

---

## **ANEJO Nº2.- GEOLOGÍA, GOTECHIA Y ESTUDIO DE MATERIALES**



**ÍNDICE**

1.- INTRODUCCIÓN .....1

2.- INFORMACIÓN UTILIZADA.....1

3.- TRABAJOS REALIZADOS.....2

    3.1.- Prospecciones de Campo ..... 2

    3.2.- Ensayos de laboratorio ..... 5

4.- GEOLOGÍA REGIONAL.....6

5.- TECTÓNICA REGIONAL .....8

6.- ESTRATIGRAFÍA Y LITOLOGÍA.....8

7.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA .....10

    7.1.- Hidrología..... 10

    7.2.- Hidrogeología..... 10

8.- PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO .....14

9.- RIESGOS GEOLÓGICOS.....14

    9.1.- Riesgo de deslizamientos y desprendimiento ..... 14

    9.2.- Riesgo de inundaciones y avenidas..... 15

    9.3.- Procesos erosivos..... 15

    9.4.- Presencia de sulfatos y materia orgánica ..... 15

    9.5.- Sismicidad..... 15

10.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....17

11.- PROCEDENCIA DE MATERIALES .....20

    11.1.- Trabajos realizados..... 21

    11.2.- Unidades de partida ..... 21

    11.3.- Prescripciones a cumplir por los materiales para la plataforma de ferrocarril  
..... 21

11.4.- Prescripciones a cumplir por los materiales para los viales, pasos superiores y caminos..... 25

11.5.- Aprovechamiento de los materiales ..... 28

11.6.- Préstamos, yacimientos y vertederos ..... 29

**APÉNDICES**

APÉNDICE 1.- Planos

- A.2.1.- Planta General de Alternativas
- A.2.2.- Mapa Geológico General
- A.2.3.- Mapa Geotécnico General
- A.2.4.- Unidades Geotécnicas
- A.2.5.- Propuesta de Campaña sobre Planta Geológica
- A.2.6.- Propuesta de Campaña sobre Ortofoto

APÉNDICE 2.- Registro de Sondeos

APÉNDICE 3.- Registro de Calicatas

APÉNDICE 4.- Registro de Ensayos de Penetración Dinámica

APÉNDICE 5.- Actas de Ensayos de Laboratorio

APÉNDICE 6.- Investigaciones Recopiladas de otros Proyectos

APÉNDICE 7.- Estudio Hidrogeológico

- A.3.1.- Unidades Hidrogeológicas
- A.3.2.- Masas de Agua Subterránea
- A.3.3.- Calidad de las Aguas Subterráneas
- A.3.4.- Puntos de Agua (Manantiales y Fuentes)
- A.3.5.- Zonas de Afeción.



## 1.- INTRODUCCIÓN

El alcance de este documento ha consistido en la realización de un estudio geológico-geotécnico para el Estudio Informativo de la Línea Ferroviaria Valencia-Alicante (Tren de la Costa).

En el presente informe se recogen las características geológico-geotécnicas de los materiales que se encuentran en la zona de actuación. Los objetivos fundamentales del mismo son:

- Reconocimiento de las características geológicas e hidrogeológicas de la zona de estudio.
- Recomendaciones geotécnicas iniciales para las actuaciones previstas.

## 2.- INFORMACIÓN UTILIZADA

La elaboración de este anejo se ha basado en la recopilación y el análisis de la documentación previa existente sobre la zona de estudio.

A este respecto, se ha consultado la siguiente bibliografía y cartografía existente:

- IGME, (1974) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 722 "Valencia".
- IGME, (1980) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 747 "Sueca".
- IGME, (1982) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 770 "Alzira".
- IGME, (1981) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 795 "Xàtiva".
- IGME, (1975) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 796 "Gandia".
- IGME, (2008) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 822 "Benisa".

- IGME, (1975) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 823 "Javea".
- IGME, (1981) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 847 "Villajollosa".
- IGME, (2008) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 848 "Benidorm".
- IGME, (1978) Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000. Hoja MAGNA 872 "Alicante".
- IGME, (1973) Mapa Geotécnico de España a Escala 1:200.000. Hoja 56 "Valencia".
- IGME, (1973) Mapa Geotécnico de España a Escala 1:200.000. Hoja 64 "Alcoy".
- IGME, (1973) Mapa Geotécnico de España a Escala 1:200.000. Hoja 73 "Alicante".
- Mapa de peligrosidad por arcillas expansivas. 1991. ITGE.
- Mapa geocientífico de la provincia de Valencia. Diputación Provincial de Valencia, 1986.
- Mapa geocientífico de la provincia de Alicante. Conselleria d'Administració Pública, 1987.
- Gutiérrez Elorza, M. (ed.) 1994. Geomorfología de España. Editorial Rueda.
- Geología de España/Vera, J.A., ed Pral.- Madrid: Sociedad Geológica de España. IGME-2004.
- Geología de España. Libro jubilar J.M. Ríos. Tomo I. I.G.M.E. (1983).
- "Estudio hidrogeológico de la Unidad Vega Media y Baja del Segura". 2002. IGME.
- "Sismotectónica de la provincia de Alicante". ESTEVEZ, A., SORIA, J.M. y ALFARO, P., 1991. Facultad de Ciencias - Universidad de Alicante.

- “Caracterización y Análisis de la Peligrosidad Sísmica en el Sureste de España”. GARCÍA MAYORDOMO, 2005. Tesis Doctoral.
- “Estructuras de deformación en sedimentos del Cuaternario reciente de la Cuenca del Bajo Segura”. ALFARO, P., DOMENECH, C., ESTEVEZ, A. y SORIA, J.M., 1995. Geogaceta.

### 3.- TRABAJOS REALIZADOS

El punto de partida del presente Estudio Informativo ha sido la consulta de la bibliografía referida en el apartado anterior. Posteriormente, se ha elaborado la cartografía geológico-geotécnica de superficie, y por último, se ha complementado todo ello con una campaña de prospecciones geomecánicas (calicatas, sondeos mecánicos a rotación y penetraciones dinámicas).

Además, sobre las muestras extraídas de los sondeos y calicatas, se han realizados los ensayos de laboratorio que se han considerado pertinentes para la correcta caracterización geotécnica de los materiales.

#### 3.1.- Prospecciones de Campo

La campaña de prospecciones para el estudio geotécnico permitirá reconocer la litología y características de los materiales de la zona de actuación, definiéndose el aprovechamiento de éstos, la caracterización de los fondos de los desmontes existentes y la problemática geotécnica que pudiese surgir a raíz de los trazados propuestos.

Esta fase de prospecciones ha consistido en la realización de una serie de sondeos, calicatas y penetrómetros dinámicos tipo DPSH.

Además de las prospecciones realizadas para el presente Estudio Informativo se han tenido en cuenta las prospecciones que se realizaron para los siguientes proyectos:

- Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Castilla la Mancha- Comunidad Valenciana Región de Murcia. Sener. Diciembre 2001.

- Proyecto Básico: Conexión Ferroviaria Oliva-Denia, Segundo Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandia. ETT. Diciembre 2000.
- Proyecto de Construcción: Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva, Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandia. 1ª Fase. Iberinsa. Noviembre 2002.
- Proyecto de Construcción: Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva, Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandia. 2ª Fase. Iberinsa. Noviembre 2002.

#### 3.1.1.- Sondeos

Se han efectuado sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo, se han denominado con las siglas SD- y suponen una longitud total de perforación de 474,58 m.

Los sondeos se han realizado a rotación con obtención continua de testigo, con herramientas de rotación “convencional”. Para realizar la campaña se ha contado con 4 maquinas de sondeos, tres sondas Tecoinsa TP-50, montada sobre camión y una sonda Rolatec RL-48 sobre orugas.

Todos los sondeos se han perforado de forma vertical. Debido a la diferente competencia en los materiales encontrados, la recuperación de los sondeos ha sido variable, pero con una media superior al 95%. En los sondeos se han realizado sistemáticamente ensayos SPT, y se han tomado muestras inalteradas a hinca y parafinado testigos.

La longitud de los sondeos, que varía entre 10 y 65 metros, se ha elegido generalmente para reconocer los materiales hasta una profundidad mínima de 5 a 10 m bajo la cota de rasante y hasta la profundidad afectada por las posibles cimentaciones de las estructuras.

En el siguiente cuadro se resumen los datos de los sondeos perforados para cada uno de los tramos propuestos, cuyos registros se han recopilado en el Apéndice 2, y su situación se muestra en los Planos A.2.5 y A.2.6. También se incluyen las

prospecciones ejecutadas en otros proyectos que han sido consultadas para el presente estudio, cuyos registros se incluyen en el Apéndice 6 y su ubicación se muestra en los planos A.2.5 y A.2.6.

Denominación	Tramo	Prof. (m)
SD-2	Tramo 1. Gandía	20,90
SB-1*	Tramo 1. Gandía	26,50
SB-2*	Tramo 1. Gandía	30,00
SB-3*	Tramo 1. Gandía	30,00
SB-4*	Tramo 1. Gandía	30,00
SB-5*	Tramo 1. Gandía	24,40
SC-11*	Tramo 1. Gandía	15,00
SC-12*	Tramo 1. Gandía	20,20
SC-13*	Tramo 1. Gandía	26,20
SC-14*	Tramo 1. Gandía	25,00
SC-15*	Tramo 1. Gandía	25,00
SC-16*	Tramo 1. Gandía	30,00
SB-6A*	Tramo 2. Oliva	30,20
SB-6B*	Tramo 2. Oliva	30,00
SB-7*	Tramo 2. Oliva	32,00
SB-8*	Tramo 2. Oliva	17,60
SB-9*	Tramo 2. Oliva	18,50
SB-11*	Tramo 2. Oliva	36,10
SM-1**	Tramo 2. Oliva	15,00
SM-2**	Tramo 2. Oliva	15,00
SM-3**	Tramo 2. Oliva	24,20
SM-4**	Tramo 2. Oliva	13,20
SM-5**	Tramo 2. Oliva	15,00
SM-6**	Tramo 2. Oliva	9,60
SM-7**	Tramo 2. Oliva	11,00
SM-8**	Tramo 2. Oliva	14,20
SM-10**	Tramo 2. Oliva	26,00
SM-11**	Tramo 2. Oliva	26,00
SM-12**	Tramo 2. Oliva	15,00
SM-13**	Tramo 2. Oliva	15,00
SM-14**	Tramo 2. Oliva	17,60
SM-15**	Tramo 2. Oliva	15,00
SM-16**	Tramo 2. Oliva	16,00
SM-17**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-18**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00

Denominación	Tramo	Prof. (m)
SM-19**	Tramo 3. Denia-Calpe	16,40
SM-20**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-21**	Tramo 3. Denia-Calpe	20,60
SM-22**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-23**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-24**	Tramo 3. Denia-Calpe	13,80
SM-25**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-26**	Tramo 3. Denia-Calpe	10,00
SM-27**	Tramo 3. Denia-Calpe	10,00
SM-28**	Tramo 3. Denia-Calpe	10,00
SM-29**	Tramo 3. Denia-Calpe	7,20
SM-30**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-31**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,00
SM-32**	Tramo 3. Denia-Calpe	5,00
SM-33**	Tramo 3. Denia-Calpe	15,40
SM-34**	Tramo 3. Denia-Calpe	18,00

\* Proyecto Construcción: Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva. Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía.

\*\* Proyecto Básico: Conexión Ferroviaria Oliva-Denia. Segundo Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía.

**Cuadro 1:** Sondeos mecánicos.

### 3.1.2.- Calicatas

Para la realización de las calicatas se ha utilizado una retroexcavadora tipo mixta con brazo extensible. Las excavaciones han alcanzado profundidades no inferiores a 3,5 m, salvo en aquellos casos en los que las características resistentes del terreno o la presencia de agua lo impidieron. Las dimensiones en planta de la excavación fueron las necesarias para permitir su inspección y descripción.

Para cada una de las calicatas se tomaron fotografías en color tanto del entorno como de las paredes de la excavación y de los materiales extraídos. Asimismo, siempre que se consideró necesario, se procedió a la toma de muestras en saco, con el objeto de caracterizar las litologías detectadas mediante posteriores ensayos de laboratorio.

Se han realizado calicatas mecánicas, éstas han sido supervisadas y descritas por un geólogo, adjuntando un corte estratigráfico del terreno y fotografías de situación y

de la excavación realizada, así como una descripción litológica y el estado de la calicata en cuanto a humedad, dureza o compacidad de cada estrato.

En el siguiente cuadro se muestran las principales características de estas prospecciones, mientras que sus registros se incluyen en el Apéndice 3 del presente documento. Así también, se incluyen las prospecciones ejecutadas en otros proyectos que han sido consultadas para el presente estudio, cuyos registros se incluyen en el Apéndice 6 y su ubicación se muestra en los planos A.2.5/2.6.

Denominación	Tramo	Prof. (m)
CT-3**	Tramo 1. Gandía	-
CC-7*	Tramo 1. Gandía	-
CC-2*	Tramo 2. Oliva	-
CC-3*	Tramo 2. Oliva	-
CC-5*	Tramo 2. Oliva	-
CC-6*	Tramo 2. Oliva	-
CT-7**	Tramo 2. Oliva	-
CT-11**	Tramo 2. Oliva	-
CT-12**	Tramo 2. Oliva	-
C-1**	Tramo 2. Oliva	3,40
C-2**	Tramo 2. Oliva	3,40
C-3**	Tramo 2. Oliva	3,40
C-4**	Tramo 2. Oliva	3,10
C-5**	Tramo 2. Oliva	3,00
C-6**	Tramo 2. Oliva	3,00
C-7**	Tramo 2. Oliva	3,00
C-8**	Tramo 2. Oliva	3,10
C-9**	Tramo 2. Oliva	3,40
C-10**	Tramo 2. Oliva	3,00
C-11**	Tramo 2. Oliva	3,40
C-12**	Tramo 2. Oliva	1,10
C-13**	Tramo 2. Oliva	3,40
C-14**	Tramo 3. Denia-Calpe	1,20
C-15**	Tramo 3. Denia-Calpe	3,40
C-16**	Tramo 3. Denia-Calpe	1,40
C-17**	Tramo 3. Denia-Calpe	3,20
C-18**	Tramo 3. Denia-Calpe	1,20

Denominación	Tramo	Prof. (m)
C-19**	Tramo 3. Denia-Calpe	1,00
C-20**	Tramo 3. Denia-Calpe	1,30
C-21**	Tramo 3. Denia-Calpe	1,60
C-22**	Tramo 3. Denia-Calpe	0,40
C-23**	Tramo 3. Denia-Calpe	0,50
C-24**	Tramo 3. Denia-Calpe	0,00
C-25**	Tramo 3. Denia-Calpe	0,20
C-26**	Tramo 3. Denia-Calpe	0,60
CD-10	Tramo 3. Denia-Calpe	1,30

\* Proyecto Construcción: Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva. Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía.

\*\* Proyecto Básico: Conexión Ferroviaria Oliva-Denia. Segundo Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía.

**Cuadro 2: Calicatas mecánicas.**

**3.1.3.- Ensayos de Penetración Dinámica Tipo DPSH**

Para el presente Estudio Informativo se realizó una campaña de penetrómetros dinámicos tipo DSPH. Este tipo de ensayos consiste en la hincas en el terreno de un varillaje metálico con una puntaza normalizada, por medio de los golpes proporcionados en la parte superior por una maza de 63,5 kg de peso que se cae de manera constante desde 76 cm de altura. Durante la realización del ensayo se mide el número de golpes necesario para que el varillaje penetre en tramos de 20 cm, interrumpiéndose el ensayo al alcanzar un tramo para el que se superen los 100 golpes sin profundizar los 20 cm. Estos valores de golpeo se representan frente a la profundidad en una gráfica continua hasta alcanzar la cota de fin de ensayo.

Se han realizado ensayos de penetración dinámica que han alcanzado el rechazo entre un mínimo de 0,4 m. y un máximo de 25 metros de profundidad.

En el siguiente cuadro se muestran los datos más indicativos de estas prospecciones, mientras que sus registros se incluyen en el Apéndice 4. También se incluyen las prospecciones ejecutadas en otros proyectos que han sido consultadas para el presente estudio, cuyos registros se incluyen en el Apéndice 6 y su ubicación se muestra en los planos A.2.5/A.2.6.

Denominación	Tramo	Prof. (m)
P-64	Tramo 1. Gandía	11,40
P-65	Tramo 1. Gandía	6,20
PD-0*	Tramo 1. Gandía	22,80
PD-1*	Tramo 1. Gandía	12,80
PD-2*	Tramo 1. Gandía	14,00
PD-3*	Tramo 1. Gandía	5,00
PD-4*	Tramo 1. Gandía	30,40
PD-5*	Tramo 1. Gandía	9,80
PC-8*	Tramo 1. Gandía	14,40
PC-9*	Tramo 1. Gandía	15,60
PC-10*	Tramo 1. Gandía	8,40
PC-1*	Tramo 2. Oliva	6,40
PC-2*	Tramo 2. Oliva	6,40
PC-3*	Tramo 2. Oliva	4,40
PC-4*	Tramo 2. Oliva	2,20
PC-5*	Tramo 2. Oliva	11,40
PC-6*	Tramo 2. Oliva	12,80
PC-7*	Tramo 2. Oliva	15,80
P-66	Tramo 2. Oliva	15,00
PD-1**	Tramo 2. Oliva	19,00

\* Proyecto Construcción: Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva. Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía.

\*\* Proyecto Básico: Conexión Ferroviaria Oliva-Denia. Segundo Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía.

**Cuadro 3:** Penetraciones dinámicas.

### 3.2.- Ensayos de laboratorio

Con las muestras obtenidas a partir de los sondeos (SPT, TP y MI) y calicatas (sacos y bolsas) realizados se han llevado a cabo diversos ensayos de laboratorio para la caracterización geotécnica de los materiales del trazado.

Los ensayos realizados han sido los siguientes:

- Análisis granulométrico – UNE 103101:1995
- Humedad natural – UNE 103300:1993
- Densidades húmeda y seca
- Límites de Atterberg. Límite líquido – UNE 103103:1994
- Límites de Atterberg. Límite líquido – UNE 103104:1993
- Contenido en sulfatos según – UNE 103201:1996
- Carbonatos en suelo – UNE 103200:1993
- Materia orgánica – UNE 103204:1993
- Compresión simple suelos – UNE 103400:1993
- Compresión simple rocas – UNE 22950:1990

Los estadillos proporcionados por los laboratorios con los resultados completos de los ensayos realizados para el estudio, se presentan recopilados en el Apéndice 5 del presente Anejo.

A continuación se muestra un resumen de los ensayos de laboratorio realizados en las muestras obtenidas para el presente estudio.

3.2.1.- Resumen de ensayos ejecutados en el presente Estudio Informativo

Sondeo	Prof. (m)	Muestra		SPT	Granulometría % Paso					L. Atterberg			Clasificación		W (%)	d <sub>húmeda</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	d <sub>seca</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	M.O (%)	Sufat. (%)	Carbonat. (%)		C. Simple (KPa)	C. Simple (MPa)	C. Simple (Kp/cm <sup>2</sup> )	Naturaleza del terreno	
		Tipo	Prof. (m)		N <sub>SPT</sub>	20	5	2	0,40	0,08	LL	LP	IP	Casagrande						AASHTO	CO <sub>3</sub> Ca					CO <sub>2</sub>
SD-1	20,33	MI	4,30	4,90		100,0	92,3	87,2	81,1	59,8	24,5	14,7	9,8	CL	A-4(5)	13,6	2,20	1,94	0,45	0,018	28,6	12,6	145	0,15	1,48	Arcillas algo limosas y/o arenosas
SD-1		MI	13,20	13,70		84,6	43,1	33,9	26,8	17,7	23,1	11,0	12,1	GC	A-2-6 (0)	8,1	2,42	2,24	0,33	0,007	63,4	27,9	40	0,04	0,41	Arcillas arenosas y/o arcillosas
SD-1		SPT	17,90	18,50	49	91,6	72,4	63,3	53,0	44,6	39,6	13,4	26,2	SC	A-6 (7)	10,3	-	-	0,25	0,020	54,0	23,8				Gravas
SD-2	20,90	MI	7,00	7,60				100,0	98,4	54,0	-	-	-	ML	A-4 (4)	9,3	1,76	1,61	0,45	0,012	66,7	29,4	55	0,06	0,56	Arcillas con algo de arenas y/o limo
SD-2		MI	17,60	18,20				100,0	94,5	52,8	21,8	16,1	5,7	CL-ML	A-4 (4)	19,0	2,11	1,77	0,31	0,010	46,8	20,6	40	0,04	0,41	Arenas algo arcillosas y/o limosas

Cuadro 4: Resumen de resultados de los ensayos realizados en sondeos.

4.- GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de actuación se sitúa dentro del ámbito geológico de la Cordillera Ibérica en su parte Sur-Este y del ámbito Bético (más concretamente el Prebético Externo) en su zona Nor-Este. Estableciéndose una zona de transición en dirección E-O a la altura de Gandia, tal y como se refleja en la siguiente figura.

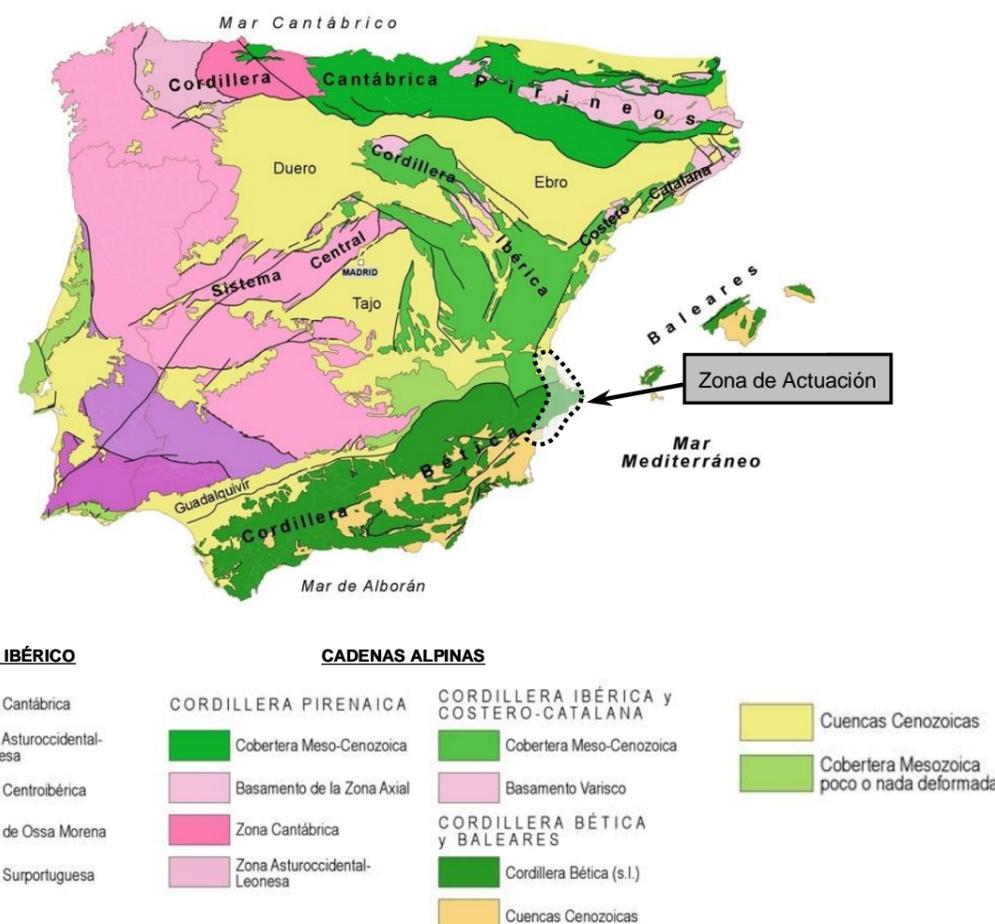


Figura 1: Esquema Geológico de la Península Ibérica.

La Cordillera Ibérica presenta desde el punto de vista geológico varios sectores o dominios caracterizados por una serie de directrices tectónicas acompañados por

formaciones estratigráficas diferenciadas. Dichos dominios vienen reflejados en la siguiente figura.

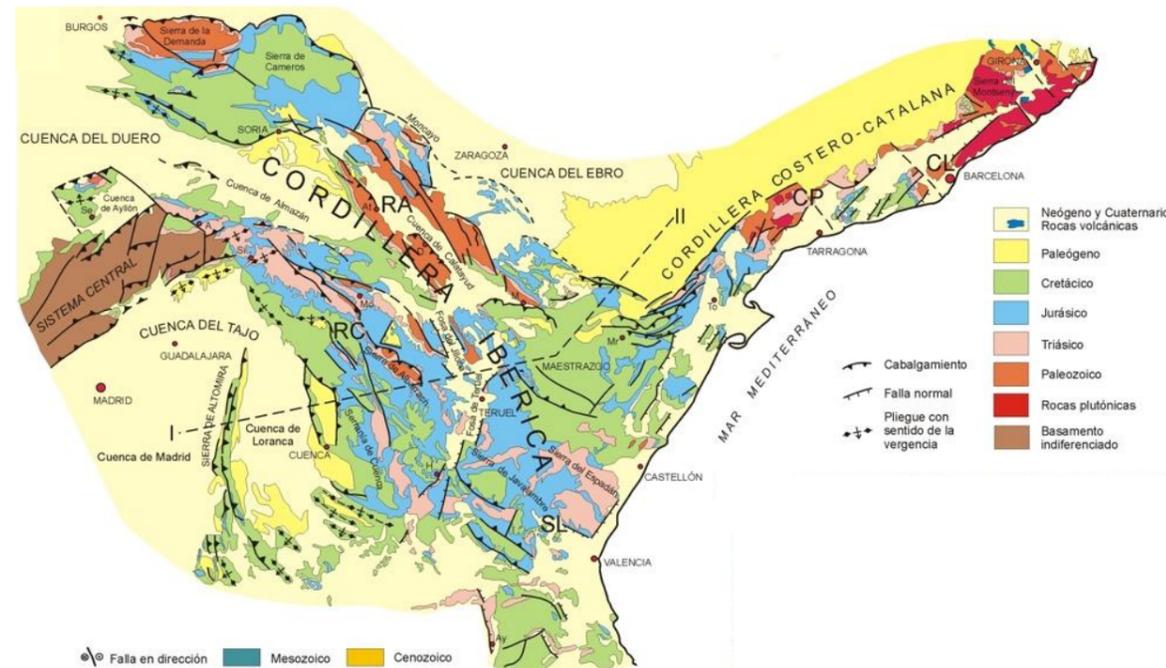


Figura 2: Esquema geológico de las Cadenas Ibéricas.

La zona de actuación se sitúa en el dominio denominado Rama Castellana Valenciana. Esta zona presenta cabalgamientos de vergencia Norte, que marcan el inicio de las Béticas.

Por otro lado, la franja de estudio comprendida entre Gandía y Alicante, se encuentra geológicamente encuadrada en el marco general Cordilleras Béticas, concretamente en sus estribaciones más orientales (Figura 3). Dentro de esta cordillera, el área aquí analizada se encuentra situado en las proximidades del borde meridional de las zonas Externas, lindando al Sur con materiales intensamente tectonizados de las Zonas Internas y con los materiales Postorogénicos de la zona de Murcia.

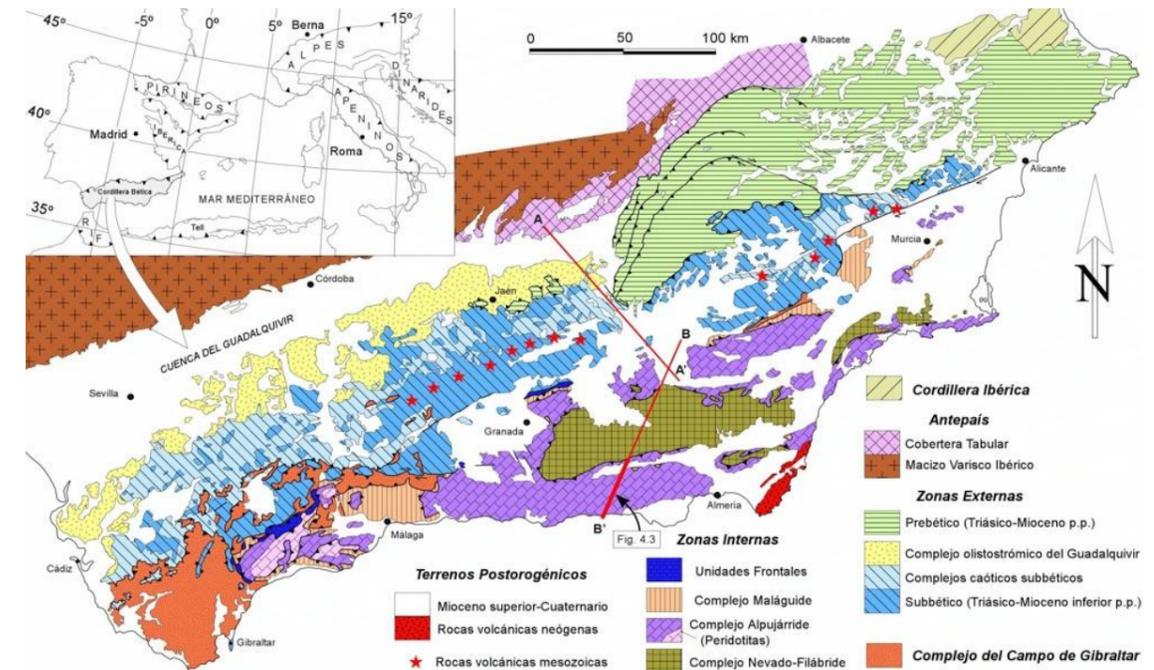


Figura 3: Dominios de las Cordilleras Béticas (Fuente: Vera, J.A. Ed. 2004).

Las Cordillera Béticas se encuentran subdivididas en dos dominios principales que se disponen en bandas alargadas según la dirección WSW-ENE, perpendicular a la dirección de compresión. Además de estos dominios se pueden definir otras dos grandes unidades geológicas, una que correspondería a los materiales tipo flysh de la cuenca Alborán y otra correspondiente a los materiales de relleno de las cuencas Neógenas Postorogénicas. En total pueden, por tanto diferenciarse cuatro unidades geológicas o dominios principales dentro de la estructuración de la Cordillera Bética (Figura 2):

- Zonas Externas, situadas al Norte.
- Zonas Internas, al Sur.
- Complejo del Campo de Gibraltar (de menor extensión), que aflora principalmente en la provincia de Cádiz, Gibraltar y localmente en varios sectores a lo largo del contacto entre las Zonas Externas e Internas.
- Cuencas Neógenas.

Parte del corredor en que se inscribe el presente Estudio se encuentra en el dominio de las Zonas Internas.

Las Zonas Internas de la Cordillera están constituidas por materiales mesozoicos y más antiguos. Constituye la parte más intensamente deformada del orógeno Bético y están estructuradas en grandes mantos de corrimiento, habiendo sufrido sus materiales los efectos de un metamorfismo alpino de intensidad variable según los puntos. En la posición que ocupan actualmente, las Zonas Internas representan terrenos alóctonos, constituidos por tres complejos superpuestos tal y como se refleja en la figura 3:

- Complejo Nevado-Filábride.
- Complejo Alpujárride.
- Complejo Maláguide.

Los dos primeros están afectados de un metamorfismo de alto grado, de edad alpina, mientras que el complejo Maláguide se encuentra generalmente exento de metamorfismo.

## 5.- TECTÓNICA REGIONAL

Desde Valencia al cabo de Nao, existe un estilo de pliegues y fracturas de dirección fundamentalmente Ibérica NO-SE, si bien ésta evoluciona sensiblemente, siendo las fracturas en la zona entre Jeresa y el límite de las dos provincias de dirección predominantemente E-O. Esta zona se caracteriza principalmente por pliegues tendidos y fallas directas principalmente, en las cuales ocasiones el Trías se encuentra inyectado.

Como se ha comentado anteriormente, la provincia de Alicante pertenece claramente al dominio de las Béticas, concretamente a la zona Prebética, presentando en este caso un estilo de pliegues y mantos de dirección SO-NE, sensiblemente paralelos a la costa y vergentes hacia el O.

Coexisten con las antes mencionadas unas direcciones de pliegues y fracturas que aparentemente son de una fase posterior y que probablemente, si no actuó de iniciadora, sí que provocó un gran desarrollo de la acción diapírica del Trías.

Mientras que al Sur del gran afloramiento diapírico del Trías en Altea las direcciones de los pliegues son NE-SO, al Norte del mismo se desarrollan direcciones E-O, junto con las NE-SO. Este hecho indica la gran trascendencia del diapírico de Altea, que se corresponde sin duda con una zona de debilidad de los materiales que se superponen al Trías. Parece asimismo que esta debilidad va asociada a cambios laterales de facies en las diferentes formaciones. Así, al Norte se desarrollan las calizas masivas Oligocenas, mientras que al Sur existe un dominio de las facies flysch. Este mismo fenómeno se puede observar para el Eoceno, e incluso dentro del Cretácico, las areniscas Neocomienses-Aptenses pasan a calizas margosas y las margas y calizas cenomanenses a un dominio eminentemente margoso.

Este empuje y rotura de los materiales suprayacentes por el Trías ha provocado sin duda el deslizamiento de las calizas Eocenas sobre el Mioceno y Oligoceno, deslizamiento que queda puesto de manifiesto en la Sierra de Olta y el Peñón de Ifach, donde las calizas eocenas yacen sobre las margas Burdigalienses, siendo posteriormente replegada la zona y formándose el núcleo anticlinal de calizas oligocenas de la Sierra de Bernia y Toix (Mascart).

## 6.- ESTRATIGRAFÍA Y LITOLOGÍA

Los materiales que aparecen en la zona de actuación son de edad comprendida entre el Trías y el Cuaternaria; la relación estratigráfica y litológica de cada uno de los materiales presentes en la siguiente:

### Triásico

Los materiales triásicos son fundamentalmente arcillas irisadas y margas abigarradas, que afloran en estructura diapírica principalmente, o en ocasiones inyectados en fracturas.

La edad de estas arcillas, según autores como JM. Ríos, resulta difícil de determinar debido a su carácter diapírico provocado por la plasticidad de las mismas. Las arcillas engloban calizas tableadas negras, probablemente cretácicas, asimiladas en su ascenso halocinético, así como ofitas procedentes de un vulcanismo triásico generalmente situado en el Keuper.

#### Jurásico

El Jurásico está poco representado en la zona. En las proximidades de Vergel se encuentra una dolomía blanca parduzca, en ocasiones superpuesta a materiales triásicos.

Por el contrario, en las proximidades de Tabernes aflora un núcleo anticlinal de calizas claras, alternado muy rítmicamente con margas.

#### Cretácico

Comienza la serie cretácica con unos niveles areniscosos a los que se les superponen calizas, en ocasiones arenosas, como se puede observar en Cullera, de una edad Neocomiense Aptense. Estos niveles areniscosos pasan lateralmente a calizas o margas al Norte y Oeste de Altea, respectivamente.

A continuación sobre estos niveles de calizas (Aptense Inferior-Medio) se encuentran unas calizas con intercalaciones margosas del Aptense Superior-Albense.

Sobre estas calizas con alguna alternancia margosa se encuentra una serie margo-calcárea, más margosa que la anterior, pero sin que exista un cambio brusco entre ellas, que se data como Cenomanense.

La serie anterior culmina en un paquete calizo-colomítico, con abundantes núcleos de sílex de edad Turonense, aunque esta datación se ha realizado por su posición estratigráfica, ya que no existen referencias de la presencia de fauna en ellas.

Esta serie caliza azoica pasa a calizas con margas finalmente tableadas del Senonense Inferior y finalmente a margas arenosas en ocasiones que

corresponderían al Senonense Superior. Esta serie se desarrolla más al sur de la zona de actuación.

#### Eoceno

Está poco representado en la zona de estudio; sólo en la parte norte de la provincia de Alicante. Los materiales de esta edad, están formados por una serie de calizas blancas oquerosas y muy compactas, dentro de las cuales hay algún nivel arenoso con gran cantidad de Nummulites. Debajo de esta serie aparece una alternancia calizo-margosa.

#### Oligoceno

Está representado por dos facies diferentes, como el Eoceno, en la zona levantina. En las proximidades de Benidorm se encuentra en facies flyusch sobre el Eoceno, alternado calizas y margas.

En la sierra de Mascarat y al Norte de ella, el Oligoceno está representado por calizas masivas, en ocasiones brechoides, que en sus tramos superiores se hace algo arenosa, con restos de equinitos.

Estas calizas forman acusados relieves y alcanzan su máxima potencia en la zona comprendida entre Benisa y Altea.

Esta formación no está definida cronológicamente, pudiendo sus tramos superiores ser de edad Aquitaniense.

#### Mioceno

El Mioceno está ampliamente desarrollado entre Benisa y la Sierra del Mascarat, en una amplia depresión limitada por los relieves de la caliza oligocena y el mar.

El Neógeno es en gran parte sintectónico, por lo cual contiene una gran variedad de facies y ambientes sedimentarios. El Mioceno inferior e incluso el Oligoceno superior, aflora en facies marinas y presenta litologías de tipo calcarenítico y margoso, además son abundantes las calizas de algas. Es muy frecuente el que

aparezcan resedimentaciones de términos del Eoceno superior y Oligoceno dentro de sus depósitos. El Mioceno inferior y medio también es marino, con gran variedad de facies y ambientes sedimentarios, en los que son abundantes las facies de calcarenitas, margas y margocalizas (tipo “Flysch”) y facies turbidíticas. El Mioceno medio y superior incluye casi en su totalidad depósitos margosos y turbidíticos, que rellenan en la actualidad las grandes cubetas tectosedimentarias de la región, siendo los materiales más característicos, los depósitos margosos en facies “Tap”. Por último el Mioceno superior se encuentra constituido por depósitos de naturaleza conglomerática y por pequeños afloramientos de calizas lacustres de difícil representación cartográfica, dado su pequeño espesor y escasa continuidad.

Cuaternario

Se han diferenciado un Cuaternario continental, aluviales y glaciares principalmente que alcanzan espesores superiores a 100 m., y una gran extensión superficial y un Cuaternario marino en la zona del Río Jaraco, entre Gandia y Cullera, representado por arenas grises y gravas con restos orgánicos donde se han podido recoger restos marinos, cuya presencia es muy abundante.

**7.- HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

**7.1.- Hidrología**

El ámbito de estudio se localiza, desde el punto de vista hidrológico, en la Cuenca Hidrográfica del Júcar.

La red hidrográfica principal está formada por el río Júcar, que cruza la zona de actuación en dirección E-O y desemboca al Sur de Cullera. La red secundaria está formada por una serie de ríos y ramblas que drenan cuencas de pequeña extensión, destacando el río Serpis, desembocando cerca de Gandia.

El sistema hidrográfico es de tipo mediterráneo, caracterizándose principalmente por su acusada irregularidad.

La escorrentía superficial es reducida como consecuencia de la elevada permeabilidad de los materiales carbonatados que conforman la mayor parte del territorio, de tal modo que un alto porcentaje de la lluvia útil se infiltra en los acuíferos. Ocasionalmente se producen crecidas muy violentas, favorecidas por la deforestación de las cuencas.

**7.2.- Hidrogeología**

7.2.1.- Unidades Hidrogeológicas

La zona de actuación afecta a 2 grandes unidades hidrogeológicas definidas por el IGME:

UNIDADES HIDROGEOLOGICAS						
Código	Nombre	Acuíferos				
		Sistema ITGE	Litología	Edad Geológica	Espesor	Tipo
08.38	Plana Gandía-Denia	50.01.07	Gravas, arenas, limos y arcillas.	Plioceno-Cuaternario	50-100 m.	Multicapa
08.47	Peñón-Montgó-Bernia-Benisa	50.01.06.09 Depresión de Benisa	Calizas	Cretácico-terciario	600 m.	Mixto
		50.01.06.10 Plana de Jávea	Gravas y arenas	Cuaternario	30-40 m.	Libre
		50.01.06.08 Montgó	Calizas	Senoniense	500 m.	Libre

*Cuadro 6: Unidades Hidrogeológicas.*

A continuación se analizarán brevemente las características más relevantes de cada una de estas unidades.

### 1. Plana Gandía-Denia

La Unidad Hidrogeológica de Gandía-Denia es un acuífero de carácter detrítico. Está constituido por sedimentos de edad cuaternaria correspondientes a depósitos continentales, marinos y mixtos formados por niveles de gravas y arenas embutidos en una matriz limo-arcillosa. Estas formaciones descansan de forma indistinta sobre materiales cretácicos y terciarios; las primeras corresponden a la continuación en profundidad de los acuíferos carbonatados de borde, mientras que las segundas conforman la base impermeable del sistema, al estar constituidas en su mayor parte por materiales de carácter margoso (IGME, 1988). El espesor de los sedimentos pliocuaternarios aumenta en dirección a la costa, con potencias medias en torno a los 100-150 metros y máximos entre 250 y 300 metros en la desembocadura del río Serpis. Los límites de la unidad son en su mayor parte abiertos. Por el norte limita con las unidades de la Plana de Valencia y de la Sierra de las Agujas, al oeste con las unidades de Almirante-Mustalla, Sierra Grossa y Almudaina-Alfaro-Mediodía-Segaría, mientras que al sur contacta con la unidad Peñón-Montgó-Bernia. Por último, al este limita con el mar Mediterráneo

### 2. Peñón-Montgó-Bernia

La unidad hidrogeológica de Peñón-Montgó-Bernia, coincidente a grandes rasgos con la comarca geográfica de la Marina Alta (provincia de Alicante) localizada en el litoral mediterráneo español, está compuesta por un conjunto de acuíferos con funcionamiento más o menos independiente entre sí. Sus límites hidrogeológicos vienen dados por la presencia de materiales impermeables del Trías Keuper o de accidentes tectónicos que impiden la continuidad de las formaciones acuíferas (IGME, 1986). Así el límite sur está constituido por la elevación de los materiales impermeables de base y por los subafloramientos de la facies Keuper, el septentrional es cerrado en su mayor parte debido a las fracturas que jalonan el flanco norte de las sierras del Peñón y Solana de La Llosa y, solamente, en el entorno del Montgó, donde existe comunicación con la Plana de Gandía-Denia, el límite es abierto. Por último, el límite este-sureste es también abierto y lo constituye el mar Mediterráneo. Los primeros trabajos llevados a cabo sobre esta Unidad la

subdividían en nueve acuíferos, dos de ellos detríticos, Cuaternario de Jalón y Plana de Jávea, y siete carbonatados, Cocoll, Peñón, Orba, Castell de la Solana-Solana de la Llosa, Depresión de Benisa, Montgó y Neocomiense de la Marina (IGME, 1988). Sin embargo, posteriormente se han introducido algunas modificaciones, diferenciándose además los acuíferos de Cretácico del Girona, Sinclinal del Gorgos, Neocomiense de Parcent (Ballesteros et al., 2001 b) y Jesús Pobre (ITGE-GV, 1996), mientras que el de Castell de la Solana-Solana de la Llosa ha quedado dividido en dos: Castell de la Solana y Sinclinal del Gorgos. De todos ellos, la Depresión de Benisa, la Plana de Jávea y el Montgó son los que se encuentran en contacto directo con el mar y están afectados por distintos procesos de salinización de sus aguas.

- El acuífero de la Depresión de Benisa, con una extensión de 248 km<sup>2</sup>, está constituido por unos 200 metros de calizas arrecifales de edad oligocena que afloran en los sectores occidental, septentrional y nororiental del mismo (IGME, 1988) y que en la mayor parte del sector suroriental se encuentran bajo un potente relleno de materiales miocenos. Infrayacente a las formaciones terciarias permeables, y normalmente en continuidad hidráulica con ellas, subyacen los materiales cretácicos que pueden constituir un acuífero de gran espesor (superior a 500 m).
- El acuífero de la Plana de Jávea es de pequeña extensión, 16 km<sup>2</sup>, y está formado por un conjunto de gravas, arenas y limos, con un espesor medio en torno a 30 metros y máximos de 50, ligado a los acarrees del río Gorgos. Estructuralmente se sitúa sobre el acuífero anterior constituyendo su base impermeable la formación margosa del "Tap", de edad miocena (Ballesteros et al., 2001 a).
- En el acuífero del Montgó el interés reside en los materiales carbonatados cretácicos que abarcan desde el Aptiense al Senoniense, con un espesor global próximo a 850 metros, los cuales descansan sobre margas impermeables de edad barremiense que constituyen su base. La alimentación de estos acuíferos procede fundamentalmente de la infiltración directa del agua de lluvia y de la escorrentía superficial del río

Gorgos, así como, en menor medida, de aportes de los sistemas contiguos. Las salidas tienen lugar a través de bombeos y de descargas directas al mar, bien de forma difusa o bien por medio de surgencias subacuáticas (Morro de Toix, cueva del Moraig, etc.)

7.2.2.- Masas de Aguas Subterráneas

La Directiva Marco del Agua ha introducido un concepto nuevo que es el de **Masa de agua subterránea**, que ha definido como un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos, (estas masas están llamadas a ser, a medio plazo, las futuras unidades de gestión hídricas en sustitución de las actuales unidades hidrogeológicas definidas a partir de criterios algo menos hidrogeológicos y más administrativos).

La zona de actuación afecta a las siguientes masas de agua subterráneas:

Código	Nombre	Litología	Permeabilidad	Tipo de Acuífero
80.152	Plana de Gandía	Detrítica	Permeable	Libre
80.153	Marchuquera - Falconera	Carbonatada	Permeable	Mixta
80.162	Almirante Mustalla	Carbonatada	Permeable	Mixta
80.163	Oliva - Pego	Detrítica	Permeable	Libre
80.164	Ondara - Denia	Mixta	Permeable	Libre
80.165	Montgó	Carbonatada	Permeable	Libre

**Cuadro 7:** Masa de Agua Subterráneas.

A grandes rasgos, se han diferenciado tres tipos de formaciones geológicas, desde el punto de vista litológico:

- Formaciones carbonatadas del Mesozoico, con permeabilidades variables entre baja y muy alta. Estas formaciones afloran las zonas norte y centro del área de actuación, como por ejemplo: Sierra de las Aguilas, Bairig, Marchuquera-Fallonera, Alfaro-Segura y Mediodia.

- Formaciones detríticas y carbonatadas del Terciario, con permeabilidades variables entre bajas y altas. Estas formaciones predominan fundamentalmente en la masa de agua subterránea “80.190 - Bajo Vinalopó”.
- Formaciones detríticas del Cuaternario, con permeabilidades variables entre medias y muy altas. Estas formaciones predominan en las llanuras litorales, entre las que caben destacar dentro de la zona de actuación las planas de Valencia, Jaraco, Gandía, Oliva-Pego, Ondara-Denia, Alicante y el Bajo Vinalopó.

Estas masas de aguas se han clasificado, en función de sus características hidráulicas principales, de la forma siguiente:

- Libre: Cuando el límite superior está formado por una superficie freática o libre, en la que la presión del agua es igual a la atmosférica.
- Confinada: Cuando el nivel freático no se encuentra a la presión atmosférica, sino que la supera.
- Mixta (libre/confinada).
- Predominantemente libre.
- Sin información.

Las masas de agua dentro de la zona de actuación quedan representadas en el plano “A.3.2.- Masas de Aguas Subterráneas” incluido en Apéndice 7 del presente documento.

7.2.3.- Puntos de Agua

A continuación se incluye un listado de los puntos de agua (pozos y matinales) existentes en la zona de actuación.

Código	Nombre	ETRS89 X	ETRS89 Y	Altitud (m)	Municipio
M08.38.003	Riu de Molinell	757470.55	4307459.61	5	Denia
M08.38.004	El Salinar (Pego)	753003.61	4307382.64	0	Pego
M08.38.007	Ullal Bullent	753833.63	4306623.64	1	Pego
M08.38.008	Balsa Sineu	755398.55	4304080.58	3	Pego
M08.39.001	La Cava	756199.58	4300750.55	68	Rafol de Almunia
M08.39.002	Font de La Sagra	754993.55	4300044.55	95	Sagra
M08.39.005	Font del Mort	754593.51	4301343.55	184	Sagra
M08.46.004	Font Cases de Ibañez	753900.53	4288888.53	465	Tarbena
M08.46.008	Font Grossa	753142.48	4287792.54	0	Tarbena
M08.39.004	Bolata	754647.56	4299351.55	109	Tormos
M08.38.005	Els Xorros (Font d'en Carras)	745369.26	4311343.56	0	Font d'En Carras, la
M08.37.001	Les Aigues	751889.52	4306878.61	0	Oliva
M08.38.001	Rao Bullens-Vedat	754287.59	4309857.63	10	Oliva
M08.38.002	Rao Barranquet	757238.56	4307009.61	5	Oliva

**Cuadro 8:** Puntos de Agua

Los diferentes puntos de agua incluidos dentro de la zona de actuación quedan representadas en el plano “A.3.4.- Puntos de Agua (Manantiales y Fuentes)” incluido en Apéndice 7 del presente documento.

#### 7.2.4.- Calidad de las Aguas

En esta apartado se va a evaluar de forma muy general la calidad de las aguas teniendo en cuenta cuatro criterios:

- Intrusión marina.
- Contenido en nitratos.

- Contenido en plaguicidas.
- Valores umbral.

Los criterios en cuanto a la calidad para el contenido en nitratos, en plaguicidas y valores umbral (sustancias como Arsénico, Cadmio, Plomo, Mercurio, Amonio, Cloruro, etc) para evaluar el estado químico de una masa de agua subterránea o un grupo de masas de agua subterránea, vienen recogidos en el RD 1514/2009).

En los planos A.3.3.- *Calidad de la Aguas Subterráneas*” incluidos en Apéndice 7 del presente documento, se representa estado químico de las masas de agua subterránea conforme a la norma de calidad de nitratos, de plaguicidas y de los valores umbral. También en esta colección de planos es incluye la intrusión marina en las distintas masas de agua subterráneas.

#### 7.2.5.- Evaluación de Impactos, Medidas protectorias y/o correctoras

Para valorar el posible impacto de la infraestructura proyectada sobre la hidrogeología se han establecido unas zonas de posible afección, representadas en los planos A.3.5, incluidos en el Apéndice 7.

Para definir estas zonas se ha teniendo en cuenta la escala de trabajo y el nivel de estudio, así, se han considerado, las siguientes:

- Los túneles, falsos túneles y las zonas entre pantallas.
- Las zonas de estaciones.
- Zonas de desmonte importantes.

Todas estas zonas de obra podrían influir en la circulación de agua subterránea.

Una vez que se alcance una actuación de mayor detalle (Proyecto Constructivo) sería necesario realizar un estudio hidrogeológico más exhaustivo, pudiendo efectuar medidas piezométricas en los puntos de agua inventariados próximos a la traza y en los sondeos mecánicos que se realicen en la campaña de campo de reconocimiento geológico-geotécnico, e incluso se podrían realizar ensayos de

bombeo con el fin de comprobar el funcionamiento de los diferentes acuíferos y así poder extremar las medidas oportunas en el desarrollo de las obras.

También, se localizarán las zonas de recarga, donde se deberán limitar al mínimo las posibles áreas de ocupación de las obras, alejándose de ellas las zonas auxiliares de obras y los parques de maquinaria, o bien extremar las medidas anticontaminantes (balsas de decantación, barreras de retención, impermeabilización de superficies, etc.) en caso de resultar necesaria la ubicación de dichas instalaciones en esas áreas.

No obstante, toda actuación a desarrollar en áreas de recarga deberá contemplar todas las medidas correctoras, protectoras y de vigilancia que se han indicado en EIA en lo referente a vertidos contaminantes a los sistemas fluviales.

Un efecto potencial en las aguas subterráneas ocasionado por la ejecución de una infraestructura ferroviaria puede ser el seccionamiento de niveles freáticos debido a la apertura de desmontes. Esto ocasiona la aparición de surgencias en esos desmontes que suponen pérdidas de caudales al acuífero, y que pueden incidir en la propia obra. En este sentido, se estudiarán eventuales medidas a aplicar en aquellos puntos de los desmontes en los que se detecten, durante la ejecución de las obras, pequeñas surgencias, para evitar su incidencia en las obras. En concreto, las medidas a adoptar en estos casos podrían consistir en enchachados con geotextiles filtrantes, cunetas revestidas u otros sistemas, que canalicen los escasos caudales aflorantes.

Por último, en los planos A 3.5, también se han incluido posibles puntos de vertido para todas las aguas que salgan de las bocas de los túneles, como consecuencia de su perforación, y de las pilas y estribos de los viaductos, así como las aguas residuales procedentes de las zonas de instalaciones y parques de maquinaria, etc. Estas aguas sólo podrían ser vertidas a los cursos de agua o al terreno si no sobrepasan los valores establecidos por la Legislación vigente relativa a vertidos, y requerirán la correspondiente autorización de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

## 8.- PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

El Instituto Geológico y Minero de España ha declarado varios Puntos de Interés Geológico (PIG) en las provincias de Valencia y de Alicante. Dentro de la zona de actuación se localizan los que se muestran en la siguiente tabla:

Denominación	Provincia	Municipio	Paraje	Coordenadas UTM		Interés	
				x	y		
A-4	Cueva de la Calaveras	Alicante	Benidoleig	Monte Sigüili	758252	4298248	Hidrogeológico
A-5	Rasa Marina de la Plana de San Antoni	Alicante	Denia	Plana de San Antonio	256695	4298829	Hidrogeológico, Geomorfológico
A-9	Cabo la Nao	Alicante	Javea	Cabo de la Nao	780836	4292465	Geomorfológico

*Cuadro 9: Puntos de Interés Geológico.*

La ubicación de todos estos PIG puede verse en el plano A.2.2 incluido en el Apéndice 1 del presente anejo.

## 9.- RIESGOS GEOLÓGICOS

Asociada a los tipos de materiales que aparecen en la zona de actuación existe la posibilidad de que aparezcan, en la zona de estudio, una serie de riesgos geológicos y geotécnicos a mencionar, correspondientes a los siguientes:

### 9.1.- Riesgo de deslizamientos y desprendimiento

Dentro de este tipo se incluyen los movimientos de ladera asociados a inestabilidades gravitacionales, motivados por cambios en la hidrogeología, por procesos de meteorización física o química o por modificaciones artificiales de geomorfológicas estables.

En la zona de actuación en general no se han detectado riesgos de esta naturaleza, pudiéndose localizar en las calizas masivas oligocenas, y cretácicas fuertemente

tectonizadas zonas particularmente inestables por deslizamiento a favor de los buzamientos y caída de bloques por descalzamientos.

### 9.2.- Riesgo de inundaciones y avenidas

Según dispone el Plan Territorial del Litoral de la Comunidad Valenciana, la identificación de los problemas existentes y las soluciones a afrontar frente a esta problemática están definidas en el PATRICOVA, asumidas en su integridad en el Plan de Acción Territorial.

Según dichas fuentes destaca la presencia en esta franja del litoral de dos tipologías de inundación habituales, son:

- Los desbordamientos que se producen en las desembocaduras de los ríos por insuficiencia del cauce, originando normalmente un cono o delta inundable junto a la misma.
- Las asociadas a la existencia de marjales costeras alimentadas fundamentalmente por los aportes de los barrancos que confluyen en las mismas y por las variaciones del nivel freático. Al tratarse de zonas deprimidas que han quedado encerradas por la formación de una barra o restinga litoral presentan importantes dificultades de drenaje.

A continuación se destacan las principales zonas en las que se ha identificado riesgo de inundación:

- En el tramo Cullera –Oliva el riesgo se genera como consecuencia de la presencia de zonas inundables asociadas a las marjales o en los tramos finales de los barrancos y ríos. De éstas, por su entidad, destaca la inundación masiva del río Júcar que afecta al litoral sur de Cullera y al marjal de Tavernes, sin perjuicio de la existencia de otras zonas igualmente significativas (ríos Vaca y Badell, barranco de Beniopa, río Serpis o la Rambla Gallinera).
- También es frecuente la existencia de algunas zonas con riesgo de inundación entre Pego- Calpe, como es el caso de Dénia (río Gironá y

barrancos de la Fusta, del Altet, de las Brisas y del Montgó), Ondara (barranco de Ondara), Jávea (río Gorgos y barranco del Tossalet) y Teulada (barranco de las Fuentes).

### 9.3.- Procesos erosivos

Los materiales existentes en la zona de actuación, predominantemente Cuaternarios, Terciarios y ocasionalmente Triásicos, podrán verse sometidos a procesos erosivos cuya evolución en el tiempo puede suponer un elemento de inestabilidad para los trazados proyectados. En concreto, se refieren a fuertes erosiones por incisión lineal en zonas de arroyos estacionales y ramblas. Problemas de erosionabilidad se podrán originar también en los taludes.

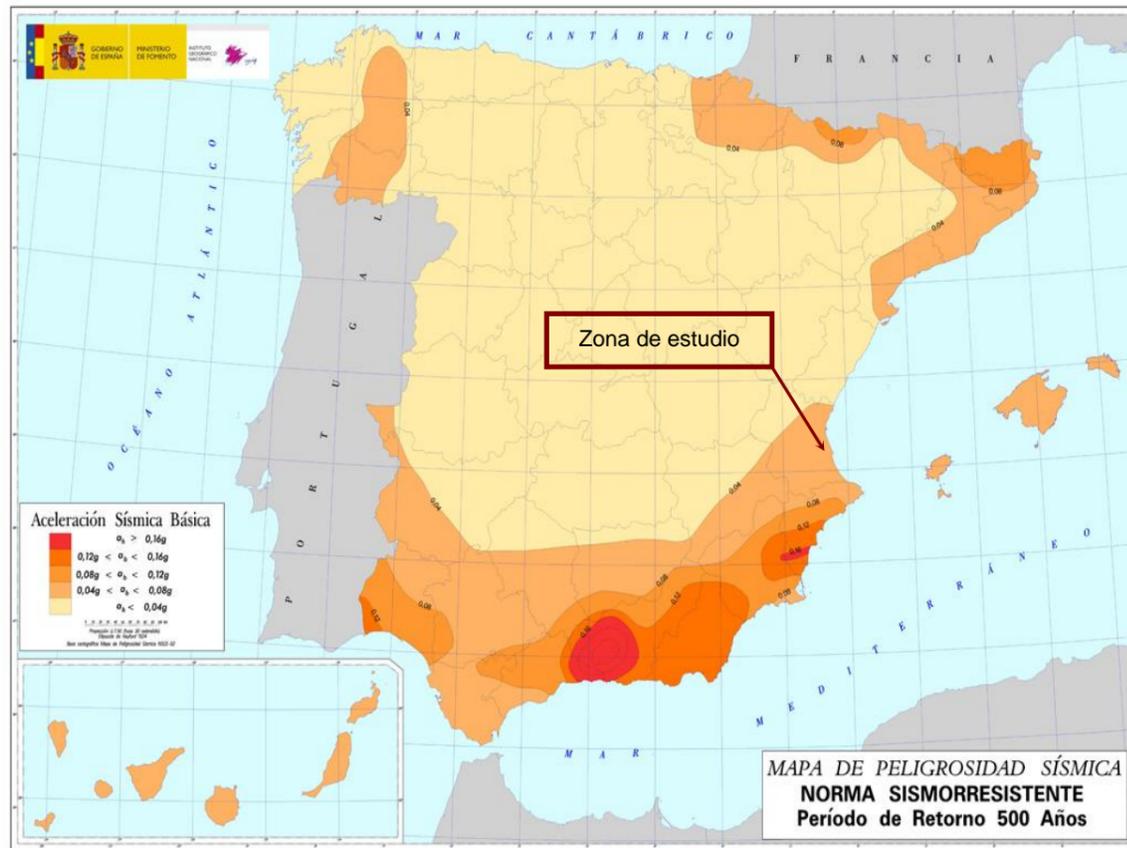
### 9.4.- Presencia de sulfatos y materia orgánica

En algunas unidades descritas anteriormente situadas dentro de la zona de actuación, como es el caso de algunos materiales de triásico, como los yesos y arcillas yesíferas que pudieran resultar agresivos frente a los hormigones. Esto se deberá tener en cuenta si se emplaza alguna estructura en dicho litotipo.

Se pueden localizar dentro del Cuaternario fangos y tubas que presentarán normalmente gran contenido de materia orgánica en las aguas, por lo que éstas serán agresivas a los hormigones.

### 9.5.- Sismicidad

Los criterios que se han de seguir dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la elaboración de proyectos se recogen en la Norma de Construcción Sismorresistente. Dentro del marco establecido por esta Norma, la parte 2 de la misma NCSP-07, relativa a los puentes y estructuras, establece los criterios específicos que han de tenerse en cuenta dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto de los puentes de carretera y de ferrocarril.



**Figura 4:** Situación del área de estudio dentro del mapa de peligrosidad sísmica en España, establecido por la Norma Sismorresistente NCSR-02 (NCSR-07). Las líneas continuas indican valores de la aceleración básica de cálculo, y las discontinuas corresponden a valores del coeficiente de contribución de sismos lejanos de la fractura Azores-Gibraltar.

La citada norma delimita la peligrosidad sísmica de cada punto del territorio nacional en base a lo que denomina aceleración sísmica básica, cuyo valor se representa en relación al valor de la gravedad, g, e indica un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno. La Figura 4 muestra el mapa de peligrosidad sísmica, contenido en la NCSP-07 para el territorio español. El mapa suministra también el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

Conforme a lo anterior, la NCSP-07 dicta que no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento  $a_b$  sea menor de 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo, definida a continuación, sea menor de 0,04 g.

La aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ) se define como el producto:

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

donde,

$a_b$  = aceleración sísmica básica, según la norma de construcción sismorresistente

NCSE-02, representada en el mapa de la Figura 4.

$\rho$  = Coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores:  $\gamma_I$  y  $\gamma_{II}$ , siendo  $\gamma_I$  el factor de importancia definido anteriormente y  $\gamma_{II}$  un factor modificador para tener en cuenta un periodo de retorno (PR) diferente de 500 años.

A falta de un estudio específico puede suponerse:

$$\gamma_{II} = (PR / 500)^{0,4}$$

S = Coeficiente de amplificación del terreno, que para  $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$ , toma un valor de:

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

Para  $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4 g$ , toma un valor de:

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

Para  $0,4 g \leq \rho \cdot a_b$ , toma un valor de:

$$S = 1,0$$

siendo C, un coeficiente de terreno que depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación y apoyo, que se obtiene según el Cuadro 1, mostrado a continuación.

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

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

**Cuadro 10:** Coeficiente C según tipo de terreno.

Según la NCSP-0/7, para obtener el valor de cálculo del coeficiente C se determinarán los espesores e1, e2, e3 y e4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie, y se adoptará como valor de C la media obtenida al ponderar los coeficientes Ci de cada estrato con su espesor ei, en metros, mediante la expresión:

$$C = \sum C_i \cdot e_i / 30$$

Por tanto, y considerando que en el área de estudio el valor de la aceleración sísmica básica (ab) es superior a 0,04g, será necesario ser tenido en cuenta el efecto sísmico en el diseño tanto en las obras de tierra como en las de fábrica, puentes y/o estructuras.

### 10.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Se exponen de forma general, en este apartado las características geotécnicas de las formaciones geológicas atravesadas por las distintas alternativas estudiadas. Estas han sido deducidas de las investigaciones realizadas para la elaboración del presente estudio, y complementadas con información de estudios previos y de la bibliografía técnica disponible.

En conjunto, los materiales afectados por los trazados en estudio corresponden mayoritariamente a formaciones de tipo suelo (suelos de alteración, aluviales, coluviales, etc.). El resto de materiales presentes, son formaciones rocosas, fundamentalmente calizas, dolomías, margocalizas y conglomerados, que se excavarán en menor volumen.

Teniendo en cuenta la escala de trabajo y el nivel de estudio se podrían establecer cuatro grandes zonas geotécnicas:

- Materiales triásicos
- Materiales cretácicos
- Materiales terciarios
- Materiales cuaternarios

A continuación, se exponen las características principales de estas zonas:

#### Materiales triásicos

Los materiales triásicos litológicamente se encuentran constituidos por limolitas rojas, areniscas, dolomías y yesos.

Se pueden considerar los materiales como impermeables, por lo que el drenaje se realiza por escorrentía. Los términos arcillosos y limolíticos se excavan con facilidad, no así los tramos dolomíticos y yesíferos, que ofrecerán mayor dificultad de ripado.

La capacidad de carga se define como media a baja siendo los condicionantes geotécnicos más importantes, la presencia de asientos, algunos de ellos de tipo diferencial. Igualmente los problemas de disolución de yesos pueden originar colapsos, y agresividad, ésta última, tanto del terreno como de las aguas que circulen sobre éstos materiales.

### **Materiales cretácicos**

Los materiales cretácicos se van a dividir en dos grandes grupos:

1. Dentro del Cretácico Inferior se puede encontrar por un lado depósitos margosos, formados fundamentalmente por margas con materia orgánica y areniscas calcáreas y por otro sedimentos más calcáreos, que corresponderían con calizas bioclásticas, oolíticas, calizas de ostreidos y margas subordinadas.

Los depósitos cuya naturaleza es preferentemente margosa presenta una permeabilidad de baja a muy baja. El drenaje se realiza fundamentalmente por escorrentía. En general son materiales ripables y su capacidad de carga es considerada como media-baja.

Los taludes en desmonte ejecutados dentro de estos materiales deberán ser muy tendidos y estar protegidos.

Los materiales más calcáreos tienen una permeabilidad media-alta, realizándose el drenaje por escorrentía más infiltración. La excavabilidad es difícil o casi nula, siendo su capacidad de carga de media a alta.

Los taludes en desmonte de estos materiales más calcáreos podrían presentar una inclinación mayor.

2. El Cretácico Superior está representado por calizas, dolomías y margas subordinadas.

La alta permeabilidad de esta zona hace que el drenaje sea principalmente por infiltración. Son materiales no ripables y su capacidad de carga es de alta a media, dependiendo esto último del contenido margoso de las unidades.

No se han observado condicionantes geotécnicos de importancia, si bien existen pequeñas áreas con signos de carstificación.

Los taludes naturales observados están bien conservados y con pendientes acusadas, por lo que los desmontes que se pudieran producir, permitirían ángulos de inclinación próximos a la verticalidad.

### **Materiales terciarios**

Los materiales terciarios se pueden dividir en una serie de grupos:

1. Se pueden encontrar formaciones constituidas por calizas bioclásticas, alternancia de calizas y margas y areniscas calcáreas.

En cuanto a la permeabilidad de estos materiales, ésta se puede considerar media-alta, dependiendo del espesor de los tramos margosos y margocalizos. El drenaje se realiza por infiltración más escorrentía. Su ripabilidad será difícil, existiendo zonas de ripado en los tramos margosos. La capacidad de carga se puede considerar media-alta, dependiendo del grado de consolidación de los tramos margosos.

Como condicionantes geotécnicos más relevantes se encuentran los problemas de carstificación y diaclasado que puede presentar dichos materiales. En cuanto a lo que se refiere a taludes naturales, éstos se encuentran algo degradados, por lo que se recomiendan taludes 1/1 o inferiores.

3. Los materiales terciarios predominantes son margas y margocalizas brechoides que se caracterizan por tener una permeabilidad baja-muy baja. El drenaje se realiza mediante escorrentía superficial, existiendo infiltraciones en bloques de naturaleza calcárea.

La excavabilidad de estas margas y margocalizas es favorable dado el bajo grado de cohesión de sus materiales, y su capacidad portante será de media a baja, con manifestaciones de asientos diferenciales.

Respecto a la existencia de condicionantes geotécnicos, se ha de considerar la probable presencia de movimientos en masa, sobre todo en zonas de mal drenaje y acusadas pendientes. En grandes desmontes sobre estas formaciones rocosas, se ha de tener muy en cuenta la inestabilidad de taludes, por lo que es aconsejable taludes de poca altura y tendidos, y si esto no fuera posible se deberán proteger.

4. Se encuentra una zona netamente de naturaleza calcárea, constituida por calizas finas, calizas arrecifales y brechas calcáreas.

La permeabilidad es alta a muy alta y su drenaje se realiza por vía de la infiltración, aunque existe escorrentía superficial. La excavabilidad es nula y su capacidad de carga es alta.

Existen condicionantes geotécnicos como son el alto grado de diaclasado y fracturación, así como la existencia de fenómenos cársticos.

Los taludes naturales observados en esta zona son de fuerte ángulo de pendiente y de estado de conservación bueno, por lo que se podría considerar que no se van a presentar problemas en futuros desmontes, y los taludes podrían ser 1/1 o superiores.

5. Depósitos constituidos por alternancia de margas y areniscas.

Estos materiales actúan como impermeables, dado el alto contenido en cuerpos margosos, existiendo pequeñas zona con una permeabilidad media. Su drenaje se realiza casi íntegramente por escorrentía superficial. La excavabilidad de esta unidad se considera difícil en ciertos sectores donde abundan términos de areniscas en paquetes potentes. En aquellos donde son los términos margosos dominantes la excavabilidad es fácil. La capacidad de carga se estima media con sectores en donde puede ser alta.

No se aprecian condicionantes geotécnicos de importancia y sus taludes naturales se encuentran en estado de conservación aceptables. Existen taludes naturales en desmontes artificiales próximos al 1/1.

Bajo estos depósitos se localizan margas blanquecinas con cantos angulosos de calizas beige y margocalizas. Estos materiales presentan una permeabilidad muy baja. La ripabilidad se puede considerar buena, y la capacidad de carga es menor que los depósitos superiores.

Los condicionantes geotécnicos de estas margas blanquecinas están supeditados al alto grado de alterabilidad de estos materiales. Los taludes naturales observados en estos materiales están bastante degradados, por lo que los desmontes que se realicen sobre estos depósitos deberán tener taludes tendidos y bien drenados, e incluso proyectar medidas de protección.

6. Depósitos formados por margas, calizas y areniscas tipo flysch, ocupando una amplia zona entre Campello y Villajoyosa.

La permeabilidad de los materiales será muy distinta según la litología, ya que junto a calizas y areniscas permeables tenemos margas y flyschs que actuarán de manera casi impermeable, con un drenaje de aceptable a bueno. La capacidad de carga en general es alta, sin asientos importantes, aunque se pueden presentar problemas de inestabilidad y excavación.

#### Materiales cuaternarios

Los materiales cuaternarios al igual que los terciarios están muy extendidos en todo el ámbito de actuación.

Dentro de estos materiales podríamos diferenciar tres grandes grupos:

1. Marjales y marismas pantanosas que se extienden detrás del cordón litoral; formados por arcillas, fangos y turbas con niveles freáticos muy someros.

Estos materiales presentan una permeabilidad muy baja y un drenaje deficiente, con una capacidad muy baja y asentamientos fuertes.

2. Depósitos asociados a la dinámica gravitacional: glaciares, conos, abanicos aluviales, depósitos coluviales, coluviones derrubios de laderas y canchales. En generales constituidos por cantos, gravas, limos, arcillas y caliches.

En cuanto a sus características geotécnicas estos materiales presentan todas las variables de permeabilidad, desde impermeable hasta muy permeable. El drenaje se realiza, dentro de estos depósitos, por escorrentía más infiltración. En general son depósitos de excavabilidad buena, aunque en aquellos donde existe presencia de costras carbonatadas y cimentación, la ripabilidad será difícil. La capacidad de carga se ha de considerar como media, con la aparición de puntos en que ésta sea baja.

Los condicionantes geotécnicos más relevantes son: Por una parte los posibles deslizamientos que se pueden producir en zonas con pendientes pronunciadas, existiendo también riesgos en la agresividad del terreno por la existencia próxima de materiales evaporíticos.

Por último, se han observado distintos tipos de taludes naturales, dependiendo de la compactación de los materiales y de su espesor.

3. Depósitos de llanuras de inundación, fondos de valle, meandros, depósitos de arroyada y terrazas. Litológicamente se encuentran constituidos por arcillas, limos, cantos y gravas, éstas últimas englobadas por lo general en una matriz arcillo-arenosa.

Estos materiales presentan todo tipo de características en lo que se refiere a su permeabilidad, siendo el drenaje por escorrentía más infiltración. Son materiales de fácil excavabilidad y su capacidad de carga varía de baja a muy baja, ya que normalmente son depósitos poco consolidados.

## 11.- PROCEDENCIA DE MATERIALES

El objeto del presente Estudio de Materiales es determinar las características geotécnicas de los materiales existentes en la zona de estudio para su aprovechamiento, y definir con la mayor exactitud posible las necesidades de

material para los rellenos y obras de fábrica previstas y su procedencia; además de los materiales para la capa de forma, cuñas de transición, subbalasto y balasto.

En el presente Estudio será fundamental el análisis de la posible reutilización de los materiales extraídos de los desmontes y túneles, así como la existencia de materiales de préstamo y canteras en las proximidades de los trazados.

A modo de avance, indicar que estos materiales rocosos y de alteración de la roca, que son analizados en el presente documento, presentan buena aptitud inicial para su uso como rellenos de la traza.

Para definir la aptitud de los materiales que se prevé excavar en la traza, se recurre al Pliego de Prescripciones Técnicas Tipo para Proyectos de Plataforma (PGP-2011 versión 2), concretamente a los apartados G0104 (rellenos), G0113 (cuñas de transición), G0106 (capa de forma) y G0107 (subbalasto), criterios que han sido adoptados para la elaboración del presente estudio. Un resumen de estas prescripciones se incluye en posteriores apartados.

Como punto de partida al presente estudio de los materiales, se dispone de la información suministrada por los siguientes trabajos y publicaciones:

- Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Castilla la Mancha- Comunidad Valenciana Región de Murcia. Sener. Diciembre 2001.
- Conexión Ferroviaria Oliva-Denia, Segundo Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía. ETT. Diciembre 2000.
- Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva, Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía. 1ª Fase. Iberinsa. Noviembre 2002.
- Conexión Ferroviaria Gandía-Oliva, Primer Tramo de la Prolongación hasta Denia de la Línea Valencia-Gandía. 2ª Fase. Iberinsa. Noviembre 2002.
- Mapa de Rocas Industriales de España, a escala 1:200.000. Hoja 56. Valencia.
- Mapa de Rocas Industriales de España, a escala 1:200.000. Hoja 64. Alcoy.

- Mapa de Rocas Industriales de España, a escala 1:200.000. Hoja 64. Alcoy.

### 11.1.- Trabajos realizados

El punto de partida para el Estudio de Procedencia de materiales ha sido la consulta bibliográfica referida en el apartado anterior, complementado con las investigaciones realizadas en las campañas de estudios y proyectos previos, que se adjuntan al final del documento y cuya situación se puede ver en los Planos A.2.5 y A.2.6.

Sobre las muestras extraídas de los sondeos y calicatas de los estudios previos y presentes se realizaron ensayos de laboratorio para la caracterización geotécnica de las unidades geológicas cartografiadas.

La totalidad de los reconocimientos geotécnicos y ensayos de laboratorio considerados para el estudio de materiales se incluyen en los Apéndices I, II, III, IV y V del presente documento.

Para realizar el estudio de reutilización y empleo de los materiales excavados en las diferentes alternativas, se han considerado los siguientes ensayos básicos:

- Identificación (Granulometría y Límites de Atterberg).
- Humedad y densidad natural.
- Ensayos químicos (materia orgánica, sulfatos y carbonatos).

A continuación, se comenzará con un planteamiento general de las especificaciones que deben cumplir los materiales y las características generales de las formaciones susceptibles de ser aprovechadas en la zona de estudio.

### 11.2.- Unidades de partida

Cabe reseñar que la mayoría de las litologías atravesadas por los trazados son formaciones de tipo suelo (suelos de alteración, aluviales, coluviales, etc.), aunque se atraviesan también algunas formaciones de carácter rocoso (calizas, dolomías, margocalizas y conglomerados).

Las unidades de materiales que pueden considerarse, de partida, son:

- Materiales para la formación de pedraplenes.
- Materiales para la formación de terraplenes.
- Materiales para mejora de la explanada.
- Materiales para capa de forma.
- Material para subbalasto.
- Áridos gruesos y finos para hormigones de obras de fábrica.

Dentro de estos materiales se pueden distinguir dos grupos:

- Por un lado, los terraplenes y explanadas, o genéricamente rellenos, que aunque son los que mayores volúmenes de materiales suelen requerir, presentan unas exigencias menores, con lo que en general los materiales podrán proceder de los túneles y desmontes de los propios trazados o bien de zonas de préstamo próximas a ellos. Estos materiales pueden ser pedraplenes, terraplenes, zahorras artificiales o naturales, suelos seleccionados, adecuados o tolerables.
- El resto de los materiales que se emplean para conformar la capa de forma, subbalasto, y hormigones, son de un volumen global mucho menor que los anteriores, sin embargo las prescripciones a cumplir son más exigentes, lo que obliga en muchos casos a utilizar áridos y materiales procedentes de aportes externos a la traza.

### 11.3.- Prescripciones a cumplir por los materiales para la plataforma de ferrocarril

En este apartado se sintetizan las exigencias a cumplir por los materiales.

El material susceptible de utilización como relleno, capa forma y subbalasto, deberá cumplir las prescripciones marcadas por el PGP-2011. Las características a cumplir por el balasto vienen establecidas en la ORDEN/FOM/1296/2006.

**Material de relleno**

Se describen a continuación las prescripciones técnicas que deben cumplir los materiales que van a conformar las diferentes capas del terraplén y/o predaplén.

**1. Terraplenes****b) Núcleo de terraplén**

Debe realizarse una clasificación de los materiales como “Aptos”, “Especiales” y “No Utilizables”, en función de sus características geotécnicas, para determinar su posible uso como núcleo de terraplén.

Los suelos aptos son aquellos suelos de buenas características geotécnicas cuya utilización, como material de núcleo, puede hacerse de forma directa, en sus condiciones naturales, sin necesidad de realizar ningún tratamiento previo.

Los materiales “especiales” requieren un estudio previo más exhaustivo y su utilización requiere el encapsulado o el tratamiento con cal que se hará de acuerdo a las especificaciones al respecto.

Los materiales “No utilizables” no se pueden usar bajo ningún concepto por sus deficientes propiedades geotécnicas.

**a) Cimiento del terraplén**

El material a colocar en la base o cimiento de terraplenes podrá ser:

- Análogo al del núcleo (con las restricciones que más adelante se exponen).
- Con características de refuerzo.
- Con características de drenaje.

En el primer caso deberá tenerse en cuenta si existen condiciones de posible saturación y si es así, el contenido de finos inferiores al tamiz 0,080 UNE se limitará al quince por ciento (15%), prolongando esta exigencia en el núcleo hasta una altura

de dos metros (2 m) por encima de la cota del terreno natural (o del relleno del saneo si lo hubo).

Cuando el cimiento deba ser permeable o drenante, se aplicarán las especificaciones indicadas para pedraplenes, hasta una cota de 0,50 m por encima de la altura considerada inundable, con rocas no sensibles al agua, coeficiente de Los Ángeles inferior a treinta y cinco (35) y contenido de finos menor de cinco por ciento (5%). En este caso se tendrá en cuenta la posible contaminación si el terreno de apoyo es limoso o arcilloso, dando a la capa un espesor mínimo de 60 cm o colocando una capa de transición o un geotextil con funciones de filtro.

Además en estos casos de cimiento permeable o drenante, se dispondrá entre esta capa y el núcleo del terraplén una zona de transición de un espesor mínimo de 1 m, con objeto de establecer un paso gradual entre ambos materiales, debiéndose verificar entre dos tongadas sucesivas las siguientes condiciones de filtro:

$$(I_{15}/S_{85}) < 5; (I_{50}/S_{50}) < 25; (I_{15}/S_{15}) < 20$$

siendo  $I_x$  la abertura del tamiz por el que pasa el x% en peso de material de la tongada inferior y  $S_x$  la abertura del tamiz por el que pasa el x% en peso del material de la tongada superior.

**2. Pedraplenes**

Los materiales a emplear para la construcción de pedraplenes serán productos pétreos procedentes de la excavación de la explanación siempre que sean rocas sanas, que cumplan las siguientes condiciones:

- El tamaño máximo estará comprendido entre cien milímetros (100 mm) y la mitad
- (1/2) del espesor de la tongada compactada.
- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el cedazo veinte (20) UNE será inferior al treinta por ciento (30%).

- El contenido, en peso, de partículas que pasen por el tamiz cero coma cero ochenta (0,080) UNE será inferior al diez por ciento (10%).
- Queda excluida la roca de yeso.

Las características en cuanto a la granulometría corresponden al material compactado.

En los casos en los que la roca se degrade o desmorone por efecto de la compactación se aplicarán las prescripciones correspondientes al relleno normal o al “todo-uno”, según criterio del Director de Obra.

En coronación del pedraplén habrá una zona de transición de un metro (1 m) de espesor por debajo de la capa de forma, que se ejecutará según las condiciones citadas para terraplenes.

Salvo autorización expresa del Director, el contenido en peso de partículas con forma inadecuada será inferior al treinta por ciento (30%). A estos efectos se consideran partículas con forma inadecuada aquellas en que se verifique:

$$((L+G)/2E)>3$$

Siendo L,G y E, los valores de la longitud, grosor y espesor, definidos según el Artículo 331 del PG-3.

Otras características para pedraplenes son:

- El coeficiente de desgaste Los Ángeles será inferior a cincuenta (50).
- El coeficiente de friabilidad, según la Norma NLT-351/74, será inferior a veinticinco (25).
- Las pérdidas de peso tras cinco (5) ciclos de sulfato sódico y magnésico serán inferiores al veinte por ciento (20%) y treinta por ciento (30%) por ciento respectivamente (Normas NLT-158/72 o UNE 1367).

**Capa de forma**

Los materiales a emplear deberán cumplir las condiciones, indicadas en el cuadro siguiente, referentes al número mínimo de muestras a ensayar y a los valores de referencia y extremo que se deben obtener en los ensayos realizados, pudiendo ser modificadas según criterio de Dirección de Proyecto u obra.

Las muestras a ensayar deberán ser representativas del material existente en cada desmante, zona de préstamo o cantera que se pretenda utilizar por lo que dichas muestras deben proceder de, al menos, ocho emplazamientos diferentes de cada desmante, zona de préstamo o cantera.

PARÁMETRO	NÚMERO MÍNIMO DE MUESTRAS	VALOR DE REFERENCIA	VALOR EXTREMO	% ENSAYOS COMPRENDIDOS ENTRE VALOR DE REFERENCIA Y EXTREMO
Tamaño máximo	8	Tmax ≤ 10 cm	Tmax ≤ 12 cm	< 10 %
Pasante por el tamiz 2 (2mm)	8	30 ≤ # 2 mm ≤ 65%	25 ≤ # 2 mm ≤ 70%	< 15 %
Contenido en finos	8	Finos ≤ 5 %	Finos ≤ 7 %	< 15 %
Límites de plasticidad	8	-----	-----	-----
Contenido en materia orgánica	8	MO ≤ 0,2%	MO ≤ 0,3%	< 15 %
Índice CBR	8	CBR ≥ 15	CBR ≥ 8	< 15%
Hinchamiento en CBR	8	HincCBR ≤ 0,2%	HincCBR ≤ 0,3%	< 10 %
Desgaste de Los Ángeles	8	LA ≤ 30%	LA ≤ 35%	< 15 %
Ensayo Micro Deval húmedo	8	MD ≤ 25%	MD ≤ 30%	< 15 %

**Cuadro 11:** Condiciones de los materiales que constituyen la capa de forma

Además de los requisitos recogidos en el cuadro anterior, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Contenido en materia vegetal. El material estará exento de material vegetal constituida, entendiéndose por tal, entre otros, los restos de hierbas, las raíces y los trozos de troncos.
- Contenido de finos y plasticidad. El pasante por el tamiz 0,080 UNE puede llegar hasta el 15% si, en todas las muestras ensayadas, la fracción fina del material cumple simultáneamente que el límite líquido es inferior a 30 y el índice de plasticidad es inferior a 10.

### **Subbalasto**

En el material para capa de subbalasto el 100% de la fracción retenida en el tamiz 4 UNE debe proceder de trituración, ya sea a partir de piedra de cantera o de grava natural.

La utilización del material excavado en la traza, mezclado o no con el anterior procedente de cantera, será admisible sólo cuando, previo tratamiento de trituración y cribado, cumpla las condiciones de calidad y granulometría que fija el Pliego.

- En su conjunto, el material para subbalasto deberá cumplir las condiciones de calidad y granulometría que se resumen en el cuadro siguiente.
- El contenido de materia orgánica (UNE 103-204) así como el de sulfatos (UNE 103-201) no superará el 0,2% en peso del material seco que pasa por el tamiz 2.
- El coeficiente de uniformidad (D60/D10) será igual o superior a catorce (14) y el índice de curvatura (D302/D60xD10) entre 1 y 3 (según la norma UNE EN 933-1).
- Los áridos tendrán un desgaste de Los Ángeles (UNE EN 1097-2) inferior a veintiocho (28) y el resultado del Micro Deval húmedo (UNE EN 1097-1) será inferior a 22.
- El material compactado hasta una densidad del 100% de la obtenida en el ensayo del Proctor Modificado presentará una permeabilidad del orden de 10-6 cm/s o menor.

- El contenido en materia orgánica y sulfatos será inferior a 0,2 %, en ambos casos.
- La granulometría típica será la de una grava arenosa bien graduada con finos, con el huso que se muestra en el cuadro siguiente.
- El coeficiente de uniformidad (D60/D10) será superior a 14 y el coeficiente de curvatura (Cc) estará comprendido entre 1,0 y 3,0.
- Los áridos tendrán un desgaste de Los Ángeles inferior a 28 % y el resultado del Micro Deval húmedo será inferior a 22 %.
- El equivalente en arena será mayor de 45.
- El coeficiente de permeabilidad del material compactado (100% PM) será inferior a 10-6 cm/s, pudiendo prescindir de dicho ensayo si la capa subyacente cumple condiciones de capa de forma.

TAMIZ UNE	% QUE PASA (EN PESO)
40	100
31,5	90-100
16	85-95
8	65-80
4	45-65
2	30-50
0,5	10-40
0,2	5-25
0,063	3-9

**Cuadro 12:** Granulometría para el subbalasto.

### **Balasto**

La piedra partida empleada en la ejecución del balasto procederá de la extracción, machaqueo y cribado de bancos sanos de canteras de roca dura de naturaleza silíceas, de origen ígneo o metamórfico, no pudiéndose emplear el balasto de naturaleza caliza o dolomítica, o el procedente de rocas sedimentarias o cantos

rodados, ni con fragmentos de madera, carbonosos u otras materias orgánicas, ni el que contenga plásticos o metales. Tampoco se podrán emplear los suministros de balasto procedentes de la mezcla de rocas de diferente naturaleza geológica.

La relación de parámetros que debe cumplir el balasto viene establecida en la ORDEN FOM/1296/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los Capítulos: 6. – Balasto y 7.- Subbalasto del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF) adaptada a la norma UNE-EN 13450 y a la norma UNE 146147.

El balasto a emplear será de tipo A y deberá cumplir las condiciones que se indican a continuación:

- Resistencia al desgaste. Medido mediante el Coeficiente de Desgaste Los Ángeles (CLA) no deberá superar el catorce (14) y dieciséis (16) por ciento para velocidades máximas mayor y menos de 200 Km/ respectivamente.
- Resistencia a compresión simple superior a 1200 Kg/cm<sup>2</sup>, medida con probetas cilíndricas de diámetro mínimo 50 mm y esbeltez igual a ½ (relación altura/diámetro).
- Absorción de agua. Si ésta no supera el 0,5%, se considera que el árido es resistente al ataque del hielo- deshielo. Cuanto la absorción es superior al 1,5% debe descartarse este material como válido para balasto. Para absorciones intermedias, se somete al balasto a un ensayo de hielo - deshielo o a un ensayo de estabilidad a las acción del sulfato magnésico.
- La resistencia a la fragmentación, para el balasto de categoría A, vendrá dada por un valor del ensayo de impacto menor o igual a 14.
- Peso de balasto. Se establece en 4,5 toneladas por metro lineal de vía simple, para una densidad de balasto de 1,5 t/m<sup>3</sup> y 3,0 m<sup>3</sup> por metro lineal de vía simple.

Características geométricas:

El balasto está compuestos fundamentalmente por elementos de piedra partida de tamaño comprendido entre 31.5 y 50 mm en su mayor parte, con una curva granulométrica bien graduada.

Los elementos pétreos deben tener formas poliédricas de aristas vivas, con la dimensión mayor no superior a 3 veces la dimensión menor, medidas ambas según dos pares de planos perpendiculares y paralelos dos a dos. El índice de forma será menor de 11 y índice de lajas no debe sobrepasar el valor de 15.

El espesor mínimo de los elementos granulares debe ser de 25 mm. Se podrá admitir hasta un 27 % del peso total de la muestra ensayada, comprendido ente esta media y dieciséis (16) milímetros. Solo el 5% de la muestra ensayada podrá pasar por el tamiz de dieciséis milímetros .El valor máximo en tanto por ciento en peso de partículas de longitud  $\geq 100$  mm, dentro de la muestra de 40 Kg ( $\pm 100$  g), será menor del 4%.

#### **11.4.- Prescripciones a cumplir por los materiales para los viales, pasos superiores y caminos.**

Para la ejecución de los rellenos de los pasos superiores que intersectan la plataforma del ferrocarril así como los viales proyectados, los materiales a emplear deberán cumplir las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Los áridos para hormigones cumplirán las prescripciones indicadas en la EHE.

A continuación se muestran unas tablas con los valores más representativos de los materiales a emplear en los viales, pasos superiores y caminos.

	Índice plasticidad	Límite líquido	Terrones arcilla (%)	Partículas silíceas (%)	Materia orgánica (%)	Compuestos de azufre (%)	Sulfatos (%)	Reactividad álcalis	Equivalente de arena
Suelo-cemento	< 15	< 30	-	-	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 0,8	No reactivo	-
Grava-cemento	< 6 (a. fino no plástico para T00 a T2)	< 25 (a. fino no plástico para T00 a T2)	≤ 0,25 (a. grueso) ≤ 1 (a. fino)	-					> 40 (GC20) > 35 (GC35)
Hormigón Magro	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hormigón magro vibrado	-	-	-	-	-	-	-	-	> 75 (80 con heladas)
Hormigón en pavimento	-	-	-	≥ 35 (30 si tráfico < T1)	-	-	-	-	≥ 75 (80 con heladas)
Mezcla bituminosa en caliente	-	-	0	-	0	-	-	-	> 50
Mezcla bituminosa discontinuas en caliente	-	-	0	-	0	-	-	-	-
Lechada bituminosa	-	-	0	-	0	-	-	-	> 40 (anionica) > 60 (cationica)
Riegos imprimación y de curado	NP	NP	0	-	0	-	-	-	> 40

Prescripciones a cumplir por el árido para capas específicas en reposición de viales (1/2)

	Índice de lajas						Desgaste L.A.						C.P.A.			
	T00 a T2		T3 y T4		Arcenes		T00 a T2		T3 y T4		Arcenes					
Grava-cemento	≤ 30		≤ 35		≤ 40		≤ 30		≤ 35		≤ 40		-			
Hormigón Magro	-						< 30						-			
Hormigón magro vibrado	< 35						< 35						-			
Hormigón en pavimento	< 35						< 35 (≤ 20)						≥ 0,50 (≥ 0,45 a. fino con tráfico < T1)			
Mezcla bituminosa en caliente		T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4		T00 y T0	T1 y T2	T3 y arcenes	T4	T00	T0 y T1	T2	T3, T4 y arcenes	
	Densa, semidensa y gruesa	< 20	< 25	< 30	< 35	Rodadura drenante	≤ 15	≤ 20	≤ 25	-	≥ 0,55	≥ 0,50	≥ 0,45	≥ 0,40		
						Rodadura convencional	≤ 20	≤ 25								
						Intermedia	≤ 25		≤ 25 (vías de servicio)							
Drenante	< 20	< 25	≤ 25		Base	≤ 25	≤ 30									
Mezcla bituminosa discontinuas en caliente	T00 a T2		T3 y T4		Arcenes		T00 a T2		T3 y T4		Arcenes		T00	T0 a T2	T3, T4 y arcenes	
	≤ 20		≤ 25				≤ 20 (F); ≤ 15 (M)		≤ 25				≥ 0,55	≥ 0,50	≥ 0,45	
Lechada bituminosa	T0, T1 y T2			Resto			T0 y T1		T2, T3 y arcenes		T4		T0, T1 y T2	Resto	Arcenes T3 y T4	
	< 25			< 30			≤ 20		≤ 25		≤ 30		≥ 0,50	≥ 0,45	≥ 0,40	

Prescripciones a cumplir por el árido para capas específicas en reposición de viales (2/2)

	ÁRIDO FINO	ÁRIDO GRUESO
% pasa tamiz # 0,063 UNE	< 1-2	< 6-15
Terrones de arcilla (%)	< 1,00	< 0,25
Partículas blandas (%)	-	< 5,00
Desgaste de L.A.	< 40	
Equivalente de arena	> 80*	
Reactividad álcalis	No	
Coef. friabilidad	< 40	
Absorción (%)	< 5,0	
Compuestos totales azufre (%)	< 1,00	
Sulfatos (%)	< 0,80	
Cloruros (%)	< 0,03	
Pérdida de peso Sulfato magnésico	< 15	< 18
Coef. Forma o Índice de Lajas	> 0,20/< 35	

\* Puede ser > 75 si I, IIa, IIb o no se da ninguna clase específica de exposición. El árido de machaqueo calizo puede dar valores inferiores por lo que se controlará mediante azul de metileno.

Prescripciones a cumplir por los áridos para hormigones (según EHE)

Límite líquido	< 25, T4 (z. natural)	Para z. artificial y z. natural de T00 a T3 "no plástico"
	< 30, T32 y T4 arcenes no pavimentados	Tanto para z. artificial como z. natural
Índice de plasticidad	< 6, T4 (z. natural)	Para z. artificial y z. Natural de T00 a T3 "no plástico"
	< 10, T32 y T4 arcenes no pavimentados	Tanto para z. artificial como z. natural
Terrones de arcilla (%)	0	-
Sulfatos (%)	< 1,0	0,5 en contacto con capas tratadas con hormigón.
Materia orgánica (%)	0	-
Coeficiente de Limpieza	< 2	-
Equivalente de arena	> 40, T00 a T1	De no cumplirse su valor de azul de metileno será < 10 y simultáneamente EA no deberá ser inferior en 5 uds. a los indicados. En zahorras naturales los valores se podrán reducir en 5 uds.
	> 35, T2 a T4 y arcenes de T00 a T2	
	> 30 arcenes de T3 a T4	
Desgaste L. A.	< 30 T00 a T2 (z.artificial)	Estos valores pueden ser 5 uds. superiores en z. natural.
	< 35 T3 a T4 (z.artificial)	
Índice de lajas	< 35	-

Prescripciones a cumplir por los materiales para zahorra (según PG-3), en reposición de viales

### 11.5.- Aprovechamiento de los materiales

En primer lugar conviene resaltar que la mayoría de las litologías atravesadas por los trazados son formaciones de tipo suelo, suelos de alteración, depósitos aluviales, coluviales..., atravesándose en algunas ocasiones formaciones de carácter rocoso (calizas, dolomías, margocalizas y conglomerados).

De acuerdo con los datos extraídos en estudios anteriores llevados a cabo en el área de estudio, así como con los datos bibliográficos consultados, puede indicarse inicialmente que gran parte de los materiales que se encuentran a lo largo de los corredores estudiados son válidos para ser empleados en rellenos.

La excavación de formaciones de carácter rocoso (calizas, dolomías) cuando se encuentren poco alteradas, se podrán utilizar para obtener escollera, pedraplén, todo-uno y cimiento drenante.

En cuando a los coeficientes de aprovechamiento, como se puede apreciar en la tabla adjunta en el epígrafe siguiente, se ha considerado que todos los materiales cuaternarios excavados formados por arcillas, fangos y turbas (marjales y marismas pantanosas), así como gran parte de materiales triásicos con alto contenido en yesos se retiraran a vertedero. Para el resto de los materiales se ha estimado un aprovechamiento de un 70%.

#### 11.5.1.- Coeficientes de Paso

Los coeficientes de paso se definen como la relación entre el volumen final de relleno compactado y el volumen inicial de material deb desmonte utilizado en el relleno. Puede obtenerse de la fórmula:

$$\text{Coef.paso} = \frac{V_{\text{final}}}{V_{\text{inicial}}} = \frac{\frac{\text{Peso seco}}{\text{Dens. seca final}}}{\frac{\text{Peso seco}}{\text{Dens. seca inicial}}} = \frac{\text{Dens. seca inicial}}{\text{Dens. seca final}}$$

Para el caso analizado, se obtiene como el cociente entre la densidad seca obtenida en el laboratorio sobre muestras (procedentes de los sondeos y calicatas); y la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor de referencia, realizado sobre muestras alteradas tomadas en este caso de las calicatas mecánicas.

En la siguiente figura se esquematiza la definición de coeficiente de paso.

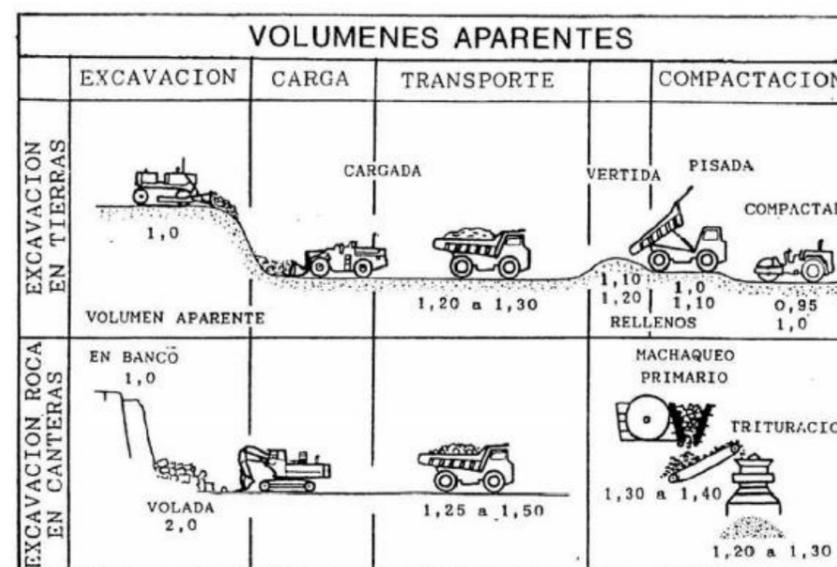


Figura 5: Evolución del volumen aparente durante las distintas fases del movimiento de tierras.

La definición de coeficiente de paso para el caso del pedraplén y todo-uno es bastante más complicada, ya que no se dispone de una densidad real (ya que es un conjunto variable de materiales), ni por supuesto de densidades de compactación. Sin embargo su granulometría deberá ser mayor que la de los suelos y por tanto de igual forma será el coeficiente obtenido. Por tanto, para asignar los coeficientes de paso de rocas se ha recurrido a la experiencia en estos materiales y a datos bibliográficos.

Para el cálculo del coeficiente de paso para la puesta en obra se va a considerar el grado de compactación normalmente exigido según el pliego de Adif (PGP-2011) y para reposiciones el pliego de carreteras (PG-3), correspondiente a la

colocación de los suelos con una energía de compactación del 95% del Proctor Modificado.

En el caso de transportar a vertedero el material, se ha supuesto una compactación por vertido del 75% de la específica para los rellenos.

A continuación, en el siguiente cuadro según los datos de estudios previos, los datos bibliográficos y considerando el nivel de estudio, se han establecido los coeficientes de paso para cada una de las grande unidades geotécnicas definidas en el presente Anejo.

Materiales	Cof. Paso	Cof. Espon.	Aprovechamiento
Materiales Cuaternarios-Albuferas, marismas	0,87	1,11	0%
Materiales Cuaternarios-Glacis, terrazas, aluviales	0,95	1,20	70%
Materiales Terciarios- Conglomerados, Calizas	1,05	1,30	70%
Materiales Terciarios- Limos, margas,	0,90	1,15	70%
Materiales Cretácicos	1,05	1,30	70%
Materiales Triásicos	0,93	1,17	50%

### 11.6.- Préstamos, yacimientos y vertederos

#### 11.6.1.- Yacimientos externos

Las excavaciones necesarias para definir el trazado apartarán material apto para rellenos, aunque como ya se ha mencionado anteriormente, debido a las prescripciones técnicas de los materiales de otras unidades de obra, será necesario tener que recurrir a materiales de préstamo externos a los trazados previstos para la ejecución de la obra.

Por ello, se ha realizado un estudio de los yacimientos canterables cuyos materiales podrán ser empleados a lo largo de la ejecución de las obras, para su

utilización como capa de forma, áridos en la fabricación de hormigones y mezclas bituminosas, zahorras artificiales y naturales, subbalasto y balasto.

Los materiales que afloran en las proximidades del ámbito de actuación corresponden fundamentalmente por un lado a materiales mesozoicos y por otro a depósitos cuaternarios.

Las explotaciones de material más cercano al ámbito de actuación son principalmente canteras en materiales calcáreos mesozoicos, no encontrándose graveras que sean de utilidad en las proximidades de los trazados propuestos.

Todas las explotaciones inventariadas están perfectamente mecanizadas, con amplios frentes de explotación y elevadas reservas. Tienen una producción alta y el material explotado presenta una amplia gama de granulometrías.

Los materiales producidos son generalmente áridos para su uso en la elaboración de hormigones y mezclas bituminosas, así como zahorras, suelos seleccionados y material de escollera.

Se han inventariado hasta el momento 21 canteras, cuya descripción y características más relevantes se adjuntan en Cuadro 11. Inventario de canteras.

Para el suministro de balasto, deberá recurrirse a las canteras homologadas por Adif, en la Figura 6. se muestra la ubicación de las canteras de balasto homologadas por Adif, con y sin suministro de material.

Las canteras homologadas más próximas a la zona de actuación, son:

Cantera	Estación de Cargue	Litología
Peñas Aragonesas	Moncorfa	Cuarcita
Cabezo Negro	Cieza	Ofita
Sierra Garasocy	Alhama de Aragón	Ofita

Nombre		Localización Empresa	Telef.	Coordenadas UTM		Ubicación Cantera	Productos	Contexto geológico
				x	y			
ARIDOS MUXARA, S.L.	CANtera SERRETA MUIXARA	Serreta Muxara, S/N La Nucia- Alicante	965870823	750826,05	4276557,95	La cantera se ubica a aproximadamente 1,7 km. al S de la Nucia en la serreta de Muxara	Arenas, gravas y piedra de mampostería	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico regional calcarenitas amarillentas y zonas margosas de edad Mioceno superior. En la zona de la cantera, los materiales están dominados por una calcarenita de aspecto esquistoso que se usa tanto para árido como para piedra de mampostería.
ARIDOS EL VEDAT, S.A.	CANtera EL VEDAT	Ptda. Tossal de la Moneda s/n Adsubia-Alicante	965977141	747050,00	4306150,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 1,8 km. al ESE de la población de Forná (Alicante)	Arenas, gravas, escollera y zahorras	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico MAGNA 1:50000 (hoja 796) dolomías masivas de edad Cretácico Superior (Cenomaniense-Turonense). Estos materiales presentan una potencia significativa que oscila entre 200 y 250 m ocupando una gran extensión en todo el flanco septentrional del sinclinal de Pego.
ARENAS FORNA, S.L.	CANtera COLLADO	Ctra. Oliva-Pego Km. 4 Drcha. 46780-Oliva-Valencia	965570430	751739,00	4307896,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 4,8 km. al SSO de la población de Oliva (Valencia)	Arenas	En la Cantera "Collado No 483" se ha agotado la explotación y se ha iniciado la actividad de un Vertedero de Residuos Inertes de la Construcción y Demolición, como Restauración final de la cantera. Ocasionalmente, en la antigua planta de trituración y clasificación se tratan gravas procedentes de la cantera "Penalba" y se obtienen los productos: Arenas
ARENAS FORNA, S.L.	CANtera COLLAET	Partida Collaet, s/n 03786 Adsubia Alicante	96 557 04 30	745000,00	4305650,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 2,5 km. al NNO de la población de Absubia (Alicante)	Arenas, gravas y zahorra	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico MAGNA 1:50000 (hoja 796) dolomías masivas de edad Cretácico Superior (Cenomaniense-Turonense). Estos materiales presentan una potencia significativa que oscila entre 200 y 250 m ocupando una gran extensión en todo el flanco septentrional del sinclinal de Pego
ARENAS FORNA, S.L.	CANtera PEÑALBA	Ctra. Oliva-Pego Km. 5,8 03780-Pego Alicante	96 557 04 30	751200,00	4306200,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 3,2 km. al NE de la población de Pego (Valencia)	Arenas, gravas y zahorra	La Cantera "Peñalba" se caracteriza por una roca Caliza-Dolomítica compactada. Esta cantera tiene una superficie aproximada de unas 74 Hectáreas. Lleva explotándose desde el año 1.972 . La explotación de la cantera se realiza en ladera, con formación de bancos de unos 15 metros de altura, mediante labores de perforación y voladuras con explosivo.
ÁRIDOS FILAES, S.L.U.	CANtera FILAES	Fonteta de Soria, 4-entresuelo Oliva-Valencia	962 854 109	746457,00	4305853,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 2,5 km. al NO de la población de Biar (Alicante)	Arenas, gravas, machaca, piedra y zahorra	Los materiales del afloramiento son, según el mapa geológico MAGNA 1:50000 (hoja 796), dolomías masivas de edad Cretácico Superior (Cenomaniense-Turonense). Estos materiales presentan una potencia significativa que oscila entre 200 y 250 m ocupando una gran extensión en todo el flanco septentrional del sinclinal de Pego.
ÁRIDOS LÓPEZ, S.L.	CANtera EL CUBET	Cam. De la Fontanta s/n 03410-Biar-Alicante	965811120 / 654372510	692900,00	4280800,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 2,5 km. al NO de la población de Biar (Alicante)	Arenas y gravas	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico MAGNA 1:50000 (hoja 846, CASTALLA) gravas, arenas y arcillas de origen aluvial y de edad Cuaternario. Estos depósitos se encuentran rellenando los valles que discurren entre los relieves Mesozoicos y Cenozoicos con orientación SO-NE. EN la zona donde se ubica la cantera, los materiales que se explotan son depósitos aluviales de edad Holoceno con cantos de conglomerados de naturaleza caliza.
ÁRIDOS SIERRA GORDA	CANtera SIERRA GROSSA	Carretera N-340, Km 175 Bellús-Valencia	962293326	715428,86	4314460,95	La cantera se encuentra ubicada a unos 4 Km. al S de la población de Játiva (Valencia)	Arena, grava, escollera, suelo seleccionado zahorra.	Los materiales del afloramiento corresponden según el mapa geológico MAGNA 1:50000 (hoja 795, Játiva) con areniscas calcáreas y calizas areniscosas de edad Campaniense-Maestrichtiense y calizas micríticas blancas de edad Maestrichtiense (Cretácico Superior). La explotación está principalmente centrada en las calizas micríticas blancas.
ARIDOS Y TRANSPORTES PEREA S.L.U.	CANtera LA MINA	Ptda Molí Nou 9 Atdo Nº6 CP 03110 Mutxamel Alicante	965950596 965950240	721793,00	4257664,00	La cantera se encuentra ubicada a unos 4 Km. al NNO de la población de Mutxamel (Alicante)	Áridos para morteros, hormigón y poroso y capas granulares.	La cantera de áridos y Transportes Perea explota gravas y arenas aluviales de origen calcáreo que se depositan en las terrazas fluviales originadas por los ríos Torremanzanas y Rio Seco. La cantera se emplaza en las terrazas fluviales del rio Seco donde se han acumulado importantes volúmenes de conglomerados y arenas procedentes de los relieves calizos de edades Mesozoico-Cenozoico que limitan esta pequeña cuenca hidrográfica.
CANteras Y ARIDOS LLAURI S.L	BARRANCO MOLINER Nº 929	Avda Reyes Católicos 4-3º Llauri-Valencia	669478324	730400,00	4335350,00	La explotación se encuentra situada al sur de la población de Llauri a aproximadamente 2 km. del centro urbano	Arena triturada, gravas, machaca, pedraplen, escolleras y zahorras.	La explotación se encuadra dentro de materiales del Jurásico Superior (Malm) estando dominados por calizas y calizas dolomíticas con alternancia de margas.
CANteras Y ARIDOS LLAURI S.L	CANtera GIRTAL	Avda. Reyes Católicos 4-3º Corbera-Valencia	669478324	727700,00	4338000,00	La explotación se ubica al Oeste de la localidad de Cobera	Arena triturada, gravas machaca, pedraplén escolleras y zahorras	La explotación se encuadra dentro de materiales del Cretácico Superior con edades Cenomaniense-Turonense estando dominados por calizas dolomíticas y dolomías en bancos potentes.
CANteras Y ARIDOS LLAURI S.L	CANtera BARRANCO LERON 1109	Avda. Reyes Católicos 4-3ºLlauri-Valencia	669478324	730100,00	4335550,00	La explotación se encuentra situada al sur de la población de Llauri, aproximadamente a 2 Km. del centro urbano	Arena triturada, gravas machaca, pedraplén escolleras y zahorras	La explotación se encuadra dentro de materiales del Jurásico Superior (Malm) estando dominados por calizas y calizas dolomíticas con alternancia de margas.
CANteras Y ARIDOS LLAURI S.L	CANtera LA CONTIENDA	Avda. Reyes Católicos 4-3º Alfarp-Valencia	669478324	716832,00	4351706,00	Se encuentra situada al sur de la población de la Chivana	Arena triturada, gravas machaca, pedraplén escolleras y zahorras	El paquete de materiales explotados en la cantera La Contienda se corresponde con unas calizas lacustres con intercalaciones margosas de edad Cretácico Superior (Senoniense superior).

Nombre		Localización Empresa	Telef.	Coordenadas UTM		Ubicación Cantera	Productos	Contexto geológico
				x	y			
ARIDOS CARASOLES S.L.U	CANTERAS CARASOLES 2943	C/ Moratin nº 17 4ª Valencia	962771570	711209,00	4376596,00	La cantera se encuentra ubicada unos 4 km. al Sur de Ribarroja del Turia	Gravas, arenas, suelo seleccionado, zahorras y pedraplén	Los materiales que se explotan son brechas calcáreas rojas y calizas micríticas grises. Todas ellas englobadas dentro del sistema Jurásico con representación del Lías y Dogger.
HOLCIM ARIDOS, S.L	CANTERA FONCALET , I, IV	Partida de Fontcalent, s/n Alicante	965 112330	711987,00	4249362,00	La cantera se ubica en las proximidades de Alicante y San Vicente del Raspeig	Áridos para hormigón, morteros, mezclas bituminosas	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico regional calizas micríticas y dolomías del Jurásico estando representados materiales tanto del Liásico, Dogger y Malm.
HOLCIM ARIDOS, S.L.	CANTERA CABEZONCILLO	Ctra. Busot – Aguas, km. 4,5 Busot-Alicante	965 699461	726689,00	4264626,00	La cantera se ubica a aproximadamente 3,2 km. al O de Aguas de Busot	Áridos para hormigón, morteros, mezclas bituminosas	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico regional calizas masivas y calceneritas intrabioclásticas de edad comprendida en el transito Jurásico Cretácico
TRITURADOS COTES, S.L.	CANTERA EL MONTOT Nº 1.043	Partida El Montot, s/n 46294 Cotes Valencia	96 212 02 91	707608,00	4418264,00	La cantera se encuentra ubicada a aproximadamente 3,4 km. al SO de la localidad de Antella	Gravas, arenas y zahorras	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico regional son calizas y dolomías de edad Senoniense inferior (Cretácico Superior). En la cantera, el material explotado está compuesto por una caliza dolomítica muy compactada.
HNS. ANDUJAR Y NAVARRO s.I.	CANTERA HNS. ANDUJAR Y NAVARRO S.L.	Rabosar s/n Paterna Valencia	961324950	718607,00	4378789,00	La cantera se encuentra ubicada a aproximadamente 3 km. al NO de Paterna	Arena y zahorra	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico regional calizas micríticas del Mioceno.
LORENZO ANDRÉS VALLÉS, S.L.	CANTERA GARGANTA II	C/ Altea, 5 03725 Teulada Alicante	96 574 06 86	769469,00	4293613,00	La cantera se encuentra ubicada a aproximadamente 2 km. al N de Teulada	Gravas, arenas, machaca y zahorra	Los materiales del afloramiento son según el mapa geológico regional calizas, calizas dolomíticas y niveles esporádicos de margas con edades de Cenomaniense-Turoniense (Cretácico superior).
COMPANÍA ADMINISTRADORA DE RECURSOS Y OBLIGACIONES, S.L.	CANTERA RIALLA Nº 2.774	C/ Tres Forques Nº 149 ACC Valencia	96 192 08 09	708415,00	4342235,00	La cantera se encuentra ubicada a aproximadamente 5 km. al O de Benimodo	Gravas, arenas, escollera y zahorra	La zona en la que se encuentra la explotación, corresponde a una serie carbonatada, que se sitúa en la unidad geológica del Sistema Ibérico Valenciano Meridional, más concretamente en la subunidad de los pliegues Nororientales, todo ello dentro del Sistema Ibérico.
COMPANÍA ADMINISTRADORA DE RECURSOS Y OBLIGACIONES, S.L.	CANTERA PEÑA NEGRA	C/ TRES FORQUES Nº 149 ACC Orxeta-Alicante	96 192 08 09	739366,00	4274097,00	La cantera se encuentra ubicada a aproximadamente 4 km. al NNE de Orxeta	Arenas y gravas	Geológicamente el Cretácico superior y Paleógeno dominan el ambiente sedimentario. Las litologías están asociadas fundamentalmente con una sedimentación carbonatada, marina, desarrollada desde ambientes someros a profundos.

**Cuadro 11:** Inventario de canteras.

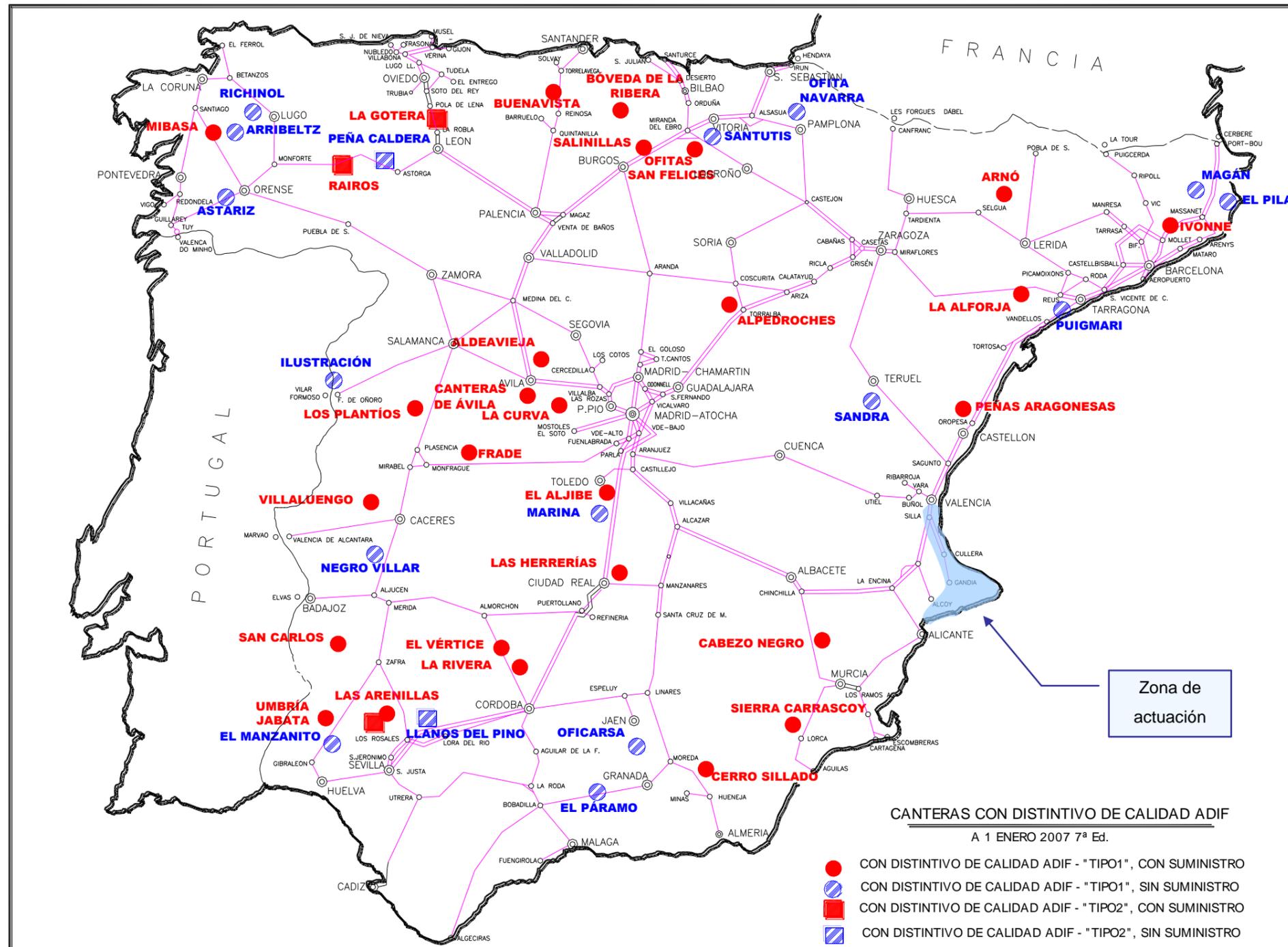


Figura 6: Mapa de situación de canteras de balasto homologadas por ADIF.

11.6.2.- Plantas de suministro

En cuanto a las plantas de suministro, se han inventariado un total de dieciséis (16) Plantas de Hormigón, distribuidas a lo largo de la zona de actuación, en un radio no mayor a los 50 kilómetros. Asimismo, se ha inventariado una (1) Planta de Aglomerado Asfáltico, que se sitúa próxima al ámbito de estudio.

Las principales características de estas plantas se incluyen en el cuadro siguiente:

Nombre	Provincia	Localidad	Telef.	Latitud	Longitud	Productos	Página web
HORMIGONES DEL VINALOPÓ, S.A.	Valencia	Picassent	961241868	39.354012000	-0.455096000	Hormigón preparado	<a href="http://www.hormigonesvinalopo.com">www.hormigonesvinalopo.com</a>
HORMIGONES CARLET, S.L.	Valencia	Carlet	962 531130	39.248489000	-0.531120000	Hormigón preparado	
LAFARGE ÁRIDOS Y HORMIGONES, S.A.	Valencia	Algemesí	962421450	39.213772000	-0.420656000	Hormigón preparado	<a href="http://www.lafarge.com.es">www.lafarge.com.es</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Valencia	Cullera	961725603	39.161793000	-0.264246000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Valencia	Real de Gandía	962 954 149	38.953972000	-0.189656000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
LAFARGE ÁRIDOS Y HORMIGONES, S.A.	Valencia	Ador	962 809 032	38.905811000	-0.218144000	Hormigón preparado	<a href="http://www.lafarge.com.es">www.lafarge.com.es</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Alicante	El Verger	965 750 210	38.857525000	-0.004219000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Alicante	Gata de Gorgos	966 469 002	38.785900000	0.074083000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
LAFARGE ÁRIDOS Y HORMIGONES, S.A.	Alicante	Teulada	965 740 606	38.746994000	0.108474000	Hormigón preparado	<a href="http://www.lafarge.com.es">www.lafarge.com.es</a>
HORMIGONES DEL VINALOPÓ, S.A.	Alicante	Benissa	965 731 692	38.730072000	0.076180000	Hormigón preparado	<a href="http://www.hormigonesvinalopo.com">www.hormigonesvinalopo.com</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Alicante	Calpe	965 830 111	38.656769000	0.036331000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Alicante	Finestrat	965 972 005	38.543045000	-0.192687000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
HORMIGONES CALETA, S.A.	Alicante	El Campello	965 631 334	38.428394000	-0.419090000	Hormigón preparado	<a href="http://www.grupocaleta.com">www.grupocaleta.com</a>
LAFARGE ÁRIDOS Y HORMIGONES, S.A.	Alicante	Muchamiel	965 956 275	38.444530000	-0.458089000	Hormigón preparado	<a href="http://www.lafarge.com.es">www.lafarge.com.es</a>
HORMIGONES DEL VINALOPÓ, S.A.	Alicante	Alicante	965 114 460	38.352283000	-0.556714000	Hormigón preparado	<a href="http://www.hormigonesvinalopo.com">www.hormigonesvinalopo.com</a>
HORMIGONES RELOSA, S.A.	Alicante	Alicante	965 103 534	38.336575000	-0.558339000	Hormigón preparado	<a href="http://www.hormigonesrelosa.com">www.hormigonesrelosa.com</a>
PLANTA DE ELSAN	Valencia	Real de Montroy	96255 5594	39.330407	-0.592172	Mezclas bituminosas en caliente de tipo discontinuo	

**Cuadro 14:** *Inventario de plantas de hormigón y de aglomerado asfáltico.*

11.6.3.- Préstamos y Vertederos

Dado el volumen de material excavado y el necesario para el empleo en rellenos se deberá recurrir a vertederos y préstamos en todas las alternativas, excepto en la alternativa 1A que no será necesario recurrir a préstamos. En este sentido existe un sobrante de materiales no reutilizables en todas las alternativas en estudio, que hace recomendable la presencia de algún vertedero en varias zonas de las inmediaciones de los trazados donde se puedan llevar los materiales sobrantes.

Se ha realizado un estudio de posibles zonas de vertido coincidentes con las zonas de préstamo analizadas, con objeto de aprovechar y emplear los huecos y excavaciones generadas a lo largo de la ejecución de la obra como zonas de retirada del material sobrante, que deberán ser confirmadas y analizadas en detalle en el Proyecto de Construcción a redactar.

Es importante destacar que en caso de que estas áreas no se utilizaran como préstamos y no se generaran huecos, podrían seguir utilizándose solo como vertederos, acopiando materiales únicamente sobre rasante. En este caso, debería tenerse en cuenta el mayor impacto ambiental que supondría con respecto a la restauración de los huecos tras la extracción de tierras de préstamo.

Estas zonas se encuentran repartidas por todo el ámbito de estudio y en las proximidades de las alternativas en estudio. La ubicación de las áreas se ha determinado a partir del plano de capacidades de acogida incluido en el Estudio de Impacto Ambiental del presente Estudio, teniendo en cuenta por otro lado la calidad de los materiales. Así mismo se ha intentado respetar caminos de servicio y zonas habitadas.

En los planos Nº7. "Geología, Geotecnia y Procedencia de Materiales" y Nº 16 "Préstamos y Vertederos sobre Capacidad de Acogida", adjuntos en el EIA, muestran la ubicación de estas áreas con relación a la situación de las alternativas en estudio.

En el siguiente cuadro se reflejan los datos obtenidos de las diferentes zonas de vertedero analizadas, teniendo en cuenta la superficie de la zona, materiales existentes, profundidad media de los mismos y volumen estimado de retirada de materiales.

Tramo	Préstamo/ Vertedero	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Tramo 1.- Gandía	PV-3	40.300,00	3,50	141.050,00
Tramo 1.- Gandía	PV-4	94.200,00	3,50	329.700,00
Tramo 2.- Oliva	PV-5	71.500,00	3,50	250.250,00
Tramo 2.- Oliva	PV-6	94.500,00	3,50	330.750,00
Tramo 2.- Oliva	PV-7	135.700,00	3,50	474.950,00
Tramo 3.- Denia	PV-8	151.000,00	3,50	528.500,00
Tramo 3.- Denia	PV-9	68.700,00	3,50	240.450,00
Tramo 3.- Denia	PV-10	69.600,00	3,50	243.600,00

**Cuadro 14:** Inventario de préstamos/vertederos.