



Análisis de resultados sobre la aplicación del modelo de transformación entre sistemas de referencia oficiales en formato rejilla NTV2 sobre la Red de Orden Inferior (IGN) en la comarca del Bierzo (León)

Analysis of results on the application of the model of transformation between official systems of reference in format grid NTV2 on the Network of Low Order (IGN) in the region of the Bierzo (León).

Víctor Rodríguez González⁽¹⁾, Oscar Cuadrado Méndez⁽²⁾, Fernando Otero Torices⁽³⁾ y Benjamín Arias Pérez⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidad de León, vrodriguez.topo@ya.com

⁽²⁾ Centro de Cartografía. Gobierno del Principado de Asturias, oscarcm@princast.es

⁽³⁾ Universidad de León, fernando.otero@unileon.es

⁽⁴⁾ Universidad de León, benjamin.arias@unileon.es

RESUMEN

Durante el verano de 2007 ha sido llevada a cabo una campaña de observación GPS sobre todos y cada uno de los vértices geodésicos REGENTE o ROI ubicados en la comarca del Bierzo (León) y comarcas limítrofes. El objetivo de esta campaña, es la de comprobar la bondad de la transformación resultante de aplicar la rejilla Ntv2 facilitada por el IGN para la migración del sistema de referencia ED50 a ETRS89. Un total de 13 receptores GPS han sido utilizados durante dicha campaña, realizando observaciones simultáneas durante varias sesiones de observación. La red resultante ha sido procesada con diferente software (marca y producto), obteniendo unos parámetros locales de transformación para la zona del Bierzo entre los sistemas de referencia oficiales ED50 y ETRS89.

SUMMARY

During the summer of 2007 has been carried out a campaign of observation GPS) on each and every of the geodesic vertexes REGENTES or ROI located in the region of the Bierzo (León) and bordering regions. The aim of this campaign, it is of verifying the kindness of the transformation of grid of the system of reference ED50 to ETRS89 facilitated by the IGN. A whole of 13 recipients GPS have been used during the above mentioned campaign, realizing simultaneous observations during several meetings of observation. The resultant network has been tried by different programs (marks and products), obtaining a few parameters of transformation for the zone of the Bierzo between the official systems of reference ED50 and ETRS89.

1. INTRODUCCION.

El sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989, ligado a la parte estable de la placa continental europea, es consistente con los sistemas de navegación por satélite GPS, GLONASS y el europeo GALILEO. Su origen se remonta a la resolución de 1990 adoptada por EUREF (Subcomisión de la Asociación Internacional de Geodesia, AIG, para el Marco de Referencia Europeo) y trasladada a la Comisión Europea en 1999, por lo que está siendo adoptado sucesivamente por todos los países europeos. Por otra parte, en 1995 la compensación de la red geodésica de Canarias, dentro del marco de la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, supuso la materialización del sistema denominado REGCAN95, completamente compatible con el sistema ETRS89.

El sistema ETRS89 ha sustituido al sistema geodésico de referencia nacional ED50 (Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio), sobre el que hasta este momento se venía realizando toda la cartografía oficial en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, y el sistema REGCAN95 en el ámbito de las Islas Canarias, permitiendo una



completa integración de la cartografía oficial española con los sistemas de navegación y cartográficos de otros países europeos.

La adopción de este sistema geodésico de referencia como sistema oficial nacional genera la necesidad de homogeneizar el cambio mediante alguna transformación, que garantice las precisiones dentro de las necesidades cartográficas actuales. La solución a esta problemática la aporta el Instituto Geográfico Nacional mediante la generación de una rejilla en formato Ntv2 (**referencia a matesanz**) compatible con la mayoría de las herramientas de gestión de sistemas de referencia coordenados existentes en el mercado actualmente, y que ha sido suficientemente probada en otros países que han sufrido el cambio antes que España.

Sin embargo, el empleo de esta rejilla requiere de cierta prudencia al estar involucrados en su generación diferentes factores que no la eximen de sufrir errores groseros (coordenadas geodésicas origen y destino con diferente precisión, errores groseros en el ajuste de la ROI, etc.), motivo por el cual se ha impulsado este trabajo desde la Escuela de Topografía del Bierzo (Universidad de León), con la intención de comprobar la bondad de la transformación en nuestra región y notificar los resultados al organismo competente..

2. OBJETIVOS.

El presente trabajo ha tenido dos objetivos fundamentales. El primero tiene un marcado carácter docente, al estar amparado en el desarrollo diario de la docencia de parte de los arriba firmantes, ya que mediante este “CAMPO PATRÓN” se dispondrá de datos redundantes para mostrar a los alumnos las diferentes opciones existentes a la hora de ajustar una red geodésica de ámbito local. El disponer de una trilateración con un número de redundancias tan elevado permite poner y quitar vectores al antojo del tutor planteando diferentes soluciones. Esta primera experiencia nos ha dejado tan buen sabor de boca que ya estamos planteando unas segundas jornadas que hemos denominado la **BierzoGPS Weekend 2008**, que no pretenden ser otra cosa que un punto de encuentro entre estudiantes y profesionales del sector que de forma desinteresada.

El segundo de los objetivos, tal y como se ha comentado en la introducción, es el orientado al desarrollo profesional de la Ingeniería Cartográfica y Geodésica en el Bierzo. A lo largo de los próximos años será necesario un esfuerzo por parte de los profesionales del sector para migrar todos los trabajos existentes al nuevo marco de referencia, por lo que es necesario verificar antes de comenzar la migración, que la solución de transformación adoptada es correcta en esta nuestra tierra berciana. Hemos considerado que un primer testeo de la transformación debería realizarse desde este campus universitario facilitando los resultados a nuestros compañeros profesionales, garantizándoles de alguna manera que su esfuerzo en la adopción del nuevo sistema ETRS89 no será en vano.

3. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS Y EJECUCIÓN DE LAS OBSERVACIONES.

Todas las personas involucradas en la observación GPS han puesto su tiempo y medios materiales a disposición de este proyecto de forma desinteresada, por lo que desde aquí los autores agradecemos su colaboración.

Antes de iniciar la planificación se ha realizado un listado detallado de medios humanos y materiales disponibles, catalogando el número de receptores, marcas y modelos, con el objeto de asignar cada receptor a un operador familiarizado con su empleo. Por otro lado, esto nos ha permitido generar una base de datos con Id del vértice y antena empleada en su observación, con el objeto de verificar offset de antenas, uno de los errores más comunes en la ejecución de observaciones GPS.

Para la realización de esta campaña, en la primera fase es necesario el estudio de la distribución de los vértices, tanto REGENTE como ROI. Para ello, previo análisis de las reseñas dispuestas por el IGN, se obtiene una lista preliminar de vértices según la dificultad de acceso, para posteriormente, visitarlos y comprobar su buen estado. Una vez realizada las visitas correspondientes, se obtiene la lista final de los vértices a observar en función de facilidad de acceso y horizontes despejados.

La segunda barrera a salvar es la disposición del número necesario de equipos. Dado el elevado número de vértices a observar, se optó por la opción de realizar dos sesiones diferentes de observación sobre los vértices ROI, encuadrados dentro del área definida por los vértices REGENTE empleados para ligar la red sobre el marco ETRS89.



Figura 1.- ROI

Los receptores ubicados sobre los vértices REGENTE se mantienen durante toda la observación, aproximadamente seis horas.

En las figuras inferiores se muestra de forma esquemática la distribución de receptores en las diferentes sesiones de observación.

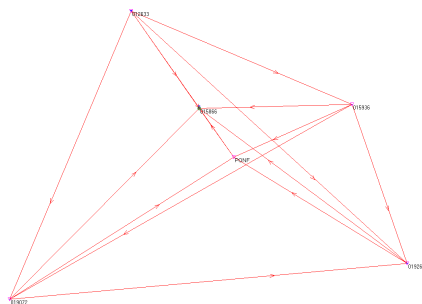


Figura 2.- Enlace de estación permanente de referencia PONF con vértices REGENTE. Tiempo de observación 6 horas.

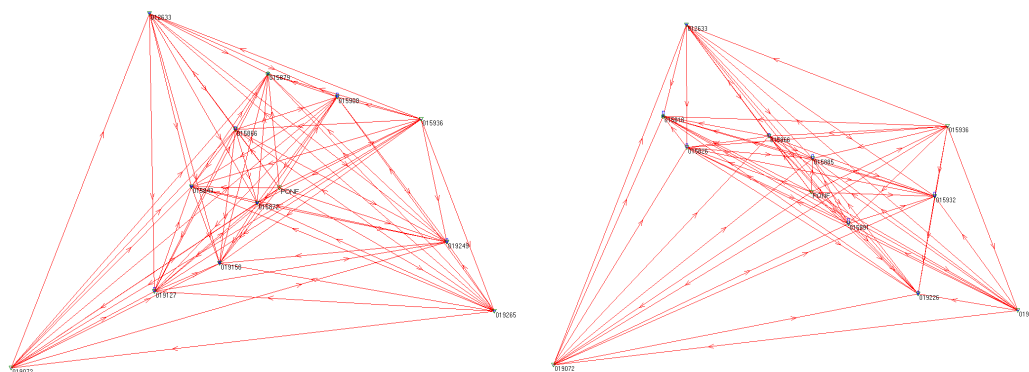


Figura 3.- Sesiones 1 y 2 de observación ROI. Todos los vértices ROI han sido enlazados sobre 5 vértices REGENTE y PONF perteneciente a la red ITACYL.

Todos los operadores debían entregar un croquis en el cual quedara perfectamente definidas las diferentes alturas de interés para el cálculo: altura de pilar, punto de referencia considerado sobre la antena, etc. Esto es muy importante para generar cierta tranquilidad en el técnico encargado del procesamiento, ya que la experiencia nos demuestra que en muchas ocasiones a través de errores detectados durante el procesamiento, por ejemplo durante un cierre simple de triángulos entre dos sesiones diferentes, intentamos solucionarlos depurando el cálculo de los vectores GPS, y sin embargo el error que se está cometiendo es por considerar unas alturas y offset de antena erróneas. Un ejemplo claro de esta situación se puede apreciar en la figura siguiente. Mientras que el punto A es el punto recomendado por el fabricante para emplear como referencia en la libreta electrónica, el punto B es el empleado por el NGS para referir los offset de centro de fase de las antenas. Esto es muy importante en el caso de emplear diferentes modelos de receptores.

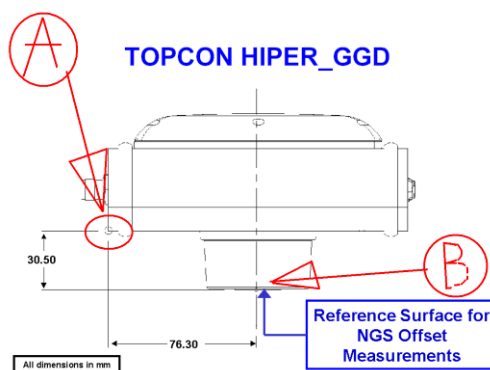


Figura 4.- Ejemplo de posible error grosero durante la observación.

4. PROCESAMIENTO DE LOS OBSERVABLES.

Antes de comenzar con el procesamiento de las observaciones realizadas, se han exportado todos los ficheros binarios generados por cada uno de los receptores al formato estándar RINEX 2.10, con el objeto de comprobar las alturas de antena y las antenas anotadas por los programas propietarios de exportación a RINEX, comprobando que las antenas anotadas emplean identificadores estándar NGS. De esta manera garantizamos que los diferentes programas empleados en el procesamiento emplean el mismo dato de partida.

Archivos OBS	Receptor	Antena	Medido hasta	H [m]
1 012633.OBS	Trimble 5800	Trimble R8/5800/SPS780 Internal	Bottom of antenna mount	0.120
2 015866.OBS	Leica GPS1200	Leica AX1202	Bottom of antenna mount	0.049
3 015936.OBS	Topcon GPR1	Topcon Hiper GD	Bottom of antenna mount	0.076
4 019072.OBS	Topcon GPR1	Topcon Hiper Plus	Bottom of antenna mount	0.096
5 019265.OBS	Topcon GPR1	Topcon Hiper Plus	Bottom of antenna mount	0.098
6 PONF2090.OBS	Topcon GPR1	Topcon PG-A1	Bottom of antenna mount	0.000

```

1 2.10 OBSERVATION DATA G (GPS) RINEX VERSION / TYPE
Topcon Tools build July 25, 2002 (c) Topcon Positioning Systems PRN / EPOCH / DATE
019072 COMMENT
019072 MARKER NAME
019072 MARKER NUMBER
8868PS264N4 OBSERVER / AGENCY
-Unknown- REC # / TYPE / VERS
TOPHIFERPLUS ANT # / TYPE
4685014.3886 5470899.9849 4277628.851 APPROX POSITION XYZ
0.0000 0.0000 0.0000 ANTENNA DELTA W/EAST
2007 7 28 7 18 50.0000000 GPS WAVELENGTH FACT L1/2
2007 7 28 12 31 15.0000000 GPS TIME OF FIRST OBS
15.000 INTERVAL
14 LEAD SECONDS
16 # OF SATELLITES
7 C1 P1 P2 L1 L2 D1 D2 # OF TYPES OBSERV
0 2 2516 2516 2516 2516 2516 2516 PRN / # OF OBS
  
```

Figura 5.- Enlace de estación permanente de referencia PONF con vértices REGENTE. Tiempo de observación 6 horas.

Para el procesamiento se han empleado en todos los softwares efemérides precisas en formato sp3a y sp3c en función de la antigüedad de la herramienta. Para el procesamiento se han empleado las posiciones conocidas a priori de las estaciones de referencia, pero sin fijar estas.

Esquemáticamente planteamos los pasos seguidos para obtener las soluciones de los vectores en cada uno de los programas empleados:

- Exportación de datos crudos a RINEX 2.10. Una sola vez.
- Verificación de alturas correctas en función de los croquis entregados por los operadores. Una sola vez. Verificación de identificador de antena NGS.
- Definición de proyecto e importación de datos RINEX. Uno por software empleado.
- Importación de efemérides precisas.
- Chequeo de lectura de antenas NGS correcta por parte del software.
- Post-proceso.
- Cierre de triángulos desde el módulo correspondiente en cada software. En el caso de que no pase el test de cierre se modifican los parámetros de procesamiento para el vector problemático y se vuelve a procesar.
- Exportación de vectores a formato ASCII para su posterior comparación, formato SINEX o similar.

Finalmente, una vez obtenidas todas las soluciones, hemos empleado el software sobre el que tenemos un mayor conocimiento de su operatividad y lo tomamos como patrón para compararlo con el resto de soluciones. Mediante tablas cruzadas de una base de datos finalmente obtenemos por consulta de agregación los siguientes resultados.



TIPO	Max_dXECEF	Min_dXECEF	Max_dYECEF	Min_dYECEF	Max_dZECEF	Min_dZECEF	Max_dLong	Min_dLong
Soft.A-Soft.C	0.009	-0.027	0.007	-0.005	0.034	-0.012	0.01	-0.006
Soft.A-Soft.E	0.071	-0.115	0.022	-0.015	0.119	-0.067	0.023	-0.013
Soft.A-Soft.B	0.011	-0.01	0.01	-0.003	0.012	-0.01	0.009	-0.003
Soft.A-Soft.D	0.025	-0.017	0.011	-0.008	0.028	-0.031	0.019	-0.013

Tabla 1.- Diferencias máximas y mínimas para el procesamiento de la sesión REGENTE. Unidades: metros.

TIPO	Max_dXECEF	Min_dXECEF	Max_dYECEF	Min_dYECEF	Max_dZECEF	Min_dZECEF	Max_dLong	Min_dLong
Soft.A-Soft.E	0.785	-0.922	0.103	-0.098	0.843	-0.717	0.039	-0.048
Soft.A-Soft.B	0.044	-0.026	0.009	-0.008	0.018	-0.036	0.009	-0.002
Soft.A-Soft.C	0.037	-0.036	0.009	-0.007	0.03	-0.031	0.01	-0.007
Soft.A-Soft.D	0.038	-0.043	0.011	-0.008	0.03	-0.023	0.014	-0.014

Tabla 2.- Diferencias máximas y mínimas para el procesamiento de la sesión S1. Unidades: metros.

TIPO	Max_dXECEF	Min_dXECEF	Max_dYECEF	Min_dYECEF	Max_dZECEF	Min_dZECEF	Max_dLong	Min_dLong
Soft.A-Soft.C	0.015	-0.044	0.009	-0.012	0.035	-0.02	0.014	-0.013
Soft.A-Soft.E	0.069	-0.119	0.027	-0.023	0.121	-0.074	0.025	-0.017
Soft.A-Soft.B	0.036	-0.043	0.01	-0.005	0.033	-0.029	0.015	-0.006
Soft.A-Soft.D	0.03	-0.048	0.015	-0.011	0.026	-0.027	0.022	-0.019

Tabla 3.- Diferencias máximas y mínimas para el procesamiento de la sesión S2. Unidades: metros.

TIPO	Max_dXECEF	Min_dXECEF	Max_dYECEF	Min_dYECEF	Max_dZECEF	Min_dZECEF	Max_dLong	Min_dLong
Soft.A-Soft.C	0.007	0.002	0.005	0.005	-0.001	-0.013	0.001	-0.005
Soft.A-Soft.B	0.009	0.004	0.003	0.001	0.002	-0.006	0.007	-0.002

Tabla 4.- Diferencias máximas y mínimas para el procesamiento de la sesión S3, repetición de vectores sospechosos. Unidades: metros.

Se puede observar que las diferencias más significativas las encontramos en el software E y en determinadas circunstancias, lo que nos lleva a pensar que probablemente sea por la mala definición de la base de datos de offsets de antena del programa, ya que no tiene ninguna herramienta para la importación de los ficheros de calibración de antena del NGS y es necesario realizar la operación manualmente, lo cual podría haber ocasionado algún error. Se pretende en el futuro una revisión de este apartado, dado el carácter docente de este trabajo.

Otra conclusión del estudio comparativo, es que las herramientas B y C tienen un patrón de diferencias muy similar en cada uno de los vectores procesados, cosa que nos hace creer, que al ser herramientas mucho más modernas que la A emplea algoritmos de procesamiento más avanzados. Sin embargo, antes de obtener conclusiones es necesario realizar el estudio comparativo sobre las coordenadas resultantes después del ajuste.

5. AJUSTE DE LA RED.

A partir de las diferentes soluciones obtenidas realizamos un ajuste con cada una de las herramientas empleadas. En este apartado existe una gran diferencia en lo que respecta a parámetros de configuración. Mientras que las herramientas propias de ajuste de redes como puede ser GEOLAB, son totalmente configurables, otras poco los son menos y solo nos indican con un color rojo o verde si la solución del ajuste es considerada como correcta o no. Intentando introducir dentro de lo posible los mismos valores en cada una de las herramientas realizamos el ajuste y realizamos de nuevo un estudio comparativo.



```

=====
Trimble Total Control/GeoLab Format v1.0 PROJECT AJUSTE_BIERZO
GeoLab V2.4d WGS 84 UNITS: m,LMS Page 0001
17:51:24, Mon Jan 21, 2008
=====
INI file: C:\GEOLAB\GEOLAB.INI
Input file: D:\BIERZO\1\03_RES\1\GEOLAB-RED.IOB
Output file: D:\BIERZO\1\03_RES\1\GEOLAB-RED.LST
=====

```

PARAMETERS		OBSERVATIONS	
Description	Number	Description	Number
No. of Stations	19	Directions	0
Coord Parameters	42	Distances	0
Free Latitudes	14	Azimuths	0
Free Longitudes	14	Vertical Angles	0
Free Heights	14	Zenith Angles	0
Fixed Coordinates	15	Angles	0
Astro. Latitudes	0	Heights	0
Astro. Longitudes	0	Height Differences	0
Geoid Records	0	Auxiliary Params.	0
All Aux. Pars.	0	2-D Coords.	0
Direction Pars.	0	2-D Coord. Diffs.	0
Scale Parameters	0	3-D Coords.	0
Constant Pars.	0	3-D Coord. Diffs.	393
Rotation Pars.	0		
Translation Pars.	0		
Total Parameters	42	Total Observations	393
	Degrees of Freedom		251

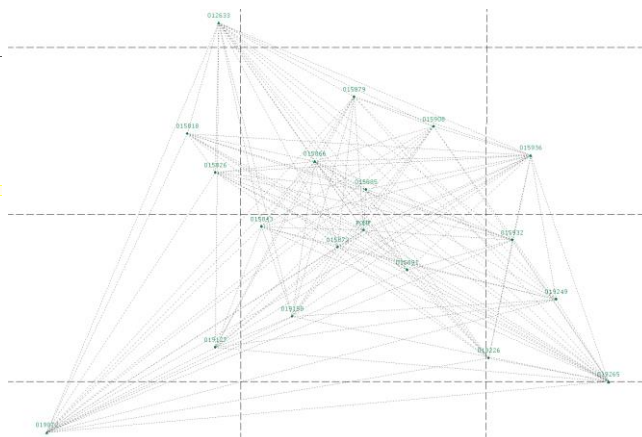


Figura 6.- Parámetros del ajuste y gráfico resultante de la red berciana ajustada sobre ETRS89.

Para el ajuste de la red, hemos fijado las coordenadas ECEF de los vértices REGENTE, ligando de esta manera todo el trabajo sobre ETRS89. Se comprueba que en aquellos vectores repetidos estamos dentro de tolerancia. Posteriormente se realiza un ajuste por cada una de las herramientas utilizadas.

Finalmente se almacenan los resultados en base de datos y se obtiene la tabla adjunta comparativa entre las diferentes soluciones, adoptando la solución A como válida. La solución E no se considera dados los resultados en el procesamiento de observables.

TIPO	Max dXUTM	Min dXUTM	Prom dXUTM	Desv dXUTM	Max dYUTM	Min dYUTM	Prom dYUTM	Desv dYUTM	Max dh	Min dh	Prom dh	Desv dh	Max dL	Min dL	Prom dL	Desv dL
A-D	0.019	0.003	0.01	0.00	0	-0.018	0.00	0.00	0.012	-0.032	-0.01	0.01	0.033	0.007	0.02	0.01
A-C	0.004	-0.001	0.00	0.00	-0.002	-0.008	-0.01	0.00	0.027	-0.01	0.02	0.01	0.029	0.011	0.02	0.01
A-D	0.003	-0.006	0.00	0.00	0.001	-0.006	0.00	0.00	0.037	-0.042	-0.01	0.02	0.042	0.004	0.02	0.01
A-B	0.019	0.017	0.02	0.00	-0.016	-0.019	-0.02	0.00	-0.016	-0.034	-0.03	0.00	0.043	0.03	0.04	0.00

Tabla 5.- Diferencias máximas y mínimas entre coordenadas ajustadas en función de las herramientas empleadas. Unidades: metros.

6. ANALISIS COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE LA MALLA NTV2 SOBRE VÉRTICES AJUSTADOS.

Después del ajuste de la red, y tras considerar como solución correcta la obtenida con la herramienta A, realizamos una comparación entre las coordenadas de los vértices de la ROI resultantes del ajuste y las obtenidas a partir de la aplicación de la transformación de mínima curvatura mediante el fichero rejilla Ntv2. Para el análisis se emplearán las coordenadas proyectadas sobre el huso 29, correspondiente a la zona, así como altitudes elipsoidales para las altitudes.

Antes de aplicar la transformación es necesario retranquear las cotas ortométricas oficiales dadas sobre la base del pilar a cabeza de pilar, empleando para ello las alturas de pilar obtenidas durante la fase de observación de campo. De esta forma, al transformar empleando la aplicación MNCURV 1.45 podremos obtener las altitudes elipsoidales "teóricas" de los vértices de la ROI, comparándolas con las obtenidas del ajuste.

Tras comparar los resultados, se muestran a continuación las diferencias encontradas sobre los 13 vértices ROI ajustados, observando que los resultados son excepcionales. Las diferencias planimétricas están prácticamente por debajo de los 5 cm en casi todos los puntos observados, y únicamente en un punto están por encima de los 10 cm. Si tenemos en cuenta que en este punto existían unas malas condiciones de observación GPS al estar el vértice prácticamente dentro de robleal, podríamos concluir que la aplicación de la transformación en el Bierzo, pudiendo llegar a dar soporte hasta escalas 1:500.

ID	dXUTM	dYUTM	dh
012633	0.003	0.039	-0.004
015818	-0.059	0.05	0.025
015826	0.027	0.023	-0.073
015843	0.059	-0.001	-0.15
015866	0.013	0.013	-0.088
015872	0.015	0.024	-0.082
015879	0.031	0.042	-0.268
015885	-0.032	0.01	-0.335
015891	0.041	0.002	-0.135
015908	0.000	0.028	-0.282
015932	0.018	0.021	-0.238
015936	0.012	0.012	-0.262
019072	0.017	0.017	-0.132
019127	0.009	-0.043	0.262
019158	0.122	0.102	0.185
019226	0.054	0.095	0.058
019249	0.077	0.076	-0.12
019265	0.03	0.026	-0.109

ID	dXUTM	dYUTM	dh
012633	0.134	-0.045	0.158
015818	0.018	-0.065	-0.003
015826	0.058	-0.06	-0.167
015843	0.041	-0.033	-0.237
015866	0.046	0.003	-0.166
015872	-0.015	0.064	-0.116
015879	0.1	0.024	-0.205
015885	-0.017	0.05	-0.361
015891	-0.012	0.083	-0.025
015908	0.034	0.058	-0.163
015932	-0.025	0.088	-0.023
015936	-0.003	0.073	-0.091
019072	-0.103	-0.092	-0.009
019127	-0.122	-0.122	0.229
019158	0.013	0.093	0.178
019226	-0.077	0.152	0.393
019249	0.007	0.136	0.257
019265	-0.073	0.059	0.108

Tabla 6.- En la tabla de la izquierda podemos observar las diferencias resultantes de aplicar la transformación de rejilla sobre las coordenadas proyectadas de los vértices de la ROI y compararlas con las ajustadas sobre ETRS89. En la tabla de la derecha observamos los resultados de la aplicación de un Helmert 3D Badekas-Molodensky con los vértices REGENTE como puntos de cálculo. Unidades: metros.

Se puede apreciar que la distribución de residuos es mucho más homogénea en la transformación mediante aplicación de mínima curvatura que en el Helmert clásico. Se han probado otro tipo de transformaciones así como distribuciones de residuos, sin embargo estas transformaciones dependen del tipo de software empleado, por lo que no se pueden estandarizar. En función del software se le denomina de una forma u otra, no estando suficientemente desarrollado en la ayuda de los programas el modelo matemático empleado en la transformación, dígase por ejemplo calibración transformación de un paso, dos pasos, etc.

Helmert 3D Badekas - Molodensky		
Número de puntos comunes:	5	
Sigma a priori:	1.0000	
Sigma a posteriori:	0.1264	
Origen de rotación:	X0:	4675362.5008 m
	Y0:	-541348.4023 m
	Z0:	4291593.5015 m
Parámetro	Valor	emc
dX de Desplazamiento	101.3554 m	0.0566 m
dY de Desplazamiento	107.6895 m	0.0566 m
dZ de Desplazamiento	129.5901 m	0.0566 m
Rotación sobre el eje X	4.76465 "	0.54117 "
Rotación sobre el eje Y	1.87087 "	0.80513 "
Rotación sobre el eje Z	-4.36154 "	0.54721 "
Escala	-18.4952 ppm	2.3305 ppm

Tabla 7.- Parámetros resultantes del cálculo de una transformación de siete parámetros empleando los cinco vértices REGENTE que definen el marco de referencia ETRS89 en el Bierzo.



7. CONCLUSIONES.

Como ya se ha comentado a lo largo del trabajo, la iniciativa de involucrar a profesionales del sector y al alumnado de esta escuela para realizar observaciones geodésicas con fines docentes o de investigación pretende ser una realidad continuada en el futuro. En las próximas observaciones se intentarán realizar estudios similares mediante la observación de líneas de nivelación de precisión, repetición de las observaciones dudosas, etc.

Como resultado de nuestros trabajos, podemos obtener las siguientes conclusiones:

- En la observación de redes geodésicas con GPS empleando diferente instrumental (marcas y modelos) se hace necesaria la catalogación previa de este instrumental, así como la consulta de la página oficial del NGS en su apartado de calibración de antenas para comprobar cuál es el punto considerado como referencia para la calibración del centro de fase de antenas. Igualmente recomendamos que los operadores realicen croquis representando claramente sobre que elemento físico de la antena se ha medido la altura de esta,
- Es necesario un conocimiento extenso del software empleado en el procesamiento, ya que el hecho de no aplicar correctamente el offset de la antena introducirá errores gratuitos en nuestra red que no podrán ser detectados si no existen posicionamientos diferentes (dos sesiones) sobre cada uno de los vértices
- Finalmente, y la más importante, el empleo de la transformación de mínima curvatura a través del fichero Ntv2 en la comarca del Bierzo se adapta con rigor a las precisiones esperables para cartografías a gran escala (1/500 y 1/1000). Sin embargo recomendamos que esta transformación se realice de forma unidireccional y únicamente como migración de ED50 a ETRS89, es decir es necesario empezar cuanto antes a trabajar sobre el nuevo marco de referencia nacional.

Las coordenadas resultantes del ajuste ROI (Bierzo) sobre ETRS89 están a disposición de cualquier usuario poniéndose en contacto con los autores en las direcciones de correo electrónico citadas en el encabezado.

8. REFERENCIAS.

- Dalda Mouron, A. y González Matesanz, F.J. (2004). Jornadas técnicas universidad de Alcalá. "Parámetros de Transformación entre sistemas de referencia terrestres". IGN.
- González Matesanz, F.J, Quiros, R., Cano, M. (2004) El cambio de Datum ED50-ETRS89. Métodos y resultados. (2004).
- Gonzalez-Matesanz, F.J, Quiros, R., Cano, M., Sanchez Sobrino, J. y Dalda, A. IGN " Transformación de datum ED50-ETRS89. Métodos y resultados. Topcart 2004 Madrid 19-22 Octubre 2004.
- Quirós, R., Lozano, L. Cano, M.A., Sobrino, J.A.S., Valdés, M. (2004). Estado actual del procesamiento de redes GPS permanentes del IGN. 4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica.
- González Matesanz, F.J., weber, G., Celada, J., Dalda, A., Quirós, R. (2004). El proyecto EUREF-IP. Resultados con GPRS. 4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica.
- Boucher, C. And Altamini, Z. (2001). Specifications for Reference Frame Fixing in the Analysis of a EUREF GPS Campaign, version 5. EuroRef Documentation. Fecha acceso 2/11/06. <http://www.evrs.leipzig.ifag.de>.
- Cuadrado Méndez, Oscar (2006): "Recomendaciones Técnicas para la ejecución de redes geodésicas de ámbito regional". Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Universidad de Salamanca.
- Cuadrado, Oscar. García-Asenjo, Luis. Hernández, David. Núñez, Alfonso. (2004). "Planificación y ejecución de Redes de Control de Calidad en Procesos Cartográficos. El Proyecto RGPA en el Principado de Asturias". Topcart 2004.
- García-Asenjo, Luis, Hernández, David, Llacer César (2004). Estudio de la influencia de las correcciones geodésicas sobre trabajos topográficos realizados a partir de mediciones clásicas y de GPS. Topcart 2004.
- <http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/>
- Prieto Morín, Juan F. del Dpto. Ingeniería Topográfica y Cartografía (UPM, EUIT Topográfica). "ETRS89, el nuevo sistema de referencia geodésico, Cartesia.org". Fecha Acceso 11/11/06. <http://www.cartesia.org/article.php?sid=80>.
- Instituto Geográfico Nacional, ministerio de Fomento. Fecha acceso 16/11/2006. <http://www.fomento.es/ign.es>
- Manuel de Ruiz, J., Pereda González, R., Ferrer Torío, R. "Establecimiento de parámetros de transformación ETRS89-ED50 precisos y genéricos empleando la base de datos de las demarcaciones mineras realizadas en la Comunidad Autónoma de Cantabria" Conferencias de topografía, Cartesia.org. Fecha acceso 16/11/06. <http://www.cartesia.org/articulo238.html>