

Distanciometría GNSS en la Nueva Base de Calibración del Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial INTA-1000

Trabajo Fin de Grado · Grado en Ingeniería Geomática y Topografía · Curso 2025/2026
Autor: Latorre Echeverria, Carlos Alberto | Tutor: Baselga Moreno, Sergio



01 · INTRODUCCIÓN

- INTA-1000 (La Marañosa, Madrid): 12 bases (8 principales y 4 auxiliares) y 965,9654 m de longitud total
- Diseño tipo Heerbrugg. Inspirado en referentes como la Nummela Standard Baseline (Finlandia)
- Ajuste de red INTA-1000 para establecimiento de infraestructura de referencia y posterior análisis de distanciometría mediante técnica GNSS

02 · OBJETIVOS

- Determinar las primeras coordenadas en ITRF2020 → ETRS89 (ajuste ligado a ERGNSS).
- Distancias entre bases + incertidumbre por propagación de varianzas.
- Impacto de la configuración de procesado (efemérides, máscara, troposfera, ionosfera).
- Desarrollar GeoAnalyzer: programa de análisis de resultados obtenidos con Leica Infinity | RTKLIB.

03 · METODOLOGÍA

1

Campaña GNSS

4 noches · 12 bases · 5 Leica GR50 + LEIAR25.R4

2

Preprocesado RINEX

gfrnrx · unificación por noche

3

Coordenadas PPP

CSRS-PPP · solución de partida

4

Ajuste de red

Leica Infinity · libre + ligada (ERGNSS)

5

Distanciometría

Leica Infinity | RTKLIB

6

GeoAnalyzer

incertidumbre + selección del mejor vector

04 · RESULTADOS

Tabla 1 · Leica Infinity — Coordenadas definitivas (ETRS89 / UTM 30N)

Estacion	Tipo	X (m)	Y (m)	Z (m)	σX (m)	σ Y (m)	σ Z (m)
1	Principal	451,185.34	4,458,655.30	679.80998	0.00016	0.0002	0.00043
2	Principal	451,208.69	4,458,645.67	677.02398	0.00014	0.00017	0.00036
3	Principal	451,388.62	4,458,571.44	668.53355	0.00015	0.00019	0.00039
4	Principal	451,531.91	4,458,512.35	666.6084	0.00014	0.00017	0.00036
5	Principal	451,829.55	4,458,389.58	671.68697	0.00015	0.00019	0.00038
6	Principal	451,981.14	4,458,327.09	675.58343	0.00015	0.00019	0.00039
7	Principal	451,990.36	4,458,323.27	675.56591	0.00015	0.00019	0.00038
8	Principal	452,077.89	4,458,287.14	678.43342	0.00014	0.00017	0.00035
E1	Auxiliar	451,258.56	4,458,730.70	693.30062	0.00016	0.0002	0.00041
E2	Auxiliar	451,752.13	4,458,557.04	672.38641	0.00016	0.0002	0.00041
E3	Auxiliar	451,430.82	4,458,526.18	677.99353	0.00014	0.00017	0.00036
E4	Auxiliar	451,878.14	4,458,280.09	675.19006	0.00014	0.00017	0.00036

Alturas: EGM2008-REDNAP · Red ligada a ERGNSS

Tabla 3 · RTKLIB — 96 configuraciones (vector 1-8)

Archivo	Máscara Elev. (°)	Muestreo (S)	Efemérides	Modelo TroposFérico	Modelo Ionosférico	Frecuencias Activas	Constelacion es	Distancia (m)	SD Slope (mm)
C04	5°	1 s	Precisas	Tropo Saastamoinen	Iono Klobuchar	L1+L2+L5	Todas	965.9654	0.0577
C20	5°	1 s	Precisas	Tropo Saastamoinen	Iono Desactivado	L1+L2+L5	Todas	965.9654	0.0577
C36	10°	1 s	Precisas	Tropo Saastamoinen	Iono Klobuchar	L1+L2+L5	Todas	965.9655	0.0584
C52	10°	1 s	Precisas	Tropo Saastamoinen	Iono Desactivado	L1+L2+L5	Todas	965.9655	0.0584
C68	15°	1 s	Precisas	Tropo Saastamoinen	Iono Klobuchar	L1+L2+L5	Todas	965.9661	0.0604

Estudio factorial · 96 config · vector 1–8

965,9654 m ± 0,0577 mm

Tabla 2 · RTKLIB — 12 configuraciones preliminares (33 vectores)

Configuracion	N° Lineas	Ratio Medio	SD Slope min. (mm)	SD Slope media (mm)	Sd Slope máx. (mm)
C01	33	60.6	0.1029	0.1846	2.287
C02	33	54.2	0.1392	0.2402	2.8071
C03	33	42.4	0.1452	0.1706	0.1978
C04	33	58	0.1207	0.1432	0.1782
C05	33	57.9	0.1016	0.1178	0.1377
C06	33	60.6	0.1029	0.1846	2.287
C07	33	77.5	0.1483	0.6744	3.5429
C08	33	103.6	0.2176	0.2515	0.2748
C09	33	59	0.1135	0.1318	0.1676
C10	33	46.7	0.1083	0.1274	0.1518
C11	33	47.7	0.1105	0.121	0.132
C12	33	129.8	0.1062	0.3065	1.3743

C05: mejor configuración global (SD Slope: 0.1178 mm) | C07: peor caso (SD Slope: 0.6744 mm)

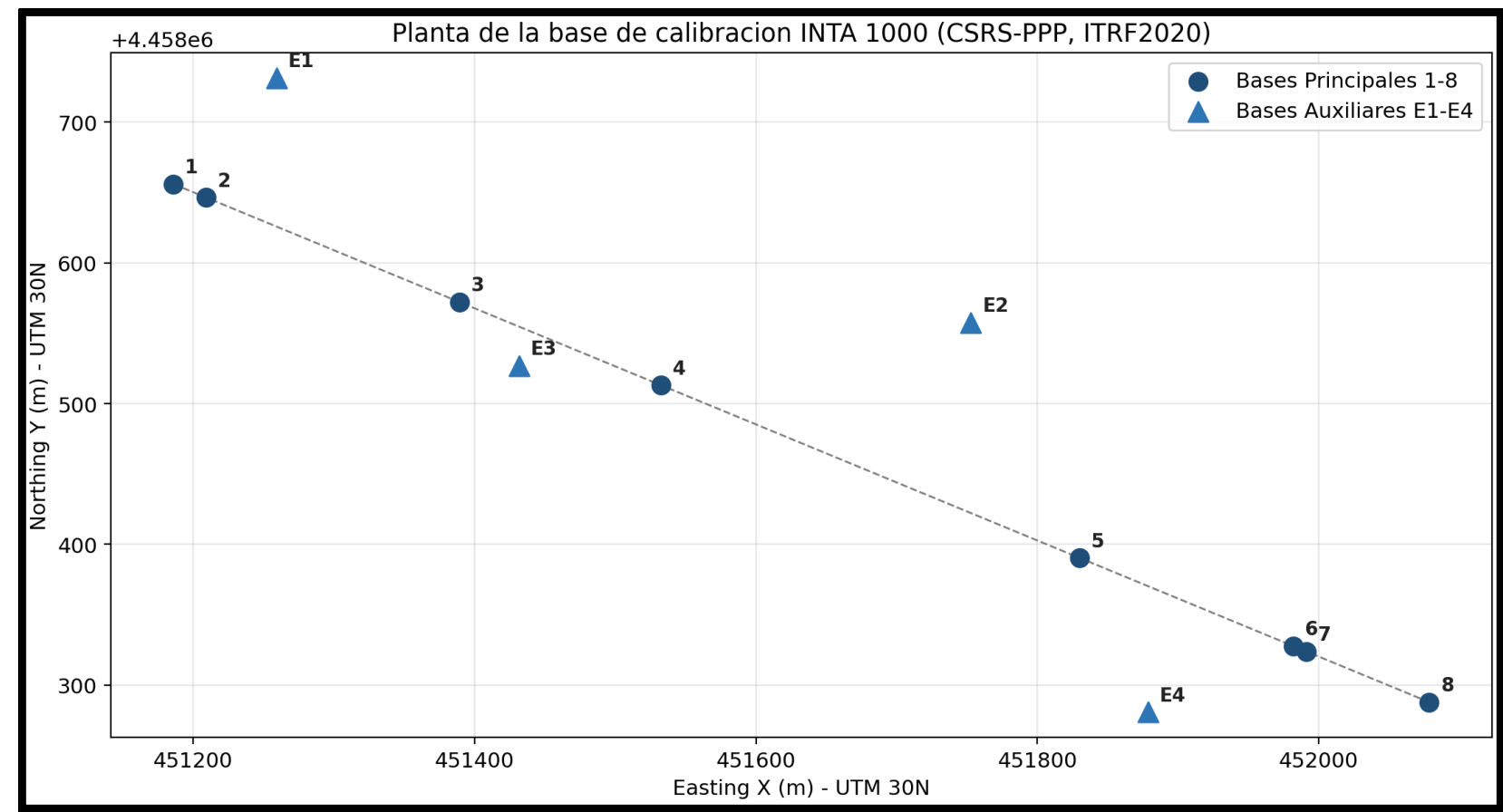


Fig. 1 · Red INTA-1000: 8 bases principales + 4 auxiliares · Campus de La Marañosa.

05 · Conclusiones

- Trazabilidad y coordenadas oficiales: INTA-1000 queda determinada con trazabilidad milimétrica dotada de unas primeras coordenadas en un marco de referencias oficial
- Patrón para distanciometría (EDM): Se obtuvieron las distancias con su incertidumbre para futuras comparaciones con prototipos de EDM
- Control de calidad avanzado: el software Geonalyzer establece un control de calidad para analizar datos del procesamiento de diferentes programas geodésicos con múltiples tipos de configuraciones

06 · Bibliografía

1. Rüeger, J. M. (1996). Electronic Distance Measurement: An Introduction. Springer.
2. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. & Wasle, E. (2008). GNSS – Global Navigation Satellite Systems. Springer.
3. Ghilani, C. D. (2017). Adjustment Computations: Spatial Data Analysis. Wiley.
4. Takasu, T. & Yasuda, A. (2009). Development of the low-cost RTK-GPS software RTKLIB. Int. Symp. GPS/GNSS, Jeju.
5. JCGM 100:2008. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). BIPM.