0.0012	1.0	0°	0.0024
VCIA	0.0088	0.0012	7.2	0°	0.0030

Pruebas y errores estimados

Pruebas de coordenadas

Estación		MDB	BNR	Prueba W	Prueba T
AYOR	Latitud	0.1270 m	14.5	1.35	1.49
	Longitud	0.1244 m	28.8	-0.05	
	Altura	0.1262 m	14.4	-1.63	
VALE	Latitud	0.0612 m	49.8	0.33	0.53
	Longitud	0.0560 m	45.6	-0.76	
	Altura	0.0568 m	23.0	0.94	
VCIA	Latitud	0.0614 m	5.6	-1.00	0.53
	Longitud	0.0549 m	44.7	0.75	
	Altura	0.0558 m	18.0	-0.21	

Pruebas de observación

	Estación	Pto visado	MDB	Rojo	BNR	Prueba W	Prueba T
DX	VALE	20STA1P0	0.0585 m	56	2.4	0.54	0.53
DY			0.0560 m	61	2.2	-0.76	
DZ			0.0593 m	55	2.5	0.88	
DX	VCIA	20STA1P0	0.0578 m	38	3.6	0.43	0.53
DY			0.0549 m	42	3.3	0.75	
DZ			0.0589 m	36	3.7	-0.88	
DX	AYOR	20STA1P0	0.1265 m	90	0.9	-2.12	1.49
DY			0.1244 m	94	0.7	-0.01	
DZ			0.1267 m	90	0.9	0.02	

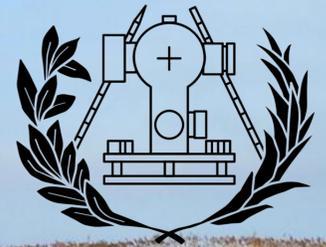
Redundancia:



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía

Estudio de la precisión de la tecnología VRS en función de varios criterios



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Autor: Alejandro Fernández Oliver
alfetol@topo.upv.es

Tutora: Dra. D^a. Natalia Garrido Villén
ngarrido@cgf.upv.es

Objetivos

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado consiste en averiguar cómo se ven afectadas las precisiones de varias técnicas de observación VRS según una serie de condiciones. Las observaciones de estos estudios se han realizado utilizando un conjunto de 3 antenas GNSS situadas en una base de metacrilato de dimensiones conocidas.

En el primer estudio, que trata de cómo afecta la distancia a la estación de referencia en las observaciones VRS, se han agrupado los puntos de estacionamiento en dos zonas de estudio. En cada una existe una estación de referencia característica y los puntos de estacionamiento se sitúan a diferentes distancias de dicha estación de referencia. Para ello ha sido necesario realizar primero observaciones de los puntos de estacionamiento mediante el método del estático. Esto ha permitido obtener unas coordenadas precisas de dichos puntos, que tomaremos como valores más cercanos a la realidad. Después se ha vuelto a estacionar en dichos puntos mediante el método de observación VRS para poder comparar las precisiones de cada técnica y comprobar si se veían afectadas por la distancia.

El segundo estudio trata de averiguar si la condición climática de humedad en el ambiente se ve reflejada en las precisiones de las observaciones VRS, por el efecto del retardo troposférico. Así, se volvió a estacionar y observar en uno de los puntos de estacionamiento anteriores en condiciones de ambiente seco, humedad media y mucha humedad.

Finalmente, el tercer estudio trata de averiguar si el estado de la ionosfera se ve reflejado en la precisión de las observaciones VRS, por el efecto del retardo ionosférico. Para ello se estacionó en uno de los puntos anteriores de día y luego una hora después de caer el sol, cuando el contenido de electrones en la ionosfera se ve reducido.

En todos los estudios, una vez obtenidas todas las observaciones VRS se ha procedido a compararlas con los datos obtenidos de los estáticos para ver el comportamiento de sus precisiones.

Metodología

Observación mediante Estático Relativo.
Resolución de los estáticos.

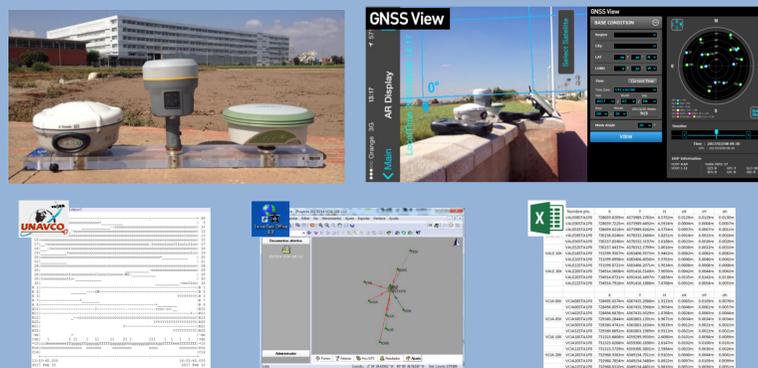
Observación mediante VRS.
Tratamiento de los listados de puntos VRS.

Estudios comparativos:

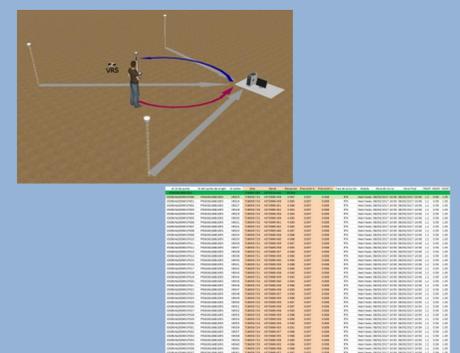
- Según criterio de distancia.
- Según condiciones meteorológicas.
- Según estado de la ionosfera.

Conclusiones.

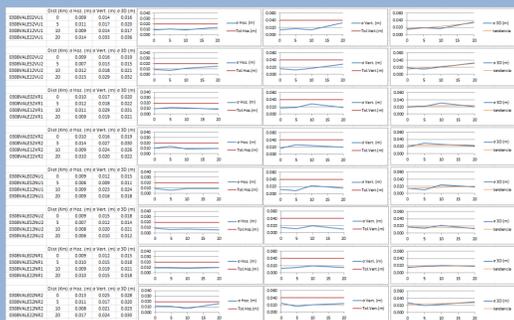
Estático Relativo



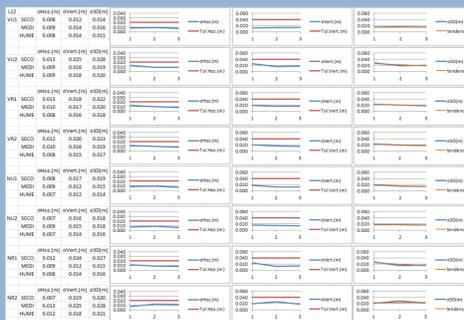
Virtual Reference Station (VRS)



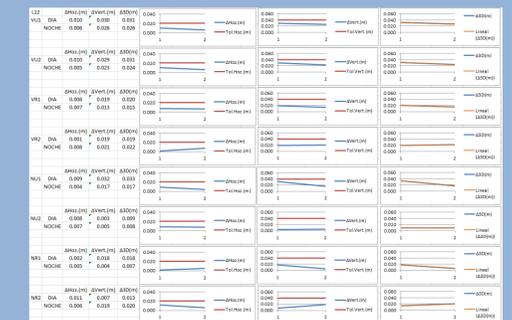
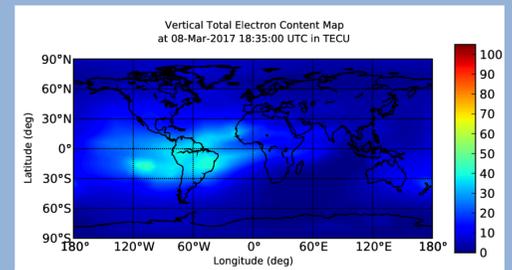
Distancia a Estación de Referencia



Condiciones Atmosféricas



Estado de la Ionosfera



Conclusiones

En el estudio según el criterio de la distancia se ha comprobado una tendencia a la pérdida de precisión con la distancia a la estación de referencia, siendo más sintomático en la solución de estación única que con la solución de red.

En el estudio según las condiciones meteorológicas no se ha observado una clara tendencia que indique, de forma generalizada, si afectan a las observaciones VRS. Las correcciones diferenciales se transmiten corregidas del retardo troposférico y es difícil que las observaciones VRS manifiesten este fenómeno.

En el estudio según el estado de la ionosfera no se ha observado una clara tendencia que indique, de forma generalizada, si afecta a las observaciones VRS. De nuevo, las correcciones diferenciales se transmiten corregidas del retardo ionosférico, por lo que es difícil que las observaciones VRS manifiesten este fenómeno. No obstante, no siendo concluyente, cabe mencionar que, en alguna antena, la mitad de las observaciones manifiestan una mejora de su precisión con el paso del día a la noche.

Referencias

Leick, A., Rapoport, L. & Tatarnikov, D. (2015). *GPS Satellite Surveying*. (4^a Ed.) (820p.) New Jersey, EEUU. Wiley. ISBN 978-1-118-67557-1. <www.wiley.com>.

Uznański, A. (2008). *Quality Control of Geodetic Networks at Leica Geo Office: Geomatics and Environmental Engineering Volumen 2, número 1*. (8p.) Cracovia, Polonia. AGH University of Science and Technology Press. <www.WydawnictwoAGH.pl>.

Queensland (2016). *Planning, Processing and Adjusting GNSS Networks*. (87p.) Queensland, Australia. State of Queensland - Department of Transport and Main Roads. <www.tmr.qld.gov.au>