

ANEJO 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

ÍNDICE:

| | |
|-------------------------------------------|----|
| 1. Introducción..... | 4 |
| 2. Geología | 4 |
| 2.1. Estratigrafía..... | 4 |
| 3. Geotecnia..... | 10 |
| 3.1. Caracterización de la explanada..... | 11 |
| 4. Sismicidad..... | 16 |
| 4.1. Clasificación de las obras..... | 17 |
| 4.2. Aceleración sísmica de cálculo..... | 17 |
| 5. Paisaje y flora autóctona..... | 20 |
| 6. Espacios protegidos..... | 21 |

1. INTRODUCCIÓN

Con el presente anejo se pretende abordar uno de los temas fundamentales a la hora de estudiar y diseñar una carretera. Mediante un estudio geológico y geotécnico se brindan las condiciones y restricciones que puede tener el terreno en estudio y permite adoptar los parámetros adecuados para el correcto diseño de la vía, además de ser un útil indispensable para poder aplicar la normativa correspondiente a las carreteras (PG-3), todo ello por un fin común en la construcción, el hecho de reutilizar los bienes (materiales) disponibles con el propósito de conseguir un mayor ahorro económico y tratar de producir la menor afección ambiental posible.

En el caso de las carreteras es fundamental estudiar el terreno dado que va a ser el soporte del firme de la vía, lo cual va a condicionar el comportamiento del firme dado que dependerá de las características resistentes de los suelos que conforman la explanada y las capas inferiores al firme, y que además tiene que ser capaz de transmitir y resistir las cargas del futuro tráfico.

Además de para conformar el firme, es importante estudiar el terreno próximo a la traza con el fin de utilizar los posibles desmontes para terraplenes o rellenos.

2. GEOLOGÍA

Estudiando la geología de la zona donde se ubica la CV-345 se busca la aplicación de los conocimientos y métodos derivados de las diferentes ramas de la geología a los problemas y procesos de la ingeniería civil con el fin de construir de forma más satisfactoria y con el objetivo de evitar problemas tales como deslizamientos de rocas o materiales, erosión, problemas derivados del nivel freático en contacto con el suelo de la traza o socavaciones entre otros.

2.1. ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía es la rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas estratificadas, y de la identificación, descripción, cartografía y correlación de las unidades estratificadas de las rocas.

Consultando la página web del Instituto Geológico y Minero Nacional (IGME) se puede obtener información acerca de la procedencia de los materiales de la traza.

A continuación, se adjuntan imágenes donde se expone el material que conforma la traza de la carretera, todo ello recogido en el MAGMA 50 (Mapa Geológico Nacional).

Dado que la CV-345 discurre entre dos municipios y tiene una longitud de 21.4 km se encuentra dividida en diferentes hojas del libro donde se encuentra recogido el MAGMA 50.

La zona de la traza próxima a La Yesa está dispuesta en la "Hoja 638, columna 27 y fila 25; con el nombre de Alpuente". En la imagen se ha representado de manera aproximada la traza de la carretera, que como ya se ha introducido previamente, está dividida en varias hojas por lo que en la ilustración 1 no está completamente representada. Tal y como se puede observar la imagen adjunta, los materiales que forman la traza de la carretera no son homogéneos en toda su longitud si no que se atraviesan distintos estratos de mayor o menor antigüedad y dimensiones.



Ilustración 1. Mapa Geológico de Referencia zona de La Yesa MAGMA 50 (www.igme.es)

A continuación, se van a detallar con detalle los distintos materiales que se van encontrando en la zona próxima a la carretera, su origen y procedencia.

En primer lugar, la zona donde se encuentra el municipio de La Yesa, es decir, donde comienza la carretera (en dirección La Yesa-Higueruelas), se encuentran materiales del período Terciario (Neogeno, Plioceno) con una antigüedad entre dos y cinco millones de años. Concretamente, se trata de materiales del tipo "Conglomerados de cantos calcáreos y matriz arenosa (T₁)", se trata de material de origen sedimentario el cual tiene un comportamiento muy variable entre distintas zonas del mismo estrato, esto es debido a que puede ser de composición muy variable en una misma zona por lo cual es necesario clasificar los cantos, la matriz y el cemento (material de unión entre partículas). En cuanto a su uso en obra, en general suele ser un material de difícil

utilización directa como árido por simple machaqueo ya que en el machaqueo se producen muchos finos. Puede utilizarse como material de terraplén al admitir taludes casi verticales, y suele ser suficientemente duros como para necesitar excavarlos con explosivos.

En esta misma zona de partida, se pueden observar pequeñas formaciones de “Aluviones y fondos de valles indiferenciados (Q)” material perteneciente al Cuaternario, que data de hace 2.5 millones de años y se prolonga hasta la actualidad, se trata de un período que recibió el nombre cuando un geólogo italiano (1759) trato de datar una serie de depósitos aluviales, el inicio de este período está ligado al inicio de la glaciación del hemisferio norte. El aluvión es un material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua, que puede ser repentina y provocar inundaciones puede estar compuesto por arenas, gravas, arcillas o limos. Por tanto, para la construcción no es un material ideal, ya que debido al transporte suele estar erosionado y desgastado, además de tener una capacidad portante muy variable.

Siguiendo con la traza de la carretera, se encuentra en su mayoría formado por materiales del período Jurásico, es decir, materiales que datan de 201 millones de años según determinadas fuentes geológicas, son del tipo calizas y margas, en concreto “Alternancia de calizas microcristalinas y calizas margosas microcristalinas (J_{32}^2)” y “Calizas oolíticas y pisolíticas (J_{32}^3)” y pequeños estratos de “Margas arcillosas con pequeñas intercalaciones de calizas (J_{32}^1)”. Se trata de estratos formados por rocas sedimentarias, que en general dan lugar a un material adecuado para la construcción; en el caso de las margas se trata de material impermeable y resistente, en cuanto a las calizas dan áridos de muy buena calidad para hormigones, tienen una capacidad portante suficiente para resistir cualquier tipo de cargas, aunque se ha de tener cuidado con la existencia de cuevas ya que puede producirse el hundimiento del techo. Además, no dan problemas de perforación y admiten taludes casi verticales.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

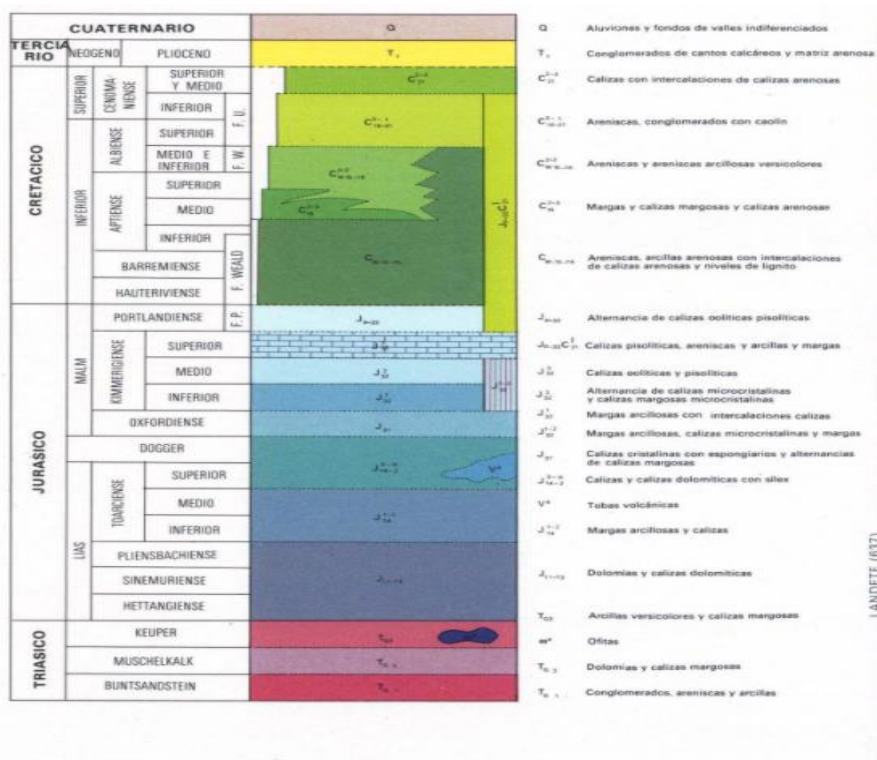


Ilustración 2. Leyenda Mapa Geológico de Referencia zona de La Yesa MAGMA 50 (www.igme.es)

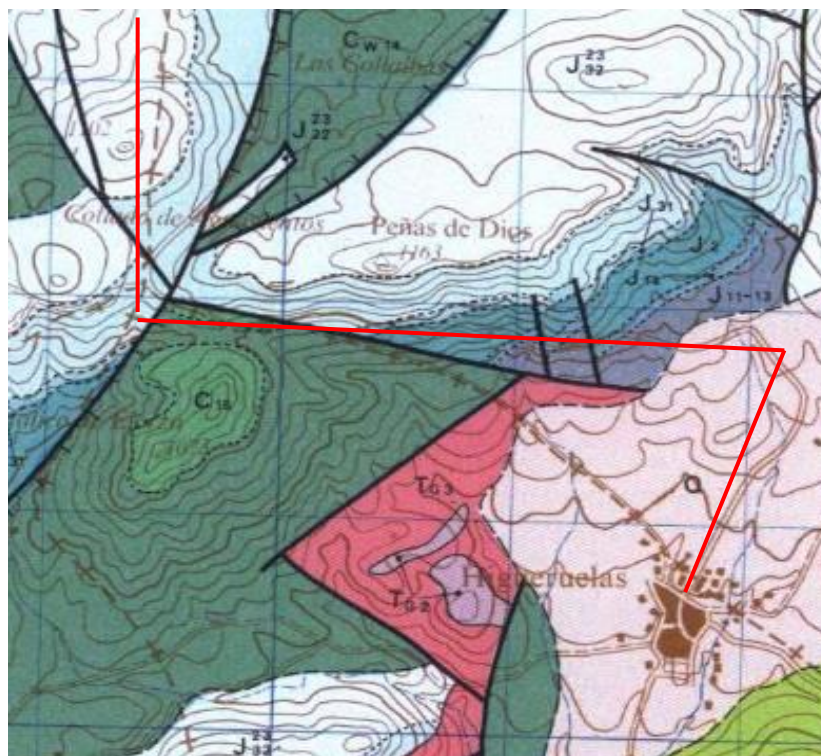


Ilustración 3. Mapa Geológico de Referencia zona Higuerauelas MAGMA 50 (www.igme.es)

La traza de la carretera en la zona próxima a Higuieruelas atraviesa un estrato de material del Cretácico, material que tiene su origen hace 145 millones de años, concretamente se trata de un estrato formado por "Arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas (C_{w14})". Las aplicaciones de este material como base para la explanada de la carretera son muy adecuadas debido a que no se trata de un material que se deba caracterizar como un suelo, si no que se trata de una roca, por tanto, dará lugar a las explanadas de mayor calidad que presenta el PG-3. Algunos de los aspectos a tener en cuenta de las arcillas es que son prácticamente impermeables, el principal problema que presentan es el carácter expansivo de algunas de ellas (problemas de empujes sobre estructuras), además de grandes asientos y empujes considerables, se erosiona con facilidad formándose acanaladuras o abarrancamientos superficiales, las arcillas se caracterizan por ser un material con problemas de sostenimiento, por tanto se deberá estudiar en el caso de que la obra requiera desmontes. Los limos por su parte presentan algunos inconvenientes para su uso en carreteras, como por ejemplo el hecho de que son sensibles a las vibraciones, presentan una diferencia de comportamiento con nivel freático, dan lugar a estructuras que pueden colapsar.

Seguido de este estrato, se vuelve a tener material procedente del Jurásico, en concreto, dos pequeños estratos de "Margas y Calizas arcillosas (J₁₄)" y "Dolomias y Calizas (J₋₁₁₋₁₃)"

Por último, en la zona próxima a Higuieruelas se tiene un pequeño estrato del Triásico y el término municipal se encuentra sobre un estrato del Cuaternario (Q).

"Keuper" (T₀₃) es el estrato de Triásico próximo a Higuieruelas por el que discurre la traza de la carretera, está formado por "Arcillas o margas versicolores y yesos. Niveles dolomíticos". Se trata de un período que comenzó hace 251 millones de años y acabó hace 201 millones de años. Debe su nombre a las tres capas de rocas que encontró el geólogo alemán Friedrich von Alberti en sus estudios en Alemania y Europa noroccidental en 1834. La marga es un tipo de roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita y arcillas, con predominio de la calcita. Se trata de material impermeable, como la arcilla, las margas son de textura grumosa, "friables", de fractura mate, concoidea o astillosa. Generalmente, es utilizada para la fabricación de cemento.

En cuanto al yeso, se trata de un material de color blanco, textura fina y baja dureza, que tiene la propiedad de ser un aglomerante que se endurece rápidamente y se utiliza en revestimientos. Es un material blando, y algo soluble en agua, por lo cual no puede emplearse al exterior. Al tener una superficie delicada es muy vulnerable a los golpes y arañazos.

La zona donde se encuentra el municipio de Higuieruelas es del período Cuaternario, concretamente "Aluviones, fondos de valles indiferenciados", como ya se ha comentado en la primera parte de este apartado, se encuentra un material perteneciente al Cuaternario, que data de hace 2.5 millones de años y se prolonga hasta la actualidad. Ç

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

El aluvión es un material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente de agua, que puede ser repentina y provocar inundaciones puede estar compuesto por arenas, gravas, arcillas o limos. Por tanto, para la construcción no es un material ideal, ya que debido al transporte suele estar erosionado y desgastado, además de tener una capacidad portante muy variable.

| CUATERNARIO | | Q | Aluviones, fondos de valles indiferenciados. |
|-------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TERCER PERIODO | NEÓGENO | T ₈ T ₇ | Conglomerados, areniscos y arcillas calcáreas rojas. |
| | MIOCENO | C ₈ 10-18 | Calizas arcillosas y margas arcillosas blanco-rosadas. |
| | SUPERIOR | C ₂₄ | Calizas microcristalinas con <i>Miliolites</i> . |
| | | C ₂₃ 11-13 | Dolomías sacaroideas. |
| | | C ₂₂ | Calcarenías y calizas arenosas. <i>Orbitolinas</i> y <i>Ostreoides</i> . |
| | | C ₂₁ | Arenas blancas y amarillentas e intercalaciones de arcillas. (Fm. Arenas de Utiel). |
| | | C ₂₀ | Calizas y calcarenitas con <i>Orbitolinas</i> <i>Rudistes</i> y <i>Ostreoides</i> . |
| | CENTOMANIENSE | C ₁₉ | Arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas. |
| | | C ₁₈ | Areniscas, gravas, arcillas y margas. |
| | | C ₁₇ | Arcillas calcáreas y calizas arenosas con <i>Anchiropraxoceras</i> (J ₁₁). |
| | | C ₁₆ | Calizas microcristalinas psolíticas o con intraclastos. (J ₁₂). |
| | | C ₁₅ | Alternancia de calizas arcillosas y margas. |
| | INFERIOR | J ₁₀ | Margas grises y calizas arcillosas. <i>Ammonites</i> , <i>Balanites</i> , <i>Eponges</i> . |
| | | J ₉ | Calizas microcristalinas, arcillosas y nodulosas en algunos niveles, con nódulos de sílex en otros. |
| | | J ₈ | Margas y calizas arcillosas. <i>Brachiodontes</i> . |
| | | J ₇ | Dolomías y calizas microcristalinas. |
| | | J ₆ | Arcillas o margas varicolores y yesos. Niveles dolomíticos. |
| JURASICO | MALM | T ₅ | Dolomías y calizas dolomíticas. Intercalación de arcillas con yeso. |
| | | T ₄ | Areniscas, conglomerados y arcillas. |
| | | T ₃ | Pizarras y cuarcitas. |
| | | T ₂ | |
| | | T ₁ | |
| | LIAS | J ₅ | |
| | | J ₄ | |
| | | J ₃ | |
| | | J ₂ | |
| | | J ₁ | |
| TRIASICO | KEUPER | T ₅ | Arcillas o margas varicolores y yesos. Niveles dolomíticos. |
| | MUSCHELKALK | T ₄ | Dolomías y calizas dolomíticas. Intercalación de arcillas con yeso. |
| | BUNTSANDSTEIN | T ₃ | Areniscas, conglomerados y arcillas. |
| | ORDOVICICO | O | Pizarras y cuarcitas. |

Ilustración 4. Leyenda Mapa Geológico de Referencia zona Higuieruelas MAGMA 50 (www.igme.es)

3. GEOTECNIA

Se estudian en este apartado las características geotécnicas de los materiales que van a verse afectados por motivos de diseño del proyecto de construcción.

De acuerdo con la diferenciación geológica realizada en el apartado 2.1. se han establecido cinco grupos de materiales:

- Terrenos Terciarios (Neogeno, Pliogeno), en concreto conglomerados de cantos calcáreos y matriz arenosa, dicho estrato se encuentra únicamente la zona del término municipal de La Yesa y proximidades.
- Depósitos Cuaternarios, de edad reciente (Pleistoceno-Holoceno), correspondientes a aluviones y fondos de valles indiferenciados, se trata de suelos detríticos en general poco consolidados. Se encuentran en la zona donde se sitúa el municipio de La Yesa, estos estratos están presentes de forma puntual en las proximidades de la traza y de manera escasa, y en la zona donde se encuentra el término municipal de Higuieruelas
- Terrenos del Jurásico, concretamente la traza de la CV-345 y por tanto el lugar donde van a tener lugar las obras, está formada por calizas y margas, este conjunto de estratos es de vital importancia dado que determinará las condiciones de la vía por encontrarse en una gran parte de los puntos kilométricos (P.K.).
- Terrenos del Cretácico, arcillas limolíticas con intercalaciones de areniscas, se trata de un estrato de gran tamaño por el que la carretera pasa de forma puntual.
- Terrenos del Triásico, concretamente arcillas o margas en la zona próxima a Higuieruelas. Sobre dicho estrato la traza de la carretera discurre escasamente, pudiéndose evitar en el caso de que las condiciones del material así lo requieran.

Según los datos recopilados acerca de la geología de la zona y con el fin académico del presente documento, se toman como base de partida estos datos con el objetivo de hacer la caracterización de la explanada.

Se recomienda un estudio más exhaustivo del terreno en el caso de llevar a cabo el proyecto. Para llevar a cabo una correcta caracterización de los distintos materiales que se pueden encontrar en la traza de la carretera es necesario la toma de una serie de calicatas (técnica de prospección empleada para facilitar el reconocimiento geotécnico) con el fin de realizar una serie de ensayos normalizados en el PG-3.

Los valores geotécnicos recopilados para llevar a cabo a caracterización de la explanada son,

- Ensayo de desgaste de Los Ángeles = 10 %
- Porosidad < 18 %
- en el ensayo de la huella, para comprobar el adecuado paso de los vehículos por el material se obtiene un valor de huella de 3 mm.
- Roca sumergida 24 horas en agua sufre una pérdida de peso < 2 %, por tanto, es una roca estable frente a la acción humedad-sequedad.
- En el ensayo de carga con placa, realizado con el fin de comprobar el asiento que se pudiera producir, se obtiene un diámetro de placa superior a 5 veces el tamaño máximo del material.

A juicio del director de obras se determinará la realización de más ensayos y la adecuación de estos.

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPLANADA

La formación de las explanadas de las distintas categorías recogidas en la orden ministerial FOM/3460/2003 para los tres tipos de tráfico considerados en la misma (E1, E2 y E3) depende principalmente del tipo de suelo de la explanación obtenida en el fondo de los desmontes o en la base de las obras de tierra-rellenos; así como de las características y espesores de los materiales disponibles para efectuar los rellenos.

En primer lugar, se considera explanada natural, en el caso de las áreas donde se va a disponer los rellenos de tierras, a la superficie de terreno obtenida una vez retirada la capa de tierra vegetal y materiales inadecuados si los hubiera, En el caso de los desmontes, es la superficie obtenida en el fondo de la excavación de dichos desmontes.

Por el contrario, el concepto de explanada final, previa a la colocación de las capas de coronación y rodadura, se considera, en el caso de las obras de tierra-rellenos, a la superficie superior de los mismos una vez compactado el material. En el caso de los desmontes, el concepto de explanada natural es habitualmente coincidente con el de explanada final.

La catalogación del terreno como explanada de soporte se pretende abordar de acuerdo con los criterios de clasificación del PG-3 para suelos y rocas.

Para llevar a cabo la catalogación del soporte de la explanada y poder dimensionar el firme se va a proceder a una zonificación de la traza de la CV-345, de manera que quede definido el tipo de material que está presente y cuál es su recorrido.

Tal y como se ha definido al principio de este apartado, se diferencian cinco grupos de materiales en la traza de la vía dependiendo de la geología, tres de ellos se encuentran de manera puntual en la zona próxima a ambos términos municipales, el material perteneciente al período Jurásico recorre la mayoría de los P.K. de la traza de la vía y por tanto es el material que presenta mayor importancia. Por último, el material del periodo Cretácico se encuentra de manera puntual y aislada en la traza de la CV-345.

En cuanto a la zonificación del material, el principal material objeto de este estudio, el del Jurásico, se encuentra presente desde el P.K. 22+000 hasta el P.K. 40+000, teniendo en cuenta que la zona en estudio comienza en el P.K. 20+000 y finaliza en P.K. 41+400, este material va a determinar cuáles van a ser las posibilidades de la vía en cuanto a alternativas de trazado, desmontes, terraplenes, aprovechamiento del material o excavabilidad y sostenimiento entre otros.

Este estrato está formado por calizas micríticas de tonalidad gris, estas se caracterizan por ser un componente muy adecuado como base de explanadas por tratarse de un material rocoso en lugar de un material clasificable como suelo, consecuencia de esto, darán lugar a explanadas del tipo E3 del PG-3, como se determinará en el anejo correspondiente.

Este tipo de material no presenta problemas para su uso en terraplenes, pero se debe estudiar la excavabilidad del mismo para llevar a cabo los posibles desmontes, factor que depende de la RCS (Resistencia a Compresión Simple) y del espaciamiento entre discontinuidades. También se debe estudiar la orientación de las familias de discontinuidades para prever la caída del material al realizar la excavación.

En una visita a campo, se tomaron una serie de instantáneas con el fin de estudiar la excavabilidad de la zona, y se tomó nota de un numero representativo de espaciamientos entre discontinuidades en diversos puntos del recorrido donde se prevé llevar a cabo algún tipo de ampliación de la vía o algún desmonte.

En la siguiente imagen se ilustra una zona donde se prevé un posible desmonte, y donde se tomó nota del espaciamiento entre discontinuidades con el fin de calcular la excavabilidad, la zona objeto de la imagen se encuentra en el P.K. 35+000



Ilustración 5. Talud actual carretera P.K. 35+000 (Fuente: Visita de campo)

Para llevar a cabo la determinación de la excavabilidad es necesario conocer los dos parámetros de los que depende, y entonces elegir el medio de excavación más adecuado para realizar los trabajos correspondientes. Con el fin de determinar el espaciamiento, se van a realizar diversas campañas en distintos emplazamientos de la traza de la carretera, debido a que el espaciamiento entre discontinuidades no tiene porqué ser el mismo en todo el macizo rocoso.

Como ya se ha comentado la excavabilidad depende de dos parámetros, resistencia a compresión simple del material y espaciamiento, en la siguiente imagen queda representada la metodología empleada en la determinación de la excavabilidad.

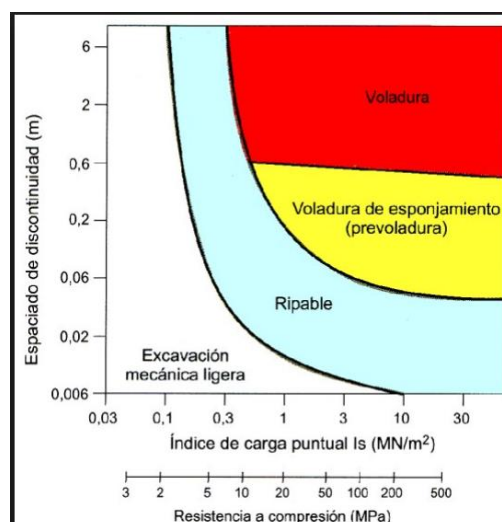


Ilustración 6. Excavabilidad de un material (Fuente: Asignatura Técnicas y Métodos de la Ingeniería del Terreno)

La resistencia a compresión simple es un parámetro que depende de las propiedades de cada material y del estado en que se encuentre, es por ello por lo que esta viene determinada en un rango de valores posibles, un mismo material que esté muy deteriorado o mezclado con otro material tomará los valores de menor rango, y por el contrario uno que se encuentre en buen estado, tomara los valores más grandes del rango de posibles.

Este rango de valores para el caso de las arcillas se ha tomado de,

- $RCS_{ARCILLAS} = [78 - 150] \text{ MPa}$

Dicho rango de valores ha sido tomado de un documento tratado en la asignatura de Geotecnia y Cimientos de GIOP (Grado en Ingeniería de Obras Públicas). En la siguiente table se refleja una comparativa de valores de RCS y de densidad para distintos materiales, formando parte del documento de donde se ha extraído la información. Cabe resaltar que son valores aproximados y que dependerán de cada caso, surge la necesidad de realizar una toma de calicatas y ensayos para contrastar esta información con la realidad de la obra.

| TIPO DE ROCA | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | DENSIDAD (Tm/m ³) |
|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|
| Andesita | 1.500-2.500 | 2,5 a 2,8 |
| Arcillita | 280-800 | 2,2 a 2,7 |
| Arenisca | 80-2.000 | 1,6 a 2,9 |
| Basalto | 2.000-4.000 | 2,7 a 2,8 |
| Caliza | 800-1.500 | 1,5 a 2,8 |
| Conglomerado | 1.400 | 2,0 a 2,7 |
| Cuarcita | 900-4.700 | 2,3 a 2,7 |
| Dacita | 1200-5000 | 2,5 a 2,75 |
| Diabasa | 1.600-2.400 | 2,8 a 3,1 |
| Dolomia | 360-5.600 | 2,2 a 2,9 |
| Esquisto | 108-2.300 | 2,7 a 2,9 |
| Gabro | 1500-2800 | 2,8 a 3,1 |
| Gneis | 1.500-3.000 | 2,5 a 2,8 |
| Granito alterado | 108-1.450 | 2,5 a 2,6 |
| Granito sano | 800-2.700 | 2,5 a 2,8 |
| Grauvaca | 2.000-2.500 | 2,6 a 2,7 |
| Marga | 35-1.970 | 2,6 a 2,7 |
| Mármol | 800-1.500 | 2,6 a 2,8 |
| Micacita | 200-653 | 2,4 a 3,2 |
| Pizarra | 2.000-2.500 | 2,7 a 2,8 |
| Riolita | 800-1600 | 2,45 a 2,6 |
| Traquita | 3.300 | 2,70 |
| Yeso | 40-430 | 2,2 a 2,3 |

Ilustración 7. Valores de RCS y Densidad de distitos materiales (Fuente: Asignatura de Geotecnia y Cimientos)

Como se ha comentado, es necesario calcular la excavabilidad en distintos puntos de la traza de la carretera debido a que el espaciamiento entre discontinuidades no es el mismo en todo el macizo rocoso. Por su parte, la resistencia a compresión simple se va a tomar un valor representativo de todo el conjunto igual al valor medio del rango de los posibles de la tabla precedente, debido a que en algunas zonas se encuentra la roca más fracturada o deteriorada, y en otras menos.

Para el caso del estrato presente en el P.K. 35+000 de la ilustración 10 de este anejo, se va a determinar el método más adecuado de excavabilidad mediante el uso de la gráfica de la ilustración 11.

- Discontinuidad = 20 cm
- $RCS = 114 \text{ MPa}$

- ➔ Con los valores anteriores y según la gráfica la excavación se debería llevar a cabo con una voladura de esponjamiento o prevoladura, y con la orientación que llevan las familias de discontinuidades se podría afirmar que se trata de un talud que sería estable a la excavación, evitando la caída posterior a la carreteo, excepto desprendimientos de pequeño espesor.

La prevoladura es una técnica que consiste en aumentar la fracturación natural del macizo rocoso, sin prácticamente desplazar la roca, mediante la utilización de explosivos, con vistas a que los equipos de arranque tengan rendimientos más altos con unos costes mínimos.

En el anejo 7 “Estudio de alternativas y diseño geométrico del firme” se determinará la excavabilidad en el resto de los emplazamientos donde sea necesario.

Cabe destacar que el material disponible en las inmediaciones de la traza no es adecuado para ser reutilizado como material para conformar las distintas capas de la explanada de la carretera. La principal causa es el aspecto económico, ya que es un material cuya extracción, machaqueo y posterior cribado y tamizado hacen que el coste frente a materiales de préstamos sea muy elevado, todo ello motivado por el estado deteriorado que presenta el material de la traza de la vía y la presencia de numerosas explotaciones de material a cielo abierto en las proximidades, provocan que la reutilización sea inviable de carácter económico.

4. SISMICIDAD

La sismicidad es el estudio de los sismos que ocurren en algún lugar en específico. Un lugar puede tener alta o baja sismicidad, lo que tiene relación con la frecuencia con que ocurren sismos en ese lugar. Las zonas de mayor sismicidad se relacionan con los límites de las placas tectónicas.

Se denomina sismo, seísmo o terremoto a las sacudidas o movimientos del terreno producidos por disturbios tectónicos.

En el presente apartado, se pretende hacer una clasificación de las obras según la normativa sísmica actual para carreteras, “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación”, determinando la aceleración sísmica de cálculo.

La finalidad de los criterios de esta norma es evitar pérdidas humanas y reducir el coste económico que puedan ocasionar los terremotos, el promotor puede requerir prestaciones mayores de las exigidas en la norma.

La zona donde se encuentra ubicada la traza de la carretera viene determinada en el mapa tectónico del IGME, y se puede determinar cómo “Cobertera mesozoica deformada de la Cordillera Ibérica, Costero Catalana, Lusitánica y otras”.

4.2. ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO

Una vez clasificada la obra se procede a calcular la aceleración sísmica siguiendo los criterios de la norma ("Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación"), con el fin de reducir en gran medida las deficiencias y problemas derivados del fallo de la estructura por causas relacionadas con la tectónica, al tener un mayor grado de conocimiento de la afección sísmica de la zona.

La aceleración sísmica de cálculo se define como:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

- A_b : Aceleración sísmica básica
- ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción.
 - $\rho = 1$ en construcciones de importancia normal.
 - $\rho = 1.3$ en construcciones de importancia especial.
- S : Coeficiente de amplificación del terreno
 - Para $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$

$$S = \frac{C}{1,25}$$

— Para $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

— Para $0,4g \leq \rho \cdot a_b$

$$S = 1,0$$

En primer lugar, se procede a la determinación de la aceleración sísmica básica, a_b , expresada en relación con el valor de la gravedad. Esta aceleración es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno en un determinado emplazamiento. Para ello se utiliza el mapa de peligrosidad sísmica adjunto en la propia norma, del cual se deduce que en la zona de la traza de la carretera se tiene una $a_b < 0.04g$.

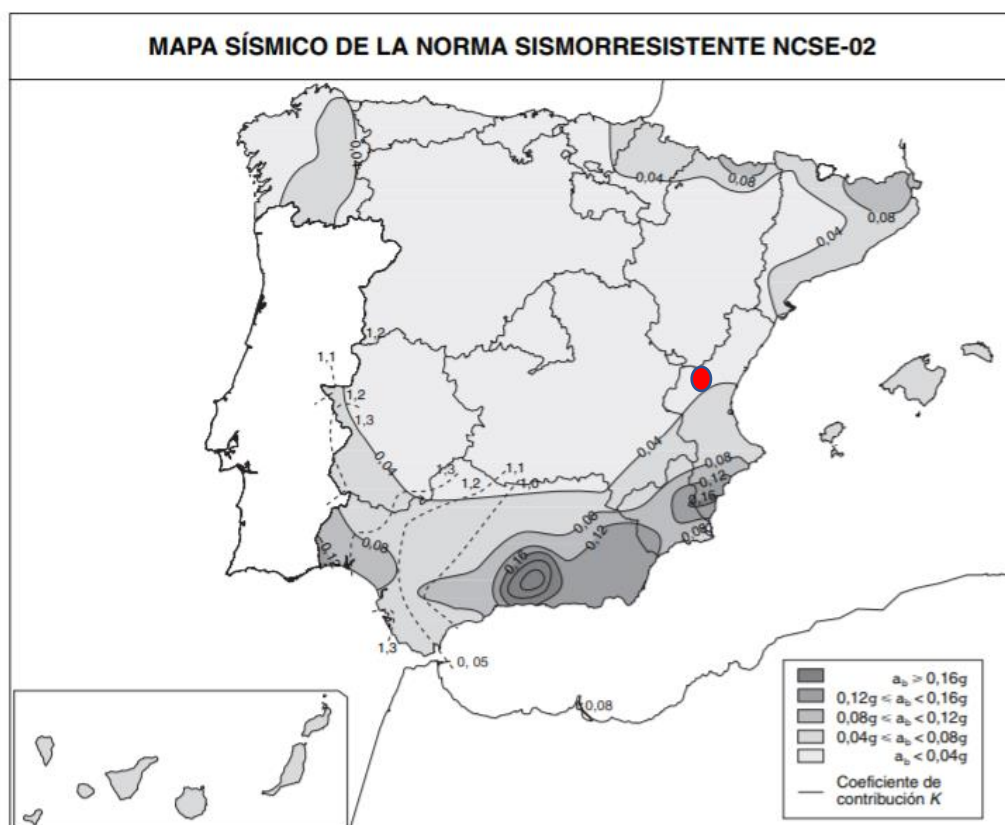


Ilustración 9. Mapa sísmico de España NCSE-02 (www.fomento.gob.es)

En el mapa se ha marcado con un punto de manera aproximada la ubicación de la traza de la carretera.

Por otro lado, en el anejo 1 de esta norma, se tiene un listado con las poblaciones contempladas en el mapa sismorresistente que disponen de una aceleración básica $> 0.04g$ organizado por comunidades autónomas, en el cual se proporciona de manera más aproximada el valor de la aceleración sísmica básica y del coeficiente de contribución K. En el caso de la carretera en estudio, ninguna de las poblaciones se encuentra en el listado por lo que se confirma que la aceleración sísmica básica es $< 0.04g$ en ambos casos.

Al tratarse de una construcción de carácter normal y no especial, el valor de p (coeficiente adimensional de riesgo) se va a tomar igual a la unidad, este coeficiente es función de la probabilidad aceptable de que se exceda la aceleración sísmica de cálculo en el periodo de vida para el que se calcula la infraestructura.

Para determinar el parámetro S (coeficiente de amplificación del terreno) se procede comprobando, en primer lugar, el primero de los casos:

$$p * a_b = 1 * 0.04g = 0.04g < 0.1g$$

Al cumplir esta condición se calcula S con la primera formulación, la cual es función únicamente de un coeficiente C, el cual depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación, conocido con el nombre de "coeficiente del terreno".

La norma, clasifica 4 tipos de terrenos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales, $v_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales, $750 \text{ m/s} > v_s > 400$ m/s
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales, $400 \text{ m/s} > v_s > 200$ m/s
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales, $v_s < 200$ m/s

El valor de este último parámetro se obtiene de la tabla siguiente:

| Tipo de terreno | Coeficiente C |
|-----------------|---------------|
| I | 1,0 |
| II | 1,3 |
| III | 1,6 |
| IV | 2,0 |

Ilustración 10. Coeficiente del Terreno (www.fomento.gob.es)

Para obtener el tipo de terreno de la traza de manera exacta, se debería determinar los espesores de terreno de cada tipo que existen en los 30 primeros metros bajo la superficie y se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor, en metros, con la siguiente expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

Pero debido a las limitaciones del presente trabajo, al tener un fin académico, se va a tomar el valor de C para los terrenos III y IV, al ser estos los más exigente por tener menor calidad estructural de soporte, y se va a proceder determinando el coeficiente S. Además, tal y como se ha descrito en el apartado 2.1. el terreno de la traza de la carretera no es homogéneo.

En resumen,

$$S = \frac{C}{1,25}$$

$$S_{III} = (1.6/1.25) = 1.28$$

$$S_{IV} = (2/1.25) = 1.6$$

En último lugar, se obtiene la aceleración sísmica de cálculo con los parámetros anteriores,

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

$$a_{c, III} = 1.28 \cdot 1 \cdot 0.04g = 0.051g$$

$$a_{c, IV} = 1.6 \cdot 1 \cdot 0.04g = 0.064g$$

De los valores obtenidos para la aceleración sísmica de cálculo, se toma el valor obtenido para el terreno de tipo IV por ser el más desfavorable y así dar lugar a un rango mayor de seguridad en el cálculo.

5. PAISAJE Y FLORA AUTÓCTONA

La comarca de los Serrano está situada en la parte noroccidental de la provincia de Valencia, limitando al norte con las provincias de Castellón y Teruel y al oeste con la de Cuenca.

El territorio tiene una orografía compleja, la zona norte es la que presenta mayor altitud estando situada una de las cotas más elevadas en La Yesa. El clima es de tipo mediterráneo, con temperaturas medias que oscilan entre los 12 y 18 ° C, la precipitación es baja ya que es siempre inferior a los 500 mm anuales.

La vegetación del territorio es variada. En las zonas bajas, próximas al mediterráneo con clima seco, y debido a la intensa utilización del territorio, abundan los cultivos de secano, tales como olivos, almendros y algarrobos. En estos territorios la vegetación natural queda como pequeños retazos en los márgenes de los campos, bordes de caminos y pequeños cerros, predominan los coscojales, romerales y pinares de pino carrasco y de pino rodeno. Estas zonas bajas han sido intensamente castigadas por los incendios forestales.

La zona situada más al interior de la comarca de los Serrano, alejada de la influencia del mar, se caracteriza por la presencia de carrascales.

El paisaje característico de la zona es alomado, constituido por un mosaico de vegetación natural, cultivos de secano y cultivos de regadío.

6. ESPACIOS PROTEGIDOS

En este apartado se pretende abordar la posibilidad de la existencia de zonas de especial protección en la traza de la carretera.

En concreto, las poblaciones por las que discurre la infraestructura en estudio forman parte de la zona “ Alto Turia y Sierra del Negrete ” la cual se considera un espacio protegido de la Red Natura 2000 según el listado ZEPA de la “ Conselleria d’Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i desenvolupament Rural ” de la Generalitat Valenciana. Esta zona es de especial protección para las aves según el acuerdo de 5 de junio de 2009 de ampliación de la Red de Zonas de Especial Protección para las aves (ZEPA).

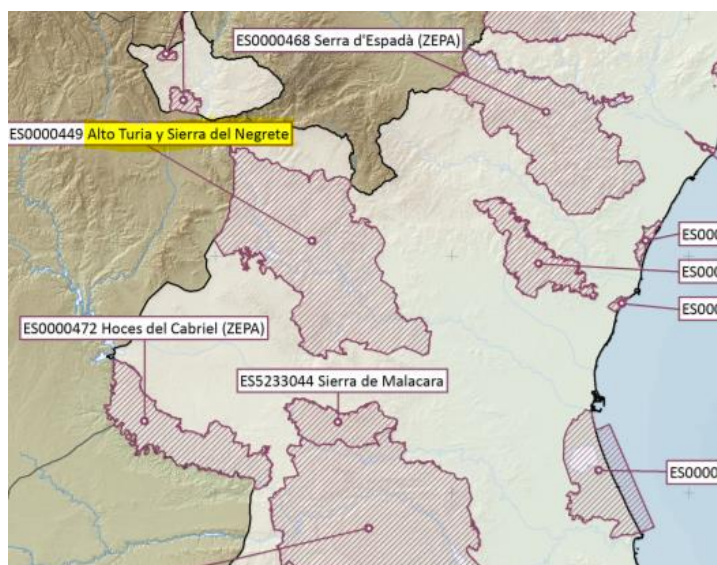


Ilustración 11. Mapa ZEPA (www.agroambient.gva.es)

Entrando en detalle, la zona es considerada ZEPA debido a que alberga hasta 34 especies diferentes de fauna, en su mayoría de clase B, es decir, aves. Cabe destacar que la zona del “ Alto Turia y Sierra del Negrete ” donde se encuentra la traza de la carretera es de gran extensión por lo que todas las especies no están presentes en la zona estudiada.

La información acerca de estas especies está recogida en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE la cual regula un programa de acción de las Comunidades Europeas en materia de medio ambiente. En esta, se exponen las actuaciones a tener en cuenta para desarrollar la correcta protección de las aves.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CV-345 A SU PASO POR LOS
MUNICIPIOS DE HIGUERUELAS Y LA YESA (VALENCIA)

| Código | Nombre | Provincia | Municipio | Hectáreas |
|-----------|---------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ES0000449 | Alto Turia y Sierra del Negrete | Valencia | Alpuente, Aras de los Olmos, Benagéber, Bugarra, Calles, Chelva, Chera, Chulilla, Domeño, Gestalgar, Higuieruelas, Loriguilla, Losa del Obispo, Pedralba, Requena, Sinarcas, Sot de Chera, Titaguas, Tuéjar, la Yesa | 100.314,05 |

Ilustración 12. Listado ZEPA (www.agroambient.gva.es)

Es necesario comprobar la normativa vigente aplicable a estas zonas, con el fin de determinar la posibilidad de ejecutar las obras de acondicionamiento de la vía. Para ello lo que procede es consultar la normativa aportada por la “ Conselleria d’Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i desenvolupament Rural” de la Generalitat Valenciana, la cual regula las actuaciones en estas zonas de especial protección.

En resumen, se ha comprobado que en la zona en cuestión no existe ningún plan de gestión, por lo que no existe ninguna limitación de creación de nuevos trazados dentro de la zona categorizada como ZEPA. Por ello, es posible llevar a cabo actuaciones en el tramo en cuestión y además proceden a nuevas alternativas.