



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**ACONDICIONAMIENTO DE LA
CARRETERA A-6052. TRAMO.
PK 0+000 – 7+000. MARTOS A
SANTIAGO DE CALATRAVA
(JAÉN)**

Tomo I

Alumno: Juan García Santa Bárbara

Tutor: Antonio M. Montañés López
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Junio, 2016

TOMO I

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

Tomo I

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA.

MEMORIA DESCRIPTIVA.

ANEJOS A LA MEMORIA.

- Anejo nº 1 – Antecedentes.
- Anejo nº 2 – Topografía y cartografía.
- Anejo nº 3 – Estudio geológico y geotécnico.
- Anejo nº 4 – Climatología e Hidrología.
- Anejo nº 5 – Trazado geométrico.
- Anejo nº 6 – Estudio de tráfico y firmes.
- Anejo nº 7 – Movimiento de tierras.
- Anejo nº 8 – Drenaje.
- Anejo nº 9 – Soluciones de tráfico propuestas.
- Anejo nº 10 – Señalización y balizamiento.

Tomo II

- Anejo nº 11 – Expropiaciones e indemnizaciones.
- Anejo nº 12 – Plan de obra.
- Anejo nº 13 – Justificación de precios.
- Anejo nº 14 – Gestión de residuos y demoliciones.
- Anejo nº 15 – Estudio de seguridad y salud.
- Anejo nº 16 – Adecuación de vías pecuarias.
- Anejo nº 17 – Fotografías.

Tomo III

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS.

- 1 – Situación, localización e índice.
- 2 – Plano de conjunto.
- 3 – Planta general.
- 4 – Perfiles longitudinales.
- 5 – Secciones tipo.
- 6 – Perfiles transversales.
- 7 – Señalización, balizamiento y defensas.
 - 7.1.- Detalles de señalización.
- 8.- Drenaje.
 - 8.1.- Detalles de drenaje.

Tomo IV

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

- Capítulo 1 – Parte general.
- Capítulo 2 – Materiales básicos.
- Capítulo 3 – Explanaciones.
- Capítulo 4 – Drenaje.
- Capítulo 5 – Firmes.
- Capítulo 6 – Señalización.
- Capítulo 7 – Varios.

Tomo V

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO.

4.1.- MEDICIONES

- 4.1.1.- Mediciones auxiliares.
- 4.1.2.- Medición general.

4.2.- CUADROS DE PRECIOS

- 4.2.1.- Cuadro de precios nº 1.
- 4.2.2.- Cuadro de precios nº 2.

4.3- PRESUPUESTOS

- 4.3.1.- Presupuesto de Ejecución Material.

MEMORIA

ÍNDICE

1	Antecedentes.....	3
2	Bases del proyecto: Normativa.....	4
3	Objeto y descripción del proyecto.....	5
4	Justificación de las obras.....	6
4.1	Cartografía.....	6
4.2	Climatología.....	6
4.3	Hidrología.....	6
4.4	Parámetros de diseño.....	7
4.4.1	Trazado.....	7
4.4.2	Movimiento de tierras.....	7
4.4.3	Obras de drenaje.....	8
4.4.4	Afirmado general.....	9
4.4.5	Señalización y balizamiento.....	10
4.4.6	Soluciones al tráfico propuestas.....	11
5	Justificación de precios.....	12
6	Plazos de ejecución y garantía y revisión de precios.....	13
7	Programa de desarrollo de los trabajos.....	14
8	Estudio de seguridad y salud.....	15
9	Cartel de Obra.....	16
10	Expropiaciones y servicios afectados.....	17
11	Presupuesto.....	18
12	Documentos que integran el proyecto.....	19
13	Conclusiones.....	21

1 ANTECEDENTES

Este proyecto se realiza como Trabajo Fin de Grado del alumno autor del mismo, transmitiendo en él los conocimientos adquiridos durante la formación en el grado de Ingeniería Civil realizado en la Escuela Politécnica Superior de Linares y los conocimientos adquiridos durante la realización del propio proyecto. La realización de dicho Trabajo, ha sido supervisada por el tutor D. Antonio M. Montañés López.

En septiembre de 2015 se presenta en el registro de la Universidad la propuesta para la realización del Trabajo Fin de Grado “ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA A-6052. TRAMO. PK 0+000 – 7+000. MARTOS A SANTIAGO DE CALATRAVA (JAÉN)”.

La carretera A-6052 que conecta Martos con Porcuna es una carretera de la Red Complementaria Metropolitana de Andalucía. Tiene una longitud total de 32,67 kilómetros y transcurre por las poblaciones de Martos, Santiago de Calatrava, Higuera de Calatrava y Porcuna. En este proyecto, como antes se ha indicado, se realizará el acondicionamiento desde el PK 0+000 al PK 7+000.

La carretera A-6052 se trata de una carretera de dos carriles y con calzada única que posee un ancho medio de plataforma de 6 metros, con tramos de menor anchura (5,5 m). El arcén tiene tamaños entorno a los 0,30 m, llegando a desaparecer en ciertos tramos.

2 BASES DEL PROYECTO: NORMATIVA

La normativa aplicada para la ejecución de este proyecto es básicamente la Instrucción de Carreteras en sus aspectos de trazado (3.1. IC), drenaje (5.2. IC), y señalización (8.1. y 8.2. IC). También se contempla la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 y la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía.

Se han considerado igualmente la colección de pequeñas obras de fábrica para el dimensionamiento de las mismas. También se han utilizado:

- “Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes” (PG-3), con las modificaciones realizadas hasta la fecha de redacción del proyecto.
- Normas UNE y NLT referentes a ensayos de laboratorio e in situ.
- “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”. Publicación del Ministerio de Fomento.
- Catálogo de Señales de Circulación.
- “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos”.
- Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa, aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957 (B.O.E. 20-06-57).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En cada anejo a la memoria se explica la normativa que se ha utilizado respectivamente para cada operación.

3 OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se pretende realizar una ampliación a una calzada de dos carriles de 3,5 metros cada uno, más sus respectivos arcenes (0,5 m cada uno) y bermas (0,5 m cada lado).

Además, se pretende realizar la mejora del firme, y, en los tramos necesarios, modificar el trazado de la carretera para evitar curvas y desniveles considerables.

El firme de la carretera se encuentra muy deteriorado, con la aparición de numerosas fisuras y baches que han sido parcheados como solución provisional. Existen zonas muy fatigadas, en las que el firme ha llegado al límite de su capacidad resistente, en las que aparece piel de cocodrilo.

La mejora de firme y la sección se podrán ver con detalle en el Anejo 6 – Estudio de tráfico y firmes, mientras que tanto en planos como en el Anejo 5 – Trazado geométrico se describe el nuevo trazado de la vía.

Uno de los principales escollos es la presencia de una zona especialmente delicada por el escaso espacio disponible, situada entre las instalaciones de la denominada “Fábrica de Motril”, que obliga a la expropiación de parte de la edificación situada en la margen izquierda y parte de las instalaciones y patios del margen derecho. Las expropiaciones serán tratadas en el anejo 11.

Se realizará también la colocación de tres marcos de hormigón para que el agua que recoge las cunetas cruce la carretera con dirección el Arroyo de la Fuente de la Villa.

El marco geológico y geotécnico se describe con detalle en el Anejo 3, correspondiente al estudio geotécnico. Las características geotécnicas de los materiales que se encuentran en la traza, en general las clasifican como suelos tolerables. Dado que el volumen de excavación existente en la obra es en su mayor parte realizado en tramos cuyos suelos son clasificados como tolerables se podrá atender el 85% de la necesidad de terraplén con suelo tolerable desde los desmontes propios de la obra. Por tanto será necesario acudir al uso de materiales procedentes de préstamo para completar la ejecución de los terraplenes. Los taludes admisibles empleados en la elaboración del proyecto son 2H:1V en desmonte. Para los terraplenes se ha acudido a taludes 3H:1V. Éstos quedan determinados en el Anejo 7.

4 JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS

4.1 Cartografía

La cartografía utilizada para el desarrollo del presente proyecto ha consistido en una colección de planos a escala 1:5.000, con curvas de nivel cada metro, obtenidos por datos de la Junta de Andalucía y del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

Se ha realizado el presente proyecto, tanto cálculos de trazado, como cálculos de volúmenes, etc., con el programa de diseño AutoCAD Civil 3D 2015.

4.2 Climatología

El clima en la provincia de Jaén es de tipo mediterráneo continental, e influenciado por el Valle del Guadalquivir. A lo largo del año la oscilación de temperatura en un mismo día puede llegar a los 20°C. La temperatura media es de 22,1° y la mínima es de 11,8°. El invierno es templado, con temperaturas medias diurnas de 13° y que por las noches raramente bajan de los 2°, aunque las heladas nocturnas son un acontecimiento frecuente. El verano de la provincia suele ser caluroso, con temperaturas máximas hasta los 40° y escasas lluvias.

Los datos de lluvias y temperaturas que recoge el anejo 4 han sido recogidos por varias estaciones termopluviométricas repartidas por varios puntos cercanos a Martos.

4.3 Hidrología

La carretera proyecto discurre por dos cuencas, y su estudio se ha realizado mediante el Modelo Digital Terrestre con la capa de arroyos superpuesta. Disponen de las siguientes características:

Cuenca	P.K. de inicio	Área (km ²)
1	0+000	1,894
2	4+660	2,764

Tabla nº 1 – Cuencas

Fuente: Datos climáticos para carreteras, Ministerio de Fomento

4.4 Parámetros de diseño

4.4.1 Trazado

La longitud total de la actuación es de 7324 m situándose el inicio de la actuación en el P.K. 0,000 de la carretera A-6052. Se contemplan las intersecciones con la carretera JV-2131, aunque no será ámbito de este proyecto la realización de tal intersección, así como con la vereda de Fuensalobre, la vereda de la Tobosa y la vereda de Baena. Estos cruces se realizan respectivamente en los P.K. 0+340, 2+260 y 6+000.

La sección tipo, como anteriormente se ha mencionado, a emplear es de 7 m con arcenes de 0,5 m a cada lado y bermas de 0,5m. Estando definidos en el Anejo de trazado geométrico dentro del apartado de puntos, las características generales del trazado del eje principal son las siguientes:

- Longitud total: 7.324,06 m.
- Longitud de rectas: 5.300,93 m.
- Longitud de curvas circulares: 887,21 m.
- Longitud de clotoides: 1.135,92 m.
- Número de alineaciones circulares: 16.
- Radio mínimo: 265 m.
- Radio máximo: 900 m.
- Número de rasantes: 48.
- Pendiente máxima: 7 %.
- Pendiente mínima: 0,2 %.

Todos los datos recabados se encuentran en el anejo 5 – Trazado geométrico.

4.4.2 Movimiento de tierras.

Se prevé la retirada de la capa vegetal con un espesor de 30 cm incluyendo en esta partida el desbroce de todo tipo de vegetación y la retirada de cualquier elemento existente en la plataforma de trabajo.

Parte de la tierra vegetal retirada se empleará en la cubrición de los taludes tanto de desmonte como de terraplén, con un espesor de 15 cm. Para ello tan solo se utilizarán los suelos cuyas características los hagan aceptables para usos de revegetación. El acopio de la tierra vegetal desmontada se llevará a cabo en los

bordes de la explanación, y dentro de los tres metros de expropiación adicionales a la misma cumpliendo la condición de que sean lugares protegidos de manera que no se interfiera en el normal desarrollo de las obras. Se realizará de acuerdo con las siguientes instrucciones:

- Se hará formando caballones con altura máxima de 2 metros.
- Se evitará el paso de maquinaria pesada en las zonas de acopio.
- Se realizará un semillado, abonado, y riego periódico, de modo que se mantengan sus cualidades en las mejores condiciones.

Una vez realizado el extendido de tierra vegetal en taludes se procederá con el resto de la tierra vegetal procedente del desbroce a su extendido en las zonas donde la carretera actual quede abandonada previo ripado del firme de la misma. Igualmente se extenderán en las zonas comprendidas entre el trazado actual y el trazado proyectado. El espesor de esta capa previsto es de 1 m.

El volumen de excavación total es superior al de terraplén. Así, se utilizará el terreno de excavación para la conformación de la explanada, y el excedente será llevada a vertedero. El volumen de excedente será de 65.227 m³.

El volumen de tierras de terraplén necesario será de 8.581,5 m³, y el volumen de desmonte será de 64.808 m³.

4.4.3 *Obras de drenaje*

Los criterios seguidos para el diseño del drenaje superficial se basan en los siguientes aspectos:

1. Diseño con caudales de cálculo de la avenida de 100 años para las obras de drenaje transversal.
2. Situación de las obras de drenaje en las vaguadas naturales existentes. De esta forma, toda la escorrentía superficial que discurra por los márgenes de la carretera se evacuará por cunetas longitudinales hasta las obras de drenaje transversal. Hacer mención que todas las obras de drenaje transversal sustituyen a otras existentes cuya sección no es la adecuada, bien por capacidad bien por criterios de limpieza, y que con la ampliación de la sección de la carretera, quedaban pequeñas.

En la siguiente tabla se muestran las dimensiones y puntos kilométricos de la obra en donde se sitúan los marcos transversales.

Nº	P.K.	DIMENSIONES (m)
1	0+340	1,2 x 1,2
2	3+580	1,2 x 1,2
3	5+880	1,2 x 1,2

Tabla nº 2 – Marcos y puntos de colocación.

Para dar continuidad a los accesos públicos existentes y a los accesos privados que ya existían con anterioridad se proyectan pasos salvacunetas.

Todo lo necesario para el conocimiento de cálculos de caudales y precipitaciones se encuentra en el anejo 4 sobre climatología e hidrología, mientras que las obras de drenaje se encuentran en el anejo 8.

4.4.4 Afirmado general.

El método seguido para el cálculo del firme, como se indica en el anejo 6 – estudio de tráfico y firmes, se basa en el indicado en la Instrucción de Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía utilizando el programa ICAFIR 2006.

Para el cálculo de la categoría de tráfico se parte de los datos de Aforo donde específica para esta carretera se estima una IMD de 1152 vehículos/día con un porcentaje de pesados del 4%. Utilizando el programa de cálculo antes mencionado y extrapolando para el año de cálculo se obtiene una categoría de tráfico T42.

El paquete de firme que se va a utilizar tiene las siguientes características:

Se han seleccionado el siguiente paquete de firmes para todo el proyecto:

	Material	Espesor (cm)
M (e=2 cm)	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2
S (e=5 cm)	Mezcla Semidensa	5
S (e=7 cm)	Mezcla Semidensa	7
SC-3 (e=25 cm)	Suelocemento SC-3	25
CFM - Cimiento del firme	Cimiento del Firme Cat. Media	Indefinido

Figura nº 1 – Sección de firme.
Fuente: ICAFIR.

4.4.5 Señalización y balizamiento

Se incluyen los trabajos de señalización horizontal y vertical precisos. En los planos que se adjuntan viene reflejada la situación de toda la señalización vertical a disponer.

Igualmente se contempla la disposición de barrera de seguridad metálica en aquellos puntos del trazado donde es necesario, con sus correspondientes ojos de gato.

También se contempla la disposición de hitos de arista cada 50 m en cada margen de la carretera.

A nivel informativo se especifica a continuación, la señalización de los cruces con las vías pecuarias existentes.

- En la carretera A-6052, en cada uno de los sentidos del cruce:
 - Señalización de prohibición de adelantar 150 m antes de llegar a los cruces con las veredas.
 - Disminución de velocidad escalonada hasta los 40 km/h para alcanzar dicha velocidad 20 m antes de llegar al comienzo del ancho de la vía pecuaria que se cruza.
 - Señal de advertencia de peligro P-23 (cruce de ganado) con cartel S-860 especificando el nombre de la vía pecuaria que cruza, a 50 m del comienzo de dicha vía.
 - Señal indicativa de vía pecuaria según modelo de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en ambos lindes de la vía pecuaria.
 - Final de limitaciones de velocidad y de prohibición de adelantamiento (en su caso) 30 m después de la finalización del ancho de la vía pecuaria que se cruza.
- En la vía pecuaria
 - Señales de STOP en cada uno de los márgenes de la carretera.

En el anejo 10 se detallará la señalización y balizamiento de la vía, mientras que la adecuación de las vías pecuarias se encuentra en el anejo 16.

4.4.6 Soluciones al tráfico propuestas

Para el correcto funcionamiento de la obra, y la seguridad de los trabajadores y de los conductores, se ha decidido el cierre de la carretera A-6052.

En el anejo nº 9 se detallan y se muestran planos de las distintas alternativas posibles.

5 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Para la obtención y justificación de los Precios de las distintas Unidades de Obra del presente Proyecto, se ha partido de los costes actuales de la mano de obra, el transporte y los materiales empleados y el cálculo se ha realizado en función de:

a) Convenio Colectivo Sindical para la Industria de la Construcción y Obras Públicas vigente para la provincia de Jaén.

b) Base de cotización al Régimen General de la Seguridad Social y legislación vigente al respecto.

c) Precios actuales en la zona para los distintos materiales empleados.

A partir de estos datos y considerando los rendimientos más adecuados según su situación para cada unidad de obra, se han obtenido los costes directos de las mismas. Los costes indirectos se han estimado en un 6% del coste directo.

Figurando dichos Precios en el Anejo correspondiente de esta Memoria, estimamos que los valores obtenidos son normales y no precisan mayor justificación que la detallada en el Anejo mencionado.

6 PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA Y REVISIÓN DE PRECIOS

Se propone en **nueve meses** el plazo total de las obras que figuran en el presente Proyecto. El plazo de garantía se propone sea de **UN AÑO**.

Puesto que el plazo de ejecución es superior a un año se considera necesaria la aplicación de revisión de precios en el presente proyecto. Se propone la formula nº 141 del Real Decreto 1359/2011 de 7 de octubre. FÓRMULA 141. Construcción de carreteras con firmes de mezclas bituminosas.

$$K_t = 0,01A_t / A_0 + 0,05B_t / B_0 + 0,09C_t / C_0 + 0,11E_t / E_0 + 0,01M_t / M_0 + 0,01O_t / O_0 + 0,02P_t / P_0 + 0,01Q_t / Q_0 + 0,12R_t / R_0 + 0,17S_t / S_0 + 0,01U_t / U_0 + 0,39$$

Siendo:

Símbolo	Material
A	Aluminio.
B	Materiales bituminosos.
C	Cemento.
E	Energía.
F	Focos y luminarias.
L	Materiales cerámicos.
M	Madera.
O	Plantas.
P	Productos plásticos.
Q	Productos químicos.
R	Áridos y rocas.
S	Materiales siderúrgicos.
T	Materiales electrónicos.
U	Cobre.
V	Vidrio.
X	Materiales explosivos.

7 PROGRAMA DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

El programa de desarrollo de los trabajos se ha estudiado mensualmente y en el anejo 12 – Plan de obra, se detalla la duración temporal y el presupuesto de ejecución material aproximado a ejecutar mensualmente de cada partida.

8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio se ha cumplimentado conforme a las exigencias del Real Decreto 1.627/1997 de 24 de Octubre y en él se pretenden estudiar y analizar la totalidad de los riesgos existentes y señalar las medidas preventivas necesarias con objeto de evitar accidentes laborales o enfermedades profesionales durante la ejecución de la obra.

Para ver dicho estudio, consultar el anejo 15.

9 CARTEL DE OBRA

Será obligatoria la colocación del Cartel de Obra, según modelo oficial de la Administración a quien corresponda la ejecución de la obra. La Dirección Técnica no expondrá las correspondientes certificaciones si no se encuentra colocado, en lugar visible el correspondiente cartel.

10 EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

Toda la información para la realización de las expropiaciones se ha obtenido "in situ" mediante el recorrido de la traza identificando a los propietarios y con los planos del catastro. En el anejo correspondiente se incluyen los planos parcelarios, con las parcelas afectadas, superficies y plantas a expropiar en cada caso.

Mencionar que la superficie a expropiar incluye también los 3 metros de zona de dominio público.

11 PRESUPUESTO

Aplicando los precios deducidos a las unidades de obra correspondientes, se han obtenido los Presupuestos de Ejecución Material que asciende a la cantidad de 1.720.915,83 euros.

Aumentando el Presupuesto de Ejecución Material en la partida de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) reglamentario se obtiene el Presupuesto Base que asciende a 2.047.889,02 euros (DOS MILLONES CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON DOS CENTIMOS), y el 21% en concepto de IVA sobre las cantidades anteriores obtenemos el Presupuesto de Global de Licitación que asciende a la cantidad de 2.375.552,21 € (DOS MILLONES TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS CON VEINTIUN CENTIMOS)

12 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Se ha redactado el presente proyecto con todos los documentos reglamentarios, que son los siguientes:

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA.

MEMORIA DESCRIPTIVA.

ANEJOS A LA MEMORIA.

Anejo nº 1 – Antecedentes.

Anejo nº 2 – Topografía y cartografía.

Anejo nº 3 – Estudio geológico y geotécnico.

Anejo nº 4 – Climatología e Hidrología.

Anejo nº 5 – Trazado geométrico.

Anejo nº 6 – Estudio de tráfico y firmes.

Anejo nº 7 – Movimiento de tierras.

Anejo nº 8 – Drenaje.

Anejo nº 9 – Soluciones de tráfico propuestas.

Anejo nº 10 – Señalización y balizamiento.

Anejo nº 11 – Expropiaciones e indemnizaciones.

Anejo nº 12 – Plan de obra.

Anejo nº 13 – Justificación de precios.

Anejo nº 14 – Gestión de residuos y demoliciones.

Anejo nº 15 – Estudio de seguridad y salud.

Anejo nº 16 – Adecuación de vías pecuarias.

Anejo nº 17 – Fotografías.

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS.

1 – Situación, localización e índice.

2 – Plano de conjunto.

3 – Planta general.

4 – Perfiles longitudinales.

5 – Secciones tipo.

6 – Perfiles transversales.

7 – Señalización, balizamiento y defensas.

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

Capítulo 1 – Parte general.

Capítulo 2 – Materiales básicos.

Capítulo 3 – Explanaciones.

Capítulo 4 – Drenaje.

Capítulo 5 – Firmes.

Capítulo 6 – Señalización.

Capítulo 7 – Varios.

DOCUMENTO N° 4.- PRESUPUESTO.

4.1.- MEDICIONES

4.1.1.- Mediciones auxiliares.

4.1.2.- Medición general.

4.2.- CUADROS DE PRECIOS

4.2.1.- Cuadro de precios n° 1.

4.2.2.- Cuadro de precios n° 2.

4.3- PRESUPUESTOS

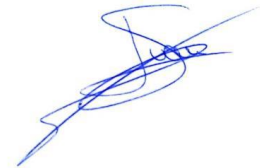
4.3.1.- Presupuesto de Ejecución Material.

13 CONCLUSIONES

Con lo expuesto consideramos que se encuentra suficientemente detallado y justificado el presente Proyecto **“ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA A-6052. TRAMO. PK 0+000 – 7+000. MARTOS A SANTIAGO DE CALATRAVA (JAÉN)”** habiéndose cumplido con la redacción del mismo, el encargo correspondiente.

Por tanto se tiene el honor de elevarlo a la superioridad, esperando merezca su aprobación a los efectos oportunos.

Linares, Junio de 2016
Alumno autor del proyecto.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the name of the author.

Fdo. Juan García Santa Bárbara

ANEJOS:

- Anejo 1: Antecedentes.
- Anejo 2: Topografía y cartografía.
- Anejo 3: Geología y geotécnica.
- Anejo 4: Climatología e hidrología.
- Anejo 5: Trazado geométrico.
- Anejo 6: Estudio de tráfico y firmes.
- Anejo 7: Movimiento de tierras.
- Anejo 8: Drenaje.
- Anejo 9: Soluciones al tráfico propuestas.
- Anejo 10: Señalización y balizamiento.
- Anejo 11: Expropiaciones e indemnizaciones.
- Anejo 12: Plan de obra.
- Anejo 13: Justificación de precios.
- Anejo 14: Gestión de residuos y demoliciones.
- Anejo 15: Estudio de seguridad y salud.
- Anejo 16: Adecuación de las vías pecuarias.
- Anejo 17: Fotografías.

ANEJO 1: ANTECEDENTES

ÍNDICE

1	Antecedentes.....	3
1.1	Antecedentes administrativos.....	3
1.2	Antecedentes técnicos	3

1 ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes administrativos

Este proyecto se realiza como Trabajo Fin de Grado del alumno autor del mismo, transmitiendo en él los conocimientos adquiridos durante la formación en el grado de Ingeniería Civil realizado en la Escuela Politécnica Superior de Linares y los conocimientos adquiridos durante la realización del propio proyecto. La realización de dicho Trabajo, ha sido supervisada por el tutor D. Antonio M. Montañés López.

En septiembre de 2015 se presenta en el registro de la Universidad la propuesta para la realización del Trabajo Fin de Grado “ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA A-6052. TRAMO. PK 0+000 – 7+000. MARTOS A SANTIAGO DE CALATRAVA (JAÉN)”. Dicha propuesta fue aprobada por la Comisión de Trabajo de Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Linares en octubre de 2015.

La carretera A-6052 que conecta Martos con Porcuna es una carretera de la Red Complementaria Metropolitana de Andalucía. Tiene una longitud total de 32,67 kilómetros y transcurre por las poblaciones de Martos, Santiago de Calatrava, Higuera de Calatrava y Porcuna. En este proyecto, como antes se ha indicado, se realizará el acondicionamiento desde el PK 0+000 al PK 7+000.

Se pretende realizar una ampliación a una calzada de dos carriles de 3,5 metros cada uno, más sus respectivos arcenes y bermas.

Además, se pretende realizar la mejora del firme, y, en los tramos necesarios, modificar el trazado de la carretera para evitar curvas y desniveles considerables.

1.2 Antecedentes técnicos

La carretera A-6052 se trata de una carretera de dos carriles y con calzada única que posee un ancho medio de plataforma de 6 metros, con tramos de menor anchura (5,5 m). El arcén tiene tamaños entorno a los 0,30 m, llegando a desaparecer en ciertos tramos debido al desgaste sufrido tanto por el tráfico como por la climatología. La sección actual también incluye cunetas de diferentes tamaños y formas (tanto triangulares como cuadradas) para la recolección de agua, aunque dichas cunetas no aparecen en todo el recorrido.

La intensidad media de tráfico es de 1.152 veh/día, con un porcentaje de pesados del 4%, datos proporcionados por la Junta de Andalucía en el año 2014.

El firme de la carretera se encuentra muy deteriorado, con la aparición de numerosas fisuras y baches que han sido parcheados como solución provisional. Existen zonas muy fatigadas, en las que el firme ha llegado al límite de su capacidad resistente, en las que aparece piel de cocodrilo.

La carretera en este tramo tiene 3 marcos de hormigón prefabricado los cuales recogen las aguas de las cunetas vertidas desde las cuencas de la parte norte de la carretera para transportarla a las cuencas hidráulicas que aparecen en la zona sur de la carretera y que desembocan en el Arroyo de la Fuente de la Villa, que atraviesa subterráneamente la población de Martos.

La A-6052 en el tramo 0+000 hasta el 7+000 es atravesada por tres vías pecuarias: la vereda de Fuensalobre, en el kilómetro 0+340, la vereda de la Tobosa, en el kilómetro 2+260, y la vereda de Baena, en el kilómetro 6+000. Todas tienen una anchura legal de 20 metros. Además, en la vereda de Fuensalobre encontramos el abrevadero de Motril, aunque no se encuentra cerca de la vía y por tanto no existe la necesidad de tomar medidas especiales en la obra. Existe actualmente en marcha un proyecto de mejora y acondicionamiento de varios caminos rurales, en 3ª fase en el término municipal de Martos, en el cual, la vereda de Fuensalobre tendrá una importante inversión para su acondicionamiento.

En el kilómetro 1+500 se encuentra la fábrica de Motril, de la cual habrá que expropiar terreno (se tratará en el anejo 11: Expropiaciones e indemnizaciones), ya que en esta zona el ancho de la carretera no supera los 5,5 metros.

Paralelo al trazado de la carretera aparece un ramal de gaseoducto hacia Córdoba, además de un punto de distribución en el que se encuentra una acometida hacia Martos, y dos ramales más, dirección Jaén y dirección Granada. El nuevo trazado y los trabajos para su construcción deberán tener en cuenta tanto el ramal hacia Córdoba como el punto de distribución.

**ANEJO 2:
CARTOGRAFÍA Y
TOPOGRAFÍA**

ÍNDICE

1	Información geográfica	3
2	Cartografía.....	5
2.1	Cartografía utilizada en anejos.....	5
2.2	Replanteo topográfico	6

1 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La carretera A-6052 que conecta Martos con Porcuna es una carretera de la Red Complementaria Metropolitana de Andalucía. Tiene una longitud total de 32,67 kilómetros y transcurre por las poblaciones de Martos, Santiago de Calatrava, Higuera de Calatrava y Porcuna. El tramo que nos ocupa pertenece a la localidad de Martos, con una población de 24398 habitantes (censo de 2015), y una altitud media de 770 metros.

MAPA DE RED VIARIA PROVINCIAL - JAÉN-



Figura nº1 – Red de carreteras de la provincia de Jaén.

Fuente: Diputación de Jaén.

A continuación se puede ver la zona de estudio de forma ampliada:

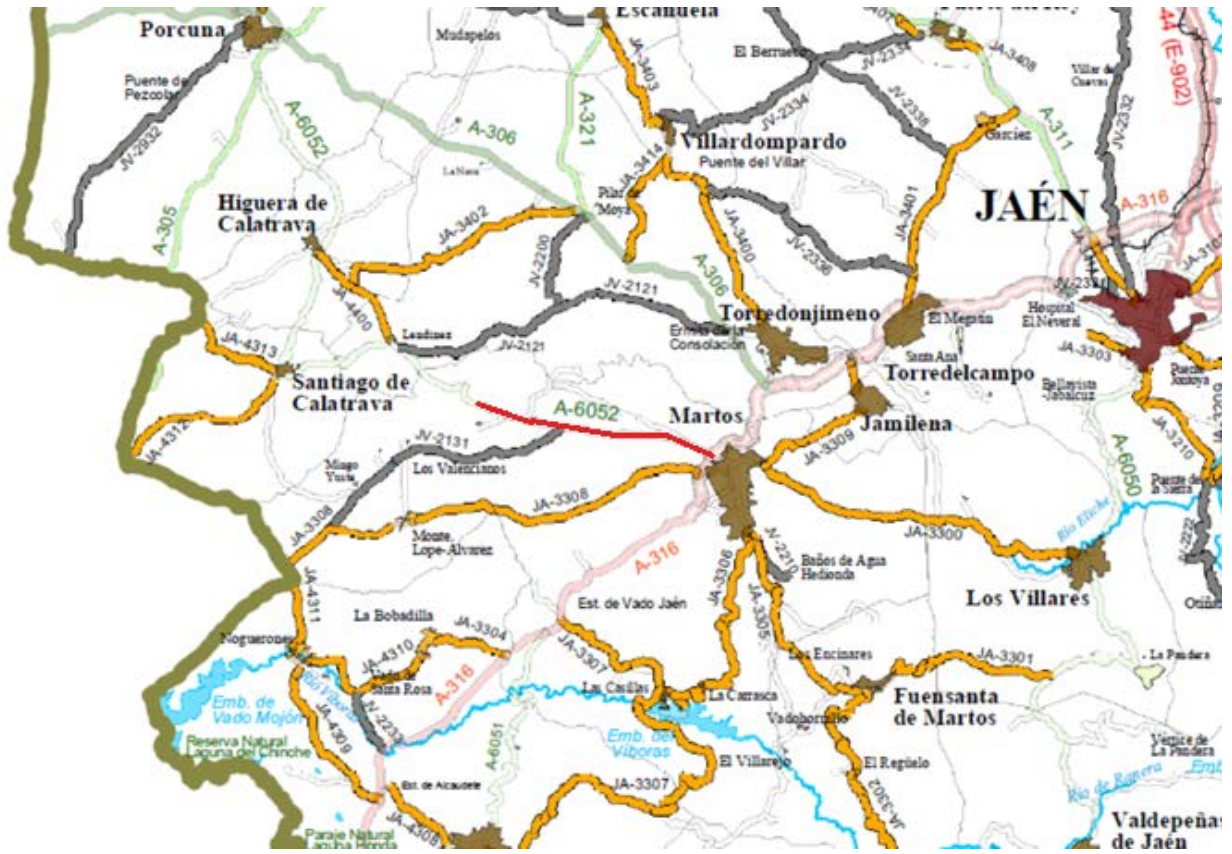


Figura nº2 – Red de carreteras de la provincia de Jaén, zona afectada.

Fuente: Diputación de Jaén. Elaboración propia.

2 CARTOGRAFÍA

La cartografía del proyecto se ha obtenido del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía, gracias a su base cartográfica.

Se utilizará para la realización de los Modelos Digitales del Terreno planos a escala 1:10.000 y con curvas de nivel con una equidistancia de 1 metro. Se emplea el programa AUTOCAD CIVIL 3D, para ver el modelo digital y para la realización de los cálculos de la nueva obra lineal, además de la impresión de los planos finales.

La impresión de los planos en los que se muestra la obra lineal proyectada se realizará en escala 1:2.000. También se muestran las obras de drenaje e intersecciones con otras carreteras.

Los planos se han desarrollado a las escalas indicadas por las “*Recomendaciones para la redacción de los Estudios de Carreteras*”, del Ministerio de Fomento.

Los planos longitudinales aparecen con dos escalas: la escala vertical corresponde a 1/500, y la escala horizontal, corresponde a 1/2.000. En estos planos se incluyen todos los parámetros de acuerdo vertical. Los perfiles transversales de la traza de la carretera se representan cada veinte metros (excepto cuando sea necesario una distancia menor) y a escala 1/500. La sección tipo calzada y firme se presentan a escala 1/100 así como las secciones transversales de las diferentes obras de drenaje proyectadas.

2.1 Cartografía utilizada en anejos

Para la realización de los anejos de este proyecto se ha recurrido a cartografía que esquematiza los mismos. Es la que a continuación se indica:

- “Atlas Nacional de España”.
- “Datos climáticos para Carreteras” División de Construcción de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T.
- “Mapa de la Red Viaria Provincial” Diputación de Jaén.
- “Mapa Oficial de Carreteras de Andalucía” (Instituto de Cartografía de Andalucía). ESCALA 1/200.000.
- “Mapa Topográfico de Andalucía: Jaén” (Instituto de Cartografía de Andalucía). ESCALA 1/10.000.
- Mapa Geológico de España – 1/50.000 – (Instituto Geológico y Minero de España).

2.2 Replanteo topográfico

Se utiliza como punto inicial de replanteo el punto en el que se encuentra la señalización de PK 0+000 de la antigua carretera. Es necesario decir que el punto de inicio es orientativo. Aunque la cartografía fuese muy exacta, en el caso de un proyecto real, el emplazamiento real del comienzo de las obras se definiría directamente sobre el terreno.

ANEJO 3:
ESTUDIO
GEOLOGICO Y
GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Geología y Geomorfología.....	4
2.1	Encuadre geológico local	4
2.2	Hidrogeología	5
2.3	Geotecnia del corredor	6
2.4	Trabajos de laboratorio.....	8
2.4.1	Condiciones exigibles	9
2.4.2	Estudio de fuentes de material y selección de origen	11
3	Desmontes.....	13
3.1	Desmontes sobre la formación de margas blancas	13
3.2	Desmontes sobre los recubrimientos coluvio aluviales	13
3.3	Desmonte sobre las fácies triásicas de la unidad olistostrómica	13

1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo responde al informe geotécnico para el acondicionamiento de la carretera A-6052, en el tramo desde el P.K. 0+000 hasta el 7+000. Se describen los materiales que serán atravesados por la obra.

Dicho estudio geológico y geotécnico está basado en el estudio perteneciente al proyecto realizado por la Diputación de Jaén, llamado *Ensanche y mejora de la carretera JA-3308, de Martos a Monte Lope Álvarez*. El estudio ha sido realizado por la empresa CEMOSA, y proporcionado para este proyecto por el tutor D. Antonio M. Montañez López.

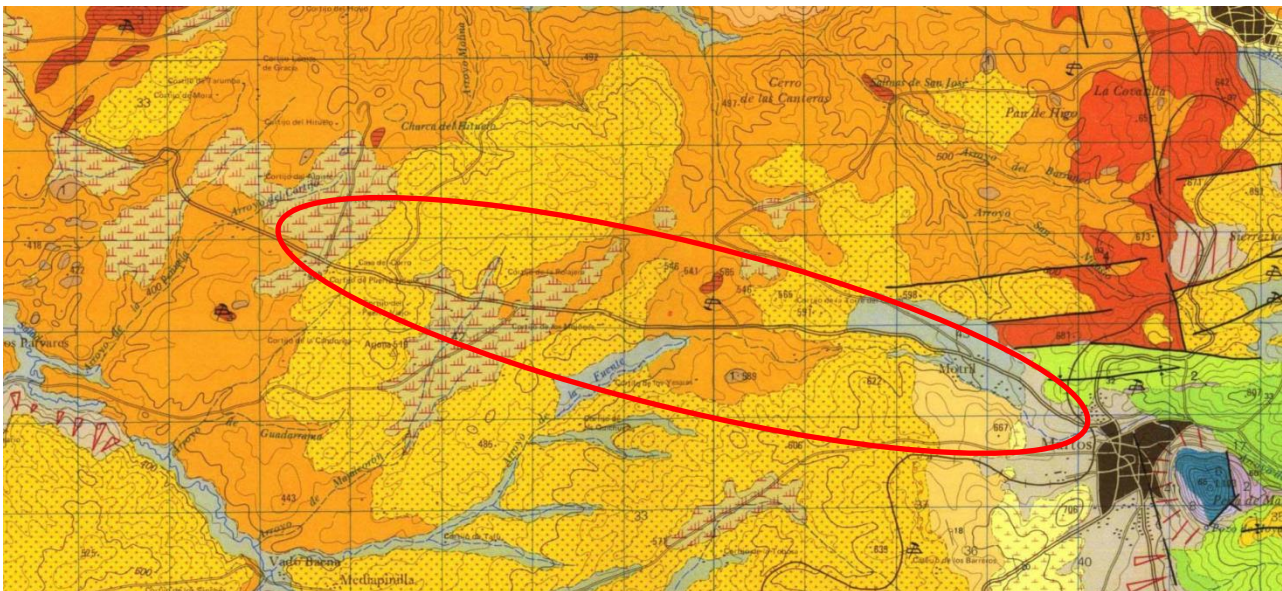
Serán utilizados datos del Instituto Geológico y Minero de España y el Mapa Geológico Nacional.

2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

2.1 Encuadre geológico local

La zona objeto de estudio se encuentra en el borde oriental de la depresión del Guadalquivir, una cuenca post-orogénica que queda limitada al sur por la Cordillera Bética (formada como consecuencia del régimen compresivo que comenzó a finales del Cretácico y en ella se pueden distinguir distintos dominios o zonas siendo las más importantes, ordenadas de norte a sur, las Zonas Externas y las Zonas Internas) y al norte por el Macizo Ibérico (junto con su cobertera tabular de sedimentos mesozoicos no plegados, constituye el antepaís bético, esto es, la zona estable y autóctona no deformada durante la orogenia alpina)

La carretera A-6052 se localiza al oeste de la localidad de Martos. A continuación podemos ver el esquema regional (escala 1:50.000)



LEYENDA

UNIDADES DE LA DEPRESION DEL GUADALQUIVIR Y DE LAS ZONAS EXTERNAS DE LAS CORDILLERAS BÉTICAS

		CUATERNARIO		
		42	43	
		40	41	
		39		
		38		
		36		
MIOCENO	SUPERIOR	MESSINIENSE		
		TORTONIEN.	SUPERIOR	
	MEDIO	SERRAVALL.	INFERIOR	35
			SUPERIOR	32
		LANGHIE.	INFERIOR	34
			SUPERIOR	33
		29	30	

- 43 Aluvial o relleno coluvial.
- 42 Fondos de valle.
- 41 Derrubios de ladera.
- 40 Glacis (coluvial).
- 39 Terrazas, aluviales.
- 38 Conglomerados de matriz limo-arcillosa, de color rojo.
- 37 Calcarenitas.
- 36 Margas limosas de color crema.
- 35 Calcarenitas, areniscas calcáreas y conglomerados. Localmente calizas de algas.
- 34 Areniscas y areniscas calcáreas de carácter turbidítico.
- 33 Unidad detrítico-carbonatada, facies de margas blancas y limos margosos.
- 32 U. detrít.-carb. facies turbidíticas.
- 31 Olistolitos de calizas del Prebético.
- 30 Olistolitos de edad Cretácico-Terciario indiferenciados.
- 29 Unidad Olistostrómica.

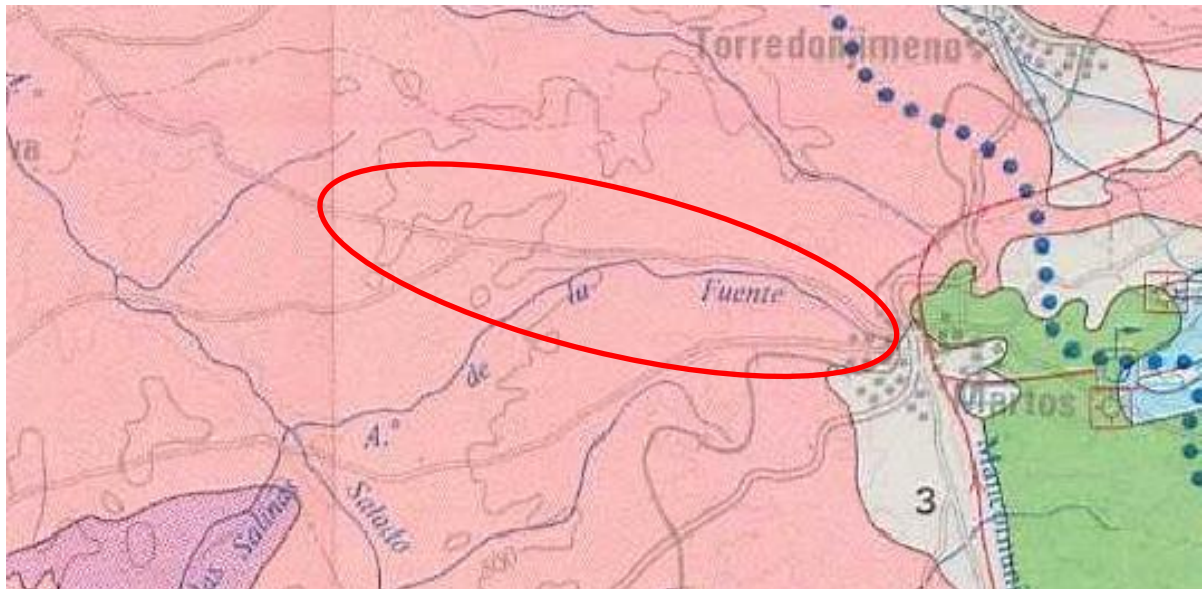
Figura nº 1.- Hoja Geológica Reproducción de mapa geológico MAGNA, Hoja de Martos 946/18-38. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

En las inmediaciones de la localidad de Martos aparecen depósitos coluviales y glaciares. Después de estos depósitos, la carretera cruza diversas geologías, como son la unidad detrítico-carbonatada del Mioceno Superior y Medio, que son margas blancas y limos margosos. También se encuentra la Unidad Olistostrómica (arcillas, margas y clastos de colores variados, de componente y fauna triásica cretácica y terciaria). Finalmente aparecen tres secciones de fondos de valle, depósitos cuaternarios están asociados a cursos de agua se escasa entidad y régimen intermitente.

Se concluye que los materiales que caracterizan la zona de estudio son **margas, calizas y areniscas**.

2.2 Hidrogeología

La hidrogeología se ha obtenido mediante el Mapa Hidrogeológico de España, Hoja 77. Jaén, división 5-10. Aparecen materiales impermeables como margas, margocalizas, areniscas y olistostromas margosos, pertenecientes al periodo Terciario Mioceno.



LEYENDA

NEOGENO Y CUATERNARIO		PERMEABLE	SEMIPERMEABLE	IMPERMEABLE
CUATERNARIO	1	1 Gravas, arenas y limos	2 Conglomerados y arenas	3 Arenillas y limos
	2			
TERCIARIO MIOCENO	3	6 Arenas finas con intercalaciones de areniscas y calcarenitas 7 Conglomerados, arenas y calizas	4 Conglomerados y arenas	8 Margas con niveles de areniscas o calcarenitas 9 Arenas, areniscas y calcarenitas 10 Margas, margocalizas, areniscas y olistostromas margosos
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Figura nº 2.- Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000
Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

2.3 Geotecnia del corredor

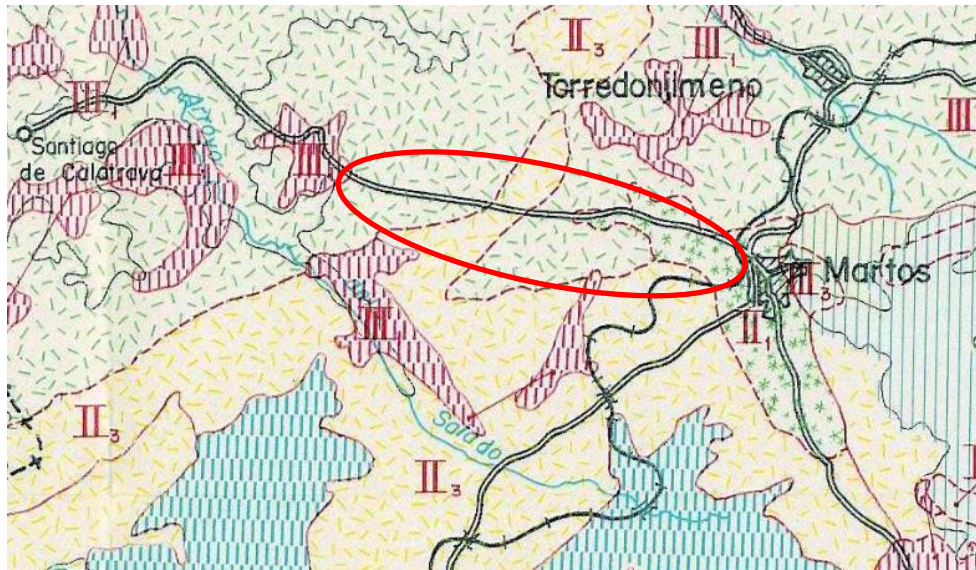


Figura nº 3- Mapa Geotécnico Nacional
Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

Como se puede apreciar en el mapa geotécnico general, el área general de estudio encontramos terrenos tipo II_1 que presenta materiales formados por una mezcla de arcillas y arenas, recubierta de limos y gravas sueltas, incluyendo a veces niveles de conglomerados, yodos ellos poco resistentes a la erosión. Se presenta una morfología prácticamente llana, con una estabilidad del terreno elevada, pudiendo verse disminuida en los márgenes de la red fluvial y en obras que tienden a producir taludes importantes. Los materiales son semipermeables, con un drenaje en general deficiente, más allá donde el nivel freático existe a cotas próximas a la superficie. Es normal la existencia el agua en la profundidad. Las características mecánicas son de tipo medio, pudiendo aparecer problemas mecánicos ligados a la existencia de nivel freático y a la alternancia litológica.

Existe una pequeña zona denominada II_3 , que incluye grupos margosos, calcáreos y detríticos, a veces tapizados por un recubrimiento arcillo-arenoso. Su resistencia a la erosión es deficiente. Su morfología presenta formas alomadas con pendientes de alrededor del 7%, si bien, hay zonas que son muy superiores. Toda el área se considera estable y sus materiales son en pequeño, impermeables, admitiendo una cierta permeabilidad; el drenaje es aceptable, realizándose por percolación y escorrentía. Es normal la existencia de acuíferos en profundidad. Las características mecánicas son de tipo medio, pudiendo aparecer problemas como consecuencia del bajo grado de cementación y facilidad de deslizamiento en algunas zonas, y en todos los contactos con otras subdivisiones.

Debido a las litologías que agrupa, sus terrenos admiten un amplio margen de capacidades de carga, pero en general puede decirse que son del tipo medio, con asentamientos del mismo orden.

Además, según los datos geotécnicos proporcionados por el PGOU del ayuntamiento de Martos, las condiciones constructivas en el área de este proyecto se clasifican como zona aceptable.

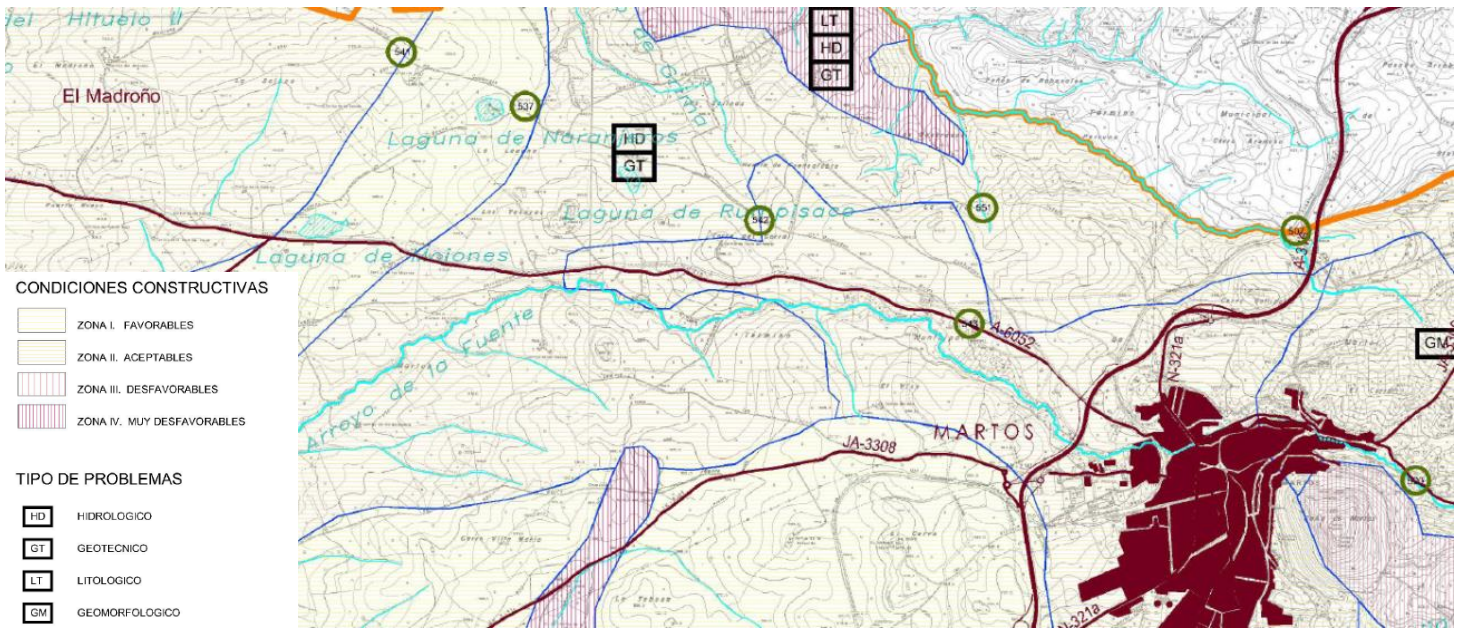


Figura nº 4- Mapa Geotécnico.
Fuente: PGOU de Martos.

2.4 Trabajos de laboratorio

Los trabajos realizados en el laboratorio se recogen en la siguiente tabla:

ENSAYO	UNIDADES	NORMA
Clasificación USCS	16	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	16	UNE 103-101
Determinación de los límites de Atterberg	16	UNE 103-103
Determinación de la humedad natural	9	UNE 103-300
Determinación del peso específico aparente	9	UNE 103-301
Ensayo próctor normal	6	UNE 103-500
Determinación del índice CBR (PN)	6	UNE 103-502
Determinación del contenido en sales solubles totales	6	NLT 114
Determinación del contenido de sulfatos	6	UNE 103-202
Determinación de materia orgánica	6	UNE 103-204
Hinchamiento libre	6	UNE 103-601
Ensayo de colapso	6	NLT 254
Ensayo de compresión simple en suelos	3	UNE 103-400
Ensayo de corte directo con drenaje	2	UNE 103-401
Ensayo edométrico	2	UNE 103-405

Tabla nº 1 – Ensayos realizados en laboratorio

2.4.1 Condiciones exigibles

Suelo	Próctor	Densidad seca	Densidad natural	Humedad natural
Depósitos aluviales	Normal	1,62	1,70	5,08 %
Unidad Olistostrómica	Normal	1,82	2,16	18,80%

Tabla nº 2 Densidad y humedad de los suelos.

Para proceder a establecer las condiciones exigibles a los materiales, debemos diferenciar el uso de éstos anteriormente. Como esquema que sintetiza las distintas capas y usos de los materiales se presenta la siguiente imagen:

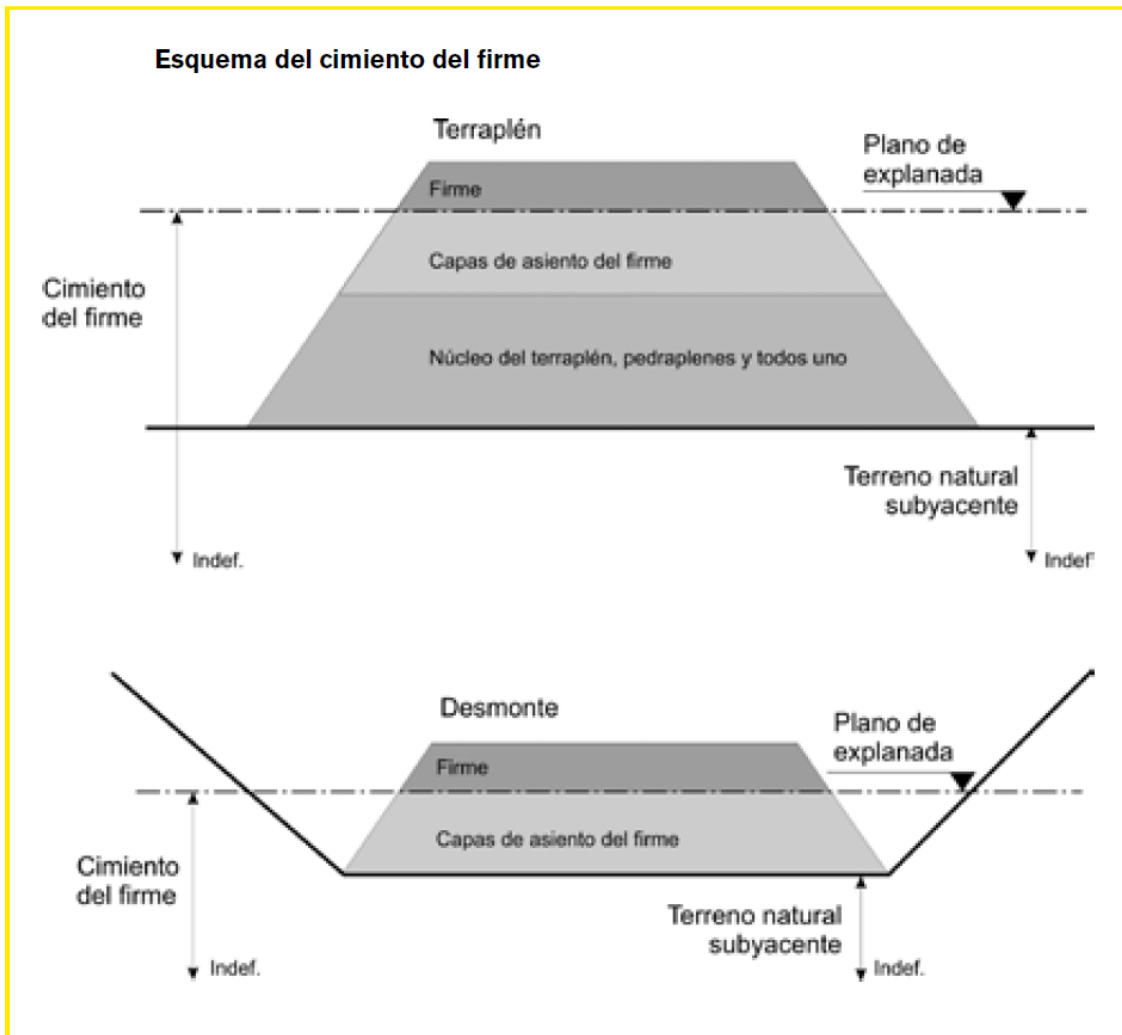


Figura nº5 – Esquema del cimiento.
Fuente: ICAFIR.

Utilizando el programa ICAFIR 2006 de la Instrucción de diseño de firmes de la Junta de Andalucía, y teniendo en cuenta los datos obtenidos del estudio geotécnico,

podemos clasificar los suelos de nuestra traza según la siguiente tabla y diferenciando los distintos usos posibles:

Tabla 4.1. Suelos y materiales para caracterización del TNS y uso en cimiento del firme				
Símbolo	Designación del Material	Características	Prescripciones complementarias para su empleo en	
			Núcleo	Capas de asiento
SIN	Suelo Inadecuado	Según suelo inadecuado del art. 330 del PG-3	No utilizable	No utilizable
S00	Suelo Marginal	Según suelo marginal del art. 330 del PG-3	Estudio especial. No utilizable en zonas inundables	No utilizable
S0	Suelo Tolerable	Según suelo tolerable del art. 330 del PG-3	CBR ⁽²⁾ ≥ 3 Hinchamiento ⁽¹⁾ < 3% No utilizable en zonas inundables	No utilizable
S1	Suelo Adecuado	Según suelo adecuado del art. 330 del PG-3	CBR ⁽²⁾ ≥ 5 Hinchamiento ⁽¹⁾ < 3% salvo en zonas inundables que < 1%	CBR ⁽²⁾ ≥ 5 Hinchamiento ⁽¹⁾ nulo Sólo utilizable sobre suelos SIN, S00 ó S0
S2	Suelo Seleccionado Tipo 2	Según suelo seleccionado del art. 330 del PG-3	CBR ⁽²⁾ ≥ 10 Hinchamiento ⁽¹⁾ < 1%	CBR ⁽²⁾ ≥ 10 Hinchamiento ⁽¹⁾ nulo
S3	Suelo Seleccionado Tipo 3	Según suelo seleccionado del art. 330 del PG-3	CBR ⁽²⁾ ≥ 20 Hinchamiento ⁽¹⁾ < 1%	CBR ⁽²⁾ ≥ 20 Hinchamiento ⁽¹⁾ nulo
S4	Suelo Seleccionado Tipo 4 ⁽²⁾	Según suelo seleccionado del art. 330 del PG-3	CBR ⁽²⁾ ≥ 20 Hinchamiento ⁽¹⁾ < 1%	CBR ⁽²⁾ ≥ 40 Hinchamiento ⁽¹⁾ nulo
S-EST1	Suelo estabilizado in situ Tipo 1	Según S-EST1 del art. 512 del PG-3	Cal o cemento ≥ 2% y CBR a los 7 días ≥ 6	
S-EST2	Suelo estabilizado in situ Tipo 2	Según S-EST2 del art. 512 del PG-3	Cal o cemento ≥ 3% y CBR a los 7 días ≥ 12	
S-EST3	Suelo estabilizado in situ Tipo 3	Según S-EST3 del art. 512 del PG-3	Resistencia a compresión a 7 días ≥ 1,5 MPa y Cemento ≥ 3%	
Z	Zahorras	Según art. 510 del PG-3		
ROCA	Desmante en roca	Según art. 320 del PG-3	-	Regularización con hormigón HM-20
P	Pedraplén	Según art. 331 del PG-3	Art. 331 del PG-3	No utilizable en capas de asiento
TU	Todo uno	Según art. 333 del PG-3	Art. 333 del PG-3	No utilizable en capas de asiento

⁽¹⁾ El Hinchamiento se realizará en edómetro según Norma UNE 103.601
⁽²⁾ En relación al CBR véase apartado 4.2.2.
⁽³⁾ Se podrán clasificar dentro de éste grupo los alberos y alberizas que presenten las siguientes características: IP < 5; Hinchamiento 0%; Equivalente de arena >25; retiene #25 < 25%; #0,080 < 20%, y un contenido de sales solubles <0,5%.

Tabla nº 3 – Suelos y materiales utilizados en el cimiento del firme.

Fuente: ICAFIR.

Nos encontramos ante suelo tolerable en la gran mayoría del recorrido de la carretera proyecto, y un leve tramo de suelo inadecuado.

2.4.2 Estudio de fuentes de material y selección de origen

La diferente oferta de material y las distintas distancias de cada una de las canteras a la localización de la obra hace necesario un estudio para elegir aquella o aquellas que puedan suministrar la mayor cantidad de materiales y a la menor distancia posible.

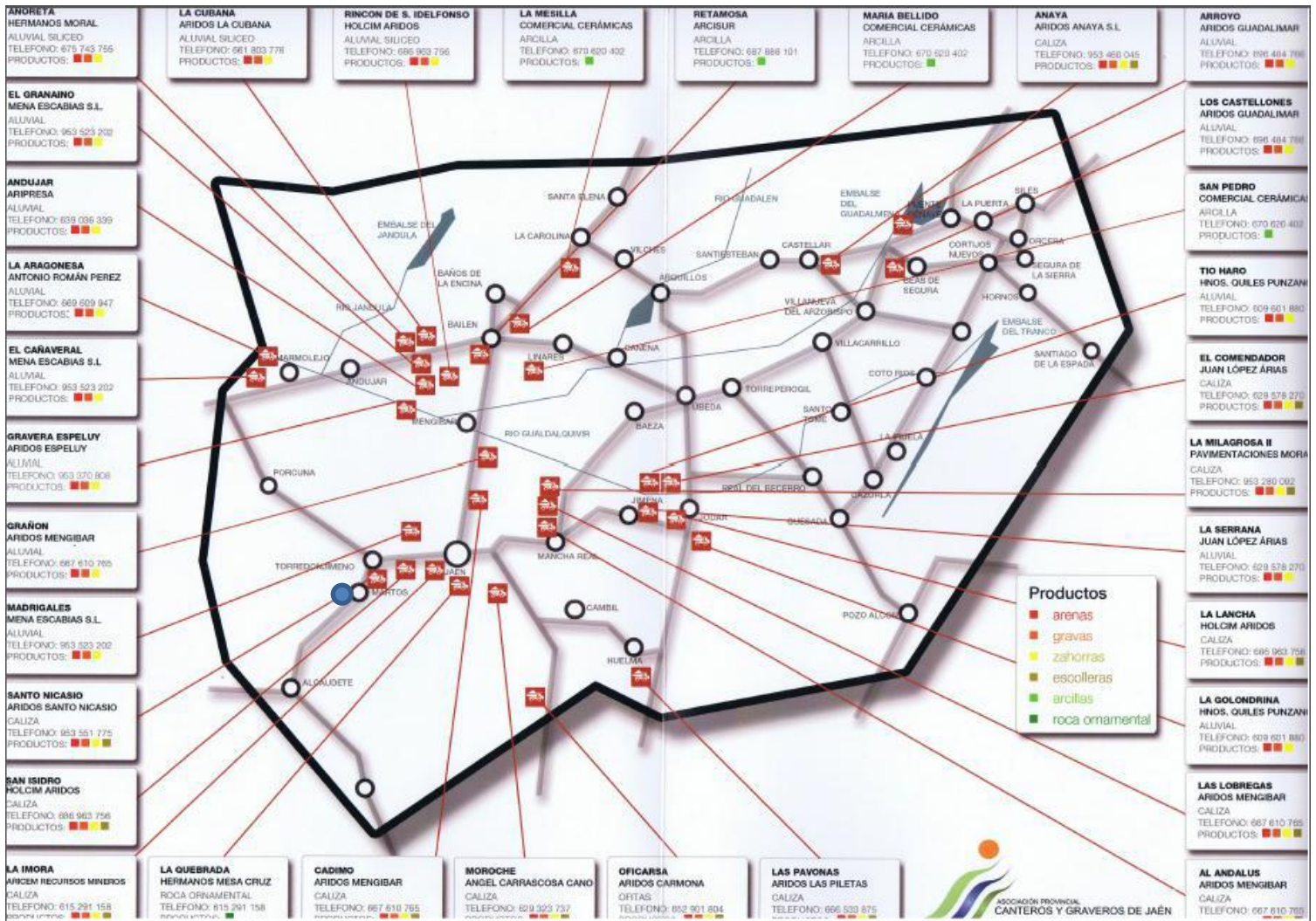


Figura nº 6 - Situación de canteras en la Provincia de Jaén
Fuente: Asociación Provincial de Canteros y Graveros de Jaén.

Situación de la obra.

Tras un estudio de la oferta de las empresas más próximas, se elegirán por ofrecer una mayor oferta de los materiales demandados y menos distancia al punto de utilización las siguientes empresas:

- Santo Nicasio – Áridos Santo Nicasio
 - Caliza
 - Teléfono: 953551775
 - Productos: Arenas, gravas, zahorras, escolleras.
- San Isidro – Holcim áridos

- Caliza
- Teléfono: 686963756
- Productos: Arenas, gravas, zahorras, escolleras.

- La imora – Aricem Recursos Mineros
 - Caliza
 - Teléfono: 615291158
 - Productos: Arenas, gravas, zahorras, escolleras.

- La quebrada – Hermanos Mesa Cruz
 - Roca ornamental
 - Teléfono: 615291158
 - Productos: Roca ornamental.

- Madrigales – Mena escabias S.L.
 - Aluvial
 - Teléfono: 953523202
 - Productos: Arenas, gravas, zahorras.

- Cadimo – Áridos Mengibar
 - Caliza
 - Teléfono: 657510765
 - Productos: Arenas, gravas, zahorras, escolleras.

- Moroche – Ángel Carrascosa Cano
 - Caliza
 - Teléfono: 629323737
 - Productos: Arenas, gravas, zahorras, escolleras.

En relación a la gestión de residuos, cuando concluya el Plan Director de Gestión de Inertes, que está previsto para 2015, la provincia contará con nueve plantas de tratamiento, una maquinaria móvil de reciclaje, 22 puntos de acopio, y 170 contenedores para ayuntamientos sin punto de acopio.

La necesidad o no de uso de canteras de áridos y de gestión de residuos será tratado en los anejos posteriores: Anejo 7 – Movimiento de tierras, y Anejo 14 – Gestión de residuos y demolición.

3 DESMONTES

3.1 Desmontes sobre la formación de margas blancas

Dada la escasa envergadura de los desmontes proyectados, no se han realizado ensayos específicos de determinación de la resistencia al corte de estos materiales, basándonos únicamente en la observación de los desmontes existentes en la zona en esta formación.

Los taludes observados nos indican que estos son estables para alturas próximas a los 8 metros con inclinaciones superiores incluso a los 60°. No se observan socavaciones ni marcas de escorrentía de importancia.

Recomendamos que para taludes hasta 8 metros de altura sobre esta formación se dimensionen taludes de inclinación 2H:1V. Para taludes de mayor altura deberá estudiarse específicamente el caso, siendo en todo caso asumible la construcción de taludes en esta formación con inclinaciones 3H:2V hasta alturas de talud próximas a los 15 metros.

3.2 Desmontes sobre los recubrimientos coluvio aluviales

Dada la baja compacidad de estos sedimentos recomendamos que para estos taludes se reduzca la pendiente de diseño a un 3H:2V para desmontes de hasta 8 metros de altura, salvo aquellos con alturas menores a 2 metros que podrán dimensionarse con pendientes 2H:1V.

3.3 Desmonte sobre las fácies triásicas de la unidad olistostrómica

Se recomienda dimensionar el talud con pendientes 2H:1V hasta alturas límites de 15 metros. Para evitar la posible invasión de material a la calzada procedente de inestabilidades locales del talud y facilitar la limpieza de los mismos, se recomienda realizar una cuneta de pie de talud de mínimo dos metros de anchura:

ANEJO 4:
CLIMATOLOGÍA E
HIDROLOGÍA

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Climatología.....	4
2.1	Estudio climatológico.....	4
2.1.1	Climatología de la provincia.....	4
2.1.2	Climatología de la zona de estudio.....	4
2.1.3	Clasificación de la climatología.....	9
2.1.4	Determinación de los días útiles para la ejecución de las obras ...	10
3	Hidrología	13
3.1	Estudio hidrológico de cuencas.....	13
3.2	Determinación de las lluvias en los diferentes períodos de retorno	13

1 INTRODUCCIÓN

Este anejo es un resumen de todos aquellos datos estadísticos y estudios previos o antecedentes existentes sobre la zona de este proyecto y en el que se pueden diferenciar varias partes. Para la realización de este anejo se han utilizado los datos de estaciones meteorológicas más cercanas al tramo de estudio.

Este anejo incluye un estudio de la climatología de la zona del proyecto que permite el cálculo de la reducción de días trabajables por condiciones climatológicas adversas.

El conocimiento de la hidrología de la zona es necesario para la ubicación y dimensionamiento de las obras de drenaje que conduzcan las aguas de lluvia a sus cauces naturales.

2 CLIMATOLOGÍA

2.1 Estudio climatológico

2.1.1 Climatología de la provincia

El clima en la provincia de Jaén es de tipo mediterráneo continental, e influenciado por el Valle del Guadalquivir que, abierto al océano Atlántico, condiciona la circulación atmosférica de la provincia. A lo largo del año la oscilación de temperatura en un mismo día puede llegar a los 20°C. La temperatura media es de 22,1° y la mínima es de 11,8°.

El invierno es templado, con temperaturas medias diurnas de 13° y que por las noches raramente bajan de los 2°, aunque las heladas nocturnas son un acontecimiento frecuente. Los vientos húmedos oceánicos que circulan por el valle del Guadalquivir producen abundantes precipitaciones entre otoño y la primavera, siendo especialmente importantes en la Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas.

El verano de la provincia suele ser caluroso, con temperaturas máximas hasta los 40° y escasas lluvias. Durante los meses de julio y agosto la zona de la montaña tiene un clima menos caluroso. A mencionar que, por la gran pluviosidad de la Sierra de Cazorla, nazcan en esta zona dos ríos importantes de la península: El Guadalquivir y el Segura.

2.1.2 Climatología de la zona de estudio

Existen una serie de datos climáticos (temperaturas y precipitaciones) disponibles en el Instituto Nacional de Meteorología y en la Red de Estaciones Agroclimáticas de la Junta de Andalucía, que permiten conocer las características meteorológicas de la zona y que pueden tener una influencia directa o indirecta sobre la obra proyectada.

Nombre	Provincia	Coordenadas				Cota (msnm)
		Longitud	Latitud	X	Y	
Jaén	Jaén	03° 46' 16" W	37° 53' 26" N	432183.0	4193960.0	299
Alcaudete	Jaén	04° 04' 42" W	37°37'38" N	404780.0	4159460.0	645
La Higuera de Arjona	Jaén	04° 00' 27" W	37° 56' 55" N	411463.0	4200610.0	267

Nombre	Tipología	Período de registro (Precipitaciones)	Período de registro (Temperatura)
Jaén	Estación pluviométrica	1970/2016	-
Alcaudete	Estación termoplumiométrica	2000/2016	2001/2016
La Higuera de Arjona	Estación termoplumiométrica	2001/2016	2001/2016

Tabla nº 1 y 2- Datos de las estaciones de registro seleccionadas.
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Elaboración propia.

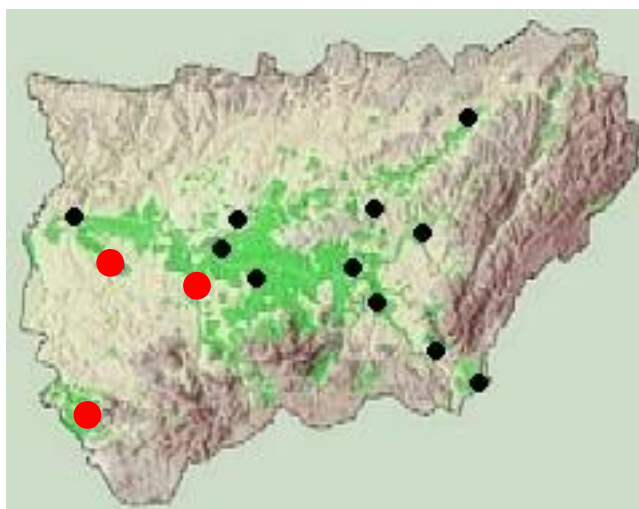


Figura nº1 – Estaciones seleccionadas de la provincia de Jaén.
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

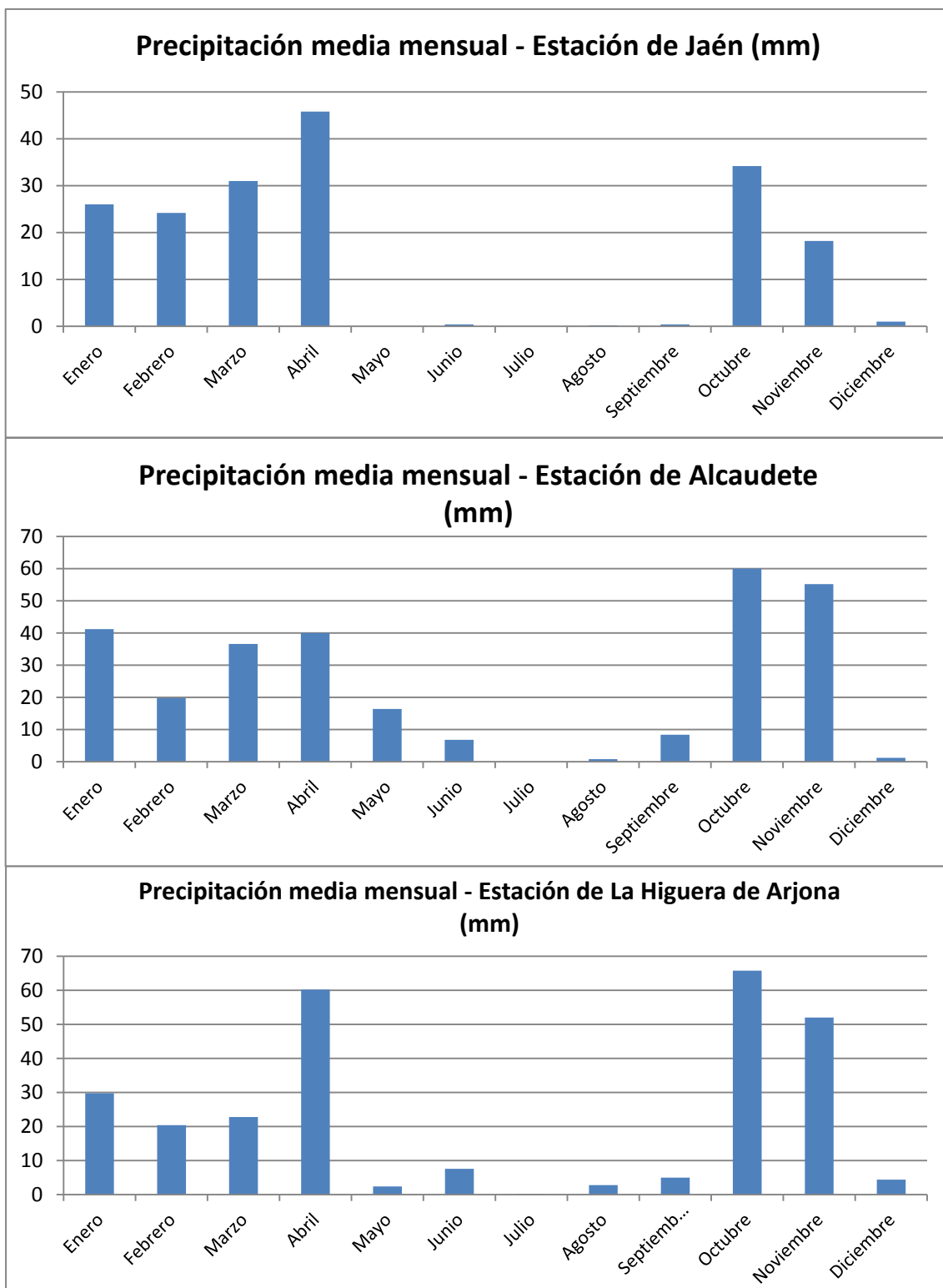
A continuación se encuentran los datos del régimen pluviométrico:

Estación	Distribución media mensual de precipitaciones (mm)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Jaén	26,00	24,20	31,00	45,80	0,00	0,40	0,00	0,20	0,40	34,20	18,20	1,00	181,40
Alcaudete	41,20	19,80	36,60	40,02	16,40	6,80	0,00	0,80	8,40	60,00	55,20	1,20	286,42
La Higuera de Arjona	29,80	20,40	22,80	60,20	2,40	7,60	0,20	2,80	5,00	65,80	52,00	4,40	273,40

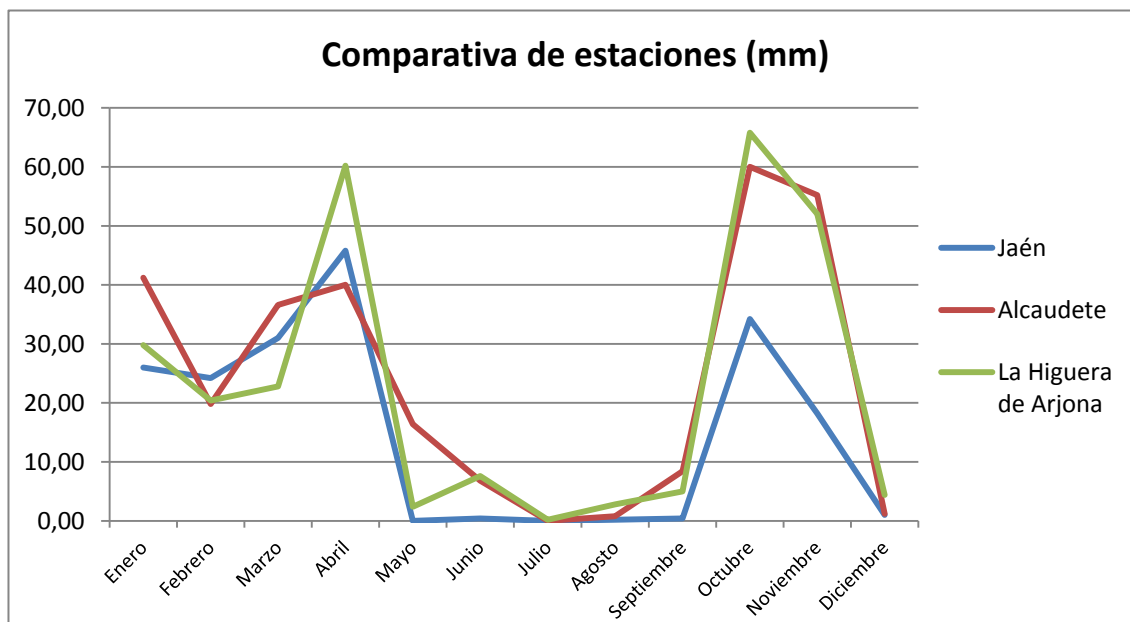
Tabla nº2 – Precipitaciones medias.
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Elaboración propia.

Nos encontramos en una zona pluviométrica seca. Se considera “seco” a valores inferiores de 400 mm (en nuestro caso, la media entre todas las estaciones es de 247 mm). La zona pluviométrica “intermedia” se haya entre los valores 400 y 600, y para valores superiores a estos, la zona se denomina “húmeda”. Aun así, hay que tener en cuenta la variabilidad de precipitaciones existentes entre diferentes años, así como la poca uniformidad de precipitaciones a lo largo del año.

A continuación se representan gráficamente las precipitaciones medias de cada estación.



A continuación podemos apreciar una comparación entre las estaciones.

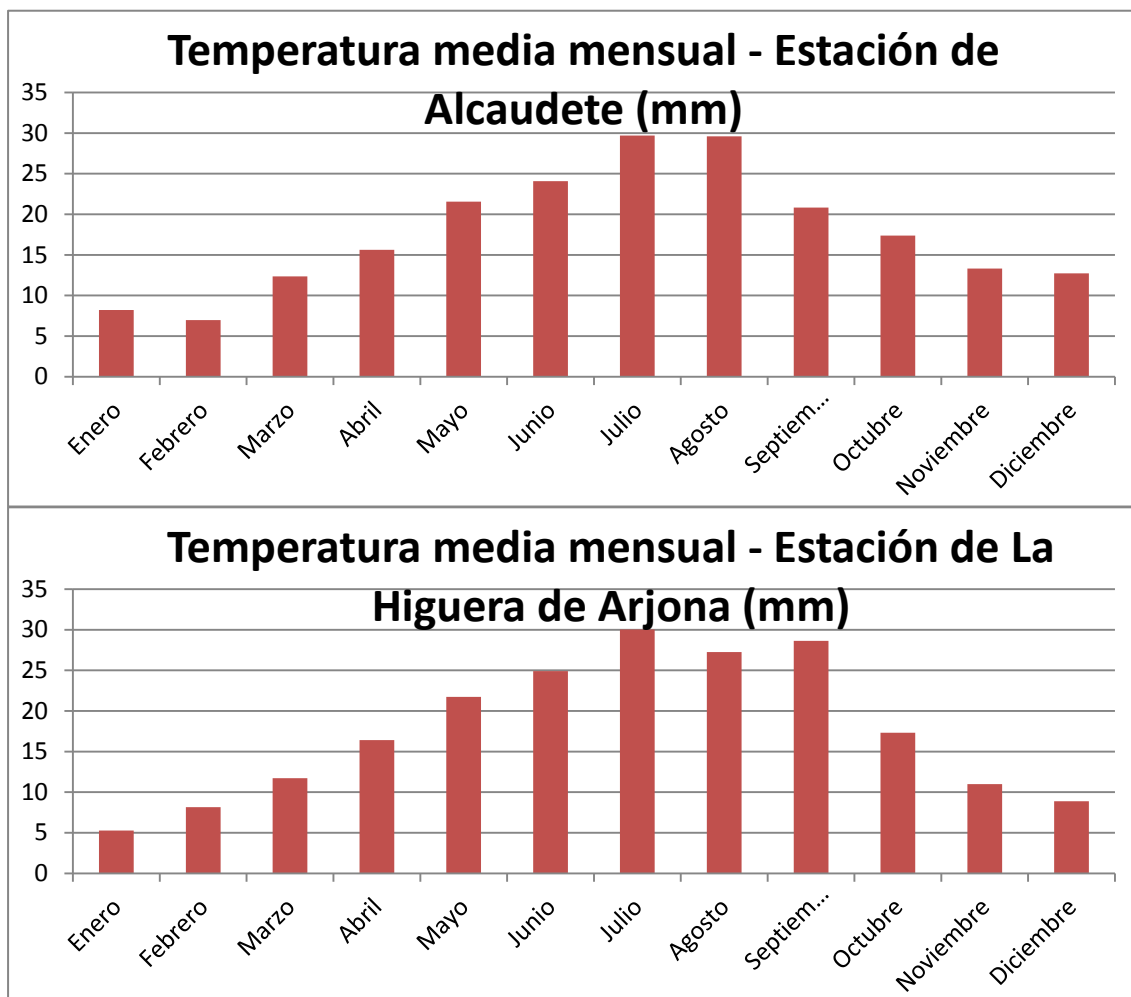


En la siguiente tabla vemos los datos térmicos de las estaciones de Alcaudete y de La Higuera de Arjona, ya que la estación de Jaén es pluviométrica, y por tanto, no registra los valores de temperatura.

Estación	Distribución media mensual de temperaturas (°C)												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Alcaudete	8,2	7,0	12,4	15,6	21,6	24,1	29,7	29,6	20,8	17,4	13,3	12,7	17,7
La Higuera de Arjona	5,3	8,1	11,7	16,4	21,7	24,9	30,0	27,3	28,6	17,3	11,0	8,9	17,6

Tabla nº 3- Temperaturas medias.
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Elaboración propia.

Se aprecia que la temperatura media anual está en torno a los 17°C, siendo los meses de Julio y Agosto los más calurosos, y apareciendo las temperaturas mínimas entre los meses de Enero, Febrero y Diciembre. Se representa en los siguientes gráficos:



Haciendo uso del Atlas Nacional de España del Instituto Nacional de Meteorología, se definen los siguientes parámetros de nuestra zona de proyecto:

- Evaporación media: se define como la cantidad de agua (depende de su disponibilidad en el terreno) que pasa de la tierra a la atmósfera, tanto por medios físicos como biológicos.
 - Evaporación media en primavera: 200 mm.
 - Evaporación media en verano: 25-50 mm.
 - Evaporación media en otoño: 50-100 mm.
 - Evaporación media en invierno: 50-75 mm.
 - Evaporación media anual: 300-400 mm.

- Humedad Relativa: La humedad relativa es el porcentaje de saturación de un volumen específico de aire a una temperatura específica. La humedad relativa del aire depende de la temperatura y la presión del volumen de aire analizado.
 - Humedad Relativa media en primavera: 60-65 %
 - Humedad Relativa media en verano: 45-50 %
 - Humedad Relativa media en otoño: 65-70 %
 - Humedad Relativa media en invierno: 75-80 %
 - Humedad Relativa media anual: 60-65%

- Horas de sol despejado: El número de horas de sol despejado es muy elevado, alcanzando una media de 2.800 horas/año.
 - Insolación de primavera: 700-750 horas.
 - Insolación de verano: 1000-1050 horas
 - Insolación de otoño: 600-650 horas.
 - Insolación de Inverno: 450-500 horas.
 - Insolación anual: >2800 horas.

2.1.3 Clasificación de la climatología

Según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente así como datos de la Diputación de Jaén, el trazado de nuestra carretera discurre por una zona de clima Mediterráneo Templado Seco. Esta clasificación está basada en la clasificación de J. Papadakis.

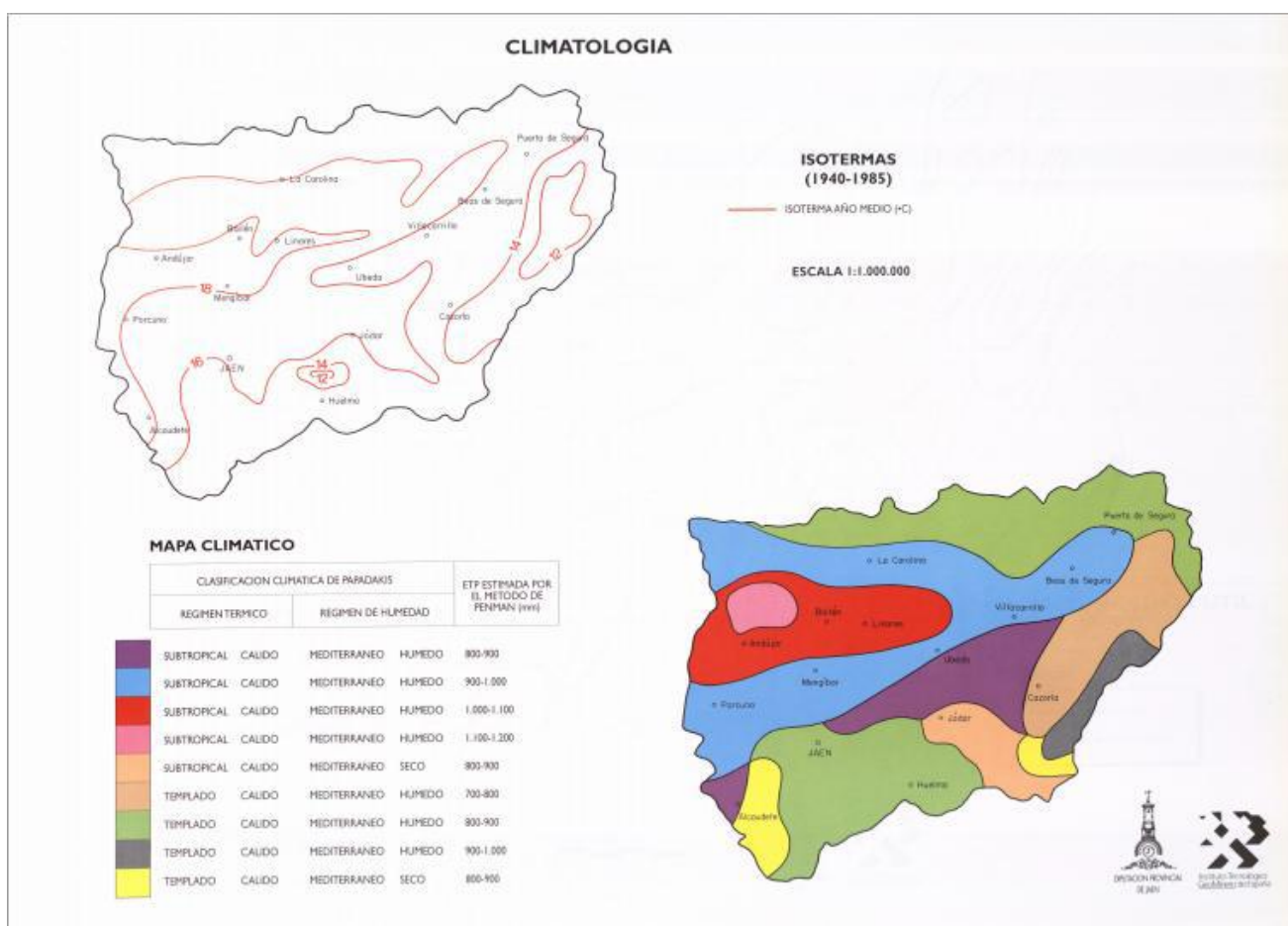


Figura nº2 – Clima de la provincia de Jaén según la clasificación de J. Papadakis.
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía.

Según el Atlas Nacional de España, basándose en la clasificación Köppen, el clima del área de proyecto es clima templado lluvioso con verano seco y caluroso.

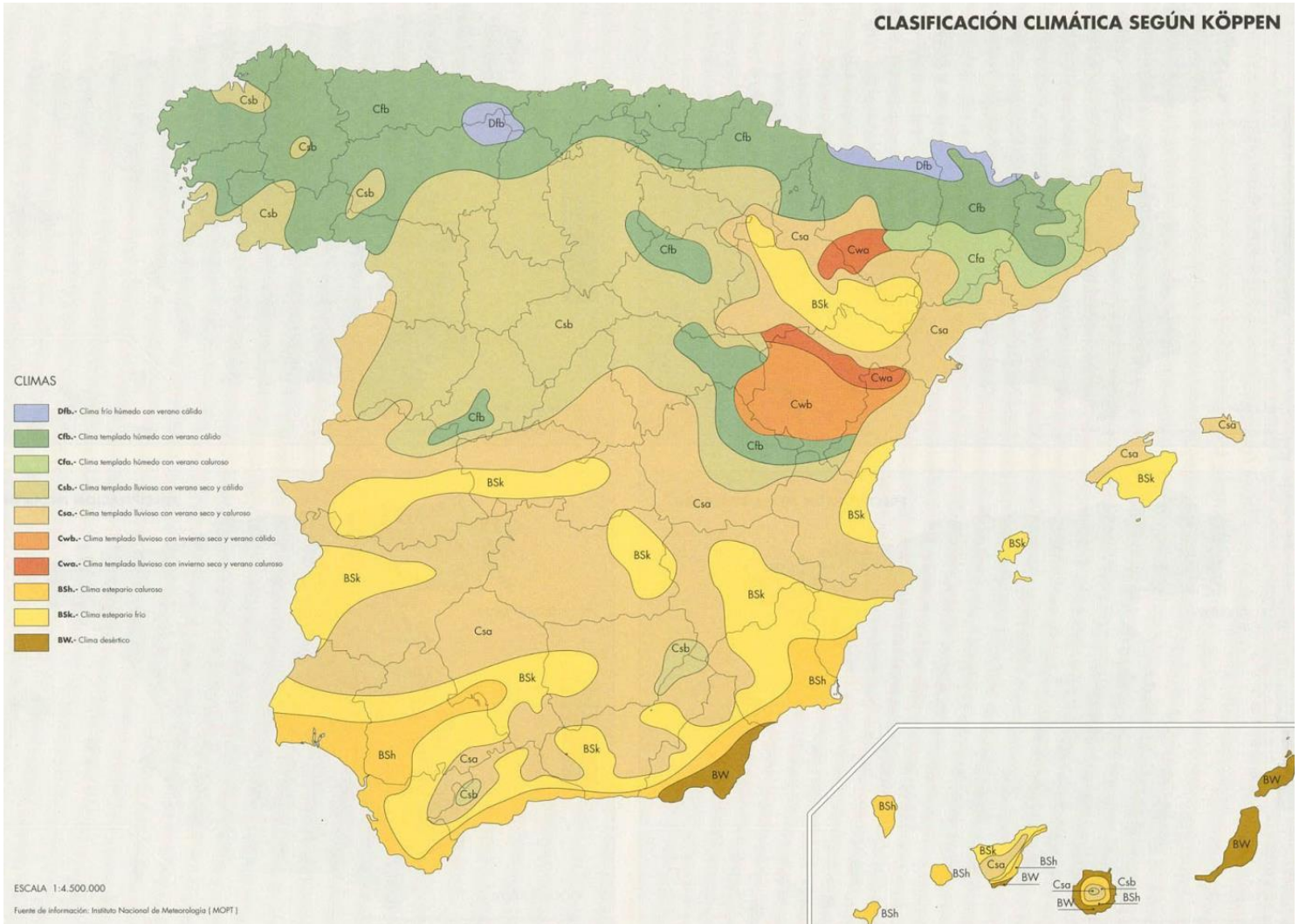


Figura nº3 – Clima de la provincia de Jaén según la clasificación de Köppen.
Fuente: Atlas Nacional de España.

2.1.4 Determinación de los días útiles para la ejecución de las obras

La ejecución de este tipo de infraestructuras puede verse afectada por las condiciones del clima de la zona. El coste de la obra, en consecuencia, viene afectado en gran medida por la época o estación climática en que ha de ejecutarse cada fase de la obra.

La determinación de este estudio se ha basado en las recomendaciones publicadas por la División de Construcción de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T., actualmente denominado Ministerio de Fomento, bajo la publicación “Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo”. También los datos climáticos han sido obtenidos del Ministerio de Fomento, en la publicación “Datos climáticos para carreteras”.

Para calcular el número de días trabajables útiles en las distintas unidades de obra se establecen una serie de coeficientes de reducción que se debe aplicar al día de número trabajables al mes. Estos coeficientes son:

- Coeficiente de reducción por helada η_m . Es el cociente entre el número de días del mes en que la temperatura mínima es superior a 0 °C y el número total de días del mes.

$$\eta_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días con } T > 0^\circ\text{C}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración τ_m . Es el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10 °C y el número total de días del mes.

$$\tau_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días con } T > 10^\circ\text{C a las 9 h}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas τ'_m . Es el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5 °C y el número total de días del mes.

$$\tau'_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días con } T > 5^\circ\text{C a las 9 h}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo λ_m . Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número total de días del mes.

$$\lambda_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días con } P < 10 \text{ mm}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo λ'_m . Es el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm y el número total de días del mes.

$$\lambda'_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días con } P < 1 \text{ mm}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes}}$$

En el siguiente cuadro se indican los factores meteorológicos que afecta a cada tipo de obra:

Unidad de obra	Factores				
	Días con T>0°C	Días con P<10 mm	Días con P<1mm	Días con T _{9h} >10°C	Días con T _{9h} >5°C
Hormigones					
Explanaciones					
Áridos					
Riegos y tratados superficiales o por penetración					
Mezclas bituminosas					

Tabla n° 4- Factores meteorológicos que afecta a cada tipo de obra.
Fuente: Datos climáticos para carreteras, Ministerio de Fomento.

Para el cálculo de los coeficientes, se ha interpola en los planos de las distintas isólinas mensuales que se obtienen de la publicación “Datos Climáticos para Carreteras”. El coeficiente de reducción correspondiente a cada clase de obra es el resultado de las siguientes expresiones:

- Hormigones hidráulicos: $C_m = \eta_m \times \lambda_m$
- Explanaciones: $C_m = \eta_m \times (\lambda_m + \lambda'_m)/2$
- Producción de áridos: $C_m = \lambda_m$
- Riegos y tratamientos: $C_m = \tau_m \times \lambda'_m$
- Mezclas bituminosas: $C_m = \tau'_m \times \lambda'_m$

3 HIDROLOGÍA

3.1 Estudio hidrológico de cuencas

El estudio que se desarrolla en este apartado tiene como fin último el predimensionamiento de las obras de drenaje en posteriores anejos. Así, se calculará el caudal a desaguar dentro de lo establecido en la *instrucción 5.2.-IC Drenaje Superficial*.

La carretera proyecto discurre por dos cuencas, y su estudio se ha realizado mediante el Modelo Digital Terrestre con la capa de arroyos superpuesta. Disponen de las siguientes características:

Cuenca	P.K. de inicio	Área (km ²)
1	0+000	1,894
2	4+660	2,764

Tabla nº 4 – Cuencas

Fuente: Datos climáticos para carreteras, Ministerio de Fomento

3.2 Determinación de las lluvias en los diferentes períodos de retorno

Para calcular el caudal de dimensionamiento de las obras de drenaje transversal así como en el drenaje longitudinal necesitamos la precipitación en 24 horas de periodo de retorno 100 y 25 años, según se indica en la Instrucción 5.2-I.C. de Drenaje Superficial.

Los cálculos de las precipitaciones se hallarán por modelos estadísticos, contrastándose los valores obtenidos con los calculados de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, y su aplicación “Maxpluwin”, ambas del Ministerio de Fomento. También se ha utilizado el Atlas Nacional.

Siendo:

- P (100 años) = 100 mm.
- P (25 años) = 77 mm.

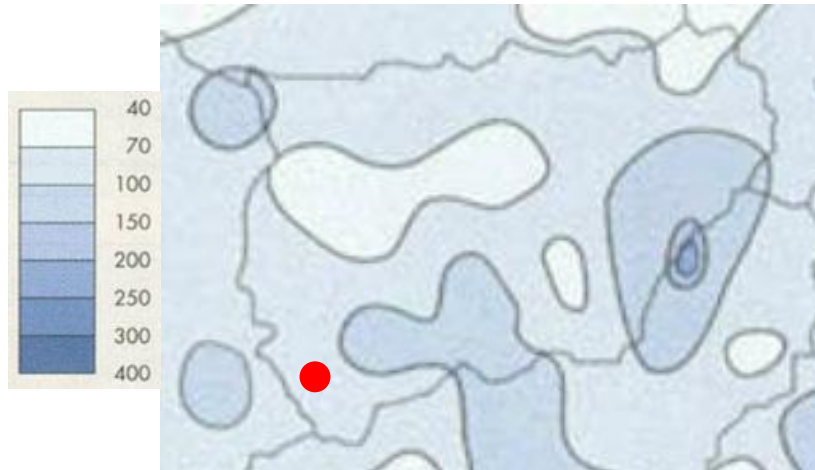


Figura nº3 – Precipitación máxima en la provincia de Jaén con periodo de retorno de 25 años.

Fuente: Atlas Nacional de España.

Se ha optado por estos valores de años de retorno debido a que la instrucción 5.2.-IC Drenaje superficial insta a que los elementos de drenaje superficial de la plataforma y los márgenes deben establecerse a 25 años, mientras que las obras de drenaje transversal se realizará a 100 años.

ANEJO 5:
TRAZADO
GEOMÉTRICO

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Traszado en planta	4
3	Trazado en alzado	17
4	Sección transversal	19
5	Nivel de servicio.....	20

1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se justifica el trazado adoptado para el Proyecto de Construcción “ACONDICIONAMIENTO CARRETERA A-6052. P.K. 0+000 HASTA P.K. 7+000. TRAMO MARTOS – SANTIAGO DE CALATRAVA (JAÉN)”. El trazado propuesto se ha ido ajustando para dar solución a los numerosos condicionantes que se analizan en los siguientes epígrafes.

El nuevo trazado se ha adaptado lo máximo posible al trazado actual, haciendo pequeñas modificaciones en curvas para evitar su peligrosidad y aumentar la visibilidad de los conductores. También se modifica las pendientes de la vía, haciendo que exista una mayor continuidad a la que había anteriormente.

El trazado se ha diseñado conforme la Norma 3.1.-IC de trazado. Según las tablas 2.1. y 2.2. de la presente instrucción, nos encontramos ante una carretera convencional del grupo 3 (velocidad de proyecto de 80 km/h) en un terreno llano (inclinación media menor al 5%)

2 TRASADO EN PLANTA

El trazado consistirá en un eje (consideraremos el eje central de la calzada) que se compondrá de la combinación de los elementos: recta, curva circular y curva de transición o clotoide. Para la determinación del trazado en planta de la nueva carretera se ha cumplido todo lo especificado en el artículo 4 de la norma de trazado.

Según la tabla 4.4. de dicha norma, el radio mínimo será de 265 metros para una carretera tipo C-80, mientras que el peralte máximo será del 7% en las curvas. En la tabla 4.5. se especifica cómo evoluciona el peralte respecto al radio.

En las siguientes páginas se muestran las tablas con los parámetros del trazado, obtenidos mediante el programa de diseño AutoCAD civil 3D.

También se incluyen las tablas de peraltes de la carretera.

TRAZADO A - 6052									
Segmento	A	Longitud	Orientación	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Punto de paso1	Punto de paso2
Recta 1		283.818m	N44.368344W (g)	0+000.00m	0+283.82m	(413500.6800m,4175920.0700m,0.0000m)	(413302.2150m,4176122.9600m,0.0000m)	(413500.6800m,4175920.0700m,0.0000m)	(413245.5352m,4176180.9034m,0.0000m)
Clotoide entrada 1	127.475m	50.000m		0+283.82m	0+333.82m	(413302.2150m,4176122.9600m,0.0000m)	(413266.3561m,4176157.7856m,0.0000m)		
Curva circular 1		60.921m		0+333.82m	0+394.74m	(413266.3561m,4176157.7856m,0.0000m)	(413217.0509m,4176193.4166m,0.0000m)		
Clotoide salida 1	127.475m	50.000m		0+394.74m	0+444.74m	(413217.0509m,4176193.4166m,0.0000m)	(413172.7305m,4176216.5335m,0.0000m)		
Recta 2		493.750m	N63.923209W (g)	0+444.74m	0+938.49m	(413172.7305m,4176216.5335m,0.0000m)	(412729.2414m,4176433.5739m,0.0000m)	(413245.5352m,4176180.9034m,0.0000m)	(412656.1213m,4176469.3583m,0.0000m)
Clotoide entrada 2	212.132m	50.000m		0+938.49m	0+988.49m	(412729.2414m,4176433.5739m,0.0000m)	(412684.1310m,4176455.1351m,0.0000m)		
Curva circular 2		62.653m		0+988.49m	1+051.14m	(412684.1310m,4176455.1351m,0.0000m)	(412626.2551m,4176479.0974m,0.0000m)		
Clotoide salida 2	212.132m	50.000m		1+051.14m	1+101.14m	(412626.2551m,4176479.0974m,0.0000m)	(412579.1059m,4176495.7342m,0.0000m)		
Recta 3		552.141m	N71.094924W (g)	1+101.14m	1+653.28m	(412579.1059m,4176495.7342m,0.0000m)	(412056.7492m,4176674.6286m,0.0000m)	(412656.1213m,4176469.3583m,0.0000m)	(411983.4864m,4176699.7193m,0.0000m)
Clotoide entrada 3	180.000m	54.000m		1+653.28m	1+707.28m	(412056.7492m,4176674.6286m,0.0000m)	(412005.4101m,4176691.3549m,0.0000m)		
Curva circular 3		46.614m		1+707.28m	1+753.90m	(412005.4101m,4176691.3549m,0.0000m)	(411960.2124m,4176702.7087m,0.0000m)		
Clotoide salida 3	180.000m	54.000m		1+753.90m	1+807.90m	(411960.2124m,4176702.7087m,0.0000m)	(411907.0634m,4176712.2302m,0.0000m)		
Recta 4		463.295m	N80.702818W (g)	1+807.90m	2+271.19m	(411907.0634m,4176712.2302m,0.0000m)	(411449.8549m,4176787.0778m,0.0000m)	(411983.4864m,4176699.7193m,0.0000m)	(411362.0656m,4176801.4494m,0.0000m)
Clotoide entrada 4	90.000m	30.566m		2+271.19m	2+301.76m	(411449.8549m,4176787.0778m,0.0000m)	(411419.6055m,4176791.4346m,0.0000m)		
Curva circular 4		113.082m		2+301.76m	2+414.84m	(411419.6055m,4176791.4346m,0.0000m)	(411308.0432m,4176779.2522m,0.0000m)		
Clotoide salida 4	90.000m	30.566m		2+414.84m	2+445.41m	(411308.0432m,4176779.2522m,0.0000m)	(411279.4470m,4176768.4697m,0.0000m)		
Recta 5		46.965m	S68.239072W (g)	2+445.41m	2+492.37m	(411279.4470m,4176768.4697m,0.0000m)	(411235.8284m,4176751.0580m,0.0000m)	(411362.0656m,4176801.4494m,0.0000m)	(411161.5425m,4176721.4045m,0.0000m)
Clotoide entrada 5	100.000m	37.736m		2+492.37m	2+530.11m	(411235.8284m,4176751.0580m,0.0000m)	(411200.4675m,4176737.9066m,0.0000m)		
Curva circular 5		82.307m		2+530.11m	2+612.41m	(411200.4675m,4176737.9066m,0.0000m)	(411119.4520m,4176725.3884m,0.0000m)		
Clotoide salida 5	100.000m	37.736m		2+612.41m	2+650.15m	(411119.4520m,4176725.3884m,0.0000m)	(411081.7708m,4176727.2537m,0.0000m)		
Recta 6		125.585m	N85.806318W (g)	2+650.15m	2+775.74m	(411081.7708m,4176727.2537m,0.0000m)	(410956.5215m,4176736.4376m,0.0000m)	(411161.5425m,4176721.4045m,0.0000m)	(410917.6200m,4176739.2900m,0.0000m)
Clotoide entrada 6	100.000m	25.000m		2+775.74m	2+800.74m	(410956.5215m,4176736.4376m,0.0000m)	(410931.6100m,4176738.5253m,0.0000m)		
Curva circular 6		27.927m		2+800.74m	2+828.66m	(410931.6100m,4176738.5253m,0.0000m)	(410903.9595m,4176742.4036m,0.0000m)		
Clotoide salida 6	100.000m	25.000m		2+828.66m	2+853.66m	(410903.9595m,4176742.4036m,0.0000m)	(410879.4348m,4176747.2498m,0.0000m)		
Recta 7		180.445m	N78.225115W (g)	2+853.66m	3+034.11m	(410879.4348m,4176747.2498m,0.0000m)	(410702.7874m,4176784.0726m,0.0000m)	(410917.6200m,4176739.2900m,0.0000m)	(410681.7400m,4176788.4600m,0.0000m)
Clotoide entrada 7	60.000m	9.000m		3+034.11m	3+043.11m	(410702.7874m,4176784.0726m,0.0000m)	(410693.9700m,4176785.8761m,0.0000m)		
Curva circular 7		24.979m		3+043.11m	3+068.09m	(410693.9700m,4176785.8761m,0.0000m)	(410669.3267m,4176789.9299m,0.0000m)		
Clotoide salida 7	60.000m	9.000m		3+068.09m	3+077.09m	(410669.3267m,4176789.9299m,0.0000m)	(410660.3962m,4176791.0458m,0.0000m)		

TRAZADO A - 6052									
Segmento	A	Longitud	Orientación	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Punto de paso1	Punto de paso2
Recta 8		427.659m	N83.092190W (g)	3+077.09m	3+504.74m	(410660.3962m,4176791.0458m,0.0000m)	(410235.8412m,4176842.4814m,0.0000m)	(410681.7400m,4176788.4600m,0.0000m)	(410165.9400m,4176850.9500m,0.0000m)
Clotoide entrada 8	120.000m	28.800m		3+504.74m	3+533.54m	(410235.8412m,4176842.4814m,0.0000m)	(410207.2194m,4176845.6704m,0.0000m)		
Curva circular 8		82.745m		3+533.54m	3+616.29m	(410207.2194m,4176845.6704m,0.0000m)	(410124.5721m,4176846.4159m,0.0000m)		
Clotoide salida 8	120.000m	28.800m		3+616.29m	3+645.09m	(410124.5721m,4176846.4159m,0.0000m)	(410095.8974m,4176843.7435m,0.0000m)		
Recta 9		415.914m	S84.125683W (g)	3+645.09m	4+061.00m	(410095.8974m,4176843.7435m,0.0000m)	(409682.1674m,4176801.1761m,0.0000m)	(410165.9400m,4176850.9500m,0.0000m)	(409636.6806m,4176796.4961m,0.0000m)
Clotoide entrada 9	90.000m	30.566m		4+061.00m	4+091.57m	(409682.1674m,4176801.1761m,0.0000m)	(409651.7119m,4176798.6332m,0.0000m)		
Curva circular 9		30.026m		4+091.57m	4+121.60m	(409651.7119m,4176798.6332m,0.0000m)	(409621.7040m,4176798.9873m,0.0000m)		
Clotoide salida 9	90.000m	30.566m		4+121.60m	4+152.16m	(409621.7040m,4176798.9873m,0.0000m)	(409591.3169m,4176802.2481m,0.0000m)		
Recta 10		398.589m	N82.773678W (g)	4+152.16m	4+550.75m	(409591.3169m,4176802.2481m,0.0000m)	(409195.8938m,4176852.3862m,0.0000m)	(409636.6806m,4176796.4961m,0.0000m)	(409159.3905m,4176857.0147m,0.0000m)
Clotoide entrada 10	120.000m	18.000m		4+550.75m	4+568.75m	(409195.8938m,4176852.3862m,0.0000m)	(409178.0454m,4176854.7173m,0.0000m)		
Curva circular 10		37.568m		4+568.75m	4+606.32m	(409178.0454m,4176854.7173m,0.0000m)	(409140.9662m,4176860.7336m,0.0000m)		
Clotoide salida 10	120.000m	18.000m		4+606.32m	4+624.32m	(409140.9662m,4176860.7336m,0.0000m)	(409123.2964m,4176864.1655m,0.0000m)		
Recta 11		152.418m	N78.793938W (g)	4+624.32m	4+776.74m	(409123.2964m,4176864.1655m,0.0000m)	(408973.7845m,4176893.7861m,0.0000m)	(409159.3905m,4176857.0147m,0.0000m)	(408914.9100m,4176905.4500m,0.0000m)
Clotoide entrada 11	120.000m	36.000m		4+776.74m	4+812.74m	(408973.7845m,4176893.7861m,0.0000m)	(408938.5829m,4176901.3104m,0.0000m)		
Curva circular 11		47.705m		4+812.74m	4+860.44m	(408938.5829m,4176901.3104m,0.0000m)	(408893.0388m,4176915.4096m,0.0000m)		
Clotoide salida 11	120.000m	36.000m		4+860.44m	4+896.44m	(408893.0388m,4176915.4096m,0.0000m)	(408859.7429m,4176929.0900m,0.0000m)		
Recta 12		162.022m	N66.804105W (g)	4+896.44m	5+058.46m	(408859.7429m,4176929.0900m,0.0000m)	(408710.8179m,4176992.9067m,0.0000m)	(408914.9100m,4176905.4500m,0.0000m)	(408607.1939m,4177037.3112m,0.0000m)
Clotoide entrada 12	150.000m	56.250m		5+058.46m	5+114.71m	(408710.8179m,4176992.9067m,0.0000m)	(408658.6214m,4177013.8399m,0.0000m)		
Curva circular 12		110.392m		5+114.71m	5+225.11m	(408658.6214m,4177013.8399m,0.0000m)	(408550.6982m,4177035.3288m,0.0000m)		
Clotoide salida 12	150.000m	56.250m		5+225.11m	5+281.36m	(408550.6982m,4177035.3288m,0.0000m)	(408494.4644m,4177035.9855m,0.0000m)		
Recta 13		315.508m	S89.326222W (g)	5+281.36m	5+596.86m	(408494.4644m,4177035.9855m,0.0000m)	(408178.9781m,4177032.2753m,0.0000m)	(408607.1939m,4177037.3112m,0.0000m)	(408135.1600m,4177031.7600m,0.0000m)
Clotoide entrada 13	140.000m	32.667m		5+596.86m	5+629.53m	(408178.9781m,4177032.2753m,0.0000m)	(408146.3126m,4177032.1876m,0.0000m)		
Curva circular 13		22.264m		5+629.53m	5+651.79m	(408146.3126m,4177032.1876m,0.0000m)	(408124.0623m,4177032.9447m,0.0000m)		
Clotoide salida 13	140.000m	32.667m		5+651.79m	5+684.46m	(408124.0623m,4177032.9447m,0.0000m)	(408091.4783m,4177035.2529m,0.0000m)		
Recta 14		270.939m	N85.428242W (g)	5+684.46m	5+955.40m	(408091.4783m,4177035.2529m,0.0000m)	(407821.4017m,4177056.8487m,0.0000m)	(408135.1600m,4177031.7600m,0.0000m)	(407777.2400m,4177060.3800m,0.0000m)
Clotoide entrada 14	150.000m	28.125m		5+955.40m	5+983.53m	(407821.4017m,4177056.8487m,0.0000m)	(407793.3802m,4177059.2547m,0.0000m)		
Curva circular 14		32.324m		5+983.53m	6+015.85m	(407793.3802m,4177059.2547m,0.0000m)	(407761.2818m,4177063.0461m,0.0000m)		
Clotoide salida 14	150.000m	28.125m		6+015.85m	6+043.97m	(407761.2818m,4177063.0461m,0.0000m)	(407733.4708m,4177067.2349m,0.0000m)		

TRAZADO A - 6052									
Segmento	A	Longitud	Orientación	P.K. inicial	P.K. final	Punto inicial	Punto final	Punto de paso1	Punto de paso2
Recta 15		473.269m	N81.098916W (g)	6+043.97m	6+517.24m	(407733.4708m,4177067.2349m,0.0000m)	(407265.9019m,4177140.4633m,0.0000m)	(407777.2400m,4177060.3800m,0.0000m)	(407186.0307m,4177152.9724m,0.0000m)
Clotoide entrada 15	200.000m	50.000m		6+517.24m	6+567.24m	(407265.9019m,4177140.4633m,0.0000m)	(407216.5895m,4177148.7135m,0.0000m)		
Curva circular 15		61.492m		6+567.24m	6+628.73m	(407216.5895m,4177148.7135m,0.0000m)	(407156.6624m,4177162.4316m,0.0000m)		
Clotoide salida 15	200.000m	50.000m		6+628.73m	6+678.73m	(407156.6624m,4177162.4316m,0.0000m)	(407108.6716m,4177176.4554m,0.0000m)		
Recta 16		420.829m	N73.113871W (g)	6+678.73m	7+099.56m	(407108.6716m,4177176.4554m,0.0000m)	(406705.9867m,4177298.6940m,0.0000m)	(407186.0307m,4177152.9724m,0.0000m)	(406654.8576m,4177314.2146m,0.0000m)
Clotoide entrada 16	125.000m	31.250m		7+099.56m	7+130.81m	(406705.9867m,4177298.6940m,0.0000m)	(406675.9924m,4177307.4588m,0.0000m)		
Curva circular 16		44.211m		7+130.81m	7+175.02m	(406675.9924m,4177307.4588m,0.0000m)	(406632.8540m,4177317.0718m,0.0000m)		
Clotoide salida 16	125.000m	31.250m		7+175.02m	7+206.27m	(406632.8540m,4177317.0718m,0.0000m)	(406601.9762m,4177321.8717m,0.0000m)		
Recta 17		117.782m	N81.761050W (g)	7+206.27m	7+324.06m	(406601.9762m,4177321.8717m,0.0000m)	(406485.4100m,4177338.7500m,0.0000m)	(406654.8576m,4177314.2146m,0.0000m)	(406485.4100m,4177338.7500m,0.0000m)

Tabla 1 – Parámetros de trazado de la carretera A-6052

TRAZADO A - 6052									
Segmento	A	Longitud	Orientación	Ángulo de incremento	Orientación inicial	Orientación final	Radio de entrada	Radio de salida	Radio
Recta 1		283.818m	N44.368344W (g)						
Clotoide entrada 1	127.475m	50.000m		4.4074 (g)	N44.368344W (g)	N48.775711W (g)	Infinito	325.000m	
Curva circular 1		60.921m		10.7401 (g)	N48.775711W (g)	N59.515841W (g)			325.000m
Clotoide salida 1	127.475m	50.000m		4.4074 (g)	N59.515841W (g)	N63.923209W (g)	325.000m	Infinito	
Recta 2		493.750m	N63.923209W (g)						
Clotoide entrada 2	212.132m	50.000m		1.5915 (g)	N63.923209W (g)	N65.514758W (g)	Infinito	900.000m	
Curva circular 2		62.653m		3.9886 (g)	N65.514758W (g)	N69.503375W (g)			900.000m
Clotoide salida 2	212.132m	50.000m		1.5915 (g)	N69.503375W (g)	N71.094924W (g)	900.000m	Infinito	
Recta 3		552.141m	N71.094924W (g)						
Clotoide entrada 3	180.000m	54.000m		2.5783 (g)	N71.094924W (g)	N73.673234W (g)	Infinito	600.000m	
Curva circular 3		46.614m		4.4513 (g)	N73.673234W (g)	N78.124508W (g)			600.000m
Clotoide salida 3	180.000m	54.000m		2.5783 (g)	N78.124508W (g)	N80.702818W (g)	600.000m	Infinito	
Recta 4		463.295m	N80.702818W (g)						
Clotoide entrada 4	90.000m	30.566m		3.3043 (g)	N80.702818W (g)	N84.007167W (g)	Infinito	265.000m	
Curva circular 4		113.082m		24.4494 (g)	N84.007167W (g)	S71.543421W (g)			265.000m
Clotoide salida 4	90.000m	30.566m		3.3043 (g)	S71.543421W (g)	S68.239072W (g)	265.000m	Infinito	
Recta 5		46.965m	S68.239072W (g)						
Clotoide entrada 5	100.000m	37.736m		4.0794 (g)	S68.239072W (g)	S72.318515W (g)	Infinito	265.000m	
Curva circular 5		82.307m		17.7957 (g)	S72.318515W (g)	N89.885761W (g)			265.000m
Clotoide salida 5	100.000m	37.736m		4.0794 (g)	N89.885761W (g)	N85.806318W (g)	265.000m	Infinito	
Recta 6		125.585m	N85.806318W (g)						
Clotoide entrada 6	100.000m	25.000m		1.7905 (g)	N85.806318W (g)	N84.015825W (g)	Infinito	400.000m	
Curva circular 6		27.927m		4.0002 (g)	N84.015825W (g)	N80.015608W (g)			400.000m
Clotoide salida 6	100.000m	25.000m		1.7905 (g)	N80.015608W (g)	N78.225115W (g)	400.000m	Infinito	
Recta 7		180.445m	N78.225115W (g)						
Clotoide entrada 7	60.000m	9.000m		0.6446 (g)	N78.225115W (g)	N78.869693W (g)	Infinito	400.000m	
Curva circular 7		24.979m		3.5779 (g)	N78.869693W (g)	N82.447612W (g)			400.000m
Clotoide salida 7	60.000m	9.000m		0.6446 (g)	N82.447612W (g)	N83.092190W (g)	400.000m	Infinito	

TRAZADO A - 6052									
Segmento	A	Longitud	Orientación	Ángulo de incremento	Orientación inicial	Orientación final	Radio de entrada	Radio de salida	Radio
Recta 8		427.659m	N83.092190W (g)						
Clotoide entrada 8	120.000m	28.800m		1.6501 (g)	N83.092190W (g)	N84.742308W (g)	Infinito	500.000m	
Curva circular 8		82.745m		9.4819 (g)	N84.742308W (g)	S85.775802W (g)			500.000m
Clotoide salida 8	120.000m	28.800m		1.6501 (g)	S85.775802W (g)	S84.125683W (g)	500.000m	Infinito	
Recta 9		415.914m	S84.125683W (g)						
Clotoide entrada 9	90.000m	30.566m		3.3043 (g)	S84.125683W (g)	S87.430032W (g)	Infinito	265.000m	
Curva circular 9		30.026m		6.4919 (g)	S87.430032W (g)	N86.078027W (g)			265.000m
Clotoide salida 9	90.000m	30.566m		3.3043 (g)	N86.078027W (g)	N82.773678W (g)	265.000m	Infinito	
Recta 10		398.589m	N82.773678W (g)						
Clotoide entrada 10	120.000m	18.000m		0.6446 (g)	N82.773678W (g)	N82.129100W (g)	Infinito	800.000m	
Curva circular 10		37.568m		2.6906 (g)	N82.129100W (g)	N79.438515W (g)			800.000m
Clotoide salida 10	120.000m	18.000m		0.6446 (g)	N79.438515W (g)	N78.793938W (g)	800.000m	Infinito	
Recta 11		152.418m	N78.793938W (g)						
Clotoide entrada 11	120.000m	36.000m		2.5783 (g)	N78.793938W (g)	N76.215628W (g)	Infinito	400.000m	
Curva circular 11		47.705m		6.8332 (g)	N76.215628W (g)	N69.382415W (g)			400.000m
Clotoide salida 11	120.000m	36.000m		2.5783 (g)	N69.382415W (g)	N66.804105W (g)	400.000m	Infinito	
Recta 12		162.022m	N66.804105W (g)						
Clotoide entrada 12	150.000m	56.250m		4.0286 (g)	N66.804105W (g)	N70.832715W (g)	Infinito	400.000m	
Curva circular 12		110.392m		15.8125 (g)	N70.832715W (g)	N86.645169W (g)			400.000m
Clotoide salida 12	150.000m	56.250m		4.0286 (g)	N86.645169W (g)	S89.326222W (g)	400.000m	Infinito	
Recta 13		315.508m	S89.326222W (g)						
Clotoide entrada 13	140.000m	32.667m		1.5597 (g)	S89.326222W (g)	N89.114060W (g)	Infinito	600.000m	
Curva circular 13		22.264m		2.1261 (g)	N89.114060W (g)	N86.987960W (g)			600.000m
Clotoide salida 13	140.000m	32.667m		1.5597 (g)	N86.987960W (g)	N85.428242W (g)	600.000m	Infinito	
Recta 14		270.939m	N85.428242W (g)						
Clotoide entrada 14	150.000m	28.125m		1.0072 (g)	N85.428242W (g)	N84.421090W (g)	Infinito	800.000m	
Curva circular 14		32.324m		2.3150 (g)	N84.421090W (g)	N82.106068W (g)			800.000m
Clotoide salida 14	150.000m	28.125m		1.0072 (g)	N82.106068W (g)	N81.098916W (g)	800.000m	Infinito	
Recta 15		473.269m	N81.098916W (g)						
Clotoide entrada 15	200.000m	50.000m		1.7905 (g)	N81.098916W (g)	N79.308423W (g)	Infinito	800.000m	
Curva circular 15		61.492m		4.4041 (g)	N79.308423W (g)	N74.904364W (g)			800.000m
Clotoide salida 15	200.000m	50.000m		1.7905 (g)	N74.904364W (g)	N73.113871W (g)	800.000m	Infinito	
Recta 16		420.829m	N73.113871W (g)						
Clotoide entrada 16	125.000m	31.250m		1.7905 (g)	N73.113871W (g)	N74.904364W (g)	Infinito	500.000m	
Curva circular 16		44.211m		5.0662 (g)	N74.904364W (g)	N79.970557W (g)			500.000m
Clotoide salida 16	125.000m	31.250m		1.7905 (g)	N79.970557W (g)	N81.761050W (g)	500.000m	Infinito	
Recta 17		117.782m	N81.761050W (g)						

Tabla 2 – Parámetros de trazado de la carretera A-6052

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 1							
Región de entrada de transición	0+263.82m	0+333.82m	70.000m				
Desvanecimiento del bombeo	0+263.82m	0+283.82m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	0+263.82m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	0+283.82m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	0+283.82m	0+333.82m	50.000m				
Bombeo desvanecido	0+283.82m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	0+303.82m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	0+333.82m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	0+333.82m						
Región de salida de transición	0+394.74m	0+464.74m	70.000m				
Escorrentía	0+394.74m	0+444.74m	50.000m				
Finalizar sección peraltada final	0+394.74m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	0+394.74m						
Bombeo invertido	0+424.74m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	0+444.74m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	0+444.74m	0+464.74m	20.000m				
Bombeo desvanecido	0+444.74m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	0+464.74m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 2							
Región de entrada de transición	0+918.49m	0+988.49m	70.000m				
Desvanecimiento del bombeo	0+918.49m	0+938.49m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	0+918.49m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	0+938.49m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	0+938.49m	0+988.49m	50.000m				
Bombeo desvanecido	0+938.49m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	0+958.49m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	0+988.49m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	0+988.49m						
Región de salida de transición	1+051.14m	1+121.14m	70.000m				
Escorrentía	1+051.14m	1+101.14m	50.000m				
Finalizar sección peraltada final	1+051.14m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	1+051.14m						
Bombeo invertido	1+081.14m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	1+101.14m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	1+101.14m	1+121.14m	20.000m				
Bombeo desvanecido	1+101.14m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	1+121.14m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 3							
Región de entrada de transición	1+633.28m	1+707.28m	74.000m				
Desvanecimiento del bombeo	1+633.28m	1+653.28m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	1+633.28m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	1+653.28m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	1+653.28m	1+707.28m	54.000m				
Bombeo desvanecido	1+653.28m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	1+673.28m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	1+707.28m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	1+707.28m						
Región de salida de transición	1+753.90m	1+827.90m	74.000m				
Escorrentía	1+753.90m	1+807.90m	54.000m				
Finalizar sección peraltada final	1+753.90m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	1+753.90m						
Bombeo invertido	1+787.90m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	1+807.90m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	1+807.90m	1+827.90m	20.000m				
Bombeo desvanecido	1+807.90m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	1+827.90m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 4							
Región de entrada de transición	2+251.19m	2+301.76m	50.566m				
Desvanecimiento del bombeo	2+251.19m	2+271.19m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	2+251.19m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	2+271.19m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	2+271.19m	2+301.76m	30.566m				
Bombeo desvanecido	2+271.19m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	2+291.19m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	2+301.76m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	2+301.76m						
Región de salida de transición	2+414.84m	2+465.41m	50.566m				
Escorrentía	2+414.84m	2+445.41m	30.566m				
Finalizar sección peraltada final	2+414.84m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	2+414.84m						
Bombeo invertido	2+425.41m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	2+445.41m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	2+445.41m	2+465.41m	20.000m				
Bombeo desvanecido	2+445.41m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	2+465.41m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 6							
Región de entrada de transición							
Desvanecimiento del bombeo	2+755.74m	2+800.74m	45.000m				
Finalizar bombeo normal	2+755.74m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	2+775.74m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	2+775.74m	2+800.74m	25.000m				
Bombeo desvanecido	2+775.74m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo invertido	2+795.74m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	2+800.74m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	2+800.74m						
Región de salida de transición	2+828.66m	2+873.66m	45.000m				
Escorrentía	2+828.66m	2+853.66m	25.000m				
Finalizar sección peraltada final	2+828.66m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	2+828.66m						
Bombeo invertido	2+833.66m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	2+853.66m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	2+853.66m	2+873.66m	20.000m				
Bombeo desvanecido	2+853.66m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	2+873.66m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 7							
Región de entrada de transición							
Desvanecimiento del bombeo	3+014.11m	3+054.11m	40.000m				
Finalizar bombeo normal	3+014.11m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	3+034.11m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	3+034.11m	3+043.11m	9.000m				
Bombeo desvanecido	3+034.11m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	3+043.11m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	3+043.11m						
Bombeo invertido	3+054.11m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Región de salida de transición	3+057.09m	3+097.09m	40.000m				
Bombeo invertido	3+057.09m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Escorrentía	3+068.09m	3+077.09m	9.000m				
Finalizar sección peraltada final	3+068.09m			-7.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	3+068.09m						
Bombeo desvanecido	3+077.09m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	3+077.09m	3+097.09m	20.000m				
Bombeo desvanecido	3+077.09m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	3+097.09m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 8							
Región de entrada de transición	3+484.74m	3+533.54m	48.800m				
Desvanecimiento del bombeo	3+484.74m	3+504.74m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	3+484.74m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	3+504.74m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	3+504.74m	3+533.54m	28.800m				
Bombeo desvanecido	3+504.74m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	3+524.74m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	3+533.54m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	3+533.54m						
Región de salida de transición	3+616.29m	3+665.09m	48.800m				
Escorrentía	3+616.29m	3+645.09m	28.800m				
Finalizar sección peraltada final	3+616.29m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	3+616.29m						
Bombeo invertido	3+625.09m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	3+645.09m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	3+645.09m	3+665.09m	20.000m				
Bombeo desvanecido	3+645.09m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	3+665.09m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 9							
Región de entrada de transición	4+041.00m	4+091.57m	50.566m				
Desvanecimiento del bombeo	4+041.00m	4+061.00m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	4+041.00m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	4+061.00m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	4+061.00m	4+091.57m	30.566m				
Bombeo desvanecido	4+061.00m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo invertido	4+081.00m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	4+091.57m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	4+091.57m						
Región de salida de transición	4+121.60m	4+172.16m	50.566m				
Escorrentía	4+121.60m	4+152.16m	30.566m				
Finalizar sección peraltada final	4+121.60m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	4+121.60m						
Bombeo invertido	4+132.16m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	4+152.16m			-2.00%	0.00%	-2.10%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	4+152.16m	4+172.16m	20.000m				
Bombeo desvanecido	4+152.16m			-2.00%	0.00%	-2.10%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	4+172.16m			-2.00%	-2.00%	-2.20%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 10							
Región de entrada de transición	4+530.75m	4+570.75m	40.000m				
Desvanecimiento del bombeo	4+530.75m	4+550.75m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	4+530.75m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	4+550.75m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	4+550.75m	4+568.75m	18.000m				
Bombeo desvanecido	4+550.75m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	4+568.75m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	4+568.75m						
Bombeo invertido	4+570.75m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Región de salida de transición	4+604.32m	4+644.32m	40.000m				
Bombeo invertido	4+604.32m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Escorrentía	4+606.32m	4+624.32m	18.000m				
Finalizar sección peraltada final	4+606.32m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	4+606.32m						
Bombeo desvanecido	4+624.32m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	4+624.32m	4+644.32m	20.000m				
Bombeo desvanecido	4+624.32m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	4+644.32m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 11							
Región de entrada de transición	4+756.74m	4+812.74m	56.000m				
Desvanecimiento del bombeo	4+756.74m	4+776.74m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	4+756.74m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	4+776.74m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	4+776.74m	4+812.74m	36.000m				
Bombeo desvanecido	4+776.74m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo invertido	4+796.74m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	4+812.74m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	4+812.74m						
Región de salida de transición	4+860.44m	4+916.44m	56.000m				
Escorrentía	4+860.44m	4+896.44m	36.000m				
Finalizar sección peraltada final	4+860.44m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	4+860.44m						
Bombeo invertido	4+876.44m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	4+896.44m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	4+896.44m	4+916.44m	20.000m				
Bombeo desvanecido	4+896.44m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	4+916.44m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 12							
Región de entrada de transición							
Desvanecimiento del bombeo	5+038.46m	5+114.71m	76.250m				
Finalizar bombeo normal	5+038.46m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	5+058.46m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	5+058.46m	5+114.71m	56.250m				
Bombeo desvanecido	5+058.46m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	5+078.46m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	5+114.71m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	5+114.71m						
Región de salida de transición	5+225.11m	5+301.36m	76.250m				
Escorrentía	5+225.11m	5+281.36m	56.250m				
Finalizar sección peraltada final	5+225.11m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	5+225.11m						
Bombeo invertido	5+261.36m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	5+281.36m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	5+281.36m	5+301.36m	20.000m				
Bombeo desvanecido	5+281.36m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	5+301.36m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 13							
Región de entrada de transición							
Desvanecimiento del bombeo	5+576.86m	5+629.53m	52.667m				
Finalizar bombeo normal	5+576.86m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	5+596.86m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	5+596.86m	5+629.53m	32.667m				
Bombeo desvanecido	5+596.86m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo invertido	5+616.86m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	5+629.53m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	5+629.53m						
Región de salida de transición	5+651.79m	5+704.46m	52.667m				
Escorrentía	5+651.79m	5+684.46m	32.667m				
Finalizar sección peraltada final	5+651.79m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	5+651.79m						
Bombeo invertido	5+664.46m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	5+684.46m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	5+684.46m	5+704.46m	20.000m				
Bombeo desvanecido	5+684.46m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	5+704.46m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 14							
Región de entrada de transición	5+935.40m	5+983.53m	48.125m				
Desvanecimiento del bombeo	5+935.40m	5+955.40m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	5+935.40m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	5+955.40m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	5+955.40m	5+983.53m	28.125m				
Bombeo desvanecido	5+955.40m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo invertido	5+975.40m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	5+983.53m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	5+983.53m						
Región de salida de transición	6+015.85m	6+063.97m	48.125m				
Escorrentía	6+015.85m	6+043.97m	28.125m				
Finalizar sección peraltada final	6+015.85m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	6+015.85m						
Bombeo invertido	6+023.97m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	6+043.97m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	6+043.97m	6+063.97m	20.000m				
Bombeo desvanecido	6+043.97m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	6+063.97m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Curva 15							
Región de entrada de transición	6+497.24m	6+567.24m	70.000m				
Desvanecimiento del bombeo	6+497.24m	6+517.24m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	6+497.24m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	6+517.24m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Escorrentía	6+517.24m	6+567.24m	50.000m				
Bombeo desvanecido	6+517.24m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo invertido	6+537.24m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	6+567.24m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Inicio de curva	6+567.24m						
Región de salida de transición	6+628.73m	6+698.73m	70.000m				
Escorrentía	6+628.73m	6+678.73m	50.000m				
Finalizar sección peraltada final	6+628.73m			-2.00%	7.00%	-7.00%	-2.00%
Fin de curva	6+628.73m						
Bombeo invertido	6+658.73m			-2.00%	2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	6+678.73m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	6+678.73m	6+698.73m	20.000m				
Bombeo desvanecido	6+678.73m			-2.00%	0.00%	-2.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	6+698.73m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Curva de peralte	P.K. inicial	P.K. final	Longitud	Arcén exterior izquierdo	Carril exterior izquierdo	Carril exterior derecho	Arcén exterior derecho
Curva 16							
Región de entrada de transición	7+079.56m	7+130.81m	51.250m				
Desvanecimiento del bombeo	7+079.56m	7+099.56m	20.000m				
Finalizar bombeo normal	7+079.56m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	7+099.56m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Escorrentía	7+099.56m	7+130.81m	31.250m				
Bombeo desvanecido	7+099.56m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Bombeo invertido	7+119.56m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Iniciar sección peraltada final	7+130.81m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Inicio de curva	7+130.81m						
Región de salida de transición	7+175.02m	7+226.27m	51.250m				
Escorrentía	7+175.02m	7+206.27m	31.250m				
Finalizar sección peraltada final	7+175.02m			-2.00%	-7.00%	7.00%	-2.00%
Fin de curva	7+175.02m						
Bombeo invertido	7+186.27m			-2.00%	-2.00%	2.00%	-2.00%
Bombeo desvanecido	7+206.27m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Desvanecimiento del bombeo	7+206.27m	7+226.27m	20.000m				
Bombeo desvanecido	7+206.27m			-2.00%	-2.00%	0.00%	-2.00%
Iniciar bombeo normal	7+226.27m			-2.00%	-2.00%	-2.00%	-2.00%

Tabla 3 - Peraltes del nuevo diseño de la carretera A-6052

3 TRAZADO EN ALZADO

Según el capítulo 5 de la norma 3.1.-IC de trazado, se define el trazado en alzado de una carretera como la composición de los elementos: rasante con inclinación uniforme y curva de acuerdo vertical.

La definición de trazado en alzado se referirá a un eje que fija un punto en cada sección transversal para cuya definición se adoptará en una carretera de calzada única y de doble sentido de circulación el centro de la calzada.

Se considera para una carretera de C-80 una pendiente máxima de rampa del 5%, aunque se puede tener una pendiente excepcional que puede llegar al 7%. Estas pendientes excepcionales no podrán usarse si:

- La longitud del tramo supera los 3 km.
- Si la distancia de recorrido es inferior a 10 segundos.

La pendiente mínima establecida en la vía será de 0,5%, aunque se podrán tomar valores máximos del 0,2%. Este valor mínimo se establece para que se produzca bombeo del agua al exterior de la carretera

VAV	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+000.00m	636.865m		-7.00%				
2	0+075.44m	631.584m	-7.00%	-3.20%	Cóncavo	12.930	49.135m	1292.991m
3	0+158.99m	628.910m	-3.20%	-5.00%	Convexo	37.824	68.087m	3782.436m
4	0+318.99m	620.910m	-5.00%	-2.51%	Cóncavo	36.333	90.608m	3633.310m
5	0+412.48m	618.567m	-2.51%	-3.80%	Convexo	69.438	89.627m	6943.848m
6	0+540.00m	613.725m	-3.80%	-5.00%	Convexo	33.254	40.007m	3325.413m
7	0+611.03m	610.174m	-5.00%	-0.20%	Cóncavo	15.115	72.552m	1511.507m
8	0+733.33m	609.929m	-0.20%	-4.28%	Convexo	22.380	91.316m	2237.976m
9	0+965.23m	600.003m	-4.28%	-1.04%	Cóncavo	16.526	53.478m	1652.581m
10	1+054.37m	599.073m	-1.04%	-7.00%	Convexo	10.433	62.137m	1043.314m
11	1+180.02m	590.277m	-7.00%	-1.71%	Cóncavo	15.113	79.988m	1511.304m
12	1+252.55m	589.039m	-1.71%	2.01%	Cóncavo	17.492	65.079m	1749.206m
13	1+318.49m	590.366m	2.01%	-0.80%	Convexo	18.378	51.620m	1837.765m
14	1+406.68m	589.664m	-0.80%	-5.00%	Convexo	18.174	76.409m	1817.397m
15	1+660.27m	576.985m	-5.00%	0.39%	Cóncavo	31.913	172.099m	3191.253m
16	1+853.24m	577.743m	0.39%	-1.20%	Convexo	52.788	83.997m	5278.810m
17	1+940.00m	576.703m	-1.20%	-5.00%	Convexo	16.332	62.089m	1633.236m
18	2+008.63m	573.271m	-5.00%	-3.24%	Cóncavo	22.506	39.577m	2250.595m
19	2+099.06m	570.340m	-3.24%	-1.94%	Cóncavo	38.748	50.431m	3874.789m
20	2+183.46m	568.703m	-1.94%	-3.90%	Convexo	37.196	72.886m	3719.600m
21	2+269.65m	565.342m	-3.90%	1.25%	Cóncavo	14.852	76.477m	1485.248m
22	2+491.99m	568.120m	1.25%	-1.10%	Convexo	27.278	63.963m	2727.771m
23	2+571.27m	567.252m	-1.10%	0.51%	Cóncavo	36.932	59.137m	3693.211m
24	2+719.17m	568.000m	0.51%	-3.98%	Convexo	17.464	78.321m	1746.370m
25	2+840.00m	563.192m	-3.98%	-5.00%	Convexo	82.065	83.803m	8206.514m
26	3+202.23m	545.081m	-5.00%	-6.73%	Convexo	82.858	143.120m	8285.763m
27	3+580.55m	519.630m	-6.73%	-1.30%	Cóncavo	17.442	94.609m	1744.222m
28	3+780.00m	517.031m	-1.30%	-0.86%	Cóncavo	89.638	40.000m	8963.780m
29	4+012.15m	515.041m	-0.86%	-0.20%	Cóncavo	64.294	42.234m	6429.355m
30	4+236.62m	514.592m	-0.20%	-1.44%	Convexo	53.876	66.744m	5387.631m
31	4+400.00m	512.242m	-1.44%	2.00%	Cóncavo	34.907	120.008m	3490.732m
32	4+580.00m	515.840m	2.00%	2.89%	Cóncavo	68.359	60.681m	6835.942m
33	4+694.46m	519.144m	2.89%	0.21%	Convexo	29.676	79.287m	2967.550m
34	5+014.68m	519.833m	0.21%	-5.00%	Convexo	14.909	77.750m	1490.899m
35	5+255.86m	507.774m	-5.00%	-3.51%	Cóncavo	63.684	95.011m	6368.381m
36	5+480.00m	499.911m	-3.51%	-0.37%	Cóncavo	23.838	74.777m	2383.838m
37	5+566.21m	499.591m	-0.37%	-3.00%	Convexo	20.424	53.690m	2042.390m
38	5+867.85m	490.542m	-3.00%	0.33%	Cóncavo	22.714	75.606m	2271.371m
39	6+133.36m	491.414m	0.33%	2.00%	Cóncavo	57.598	96.268m	5759.831m
40	6+228.34m	493.314m	2.00%	1.33%	Convexo	71.543	47.691m	7154.310m
41	6+287.54m	494.103m	1.33%	-1.40%	Convexo	15.241	41.609m	1524.149m
42	6+383.34m	492.765m	-1.40%	2.94%	Cóncavo	18.582	80.565m	1858.222m
43	6+482.40m	495.677m	2.94%	2.12%	Convexo	40.576	33.188m	4057.648m
44	6+597.93m	498.127m	2.12%	-1.88%	Convexo	16.172	64.785m	1617.234m
45	6+799.82m	494.322m	-1.88%	1.61%	Cóncavo	28.258	98.895m	2825.751m
46	6+949.85m	496.744m	1.61%	5.00%	Cóncavo	27.651	93.601m	2765.084m
47	7+194.70m	508.987m	5.00%	0.62%	Convexo	20.957	91.805m	2095.725m
48	7+331.68m	509.835m	0.62%					

Tabla 4 – Parámetros alzado de la carretera A-6052

4 SECCIÓN TRANSVERSAL

Se define la sección transversal en el capítulo 7 de la norma 3.1.-IC. Se compondrá la sección en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en 20 como fecha de año horizonte del proyecto, desde la puesta en marcha de servicio de la carretera.

Se proyecta una carretera de doble sentido con calzada única, que tendrá dos carriles, uno para cada sentido de circulación.

La sección está constituida por los carriles, los arcenes y las bermas. En la tabla 5 se muestran sus valores.

Para que la plataforma en recta bombee las aguas superficiales y no se almacenen en la plataforma, se establecerá una inclinación de los carriles del 2% desde el centro de la calzada hacia el exterior de ésta. Los arcenes también tendrán dicha pendiente, mientras que las bermas tendrán una inclinación del 4%.

En las secciones curvas la inclinación de la calzada y arcenes coincidirá con el 7% del peralte.

SECCIÓN TRANSVERSAL NUEVO TRAZADO					
Clase de carretera	Velocidad de proyecto (km/h)	Carriles (m)	Arcén (m)	Bermas (m)	Nivel de servicio en la hora de proyecto del año horizonte
Carretera convencional	80	3,5	0,5	0,5	B

Tabla 5 – Parámetros sección transversal de la carretera A-6052

En el siguiente apartado se calculará el nivel de servicio de la carretera.

5 NIVEL DE SERVICIO

Se define nivel de servicio de una carretera como la medida cualitativa representativa del funcionamiento de una vía cuando soporta una determinada intensidad de tráfico, que tiene en cuenta un conjunto de factores (velocidad, libertad de maniobra, seguridad, comodidad, confort y coste) que concurren en ella. Se define en función de las siguientes condiciones:

- Velocidad y tiempo de recorrido, considerando no solo la velocidad instantánea, sino también el tiempo necesario para recorrer un tramo.
- Interrupciones de tráfico, así como la magnitud y frecuencia de los cambios bruscos de velocidad necesarios para mantener la corriente de tráfico.
- Libertad de maniobra para mantener la velocidad deseada.
- Seguridad, incluyendo no solo los índices de accidentes sino también el peligro potencial.
- Comodidad de conducción.
- Economía.

El estudio del nivel de servicio en carreteras convencionales se hace conforme a dos criterios: la velocidad media (ATS) y el porcentaje de tiempo que un vehículo sigue a otro (PTSF).

Al tratarse de una carretera perteneciente a la Red Local de Carreteras, se trata de una carretera convencional de Clase II. Solo hará por tanto falta el cálculo de PTSF.

Se conoce el IMD de vehículos durante los 20 años tras la puesta en servicio de la carretera (anejo 6: Estudio de tráfico y firmes). El IMD en el año 2014 es de 1152 veh/día. Se considera en dicho anejo que el crecimiento del IMD será del 2,5% anual. El porcentaje de vehículos pesados es de 4%, mientras no existen datos de vehículos de recreo, así que se tomán como 0%.

$$IMD(2037) = IMD(2014) \cdot (1 + 0,025)^{23} = 1152 \cdot (1 + 0,025)^{23} = 2033 \text{ veh/día} \quad (1)$$

Para una carretera rural interurbana:

$$V = IMD(2037) \cdot 0,105 = 2033 \cdot 0,105 = 214 \text{ v/h} \quad (2)$$

Para calcular la intensidad equivalente, se usará la siguiente ecuación:

$$V_P = \frac{V}{PHF \cdot f_G \cdot f_{HV}} \quad (3)$$

Donde

V_p : intensidad equivalente en hora punta (vl/h) (veh. ligeros/hora).

V : volumen de demanda en hora punta, usando la hora 30 (gráfico D00).

PHF: factor de hora punta.

F_g : factor de ajuste por inclinación de la rasante (fig. CC07).

f_{HV} : factor de ajuste de vehículos pesados (fig. CC09).

Se obtiene el factor F_g de la siguiente tabla:

CC07. Factor de ajuste por tipo de terreno (f_g) para determinar el porcentaje de tiempo en cola (análisis direccional y en ambos sentidos)

Rango de la intensidad equivalente en ambos sentidos (vl/h)	Rango de la intensidad equivalente en análisis direccional (vl/h)	Tipo de terreno	
		Llano	Ondulado
0-600	0-300	1.00	0,77
> 600-1200	> 300-600	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	1.00

Se considera por tanto un f_g con valor 1.

El factor de ajustes de pesados se obtiene con la siguiente formula y la aplicación de la tabla CC09:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (4)$$

Donde:

P_T : proporción de camiones.

P_R : proporción de vehículos de recreo.

E_T : Equivalente de vehículos ligeros para camiones (fig. CC09), valdrá 1,1.

E_R : Equivalente de vehículos ligeros para vehículos de recreo (fig. CC09) con valor 1,0.

CC09. Equivalentes para camiones y VR para determinar el porcentaje de tiempo en cola (análisis direccional y en ambos sentidos)

Tipo de vehículo	Rango de la intensidad equivalente en ambos sentidos (vl/h)	Rango de la intensidad equivalente en análisis direccional (vl/h)	Tipo de terreno	
			Llano	Ondulado
Camiones, E_T	0-600	0-300	1.1	1.8
	>600-1200	> 300-600	1.1	1.5
	>1200	> 600	1.0	1.0
RVs, E_R	0-600	0-300	1.0	1.0
	>600-1200	> 300-600	1.0	1.0
	>1200	> 600	1.0	1.0

Resolviendo la ecuación (4):

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + 0,4(1,1 - 1) + 0(1 - 1)} = 0,962$$

Como se desconoce el dato del factor de hora punta (PHF), éste será considerado como 1. La intensidad equivalente se obtiene de la ecuación (3):

$$V_P = \frac{214}{1 \cdot 1 \cdot 0,962} = 223 \text{ vl/h}$$

Se calcula el tiempo siguiendo a otro vehículo con la fórmula:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np} \quad (5)$$

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0,000879 \cdot V_P}) = 17,80 \% \quad (6)$$

Donde:

BPTSF: porcentaje de tiempo de cola base.

PTSF: Porcentaje de tiempo en cola

$F_{d / np}$: factor de ajuste por zonas de prohibición de adelantamiento (Figura CC11). Se tiene un reparto 50/50, y zonas de adelantamiento del 60%, por tanto, se tiene un valor de 22,7.

CC11. Ajuste por el efecto combinado de la distribución por sentidos y de zonas con prohibición de adelantamiento ($f_{d/np}$) en el porcentaje de tiempo en cola (análisis en ambos sentidos)

Intensidad equivalente en ambos sentidos, v_p (vl/h)	Incremento del porcentaje de tiempo en cola (%)					
	Zonas con prohibición de adelantamiento (%)					
	0	20	40	60	80	100
reparto por sentidos =50/50						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4
reparto por sentidos =60/40						
≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
reparto por sentidos =70/30						
≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22.0	22.6	23.2
600	0.0	11.6	15.4	19.1	20.0	20.9
800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
reparto por sentidos =80/20						
≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.8
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9
reparto por sentidos =90/10						
≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37.4	37.6
400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

Finalmente, obtenemos que resolviendo la ecuación (5), el valor de PTSF será:

$$PTSF = 17,80 + 22,70 = 40,50 \%$$

Se obtiene el nivel de servicio de la tabla CC03, siendo este un nivel de servicio B.

CC03. Criterios de NS para carreteras de Clase II

Nivel de Servicio	Porcentaje de tiempo en cola
A	≤ 40
B	> 40-55
C	> 55-70
D	> 70-85
E	> 85

Nota: El nivel de servicio F se alcanza cuando el flujo supera la capacidad.

ANEJO 6:
ESTUDIO DE TRÁFICO
Y FIRMES

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Estudio de tráfico	4
2.1	Datos de proyecto	4
2.2	Método de cálculo	5
3	Sección tipo	6
4	Firmes y pavimentos.....	7
4.1	Definición de las actuaciones	7
4.2	Categoría del tráfico	7
4.3	Categoría de explanada	7
4.3.1	Ampliación de la calzada	8
4.3.2	Elección del tipo de explanada	8
4.4	Definición de las secciones de firme	10
5	Documentos ICAFIR.....	13

1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se analiza la de evolución de la intensidad media de tráfico hasta el año en puesta en servicio de las obras proyectadas y su clasificación de acuerdo con las categorías de tráfico establecidas en la vigente Norma 6.1-IC “Secciones de firme” y la 6.3.-IC “Rehabilitación de firmes”, así como la caracterización y dimensionamiento de las secciones de firme, según lo prescrito por la normativa citada y el programa ICAFIR de la Junta de Andalucía.

La información para el cálculo del firme ha sido obtenida del Ministerio de Fomento, mientras que los datos de aforo se obtienen de la Junta de Andalucía.

2 ESTUDIO DE TRÁFICO

Se deben resolver dos problemas a la hora de determinar el tráfico en el año de puesta en servicio de las obras proyectadas:

- 1) Determinación correcta del tráfico inicial de la carretera.
- 2) Previsión de la evolución de este tráfico en el futuro.

Conocidos los aforos y se debe determinar el número de vehículos que pasan (IMD) y calcular los porcentajes de cada tipo de vehículo (siendo necesario solamente el porcentaje de vehículos pesados, pues son los que ejercen esfuerzos de fatiga, los vehículos ligeros solo afectan al desgaste superficial).

2.1 Datos de proyecto

Los datos de aforo han sido obtenidos de la Junta de Andalucía. Los valores de IMD obtenidos son los siguientes:

Año	IMD	% pesados
2014	1152	4
2013	1141	3
2012	-	-
2011	-	-
2010	937	4
2009	789	4
2008	717	3
2007	765	4
2006	778	6
2005	775	6

*Tabla nº 1 – IMD de la carretera A-6052 y % de pesados.
Fuente: Junta de Andalucía. Elaboración propia.*

Se observa un aumento del tráfico en la carretera a excepción de los años 2007 y 2008. Sin embargo, tras la construcción de la autovía y la mejora de otras carreteras cercanas, el número de vehículos pesados se ha visto reducido. Se considera que existe una tasa de crecimiento anual del 2,5 % del IMD.

Desde la puesta en servicio previsto (2017) se calcula que durante el periodo de vida útil de la vía (previsto para 20 años) el incremento de la IMD será (también se incluyen los IMDs de los años anteriores):

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
IMD	1181	1210	1241	1272	1303	1336	1369	1404	1439	1475	1512	
Año	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
IMD	1549	1588	1628	1668	1710	1753	1797	1842	1888	1935	1983	2033

Tabla nº 3 – Evolución del IMD de la A-6052.
Fuente: Elaboración propia.

2.2 Método de cálculo

De acuerdo con las indicaciones incluidas en la Norma 6.1 I.C sobre secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras, se procede al estudio y clasificación de las intensidades medias diarias del tráfico pesado esperado para el año de puesta en servicio de la obra, de acuerdo con la siguiente clasificación:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla nº 3 – Categorías de tráfico pesado.
Fuente: Instrucción 6.1.-IC Sección de firmes

Para determinar la categoría de tráfico esperado en el año de puesta en servicio de la obra, se considera que por tratarse del acondicionamiento de un vial existente, y que por lo tanto no habilita nuevos destinos, se estima que no se producirá la existencia de un tráfico inducido una vez realizada la obra.

El porcentaje de vehículos pesados se calcula considerando que el sobre el carril incide el 50% del tráfico, siendo 4% el porcentaje de vehículos pesados:

$$IMD_{\text{pesados}} = 1152 \cdot 0,04 \cdot 0,5 = 23,04 \text{ veh}_{\text{pesados}}/\text{día}/\text{carril} \quad (1)$$

Según la clasificación anteriormente vista, tenemos un tráfico de categoría T42.

3 SECCIÓN TIPO

A continuación se describe de la sección tipo y los elementos que constituyen el presente proyecto.

Los valores característicos de la sección transversal de los tramos de la variante son:

- Carril: 3,50 m
- Arcén: 0,50 m
- Berma: 0,50 m

4 FIRMES Y PAVIMENTOS

Los firmes y pavimentos previstos para la ejecución y el refuerzo de firme han sido proyectados con el programa de la Junta de Andalucía ICAFIR, que cumple de acuerdo con las Normas 6.1-IC, "Secciones de firmes" y 6.3-IC, "Rehabilitación de firmes".

Para la definición de los firmes y pavimentos se ha tenido también en cuenta las "Recomendaciones sobre mezclas bituminosas en Caliente" y el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes" (PG.-3).

4.1 Definición de las actuaciones

Se definen dos tipos de actuaciones:

- Actuaciones preventivas en zonas donde es posible el aprovechamiento de la calzada existente, mediante refuerzo del firme:
 - Rehabilitación completa del firme en las zonas en las que las deflexiones alcanzan valores elevados, aún sin producirse agotamiento de la sección.
 - Renovación superficial en el resto de los tramos donde se aprovecha la plataforma actual de la N-432.
- Acondicionamiento de la carretera existente con la ejecución de firme y explanadas completos en tramos de nueva construcción.

4.2 Categoría del tráfico

Como se ha visto en los apartados anteriores, nos encontramos ante un tráfico de categoría T42.

4.3 Categoría de explanada

Para definir la estructura del firme se establecen tres categorías según la instrucción 6.1.- IC en base al módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga de placa. Sus valores son los siguientes:

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{V2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Tabla nº 4 – Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga.
Fuente: Instrucción 6.1.-IC Sección de firmes

Nuestro terreno se sitúa como una explanada de tipo E2 (En los resultados de ICAFIR de los siguientes apartados se observa su valor) debido a las características geotécnicas y geológicas del corredor.

La carretera proyecto discurre por terreno tolerable y por terreno marginal, por lo que se define dos tipos de secciones dependiendo el tramo de carretera del que se trate.

Como comprobación, se utiliza la siguiente tabla de ICAFIR, que corrobora que nuestra categoría de cimiento es E2 o baja.

Categorías del cimiento del firme		
Categoría de cimiento	Módulo equivalente, Ee (MPa)	Categorías válidas de tráfico de proyecto
BAJA	≥ 60	T4
MEDIA	≥ 100	T3 y T4
ALTA	≥ 160	T00 a T2

Tabla nº 4 – Categoría de cimiento de firme.

Fuente: ICAFIR.

4.3.1 Ampliación de la calzada

De acuerdo el estudio geotécnico del proyecto, se puede considerar que el terreno natural existente en la zona de ampliación de la calzada es un suelo tolerable.

El suelo estabilizado “in situ” tipo S-EST1 y S-EST2 cumplirá con lo que establece el artículo 512 “Suelos estabilizados in situ” del PG-3.

En estos tramos se tendrá especial cuidado con la construcción del terraplén para evitar posibles asentamientos diferenciales entre el nuevo terraplén y el terraplén existente bajo carretera antigua, ya consolidado. Se extenderán capas de 25 cm como máximo (como se definirá en el siguiente epígrafe) compactadas al 100% del PM.

4.3.2 Elección del tipo de explanada

Se puede elegir el tipo de explanada según los siguientes tipos descritos en la instrucción 6.1.-IC.

		TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
		SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1 $E_{v2} \geq 60\text{MPa}$					
	E2 $E_{v2} \geq 120\text{MPa}$					
	E3 $E_{v2} \geq 300\text{MPa}$					

Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3)	Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3)	Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3)	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)	Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)
Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3)	Hormigón (Art. 610 del PG-3)	

tipo de material

espesor mínimo en cm

S-EST3 30

2

suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente

Tabla nº 5 – Formación de explanada.
Fuente: Instrucción 6.1.-IC Sección de firmes.

El diseño de las capas de asiento debe tratar de aprovechar al máximo los suelos procedentes de las excavaciones realizadas en la propia obra. Se han seleccionado los siguientes paquetes de cimentación:

- Para suelo tolerable:

Plano de Explanada	Material	Espesor (cm)
S-EST2 (e=25 cm)	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	25
S-EST1 (e=25 cm)	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25
S0 - Terreno natural subyacente	Suelo Tolerable	Indefinido

Figura nº 1 – Sección del cimiento para explanada de suelo tolerable.
Fuente: ICAFIR.

- Para suelo inadecuado:

Plano de Explanada	Material	Espesor (cm)
S-EST2 (e=30 cm)	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	30
S-EST1 (e=25 cm)	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25
S-EST1 (e=25 cm)	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25
SIN - Terreno natural subyacente	Suelo Inadecuado	Indefinido

Figura nº 2 – Sección del cimiento para explanada de suelo inadecuado.

Fuente: ICAFIR.

4.4 Definición de las secciones de firme

En base a los posibles materiales, las intensidades medias diarias de tráfico pesado, las características de la explanada anteriormente definida, los más adecuados técnica y económicamente, la climatología del área, las necesidades de drenaje, las disponibilidades de materiales para la ejecución de las distintas unidades de obra del firme, y su coste de construcción y conservación, se definirá la sección de firme.

Se volverá a seleccionar el firme mediante el software ICAFIR, aunque a continuación se muestra la clasificación según la instrucción 6.1.-IC (en la que ICAFIR se basa).

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 3112 MB 15 3114 HF 21 ZA 40	3211 MB 18 3212 MB 12 3214 HF 21 ZA 40	4111 MB 10 ¹¹ 4112 MB 8 4114 HF 20 ZA 40	4211 MB 5 ¹¹ 4212 MB 5 4214 HF 18 ZA 35
	E2	3121 MB 16 3122 MB 12 3124 HF 21 ZA 40	3221 MB 15 3222 MB 10 3224 HF 21 ZA 35	4121 MB 10 ¹¹ 4122 MB 8 4124 HF 20 ZA 30	4221 MB 5 ¹¹ 4222 MB 5 4224 HF 18 ZA 25
	E3	3131 MB 16 3132 MB 12 3134 HF 21 ZA 25	3231 MB 15 3232 MB 10 3234 HF 21 ZA 20	4131 MB 10 ¹¹ 4132 MB 8 4134 HF 20 ZA 20	4231 MB 5 ¹¹ 4232 MB 5 4234 HF 18 ZA 20

Espesores mínimos en cm

MB Mezclas bituminosas
 HF Hormigón de firme
 SC Suelocemento
 ZA Zahorra artificial

Tabla nº 6 – Catálogo de sección de firme para categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42) en función de la categoría de explanada.

Se opta, en ambos casos, por una sección estructural de firme semirrígido, con base grava-cemento, descartándose una sección de firme rígido debido a su mayor complicación constructiva (aunque tienen mayor durabilidad y menor sensibilidad a los agentes externos).

Se han seleccionado el siguiente paquete de firmes para todo el proyecto:

	Material	Espesor (cm)
M (e=2 cm)	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2
S (e=5 cm)	Mezcla Semidensa	5
S (e=7 cm)	Mezcla Semidensa	7
SC-3 (e=25 cm)	Suelocemento SC-3	25
CFM - Cimiento del firme	Cimiento del Firme Cat. Media	Indefinido

Figura nº 3 – Sección de firme.

Fuente: ICAFIR.

Se debe cumplir la siguiente tabla, perteneciente al ICAFIR:

Tipo de mezcla bituminosa en calzada			
Categoría de tráfico pesado	Tipo (espesor)		
	Rodadura (R)	Intermedia (I) si existe	Base (BB) si existe e inferiores
T2 a T00	S (6 cm)	S (≥ 6 cm) AM (≥ 7 cm)	S, G (≥ 7cm) AM (≥ 7cm)
	F o M (3 cm)		
	PA (4 cm)		
T3A	S (≥ 5 cm)	S (≥ 5 cm), AM (≥ 7 cm) GE (≥ 6 cm)	S (≥ 6 cm), AM (≥ 7 cm) GE (≥ 6 cm)
	F o M (≥ 2,5 cm)		
	PA (4 cm)		
T3B	D o S (≥ 5 cm)	D, S (≥ 5 cm),	S (≥ 6 cm),
		GE (≥ 6cm)	
	F o M (≥ 2 cm), LB	D, S (≥ 5 cm), GE (≥ 6cm)	
T4 y arcenes	AF (≥ 3 cm) + LB	GE (≥ 6cm)	
	D o S (≥ 4 cm)	S (≥ 4 cm), GE (≥ 5 cm)	
	AF (≥ 3 cm)	GE (≥ 5 cm)	
	F o M (≥ 2 cm), TS, LB	D, S (≥ 5 cm), GE (≥ 5 cm)	
	LB	AF (≥ 4cm), GE (≥ 5 cm)	

Tabla nº 7 – Tipo de mezcla bituminosa en calzada

Fuente: ICAFIR.

Donde:

- Mezcla continua convencional en caliente: densa (D), semidensa (S), gruesa (G).
- Mezcla drenante (PA) en caliente.

- Mezcla de alto módulo (AM) en caliente.
- Mezclas discontinuas en caliente (F y M).
- Mezcla abierta en frío (AF).
- Gravaemulsión (GE).
- Lechada bituminosa (LB).
- Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla (TS).

Así, nuestra sección de firme tendrá una base de espesor de 25 cm de suelocemento, la cual se prefisurará en fresco, ya que es recomendable según la normativa. La capa intermedia estará conformada por una capa de mezcla semidensa en caliente con un espesor de 12 cm, que será colocada en dos fases, una primera de 7 cm y la segunda de 5 cm. Finalmente, la capa de rodadura será una mezcla discontinua M (son aquellas cuyos áridos presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamaños inferiores del árido grueso) con un espesor de 2 cm.

5 Documentos ICAFIR

Proyecto:	Sección de firme
Referencia:	
Autor:	Juan García Santa Bárbara
Fecha:	miércoles, 06 de abril de 2016
Itinerario:	

Tramo 0 PK 0+00 al PK 5+00

Solicitaciones de cálculo
Tráfico

Categoría:	T4A
Ejes de cálculo:	291.659

Clima

Zona térmica:	ZT2
Zona pluviométrica:	ZPS

Sección de Firme ⁽⁵⁾

Sección válida	Capa	Espesor
	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2 cm
	Mezcla Semidensa	5 cm
	Mezcla Semidensa	7 cm
	Suelocemento SC-3 (4)	25 cm

$$\frac{\text{Ejes mínimos de cálculo } 707.127}{\text{Ejes equivalentes } 291.659} = 2.42$$

(4) Es recomendable prefisurar en fresco esta capa

(5) Sección válida. Ejes equivalentes resultantes del cálculo: 707.127 > 291.659

Subtramo 0 PK 0+00 al PK 5+00

Sección de Cimiento de Firme ⁽³⁾

Sección válida	Capa	Espesor
 Desmonte	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	25 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Tolerable - CBR 4 Terreno natural subyacente	Indefinido

(3) La sección[Tramo 0 · Subtramo 0 · Cimiento de Firme] es valida. Deflexión 131,79 mm/100, módulo de compresibilidad 109,31 MPa

Tramo 1 PK 5+00 al PK 5+50
Solicitaciones de cálculo
Tráfico

Categoría:	T4A
Ejes de cálculo:	291.659

Clima

Zona térmica:	ZT2
Zona pluviométrica:	ZPS

Sección de Firme ⁽²⁾


Sección válida	Capa	Espesor
	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2 cm
	Mezcla Semidensa	5 cm
	Mezcla Semidensa	7 cm
	Suelocemento SC-3 (1)	25 cm

$$\frac{\text{Ejes mínimos de cálculo } 707.127}{\text{Ejes equivalentes } 291.659} = \mathbf{2.42}$$

(1) Es recomendable prefisurar en fresco esta capa

(2) Sección válida. Ejes equivalentes resultantes del cálculo: $707.127 > 291.659$

Subtramo 0 PK 5+00 al PK 5+50
Sección de Cimiento de Firme ⁽⁰⁾

Sección válida	Capa	Espesor
 Desmante	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	30 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1	25 cm
	Suelo Inadecuado - CBR 2 Terreno natural subyacente	Indefinido

(0) La sección [Tramo 1 · Subtramo 0 · Cimiento de Firme] es válida. Deflexión 139,96 mm/100, módulo de compresibilidad 102,94 MPa

Tramo 2 PK 5+50 al PK 7+00
Solicitaciones de cálculo
Tráfico

Categoría:	T4A
Ejes de cálculo:	291.659

Clima

Zona térmica:	ZT2
Zona pluviométrica:	ZPS

Sección de Firme ⁽⁸⁾

Sección válida	Capa	Espesor
	Mezcla Discontinua en Caliente (M)	2 cm
	Mezcla Semidensa	5 cm
	Mezcla Semidensa	7 cm
	Suelocemento SC-3 (7)	25 cm

$$\frac{\text{Ejes mínimos de cálculo } 707.127}{\text{Ejes equivalentes } 291.659} = \mathbf{2.42}$$

(7) Es recomendable prefisurar en fresco esta capa

(8) Sección válida. Ejes equivalentes resultantes del cálculo: $707.127 > 291.659$

Subtramo 0 PK 5+50 al PK 7+00
Sección de Cimiento de Firme ⁽⁶⁾

Sección válida	Capa	Espesor
 Terraplén menor de 2m	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2	25 cm
	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 Núcleo de Terraplén	25 cm
	Suelo Tolerable - CBR 4 Terreno natural subyacente	Indefinido

(6) La sección [Tramo 2 · Subtramo 0 · Cimiento de Firme] es válida. Deflexión 131,79 mm/100, módulo de compresibilidad 109,31 MPa



Firme

Tramo 0 PK 0+00 al PK 5+00	Tramo 1 PK 5+00 al PK 5+50	Tramo 2 PK 5+50 al PK 7+00
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Mezcla Discontinua en Caliente (M) / 2 cm	Mezcla Discontinua en Caliente (M) / 2 cm	Mezcla Discontinua en Caliente (M) / 2 cm
Mezcla Semidensa / 5 cm	Mezcla Semidensa / 5 cm	Mezcla Semidensa / 5 cm
Mezcla Semidensa / 7 cm	Mezcla Semidensa / 7 cm	Mezcla Semidensa / 7 cm
Suelocemento SC-3 / 25 cm	Suelocemento SC-3 / 25 cm	Suelocemento SC-3 / 25 cm

Cimiento del firme

Tramo 0 PK 0+00 al PK 5+00 Categoría Media. Módulo equivalente > 100 MPa	Tramo 1 PK 5+00 al PK 5+50 Categoría Media. Módulo equivalente > 100 MPa	Tramo 2 PK 5+50 al PK 7+00 Categoría Media. Módulo equivalente > 100 MPa
Subtramo 0	Subtramo 0	Subtramo 0
Desmorte	Desmorte	Terraplén menor de 2m
PK 0+00 al PK 5+00	PK 5+00 al PK 5+50	PK 5+50 al PK 7+00



Suelo Estabilizado in situ Tipo 2 / 25 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2 / 30 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 2 / 25 cm
Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm Núcleo de Terraplén
Suelo Tolerable - CBR 4 / Indefinido Terreno natural subyacente	Suelo Estabilizado in situ Tipo 1 / 25 cm	Suelo Tolerable - CBR 4 / Indefinido Terreno natural subyacente
	Suelo Inadecuado - CBR 2 / Indefinido Terreno natural subyacente	

**ANEJO 7:
MOVIMIENTOS
DE TIERRA**

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Taludes a adoptar	4
3	Excavación de tierra vegetal.....	5
4	Cambios de volumen	6
4.1	Esponjamiento.....	7
5	Método de cálculo.....	9
6	Apéndice A: Cálculos del movimiento de tierras	10

1 INTRODUCCIÓN

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones a realizar sobre terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar útiles en obras públicas, minería o industria. El fin último suele ser constituir una plataforma de trabajo o explanada.

Las operaciones o fases del movimiento de tierras en el caso más general abarcan:

- Desbroce.
- Excavación o arranque.
- Carga.
- Transporte o acarreo.
- Descarga.
- Extendido.
- Humectación o desecación.
- Compactación.
- Servicios auxiliares (refinos de taludes, saneos, etc).

El objeto del presente anejo es el de cuantificar los volúmenes totales de excavación de tierra vegetal, excavación en desmonte, rellenos de terraplén, deducidos de las mediciones de los perfiles transversales de cada uno de los ejes que componen este proyecto.

La metodología seguida ha sido la de aplicar al terreno las diferentes secciones tipo definidas dando lugar a los perfiles transversales que definen la explanación a realizar y de los que se obtienen las mediciones. Dichos perfiles utilizados en el cálculo del movimiento de tierras se han generado con el programa informático AutoCAD Civil 3d. En ellos se reflejan las áreas de los distintos elementos y capas que conforman la cimentación y la capa de firmes de la carretera, calculándose a partir de estos datos los volúmenes parciales como semisuma de las áreas por la distancia entre perfiles y los volúmenes acumulados.

Apoyándose en los distintos parámetros y coeficientes definidos en el Anejo nº 3: “Geología y Geotecnia” del presente Estudio, donde se especifican los materiales atravesados y la utilización de los mismos, se determinan los volúmenes de material utilizable de la propia excavación, los que irán directamente a vertedero y los necesarios de préstamos.

2 TALUDES A ADOPTAR

En el caso de encontrarnos en zona de desmonte, las inclinaciones son de manera general 2H/1V.

En el caso de encontrarnos en zona de terraplén, la inclinación a adoptar es de 3H/1V.

Se ha determinado en el anejo nº 3 estudio geotécnico y en el anejo nº 6 de firmes que las tierras de desmonte se podrán utilizar para la construcción de los terraplenes, así como para la formación de la explanada de cimentación con las medidas estabilizadoras necesarias.

3 EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL

Conociendo el tipo de suelo que nos encontramos estudiado en el anejo nº 3 y las observaciones realizadas durante la realización de la campaña geotécnica, fundamentalmente durante la excavación de las calicatas, permiten dividir el trazado en varios tramos con distintos espesores de tierra vegetal, a ambos lados de la carretera actual:

P.K. INICIO	P.K. FINAL	DESBROCE	VOLUMEN (m ³)
0+000	2+340	0,30 m	4.454,10
2+340	3+580	0,15 m	1.737,43
3+580	4+140	0,20 m	1.167,03
4+140	5+540	0,15 m	1.419,16
5+540	6+420	0,20 m	1.436,58
6+420	7+000	0,15 m	1.204,73
TOTAL			11.416,03

Tabla nº 1 – Volumen de desbroce
Fuente: AutoCAD Civil 3D. Elaboración propia.

Estas cifras no tienen aún calculado el esponjamiento, del que se hablará en los siguientes apartados.

Este tipo de suelo será desechado y enviado a vertedero, como se explica en el anejo nº 14 de Gestión de Residuos y Demolición.

4 CAMBIOS DE VOLUMEN

El material situado en banco, tiene una densidad determinada, que se verá alterada en las diferentes fases que constituye el movimiento de tierras. Por tanto, la densidad en las distintas fases se denomina aparente, d_a :

$$d_a = \frac{M}{V_a} \quad (1)$$

donde V_a es el volumen aparente y M la masa que se considera inalterada, salvo pérdidas de humedad del terreno original o aporte de agua en la compactación.

En la Figura 1, se recogen las variaciones de densidad y volúmenes aparentes considerando el peso constante:

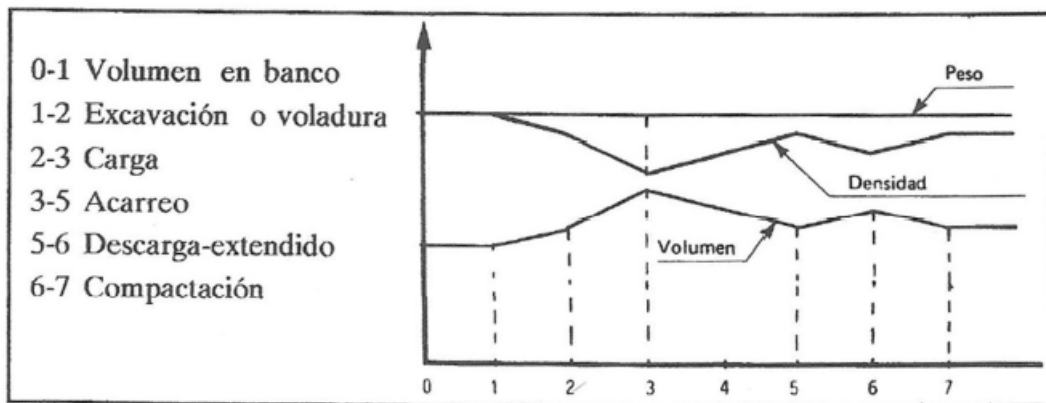


Figura nº 1 – Volumen de desbroce

Aunque en la Figura 1 se recoge que al final del proceso la densidad del material compactado no llega a ser la original, debido a las energías de compactación cada vez mayores, es posible llegar a densidades del material compactado superiores a las del banco. Por tanto, como regla general hoy en día, el volumen de desmonte debe superar aproximadamente en un 10-15% al de terraplén.

Según esto, el factor de contracción después de compactar definido como:

$$F_h = \frac{V_D}{V_{DC}} = \frac{d_{DC}}{d_D} \quad (2)$$

donde V_D y d_D son el volumen y densidad del material original de desmonte; V_{DC} y d_{DC} son el volumen del material originado compactado, será superior a 1. De esta forma, se puede determinar si hay un volumen de tierra suficiente o no en el desmonte para acometer los terraplenes:

$$\Delta V = \frac{V_D(1-F_h)}{F_h} - V_T \quad (3)$$

donde F_1 es el % de volumen de desmonte no aprovechable (suelos inadecuados).

- $V > 0$: hay excedente de material, que hay que llevar a vertedero.
- $V = 0$: situación ideal, en el que los volúmenes de desmonte y terraplén están compensados.
- $V < 0$: no hay material suficiente y se necesita tierra de préstamos.

En nuestro caso, el volumen es mayor que cero, y por tanto, tendremos que llevar el material a vertedero como se ha tratado en el anejo nº 14.

En el apéndice A de este documento se muestran las tablas obtenidas por el programa AutoCAD Civil 3D donde se calculan el volumen de material de desmonte y de terraplén.

4.1 Esponjamiento

Para el transporte de material, hay que determinar el esponjamiento del material excavado, es decir el incremento de volumen. Se denomina Factor de Esponjamiento a la relación de volúmenes antes, V_B , y después de la excavación, V_S :

$$F_W = \frac{V_B}{V_S} \quad (4)$$

El factor de esponjamiento así definido es < 1 . Otra relación más interesante, y es en general la más utilizada, es el que se conoce como porcentaje de esponjamiento, S_W (%):

$$S_W = \frac{V_B - V_S}{V_S} \cdot 100 \quad (5)$$

Por tanto, si la masa M se considera constante, la densidad será:

$$S_W = \frac{d_B - d_S}{d_S} \cdot 100 \quad (6)$$

Es frecuente utilizar la siguiente relación:

$$V_S = \left(\frac{S_W}{100} + 1 \right) \cdot V_B \quad (7)$$

En la siguiente tabla vemos los cambios de densidades y valores de esponjamientos para el terreno en el que nos encontramos:

MATERIAL	D_s (T/M³)	D_b (T/M³)	S_w (%)	FW
Tierra vegetal	0,95	1,37	44	0,69
Arena y arcilla	1,6	2,02	26	0,79

Como conclusión, el movimiento de tierras a realizar a vertedero debido a que existe un exceso, será de 56.940,57 m³.

5 MÉTODO DE CÁLCULO

El cálculo de volúmenes de desmonte y terraplén se ha obtenido mediante el programa AutoCAD Civil 3D.

Este programa usa el método de “Área Final Media” para el cálculo de dicho volumen. Este método calcula el volumen entre dos secciones transversales; se halla la media de las áreas de sección transversal y se multiplica por la distancia entre secciones transversales para determinar el volumen.

El método se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \quad (7)$$

donde V es el volumen, calculado a partir de las dos áreas finales A_1 y A_2 , y la distancia L entre las dos áreas.

6 APÉNDICE A: CÁLCULOS DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

En las siguientes páginas se muestran los resultados obtenidos para el movimiento de tierras, obtenidos con el programa AutoCAD Civil 3D, siguiendo los criterios que se han descrito en los apartados anteriores. Los cálculos ya incluyen los coeficientes de esponjamiento.

<u>P.K.</u>	<u>Área de desmonte (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de desmonte (metros cúbicos)</u>	<u>Volumen reutilizable (metros cúbicos)</u>	<u>Área de terraplén (metros cuadrados)</u>	<u>Volumen de terraplén (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)</u>	<u>Vol. neto acumul. (metros cúbicos)</u>
0+000.000	8,84	0	0	0,05	0	0	0	0	0
0+020.000	1,1	99,47	99,47	2,23	22,8	99,47	99,47	22,8	76,66
0+040.000	0	11,04	11,04	13,88	161,07	110,51	110,51	183,87	-73,36
0+060.000	0	0	0	25,34	392,2	110,51	110,51	576,08	-465,56
0+080.000	0	0	0	11,63	369,72	110,51	110,51	945,79	-835,28
0+100.000	0,43	4,33	4,33	1,78	134,08	114,84	114,84	1079,87	-965,03
0+120.000	5,08	55,15	55,15	0,1	18,81	169,99	169,99	1098,68	-928,69
0+140.000	13,11	181,9	181,9	0	1,03	351,89	351,89	1099,71	-747,82
0+160.000	23,73	368,36	368,36	0	0	720,25	720,25	1099,71	-379,46
0+180.000	30,22	539,44	539,44	0	0	1259,68	1259,68	1099,71	159,98
0+200.000	34,46	646,72	646,72	0	0	1906,41	1906,41	1099,71	806,7
0+220.000	20,55	550,09	550,09	0	0	2456,5	2456,5	1099,71	1356,79
0+240.000	12,74	332,96	332,96	0,02	0,22	2789,45	2789,45	1099,92	1689,53
0+260.000	1,77	145,12	145,12	1,89	19,07	2934,57	2934,57	1119	1815,58
0+263.818	0,44	4,21	4,21	4,06	11,36	2938,79	2938,79	1130,35	1808,43
0+280.000	0	3,54	3,54	16,07	162,9	2942,33	2942,33	1293,26	1649,07
0+283.818	0	0	0	17,66	64,4	2942,33	2942,33	1357,66	1584,67
0+300.000	0	0	0	19,03	296,87	2942,33	2942,33	1654,53	1287,79
0+303.818	0	0	0	16,82	68,44	2942,33	2942,33	1722,97	1219,36
0+320.000	0	0	0	7,87	199,72	2942,33	2942,33	1922,69	1019,64
0+333.818	1,31	8,97	8,97	2,22	70,01	2951,3	2951,3	1992,69	958,6
0+340.000	2,54	11,85	11,85	1,04	10,19	2963,14	2963,14	2002,89	960,26
0+360.000	7,65	101,63	101,63	0,06	11,12	3064,78	3064,78	2014	1050,77
0+364.279	9,14	35,93	35,93	0,01	0,16	3100,7	3100,7	2014,17	1086,54
0+380.000	13,98	181,32	181,32	0	0,12	3282,02	3282,02	2014,28	1267,74
0+394.740	12,16	192,27	192,27	0	0	3474,29	3474,29	2014,28	1460,01
0+400.000	11,57	62,42	62,42	0	0	3536,72	3536,72	2014,28	1522,43
0+420.000	8,41	199,73	199,73	0	0	3736,45	3736,45	2014,28	1722,16
0+424.740	7,95	38,76	38,76	0	0	3775,21	3775,21	2014,29	1760,92
0+440.000	6,85	112,88	112,88	0,02	0,14	3888,09	3888,09	2014,42	1873,66
0+444.740	6,64	31,97	31,97	0,03	0,1	3920,05	3920,05	2014,53	1905,52
0+460.000	6,21	98,05	98,05	0,06	0,67	4018,1	4018,1	2015,2	2002,91
0+464.740	6,11	29,2	29,2	0,08	0,32	4047,3	4047,3	2015,52	2031,78
0+480.000	7,21	101,64	101,64	0,11	1,44	4148,94	4148,94	2016,96	2131,98
0+500.000	10,61	178,19	178,19	0	1,14	4327,13	4327,13	2018,1	2309,02
0+520.000	14,16	247,74	247,74	0	0,02	4574,87	4574,87	2018,13	2556,74
0+540.000	8,84	229,98	229,98	0	0	4804,85	4804,85	2018,13	2786,72
0+560.000	3,93	127,67	127,67	0,42	4,16	4932,51	4932,51	2022,29	2910,23
0+580.000	0,61	45,4	45,4	2,18	25,94	4977,92	4977,92	2048,23	2929,69
0+600.000	0,07	6,77	6,77	2,78	49,54	4984,69	4984,69	2097,77	2886,92
0+620.000	3,8	38,65	38,65	0,43	32,1	5023,33	5023,33	2129,87	2893,46
0+640.000	5,96	97,56	97,56	0,01	4,46	5120,89	5120,89	2134,33	2986,56
0+660.000	6,62	125,83	125,83	0	0,14	5246,72	5246,72	2134,47	3112,25
0+680.000	7,14	137,66	137,66	0	0,04	5384,38	5384,38	2134,51	3249,87
0+700.000	8,06	152,07	152,07	0	0,01	5536,45	5536,45	2134,52	3401,92

0+720.000	10,71	187,7	187,7	0	0	5724,15	5724,15	2134,52	3589,63
0+740.000	12,35	230,55	230,55	0	0	5954,7	5954,7	2134,52	3820,18
0+760.000	9,52	218,73	218,73	0	0	6173,43	6173,43	2134,52	4038,91
0+780.000	8,6	181,19	181,19	0	0	6354,63	6354,63	2134,52	4220,11
0+800.000	8,6	171,98	171,98	0	0	6526,61	6526,61	2134,52	4392,09
0+820.000	8,26	168,62	168,62	0	0	6695,23	6695,23	2134,52	4560,71
0+840.000	8,27	165,26	165,26	0	0	6860,5	6860,5	2134,52	4725,98
0+860.000	8,62	168,9	168,9	0	0	7029,39	7029,39	2134,52	4894,87
0+880.000	8,63	172,53	172,53	0	0	7201,93	7201,93	2134,52	5067,4
0+900.000	8,28	169,07	169,07	0	0	7371	7371	2134,52	5236,47
0+918.490	8,21	152,41	152,41	0	0	7523,41	7523,41	2134,52	5388,88
0+920.000	8,18	12,38	12,38	0	0	7535,78	7535,78	2134,52	5401,26
0+938.490	8,13	150,77	150,77	0	0	7686,55	7686,55	2134,52	5552,03
0+940.000	7,74	11,98	11,98	0	0	7698,54	7698,54	2134,52	5564,01
0+958.490	6,13	128,17	128,17	0,05	0,5	7826,71	7826,71	2135,02	5691,69
0+960.000	5,95	9,12	9,12	0,07	0,09	7835,83	7835,83	2135,11	5700,72
0+980.000	8,27	142,22	142,22	0	0,74	7978,05	7978,05	2135,85	5842,2
0+988.490	9,04	73,48	73,48	0	0,04	8051,54	8051,54	2135,89	5915,65
1+000.000	10,7	113,62	113,62	0	0	8165,16	8165,16	2135,89	6029,27
1+019.816	10,19	206,98	206,98	0	0	8372,14	8372,14	2135,89	6236,24
1+020.000	10,51	1,9	1,9	0	0	8374,04	8374,04	2135,89	6238,15
1+040.000	8,71	192,17	192,17	0	0	8566,21	8566,21	2135,89	6430,32
1+051.143	12,3	117,06	117,06	0	0	8683,27	8683,27	2135,89	6547,38
1+060.000	17,02	129,88	129,88	0	0	8813,15	8813,15	2135,89	6677,26
1+080.000	24,89	419,15	419,15	0	0	9232,3	9232,3	2135,89	7096,41
1+081.143	25,32	28,69	28,69	0	0	9260,99	9260,99	2135,89	7125,1
1+100.000	21,4	440,5	440,5	0	0	9701,5	9701,5	2135,89	7565,6
1+101.143	20,78	24,1	24,1	0	0	9725,6	9725,6	2135,89	7589,7
1+120.000	11,22	301,75	301,75	0	0	10027,35	10027,35	2135,89	7891,46
1+121.143	10,35	12,33	12,33	0	0	10039,68	10039,68	2135,89	7903,78
1+140.000	2,84	124,39	124,39	1,03	9,68	10164,07	10164,07	2145,57	8018,5
1+160.000	0	28,4	28,4	9,34	103,67	10192,47	10192,47	2249,25	7943,22
1+180.000	0,65	6,46	6,46	1,46	108,05	10198,92	10198,92	2357,29	7841,63
1+200.000	5,08	57,27	57,27	0,06	15,27	10256,2	10256,2	2372,57	7883,63
1+220.000	9,56	146,45	146,45	0	0,63	10402,65	10402,65	2373,2	8029,45
1+240.000	12	215,63	215,63	0,02	0,17	10618,28	10618,28	2373,36	8244,91
1+260.000	4,5	164,98	164,98	6,89	69,1	10783,26	10783,26	2442,47	8340,79
1+280.000	8,52	130,16	130,16	2,53	94,23	10913,41	10913,41	2536,7	8376,72
1+300.000	9,65	181,71	181,71	0,66	31,93	11095,13	11095,13	2568,63	8526,5
1+320.000	10,28	199,37	199,37	0	6,65	11294,5	11294,5	2575,28	8719,22
1+340.000	8,3	185,82	185,82	0,01	0,11	11480,32	11480,32	2575,39	8904,93
1+360.000	8,47	167,67	167,67	0	0,1	11647,99	11647,99	2575,49	9072,5
1+380.000	11,11	195,76	195,76	0	0	11843,75	11843,75	2575,49	9268,25
1+400.000	13,94	250,49	250,49	0,18	1,8	12094,24	12094,24	2577,29	9516,95
1+420.000	15	289,44	289,44	1,56	17,43	12383,68	12383,68	2594,72	9788,96
1+440.000	19,89	348,94	348,94	0,87	24,31	12732,62	12732,62	2619,03	10113,59
1+460.000	18,36	382,55	382,55	0,04	9,06	13115,17	13115,17	2628,08	10487,09
1+480.000	6,03	243,94	243,94	3,99	40,28	13359,11	13359,11	2668,37	10690,74
1+500.000	6,72	127,54	127,54	2,59	65,86	13486,65	13486,65	2734,23	10752,42
1+520.000	7,75	144,73	144,73	1,08	36,7	13631,37	13631,37	2770,93	10860,44
1+540.000	6,18	139,26	139,26	1,36	24,33	13770,63	13770,63	2795,26	10975,37

1+560.000	4,3	104,72	104,72	2,05	34,06	13875,35	13875,35	2829,33	11046,02
1+580.000	1,09	53,84	53,84	2,98	50,32	13929,19	13929,19	2879,64	11049,54
1+600.000	0,37	14,53	14,53	5,81	87,91	13943,71	13943,71	2967,56	10976,16
1+620.000	0	3,71	3,71	9,55	153,62	13947,42	13947,42	3121,18	10826,24
1+633.284	0	0,04	0,04	10,75	134,88	13947,46	13947,46	3256,06	10691,41
1+640.000	0	0	0	11,41	74,42	13947,46	13947,46	3330,48	10616,98
1+653.284	0	0	0	15,59	179,29	13947,46	13947,46	3509,77	10437,69
1+660.000	0	0	0	15,85	105,58	13947,46	13947,46	3615,35	10332,11
1+673.284	0	0	0	12,08	185,54	13947,46	13947,46	3800,89	10146,57
1+680.000	0	0	0	8,21	68,14	13947,46	13947,46	3869,03	10078,43
1+700.000	2,44	24,46	24,46	1,73	99,02	13971,93	13971,93	3968,05	10003,88
1+707.284	3,83	22,84	22,84	0,77	9,1	13994,77	13994,77	3977,16	10017,62
1+720.000	2,56	40,62	40,62	1,94	17,06	14035,4	14035,4	3994,21	10041,18
1+730.591	4,1	35,29	35,29	0,86	14,7	14070,69	14070,69	4008,91	10061,78
1+740.000	5,46	44,98	44,98	0,59	6,82	14115,66	14115,66	4015,73	10099,93
1+753.897	3,29	60,84	60,84	1,32	13,15	14176,51	14176,51	4028,88	10147,62
1+760.000	3,43	20,51	20,51	1,52	8,66	14197,01	14197,01	4037,54	10159,47
1+780.000	7,04	104,81	104,81	0,83	23,33	14301,82	14301,82	4060,87	10240,95
1+787.897	6,98	55,36	55,36	1,04	7,41	14357,18	14357,18	4068,28	10288,9
1+800.000	4,01	66,51	66,51	2,33	20,41	14423,69	14423,69	4088,69	10335
1+807.897	7,1	43,87	43,87	0,96	12,98	14467,56	14467,56	4101,66	10365,9
1+820.000	8,37	93,64	93,64	0,43	8,41	14561,21	14561,21	4110,07	10451,14
1+827.897	9,01	68,62	68,62	0,45	3,48	14629,82	14629,82	4113,55	10516,27
1+840.000	9,81	113,86	113,86	0,23	4,14	14743,68	14743,68	4117,69	10625,99
1+860.000	14,04	238,49	238,49	0	2,36	14982,17	14982,17	4120,04	10862,13
1+880.000	13,88	279,19	279,19	0	0,03	15261,37	15261,37	4120,08	11141,29
1+900.000	15,58	294,65	294,65	0	0,01	15556,01	15556,01	4120,09	11435,92
1+920.000	17,02	326,02	326,02	0	0	15882,03	15882,03	4120,09	11761,94
1+940.000	12,54	295,53	295,53	0	0,08	16177,56	16177,56	4120,17	12057,39
1+960.000	10,27	228,1	228,1	0	0,09	16405,66	16405,66	4120,25	12285,41
1+980.000	9,06	193,38	193,38	0,03	0,32	16599,04	16599,04	4120,57	12478,47
2+000.000	7,79	168,52	168,52	0,11	1,39	16767,56	16767,56	4121,96	12645,6
2+020.000	6,85	146,35	146,35	0,44	5,45	16913,91	16913,91	4127,41	12786,5
2+040.000	6,96	138,05	138,05	0,41	8,49	17051,95	17051,95	4135,9	12916,06
2+060.000	5,21	121,63	121,63	0,6	10,16	17173,58	17173,58	4146,06	13027,53
2+080.000	6,9	121,1	121,1	0,29	8,88	17294,68	17294,68	4154,93	13139,74
2+100.000	7,69	145,98	145,98	0,05	3,39	17440,66	17440,66	4158,32	13282,33
2+120.000	9,99	176,88	176,88	0	0,54	17617,53	17617,53	4158,86	13458,68
2+140.000	13,71	237,04	237,04	0	0	17854,57	17854,57	4158,86	13695,71
2+160.000	10,12	238,28	238,28	0	0,02	18092,85	18092,85	4158,87	13933,98
2+180.000	7,63	177,46	177,46	0,14	1,37	18270,31	18270,31	4160,24	14110,07
2+200.000	8,09	157,2	157,2	0,08	2,2	18427,51	18427,51	4162,44	14265,07
2+220.000	7	150,97	150,97	0,25	3,39	18578,48	18578,48	4165,83	14412,65
2+240.000	12,03	190,31	190,31	0	2,54	18768,79	18768,79	4168,37	14600,42
2+251.192	8,61	115,49	115,49	0	0	18884,28	18884,28	4168,37	14715,91
2+260.000	5,98	64,26	64,26	0,13	0,57	18948,54	18948,54	4168,94	14779,6
2+271.192	3,4	52,47	52,47	0,89	5,7	19001,01	19001,01	4174,64	14826,37
2+280.000	5,56	39,45	39,45	0,5	6,1	19040,46	19040,46	4180,74	14859,72
2+291.192	6,97	70,26	70,26	0,19	3,78	19110,72	19110,72	4184,52	14926,2
2+300.000	7,3	63	63	0,01	0,86	19173,72	19173,72	4185,38	14988,34
2+301.758	7,29	12,83	12,83	0	0,02	19186,55	19186,55	4185,4	15001,15

2+320.000	6,18	122,93	122,93	0,04	0,41	19309,48	19309,48	4185,81	15123,67
2+340.000	6,33	124,99	124,99	0,03	0,74	19434,47	19434,47	4186,55	15247,91
2+358.299	6	112,76	112,76	0,06	0,85	19547,23	19547,23	4187,4	15359,83
2+360.000	5,94	10,16	10,16	0,07	0,11	19557,38	19557,38	4187,51	15369,87
2+380.000	4,71	106,52	106,52	0,32	3,82	19663,91	19663,91	4191,33	15472,58
2+400.000	0	47,12	47,12	5,73	60,24	19711,02	19711,02	4251,57	15459,45
2+414.839	10,08	74,94	74,94	0	42,36	19785,96	19785,96	4293,92	15492,04
2+420.000	10,78	53,98	53,98	0	0	19839,94	19839,94	4293,93	15546,01
2+425.405	13,87	66,61	66,61	0	0	19906,55	19906,55	4293,93	15612,62
2+440.000	12,99	196,43	196,43	0,11	0,76	20102,98	20102,98	4294,7	15808,28
2+445.405	14,96	75,55	75,55	0,01	0,31	20178,53	20178,53	4295,01	15883,52
2+460.000	21	262,4	262,4	0	0,08	20440,93	20440,93	4295,09	16145,84
2+465.405	19,16	108,55	108,55	0	0	20549,48	20549,48	4295,1	16254,39
2+472.371	15,55	120,9	120,9	0,07	0,26	20670,39	20670,39	4295,36	16375,03
2+480.000	12,75	107,96	107,96	0,53	2,3	20778,34	20778,34	4297,66	16480,68
2+492.371	12,82	158,17	158,17	0,83	8,4	20936,51	20936,51	4306,06	16630,45
2+500.000	13,45	100,22	100,22	0,64	5,61	21036,74	21036,74	4311,67	16725,07
2+512.371	7,67	130,66	130,66	3,19	23,72	21167,39	21167,39	4335,39	16832,01
2+520.000	6,08	52,12	52,12	5,18	32,42	21219,51	21219,51	4367,8	16851,71
2+530.107	5,83	59,57	59,57	7,36	64,73	21279,08	21279,08	4432,53	16846,55
2+540.000	7,48	65,04	65,04	5,32	64,3	21344,12	21344,12	4496,83	16847,29
2+560.000	8,57	158,66	158,66	3,65	91,9	21502,78	21502,78	4588,73	16914,05
2+571.260	7,88	91,59	91,59	4,82	48,81	21594,36	21594,36	4637,54	16956,82
2+580.000	7,4	66,03	66,03	5,23	44,98	21660,39	21660,39	4682,52	16977,87
2+600.000	6,93	141,66	141,66	5,33	108,2	21802,05	21802,05	4790,72	17011,33
2+612.414	7,71	89,81	89,81	3,87	58,46	21891,86	21891,86	4849,18	17042,68
2+620.000	9,31	63,96	63,96	1,87	22,2	21955,82	21955,82	4871,38	17084,44
2+630.150	12,37	109,35	109,35	0,7	13,22	22065,17	22065,17	4884,6	17180,58
2+640.000	13,96	129,64	129,64	0,21	4,48	22194,81	22194,81	4889,08	17305,74
2+650.150	15,61	150,06	150,06	0,05	1,31	22344,88	22344,88	4890,38	17454,5
2+660.000	13,8	144,87	144,87	0,17	1,04	22489,75	22489,75	4891,42	17598,33
2+670.150	11,33	127,56	127,56	0,48	3,28	22617,31	22617,31	4894,7	17722,61
2+680.000	13,02	119,95	119,95	0,24	3,55	22737,26	22737,26	4898,25	17839
2+700.000	15,38	284,02	284,02	0,02	2,62	23021,28	23021,28	4900,88	18120,4
2+720.000	14,19	295,71	295,71	0,01	0,36	23316,99	23316,99	4901,23	18415,76
2+740.000	9,34	235,3	235,3	0,44	4,58	23552,29	23552,29	4905,82	18646,47
2+755.735	9,21	145,97	145,97	0,65	8,58	23698,26	23698,26	4914,4	18783,86
2+760.000	9,83	40,61	40,61	0,42	2,27	23738,87	23738,87	4916,67	18822,2
2+775.735	14,03	187,71	187,71	0	3,32	23926,58	23926,58	4919,98	19006,6
2+780.000	17,64	67,53	67,53	0	0	23994,11	23994,11	4919,99	19074,12
2+795.735	21,39	306,41	306,41	0	0	24300,52	24300,52	4919,99	19380,53
2+800.000	23,43	95,56	95,56	0	0	24396,08	24396,08	4919,99	19476,09
2+800.735	23,74	17,35	17,35	0	0	24413,43	24413,43	4919,99	19493,44
2+814.699	27,92	358,85	358,85	0	0	24772,27	24772,27	4919,99	19852,29
2+820.000	29,83	153,08	153,08	0	0	24925,36	24925,36	4919,99	20005,37
2+828.662	32,09	266,74	266,74	0	0	25192,1	25192,1	4919,99	20272,11
2+833.662	32,09	160,44	160,44	0	0	25352,54	25352,54	4919,99	20432,55
2+840.000	32,68	205,24	205,24	0	0	25557,78	25557,78	4919,99	20637,79
2+853.662	21,29	368,69	368,69	0	0	25926,47	25926,47	4919,99	21006,48
2+860.000	16,1	118,51	118,51	0	0	26044,98	26044,98	4919,99	21124,99
2+873.662	6,16	152,09	152,09	0,41	2,83	26197,07	26197,07	4922,82	21274,25

2+880.000	2,61	27,81	27,81	1,81	7,04	26224,88	26224,88	4929,86	21295,02
2+900.000	5,46	80,75	80,75	0,05	18,58	26305,63	26305,63	4948,44	21357,19
2+920.000	7,87	133,34	133,34	0,13	1,78	26438,97	26438,97	4950,22	21488,75
2+940.000	6,54	144,16	144,16	0,36	4,84	26583,13	26583,13	4955,06	21628,07
2+960.000	7,64	141,81	141,81	0	3,57	26724,94	26724,94	4958,63	21766,3
2+980.000	9,57	172,08	172,08	0,16	1,59	26897,02	26897,02	4960,22	21936,8
3+000.000	12,33	219	219	0	1,59	27116,01	27116,01	4961,81	22154,2
3+014.107	10,1	158,17	158,17	0,09	0,67	27274,18	27274,18	4962,47	22311,71
3+020.000	9,84	58,75	58,75	0,11	0,6	27332,93	27332,93	4963,07	22369,86
3+034.107	9,13	133,83	133,83	0,16	1,93	27466,76	27466,76	4965,01	22501,75
3+040.000	8,34	51,49	51,49	0,06	0,66	27518,24	27518,24	4965,66	22552,58
3+043.107	7,06	23,92	23,92	0,05	0,17	27542,16	27542,16	4965,83	22576,32
3+054.107	4,62	64,24	64,24	0,37	2,31	27606,4	27606,4	4968,14	22638,26
3+055.596	4,3	6,64	6,64	0,46	0,62	27613,04	27613,04	4968,76	22644,27
3+057.085	3,77	6	6	0,7	0,87	27619,04	27619,04	4969,63	22649,41
3+060.000	3,38	10,41	10,41	0,83	2,24	27629,45	27629,45	4971,87	22657,58
3+068.085	1,36	19,16	19,16	2,04	11,55	27648,61	27648,61	4983,42	22665,19
3+077.085	0,07	6,44	6,44	4,07	27,47	27655,05	27655,05	5010,89	22644,16
3+080.000	0	0,1	0,1	3,74	11,38	27655,14	27655,14	5022,27	22632,87
3+097.085	4,37	37,29	37,29	0,29	34,46	27692,44	27692,44	5056,74	22635,7
3+100.000	5,38	14,2	14,2	0,08	0,54	27706,64	27706,64	5057,27	22649,37
3+120.000	5,01	103,89	103,89	0,71	7,85	27810,53	27810,53	5065,12	22745,41
3+140.000	0,68	56,88	56,88	4,14	48,46	27867,41	27867,41	5113,58	22753,83
3+160.000	10,6	112,83	112,83	0,13	42,65	27980,24	27980,24	5156,23	22824,01
3+180.000	23,99	345,98	345,98	0	1,26	28326,22	28326,22	5157,49	23168,72
3+200.000	18,81	428,06	428,06	0	0	28754,28	28754,28	5157,49	23596,79
3+220.000	6,63	254,38	254,38	0,91	9,14	29008,66	29008,66	5166,63	23842,03
3+240.000	0,9	75,27	75,27	6,51	74,25	29083,93	29083,93	5240,88	23843,05
3+260.000	0,08	9,84	9,84	4,48	109,9	29093,77	29093,77	5350,78	23742,98
3+280.000	9,99	100,72	100,72	0	44,78	29194,49	29194,49	5395,57	23798,92
3+300.000	20,55	305,42	305,42	0	0	29499,91	29499,91	5395,57	24104,34
3+320.000	17,04	375,96	375,96	0	0	29875,86	29875,86	5395,57	24480,3
3+340.000	13,46	305,03	305,03	0	0	30180,9	30180,9	5395,57	24785,33
3+360.000	9,88	233,37	233,37	0	0	30414,27	30414,27	5395,57	25018,71
3+380.000	5,74	156,14	156,14	0,08	0,83	30570,41	30570,41	5396,4	25174,01
3+400.000	2,05	77,85	77,85	1,23	13,1	30648,26	30648,26	5409,49	25238,77
3+420.000	3,72	57,63	57,63	0,51	17,37	30705,89	30705,89	5426,86	25279,04
3+440.000	6,25	99,64	99,64	0,14	6,54	30805,53	30805,53	5433,4	25372,14
3+460.000	6,14	123,92	123,92	0,12	2,64	30929,45	30929,45	5436,04	25493,41
3+480.000	6,07	122,14	122,14	0,13	2,5	31051,6	31051,6	5438,54	25613,06
3+484.745	6,05	28,77	28,77	0,13	0,62	31080,36	31080,36	5439,15	25641,21
3+500.000	5,58	88,74	88,74	0,27	3,02	31169,1	31169,1	5442,18	25726,93
3+504.745	5,53	26,35	26,35	0,3	1,34	31195,46	31195,46	5443,51	25751,94
3+520.000	5,63	85,12	85,12	0,25	4,2	31280,57	31280,57	5447,71	25832,86
3+524.745	5,71	26,91	26,91	0,36	1,45	31307,48	31307,48	5449,16	25858,32
3+533.545	6,14	52,16	52,16	0,64	4,39	31359,64	31359,64	5453,56	25906,08
3+540.000	5,93	38,97	38,97	0,43	3,46	31398,61	31398,61	5457,01	25941,6
3+560.000	4,38	102,81	102,81	0,68	11,24	31501,42	31501,42	5468,25	26033,17
3+574.917	2,59	51,8	51,8	1,34	15,24	31553,21	31553,21	5483,49	26069,72
3+580.000	3,87	16,41	16,41	0,53	4,76	31569,63	31569,63	5488,25	26081,37
3+600.000	9,23	130,95	130,95	0	5,34	31700,58	31700,58	5493,59	26206,99

3+616.290	14,1	189,9	189,9	0	0	31890,48	31890,48	5493,59	26396,89
3+620.000	14,49	53,03	53,03	0	0	31943,51	31943,51	5493,59	26449,92
3+625.090	14,45	73,66	73,66	0	0	32017,17	32017,17	5493,59	26523,58
3+640.000	17,1	235,21	235,21	0	0	32252,38	32252,38	5493,59	26758,79
3+645.090	18,12	89,62	89,62	0	0	32342	32342	5493,59	26848,41
3+660.000	21,08	292,23	292,23	0	0	32634,24	32634,24	5493,59	27140,65
3+665.090	21,37	108,04	108,04	0	0	32742,27	32742,27	5493,59	27248,68
3+680.000	21,67	320,93	320,93	0	0	33063,2	33063,2	5493,59	27569,61
3+700.000	13,26	349,32	349,32	0,1	0,98	33412,52	33412,52	5494,57	27917,95
3+720.000	16,38	296,34	296,34	0,05	1,48	33708,86	33708,86	5496,06	28212,81
3+740.000	21,55	379,22	379,22	0	0,53	34088,08	34088,08	5496,58	28591,5
3+760.000	8,33	298,8	298,8	2,19	21,91	34386,88	34386,88	5518,49	28868,39
3+780.000	0,55	88,81	88,81	10,72	129,11	34475,68	34475,68	5647,6	28828,09
3+800.000	4,89	54,34	54,34	2,88	136,06	34530,03	34530,03	5783,65	28746,37
3+820.000	6,57	114,56	114,56	1,63	45,15	34644,59	34644,59	5828,8	28815,79
3+840.000	12,21	187,82	187,82	0	16,35	34832,41	34832,41	5845,15	28987,25
3+860.000	0	122,13	122,13	0	0,03	34954,54	34954,54	5845,18	29109,36
3+880.000	18,19	181,93	181,93	0	0	35136,47	35136,47	5845,18	29291,29
3+900.000	17,29	354,87	354,87	0	0	35491,34	35491,34	5845,18	29646,16
3+920.000	18,05	353,46	353,46	0	0	35844,8	35844,8	5845,18	29999,62
3+940.000	11,5	295,48	295,48	0,09	0,88	36140,28	36140,28	5846,06	30294,22
3+960.000	7,69	191,83	191,83	0,67	7,56	36332,11	36332,11	5853,62	30478,49
3+980.000	8,28	159,7	159,7	0,67	13,42	36491,81	36491,81	5867,04	30624,77
4+000.000	8,62	169,04	169,04	0,68	13,52	36660,84	36660,84	5880,56	30780,29
4+020.000	8,86	174,79	174,79	0,44	11,19	36835,64	36835,64	5891,75	30943,88
4+040.000	3,94	127,97	127,97	2,24	26,78	36963,61	36963,61	5918,53	31045,07
4+041.004	3,75	3,86	3,86	2,35	2,3	36967,46	36967,46	5920,84	31046,63
4+060.000	4,97	82,79	82,79	2,85	49,42	37050,25	37050,25	5970,26	31079,99
4+061.004	5,04	5,02	5,02	2,83	2,85	37055,28	37055,28	5973,11	31082,16
4+080.000	11,63	157,95	157,95	0,96	36,18	37213,23	37213,23	6009,29	31203,94
4+081.004	11,69	11,71	11,71	0,98	0,97	37224,93	37224,93	6010,26	31214,67
4+091.570	12,35	126,04	126,04	1,47	13,17	37350,98	37350,98	6023,43	31327,54
4+100.000	13,2	106,61	106,61	1,3	11,91	37457,58	37457,58	6035,34	31422,24
4+106.583	13,09	85,66	85,66	1,25	8,56	37543,24	37543,24	6043,9	31499,34
4+120.000	12,72	171,44	171,44	1,48	18,73	37714,68	37714,68	6062,63	31652,05
4+121.596	12,68	20,27	20,27	1,52	2,4	37734,95	37734,95	6065,03	31669,92
4+132.162	11,37	126,1	126,1	1,12	14,2	37861,05	37861,05	6079,23	31781,82
4+140.000	11,74	90,58	90,58	0,84	7,69	37951,63	37951,63	6086,92	31864,71
4+152.162	12,32	146,26	146,26	0,61	8,85	38097,89	38097,89	6095,77	32002,13
4+160.000	12,63	97,76	97,76	0,49	4,3	38195,65	38195,65	6100,07	32095,58
4+172.162	11,46	146,49	146,49	0,69	7,19	38342,14	38342,14	6107,26	32234,89
4+180.000	13,35	97,24	97,24	0,16	3,35	38439,39	38439,39	6110,61	32328,78
4+200.000	11,8	251,49	251,49	0,12	2,78	38690,87	38690,87	6113,39	32577,48
4+220.000	3,5	153,01	153,01	2,42	25,4	38843,88	38843,88	6138,79	32705,09
4+240.000	5,07	85,69	85,69	1,81	42,28	38929,57	38929,57	6181,07	32748,49
4+260.000	7,04	121,04	121,04	0,43	22,36	39050,6	39050,6	6203,43	32847,17
4+280.000	11,73	187,66	187,66	0	4,39	39238,26	39238,26	6207,83	33030,43
4+300.000	6,65	183,82	183,82	0,39	4,02	39422,08	39422,08	6211,84	33210,23
4+320.000	10,71	173,6	173,6	0	3,97	39595,67	39595,67	6215,81	33379,86
4+340.000	13,5	242,11	242,11	0	0,04	39837,78	39837,78	6215,85	33621,93
4+360.000	11,96	254,63	254,63	0	0	40092,41	40092,41	6215,85	33876,56

4+380.000	4,36	163,23	163,23	0,45	4,52	40255,64	40255,64	6220,37	34035,27
4+400.000	2,87	72,33	72,33	0,98	14,31	40327,97	40327,97	6234,68	34093,29
4+420.000	3,7	65,69	65,69	0,55	15,34	40393,67	40393,67	6250,02	34143,65
4+440.000	6,14	98,41	98,41	0,13	6,84	40492,08	40492,08	6256,86	34235,22
4+460.000	12,74	188,77	188,77	0	1,3	40680,85	40680,85	6258,16	34422,69
4+480.000	15,38	281,13	281,13	0	0	40961,98	40961,98	6258,16	34703,82
4+500.000	15,75	311,26	311,26	0	0	41273,24	41273,24	6258,16	35015,08
4+520.000	15,04	307,86	307,86	0	0	41581,1	41581,1	6258,16	35322,94
4+530.751	12,39	147,41	147,41	0	0	41728,51	41728,51	6258,16	35470,35
4+540.000	10,19	104,4	104,4	0,02	0,11	41832,91	41832,91	6258,28	35574,63
4+550.751	10,68	112,16	112,16	0,02	0,23	41945,07	41945,07	6258,51	35686,57
4+560.000	10,92	99,87	99,87	0,07	0,4	42044,94	42044,94	6258,9	35786,04
4+568.751	10,65	94,36	94,36	0,3	1,62	42139,31	42139,31	6260,53	35878,78
4+570.751	10,12	20,77	20,77	0,44	0,75	42160,07	42160,07	6261,27	35898,8
4+580.000	9,06	88,68	88,68	0,57	4,67	42248,76	42248,76	6265,95	35982,81
4+587.535	8,18	64,96	64,96	1	5,91	42313,71	42313,71	6271,85	36041,86
4+600.000	6,79	93,31	93,31	1,16	13,45	42407,02	42407,02	6285,3	36121,72
4+604.319	6,87	29,48	29,48	1	4,65	42436,51	42436,51	6289,95	36146,56
4+606.319	7,44	14,31	14,31	0,93	1,92	42450,82	42450,82	6291,87	36158,95
4+620.000	7,36	101,29	101,29	0,49	9,67	42552,1	42552,1	6301,54	36250,57
4+624.319	6,31	29,52	29,52	0,43	1,97	42581,62	42581,62	6303,51	36278,11
4+640.000	3,69	78,38	78,38	0,82	9,73	42660	42660	6313,23	36346,77
4+644.319	3,49	15,5	15,5	0,86	3,61	42675,49	42675,49	6316,84	36358,65
4+660.000	4,31	61,15	61,15	0,38	9,71	42736,65	42736,65	6326,55	36410,1
4+680.000	12,96	172,78	172,78	0	3,82	42909,43	42909,43	6330,37	36579,06
4+700.000	20,19	331,58	331,58	0	0	43241,01	43241,01	6330,37	36910,63
4+720.000	16,5	366,89	366,89	0	0	43607,9	43607,9	6330,37	37277,53
4+740.000	14,6	311,01	311,01	0	0	43918,9	43918,9	6330,37	37588,53
4+756.737	13,88	238,33	238,33	0	0	44157,24	44157,24	6330,37	37826,87
4+760.000	13,77	45,12	45,12	0	0	44202,35	44202,35	6330,37	37871,98
4+776.737	12,32	218,34	218,34	0	0	44420,7	44420,7	6330,37	38090,32
4+780.000	12,09	39,83	39,83	0	0	44460,53	44460,53	6330,37	38130,15
4+796.737	11,37	196,32	196,32	0	0	44656,84	44656,84	6330,37	38326,47
4+800.000	11,49	37,29	37,29	0	0	44694,13	44694,13	6330,37	38363,76
4+812.737	10,53	139,95	139,95	0	0,03	44834,09	44834,09	6330,4	38503,68
4+820.000	9,83	73,75	73,75	0,02	0,07	44907,83	44907,83	6330,48	38577,36
4+836.589	9,7	161,57	161,57	0,03	0,4	45069,4	45069,4	6330,88	38738,53
4+840.000	9,66	33,03	33,03	0,03	0,1	45102,43	45102,43	6330,98	38771,45
4+860.000	9,86	194,7	194,7	0,03	0,57	45297,13	45297,13	6331,55	38965,58
4+860.441	9,48	4,27	4,27	0,03	0,01	45301,4	45301,4	6331,56	38969,84
4+876.441	8,6	144,41	144,41	0	0,24	45445,8	45445,8	6331,8	39114
4+880.000	8,91	31,16	31,16	0	0	45476,96	45476,96	6331,8	39145,16
4+896.441	6,42	126,01	126,01	0,34	2,77	45602,97	45602,97	6334,57	39268,4
4+900.000	5,51	21,22	21,22	0,51	1,52	45624,19	45624,19	6336,09	39288,1
4+916.441	2,28	64,04	64,04	1,47	16,28	45688,23	45688,23	6352,38	39335,85
4+920.000	3,27	9,88	9,88	0,78	3,99	45698,11	45698,11	6356,37	39341,74
4+940.000	8,63	119,02	119,02	0	7,81	45817,13	45817,13	6364,18	39452,95
4+960.000	8,29	169,27	169,27	0	0,04	45986,4	45986,4	6364,22	39622,18
4+980.000	8,55	168,4	168,4	0	0	46154,79	46154,79	6364,22	39790,58
5+000.000	10,03	185,79	185,79	0	0	46340,58	46340,58	6364,22	39976,36
5+020.000	16,27	263,03	263,03	0	0	46603,61	46603,61	6364,22	40239,39

5+038.464	22,24	355,57	355,57	0	0	46959,17	46959,17	6364,22	40594,96
5+040.000	21,87	33,88	33,88	0	0	46993,06	46993,06	6364,22	40628,84
5+058.464	15,81	347,85	347,85	0	0	47340,9	47340,9	6364,22	40976,69
5+060.000	15,06	23,72	23,72	0	0	47364,62	47364,62	6364,22	41000,4
5+078.464	10,88	239,48	239,48	0	0	47604,1	47604,1	6364,22	41239,89
5+080.000	10,55	16,46	16,46	0	0	47620,56	47620,56	6364,22	41256,35
5+100.000	6,29	168,28	168,28	0,22	2,17	47788,84	47788,84	6366,38	41422,46
5+114.714	4,18	76,9	76,9	0,97	8,78	47865,75	47865,75	6375,17	41490,58
5+120.000	3,45	20,17	20,17	1,28	5,94	47885,92	47885,92	6381,11	41504,81
5+140.000	1,29	47,18	47,18	3,1	44,31	47933,1	47933,1	6425,42	41507,68
5+160.000	1,23	25,03	25,03	4,54	77,32	47958,13	47958,13	6502,74	41455,39
5+169.910	2,13	16,57	16,57	2,88	37,22	47974,7	47974,7	6539,97	41434,74
5+180.000	1,96	20,54	20,54	3,31	31,65	47995,24	47995,24	6571,61	41423,63
5+200.000	2,94	48,79	48,79	1,06	44,33	48044,03	48044,03	6615,94	41428,09
5+220.000	3,1	60,15	60,15	3,34	44,56	48104,18	48104,18	6660,5	41443,68
5+225.105	1,51	11,76	11,76	4,7	20,5	48115,95	48115,95	6681	41434,95
5+240.000	0,1	11,88	11,88	11,92	125,04	48127,83	48127,83	6806,04	41321,79
5+260.000	0	0,95	0,95	13,01	250,75	48128,77	48128,77	7056,78	41071,99
5+261.355	0	0	0	12,56	17,33	48128,77	48128,77	7074,11	41054,66
5+280.000	0,19	1,79	1,79	7,91	190,78	48130,57	48130,57	7264,89	40865,68
5+281.355	0,11	0,2	0,2	7,67	10,56	48130,77	48130,77	7275,45	40855,32
5+300.000	0,8	8,46	8,46	4,52	113,71	48139,23	48139,23	7389,16	40750,07
5+301.355	0,88	1,14	1,14	4,27	5,96	48140,36	48140,36	7395,12	40745,25
5+320.000	2,01	26,96	26,96	2,36	61,81	48167,32	48167,32	7456,93	40710,4
5+340.000	2,76	47,68	47,68	1,82	41,81	48215,01	48215,01	7498,74	40716,27
5+360.000	0	27,56	27,56	0,61	24,23	48242,57	48242,57	7522,97	40719,6
5+380.000	7,82	78,19	78,19	0,33	9,38	48320,76	48320,76	7532,34	40788,41
5+400.000	4,18	120,01	120,01	0,8	11,34	48440,76	48440,76	7543,68	40897,08
5+420.000	0,16	43,43	43,43	5,26	60,6	48484,2	48484,2	7604,29	40879,91
5+440.000	0	1,62	1,62	8,65	139,06	48485,81	48485,81	7743,34	40742,47
5+460.000	1,52	15,22	15,22	1,56	102,03	48501,03	48501,03	7845,37	40655,66
5+480.000	4,91	64,36	64,36	0,15	17,04	48565,39	48565,39	7862,42	40702,97
5+500.000	7,95	128,63	128,63	0	1,49	48694,02	48694,02	7863,9	40830,12
5+520.000	9,69	176,43	176,43	0	0	48870,46	48870,46	7863,9	41006,55
5+540.000	10,62	203,17	203,17	0	0	49073,63	49073,63	7863,9	41209,72
5+560.000	12,06	226,82	226,82	0	0	49300,45	49300,45	7863,9	41436,55
5+576.864	9,52	182	182	0	0	49482,45	49482,45	7863,9	41618,54
5+580.000	9,21	29,37	29,37	0	0	49511,82	49511,82	7863,9	41647,91
5+596.864	8,44	148,77	148,77	0	0	49660,59	49660,59	7863,9	41796,68
5+600.000	8,39	26,38	26,38	0	0	49686,97	49686,97	7863,9	41823,06
5+616.864	7,89	137,21	137,21	0	0	49824,18	49824,18	7863,91	41960,27
5+620.000	7,94	24,81	24,81	0	0,01	49848,99	49848,99	7863,93	41985,07
5+629.530	7,76	74,81	74,81	0,07	0,39	49923,8	49923,8	7864,32	42059,48
5+640.000	8,08	82,95	82,95	0,07	0,74	50006,75	50006,75	7865,06	42141,69
5+640.663	8,09	5,36	5,36	0,08	0,05	50012,11	50012,11	7865,11	42147
5+651.795	8,07	89,83	89,83	0,09	0,93	50101,93	50101,93	7866,04	42235,9
5+660.000	7,53	64,03	64,03	0,02	0,42	50165,96	50165,96	7866,46	42299,5
5+664.461	7,44	33,41	33,41	0	0,05	50199,37	50199,37	7866,51	42332,86
5+680.000	8,18	121,39	121,39	0	0,03	50320,76	50320,76	7866,53	42454,22
5+684.461	8,23	36,61	36,61	0	0	50357,37	50357,37	7866,53	42490,83
5+700.000	8,42	129,4	129,4	0	0	50486,77	50486,77	7866,53	42620,23

5+704.461	8,48	37,7	37,7	0	0	50524,47	50524,47	7866,53	42657,93
5+720.000	8,46	131,59	131,59	0	0	50656,05	50656,05	7866,53	42789,52
5+740.000	8,43	168,94	168,94	0	0	50824,99	50824,99	7866,53	42958,46
5+760.000	8,41	168,45	168,45	0	0	50993,44	50993,44	7866,53	43126,91
5+780.000	8,39	167,96	167,96	0	0	51161,4	51161,4	7866,53	43294,87
5+800.000	8,36	167,48	167,48	0	0	51328,88	51328,88	7866,53	43462,35
5+820.000	7,99	163,49	163,49	0	0	51492,37	51492,37	7866,53	43625,84
5+840.000	8,09	160,82	160,82	0	0	51653,2	51653,2	7866,53	43786,67
5+860.000	6,13	142,24	142,24	0,02	0,22	51795,44	51795,44	7866,75	43928,69
5+880.000	6,53	126,64	126,64	0,08	0,98	51922,08	51922,08	7867,73	44054,34
5+900.000	5,99	125,28	125,28	0,14	2,11	52047,36	52047,36	7869,85	44177,51
5+920.000	4,87	108,59	108,59	0,37	5,02	52155,95	52155,95	7874,87	44281,08
5+935.400	6,53	87,75	87,75	0,16	4,08	52243,7	52243,7	7878,95	44364,75
5+940.000	6,94	30,98	30,98	0,17	0,77	52274,68	52274,68	7879,72	44394,96
5+955.400	7,15	108,46	108,46	0,21	2,92	52383,14	52383,14	7882,64	44500,5
5+960.000	7,21	33,01	33,01	0,22	0,97	52416,15	52416,15	7883,61	44532,54
5+975.400	7,62	114,15	114,15	0,17	3	52530,3	52530,3	7886,61	44643,69
5+980.000	8,35	36,73	36,73	0,23	0,93	52567,03	52567,03	7887,54	44679,49
5+983.525	8,81	30,25	30,25	0,42	1,15	52597,28	52597,28	7888,69	44708,59
5+999.687	9,15	144,88	144,88	0,39	6,59	52742,17	52742,17	7895,28	44846,88
6+000.000	8,81	2,81	2,81	0,39	0,12	52744,98	52744,98	7895,4	44849,57
6+015.849	9,05	141,2	141,2	0,41	6,33	52886,18	52886,18	7901,73	44984,45
6+020.000	8,45	36,31	36,31	0,29	1,45	52922,49	52922,49	7903,18	45019,3
6+023.974	7,91	32,5	32,5	0,2	0,98	52954,98	52954,98	7904,16	45050,83
6+040.000	7,21	121,17	121,17	0,3	3,97	53076,16	53076,16	7908,13	45168,03
6+043.974	6,97	28,18	28,18	0,32	1,23	53104,34	53104,34	7909,36	45194,97
6+060.000	6,27	106,08	106,08	0,25	4,58	53210,41	53210,41	7913,94	45296,47
6+063.974	6,77	25,9	25,9	0,23	0,96	53236,32	53236,32	7914,9	45321,42
6+080.000	6,68	107,72	107,72	0,21	3,52	53344,04	53344,04	7918,42	45425,62
6+100.000	6,52	131,91	131,91	0,23	4,4	53475,95	53475,95	7922,82	45553,14
6+120.000	6,26	127,76	127,76	0,33	5,65	53603,71	53603,71	7928,46	45675,25
6+140.000	6,55	128,07	128,07	0,26	5,95	53731,78	53731,78	7934,42	45797,36
6+160.000	8,14	146,85	146,85	0,03	2,96	53878,63	53878,63	7937,38	45941,25
6+180.000	12,08	202,17	202,17	0	0,32	54080,8	54080,8	7937,7	46143,1
6+200.000	13,17	252,51	252,51	0	0	54333,3	54333,3	7937,7	46395,6
6+220.000	9,96	231,28	231,28	0	0,02	54564,58	54564,58	7937,72	46626,86
6+240.000	10,32	202,77	202,77	0	0,02	54767,35	54767,35	7937,74	46829,6
6+260.000	10,4	207,19	207,19	0	0	54974,54	54974,54	7937,74	47036,79
6+280.000	9,54	199,33	199,33	0	0	55173,87	55173,87	7937,74	47236,13
6+300.000	8,04	175,74	175,74	0,03	0,28	55349,61	55349,61	7938,02	47411,59
6+320.000	6,91	149,47	149,47	0,11	1,35	55499,08	55499,08	7939,37	47559,72
6+340.000	7,89	148,03	148,03	0,05	1,53	55647,11	55647,11	7940,89	47706,22
6+360.000	8,48	163,76	163,76	0,02	0,65	55810,87	55810,87	7941,54	47869,33
6+380.000	6,51	149,93	149,93	0,15	1,69	55960,81	55960,81	7943,23	48017,57
6+400.000	8,09	146,03	146,03	0,04	1,9	56106,84	56106,84	7945,13	48161,71
6+420.000	9,52	176,15	176,15	0	0,41	56282,99	56282,99	7945,54	48337,44
6+440.000	9,47	189,97	189,97	0	0,01	56472,95	56472,95	7945,56	48527,4
6+460.000	10,37	198,48	198,48	0	0,02	56671,43	56671,43	7945,57	48725,86
6+480.000	9,25	196,22	196,22	0,03	0,27	56867,65	56867,65	7945,84	48921,81
6+497.242	6,4	134,87	134,87	0,33	3,05	57002,52	57002,52	7948,9	49053,62
6+500.000	5,57	16,5	16,5	0,58	1,24	57019,02	57019,02	7950,14	49068,87

6+517.242	7,19	110,01	110,01	0,25	7,16	57129,03	57129,03	7957,3	49171,73
6+520.000	7,46	20,2	20,2	0,22	0,66	57149,23	57149,23	7957,96	49191,27
6+537.242	10,32	153,24	153,24	0,05	2,34	57302,47	57302,47	7960,3	49342,17
6+540.000	10,51	28,71	28,71	0,06	0,15	57331,18	57331,18	7960,45	49370,73
6+560.000	9,62	201,29	201,29	0,47	5,28	57532,47	57532,47	7965,72	49566,74
6+567.242	9,63	69,71	69,71	0	1,7	57602,18	57602,18	7967,42	49634,76
6+580.000	9,26	120,53	120,53	0,69	4,4	57722,7	57722,7	7971,82	49750,88
6+597.989	8,85	162,55	162,55	0,78	13,33	57885,26	57885,26	7985,16	49900,1
6+600.000	8,73	17,68	17,68	0,74	1,53	57902,94	57902,94	7986,68	49916,25
6+620.000	8,04	167,35	167,35	0,85	15,99	58070,28	58070,28	8002,68	50067,61
6+628.735	9,16	75,11	75,11	0,48	5,84	58145,4	58145,4	8008,52	50136,88
6+640.000	10,81	112,49	112,49	0,14	3,49	58257,89	58257,89	8012,01	50245,88
6+658.735	13,83	230,85	230,85	0	1,27	58488,74	58488,74	8013,28	50475,46
6+660.000	14,24	17,76	17,76	0	0	58506,5	58506,5	8013,28	50493,22
6+678.735	12,25	248,16	248,16	0	0	58754,67	58754,67	8013,28	50741,38
6+680.000	11,74	15,18	15,18	0	0	58769,85	58769,85	8013,28	50756,56
6+698.735	9,89	202,6	202,6	0,06	0,57	58972,45	58972,45	8013,86	50958,59
6+700.000	9,9	12,52	12,52	0,06	0,08	58984,97	58984,97	8013,93	50971,03
6+720.000	9,7	195,97	195,97	0,05	1,12	59180,94	59180,94	8015,06	51165,88
6+740.000	9,99	196,94	196,94	0,04	0,89	59377,87	59377,87	8015,94	51361,93
6+760.000	11,61	216,09	216,09	0	0,38	59593,96	59593,96	8016,33	51577,64
6+780.000	17,08	286,94	286,94	0	0,02	59880,9	59880,9	8016,34	51864,56
6+800.000	17,83	349,1	349,1	0	0	60230	60230	8016,34	52213,66
6+820.000	13,84	316,69	316,69	0	0	60546,69	60546,69	8016,34	52530,35
6+840.000	7,01	208,51	208,51	0,22	2,19	60755,2	60755,2	8018,53	52736,67
6+860.000	5,96	129,76	129,76	0,33	5,46	60884,96	60884,96	8023,99	52860,98
6+880.000	3,12	90,81	90,81	1,06	13,9	60975,77	60975,77	8037,89	52937,88
6+900.000	2,9	60,2	60,2	1,32	23,84	61035,97	61035,97	8061,72	52974,24
6+920.000	2,31	52,12	52,12	1,38	27,03	61088,08	61088,08	8088,76	52999,33
6+940.000	2,14	44,53	44,53	1,35	27,28	61132,61	61132,61	8116,04	53016,57
6+960.000	4,48	66,3	66,3	0,41	17,54	61198,91	61198,91	8133,58	53065,33
6+980.000	5,35	98,34	98,34	0,14	5,47	61297,25	61297,25	8139,05	53158,19
7+000.000	5,37	107,18	107,18	0,11	2,46	61404,42	61404,42	8141,51	53262,91
7+020.000	2,78	81,52	81,52	0,84	9,44	61485,94	61485,94	8150,95	53335
7+040.000	0	27,83	27,83	8,87	97,05	61513,78	61513,78	8248	53265,78
7+060.000	0	0	0	9,12	179,89	61513,78	61513,78	8427,9	53085,88
7+079.564	0,12	1,16	1,16	3,05	119,02	61514,94	61514,94	8546,91	52968,03
7+080.000	0,16	0,06	0,06	2,58	1,23	61515	61515	8548,14	52966,86
7+099.564	4,14	42,04	42,04	0,37	28,9	61557,04	61557,04	8577,04	52980
7+100.000	4,33	1,84	1,84	0,44	0,18	61558,88	61558,88	8577,22	52981,66
7+119.564	9,75	137,71	137,71	0	4,28	61696,59	61696,59	8581,5	53115,09
7+120.000	9,91	4,28	4,28	0	0	61700,88	61700,88	8581,5	53119,38
7+130.814	14,56	132,23	132,23	0	0	61833,11	61833,11	8581,5	53251,61
7+140.000	18,57	152,05	152,05	0	0	61985,16	61985,16	8581,5	53403,66
7+152.920	24,94	280,84	280,84	0	0	62266	62266	8581,5	53684,5
7+160.000	28,77	190,12	190,12	0	0	62456,12	62456,12	8581,5	53874,62
7+175.025	27,44	421,87	421,87	0	0	62877,99	62877,99	8581,5	54296,49
7+180.000	24,58	129,39	129,39	0	0	63007,38	63007,38	8581,5	54425,88
7+186.275	21,49	144,54	144,54	0	0	63151,92	63151,92	8581,5	54570,42
7+200.000	17,25	265,86	265,86	0	0	63417,78	63417,78	8581,5	54836,28
7+206.275	14,92	100,94	100,94	0	0	63518,71	63518,71	8581,5	54937,22

7+220.000	13,15	192,62	192,62	0	0	63711,34	63711,34	8581,5	55129,84
7+226.275	12,69	81,05	81,05	0	0	63792,39	63792,39	8581,5	55210,89
7+240.000	12,3	171,49	171,49	0	0	63963,88	63963,88	8581,5	55382,39
7+260.000	11,17	234,68	234,68	0	0	64198,56	64198,56	8581,5	55617,06
7+280.000	9,8	209,69	209,69	0	0	64408,25	64408,25	8581,5	55826,76
7+300.000	9,64	194,46	194,46	0	0	64602,71	64602,71	8581,5	56021,21
7+320.000	9,07	187,16	187,16	0	0	64789,87	64789,87	8581,5	56208,38
7+324.057	0	18,41	18,41	0	0	64808,28	64808,28	8581,5	56226,78

ANEJO 8:

DRENAJE

ÍNDICE

1	Introducción	3
1.1	Metodología.....	3
2	Cálculo de caudales	4
2.1	Intensidad de precipitación	5
2.1.1	Intensidad media diaria de precipitación corregida	5
2.2	Coeficiente de escorrentía.....	8
2.2.1	Umbral de escorrentía	8
2.3	Área de la cuenca.....	10
2.4	Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación	10
2.5	Resultados del calculo el caudal máximo.....	10
3	Drenaje	12
3.1	Drenaje transversal	12
3.1.1	Cálculo de los marcos	13
3.2	Drenaje longitudinal.....	16
4	Apéndice A: esquema de las cuencas.....	18

1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se pretende resolver el drenaje de la plataforma y márgenes del presente proyecto. Se emplea la instrucción 5.2.-IC Drenaje Superficial para el estudio de aguas superficiales.

Se pretende, a partir de un estudio hidrológico desarrollado en el anejo 4 de las cuencas interceptadas por el trazado de la nueva vía, averiguar el caudal a desaguar de manera que el riesgo de afección de la carretera por las aguas, quede dentro de los límites por la anterior normativa.

El período de retorno elegido ha sido de 100 años para las obras de drenaje transversal.

Se utilizan marcos de hormigón como material en las obras de drenaje transversal.

1.1 Metodología

El procedimiento a seguir para el estudio de este apartado es el siguiente:

- 1) Se localizan las cuencas hidrológicas por la que discurre la carretera proyecto mediante el modelo digital del terreno.
- 2) Se edita esta información en AutoCAD para poder conocer las características propias de las cuencas así como los caudales de diseño.
- 3) Una vez conocidos el caudal, el área o la longitud del cauce, se procede a diseñar la obra de drenaje, pendiente, dimensión, etc., siguiendo los pasos establecidos por la instrucción 5.2.-IC Drenaje Superficial.

2 CÁLCULO DE CAUDALES

Se ha determinado mediante el denominado método racional el caudal máximo anual para un periodo de retorno de 100 años.

Dicho método supone que la esorrentía se determina a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo sobre toda la superficie de la cuenca. Este método no tiene en cuenta:

- Aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases de ella.
- Existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase.
- Presencia de lagos, embalses o planes inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas.
- Aportaciones precedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros.
- Caudales que afloran interiores de la cuenca derivados de su régimen régimen hidrogeológico.

Se ha elegido este método debido a que el área de las cuencas es menor a 50 km².

El caudal máximo se calcula con la siguiente formula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6} \quad (1)$$

Donde:

Q_T (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.

$I(T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , pero una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.

C (adimensional): Coeficiente medio de esorrentía de la cuenca o superficie considerada.

A (km²): Área de la cuenca o superficie considerada.

K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

En los siguientes apartados se describe como se halla cada uno de los parámetros que intervienen en el cálculo del caudal, para, en el apartado 2.5, obtener los resultados correspondientes.

2.1 Intensidad de precipitación

Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$I(T, t_c) = I_d \cdot F_{int} \quad (2)$$

Donde:

$I(T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , pero una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.

I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retomo T .

F_{int} (adimensional): Factor de intensidad.

2.1.1 Intensidad media diaria de precipitación corregida

Se calcula mediante:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24} \quad (3)$$

Donde:

I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retomo T .

P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T .

K_A (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

2.1.1.1 Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

Se halla:

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\text{Log}_{10}A}{15} \end{aligned} \quad (4)$$

Donde:

K_A (adimensional): Factor de reducción de la precipitación por área de la cuenca.

A (km^2): Área de la cuenca.

2.1.1.2 Factor de intensidad F_{int}

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t .
- El período de retorno T , si se dispone de curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \text{máx} (F_a, F_b) \quad (5)$$

F_{int} (adimensional): Factor de intensidad.

F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d).

F_b (adimensional): Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviómetro próximo.

a) Obtención de F_a

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 \cdot t^{0,1}} \quad (6)$$

Donde:

F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d).

I_1/I_d (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir de la figura 2.4. de la instrucción 5.2.-IC.

t (horas): Duración del aguacero, se corresponde con el tiempo de concentración t_c .

b) Obtención de F_b

$$F_b = k_b \cdot \frac{I_{IDF}(T,t_c)}{I_{IDF}(T,24)} \quad (7)$$

Donde:

F_b (adimensional): Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviómetro próximo.

$I_{IDF}(T,t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración de aguacero t_c obtenido a través de las curvas IDF del pluviómetro.

$I_{IDF}(T,24)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración de aguacero de 24 horas obtenido a través de las curvas IDF del pluviómetro.

k_b (adimensional): Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de 24 horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar como 1,13.

NOTA: Al no tener datos de las curvas IDF, se tomara el factor de intensidad como el valor correspondiente a F_d .

2.1.1.3 Tiempo de concentración

Es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Para la cuenca principal se calcula con la siguiente expresión:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19} \quad (8)$$

Donde:

t_c (horas): Tiempo de concentración.

L_c (km): Longitud del cauce.

J_c (adimensional): Pendiente media del cauce.

2.2 Coeficiente de escorrentía

Este coeficiente (C) define la parte de la precipitación de intensidad $I(T, t_c)$ que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \quad (9)$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

Donde:

C (adimensional): Coeficiente de escorrentía.

P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado.

K_A (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

P_0 (mm): Umbral de escorrentía.

2.2.1 Umbral de escorrentía

Este umbral representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se calcula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta \quad (10)$$

Donde:

P_0 (mm): Umbral de escorrentía.

P_0^i (mm): Valor inicial del umbral de escorrentía.

β (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

2.2.1.1 Valor inicial del umbral de escorrentía

El valor de P_0^i se obtendrá mediante la tabla 2.3. y la figura 2.8 de la instrucción 5.2.-IC, junto a los datos obtenidos en los anejos anteriores.

2.2.1.2 Coeficiente corrector de escorrentía

Para drenajes transversales de carreteras se aplicará la siguiente fórmula☺

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T \quad (11)$$

β^{DT} (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal en carreteras.

β_m (adimensional): Coeficiente medio de la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Δ_{50} (adimensional): Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza al 50%.

F_T (adimensional): Factor función del período de retorno T.

Para hallar este coeficiente se han utilizado la tabla 2.5. y la figura 2.9 de la instrucción 5.2.- IC.

2.3 Área de la cuenca

Se utilizarán las áreas de las cuencas calculadas en el Anejo 4: Climatología e hidrología.

Cuenca	P.K. inicial	Área (km ²)
1	0+000	1,894
2	4+660	2,764

2.4 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

Este coeficiente (K_t) tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtiene mediante la expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14} \quad (12)$$

Donde:

K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

t_c (horas): Tiempo de concentración de la cuenca.

2.5 Resultados del calculo el caudal máximo

DATOS:

	Cuenca 1	Cuenca 2
Área (km ²)	1,894	2,764
Longitud del cauce (km)	1,042	2,186
Desnivel (m)	69,58	59,37
Pendiente media (J_c) (adim.)	0,067	0,027
Precipitación (100 años) (mm)	100	100
Precipitación (25 años) (mm)	77	77

CÁLCULO DEL CAUDAL:

	Cuenca 1	Cuenca 2
Caudal máximo (Q_T) (m^3/s)	1,93	1,92
Intensidad de precipitación ($I(T,t_c)$) (mm/h)	52,44	34,89
Coeficiente de escorrentía (C) (adim.)	0,068	0,068
Área (A) (km^2)	1,894	2,764
Coeficiente de uniformidad (K_i) (adim.)	1,030	1,073

DESGLOSE DE LAS OPERACIONES

- Para calcular $I(T,t_c)$:

	Cuenca 1	Cuenca 2
Intensidad media diaria de precipitación (I_d) (mm/h)	4,09	4,04
Precipitación diaria en periodo de retorno (P_d) (mm)	100	100
Factor reductor de la precipitación por área (K_A) (adim.)	0,982	0,971
Factor de intensidad (F_{int}) (adim.)	12,82	8,62
Factor índice torrencialidad (F_a) (adim.)	12,82	8,62
Tiempo de concentración (t_c) (horas)	0,518	1,078

- Para calcular C:

	Cuenca 1	Cuenca 2
Precipitación diaria en periodo de retorno (P_d) (mm)	100	100
Factor reductor de la precipitación por área (K_A) (adim.)	0,982	0,971
Umbral de escorrentía (P_0) (mm)	35,74	35,74
Valor inicial del umbral de escorrentía (P_0^i) (mm)	14	14
Coeficiente corrector del umbral de escorrentía (β^{DT}) (adim.)	2,553	2,533
Valor medio en la región del coef. corrector del umbral escorrentía (β_m) (adim.)	2,1	2,1
Factor función del período T (F_T) (adim.)	1,38	1,38
Desviación respecto valor medio al 50% de confianza (Δ_{50}) (adim.)	0,25	0,25

3 DRENAJE

3.1 Drenaje transversal

Se incluyen en este apartado todas las obras que permiten la circulación del agua de escorrentía de torrentes, arroyos y vaguadas que se ven interceptados por la traza la carretera existente y por los nuevos enlaces proyectados.

Dichos caudales de escorrentía serán evacuados por medio de tubos o marcos, en función de la importancia de cada una de sus cuencas vertientes y de la morfología del cauce asociado en el punto de cruce con la traza de la carretera.

La instrucción 5.2.-IC establece que las obras de drenaje transversal (ODT) deben cumplir los siguientes requisitos:

- Calado: Debe utilizarse menos del 75% de la sección llena.
- Velocidad: Debe estar comprendida entre 0,5 y 6 m/s para evitar depósitos y erosiones.
- Sobreelevación del nivel de agua a la entrada:
 - La primera condición es que el conducto sea recto y su sección y pendiente constante.
 - La segunda condición exige que la altura del agua a la salida (y) sea inferior a la de la sección y al calado crítico (y_c).

En la actual carretera existen 3 marcos de hormigón que han de ser demolidos y reemplazados por unos nuevos. Se realizarán con sección cuadrada. Más adelante se encuentran los cálculos para conocer su sección. Las 3 ODT se encuentran situadas en los siguientes puntos kilométricos:

PK 0+340
PK 3+580
PK 5+880

Los dos primeros marcos se encuentran situados en la primera cuenca, mientras que en la segunda cuenca se encuentra el tercer marco.

Según la normativa, la dimensión mínima para la ODT en función de su longitud se calcula con la siguiente tabla:

L (m)	D_L (m)
L (m) < 3	D_L (m) \geq 0,6
$3 \leq L$ (m) < 4	D_L (m) \geq 0,8
$4 \leq L$ (m) < 5	D_L (m) \geq 1,0
$5 \leq L$ (m) < 10	D_L (m) \geq 1,2
$10 \leq L$ (m) < 15	D_L (m) \geq 1,5
L (m) \geq 15	D_L (m) \geq 1,8

Tabla 4.1. de la instrucción 5.2.- IC Drenaje Superficial

La dimensión D_L de la tabla hace referencia a:

- Sección circular: diámetro.
- Sección rectangular: Lado menor.
- Resto de secciones: Diámetro mayor del círculo que se pueda inscribir en la sección.

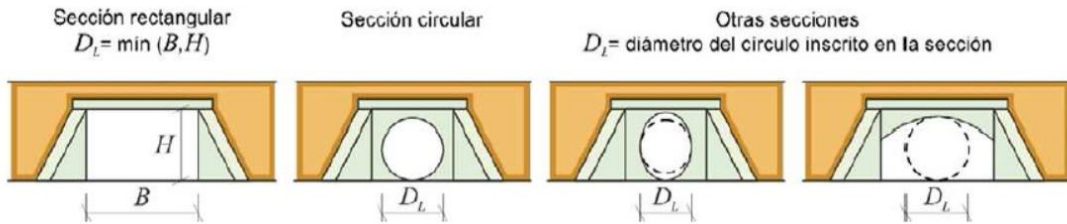


Figura nº1: Dimensión libre mínima.
Fuente: 5.2.-IC Drenaje superficial.

Para nuestro caso, todas las ODT se tienen una longitud de 9 metros, por lo que el lado mínimo exigible será de 1,2 metros.

A continuación se muestran los cálculos necesarios para cada marco.

3.1.1 Cálculo de los marcos

Se deberá comprobar que tanto la velocidad del agua como el calado cumplen los criterios anteriormente definidos. Se emplearán las siguientes formulas:

$$Q = V \cdot S = S \cdot R_H^{2/3} \cdot J^{1/2} \cdot K \cdot U \quad (13)$$

Donde:

V (m/s): Velocidad media de la corriente.

Q (m³/s): Caudal desaguado.

S (m): Área de la sección mojada.

R_H (m): Radio hidráulico, variable con el calado. Se define como:

$$R_H = \frac{S}{P} = \frac{B \cdot y}{B + 2 \cdot y} \quad (14)$$

J (adimensional): Pendiente.

K (adimensional): Coeficiente de rugosidad. Para una tubería de hormigón, este vale 60.

U (adimensional): Coeficiente de conversión, que depende de las unidades en las que se miden Q, S y R_H. Tendrá valor 1 si se miden en m³/s, m² y m respectivamente.

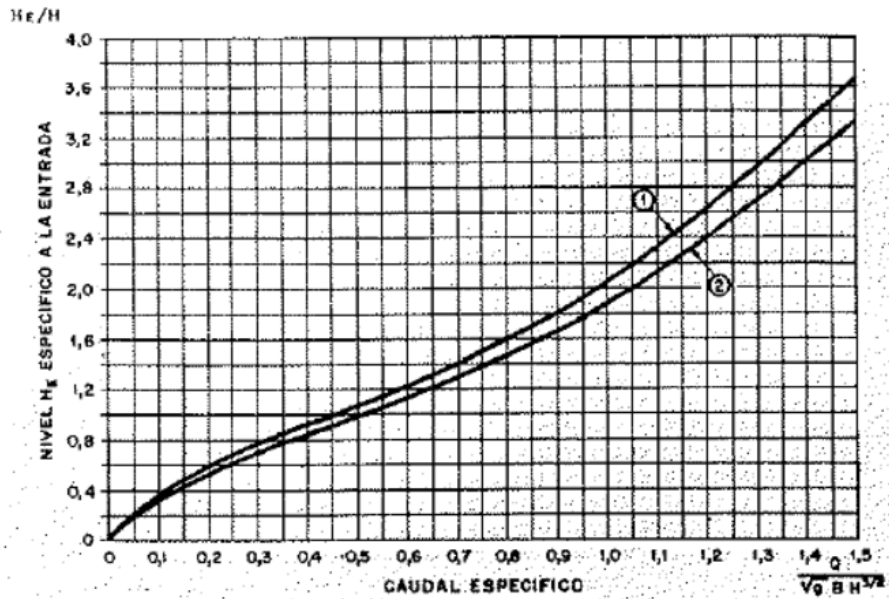
y (m): Calado.

y_c (m): Calado crítico.

Q_E (m^3/s): caudal específico. Se calcula:

$$Q_E = \frac{Q}{\sqrt{g} \cdot B \cdot H^{3/2}} \quad (15)$$

Se han utilizado los siguientes ábacos de la instrucción para el cálculo de H_E (altura del agua a la entrada de la ODT) e y_c .



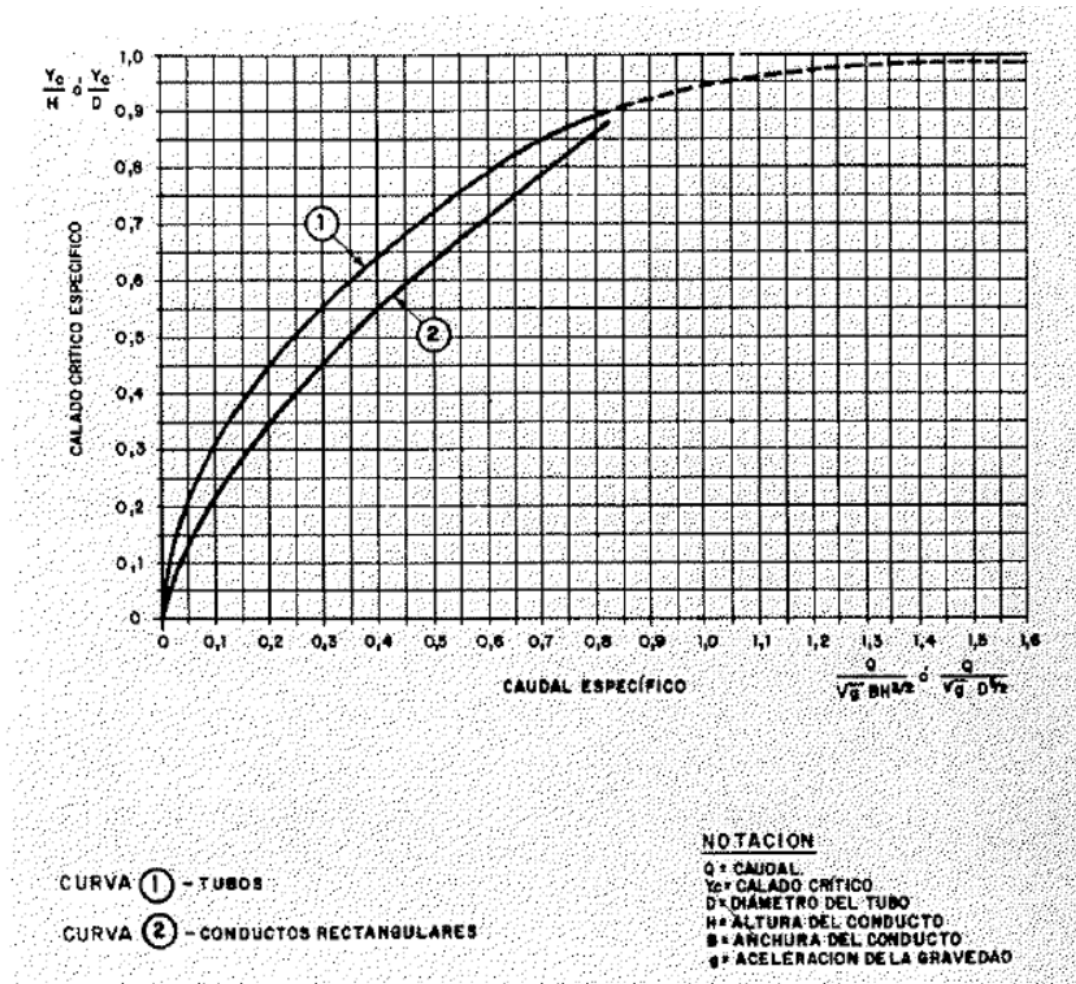
EMBOCADURA

- CURVA ① – CON ALETAS A MENOS DE 30° CON EJE DEL CONDUCTO
- CURVA ② – CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O CON ALETAS A MAS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO

NOTACION

- H_E = ALTURA DEL AGUA
 - H = ALTURA DEL CONDUCTO
 - B = ANCHURA DEL CONDUCTO
 - Q = CAUDAL DESAGUADO
 - g = ACELERACION DE LA GRAVEDAD
- } A LA ENTRADA (DESDE LA SOLERA)

Ábaco nº1: Control de entrada en conductos rectangulares.
Fuente: 5.2.-IC Drenaje superficial.



Ábaco nº2: Régimen crítico.

Fuente: 5.2.-IC Drenaje superficial.

Con estos parámetros se calculan las dimensiones de los marcos teniendo en cuenta los requisitos pertinentes.

	ODT 1	ODT 2	ODT 3
P.K.	0+340	3+580	5+880
Caudal (Q) (m ³ /s)	1,93	1,93	1,92
Caudal específico (Q _E) (m ³ /s)	0,39	0,39	0,39
Anchura del marco (B) (m)	1,2	1,2	1,2
Altura del marco (H) (m)	1,2	1,2	1,2
Pendiente (J) (adimensional)	0,067	0,067	0,027
Sección llena (A) (m ²)	1,44	1,44	1,44
Calado (y) (m)	0,301	0,301	0,414
Calado crítico específico (y _c /H)	0,6	0,6	0,6
Calado crítico (y _c) (m)	0,72	0,72	0,72
y < y _c	Si	Si	Si
Utilización de la sección llena (%)	25,08	25,08	34,5
Velocidad del agua (V) (m/s)	5,31	5,31	3,86
Sección inundada (S) (m ²)	0,361	0,361	0,497
Nivel específico a la entrada (H _E /H)	0,8	0,8	0,8
Nivel de agua a la entrada (H _E) (m)	0,96	0,96	0,96

Como se puede observar, en todos los casos se cumplen las limitaciones de calado, calado crítico y velocidad de agua con el marco mínimo exigido, que tiene unas dimensiones de 1,2x1,2 metros.

3.2 Drenaje longitudinal

La red de drenaje longitudinal diseñada permite evacuar la escorrentía superficial de la plataforma y de los márgenes que vierten hacia ella, mediante un sistema de cunetas que desaguan en régimen libre, junto con sistemas de arquetas-sumidero y caces continuos con colectores subterráneos. Para el diseño de los mismos, se han tenido en cuenta los criterios que respecto a tipología y características de elementos, se definen en la citada “Instrucción 5.2.-I.C.”.

El agua que cae sobre la plataforma, y especialmente sobre la calzada, se elimina hacia los bordes de la plataforma debido a la pendiente transversal de ésta. Por esto se dota de un bombeo a las alineaciones rectas del 2%, suficiente para la dicha evacuación. En las alineaciones curvas, el peralte cumple esta función.

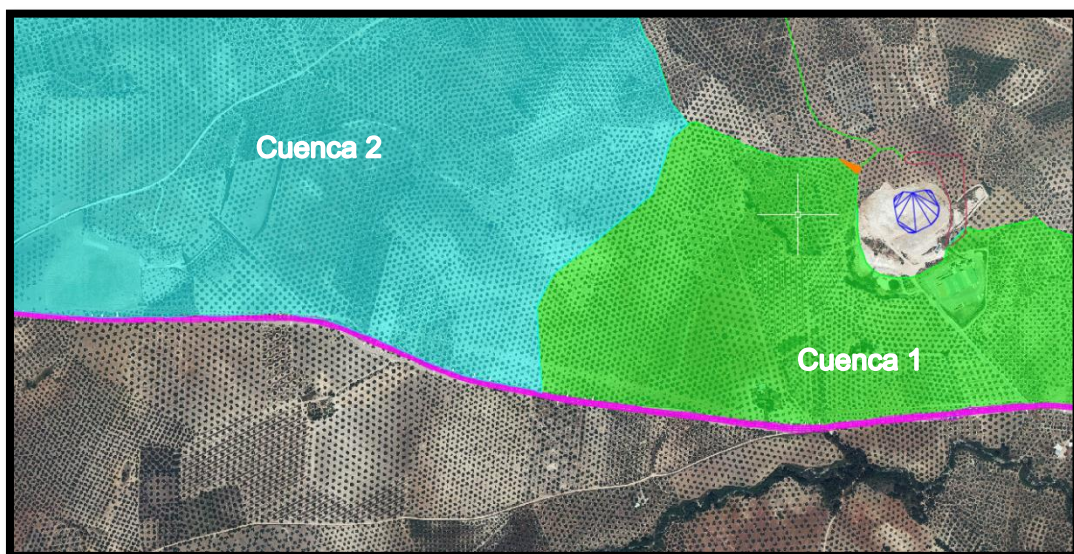
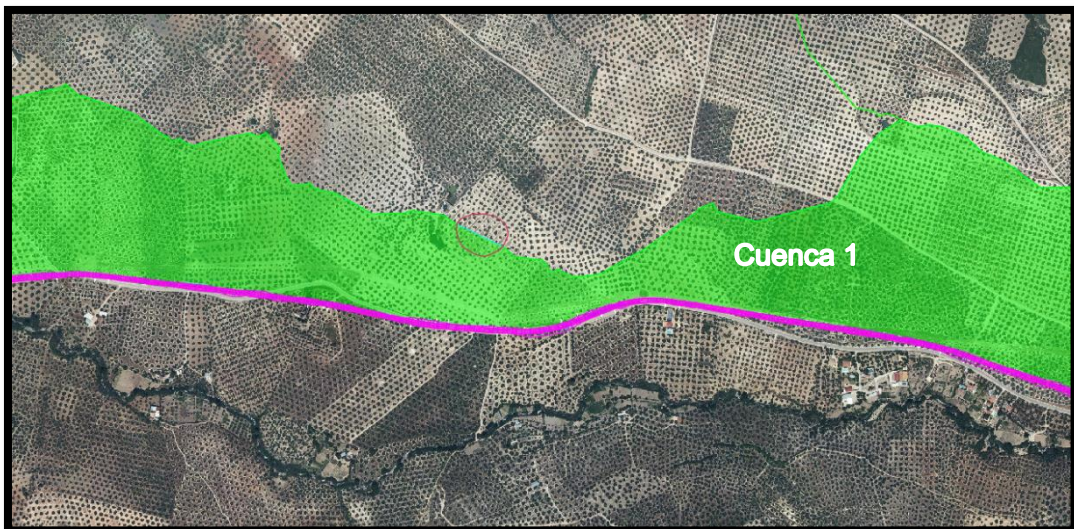
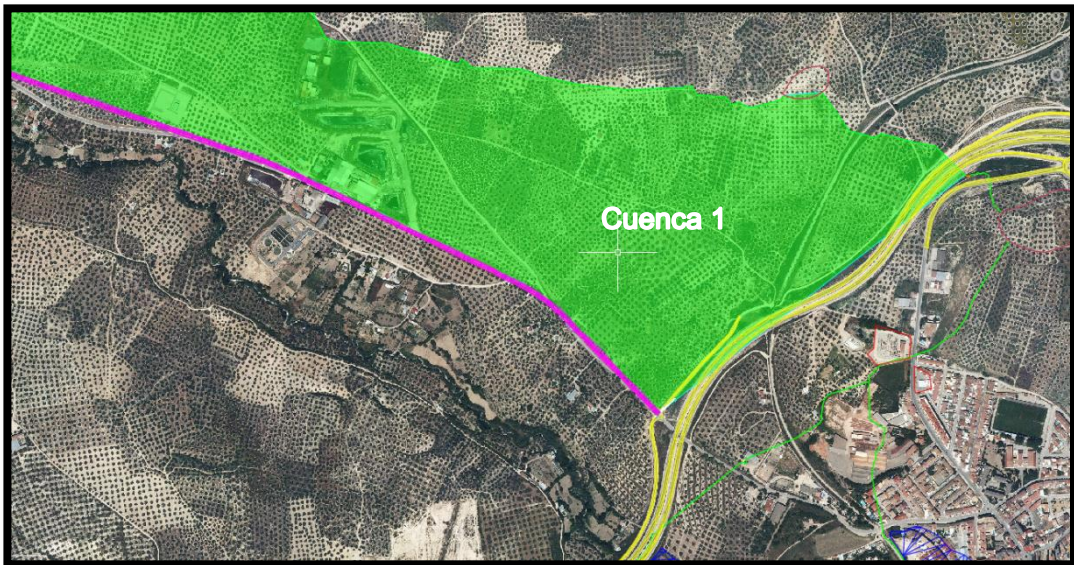
Se ha comprobado que las actuales cunetas realizan correctamente su función y por tanto, se considera que no es necesario el cálculo de nuevas cunetas, respetando las medidas de las actuales, que son las siguientes:

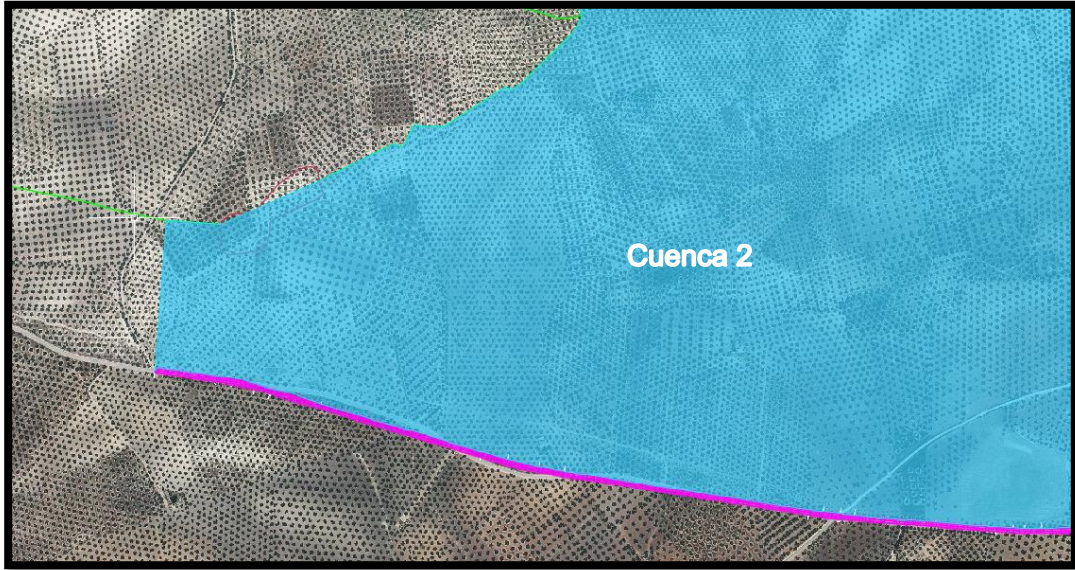
El talud interior y el exterior de la cuneta tendrá una pendiente 1H:1V, con una anchura interior total de la cuneta de 1 metro.



*Figura nº 2 – Cuneta actual, las nuevas cunetas respetarán estas dimensiones.
Fuente: Fotografía propia.*

4 APÉNDICE A: ESQUEMA DE LAS CUENCAS





**ANEJO 9:
SOLUCIONES
PROPUESTAS
AL TRÁFICO**

ÍNDICE

1	Soluciones propuestas	3
2	Itinerarios propuestos	4
3	Plano de itinerarios	5

1 SOLUCIONES PROPUESTAS

El objeto del presente anejo se busca la solución para la realización segura de la obra proyectada sin que el tráfico existente ponga en peligro tanto la obra, a los trabajadores e incluso los propios conductores.

Se ha estudiado la posibilidad de cortar solo un carril y proceder a la obra por tramos, pero debido a las complejidades que ello implica, además del bajo IMD de la carretera, finalmente se ha declinado esta idea para realizar el cierre completo de la vía.

En los siguientes apartados se muestra el plano y se describen los diferentes itinerarios propuestos para llegar desde Martos a las localidades de Lendínez y Santiago de Calatrava.

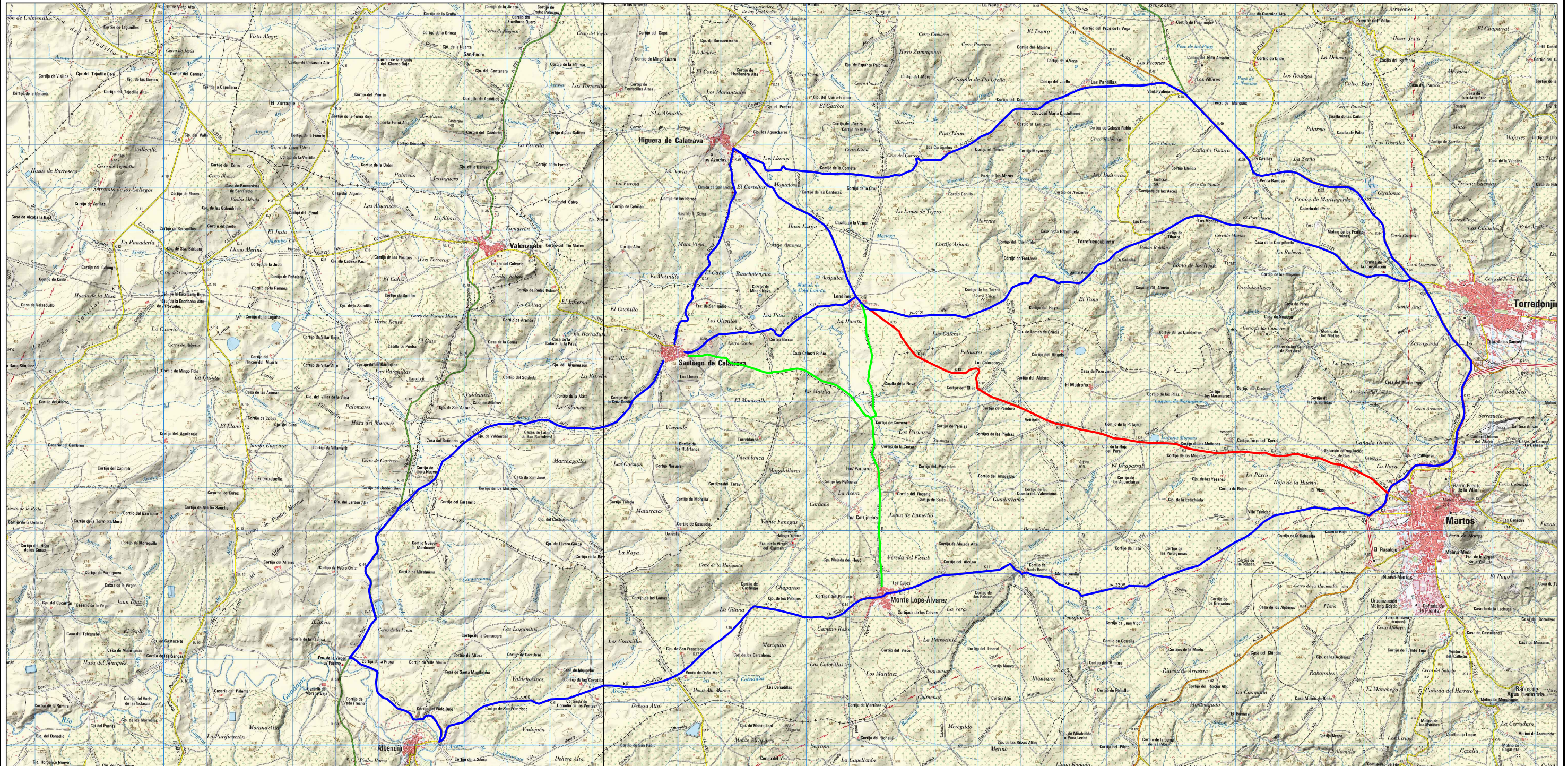
2 ITINERARIOS PROPUESTOS

Se proponen las siguientes opciones para el tráfico:

- Para tráfico ligero y pesado:
 - Desde Torredonjimeno se toma la carretera A-306 hasta llegar al desvío de la JA-3402, dirección la Higuera de Calatrava. Una vez en la población de la Higuera de Calatrava se puede optar por la carretera JA-4400 para ir a Lendínez, o para ir a Santiago de Calatrava se irá por la carretera A-6052 (misma carretera que dicho proyecto, pero ese tramo no pertenece a dicho proyecto por lo que permanecerá abierta).
 - Desde Martos se cogerá la carretera JA-3308 hasta la población de Albendín. En dicha localidad se cogerá la CP-104 hasta que se llegue a la carretera A-305. En esta vía se tomará el desvío por la JA-4312 dirección Santiago de Calatrava. Desde Santiago se podrá coger la A-6052 dirección Lendínez, ya que este tramo no se encuentra cortado. (Solo se cortan desde el P.K. 0+000 al P.K. 7+000).
 - En Torredonjimeno se coge la carretera JV-2121 dirección Santiago de Calatrava. Esta carretera pasa por Lendínez previamente.

- Para tráfico ligero:
 - En Monte Lope-Álvarez se conduce por la “calle Granada”, hasta llegar a una bifurcación de dos caminos agrícolas que conducen a Santiago de Calatrava y Lendínez respectivamente.

3 PLANO DE ITINERARIOS



LEYENDA:

- Alternativa para vehículos ligeros y pesados.
- Alternativa para vehículos ligeros.
- Carretera cerrada al tráfico.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJADO	JUNIO	JUAN	
COMPROBADO	2016	GARCÍA	
		SANTA BÁRBARA	

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
LINARES**

ESCALA:	Proyecto de acondicionamiento carretera A-6052. P. K. 0+000 hasta P. K. 7+000 Tramo: MARTOS - SANTIAGO DE CALATRAVA (JAÉN)	Nº PLANO
1:10.000		SUSTITUYE A:
SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO		SUSTITUIDO POR:

**ANEJO 10:
SEÑALIZACIÓN,
BALIZAMIENTO Y
DEFENSAS**

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Señalización horizontal.....	4
2.1	Criterios generales	4
2.2	Tipología de marcas viales horizontales	4
2.2.1	Marcas viales discontinuas.....	4
2.2.2	Marcas viales continuas	5
2.2.3	Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas	6
2.2.4	Flechas	6
3	Señalización vertical	8
3.1	Tipología de marcas viales verticales.....	8
3.1.1	Señales de diseño fijo.....	8
3.1.2	Señales de Diseño Variable	9
3.2	Inventario de señalización vertical.....	9
4	Balizamiento	11
4.1	Hitos de arista.....	11
4.2	Captafaros de barrera	11
5	Defensas.....	12
6	Señalización de obra	14

1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se describen los elementos que se han utilizado para la realización de la señalización, balizamiento y barreras de seguridad del proyecto “Acondicionamiento de la carretera A-6052. Tramo. PK 0+000 – 7+000. Martos a Santiago de Calatrava (Jaén)”.

Este anejo recoge los criterios y normativas actuales sobre la materia, recogidas en la Instrucción 8.1-I.C., sobre señalización vertical, en la norma 8.2.-I.C sobre marcas viales, en la Orden Circular 321/95 T y P sobre sistemas de contención de vehículos, y en la Orden Circular 309/90 C y E sobre hitos de arista.

2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

2.1 Criterios generales

La señalización se ha efectuado de acuerdo con las Normas del Ministerio de Fomento, dadas por la Dirección General de Carreteras: Norma de Carreteras 8.2.-I.C. “Marcas Viales”.

Las marcas viales horizontales se encuentran pintadas en el firme. Serán todas blancas (excepto las correspondientes a señalización de obras), respondiendo este color a la referencia B-118 de la norma UNE 48103.

En los planos del proyecto se definen las plantas generales de señalización y los detalles y dimensiones de cada una de las marcas viales utilizadas: línea continua, discontinua, etc.

Todas las marcas viales serán reflexivas. La reflectancia se logra mezclando microesferas de vidrio con la pintura, y la granulometría de las microesferas está definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.2 Tipología de marcas viales horizontales

2.2.1 Marcas viales discontinuas

- 1) Para separación de carriles normales: Tienen como función la separación de sentidos en calzadas de dos carriles y doble sentido de circulación y con posibilidad de adelantamiento. Se usaran el modelo M-1.3. para vías con velocidades comprendidas entre los 60 y los 100 km/h.

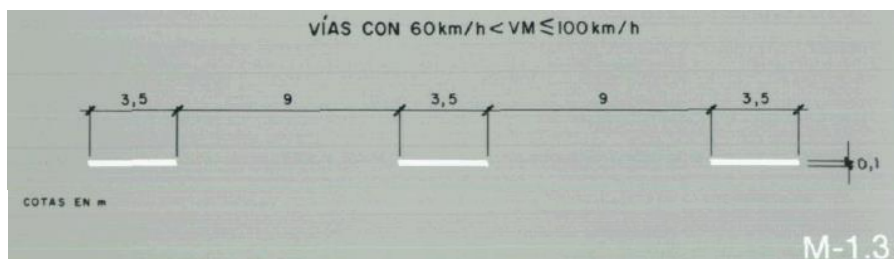


Figura nº 1 – Marcas viales horizontales discontinuas.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

- 2) Para preaviso de marca continua o de peligro: Anuncia al conductor que se aproxima a una marca longitudinal continua y la prohibición que esta marca implica. Puede sustituirse esta marca con las flechas de retorno que tienen la ventaja de que se puede apreciar mejor la direccionalidad del preaviso. Se usa el modelo M-1.9.

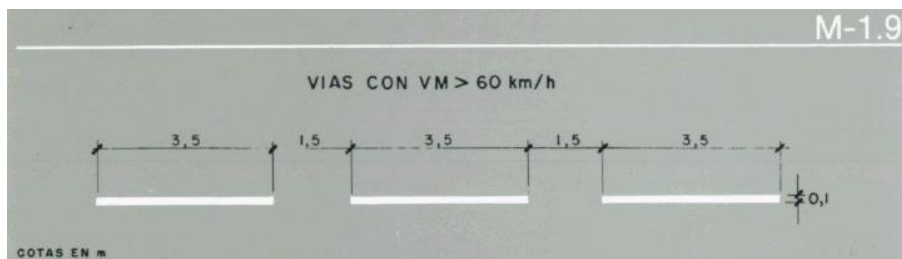


Figura nº 2 – Marcas viales horizontales discontinuas.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

2.2.2 Marcas viales continuas

- 1) Para separación de sentidos en calzada de dos carriles: Prohibición del adelantamiento por no disponerse de la visibilidad necesaria para completarlo, una vez iniciado, o para desistir de él. Se utilizará la marca tipo M-2.2. Para una vía de 80 km/h como la proyectada en este estudio se usaran los siguientes valores:

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	50	75	100	130	165	205	250

Tabla nº 1 – Distancia de visibilidad necesaria (DVN) para no iniciar la marca continua de prohibición de adelantamiento o para finalizarla en vías existentes.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	145	180	225	265	310	355	395

Tabla nº 2 – Distancia de visibilidad necesaria (DVN) para finalizar la marca continua de prohibición de adelantamiento en vías de nuevo trazado.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

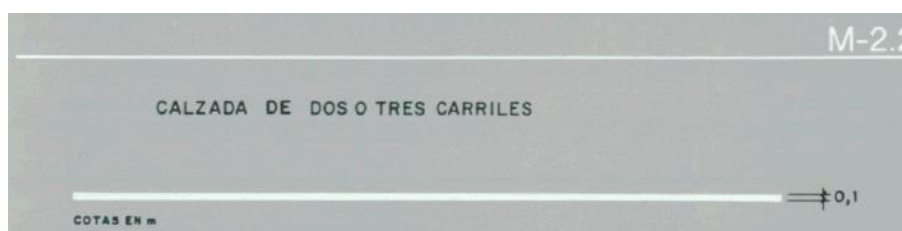


Figura nº 3 – Marcas viales horizontales continuas.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

2) Para borde de calzada: Delimita el borde de la calzada. La anchura de la marca vial no se contará como parte de la calzada. Para arcenes menores a 1,5 metros y velocidades máximas menores a 100 km/h se usará el modelo M-2.6.



Figura nº 4 – Marcas viales horizontales continuas.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

2.2.3 Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas

Cuando una marca consiste en una línea longitudinal continua adosada a otra discontinua, los conductores deben tener en cuenta solamente la línea situada del lado por el que circulan. Esa disposición no impide que los vehículos que hayan efectuado un adelantamiento vuelvan a su derecha.

1) Para regulación del adelantamiento en calzada de 2 carriles y doble sentido de la circulación: Además de separar los sentidos de circulación, prohibir el adelantamiento a los vehículos situados en el carril contiguo a la marca. Se utilizará la marca M-3.2.

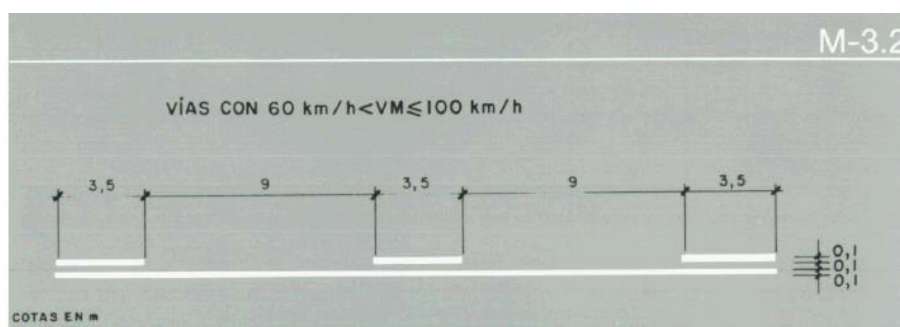


Figura nº 5 – Marcas viales horizontales continuas adosadas a discontinuas.
Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

2.2.4 Flechas

1) Flechas de retorno: Una flecha situada aproximadamente en el eje de una calzada de doble sentido de circulación y apuntando hacia la derecha, anunciando la proximidad de una línea continua que implica la prohibición de circular por su izquierda

e indica por tanto que todo conductor debe circular con su vehículo por el carril a la derecha de la flecha. Pueden sustituirse por marcas viales discontinuas para preaviso de marca continua. Marca M-5.5.

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	185	230	270	310	350	390	435

Tabla nº 3 – Distancia de visibilidad necesaria (DVN) al principio de una zona de preaviso.

Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

Velocidad máxima (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
DVN (m)	95	115	135	155	175	190	215

Tabla nº 4 – Longitud mínima de una zona de preaviso.

Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

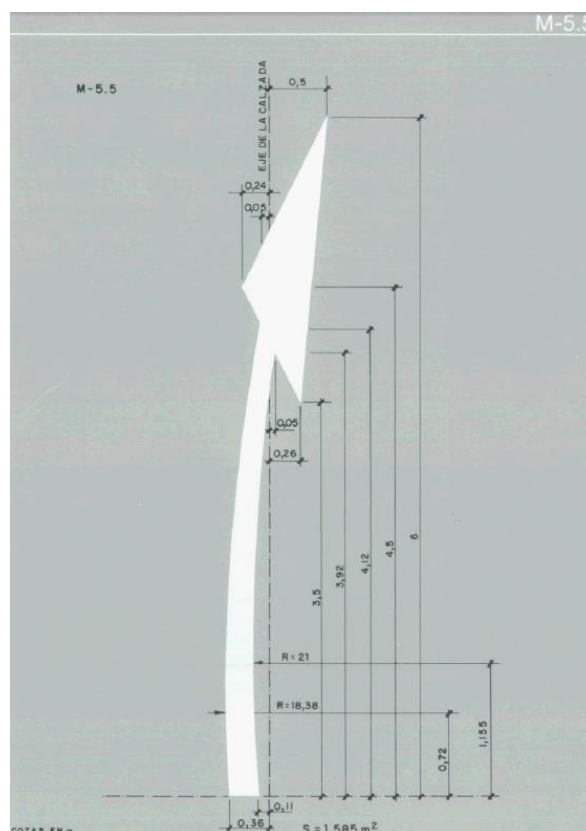


Figura nº 6 – Flecha de retorno.

Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales.

3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

3.1 Tipología de marcas viales verticales

3.1.1 Señales de diseño fijo

La señalización vertical se ha proyectado siguiendo la instrucción 8.1- IC “Señalización Vertical” y el “Catálogo de señalización”.

Las señales deben ser visibles en todo momento, es decir, sus elementos deben ser retrorreflectantes, excepto los de color negro. En el caso de la carretera proyecto, tanto los carteles como las señales verticales deben tener un tipo de retrorreflectancia Clase RA2.

En los planos de planta se han representado las distintas señales proyectadas con su clave identificativa. Se han clasificado las señales verticales en los siguientes grupos:

- Señales de Diseño Fijo.
- Señales de Diseño Variable.

Según el *Catálogo de señales verticales de circulación* y atendiendo a su funcionalidad, las señales se clasifican en:

- Señales de advertencia de peligro, cuya forma es generalmente triangular. Se designan por la letra “P” seguida de un número comprendido entre el 1 y 99.
- Señales de reglamentación, cuya forma es generalmente circular. Se designan por la letra “R” seguida de un número, y a su vez se clasifican en:
 - De prioridad (número inferior a 100).
 - De prohibición de entrada (número entre 100 y 199). o De restricción de paso (número entre 200 y 299).
 - Otras de prohibición o restricción (número entre 300 y 399).
 - De obligación (número entre 400 y 499).
 - De fin de prohibición o restricción (número superior a 500).
- Señales de indicación, cuya forma es generalmente rectangular. Se designan por la letra “S” seguida de un número, y a su vez se clasifican en:

- De indicaciones generales (número inferior a 50).
- Relativas a carriles (número entre 50 y 99). o De servicio (número entre 100 y 199).
- Otras señales (número superior a 900).
 - De orientación, a su vez subdivididos en: De preseñalización (número entre 200 y 299).
 - De dirección (número entre 300 y 399).
 - De identificación de carreteras (número entre 400 y 499)
 - De localización (número entre 500 y 599).
 - De confirmación (número entre 600 y 699).
 - De uso específico en zona urbana (número entre 700 y 799).
- Paneles complementarios, (número entre 800 y 899).

El diseño de las señales se basa en la vigente edición del *Catálogo de señales verticales de circulación* publicado por la Dirección General de Carreteras, salvo las modificaciones establecidas por la presente norma.

El tamaño de las señales viene indicado en la siguiente figura:

Carretera convencional con arcén

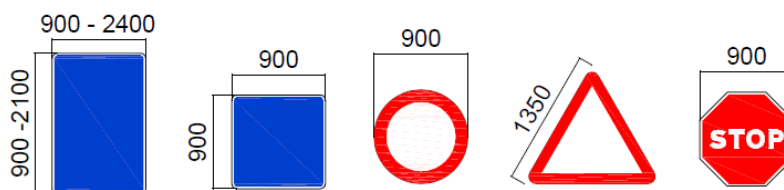


Figura nº 6 – Tamaño de la señalización vertical. Cotas en mm.

Fuente: Instrucción 8.2.-IC Marcas viales

3.1.2 Señales de Diseño Variable

Las señales de Orientación se han diseñado teniendo en cuenta la Instrucción de Carreteras 8.1-IC.

- Carteles laterales y carteles flecha: Las características principales (de retrorreflectancia, tamaño básico de letra, colores, etc.) pueden observarse en los planos de señales de orientación del proyecto.

3.2 Inventario de señalización vertical

- Con prioridad sobre la vía derecha: P-1b.

- Con prioridad sobre la vía izquierda: P-1c.
- Curva peligrosa hacia la derecha: P-13a.
- Curva peligrosa hacia la izquierda: P-13-b.
- Paso de animales domésticos: P-23.
- Detención obligatoria: R-2.
- Velocidad máxima: R-301.
- Adelantamiento prohibido: R-305.
- Fin de prohibiciones: R-500.
- Fin de limitación de velocidad: R-501.
- Fin de prohibición de adelantamiento: R-502
- Preseñalización de direcciones hacia una carretera convencional: S-220.
- Poblaciones de un itinerario por carretera convencional: S-300.
- Hito kilométrico en autovía, vía rápida o carretera convencional: S-572.
- Genérico: S-860.

4 BALIZAMIENTO

Esta parte de la obra constituye un conjunto de instalaciones complementarias de la carretera que tienen por objeto servir de guía a los conductores de vehículos, aumentando la seguridad y comodidad de la conducción. Además del efecto de balizamiento representado por las marcas viales longitudinales, se han considerado los siguientes elementos:

4.1 Hitos de arista

Los hitos de arista tienen por objeto primordial balizar los bordes de las carreteras durante las horas nocturnas o de escasa visibilidad. También balizan el borde de las vías en las horas diurnas, y por ello son de color blanco y llevan una franja negra inclinada hacia el eje de la carretera.

Para el estudio de la disposición de hitos de arista se han seguido los criterios contenidos en la Orden Circular nº 309/90 C.E. “Sobre hitos de arista” publicada por la Dirección General de Carreteras.

Se utilizará el hito de arista tipo I para carreteras convencionales de calzada única. Se colocarán según su situación transversal a 30cm de la parte exterior del arcén, formando un ángulo de 15 grados en el sentido opuesto a la circulación.

Se colocará un hito de arista cada 50m.

4.2 Captafaros de barrera

Tienen por finalidad indicar el borde de la calzada, la presencia de una curva y el sentido de la circulación, los límites de las obras u otros obstáculos. Se colocan en las barreras cada 8 metros.

5 DEFENSAS

En este apartado se describen y justifican los dispositivos que, en caso de accidente, impiden a un vehículo salirse fuera de la calzada y le ayudan a reconducir las consecuencias nocivas de esa situación.

La normativa utilizada ha sido la Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos. Solo se podrán emplear sistemas de contención de vehículos que cumpliendo con las especificaciones de comportamiento requeridas, dispongan del correspondiente marcado CE. El marcado CE es obligatorio para todos los sistemas, incluidos aquellos que hayan sufrido modificaciones posteriores a la obtención de este, tal como se indica en la norma UNE-EN 1317-5.

Las barreras de seguridad metálicas como sistemas de contención de vehículos son elementos de las carreteras cuya función es sustituir un accidente de circulación por otro de consecuencias más predecibles y menos graves, pero no evitan que el mismo se produzca, ni están exentas de algún tipo de riesgo para los ocupantes del vehículo.

Se considerará que no se cumplen los requisitos de accidente grave ni muy grave. Tampoco se detecta que existan tramos de riesgo en el trazado de la carretera proyecto, exceptuando el tramo de curvas existente entre los P.K. 2+300 hasta el P.K. 2+660. Así pues, se colocarán defensas en esas dos curvas, en el exterior de éstas.

También se deberán colocar barreras, según la normativa, en los marcos de drenaje que existen en la vía.

En los planos de señalización se ven los puntos exactos donde están colocadas las defensas.

Está prevista la colocación de barreras metálicas doble onda tipo **BMSNA4/120**, barrera de seguridad clase L2.

Figura nº 7 – Barrera metálica BMSNA4/12, clase L2.



Fuente: Catálogo barreras de seguridad

6 SEÑALIZACIÓN DE OBRA

La señalización de obra se atenderá a lo dispuesto en la Instrucción 8.3-IC, “Señalización de obra”.

Dado que el IMD de la carretera es bajo, y la existencia de rutas opcionales descritas en el anejo 9, se opta por cortar la carretera totalmente durante la todo el período.