



Nafarroako Gobernua
Gobierno de Navarra

Garapen Ekonomikorako Departamentua
Departamento de Desarrollo Económico

**PLIEGO DE ELABORACIÓN DE RED BÁSICA Y BASES
DE REPLANTEO PARA LA REALIZACIÓN DE
PROYECTOS EN LA CARRETERA N-121-A**

Dirección General de Obras Públicas
Servicio de Estudios y Proyectos
Sección de Cartografía

ÍNDICE

1.- OBJETO	4
2.- RED BÁSICA TOPOGRÁFICA	4
3.- BASES DE REPLANTEO.....	5
3.1.- Condiciones de ejecución y señalización de las Bases de Replanteo _____	5
3.2.- Señalización de las Bases de Replanteo_____	6
3.3.- Observación de la Red Básica Topográfica_____	7
3.3.1.- Aparatos a utilizar en la Observación de las Bases de Replanteo _____	7
3.3.2.- Planimetría_____	8
3.3.3.- Altimetría _____	9
3.4.- Cálculo de las Bases de Replanteo _____	10
3.5.- Documentación a entregar _____	10

1.- OBJETO

Se indican en el presente documento los requisitos técnicos que deben cumplir los trabajos topográficos en el marco de la redacción de proyectos en la carretera N-121-A.

Serán objeto de este pliego todos los trabajos necesarios para la implantación de las Bases de Replanteo, perfectamente enlazadas y apoyadas en la Red de Geodesia Activa de Navarra (RGAN) para planimetría y en la Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP) para altimetría.

Esta Red de Bases de Replanteo (RBT), se ejecutará según unas normas únicas para todos los trabajos que contrate el Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra y tendrá como misión fundamental, constituir un sistema de coordenadas para cualquier estudio u obra que se realice en la zona y que afecte al territorio de la Comunidad Foral de Navarra.

2.- RED BÁSICA TOPOGRÁFICA

Como Red Básica Topográfica se utilizará para todos los trabajos la Red de Geodesia Activa de Navarra (RGAN) en planimetría y la Red de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP) en altimetría.

3.- BASES DE REPLANTEO

3.1.- Condiciones de ejecución y señalización de las Bases de Replanteo

Se utilizará para el cálculo de las Bases de Replanteo el sistema de referencia European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) constituido por:

- Elipsoide internacional GRS80.
- Radio de la tierra (semieje mayor): 6.378.137 m, aplanamiento: $1/298.2572221008827$.
- Orígenes de coordenadas geodésicas: Latitudes referidas al plano XY, y consideradas positivas al Norte del mismo y Longitudes referidas al plano XZ y consideradas positivas al Este y negativas al Oeste.
- Se empleará la proyección conforme Universal Transversa de Mercator (UTM) en el huso 30 como sistema cartográfico de representación.

Las Bases de Replanteo (BR) estarán perfectamente enlazadas y apoyadas en RGAN para planimetría y en REDNAP para altimetría.

Cada una de las BR deberá cumplir los siguientes requerimientos en su diseño:

- Integración en las redes anteriormente mencionadas, quedando perfectamente enlazada y apoyada en ellas, de tal forma que las coordenadas de sus vértices estén referidas al sistema cartográfico oficial.
- Salvo aprobación expresa, la disposición de las BR, será a lo largo del proyecto a realizar de manera que siempre se puedan realizar los distintos trabajos (perfiles, replanteos, ...) desde las BR.
- La distancia entre BR será de 200 metros aproximadamente si el terreno lo permite.

- Intervisibilidad entre las BR. Será condición indispensable que desde cada BR se divisen, al menos, otras dos.
- Los cálculos y compensaciones de la Red se efectuarán en ordenador con un programa adecuado a las dimensiones y características de la Red y que permita el ajuste por mínimos cuadrados en bloque de la misma.
- Se les transmitirá cota a las BR mediante una doble nivelación, a partir de los vértices de la RBT.
- Las BR se señalarán de forma y en el lugar que garanticen su permanencia.
- Todo BR estará enlazado a los BR anterior y posterior (salvo primero y último) por medida directa de campo.

3.2.- Señalización de las Bases de Replanteo

La Sección de Cartografía facilitará los clavos de latón que materializaran en el terreno las Bases de Replanteo (el clavo será de latón, con cabeza en forma de casquete esférico de diámetro superior a 3 cm. y en el centro tendrá una referencia de posicionamiento, el espárrago del clavo tendrá una longitud mínima de 6,5 cm. y estará formado por troncos de cono invertido). Para la materialización en el terreno de las BR se usarán distintos tipos de señales según el terreno que se encuentre:

- Hito cuadrado de hormigón de 50x50x50 centímetros empotrado en la tierra y clavo de latón en el centro.
- Clavo de latón recibido en estructura estable o construcción pública y haciendo uso de resinas epoxi que garanticen la perdurabilidad de la señal.
- Hito tipo Feno. La ubicación para este tipo de señalización, deberá ser elegida en función de la garantía que ésta ofrezca, de permanencia e inmovilidad y del grado de poder ser movida o eliminada. No se

admitirán hitos que no estén correctamente fijados al terreno (quede móvil la parte superior del hito). Llevará sujeto el clavo de latón el hito feno en su parte superior recibido con resinas epoxi.

Una vez terminada la señalización, se completará para cada una de las BR una ficha reseña, compuesta por un croquis con al menos 3 referencias, medidas a elementos estables de la zona, coordenadas UTM y geográficas, cota, anamorfosis, huso, convergencia de meridianos y una fotografía a color, croquis y descripción del acceso al vértice, ambos lo más detallados posible.

3.3.- Observación de la Red Básica Topográfica

3.3.1.- Aparatos a utilizar en la Observación de las Bases de Replanteo

Una vez materializadas las BR el siguiente paso a realizar es la observación para lo cual se deben utilizar los siguientes instrumentos:

- Nivelación geométrica: Niveles digitales de lectura en miras de código de barras o similares que aseguren las precisiones exigidas.
- Técnicas GNSS.: Aparatos de doble frecuencia (L1 y L2) con medición de al menos diez canales. Se tendrá especial cuidado en la medición de las alturas de antenas realizándolo según las indicaciones del fabricante de los equipos y con los medidores especialmente diseñados para ello.

Se presentará certificado de calibración del instrumental a utilizar con antigüedad inferior a 1 año.

3.3.2.- Planimetría

Para obtener las coordenadas planimétricas de las BR, se realizará la observación por procedimientos GNSS y se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- o Observación o posicionamiento estático-rápido. Se trabajará siempre, al menos, con 3 receptores de características similares, simultáneamente.
 - Se observará de manera que todo BR estará enlazado a los BR anterior y posterior (salvo primero y último) por medida directa de campo y como mínimo a las tres estaciones de RGAN más cercanas.
 - Para cada estacionamiento el GDOP deberá ser inferior a 6 y la máscara de elevación superior a 15° (se aconseja realizar la observación a 10° y el cálculo con 15°).
 - Los tiempos de posicionamiento vendrán determinados por la distancia de la baselínea, siendo siempre superior a 20 minutos, todo ello para garantizar una precisión en la Red del orden de $0,005 \text{ m} \pm 1$ parte por millón. El intervalo de observación será de 5 segundos.
 - Se ajustará la red por el método de mínimos cuadrados, obteniendo coordenadas, parámetros de fiabilidad y precisión, residuos, error medio cuadrático del ajuste y detección de posibles errores groseros.
 - La precisión de los vértices en la observación con técnicas GNSS será superior a 0,05 m. en planimetría.
- o Observación o posicionamiento RTK. Se deberán observar como mínimo 5 posicionamientos para cada estación con un mínimo de cinco épocas cada uno, obligando al receptor GNSS a reinicializar el cálculo RTK entre cada una de ellas. Se deberá reocupar cada estación como mínimo en dos ocasiones y con un periodo de tiempo de 4 horas para

conseguir una observación con una nueva constelación de satélites. El promedio entre los dos estacionamientos en cada base de replanteo será la coordenada definitiva de la base siempre que la diferencia sea inferior a 0.05 cm. en planimetría.

3.3.3.- Altimetría

Se realizará cumpliendo rigurosamente las instrucciones que para los trabajos de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

En defecto de las mismas y de forma mínima, se dictan las siguientes normas para el cálculo y ejecución de las líneas de nivelación:

- El cálculo se realizará por línea individual. Cada línea se dividirá en tramos de 1 Km. como máximo. Los extremos de cada tramo se señalarán de forma permanente, tal y como se describió anteriormente.
- Las niveladas no podrán exceder en ningún caso de 50 m. La discrepancia máxima entre la ida y la vuelta, tanto en cada tramo como en la totalidad de la línea, será de $10 \text{ mm.} \times \sqrt{k}$ siendo k la distancia expresada en km. En las líneas cerradas, el error de cierre no superará la tolerancia indicada.
- En el supuesto que debido a la posición de las BR resulte difícil o comprometido realizar la citada nivelación, deberá solicitarse y ser aprobada expresamente por la Sección de Cartografía del Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra la realización por el siguiente procedimiento: A cada una de las BR afectadas se les transmitirá cota trigonométrica desde, al menos, tres puntos enlazados con la línea de nivelación construida realizando lectura recíproca y simultánea entre la BR y cada uno de estos puntos, tomando como cota definitiva la media de las obtenidas. Esta alternativa sólo será admitida cuando la distancia al punto o vértice desde el que se arrastra la cota (vértice nivelado, clavo de nivelación), sea inferior a 500 m. De no ser así, se procederá a dar cota por nivelación doble otro vértice que haga cumplir la condición anterior.

Si la empresa adjudicataria quisiera emplear otro método para obtener la altimetría de las bases de replanteo deberá justificar ante la Sección de Cartografía del Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra como va a obtener las precisiones requeridas en altimetría en este pliego con anterioridad a la realización de los trabajos.

3.4.- Cálculo de las Bases de Replanteo

Los cálculos se realizarán con cualquiera de los programas existentes en el mercado que permita el ajuste por mínimos cuadrados y que asegure la bondad de los mismos.

Antes de realizar el cálculo y ajuste de las BR a partir de la RBT se efectuará una propuesta de cálculo y ajuste a la que la Sección de Cartografía del Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra dará su conformidad o realizará las correcciones oportunas para proceder a su aprobación.

Se darán los datos brutos en el formato de la casa comercial GNSS y también los datos de campo en formato RINEX.

Se darán todas las salidas tanto gráficas como digitales que definan cada uno de los pasos dados a la hora de realizar el cálculo.

Antes de seguir con el Replanteo de la Traza o con el Levantamiento de perfiles deben estar aprobadas las BR por la Sección de Cartografía del Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra.

3.5.- Documentación a entregar

Una vez concluidas las BR se elaborará un informe que habrá de incluir una descripción detallada de las características de los equipos y sistemas

empleados, de los procedimientos seguidos, de la cualificación del personal que realiza la labor y de los controles realizados para garantizar las condiciones del pliego y del material entregado.

Esta memoria deberá ser redactada y firmada por un técnico facultativo cualificado que deberá ser Ingeniero en Geodesia y Cartografía o Ingeniero Técnico en Topografía, ambos con experiencia de al menos dos años. Esta memoria deberá llevar el correspondiente visado del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía.

En resumen, se entregarán los siguientes documentos:

- Memoria de las BR, con la descripción del desarrollo de los trabajos, software empleado en el cálculo y precisiones obtenidas.
- Reseñas de las BR.
- Croquis de los puntos en que se ha situado la antena GNSS con la medida de la altura de la misma y el tipo de antena empleada.
- Fichero de las observaciones GNSS en formato propietario y RINEX.
- Ficheros ASCII del resultado del cálculo en las baselíneas.
- Ficheros ASCII del resultado de la compensación y ajuste por mínimos cuadrados.
- Ficheros ASCII de las coordenadas definitivas en el sistema ETRS89 geodésicas y altura elipsoidal.
- Ficheros ASCII de las coordenadas definitivas en el sistema ETRS89 proyección UTM huso 30 Norte y altura ortométrica.
- Ficheros de los cálculos efectuados en el formato del programa utilizado.

- Gráfico definitivo de las BR a escala según tamaño del proyecto.
- Ficheros en formato Excel de los datos de campo de nivelación.
- Fichero en formato Excel con el cálculo y compensación de los itinerarios de nivelación.