



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

ANEJO Nº3

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Autor:

Victor Manuel Ramos Melendez

Tutor:

Francisco Javier Camacho Torregrosa

Cotutor:

David Llopis Castelló





ÍNDICE:

1. Introducción.....	4
2. Información de referencia.....	4
3. Análisis geológico	4
3.1. Geología	4
3.2. Litología	5
3.3. Fisiografía	6
3.4. Riesgo de erosión	6
4. Análisis Geotécnico	7
4.1. Situación previa.....	7
4.2. Ensayos realizados	7
4.3. Descripción y características del terreno	8
4.4. Clasificación de los suelos	9
4.5. Estabilización del suelo	9
5. Caracterización y estabilidad de los taludes.....	10
6. Conclusiones	11

1. Introducción

En este documento se analizan las características geológicas y geotécnicas del terreno donde se va a desarrollar el estudio para el acondicionamiento de la CV-790 la cual conecta los municipios de Cocentaina y Benilloba.

De esta manera, se obtendrá, el tipo de suelo sobre el cual se apoyará el firme y los parámetros geotécnicos que definirán la estabilidad de los taludes y capacidad portante del terreno.

2. Información de referencia

Las fuentes de datos utilizados en este anejo son las siguientes:

- Plano geotécnico
 - Mapa geotécnico y de riesgos geológicos 25k y 5k ciudad de Alcoy (IGME)
 - Mapa geotécnico general hoja 64 Alcoy
- Planos geológicos
 - Mapa geológico de España (IGME), a escala 1:50.000, hoja Nº821
 - Alcoy/Alcoi
- Datos geotécnicos y de los materiales
 - "PROYECTO CONSTRUCTIVO DE GLORIETA EN ACCESO SUR DE LA N-340 DIRECCION ALICANTE EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALCOI (ALICANTE)"
 - "PROYECTO DE LA REPOSICION DEL CAMINO EN EL PK 7+129 DEL TRAMO COCENTAINA – MURO DE ALCOY DE LA A7"
- Otros
 - Visor Cartográfico GVA

3. Análisis geológico

3.1. Geología

Tomando datos procedentes de la hoja Nº821 Alcoy/Alcoi, del Mapa Geológico de España E=1/50.000 de la página web del IGME, se extrae la información acerca de la geología de la zona de estudio.

La zona de actuación se encuentra entre los municipios Benilloba y Cocentaina, siendo esta carretera la que los conecta. Empezando el trazado en una intersección en cruz con la CV-70 y la CV-787 a escasos metros del pueblo de Benilloba hasta terminar en una glorieta en donde se puede acceder al pueblo de Cocentaina o desviarse hacia la A-7.

Los afloramientos geológicos que se encuentran a lo largo de la carretera no son muy variados, presentando únicamente 3 tipos diferentes (Imagen 1) de todos los existentes según la leyenda del mapa geológico de España (Imagen 2).

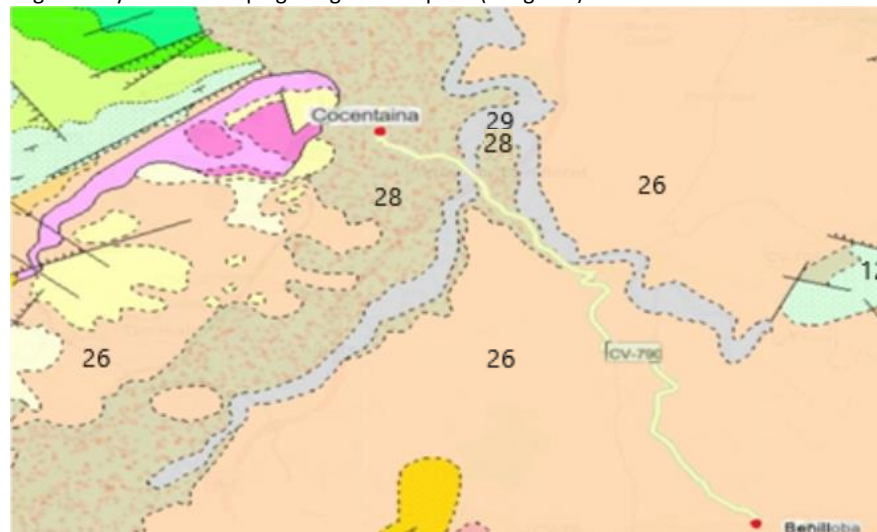


Imagen 1: Mapa Geológico de España Hoja 821 Alcoy. E=1/50.000. Fuente: IGME

En la Imagen 1 se aprecia que los primeros 4.500 metros se encuentran en un terreno proveniente del Terciario más precisamente de la era geológica del Mioceno. Se ha observado que predominan Materiales Margosos (26), los cuales forman la mayor parte del afloramiento geológico.

A continuación, a partir del PK 4+500 hasta el PK 6+020 se atraviesa una zona geológica más reciente, provenientes del Pleistoceno de la era Cuaternaria, aquí se presentan afloramientos de Terrazas (28). Seguidamente, una pequeña zona del PK 6+020 al 6+190 atraviesa afloramientos de Depósitos Aluviales (29), procedentes del Holoceno de la era Cuaternaria, zona que coincide con el cauce del río Serpis.

Finalmente, desde el PK 6+190 hasta el final de su traza, vuelven a aparecer afloramientos de Terrazas (28).



A continuación, se especificará a mayor detalle cada uno de estos afloramientos.

Mioceno indiferenciado predominante margoso (26):

Este tipo de suelo se puede encontrar desde el inicio de la carretera hasta el PK 4+500. Representan movimientos geológicos del suelo importantes, recientes o actuales. Bajo esta denominación se incluyen los conjuntos generalmente margosos en donde la falta de niveles guía y ausencia de buzamientos debido a la monótona serie margosa colmata las áreas lo que hace difícil la expresión cartográfica. A falta de estudios puntuales, estas zonas son señaladas como conjuntos de edad dudosa por lo que podrían proceder de cualquier periodo del mioceno.

En general, esta clasificación incluye en su mayoría margas masivas y compactas, con nódulos calizos de concentración secundaria, de diámetro comprendido entre 0,5 y 3 cm.

Terrazas (28):

Se encuentra entre el PK 4+500 y el 6+020 y posteriormente del PK 6+190 hasta el final de su trazado en Cocentaina.

Corresponde a plataformas sedimentarias o mesas construidas en el valle fluvial por los propios sedimentos del río Serpis que se depositan a los lados del cauce en los lugares en de menor pendiente, por lo que hay un menor arrastre. se componen de clastos sueltos de gravas y arenas.

Depósitos aluviales (29):

Este afloramiento se aprecia entre dos zonas de Terrazas, concretamente entre el PK 6+020 y el PK 6+190.

Constituidos por los depósitos de aluviones provenientes del río Serpis y otros cursos de menor importancia, presenta tramos de margas y otros tapizados por cantos gruesos y bloques debido a la llegada hasta el cauce del río de materiales procedentes de los depósitos de ladera y conos actuales.

3.2. Litología

La carretera, discurre en su inicio por zonas con una mezcla de cantos, gravas, arenas y limos para atravesar una pequeña zona de arenas y arcillas (Imagen 3). A continuación, atraviesa una zona en donde, en sentido creciente de PKs, en la margen izquierda tiene mezcla de cantos, gravas y arena y a la derecha una combinación de

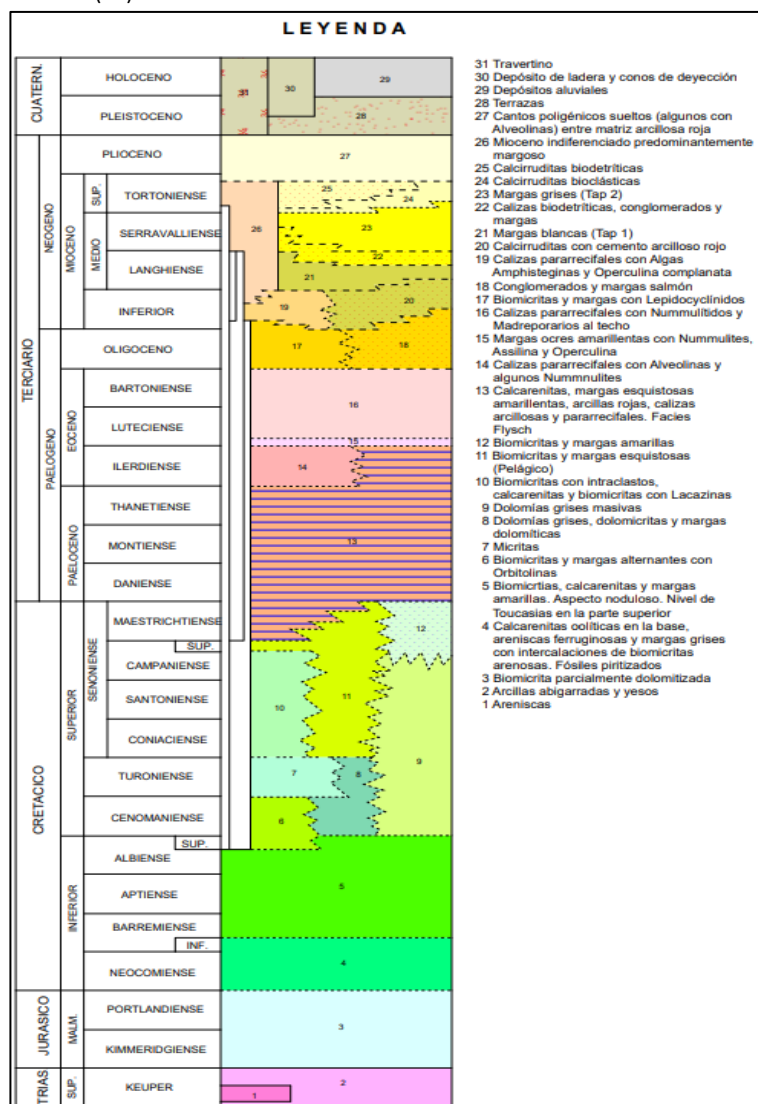


Imagen 2: Leyenda Mapa Geológico De España Fuente: IGME

cantos, gravas y arcilla. Finalmente la mayor parte de la carretera transcurre por una zona de margas.

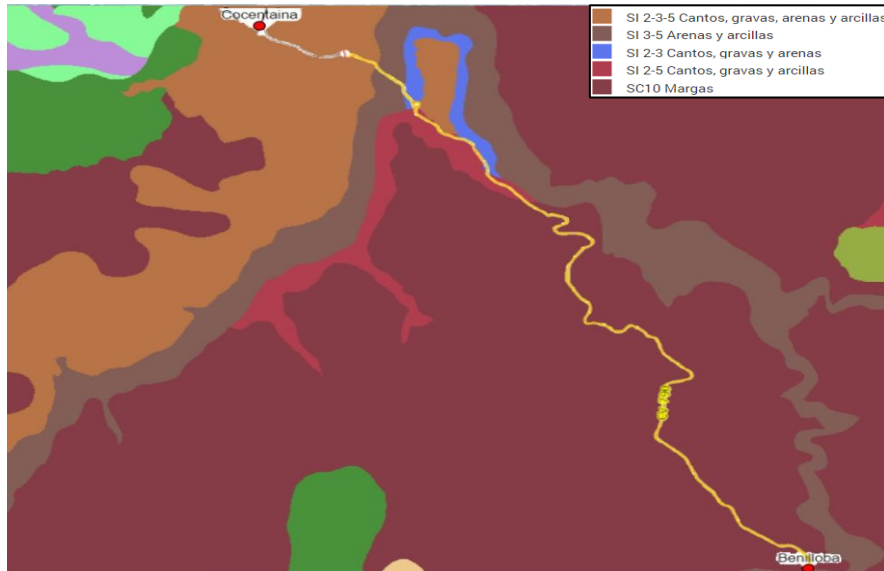


Imagen 3: Litología de zona a acondicionar Fuente: Visor cartográfico GVA

3.3. Fisiografía

La zona de actuación discurre en su primer tramo por un terreno plano, tras cruzar la segunda glorieta de su trazado, atraviesa zonas fuertemente socavadas (Imagen 4). Es importante destacar también, que a ambos lados del trazado hay terrenos con laderas acentuadas y muy acentuadas, lo que hace difícil la libertad a la hora de acondicionar y cambiar el trazado de la carretera.

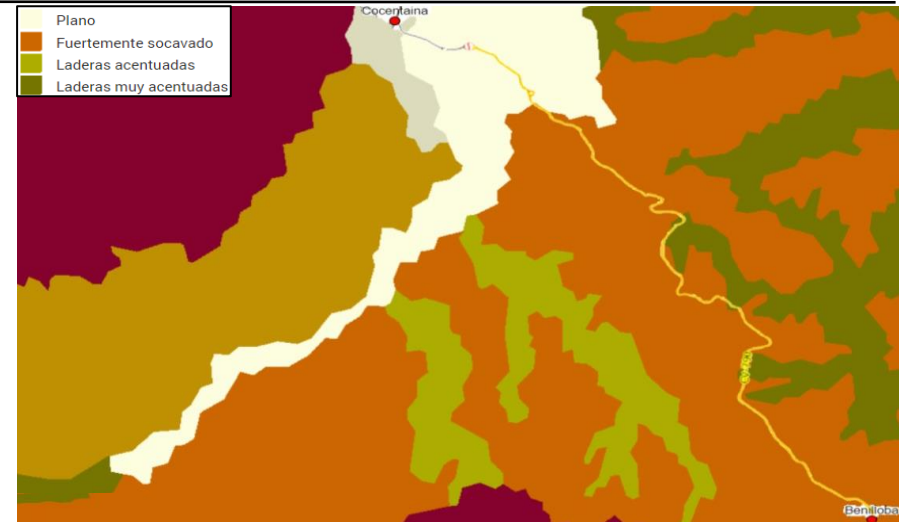


Imagen 4: Fisiografía de zona a acondicionar Fuente: Visor cartográfico GVA

3.4. Riesgo de erosión

La erosión que presenta actualmente el terreno que discurre por la traza de la carretera se sitúa entre baja y moderada en la zona donde edificaciones u otras carreteras existen -en las inmediaciones de Cocentaina y entre el PK 6+320 y PK 5+725-, hasta muy alta -mayor que 1000 Tm/ha/año- en las áreas verdes (Imagen 5).

Por otro lado, los riesgos de erosión potencial que se pueden presentar en la zona de actuación son entre bajas y muy bajas en la zona cercana a Cocentaina debido, principalmente, a las edificaciones que tiene a su alrededor (Imagen 6). Sin embargo, en las zonas sin edificaciones, se puede dar una alta erosión en torno a los 40 o 100 Tn/ha/año.

4. Análisis Geotécnico

4.1. Situación previa

En este capítulo se pretende caracterizar los distintos materiales que constituyen las formaciones geológicas existentes en el área de actuación.

Para el análisis geotécnico de este estudio, debido a las limitaciones de este, se han tenido en cuenta dos estudios de proyectos cercanos a la zona de actuación, los cuales son:

- “PROYECTO CONSTRUCTIVO DE GLORIETA EN ACCESO SUR DE LA N-340 DIRECCIÓN ALICANTE EN EL TERMINO MUNICIPAL DE ALCOI (ALICANTE)”
- “PROYECTO DE LA REPOSICIÓN DEL CAMINO EN EL PK 7+129 DEL TRAMO COCENTAINA – MURO DE ALCOY DE LA A7”

Ya que los mapas geológicos y geotécnicos del IGME atribuyen las mismas condiciones para las zonas de estudio y las de los proyectos tomados como referencia, se asumen que tienen las mismas condiciones o muy similares.

4.2. Ensayos realizados

Los estudios realizados han sido:

- Sondeos: Se han realizado de acuerdo con la normativa, utilizando las técnicas adecuadas con ensayos de penetración estándar con cuchara bipartida y extracciones de muestras inalteradas, colocando en sus respectivas cajas cada uno de los testigos. Los artefactos utilizados para la extracción de testigos fueron tomamuestras seccionados de pared gruesa de 4mm de espesor, con un diámetro interior de 70mm y longitud de 60cm. Se realizaron un total de 32 sondeos para la caracterización del terreno, la zona afectada por estos sondeos tiene una longitud de 543,18 m, lo que se considera bastante representativo.
- Calicatas: Tienen como objetivo de complementar la información tomada, para ver las zonas superficiales sin alteración.
- Ensayos presiométricos: Para el cálculo de la deformación del terreno, este ensayo fue realizado in situ, obteniendo así, la respuesta del terreno a los esfuerzos y su deformación.

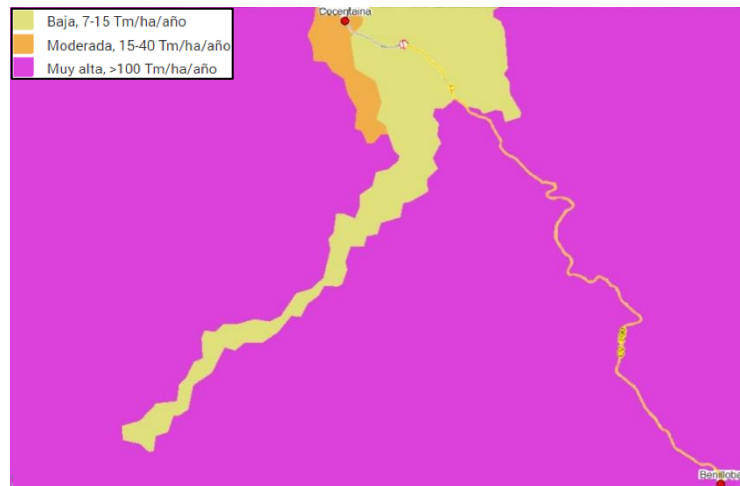


Imagen 5: Erosión actual de zona a acondicionar Fuente: Visor cartográfico GVA

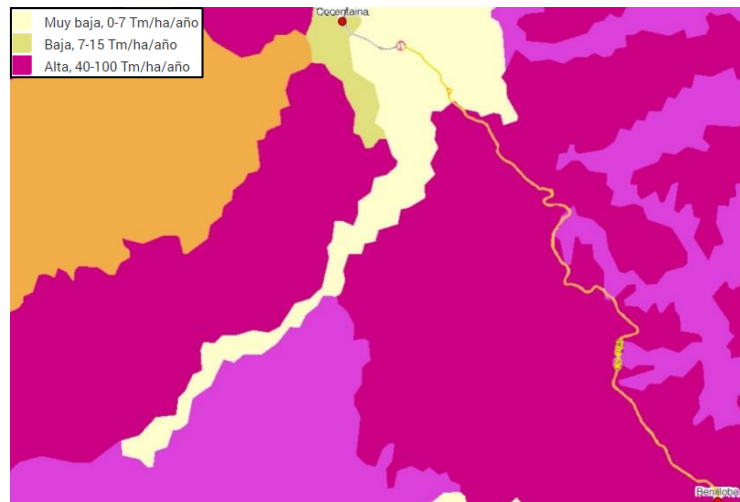


Imagen 6: Erosión potencial de zona a acondicionar Fuente: Visor cartográfico GVA

- **Ensayos de penetración estándar y dinámica:** Realizados con penetrómetros dinámicos automáticos, mediante la hinca de punta cuadrada de 40mm *40mm mediante caída libre de una masa de 63,5kg desde una altura de 75cm.

4.3. Descripción y características del terreno

Tras la revisión de los datos geotécnicos obtenidos y su contrastación, se distinguen los siguientes tipos de suelo:

- **Arcillas limosas:**
Este tipo de suelo proviene de los depósitos aluviales, principalmente provenientes del río Serpis y otros cauces de menor importancia. Está compuesto principalmente por arcillas, aunque presentan también, en menor cantidad limos y arenas.

Los parámetros que muestra el suelo se representan en la Tabla 2

Arcillas limosas -Parámetros estimados-			
Parámetro	Nomenclatura	Valor	Unidad
Resistencia a corte sin Drenaje	C_u	0,40	Kg/cm ²
Ángulo rozamiento efectivo	ϕ	28	°
Cohesión efectiva	c'	0,00	Kp/cm ²
Densidad aparente	γ	1,90	t/m ³
Densidad seca	γ_d	1,60	t/m ³
Mod. de deformación efectivo	E'	90	Kg/cm ²
Material que pasa por tamiz 0.08UNE	0.08UNE	80,00	%
Límite Líquido	LL	34,84	%
Límite Plástico	LP	19,23	%
Índice de Plasticidad	IP	15,62	%
Contenido en Sulfatos	SO	0,32	%
Contenido en Sales Solubles	SS	0,17	%
Contenido Materia Orgánica	MO	0,53	%
Densidad seca Proctor Modificado	γ	1,897	g/cm ³
Humedad optima Proctor modificado	W	14,18	%
CBR _{95%}	CBR _{95%}	10,14	

CBR _{100%}	CBR _{100%}	11,69	
Colapso en edómetro		0,1	%
Hinchamiento libre		0,07	%
Presión de hinchamiento		1,48	Kp/cm ²
Resistencia a compresión simple		1,34	Kp/cm ²
Cohesión a corte directo	$C, CD_{(INALTERADA)}$	0,1	Kp/cm ²
Ángulo de fricción en corte directo	$\phi CD_{(INALTERADA)}$	36	°
Cohesión en corte directo	$C, CD_{(REMODELADA)}$	2,23	Kp/cm ²
Ángulo de fricción en corte directo	$\phi CD_{(REMODELADA)}$	33,4	°

Tabla 2: Parámetros estimados Arcillas limosas. Fuente: Elaboración propia a partir de Proyectos referencia.

- **Margas:**
Estas se encuentran en una gran extensión de todo el terreno por lo que se encuentra una gran variedad de estas tales como:
 - Margas amarillo-grisáceas
 - Margas ocre con cantos rodados
 - Margas gris-ocre y margocalizas
 - Arcillas arenosas margosas
 - Margas arenosas ocre con cantos
 - Margas verdosas

Por la falta detallada de la característica de cada uno de estos tipos de materiales, se han caracterizado con las siguientes propiedades (Tabla 3):

Margas -Parámetros estimados-			
Parámetro	Nomenclatura	Valor	Unidad
Resistencia a corte sin Drenaje	C_u	2,25	Kg/cm ²
Ángulo rozamiento efectivo	ϕ	28	°
Cohesión efectiva	c'	0,10	Kp/cm ²
Densidad aparente	γ	2,00	t/m ³
Densidad seca	γ_d	1,70	t/m ³
Mod. de deformación efectivo	E'	400	Kg/cm ²
Material que pasa por tamiz 0.08UNE	0.08UNE	95,90	%

Límite Líquido	LL	42,62	%
Límite Plástico	LP	22,05	%
Índice de Plasticidad	IP	20,62	%
Contenido en Sulfatos	SO	0,03	%
Contenido en Sales Solubles	SS	0,09	%
Contenido Materia Orgánica	MO	0,27	%
Densidad seca Proctor Modificado	γ	1,708	g/cm ³
Humedad óptima Proctor modificado	W	19,79	%
CBR _{95%}	CBR _{95%}	7,68	
CBR _{100%}	CBR _{100%}	12,7	
Presión de hinchamiento (REMODELADA)		0,88	Kp/cm ²
Presión de hinchamiento (INALTERADA)		0,98	Kp/cm ²
Colapso edómetro (INALTERADA)		0,36	%
Colapso edómetro (REMODELADA)		0,04	%
Resistencia a compresión simple		3,67	Kp/cm ²
Cohesión a corte directo	C, CD _(INALTERADA)	0,59	Kp/cm ²
Ángulo de fricción en corte directo	ϕ CD _(INALTERADA)	29,7	°
Cohesión en corte directo	C, CD _(REMODELADA)	1,48	Kp/cm ²
Ángulo de fricción en corte directo	ϕ CD _(REMODELADA)	30,04	°

Tabla 3: Parámetros estimados Margas. Fuente: Elaboración propia a partir de proyectos referencia.

Se puede observar que la expansividad tiene un carácter moderado ya que las presiones de hinchamiento solo resultaron en valores de entre 1-2kp/cm² en raras ocasiones en algunos niveles ocreos.

También se debe de resaltar que los niveles de comprensión simple son en general bastante altos, en algunos casos bastante dispersos, por lo cual se tomarán como datos erróneos.

Con el objetivo de verificar la información extraída de los proyectos de referencia, se ha recurrido al visor cartográfico de la Comunidad Valenciana en donde se puede ver el tipo de suelo predominante en el área de la CV-790. En la imagen 8 se puede ver como tal y como se dedujo de los otros proyectos, los terrenos son en su mayoría margas y arcillas medias, dando por buena las referencias utilizadas.

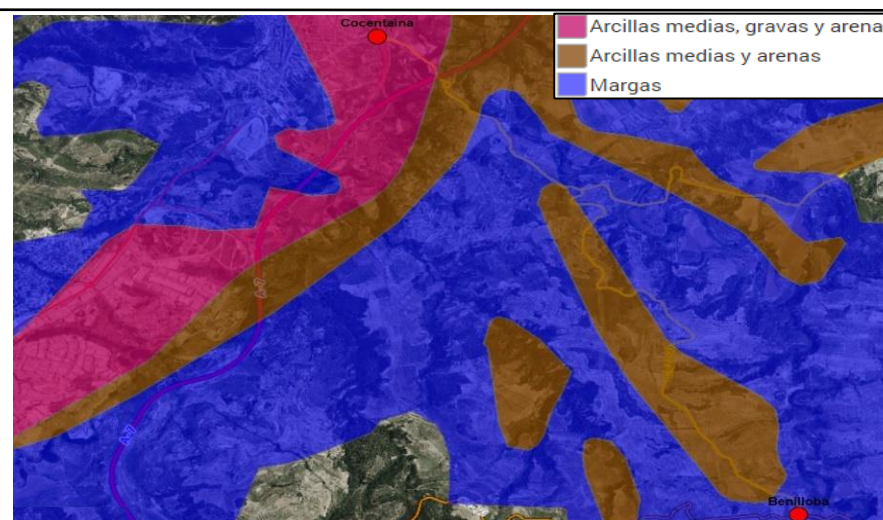


Imagen 8: Tipos de suelos Fuente: Visor cartográfico GVA

4.4. Clasificación de los suelos

A partir de los parámetros obtenidos en el punto 4.3 y según el Artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3), tanto el terreno compuesto por arcillas limosas como el compuesto por margas se clasifican como suelos tolerables, sin embargo, se encuentra muy al límite de un suelo marginal con lo que, tomando un criterio conservador, no sería aconsejable su utilización para el firme de la carretera.

Estos materiales son clasificados así debido al porcentaje del cernido por el tamiz UNE 0.08 y debido a sus límites de Atterberg (LL, LP e IP) los cuales no cumplen los niveles para ser clasificados como un terreno de mejores calidades.

4.5 Estabilización del suelo

Debido a que por seguridad el suelo ha sido clasificado como suelo marginal, este según normativa no puede ser utilizado en la explanada, solo podrá utilizarse si se procede a su estabilización in situ con cal o cemento. El siguiente punto estudiará la posibilidad de realizar este tipo de tratamiento al suelo.

Haciendo uso del Artículo 512: Suelos estabilizados in situ (PG3) y con las características del suelo obtenidas en el presente anejo, se establecerá si el suelo por el que transcurre la traza puede ser sometido a su estabilización (Tabla 1)

Característica	Descripción	Normativa		Suelo		CUMPLIMIENTO	
		CAL	CEM	Arcillas	Margas	S-EST1 CAL	S-EST1 CEM
Granulometría	Cernido Tamiz 80	100	100	100	100		
	Cernido Tamiz 2	---	>=20	---	---		
	Cernido Tamiz 0.063	>= 15%	< 50	80	95.9		
Composición química	% Materia orgánica	< 2	< 2	0.53	0.27		
	%Sulfatos solubles	<0.7	<0.7	0.32	0.03		
Plasticidad	Índ. Plasticidad (IP)	>=12	<15	15.62	20.62		

Cumple

No Cumple

Sin datos

Tabla 1: Comprobación de suelo estabilizado con cal y cemento

Fuente: Elaboración personal

Como se ha visto, en la Tabla 1, arcillas y margas cumplen con todas las condiciones para realizar su estabilización "in situ" con cal, mas no con cemento. Por lo tanto, el suelo procedente de excavaciones solo será utilizado en la explanada si es sometido a una estabilización "in situ" con cal S-EST1 CAL.

5. Caracterización y estabilidad de los taludes

El presente punto tiene como objetivo establecer una descripción de los taludes a partir de los taludes naturales que presenta la zona, el talud que actualmente tiene la carretera existente y el estimado por los estudios geotécnicos, pudiendo así, garantizar la seguridad en los desmontes y terraplenes.

En la Imagen 9 y 10 se puede observar que las inclinaciones actuales alrededor de la carretera son menores a 15° en su gran mayoría, sin embargo, hay ciertas zonas donde presentan inclinaciones de hasta más del 50%, es decir, de 26,5° aproximadamente.

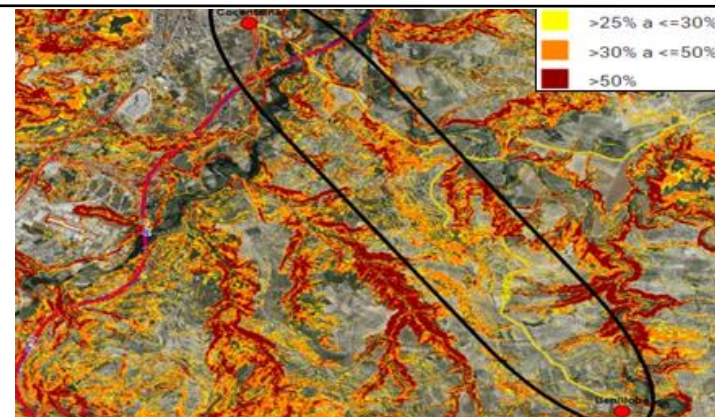


Imagen 9: Pendientes naturales en % Fuente: Visor cartográfico GVA

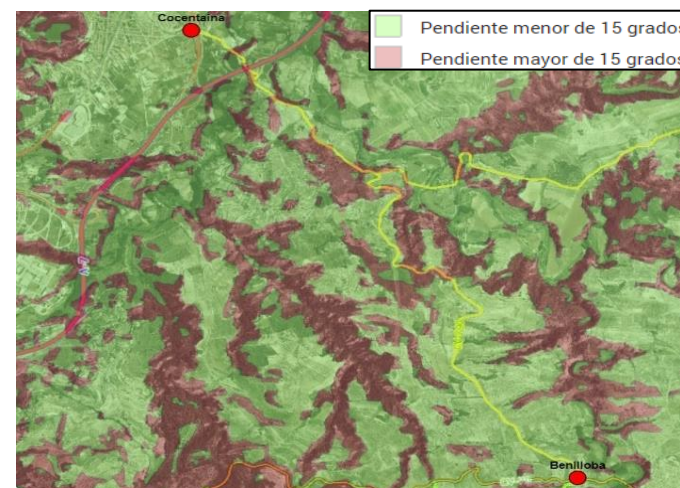


Imagen 10: Pendientes actuales +/-15° Fuente: Visor cartográfico GVA

A raíz de los datos geotécnicos del presente estudio, y los datos obtenidos por los diferentes mapas geológicos y geotécnicos, se estima como talud de diseño tanto para desmonte como para terraplén de 3H/2V lo que representa un talud de no más de 33,5°, intentando reducir este dónde los movimientos de tierra sean menores, garantizando así la seguridad constructiva y de explotación de la obra



6. Conclusiones

A pesar de no contar con estudios específicos y más certeros a cerca de la zona de estudio que proporcionen una información más exacta se puede concluir que:

- La zona de actuación está dominada por margas y arcillas con presencia de arenas y limos.
- Los suelos se clasifican como “tolerables”, muy cerca del límite de “marginados”.
- A pesar de ser un suelo tolerable, debido a que está al límite de un suelo marginal, no se utilizará para la explanada salvo que se proceda a su estabilización con cal “in situ”.
- Se dispondrá un talud de 3H:2V a lo largo de todas las zonas acondicionadas, mejorando las inclinaciones actuales y evitando así el deslizamiento de laderas.