



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior (Jaén)

Trabajo Fin de Grado

**ACONDICIONAMIENTO DE LA
CARRETERA JV-3012 ENTRE
PUENTE TABLAS Y LA
AUTOVÍA A44. DISEÑO DE
ACCESO Y APARCAMIENTO
DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA
DE PUENTE TABLAS.**

Alumno: Miguel Ángel Ortega Moya

Tutor: Prof. D. Emilio Mata de Castro
Dpto: Ingeniería Cartográfica, Geodésica y
Fotogrametría.

Octubre, 2015



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría

Don Emilio Mata de Castro, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado:
Acondicionamiento de la Carretera JV-3012 entre Puente Tablas y la Autovía A44.
Diseño de Acceso y Aparcamiento de la Zona Arqueológica de Puente Tablas, que
presenta Miguel Ángel Ortega Moya, autoriza su presentación para defensa y
evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Octubre de 2015

El alumno:

Miguel Ángel Ortega Moya

Los tutores:

Emilio Mata de Castro

Índice

1.- Memoria.....	1
1.1.- Introducción.....	1
1.2.- Objetivo	2
1.3.- Situación y descripción de la zona	2
1.4.- Características de las carreteras existentes.....	3
1.5.- Fases del Proyecto.....	3
2.- Anejos.....	5
2.1.- Estudios Previos	5
2.1.1.- Recopilación de la información.....	5
2.1.2.- Descripción de la zona.....	6
2.1.3.- Material y software disponible	6
2.1.4.- Diseño de la Red Principal de Bases	9
2.1.5.- Incertidumbres a priori.....	14
2.2.- Trabajo de campo	19
2.2.1.- Materialización de las bases de la red principal	19
2.2.2.- Observaciones GNSS en Estático.....	20
2.2.3.- Observaciones GNSS en Cinemático Relativo (RTK Real Time Kinematic).....	21
2.3.- Trabajos de gabinete	22
2.3.1.- Procesado de datos	22
2.3.2.-Evaluación de incertidumbres.....	23
2.3.3.- Cartografía	25
2.3.4.- Diseño Geométrico del Proyecto y cálculo de volúmenes	28
3.- Planos.....	35
3.1.- Plano de Situación y Emplazamiento	36
3.2.- Plano de Minuta.....	37
3.3.- Plano de Levantamiento Topográfico	38
3.4.- Plano de Diseño Geométrico	39
3.5.- Plano del Terreno Modificado	40
3.6.- Plano de Perfiles Longitudinales	41
3.6.1.- Plano del Perfil Longitudinal del Tronco Principal.....	41
3.6.2.- Plano de los Perfiles Longitudinales de los Ramales 2 y 3, Mininglorieta y Zona de aparcamientos	42

3.7.- Plano de Secciones Tipo	43
3.8.- Planos de Perfiles Transversales	44
3.8.1.- Plano de Perfiles Transversales del Tronco Principal: P.K. 0 – P.K. 0+420.....	44
3.8.2.- Plano de Perfiles Transversales del Tronco Principal: P.K. 0+420 – P.K. 0+920	45
3.8.3.- Plano de Perfiles Transversales de los Ramales 2 y 3, Miniglorieta.	46
3.8.4.- Plano de Perfiles Transversales de la Zona de Aparcamiento	47
4.- Pliego de Condiciones	48
4.1.- Definición y Alcance del Pliego	48
4.2.- Prescripciones Técnicas para la elaboración de la cartografía	48
4.3.- Prescripciones Técnicas para el Trazado	50
4.3.1.- Objetivo y Ámbito de Aplicación.....	50
4.3.2.- Clases de Carreteras y Tipos de Proyectos	51
4.3.3.- Datos Básicos para el Estudio del Trazado	53
4.3.4.- Trazado en Planta.....	55
4.3.5.- Trazado en Alzado	59
4.3.6.- Sección transversal.....	61
5.- Presupuesto.....	64
5.1.- Trabajos de campo	64
5.2.- Trabajos de Gabinete	66
5.3.- Presupuesto de Ejecución Material	68
5.4.- Presupuesto de Ejecución por Contrata.....	68

1.- Memoria

1.1.- Introducción

En este proyecto se propone el acondicionamiento de un tramo de la carretera JV-3012, con el diseño de un nuevo vial, enlazándolo con la carretera ya existente mediante una miniglorieta, además del diseño de una zona de aparcamientos con motivo de la explotación turística del Asentamiento Ibérico de Puente Tablas (Jaén)

El nuevo vial consta de novecientos veinte metros de longitud, con dos carriles, uno para cada sentido de circulación y arcenes.

El trazado se inicia a la altura de la salida norte del enclave poblacional de Puente Tablas dirección Torrequebradilla y concluye en el inicio del reasfaltado con motivo de la construcción de un puente sobre la autovía A44.

La miniglorieta consta de 8,5 metros de diámetro exterior y tres salidas, dirección Puente Tablas, dirección acceso al Asentamiento Ibérico y zona de aparcamientos y dirección Torrequebradilla por el nuevo tramo del vial.

El aparcamiento se encuentra situado próximo al inicio del trazado del nuevo vial, y tiene acceso desde el ramal 2.



Figura 1. Imagen aérea de la zona de estudio

1.2.- Objetivo

El fin de estos trabajos es el diseño de un vial con una velocidad máxima de 60 Km/h que mejore el tráfico y el acceso al Asentamiento Ibérico, de gran importancia arqueológica, acogiéndose al grupo II de la norma 3.1 de la Instrucción de carreteras, así como el diseño de una zona de aparcamiento que facilite a los visitantes el estacionamiento de sus vehículos.

La propuesta consiste en una miniglorieta que conecta la salida de la urbanización Puente Tablas con el ramal de acceso al asentamiento Ibérico y con el nuevo trazado del vial en dirección Torrequebradilla

Se pretende mejorar el acceso a la zona arqueológica de gran interés cultural y facilitar el estacionamiento a los futuros visitantes evitando que tengan que estacionar en zonas no habilitadas para ello.

1.3.- Situación y descripción de la zona

Este proyecto se centra en el enclave poblacional de Puente Tablas a unos cinco kilómetros al noreste del Término Municipal de Jaén, en la Comunidad Autónoma de Andalucía (España).

Es accesible por la carretera JV-3012 que tiene su inicio en Puente tablas y finaliza en la Int. A-6000 (Torrequebradilla) con una longitud de 15.970 metros.

En la Cartografía Oficial, en la serie cartográfica MTN25 (Mapa topográfico Nacional 1:25000) el enclave poblacional de Puente Tablas se localiza en las hojas del MTN25 947-I

Las coordenadas geográficas aproximadas de Puente Tablas son: Latitud: 37°48'20"N, Longitud: 3°44'55"O

Se puede considerar la zona limitada por:

- Al sur con el enclave poblacional de Puente Tablas
- Al Este con el camino a Torrequebradilla
- Al norte con la zona arqueológica
- Al oeste con una urbanización

En general se trata de una zona con pendientes suaves a excepción del ramal 2 que conecta con la zona arqueológica.

1.4.- Características de las carreteras existentes

La carretera existente sobre la que se va a realizar el acondicionamiento es la carretera convencional JV-3012 (Puente Tablas-Torrequebradilla), perteneciente a la Red Intercomarcal de carreteras de la Junta de Andalucía.

El tráfico en la carretera JV-3012 incluye el tránsito de vehículos pesados y tractores con frecuencia que ocasionan dificultades en el tránsito del resto de vehículos sobre todo en época de recolección de aceitunas.

1.5.- Fases del Proyecto

El trabajo topográfico comienza con el estudio de la zona de actuación sobre una cartografía a pequeña escala, el Mapa Topográfico Nacional 1/50.000, y el 1/25.000 para un mayor detalle en las primeras fases, y sobre el modelo digital de terreno de Andalucía generado a partir de fotografías aéreas a escala 1:20.000.

Se realiza una visita a la zona de actuación para observar las distintas posibilidades que ofrece el terreno, las alternativas a seguir en el trazado del nuevo vial, así como las múltiples propuestas para ubicar la miniglorieta de enlace y la zona de aparcamientos.

Se comprueba la visibilidad de la zona y se estudian los posibles lugares de la red de bases GNSS.

El estudio de la disposición de las bases viene condicionada por la forma del terreno, como cambios de pendiente y diferencias de altura, ya que se ha de asegurar la total cobertura de la señal GNSS durante el levantamiento en RTK.

Posteriormente en gabinete se realiza un estudio a priori de las incertidumbres, y con la ayuda del Modelo Digital de Andalucía se realiza el diseño de algunas propuestas del vial.

La propuesta óptima obedece a dos criterios fundamentales:

- EL vial cumple con los objetivos que previamente se ha fijado, atendiendo al documento III “Pliego de Condiciones” del proyecto, el que se desarrolla las prescripciones técnicas de la cartografía obtenida, así como la norma 3.1 de la Instrucción de carreteras para el diseño del vial.
- La propuesta debe ser viable, para ello se intenta equilibrar el movimiento de tierras, de manera que no haya una desproporción entre el desmonte y terraplén que ocasione que esta no sea rentable económicamente.

En la segunda visita a la zona de actuación se implanta la red de bases GNSS, se distribuyen tres bases principales en la zona de estudio disponiéndolas de forma que engloben totalmente la zona de actuación, teniendo en cuenta que se encuentren en sitios con buena visibilidad y libres de obstáculos que impidan la correcta comunicación entre los equipos GNSS

Para dotar de coordenadas a las bases de la red principal se realiza mediante observaciones GNSS en estático relativo, las bases se observan de dos en dos, realizando medidas simultáneas en ellas con una duración de 60 minutos hasta completar todas las distintas posibilidades que se pueden dar combinando las tres bases. En gabinete se descargan las observaciones de las bases GNSS y de la estación de referencia permanente de la RAP, UAE, ajustando las líneas bases con el programa Leica Geo Office.

Observadas, calculadas y ajustadas las líneas bases se procede al levantamiento topográfico de la zona delimitada en el estudio previo de la propuesta del vial, y zona de aparcamientos. El levantamiento topográfico de la zona de actuación se realiza mediante observaciones GNSS empleando el método RTK (Real Time Kinematic). Para ello se utiliza una de las bases como base de referencia y otro equipo como equipo móvil, que recibe las correcciones de la base de referencia.

Se procede al volcado de los puntos del levantamiento topográfico, para ello se importan desde la tarjeta de memoria del receptor móvil las coordenadas del levantamiento desde el programa Leica Geo Office, obteniendo la altitud ortométrica de los puntos por medio del Programa de Aplicaciones Geodésicas. Igualmente se realiza la evaluación de las incertidumbres y se elaboran los planos topográficos, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del pliego de condiciones con tolerancias en:

Planimetría

- $Tp = 0,2 \cdot \text{denominador de la escala} = 0,20 \text{ m}$

Altimetría

- $Ta = 1/4 \cdot \text{Equidistancia} = 0,25 \text{ m}$

Una vez que se realiza los planos del levantamiento topográfico se procede al diseño del vial y obtención del volumen de tierras, al cálculo del presupuesto y a la redacción de la memoria y el pliego de condiciones del proyecto.

El Ramal Principal consta de novecientos veinte metros, con dos carriles de 3,5 metros de ancho, uno para cada sentido de circulación y arcones de 0,5 metros.

La miniglorieta dispone de dos carriles de 3 metros de ancho y una isleta central de cinco metros de diámetro.

El aparcamiento dispone de unos 3.000 m².

En cuanto al movimiento de tierras nos encontramos con cuatro mil cuatrocientos metros cúbicos de tierra por desmonte, seis mil setecientos metros cúbicos de terraplenado y otros cuatro mil cuatrocientos metros cúbicos de tierra vegetal. La diferencia entre desmonte y terraplén es de dos mil trescientos metros cúbicos a favor al terraplenado.

El presupuesto total que conlleva el trabajo topográfico que se desarrolla en el proyecto asciende a la cantidad de tres mil ochocientos dieciséis euros con sesenta céntimos.

2.- Anejos

2.1.- Estudios Previos

2.1.1.- Recopilación de la información

En esta fase, el objetivo principal es el de organizar los trabajos a realizar, para esto es necesaria una primera toma de contacto con la zona de estudio. Ya que aún no se tienen datos de campo, ésta primera aproximación se realiza con cartografía de la zona ya existente:

Mapa Topográfico Nacional en formato ráster a escala 1/50.000, editado por el Instituto Geográfico Nacional (Hoja 947)

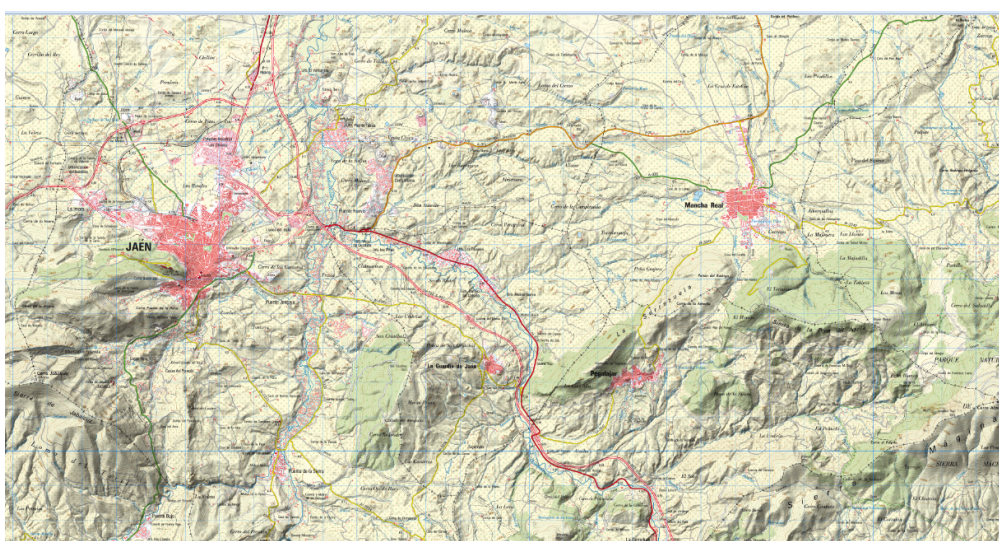


Figura 2 MTN 1/50000

Mapa Topográfico Nacional en formato vectorial a escala 1/25000 editado por el Instituto Geográfico Nacional (Hoja 947-I).

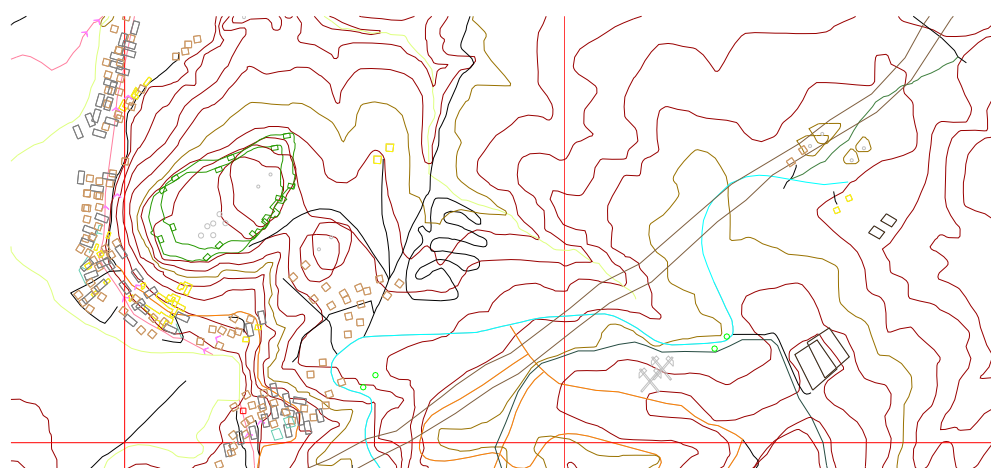


Figura 3 MTN 1/25000 formato vectorial

Visor de google maps. (www.google.es/maps).

Sobre esta cartografía se estudia a grandes rasgos las posibles ideas o alternativas que se desarrollarán sobre los terrenos objeto del trabajo. Con un estudio generalizado de la zona y de las actuaciones ideadas, es más factible planificar los trabajos de topografía.

En primer lugar se identifica los vértices de la Red Andaluza de Posicionamiento con los que se va a trabajar y obtener las reseñas de los Vértices para poder anclar el trabajo a la Red Geodésica Nacional. Para este proyecto se utiliza el Vértice UJAE situado en la Universidad de Jaén.

Se ha de recopilar la normativa vigente que rijan las características de los trabajos a realizar en el proyecto, que será la siguiente:

ORDEN DE 27 DE DICIEMBRE DE 1999 POR LA QUE SE APRUEBA LA NORMA 3.1-IC TRAZADO, DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (BOE DE 2 DE FEBRERO DE 2000).

2.1.2.- Descripción de la zona

La zona en la que se centra el proyecto está situada al norte de la urbanización de Puente Tablas

La superficie de terreno que se abarca es de aproximadamente 42 hectáreas y se encuentra en la hoja 497-I del Mapa Topográfico Nacional de España, a escala 1/25.000

Un aspecto importante para el proyecto es el relieve y la vegetación de la zona de trabajo. En este caso el relieve no es muy accidentado y en lo que respecta a la vegetación en su mayoría se trata de olivos sin apenas maleza. La planificación de los trabajos a desarrollar, la metodología a emplear a la hora de implantar la red y la localización de los vértices que la conforman, así como posibles alternativas de diseño, se han de estudiar con mucho detenimiento ya que se ven condicionadas por la morfología de la zona.

2.1.3.- Material y software disponible

i) Instrumentación

Los instrumentos que se utilizan para el desarrollo de los trabajos topográficos son dos equipos GNSS de la marca LIECA SYSTEM 1200 modelo GX 1230, equipados con radio MODEM, antena, controladora y cableado.

A continuación se muestra las características de la instrumentación que se utiliza en el proceso de toma de datos del proyecto.

Equipo fijo

- Precisiones en Post-Proceso.
 - o Horizontal 5 mm + 0,5 ppm, estático.
 - o Vertical 10 mm + 0,5 ppm, estático.
- Precisiones en Tiempo Real.
 - o Horizontal 5 mm + 0,5 ppm, estático.
 - o Vertical 10 mm + 0,5 ppm, estático

Material auxiliar

- o Base nivelante
- o Trípode
- o Medidor de altura
- o Dos mini-baterías de Ión-Litio y cargador
- o Tarjeta de memoria Compact Flash para el almacenamiento de datos.
- o Martillo
- o Espray
- o Ferrallas

Las precisiones ofrecidas son para condiciones normales-favorables.

El funcionamiento y las precisiones pueden variar en función del número de satélites, su geometría, tiempos de observación, efemérides, ionosfera, multipath, etc...

Equipo móvil

- Características técnicas

Receptor GNSS1200 leica GX 1230, equipado con radio modem, antena y controladora.
- El jalón de aluminio de dos metros de longitud que incluye nivel esférico para asegurar la verticalidad de la antena y soporte ajustable y ergonómico.
- Dos mini baterías de Ión-Litio.
- Tarjeta Compact Flash para el almacenamiento de datos.
- Precisiones similares a los de los equipos fijos.

ii) Software

Leica Geo Office 5.1

Este programa se utiliza para el procesamiento en gabinete de las observaciones GNSS, tanto en modo estático relativo como en RTK. Las coordenadas se calculan mediante un ajuste mínimo cuadrático de todas las observaciones que conforman el proyecto. De cada uno de los cálculos realizados se obtiene un informe de los detalles pormenorizados de este.

Microsoft Office

Paquete informático con el que se realiza el procesamiento de textos y hojas de cálculo necesarios para completar el proyecto.

AutoCad 2007 y MDT V 6.0

Programa de dibujo con el que se ha diseñado todos los planos de este proyecto. El paquete MDT es una aplicación de AutoCad que nos permite obtener el modelo digital del terreno, además de generar el modificado del terreno y la representación de perfiles longitudinales y transversales sobre el nuevo modelo.

Programa de Aplicaciones Geodésicas (PAG)

Aplicación geodésica, distribuida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) con el que se han obtenido los datos de la ondulación del Geoide (N), necesarios para el cálculo de las altitudes ortométricas de los puntos del levantamiento del presente proyecto.

2.1.4.- Diseño de la Red Principal de Bases

Para el diseño de la red de bases GNSS, se localiza la zona sobre el terreno más conveniente teniendo en cuenta que debe garantizar la total cobertura de la señal GNSS durante la fase del levantamiento RTK y estar ubicadas en lugares fijos para que perduren el mayor tiempo posible dentro de la zona de proyecto.

Tras estudiar el terreno se decide materializar una red principal compuesta por un total de tres bases, cuya distribución se muestra en la siguiente imagen:



Figura 4 Programa Nacional de Ortofotografía Aérea de España y la Red Principal de Bases

Las bases que se implantan son señalizadas con hitos de ferralla, a su lado se colocan estacas de madera rociadas con pintura roja para una mayor visibilidad. Para permitir la localización de las bases se ha realizado reseñas y fotos de todas y cada una de las bases.

Situación de las bases

Base 1

Se encuentra junto al cruce en el inicio de la zona de estudio del nuevo vial, situado a la derecha de la carretera JV3012 en dirección Torrequebradilla. P.K. 4+320

Base 2

Se encuentra a la derecha de la carretera JV-3012 en dirección Torrequebradilla aproximadamente en mitad del tramo a acondicionar y próxima a una obra de drenaje transversal. P.K. 4+754

Base 3

Ubicada al final del tramo de carretera a acondicionar muy próxima a un hito de hormigo de la Junta de Andalucía. P.K. 5+310

En las páginas siguientes se muestran las reseñas de las bases, las cuales describen cada una de ellas. Las coordenadas planimétricas y altimétricas se refieren al centro de la ferralla que se clava en el terreno. Se incluye también la estación GNSS permanente de la R.A.P. UJAE.

RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO										
 Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPLEO	 Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía (LAGC) Universidad de Cádiz									
Estación permanente de Jaén (Fecha última actualización: 01/09/2007)										
ORTOFOTO 	SITUACIÓN VERTICE: UJAE NOMBRE: Jaén ID DE RED: 0009 Nº IERS DOMS: 13458M001 PROVINCIA: Jaén MUNICIPIO: Jaén HOJA MTN-50: 947									
FOTOGRAFÍA DE CAMPO 	UBICACIÓN: Colegio Mayor Domingo Savio de la Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas. Ctra.de Madrid, s/n. C.P.: 23071 – Jaén. CONSTRUCCIÓN Centrado forzado montado sobre monolito de hormigón con forma cilíndrica de 1m. de altura y 0.3 m de diámetro colocado sobre la cubierta del edificio.									
MAPA DE SITUACIÓN 	INSTRUMENTACIÓN RECEPTOR: Leica GRX 1200 Pro ANTENA: LEIAT504 LEIS ESTACIÓN METEOROLÓGICA: Parascientific MET3 REGISTROS: Presión, humedad y temperatura									
	COORDENADAS ETRS-89 CARTESIANAS X(m): 5036325.112 Y(m): -332899.123 Z(m): 3887177.068 GEODÉSICAS <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>DECIMAL</th> <th>SEXAGESIMAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LATITUD:</td> <td>37.787760720</td> <td>37° 47' 15.93859" N</td> </tr> <tr> <td>LONGITUD:</td> <td>-3.781727389</td> <td>3° 46' 54.21860" O</td> </tr> </tbody> </table>		DECIMAL	SEXAGESIMAL	LATITUD:	37.787760720	37° 47' 15.93859" N	LONGITUD:	-3.781727389	3° 46' 54.21860" O
	DECIMAL	SEXAGESIMAL								
LATITUD:	37.787760720	37° 47' 15.93859" N								
LONGITUD:	-3.781727389	3° 46' 54.21860" O								
	UTM HUSO 30 X UTM 30 (m): 431168.555 Y UTM 30 (m): 4182554.783									
PÁGINA WEB RAP: http://www.ideandalucia.es/portal/web/portal-posicionamiento PÁGINA WEB LAGC: http://www.uca.es/grup-invest/geodesia/	INFORMACIÓN ADICIONAL INSTITUCIÓN RESPONSABLE: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo. C/ Leonardo Da Vinci, nº 21 (Pabellón de Nueva Zelanda) Isla de La Cartuja. 41092 Sevilla. España E-MAIL IECA: cartografia@juntadeandalucia.es CONTROL GEODÉSICO: Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía (LAGC). Departamento de Matemáticas. Facultad de Ciencias. Campus de Puerto Real. Universidad de Cádiz. 11510 Puerto Real (Cádiz). España. E-MAIL LAGC: geodesia@uca.es									

Figura 5 Reseña Estación UJAE

NOMBRE DEL VÉRTICE: B-1

SEÑALIZACIÓN: Hito de ferralla
junto a estaca de madera.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Sistema de Ref: ETRS89

Longitud: 3° 44' 41.228807''O

Latitud: 37° 48' 37.031628''N

COORDENADAS UTM (huso 30)

Sistema de Ref: ETRS89

X: 434441.240 m

Y: 4185027.487 m

Altitud (H) 426.191 m

SITUACIÓN: Salida Norte del
Término Municipal de Puente
Tablas, junto a la carretera
JV-3012. P.K. 4+320

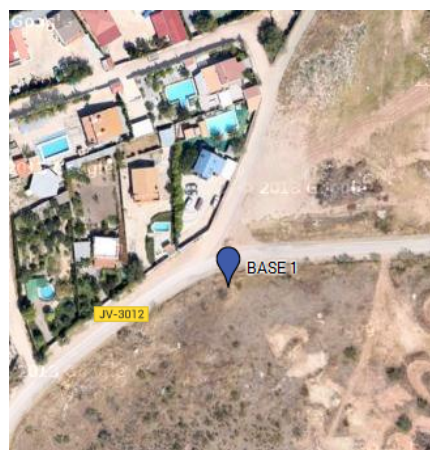
ACCESO: Desde Puente Tablas
dirección Torrequebradilla, a la
derecha del cruce, entre la cuenta
y la valla que delimita una
propiedad.

PROVINCIA: Jaén

TÉRMINO MUNICIPAL:
Puente Tablas

HOJA M.T.N. 1/25.000: 947-I

Imagen aérea:



Fotografía de campo:



NOMBRE DEL VÉRTICE: B-2

SEÑALIZACIÓN: Hito de ferralla
junto a estaca de madera.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Sistema de Ref: ETRS89
Longitud: 3° 44' 21.681433''O
Latitud: 37° 48' 38.843596''N

COORDENADAS UTM (huso 30)

Sistema de Ref: ETRS89
X: 434919.642 m
Y: 4185079.536 m

Altitud (H) 486.712 m

SITUACIÓN: Salida Norte del
Término Municipal de Puente
Tablas, junto a la carretera
JV-3012. P.K. 4+754

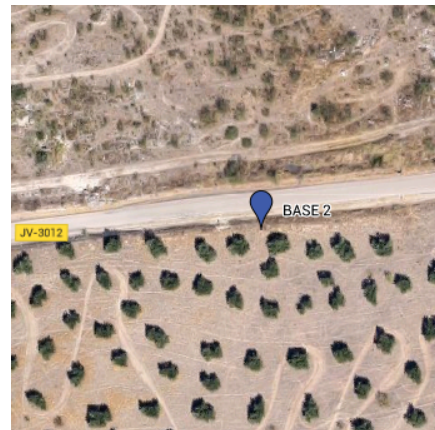
ACCESO: Desde Puente Tablas
dirección Torrequebradilla, a la
derecha de la carretera en
sentido de avance, junto a obra
de drenaje transversal y próxima
a una roca de gran tamaño

PROVINCIA: Jaén

TÉRMINO MUNICIPAL:
Puente Tablas

HOJA M.T.N. 1/25.000: 947-I

Imagen aérea:



Fotografía de campo:



NOMBRE DEL VÉRTICE: B-3

SEÑALIZACIÓN: Hito de ferralla
junto a estaca de madera.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Sistema de Ref: ETRS89

Longitud: 3° 44' 9.804603''O

Latitud: 37° 48' 40.815939''N

COORDENADAS UTM (huso 30)

Sistema de Ref: ETRS89

X: 435210.523 m

Y: 4185138.031 m

Altitud (H) 501.855 m

SITUACIÓN: Explanada junto a la
Carretera JV-3012 entre Puente
Tablas y Torrequebradilla.
P.K. 5+310

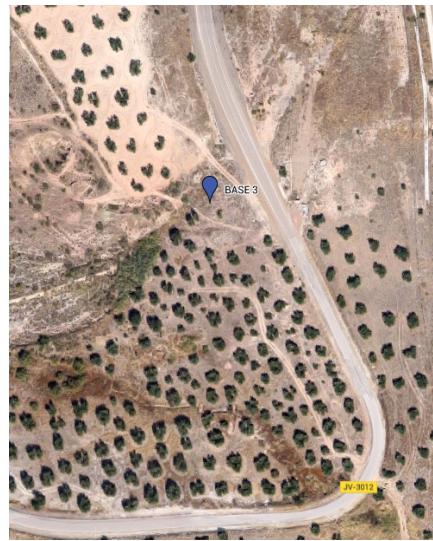
ACCESO: Desde Puente Tablas
dirección Torrequebradilla, en la
explanada situada a la izquierda
de la carretera, justo antes del
reasfaltado por la construcción
del puente y junto a un hito de
cemento propiedad de la Junta de
Andalucía.

PROVINCIA: Jaén

TÉRMINO MUNICIPAL:
Puente Tablas

HOJA M.T.N. 1/25.000: 947-I

Imagen aérea:



Fotografía de campo:



2.1.5.- Incertidumbres a priori

Mediante el estudio y propagación de incertidumbres para observaciones topográficas, se ha de acreditar que la instrumentación y el método son adecuados para la realización del trabajo. De este modo se comprueban y evalúan las incertidumbres en cada una de las fases del trabajo. En este apartado se realiza un estudio de las precisiones que se pueden obtener a priori. También se hace un cálculo aproximado con una serie de datos tomados sobre la cartografía existente y las características técnicas de la instrumentación que se va a utilizar en este trabajo.

- Tolerancia Planimétrica

La incertidumbre de medida máxima en planimetría no puede exceder del límite de percepción visual, que es de 0,2 mm. Por lo tanto para una escala de 1/1.000:

✓ $T_p = 0,2 \text{ mm} \cdot \text{Denominador de la escala (1.000)} = 0,20 \text{ m}$

- Tolerancia Altimétrica.

La tolerancia altimétrica se establece como un cuarto de la equidistancia entre las curvas de nivel, por lo tanto si se considera una equidistancia de un metro entre curvas la tolerancia altimétrica es de 0,25 m

✓ $T_a = 1/4 \cdot 1 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$

Planimetría

Para la evaluación de las incertidumbres en planimetría debe tenerse en cuenta la metodología que se desarrolla.

Así para evaluar esta incertidumbre se revisa la distancia radiada desde la estación de referencia UJAE con una de las bases de la red principal y ésta con los puntos levantados mediante RTK, utilizando el punto más alejado para evaluar esta incertidumbre.

Procesando estas observaciones, y ajustando las líneas bases entre ellas se puede dotar de coordenadas ajustadas a una de las líneas Bases, para el posterior levantamiento topográfico.

Para la evaluación de la incertidumbre de medida según el método de observación inicial en estático se ha de contar con:

Líneas Bases

- Incertidumbre estándar en el cálculo de las líneas base, a partir de las especificaciones dadas por el fabricante, que en este caso indica una incertidumbre estándar en estático de 5 mm + 0,5 ppm. Por lo tanto:

Base 1: Distancia aproximada entre la base B1 y UJAE: 3800 metros

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(ppm * Dmax[Km])^2}{1000000}} = \pm 0,005 \text{ m}$$

Base 2: Distancia aproximada entre la base B2 y UJAE: 4200 metros

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(ppm * Dmax[Km])^2}{1000000}} = \pm 0,005 \text{ m}$$

Base 3: Distancia aproximada entre la base B3 y UJAE: 4500 metros

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(ppm * Dmax[Km])^2}{1000000}} = \pm 0,005 \text{ m}$$

Nota: Se ha utilizado la base B3 por ser la más lejana a la estación permanente de Jaén.

La incertidumbre estándar de estacionamiento para la estación de referencia GNSS permanente UJAE, se considera cero, $\sigma_{eRef} = 0$

La incertidumbre estándar de estacionamiento para la base, en este caso Base 3, sobre trípode se considera $\sigma_e = \pm 0,001 \text{ m}$

Por tanto, la incertidumbre estándar en el posicionamiento estático es la componente cuadrática de las incertidumbres anteriormente calculadas:

$$\sigma_{estático} = \sqrt{\sigma_{LB}^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{eRef}^2} = 0,005 \text{ m}$$

Levantamiento topográfico en RTK

Se considera que la incertidumbre estándar cometida en la observación en tiempo real (RTK) depende de cuatro componentes.

La primera es la incertidumbre estándar de estacionamiento de la base fija de referencia.

$$\sigma_e = \pm 0,001 \text{ m}$$

La segunda es la incertidumbre estándar de la señal:

$$\sigma_s = \pm 0,005 \text{ m}$$

Tercera, se tiene la incertidumbre estándar por inclinación del jalón, y aparece igualmente en todos los puntos que se toman con el receptor móvil, la incertidumbre estándar por inclinación del jalón es:

$$\sigma_j = m * \frac{B' * 60}{r''} = \pm 0,005 \text{ m}$$

Siendo:

$$- m = 2 \text{ m}, r = 206265'' \text{ y } B = 8'$$

Por último está la incertidumbre estándar en la media de los datos, para esta estimación se toma la observación de más distancia de la medición. La incertidumbre estándar que se produce en esta observación es:

$$\text{Precisión en Cinemático} = \pm 10\text{mm} + 1\text{ppm}$$

$$\text{Mayor distancia} = 400\text{m}$$

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(\text{ppm} * D_{\text{max}}[\text{Km}])^2}{1000000}} = \pm 0,010 \text{ m}$$

La incertidumbre estándar total prevista para una observación RTK, es la componente cuadrática de las incertidumbres anteriormente calculadas y cuyo valor es:

$$\sigma_{RTK} = \sqrt{\sigma_{LB}^2 + \sigma_e^2 + \sigma_s^2 + \sigma_j^2} = 0,012 \text{ m}$$

Considerando que la tolerancia es una incertidumbre expandida (por criterio, de 99,7%), la incertidumbre total expandida al 99,7% debe ser inferior a la tolerancia establecida en el Pliego de Condiciones (0,20 m).

Incertidumbre estándar expandida en el posicionamiento estático:

$$3,5 \cdot \sigma_{\text{estático}} = 0,018 \text{ m}$$

Incertidumbre estándar expandida de las observaciones RTK:

$$3,5 \cdot \sigma_{RTK} = 0,042 \text{ m}$$

Por lo tanto, la incertidumbre total estándar expandida será:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{estático}}^2 + \sigma_{RTK}^2} = \sqrt{0,018^2 + 0,042^2} = 0,046 \text{ m} < 0,200 \text{ m}$$

Como se puede observar este valor es inferior a la tolerancia planimétrica establecida en el pliego de condiciones técnicas, cuyo valor es de 0,200 m

Altimetría

Al igual que en la evaluación de la incertidumbre en planimetría, en altimetría también se ha de tener en cuenta la metodología con la que se desarrolla el trabajo. Se ha de revisar la distancia radiada entre la estación de referencia UJAE con las bases de la red principal, y la distancia de éstas y los puntos del levantamiento RTK, utilizando las distancias máximas para la evaluación de la incertidumbre.

Líneas Bases en estático

- Incertidumbre estándar en el cálculo de las líneas base, en este caso y coincidiendo con planimetría, indica una incertidumbre estándar en estático de 10 mm + 0,5 ppm. Por lo tanto:

Base 1: Distancia aproximada entre la base 1 y UJAE: 3800 metros

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(\text{ppm} * D_{\text{max}}[\text{Km}])^2}{1000000}} = \pm 0,010 \text{ m}$$

Base 2: Distancia aproximada entre la base 2 y UJAE: 4200 metros

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(\text{ppm} * D_{\text{max}}[\text{Km}])^2}{1000000}} = \pm 0,010 \text{ m}$$

Base 3: Distancia aproximada entre la base 3 y UJAE: 4500 metros

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(\text{ppm} * D_{\text{max}}[\text{Km}])^2}{1000000}} = \pm 0,010 \text{ m}$$

La incertidumbre estándar de estacionamiento para la estación de referencia GNSS permanente UJAE, se vuelve a considerar 0, $\sigma_{eRef} = 0$

La incertidumbre estándar de estacionamiento para la base tres, sobre trípode se considera $\sigma_e = \pm 0,001 \text{ m}$

La incertidumbre estándar en el posicionamiento estático es la componente cuadrática de las incertidumbres previamente calculadas:

$$\sigma_{\text{estático}} = \sqrt{\sigma_{LB}^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{eRef}^2} = 0,010 \text{ m}$$

Levantamiento topográfico en RTK

La incertidumbre estándar cometida en la observación en tiempo real (RTK) depende de varios componentes.

La incertidumbre estándar al medir la altura de la estación de referencia se considera:

$$\sigma_{ie} = \pm 0,001 \text{ m}$$

La incertidumbre estándar al medir la altura del equipo móvil, tomando como altura 2 metros, se considera nula:

$$\sigma_{imov} = 0$$

Otra componente es la incertidumbre estándar por inclinación del jalón, que aparece igualmente en todos los puntos que se toman con el receptor móvil. La incertidumbre estándar por inclinación del jalón es:

$$\sigma_j = m * (1 - \cos B) = \pm 0,0000054 \text{ m}$$

Siendo:

$$- \quad m = 2 \text{ m, y } B = 8'$$

Nota: Normalmente este valor suele pasar desapercibido por ser un valor muy pequeño, aunque conceptualmente conviene tenerlo en cuenta.

Por último se estima la incertidumbre estándar de precisión del equipo GNSS, en la observación de la línea base:

$$\text{Precisión en Cinemático} = \pm 20\text{mm} + 1\text{ppm}$$

$$\text{Mayor distancia} = 400 \text{ m}$$

$$\sigma_{LB} = \sqrt{a(m)^2 + \frac{(\text{ppm} * D_{\text{max}}[\text{Km}])^2}{1000000}} = \pm 0,020 \text{ m}$$

La incertidumbre estándar total para una observación RTK, es la componente cuadrática de las incertidumbres anteriormente calculadas y cuyo valor es:

$$\sigma_{RTK} = \sqrt{\sigma_e^2 + \sigma_{imov}^2 + \sigma_{LB}^2 + \sigma_j^2} = 0,020 \text{ m}$$

La incertidumbre total expandida al 99,7% debe ser inferior a la tolerancia establecida en el Pliego de Condiciones, que es igual a 1/4 de la equidistancia. (0,25m)

Incertidumbre estándar expandida en el posicionamiento estático:

$$3 \cdot \sigma_{\text{estático}} = 0,030 \text{ m}$$

Incertidumbre estándar expandida de las observaciones RTK:

$$3,5 \cdot \sigma_{RTK} = 0,060 \text{ m}$$

Por lo tanto, la incertidumbre total estándar expandida será:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\text{estático}}^2 + \sigma_{RTK}^2} = \sqrt{0,030^2 + 0,060^2} = 0,067 \text{ m} < 0,25 \text{ m}$$

La incertidumbre total estándar expandida es inferior a la tolerancia altimétrica establecida en el pliego de condiciones técnicas.

2.2.- Trabajo de campo

En este anejo se explican los trabajos topográficos a desarrollar sobre los terrenos en los que se ejecutará el proyecto. Es la fase del proyecto en la que se lleva a cabo la toma de datos en campo, con los equipos topográficos.

2.2.1.- Materialización de las bases de la red principal

La obtención de las coordenadas de las bases de la red principal se realiza mediante observaciones GNSS en modo estático relativo, tal y como se ha mencionado anteriormente. Los vértices se materializan mediante un hito de ferralla, éste es el punto exacto de la medida. El hito de ferralla está acompañado de una estaca de madera y un círculo de pintura roja para facilitar su localización. A continuación se muestra la figura correspondiente a la base B2.

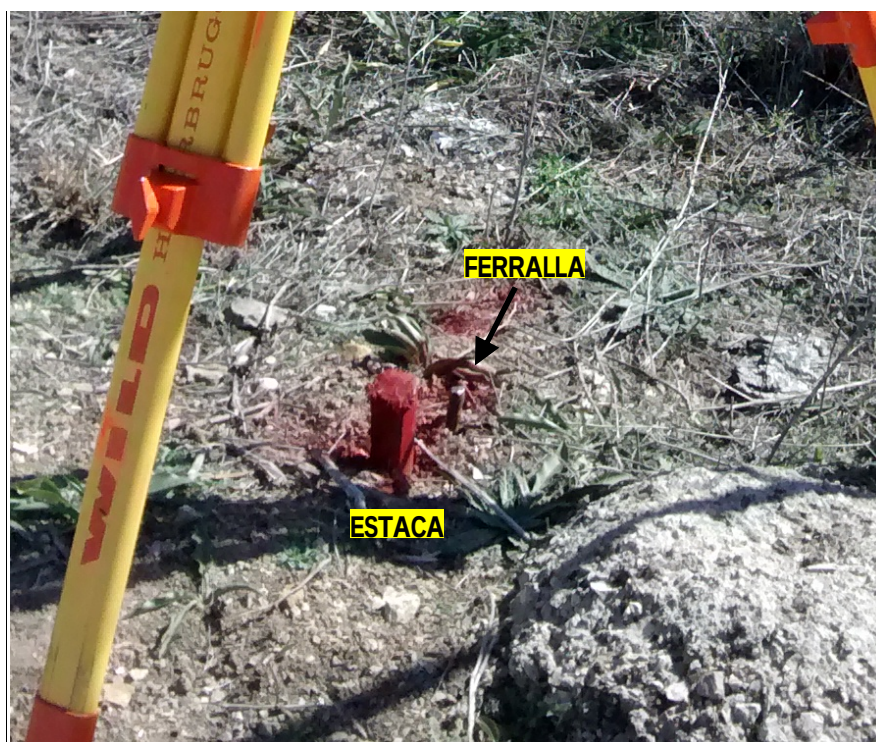


Figura 6 B2

2.2.2.- Observaciones GNSS en Estático

La determinación de las coordenadas precisas de las bases de la red principal por el método GNSS se realiza en estático y post proceso. Finalmente se han empleado dos de las tres bases como estaciones de referencia de los equipos móviles para el levantamiento topográfico trabajando en RTK y cuyo sistema de coordenadas se ha definido de la siguiente forma:

Nombre -> ETRS89 UTM 30

Elipsoide -> GRS80

Proyección -> UTM30

Los equipos GNSS se estacionan en dos bases simultáneamente para así obtener la línea base entre ellos. Los intervalos de tiempo de observación son de 60 minutos, el objetivo de estos tiempos de observación tan extensos es obtener una redundancia de datos que nos asegure una buena precisión en las coordenadas de las bases

Tabla 1 Metodología Modo Estático

METODOLOGÍA	
<i>Medidas</i>	En código y fase
<i>Observación</i>	Modo estático
<i>Precisión</i>	Subcentimétrica
PARÁMETROS	
<i>Máscara de elevación</i>	15°
<i>Frecuencias</i>	L1,L2
<i>Épocas</i>	15 segundos
<i>Tiempo de observación</i>	60 minutos
<i>Toma de datos</i>	Compacta

Se mide las líneas base entre la estación permanente UJAE y cada una de las bases y entre las bases

2.2.3.- Observaciones GNSS en Cinemático Relativo (RTK Real Time Kinematic)

Los vértices elegidos B1, B2 y B3 están situados a lo largo de toda la zona de actuación por lo que se emplea la base más conveniente para realizar el levantamiento. Para la observación se utiliza dos equipos GNSS bifrecuencia uno usado como base y otro como receptor. Se coloca el receptor fijo sobre la base B1 y tras hacer una inicialización de los aparatos, se puede empezar a tomar puntos de interés para el levantamiento. Una vez configurados los equipos se toman sobre el terreno todos los puntos necesarios para generar un modelo digital de toda la zona delimitada para la ejecución de este proyecto. Cuando sea necesario por condiciones de visibilidad o recepción de la señal del equipo móvil, se cambia el equipo fijo a la base que ofrezca una mejor comunicación.

Tabla 2 Metodología Modo RTK

METODOLOGÍA	
<i>Medidas</i>	En código y fase
<i>Observación</i>	Modo RTK
<i>Precisión</i>	Centimétrica
PARÁMETROS	
<i>Máscara de elevación</i>	15°
<i>Frecuencias</i>	L1,L2
<i>Épocas</i>	Manual (2-5 seg.)
<i>Toma de datos</i>	Compacta

El sistema de coordenadas es el mismo que se ha definido anteriormente.

2.3.- Trabajos de gabinete

2.3.1.- Procesado de datos

Con el procesamiento de los datos obtenidos de las observaciones, se persigue la obtención de las coordenadas de todos los puntos observados, para posteriormente elaborar el levantamiento. El procesado de datos se realiza con el programa Leica Geo Office, un software específico para tratamiento de datos.

Para realizar el procesado y el ajuste se descargan los ficheros con los datos que se obtienen de las observaciones de los equipos GNSS y de la base de coordenadas conocidas de la estación permanente de la Red Andaluza de Posicionamiento, R.A.P. Se utiliza la base UJAE de la R.A.P. para referenciar la red de bases del proyecto con el sistema de referencia que se trabaja en España.

Los ficheros obtenidos desde la web R.A.P. son archivos RINEX de observaciones correspondientes a la fecha y hora de la toma de datos de las bases. El resultado después del post-proceso de los datos, es la obtención de los vectores que determinan los incrementos de coordenadas relativas entre las estaciones. Para realizar la compensación de la red primero se define como punto de control la base UJAE, y como móvil los datos tomados en campo, anclando de esta forma el proyecto a la red R.A.P., posteriormente se ajusta el triángulo formado por la red de bases compuestas por las tres bases GNSS y la estación UJAE. A continuación, la tabla 3 muestra las coordenadas geodésicas de las bases y su precisión en la altitud elipsoidal.

Tabla 3 Coordenadas Geodésicas y precisión

Base	Latitud	Longitud	Alt. Elipsoidal h[m]	Sdh[m]
B1	37° 48' 37,031628"N	3° 44' 41,228807"O	475,762	0,004
B2	37° 48' 38,843596"N	3° 44' 21,681433"O	486,712	0,005
B3	37° 48' 40,815939"N	3° 44' 09,804603"O	501,855	0,004

Utilizando el Programa de Aplicaciones Geodésicas (PAG) proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), se calcula el valor de la ondulación del geoide, dotando de altitud ortométrica a todos los puntos del levantamiento.

Para este levantamiento la ondulación media es de 49,570m, dato obtenido con el promedio de las ondulaciones de los vértices calculados con el PAG, cuyas ondulaciones son 49,571m, 49,570m y 49,569m para B1, B2 y B3 respectivamente. La tabla 4 muestra las coordenadas X e Y, altitud H y precisiones de las bases.

Tabla 4 Coordenadas UTM de las Bases y Altitudes Ortométricas

Base	X [m]	Y[m]	H [m]	SdX[m]	SdY [m]
B1	434441,240	4185027,487	426,191	0,001	0,002
B2	434919,642	4185079,536	437,142	0,002	0,002
B3	435210,523	4185138,031	452,286	0,002	0,002

2.3.2.-Evaluación de incertidumbres

Una vez realizadas las observaciones y el procesado de datos, se evalúa las incertidumbres de las observaciones topográficas mediante la ley de propagación de incertidumbres.

Se parte de los datos calculados en el procesado de las observaciones con Leica Geo Office, para la Base 3, ya que es esta la que mayores incertidumbres presenta, esto significa que si la base 3 está en tolerancia, las demás bases también lo estarán. Se estudiará planimetría y altimetría por separado.

Incertidumbre a posteriori

Planimetría

Para el estudio de las incertidumbres a posteriori se consideran las incertidumbres estándar calculadas en la observación de las líneas base y que se encuentran en los informes obtenidos.

Bases

Base 3:

$$\sigma_A = 0,0020m$$

$$\sigma_{XY} = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} = 0,0018m$$

$$\sigma_B = 0,0016m$$

Levantamiento RTK

Para el cálculo de la incertidumbre estándar se comparan las desviaciones estándar planimétricas de cada uno de los puntos levantados en RTK, se elige el punto de mayor incertidumbre de todos ellos, teniendo así una desviación en la coordenada "X" y en la coordenada "Y", y como componente cuadrática la incertidumbre en la línea base:

La incertidumbre estándar en la obtención de coordenadas con GNSS se obtiene en función de las siguientes componentes:

Incetidumbres estándar en el cálculo de la línea base:

Esta incertidumbre es el resultado de la componente cuadrática de la incertidumbre promedio estándar en x e y.

$$\sigma_{LB} = \sqrt{(\sqrt{Q_{11}})^2 + (\sqrt{Q_{22}})^2} = 0,006m$$

Donde:

$$\sqrt{Q_{11}} = \sqrt{Q_{22}} = 0,004 m$$

Incertidumbre estándar de estación: $\sigma_e = 0,001\text{m}$

Incertidumbre estándar de señal: $\sigma_s = 0,001\text{m}$

Incertidumbre estándar de inclinación del jalón:

$$\sigma_j = m * \frac{B' * 60}{r''} = \pm 0,005 \text{ m}$$

Siendo:

$m = 2 \text{ m}$, $r = 206265''$ y $B = 8'$

La incertidumbre estándar en el posicionamiento RTK:

$$\sigma_{RTK} = \sqrt{\sigma_{LB}^2 + \sigma_e^2 + \sigma_s^2 + \sigma_j^2} = 0,008 \text{ m}$$

La incertidumbre en el levantamiento topográfico de los puntos es:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{XY}^2 + \sigma_{RTK}^2} = 0,010 \text{ m}$$

La incertidumbre estándar expandida al 99,7%:

$$3,5 * \sigma = 0,035 < 0,20 \text{ m}$$

Por lo que se comprueba que está en tolerancia planimétrica.

Altimetría

Bases

A continuación se emplea la incertidumbre estándar que nos proporciona el informe, que se adjunta en el CD, para altimetría.

$e_h = 0,0042\text{m}$

Levantamiento en RTK

Para la evaluación de las incertidumbres altimétricas, al igual que en las incertidumbres planimétricas se revisan las incertidumbres estándar que se producen en los puntos levantados con RTK, obteniendo un valor de desviación estándar en altitud elipsoidal:

Para el estudio de la incertidumbre en el levantamiento RTK se analizan los siguientes componentes:

Incertidumbre estándar en la altura de la estación de referencia:

$\sigma_{iest} = 0,001\text{m}$

Incertidumbre estándar al medir la altura del equipo móvil, tomando como altura 2m, se considera el error nulo:

$$\sigma_{imov} = 0,000m$$

Incertidumbre estándar de las desviaciones estándar de la altura elipsoidal

$$\sigma_{h.prom} = \sqrt{Q_{33}} = \pm 0,010m$$

La incertidumbre estándar en el posicionamiento RTK es la componente cuadrática de las anteriores incertidumbres:

$$\sigma_{RTK} = \sqrt{\sigma_{iest}^2 + \sigma_{imov}^2 + \sigma_{h.prom}^2} = 0,010 m$$

La incertidumbre cometida en la altura de los puntos en el levantamiento topográfico es de:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_{RTK}^2} = 0,011 m$$

La incertidumbre estándar expandida al 99,7%:

$$3 * \sigma = 0,0330 < 0,25 m$$

Por lo que se comprueba que está en tolerancia altimétrica.

Tanto la incertidumbre planimétrica como la incertidumbre altimétrica están dentro de tolerancia, ergo la metodología e instrumentación empleada han sido válidas para este trabajo.

2.3.3.- Cartografía

Programas informáticos utilizados:

Autocad 2007

Es un programa informático de diseño gráfico que trabaja fundamentalmente con herramientas de dibujo y se va a emplear para la realización de los distintos planos que componen el proyecto. Con este programa se añaden al modelo los elementos básicos que componen un plano: leyenda, norte geográfico, cajetín con el formato determinado para posteriormente imprimirlo a la escala requerida, escala gráfica, cuadrícula UTM, etc.

MDT 6.0.

Este programa se utiliza para obtener el modelo digital del terreno a partir de las coordenadas de los puntos que han sido calculados previamente.

La nube de puntos se importa desde un fichero ASCII. Este se almacena como un fichero con la extensión .TXT, separado por comas, (Número, X, Y, H) que contenga el listado de coordenadas de los puntos. Se importa a través de MDT y con este programa se hace la triangulación y el curvado de los mismos. También permite realizar el trazado geométrico, los perfiles transversales y longitudinales, el cálculo de la cubicación y generar el nuevo trazado resultante.

A continuación se muestra una tabla con los primeros cuarenta puntos del levantamiento que han sido importados con MDT y con los que se han realizado el proyecto. El listado completo de puntos se adjunta en el CD en formato TXT. y con el nombre "Puntos.txt".

Tabla 5 Puntos importados con MDT

ID Punto	Coord. X[m]	Coord. Y[m]	H[m]
1	434407.431	4185012.97	474.053
2	434412.251	4185016.22	474.306
3	434417.381	4185019.59	474.578
4	434422.918	4185023.03	474.779
5	434426.91	4185025.41	474.949
6	434431.621	4185027.48	475.072
7	434439.165	4185029.8	475.205
8	434446.62	4185031.21	475.36
9	434455.112	4185032.25	475.546
10	434470.013	4185033.2	475.849
11	434495.438	4185034.57	476.317
12	434495.649	4185033.48	476.186
13	434495.953	4185030.07	476.443
14	434498.858	4185029.92	476.463
15	434498.396	4185033.32	476.302
16	434498.996	4185034.81	476.350
17	434446.631	4185051.82	474.685
18	434447.505	4185049.93	474.707
19	434444.222	4185045.28	474.954
20	434442.995	4185040.49	475.297
21	434447.802	4185041.37	475.302
22	434452.738	4185045.7	474.793
23	434458.034	4185047.52	474.818
24	434462.867	4185042.24	475.032
25	434467.703	4185042.88	475.109
26	434469.789	4185046.43	475.004
27	434473.843	4185048.03	474.947
28	434477.238	4185046.29	475.092
29	434480.408	4185043.14	475.187
30	434483.211	4185045.62	475.259
31	434484.558	4185048.36	474.992
32	434486.53	4185051.37	474.789
33	434489.476	4185052.28	474.734
34	434490.4	4185048.32	475.094
35	434491.095	4185043.92	475.273
36	434495.766	4185044.1	475.293
37	434498.165	4185048.39	475.238
38	434500.775	4185052.31	474.812
39	434504.625	4185052.97	474.836
40	434505.911	4185048.82	475.223

Para la elaboración de la cartografía base, se siguen las “Prescripciones técnicas para la elaboración de la cartografía”, del Pliego de Condiciones (Documento III). La cartografía base del proyecto está compuesta por un plano topográfico a escala 1/1.000 donde aparecen todos los detalles planimétricos.

Se importa el archivo .txt que contiene las coordenadas de todos los puntos del levantamiento y se obtiene como resultado una nube de puntos en la pantalla. A partir de la nube de puntos se dibuja la planimetría usando las herramientas de dibujo de Autocad. Además de la planimetría de la zona como son carreteras, caminos, cunetas, arroyos, etc. hay que aportar información al programa de líneas de roturas, islas y la línea de contorno, necesaria para realizar el modelo. Una vez que se tiene la planimetría dibujada, el siguiente paso es realizar el modelo digital

Para el plano topográfico a escala 1/1000 curvado con una equidistancia de 1m, en el que aparece las curvas maestras etiquetadas cada 5m, se ha llevado a cabo con la aplicación MDT6.0.

Una vez importados los puntos del levantamiento se realiza la triangulación, con este proceso todos los puntos quedan conectados entre sí por las líneas que forman los triángulos, identificando correctamente las líneas de rotura para que el modelo corresponda con la realidad.

A continuación se hace el curvado, que consiste en la interpolación de curvas de nivel entre los puntos a partir de la información altimétrica que se dispone de la triangulación. En este caso hay que especificar al programa la equidistancia entre curvas de nivel (1m), entre curvas directoras (5m) y un factor de suavizado (5).

Tras la revisión y corrección de los posibles errores cometidos por el programa MDT, como por ejemplo cortes entre curvas o curvas fuera de la zona de trabajo, se procede a etiquetar el curvado manualmente, de este modo se tiene el plano y el modelo digital del terreno terminado.

2.3.4.- Diseño Geométrico del Proyecto y cálculo de volúmenes

Partiendo del plano topográfico, se realiza el diseño de los ejes definitorios de los viales tanto del tronco principal, como de los ramales, glorieta y zona de aparcamiento que se adjunta en el plano de diseño geométrico a escala 1/1000.

- Introducción

En el presente proyecto se pretende acondicionar un tramo de la carretera JV-3012 en las proximidades del enclave poblacional de Puente Tablas, dirección Torrequebradilla, enlazando este nuevo vial con una miniglorieta al vial ya existente, así como de facilitar el acceso a la zona arqueológica Ibérica que allí se encuentra además de a acondicionar una zona de aparcamientos

Para el acondicionamiento se ha diseñado un nuevo tronco principal de novecientos veinte metros, una glorieta de ocho metros y medio de diámetro exterior, dos ramales y una zona de aparcamiento de tres mil metros cuadrados.

La normativa específica existente se incluye en el Pliego de Condiciones Técnicas del presente proyecto.

Trazado en planta y alzado

- **EJES**

- ✖ **Tronco Principal**

Tipo	P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Azimut [g]	Radio [m]	Longitud [m]
Curva	0,000	434463,681	4185044,316	111,3722	-150,000	31,326
Recta	31,326	434494,864	4185041,998	96,8764	0,000	171,284
Curva	202,61	434665,941	4185050,398	97,0780	-140,000	23,684
Recta	226,293	434689,396	4185053,476	83,4989	0,000	90,844
Curva	317,138	434777,205	4185076,760	83,8295	385,000	78,546
Recta	395,683	434854,711	4185088,632	96,1413	0,000	103,652
Curva	499,335	434958,172	4185094,911	96,1411	125,000	77,521
Recta	576,856	435032,096	4185076,077	134,5986	0,000	81,537
Curva	658,393	435101,885	4185033,913	135,7435	-86,000	52,187
Recta	710,580	435151,573	4185020,799	97,4267	0,000	53,908
Curva	764,488	435205,437	4185022,978	100,6696	-55,000	113,637
Recta	878,125	435254,677	4185103,607	371,4025	0,000	42,022
	920,147	435236,429	4185141,460	371,4025		

- ✖ **Ramal 2**

Tipo	P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Azimut [g]	Radio [m]	Longitud [m]
Recta	0,000	434456,741	4185056,691	22,2529	0,000	80,434
	80,434	434484,288	4185132,261	22,2529		

- ✖ **Ramal 3**

Tipo	P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Azimut [g]	Radio [m]	Longitud [m]
Recta	0,000	434451,600	4185041,019	270,2488	0,000	29,742
	29,742	434425,047	4185027,620	270,2488		

✖ Miniglorieta

Tipo	P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	Azimut [g]	Radio [m]	Longitud [m]
Curva	0,000	434461,015	4185045,692	230,3237	5,500	8,639
Curva	8,639	434453,605	4185043,326	330,3237	5,500	8,639
Curva	17,279	434451,239	4185050,735	30,3237	5,500	8,639
Curva	25,918	434458,649	4185053,101	130,3237	5,500	8,639
Curva	34,558	434461,015	4185045,690	230,324		

• Rasantes

Todos los inicios de rasante tanto del tronco principal como de los ramales tienen la misma cota que el lateral exterior del carril de la rotonda

✖ Miniglorieta

P.K. [m]	Cota [m]	Kv [m]	Tangente [m]	Flecha [m]	Pendiente [%]
0,000	425,338	0,000	0,000	0,000	0,0000
34,558	425,338	0,000	0,000	0,000	

✖ Tronco Principal

P.K. [m]	Cota [m]	Kv [m]	Tangente [m]	Flecha [m]	Pendiente [%]
0,000	425,278	0,000	0,000	0,000	2,870
202,34	431,079	1100,000	4,866	0,011	3,750
349,753	436,608	900,000	19,305	0,207	-0,540
442,65	436,107	1374,000	37,075	0,500	4,860
761,383	451,589	1085,000	14,473	0,097	2,190
894,157	454,496	0,000	0,000	0,000	-0,730
902,503	454,435	0,000	0,000	0,000	-1,060
909,749	454,358	0,000	0,000	0,000	0,050
915,732	454,361	0,000	0,000	0,000	-0,4300
920,147	454,342	0,000	0,000	0,000	

✖ Ramal 2

P.K. [m]	Cota [m]	Kv [m]	Tangente [m]	Flecha [m]	Pendiente [%]
0,000	425,278	0,000	0,000	0,000	-7,750
80,434	419,045	0,000	0,000	0,000	

× Ramal 3

P.K. [m]	Cota [m]	Kv [m]	Tangente [m]	Flecha [m]	Pendiente [%]
0,000	425,278	0,000	0,000	0,000	0,820
29,742	425,520	0,000	0,000	0,000	

• Coordenadas de los puntos del eje

× Tronco Principal

P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	H [m]
0,000	434463,681	4185044,316	425,278
20,000	434483,541	4185042,083	425,853
40,000	434503,527	4185042,423	426,426
60,000	434523,503	4185043,404	427,000
80,000	434543,479	4185044,385	427,573
100,000	434563,455	4185045,366	428,146
120,000	434583,431	4185046,347	428,719
140,000	434603,407	4185047,328	429,292
160,000	434623,383	4185048,308	429,866
180,000	434643,359	4185049,289	430,439
200,000	434663,335	4185050,270	431,015
202,340	434665,672	4185050,385	431,090
220,000	434683,219	4185052,272	431,741
240,000	434702,644	4185056,989	432,492
260,000	434721,976	4185062,115	433,242
280,000	434741,308	4185067,242	433,992
300,000	434760,640	4185072,368	434,742
320,000	434779,979	4185077,469	435,492
340,000	434799,492	4185081,845	436,192
349,753	434809,083	4185083,610	436,401
360,000	434819,206	4185085,201	436,507
380,000	434839,067	4185087,530	436,445
400,000	434859,020	4185088,894	436,337
420,000	434878,983	4185090,105	436,305
440,000	434898,946	4185091,317	436,553
442,650	434901,591	4185091,477	436,607
460,000	434918,909	4185092,528	437,091
480,000	434938,873	4185093,740	437,921
500,000	434958,836	4185094,950	438,893
520,000	434978,809	4185094,456	439,864
540,000	434998,448	4185090,787	440,836
560,000	435017,251	4185084,036	441,807
580,000	435034,786	4185074,451	442,779

600,000	435051,905	4185064,109	443,750
620,000	435069,023	4185053,767	444,722
640,000	435086,141	4185043,425	445,693
660,000	435103,253	4185033,071	446,664
680,000	435121,420	4185024,816	447,636
700,000	435141,001	4185020,970	448,607
720,000	435160,985	4185021,180	449,579
740,000	435180,969	4185021,988	450,550
760,000	435200,952	4185022,796	451,443
761,383	435202,334	4185022,852	451,492
780,000	435220,766	4185024,989	451,997
800,000	435238,647	4185033,701	452,434
820,000	435252,260	4185048,202	452,872
840,000	435259,826	4185066,597	453,310
860,000	435260,354	4185086,480	453,748
880,000	435253,863	4185105,296	454,186
894,157	435247,715	4185118,048	454,496
900,000	435245,178	4185123,312	454,453
915,732	435238,346	4185137,483	454,361
920,000	435236,493	4185141,328	454,343
920,147	435236,429	4185141,460	454,342

✖ Ramal 2

P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	H [m]
0,000	434456,741	4185056,691	425,278
10,000	434460,166	4185066,086	424,505
20,000	434463,591	4185075,482	423,730
30,000	434467,016	4185084,877	422,954
40,000	434470,440	4185094,272	422,179
50,000	434473,865	4185103,668	421,404
60,000	434477,290	4185113,063	420,629
70,000	434480,715	4185122,458	419,854
80,000	434484,139	4185131,853	419,079
80,434	434484,288	4185132,261	419,045

✖ Ramal 3

P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	H [m]
0,000	434451,600	4185041,019	425,278
10,000	434442,672	4185036,514	425,362
20,000	434433,744	4185032,009	425,445
29,742	434425,047	4185027,620	425,520

✖ Miniglorieta

P.K. [m]	Coord. X [m]	Coord. Y [m]	H [m]
0,000	434461,015	4185045,692	425,338
10,000	434452,485	4185044,092	425,338
20,000	434453,023	4185052,754	425,338
30,000	434461,289	4185050,111	425,338
34,558	434461,015	4185045,692	425,338

• Movimiento de Tierras

La cubicación se realiza por comparación de perfiles transversales, al ser este el método que más se ajusta al trabajo

✖ Tronco Principal

TOTALES	
Volumen de Desmonte [m ³]	2717,766
Volumen de Terraplén [m ³]	6540,953
Volumen Tierra Vegetal [m ³]	3630,257
Diferencia (Desmonte - Terraplén) [m ³]	-3823,187

✖ Ramal 2

TOTALES	
Volumen de Desmonte [m ³]	638,813
Volumen de Terraplén [m ³]	133,514
Volumen Tierra Vegetal [m ³]	319,392
Diferencia (Desmonte - Terraplén) [m ³]	505,299

✖ Ramal 3

TOTALES	
Volumen de Desmonte [m ³]	266,145
Volumen de Terraplén [m ³]	0,029
Volumen Tierra Vegetal [m ³]	158,597
Diferencia (Desmonte - Terraplén) [m ³]	266,116

✖ Miniglorieta

TOTALES	
Volumen de Desmonte [m ³]	130,059
Volumen de Terraplén [m ³]	26,429
Volumen Tierra Vegetal [m ³]	107,13
Diferencia (Desmonte - Terraplén) [m ³]	103,63

× Aparcamientos

TOTALES	
Volumen de Desmonte [m3]	716,078
Volumen de Terraplén [m3]	22,668
Volumen Tierra Vegetal [m3]	240,000
Diferencia (Desmonte - Terraplén) [m3]	693,410

TOTALES

TOTALES	
Volumen de Desmonte [m3]	4468,861
Volumen de Terraplén [m3]	6723,593
Volumen Tierra Vegetal [m3]	4455,376
Diferencia (Desmonte - Terraplén) [m3]	-2254,732

Los cálculos en detalle de los “ejes”, “rasantes”, “Coordenadas de los puntos del eje” y “movimientos de tierras” se encuentran adjuntos en el CD, en formato .TXT

3.- Planos

Los planos se encuentran adjuntos en la carpeta **Planos**

4.- Pliego de Condiciones

4.1.- Definición y Alcance del Pliego

El pliego de condiciones constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, conjuntamente con lo indicado en los planos del proyecto, definen todos los requisitos técnicos del trabajo que son objeto del mismo, así como sus condiciones legales y técnicas.

Los documentos indicados contienen además de la descripción general y localización de las obras, las instrucciones para el diseño y medición de la misma según la normativa vigente sobre la materia.

El presente pliego describe las operaciones necesarias para el levantamiento topográfico de una zona de actuación en el sistema de referencia de coordenadas oficial en España, a la fecha del trabajo.

En el mismo queda reflejado el trazado en planta de los ejes, rasantes, secciones tipos, perfiles longitudinales y transversales necesarios para la clara e inequívoca descripción de los trabajos que comportan el proyecto.

Figurará con especial atención (atendiendo al trabajo topográfico que se realiza), las prescripciones técnicas de la cartografía que se elabore.

Todo ello se elaborará detalladamente, con el fin de lograr una eficaz realización de los trabajos que comporten el proyecto

4.2.- Prescripciones Técnicas para la elaboración de la cartografía

El trabajo constará de un levantamiento topográfico a escala 1:1000 y a partir de la información obtenida se generarán los planos necesarios, modelo digital del terreno, diseño de los elementos geométricos, terreno modificado, perfiles longitudinales y perfiles transversales.

Marco de referencia

Sistema de Referencia

El Sistema de Referencia será el de Referencia Europeo (ETRS89) establecido reglamentariamente y constituido por:

Elipsoide GRS80 (WGS84):

A (semieje mayor) = 6.378.137 metros.

α (aplanamiento) = 1:298,257222101

Orígenes de coordenadas geodésicas:

Latitudes referidas al Ecuador y consideradas positivas al Norte.

Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich y consideradas positivas al Este.

Sistema Geodésico

El Sistema Geodésico de referencia está constituido por la Red Regente, y, en su caso, la adaptación al ETRS89 de otros vértices geodésicos (ROI) de la Red Geodésica Nacional.

La altura queda referida al nivel medio del mar definido por el mareógrafo fundamental de Alicante.

Proyección Cartográfica

El Sistema de Representación plana para la cartografía oficial es la proyección conforme, Universal Transversa de Mercator (UTM), en el huso30.

Altimetría

Deberán registrarse las cotas de:

Puntos singulares del terreno: cumbres, collados, puntos de máxima depresión, escarpados.

Vías de comunicación, e hidrografía

Se incluyen los fenómenos carretera, camino, calles, vía férrea y el transporte suspendido por cable entre otros, así como arroyos, vaguadas y confluencias de la zona.

PRECISIONES ADMISIBLES PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

Se establecen las tolerancias posicionales atendiendo a dos criterios fundamentales:

- 1) Atendiendo al límite de percepción visual para la representación planimétrica de la cartografía (0,2 mm).
- 2) Para la representación altimétrica no se permite superar un cuarto de la equidistancia de las curvas de nivel.

PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CARTOGRAFÍA OBTENIDA

La simbología se ajustará en lo posible a las normas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

La cartografía editada reflejará el relieve de la zona mediante una equidistancia de curvas de nivel de 1 metro, con curvas maestras cada 5 metros.

Toda la cartografía llevara superpuesta las cruces que representan la malla UTM, de acuerdo con las características generales aquí recogidas.

Las cruces de malla serán de color azul.

Se representará la cuadrícula UTM cada 100 metros en todos los planos en planta. Además aparecerán los elementos lineales representando la prescripción técnica expuesta para la cartografía, así como los topónimos que se consideren más importantes.

Cada plano aparecerá con su correspondiente cajetín, escala gráfica y numérica, y el norte de la cuadrícula.

4.3.- Prescripciones Técnicas para el Trazado

Las prescripciones técnicas para el trazado del vial determinarán las características tanto en alzado como en perfil de los elementos geométricos proyectado en el trabajo.

Todo lo aquí expuesto debe ser cumplido, atendiendo a la normativa vigente sobre el diseño del trazado de carreteras, NORMA 3.1-IC TRAZADO, DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

4.3.1.- Objetivo y Ámbito de Aplicación

El contenido de esta Norma tiene como finalidad definir la redacción de estudios de carreteras en materia de trazado, que proporcionen unas características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de la circulación compatibles con consideraciones económicas y ambientales. Será de aplicación a todos los proyectos de carreteras de nuevo trazado, con las peculiaridades derivadas de su función y tipo², que se exponen en los sucesivos capítulos y apartados.

Excepcionalmente, se podrán admitir cambios de los criterios desarrollados en la presente Norma con la suficiente y fundada justificación.

En casos especiales, no contemplados en la presente Norma, el proyectista podrá acudir a las guías y textos publicados por el organismo titular de la carretera, o a la realización de estudios específicos.

En proyectos de carreteras urbanas, de carreteras de montaña y de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de mejoras locales en carreteras existentes, podrán disminuirse las características exigidas en la presente Norma justificándose adecuadamente.

A los efectos de la aplicación del párrafo anterior los tipos de carreteras relacionados en el mismo se definen en el anexo de esta Norma.

4.3.2.- Clases de Carreteras y Tipos de Proyectos

4.3.2.1.- Clases de carreteras

A efectos de aplicación de la presente Norma, atendiendo a sus características esenciales, se distinguirán las siguientes:

- i) Según su definición legal (Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobada por el Real Decreto Legislativo 339/1990):

La carretera que aborda el proyecto queda enmarcada como carretera convencional

- ii) Según el número de calzadas:

Carretera de calzada única: Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles.

- iii) Según el grado de control de accesos:

Sin acceso a propiedades colindantes: Son aquéllas en las que el acceso desde el exterior se realiza exclusivamente a través de enlaces o, mediante entradas y salidas directas a otras carreteras

- iv) Según las condiciones orográficas:

En función de la máxima inclinación medida de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera, para el tronco principal, ramal 3, rotonda y zona de aparcamiento, estas corresponden a un tipo de relieve llano ($i \leq 5$), siendo el ramal 2 un tipo de relieve ondulado ($5 < i \leq 15$)

- v) Según las condiciones del entorno urbanístico:

Se consideran tramos Interurbanos.

4.3.2.2.- Denominación de las Carreteras

A efectos de aplicación de la presente Norma, las carreteras o sus tramos se denominarán indicando la clase de carretera, según su definición legal, seguido del valor numérico de la velocidad de proyecto, expresado en km/h. Las autopistas se designarán como AP, las autovías como AV, las vías rápidas como R y las carreteras convencionales como C. Por lo tanto los viales del presente proyecto se denominan como Carreteras del Grupo 2: C-60.

4.3.2.3.- Tipo de proyecto

A efectos de aplicación de la presente Norma este proyecto se distingue como:

Proyecto de acondicionamiento: Son aquéllos cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.

4.3.3.-Datos Básicos para el Estudio del Trazado

4.3.3.1.- Velocidad

El trazado de una carretera se definirá en relación directa con la velocidad a la que se desea que circulen los vehículos en condiciones de comodidad y seguridad aceptables.

Para evaluar cómo se distribuyen las velocidades en cada sección, se considerarán fijos los factores que incidan en ella relacionados con la clase de carretera y la limitación genérica de velocidad asociada a ella, así como las características propias de las secciones próximas.

Se considerarán esencialmente variables la composición del tráfico (en particular el porcentaje de vehículos pesados) y la relación entre la intensidad de la circulación y la capacidad de la carretera.

Velocidad de proyecto de un tramo (V_p): Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. La velocidad que se considera para el presente proyecto es de 60Km/h

La velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman

4.3.3.2.- Visibilidad

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, a efectos de la presente Norma, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

La presente Norma considera las siguientes: Visibilidad de parada, visibilidad de adelantamiento y visibilidad de cruce.

DISTANCIA DE PARADA

Se define como distancia de parada (DP) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se calculará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}$$

Siendo:

D_p = distancia de parada (m).

V = velocidad (km/h).

f_l = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento.

i = inclinación de la rasante (en tanto por uno).

t_p = tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de aplicación de la presente Norma se considerará como distancia de parada mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto.

A efectos de cálculo, el coeficiente de rozamiento longitudinal para una velocidad de 60 km/h será de 0,390. El valor del tiempo de percepción y reacción se tomará igual a dos segundos (2s).

En este proyecto, para una velocidad (V) = 60Km/h, con una inclinación del 4%, tenderemos una distancia de parada (D_p) = 63,4 m aprox.

VISIBILIDAD DE PARADA

Se considerará como visibilidad de parada la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

A efectos de aplicación de la presente Norma, las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor sobre la calzada se fijan en veinte centímetros (20 cm) y un metro con diez centímetros (1,10 m), respectivamente.

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

La visibilidad de parada se calculará siempre para condiciones óptimas de iluminación, excepto en el dimensionamiento de acuerdos verticales cóncavos, en cuyo caso se considerarán las condiciones de conducción nocturna.

La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de parada.

La condición del párrafo anterior no será de aplicación para el caso en que se incurriera en costes económicos, medioambientales, sociales, afecciones al patrimonio arqueológico, artístico, histórico, etc., desproporcionados a los incrementos de seguridad obtenidos.

En el caso de que las causas por las que no exista visibilidad de parada mínima sean suficientemente justificadas, se establecerán las medidas oportunas.

4.3.4.- Trazado en Planta

4.3.4.1.- Generalidades

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición. La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal.

En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje:

En carreteras de calzada única:

El centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales

4.3.4.2.- Rectas

La recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc.).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc., es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

A efectos de la presente Norma, en caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínima admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto, serán las dadas por las expresiones siguientes:

$$L_{\min.s} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{\min.o} = 2,78 \cdot V_p$$

$$L_{\max} = 16,70 \cdot V_p$$

Siendo:

- $L_{\min.s}$ = longitud mínima (m) para trazados en «S» (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).
- $L_{\min.o}$ = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).
- $L_{\max}$ = longitud máxima (m).
- V_p = velocidad de proyecto (km/h).

En la tabla 6 se incluyen los valores de estas longitudes para la velocidad de proyecto.

Tabla 6

V_p (km/h)	$L_{\min.s}$ (m)	$L_{\min.o}$ (m)	$L_{\max}$ (m)
60	83	167	1002

4.3.4.3.- Curvas Circulares

GENERALIDADES

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado

RADIOS Y PERALTES

A efectos de aplicación de la presente Norma, el peralte (p) se establecerá de acuerdo con los criterios siguientes:

- Grupo 2: Carreteras C-80, C-60 y C-40:

$$50 \leq R \leq 350 \rightarrow p = 7$$

$$350 \leq R \leq 2500 \rightarrow p = 7 - 6,08 \cdot (1 - 350/R)^{1,3}$$

$$2500 \leq R < 3500 \rightarrow p = 2$$

$$3500 \leq R \rightarrow \text{Bombeo}$$

Siendo:

R = radio de la curva circular (m).

p = peralte (%).

En el presente proyecto se abarcan radios de entre 55m hasta 350m por lo que se establecerán peraltes del 7%

Nota: En general, el desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (9 gon)

4.3.4.4.- Transición del Peralte

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte.

A efectos de aplicación de la presente Norma, dicha inclinación se limitará a un valor máximo ($ip_{m\acute{a}x}$) definido por la ecuación:

$$ip_{max} = 1,8 - 0,01 \cdot V_p$$

Siendo:

$ip_{m\acute{a}x}$ = máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto un valor mínimo definido por la ecuación:

$$l_{min} = \frac{p_f - p_i}{ip_{max}} \cdot B$$

$l_{m\acute{i}n}$ = longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

p_f = peralte final con su signo (%).

p_i = peralte inicial con su signo (%).

B = distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

Cuando la transición del peralte se realice en una alineación recta unida a curva circular, se efectuará la transición del peralte sobre la alineación recta.

En el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros (30 m), los tramos de transición del peralte se desplazarán de forma que exista un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de la curva circular.

Cuando el valor de $ip_{m\acute{a}x}$ sea incompatible con la longitud máxima de transición de peralte que se especifica previamente, esta última condición será predominante.

Se evitará la coincidencia de peralte nulo con acuerdo cóncavo. En las zonas donde esto no se pueda evitar se realizará un estudio detallado de la evacuación de las aguas de la plataforma.

4.3.4.5.- Miniglorietas

En cuanto al diseño en planta de glorietas, no existe una normativa específica vigente sino una recomendación del MOPU.

Siguiendo estas recomendaciones se establecen los criterios de diseño, basados en el radio de la isleta central, radios de salida, y ancho de carriles.

Definición:

Una miniglorieta tiene una isleta circular-a nivel o ligeramente abombada de menos de 5 m de diámetro, y entradas abocinadas o sin abocinar. Las miniglorietas pueden ser muy efectivas para mejorar intersecciones urbanas existentes con problemas de capacidad y seguridad. Sólo deben usarse si todos los accesos tienen su velocidad limitada a 50 km/h.

Donde no sea posible la inflexión de la trayectoria a la entrada por su trazado, puede lograrse en cierto grado mediante marcas viales y pequeñas isletas deflectoras. Estas isletas deben liberarse de todo mobiliario, excepto las señales imprescindibles. La isleta central debe ser circular (de 1 a 5 m de diámetro, el mayor posible), y se recomienda abombarla hasta una altura máxima de 15 cm en su centro. Este bombeo, junto con un cierto contraperalte, ayuda a hacer más identificable la glorieta por los conductores. El bombeo se construye generalmente con mezclas bituminosas, hormigón o adoquines, y se rodea por una corona de adoquines 5 cm por encima de la superficie de calzada, o bien por un aro de acero encajado en ésta con un resalto máximo de unos 15 cm en su interior. También se puede fijar con resina epoxi un bombeo prefabricado. El bombeo debe ser totalmente blanco y reflexivo. Es efectivo un anillo de captafaros alrededor de su periferia. Los bombeos hechos con materiales -como los adoquines- que no contrastan con el pavimento contiguo no son suficientemente identificables cuando es mala la visibilidad. No deben colocarse señales, mojones, postes de iluminación ni ningún otro mobiliario vial en la isleta central.

La mayor parte de las miniglorietas implican giros cerrados que producen severas huellas de neumáticos, y deben inspeccionarse de forma sistemática para asegurarse de que las isletas abombadas están intactas y son claramente visibles. En miniglorietas con espacio muy restringido es inevitable la entrada de los vehículos más largos en la isleta central. En tales casos ésta debe materializarse simplemente con pintura, aunque su periferia puede delinearse con captafaros. Debido a la poca distancia entre sus entradas, las miniglorietas exigen que los conductores que pretenden entrar estén muy pendientes de la presencia de otros vehículos dentro de ella, y que reaccionen rápidamente cuando se presente un hueco.

En el presente proyecto, contamos con una miniglorieta de cinco metros de diámetro en la isleta central y dos carriles de tres metros de ancho cada uno.

4.3.5.- Trazado en Alzado

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

Para la definición del alzado se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios para carreteras de calzada única:

El eje que define el alzado, coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

4.3.5.1.- Inclinación de las Rasantes

VALORES EXTREMOS

A efectos de aplicación de la presente Norma, los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes, función de la velocidad de proyecto (V_p), serán los siguientes:

Tabla 7

V_p (Km/h)	Inclinación Máxima (%)	Inclinación Excepcional (%)
60	6	8

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico ($IMD < 3000$). El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5%). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2%). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5%).

4.3.5.2.- Acuerdos Verticales

La curva de acuerdo será una parábola de eje vertical (figura 5.1) de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot Kv}$$

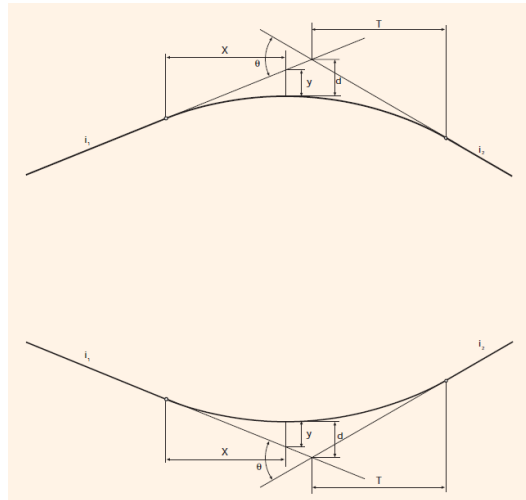


Figura 7.- Esquema Acuerdo Vertical

Siendo Kv el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente «parámetro».

Definiendo θ como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumplirá que:

$$Kv = \frac{L}{\theta}$$

Siendo L la longitud de la curva de acuerdo y $T=L/2$.

PARÁMETROS MÍNIMOS DE LA CURVA DE ACUERDO

CONSIDERACIONES DE VISIBILIDAD

Será de aplicación lo especificado en el apartado referente a visibilidad en el trazado en planimetría. Para longitudes de la curva de acuerdos superiores a la visibilidad requerida en cada caso, el valor del parámetro Kv vendrá dado por las expresiones siguientes:

En acuerdos convexos: $K_v = D^2 / 2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$

En acuerdos cóncavos: $K_v = D^2 / 2 \cdot (h_1 - h_2 + D \cdot \text{tg} \alpha)$

Siendo:

K_v = parámetro de la parábola (m).

h_1 = altura del punto de vista sobre la calzada (m).

h_2 = altura del objeto sobre la calzada (m).

h = altura de los faros del vehículo (m).

α = ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente del cono de luz forma con el eje longitudinal del vehículo.

D = visibilidad requerida (m).

Para comprobar la exigencia de visibilidad de parada en los acuerdos se considerará:

$$h_1 = 1,10 \text{ m}; h_2 = 0,20 \text{ m}; h = 0,75 \text{ m}; \alpha = 1^\circ$$

En la tabla 8 se recogen, para diferentes velocidades de proyecto, los valores del parámetro, con los que se obtiene la visibilidad de parada mínima y deseable, sin consideraciones de coordinación planta-alzado.

Cuando por consideraciones de coordinación planta-alzado, se justifique geométricamente que se dispone de la visibilidad de parada exigible, podrán reducirse los valores indicados en la tabla 8.

Tabla 8

V_p (Km/h)	Mínimo		Deseable	
	K_v Convexo (m)	K_v Cóncavo (m)	K_v Convexo (m)	K_v Cóncavo (m)
60	1085	1374	3050	2636

4.3.6.- Sección transversal

La sección transversal se fijará en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, situado veinte (20) años después de la entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que no será inferior a la hora treinta (30) ni superior a la hora ciento cincuenta (150). Se considerará justificación suficiente de las características generales de la sección transversal (no de las características de detalle), el que éstas se hayan definido en un estudio de carreteras debidamente aprobado.

4.3.6.1.- Número de carriles de la sección tipo

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, así como del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes. De dichos estudios se deducirán las previsiones de ampliación.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones para carreteras de calzada única:

Se proyectarán dos carriles por calzada, uno para cada sentido de circulación. En ningún caso se proyectarán calzadas con dos carriles por sentido. No se computarán, a estos efectos, los carriles adicionales ni los carriles de cambio de velocidad. Se recomienda que los niveles de servicio en la hora de proyecto del año horizonte cumplan los mínimos indicados en la siguiente tabla

4.3.6.2.- Sección Transversal en planta recta y curva

Elementos y sus dimensiones

En una sección transversal, los elementos constitutivos que la forman son los carriles, los arcones y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la siguiente tabla

Tabla 9

CLASE DE CARRETERA		VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCEN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
				EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5		0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5		0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5		0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***		0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***		0,75 **	1,5 **	E

** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.

*** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.

**** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc.).

NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

BOMBEO EN RECTA

El bombeo de la plataforma en recta se proyectará de modo que se evacuen con facilidad las aguas superficiales, y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo. Para ello se utilizarán los siguientes criterios en carreteras de calzada única:

La calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2%) hacia cada lado a partir del eje de la calzada. En zonas en que la pluviometría lo aconseje, por la frecuencia o intensidad de las precipitaciones, podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento (2,5%).

5.- Presupuesto

5.1.- Trabajos de campo

El trabajo de campo se desglosa en tres etapas:

- Reconocimiento del terreno
- Materialización y observación de las bases de la red.
- Levantamiento topográfico con equipo GNSS bifrecuencia

Cuadro de precios simples:

Concepto	Precio unitario [€]	UD
Graduado en Ingeniería Geomática y Topográfica	140	Jornada
Auxiliar	55	Jornada
Equipo GNSS bifrecuencia	160	Jornada
Ferralla	0,5	Unidad
Estacas	0,5	Unidad
Cinta métrica	1	Unidad
Spray	4,5	Unidad
Walkie-Talkie	7	Jornada
Dietas	10	Unidad
Transporte	0,3	€/km

Las jornadas completas constan de ocho horas

Reconocimiento del terreno

Cuadro de precios descompuestos:

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	1 Hora	140	17,50
Auxiliar	1 Hora	55	6,88
Transporte I. y V.	10 Km	0,3	3,00
		Total	27,38

El presupuesto del Reconocimiento del terreno asciende a la cantidad de **VEINTISIETE EUROS** con **TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS**

Materialización y observación de las bases de la red

Cuadro de precios descompuestos:

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	7 Horas	140	122,50
Auxiliar	7 Horas	55	48,13

Equipo GNSS nº1	7 Horas	160	140,00
Equipo GNSS nº2	7 Horas	160	140,00
Ferralla	3 Unidades	0,5	1,50
Estacas	3 Unidades	0,5	1,50
Spray	1 Unidad	4,5	4,50
Walkie-Talkie	7 Horas	7	6,13
Dietas	2 Unidades	10	20,00
Total			484,25

Nota: Ambas etapas se realizaron el mismo día

El presupuesto de la materialización de las bases de la red asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS**

Levantamiento Topográfico con equipo GNSS bifrecuencia

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	2 Jornadas	140	280,00
Auxiliar	2 Jornadas	55	110,00
Equipo GNSS nº1	2 Jornadas	160	320,00
Equipo GNSS nº2	2 Jornadas	160	320,00
Walkie-Talkie	2 Jornadas	7	14,00
Transporte I. y V.	20 Km	0,3	6,00
Dietas	4 Unidades	10	40,00
Total			1090,00

El presupuesto del levantamiento topográfico asciende a la cantidad de **MIL NOVENTA EUROS con CERO CÉNTIMOS**

Coste total del trabajo de campo

Concepto	Total [€]
Reconocimiento del terreno	27,38
Materialización de las bases	484,25
Levantamiento	1090,00
Total etapas	1601,63

La totalidad del coste de los trabajos de campo asciende a la cantidad de **MIL SEISCIENTOS UN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.**

5.2.- Trabajos de Gabinete

Análogamente al trabajo de campo, el trabajo de gabinete se divide en diferentes etapas, son las siguientes:

- Volcado de datos al ordenador
- Procesado de datos GNSS
- Elaboración de la cartografía del proyecto y diseño del nuevo trazado
- Elaboración del proyecto
- Impresión y del proyecto

Cuadro de precios simples:

Concepto	Precio unitario (€)	UD
Graduado en Ingeniería Geomática y Topográfica	140	Jornada
Ordenador	0,99	Jornada
Software Microsoft Office	0,39	Jornada
Software Leica Geo Office	0,23	Jornada
Software Autocad 2007	3,25	Jornada
Software MDT 6.0	4,25	Jornada
DIN A4 BN	0,04	Unidad
DIN A4 Color	0,5	Unidad
DIN A3 BN	0,8	Unidad
DIN A3 Color	2	Unidad
DIN A2 Color	2,85	Unidad
DIN A1 Color	3,6	Unidad
Encuadernado	20	Unidad

Volcado de datos al ordenador

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	0,5 Horas	140	8,75
Ordenador	0,5 Horas	0,99	0,06
		Total	8,81

El presupuesto del volcado de datos al ordenador asciende a la cantidad de **OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS**

Procesado de datos GNSS

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	1 Hora	140	17,50
Ordenador	1 Hora	0,99	0,12
Leica Geo Office	1 Hora	0,23	0,03
Total			17,65

El presupuesto del procesado de datos GNSS asciende a la cantidad de **QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS** con **TRECE CÉNTIMOS**

Elaboración de la cartografía y diseño del nuevo trazado

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	4 Jornadas	140	560,00
Ordenador	4 Jornadas	0,99	3,96
Autocad 2007	4 Jornadas	3,25	13,00
MDT v6.0	4 Jornadas	4,25	17,00
Total			593,96

El presupuesto de la elaboración de la cartografía y diseño del nuevo trazado asciende a la cantidad de **QUINIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS** con **NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS**

Elaboración del Proyecto

Concepto	Jornada	Precio unitario [€]	Importe [€]
Graduado en I.G y T.	3 Jornadas	140	420,00
Ordenador	3 Jornadas	0,99	2,97
Microsoft Office	3 Jornadas	0,39	1,17
Total			424,14

El presupuesto de la elaboración del proyecto asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS** con **CATORCE CÉNTIMOS**

Impresión del Proyecto

Concepto	Unidades	Precio unitario [€]	Importe [€]
DIN A4 BN	70	0,04	2,80
DIN A4 Color	15	0,5	7,50
DIN A3 Color	3	2	6,00
DIN A2 Color	9	2,85	25,65
DIN A1 Color	5	3,6	18,00
Encuadernado	1	20,00	20,00
Total			79,95

El presupuesto de la impresión del proyecto asciende a la cantidad de **SETENTA Y NUEVE EUROS** con **NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS**

Coste total del trabajo de gabinete

Concepto	Total [€]
Volcado de datos	8,81
Procesado de datos GNSS	17,65
Cartografía y diseño	593,96
Elaboración del proyecto	424,14
Impresión del proyecto	79,95
Total etapas	1124,51

La totalidad del coste de los trabajos de gabinete asciende a la cantidad de **MIL CIENTO VEINTICUATRO EUROS** con **CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS**

5.3.- Presupuesto de Ejecución Material

Presupuesto de Ejecución Material Trabajos de Campo_____1.601,63€

Presupuesto de Ejecución Material Trabajos de Gabinete_____1.124,51€

Total Presupuesto de Ejecución Material_____2.726,14€

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la mencionada cantidad de **DOS MIL SETECIENTOS VEINTISÉIS EUROS** con **CATORCE CÉNTIMOS**.

5.4.- Presupuesto de Ejecución por Contrata

Presupuesto de Ejecución Material_____2.726,14€

13% Gastos Generales_____354,40€

6% Beneficio Industrial_____163,57€

21% I.V.A._____572,49€

Total Presupuesto Ejecución por Contrata_____3.816,60€

Asciende el Presupuesto General a la mencionada cantidad de **TRES MIL OCHOCIENTOS DIECISÉIS EUROS** con **SESENTA CÉNTIMOS**.