

---

**ESTUDIO DE MATERIALES**

**ANEJO  
6**

**INDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>		
<b>2. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES.....</b>	<b>2</b>		
2.1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LOS PROYECTOS DE PLATAFORMA (PGP-2011 V2), DE ADIF .....	2		
2.1.1. PRESCRIPCIONES DE LOS MATERIALES PARA RELLENOS .....	2		
2.1.2. PRESCRIPCIONES DE LOS MATERIALES PARA CAPA DE FORMA .....	5		
2.1.3. PRESCRIPCIONES DE LOS MATERIALES PARA SUBBALASTO .....	6		
2.1.4. CUADROS RESUMEN .....	6		
2.2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES, PG-3.....	10		
<b>3. BALANCE PRELIMINAR DE TIERRAS.....</b>	<b>16</b>		
3.1 MATERIALES PROCEDENTES DEL TRAZADO.....	17		
3.1.1. MATERIALES TRIÁSICOS .....	18		
3.1.2. MATERIALES CRETÁVICOS Y JURÁSICOS.....	18		
3.1.3. TERCARIOS.....	22		
3.1.4. CUATERNARIOS .....	24		
3.2. COEFICIENTE DE PASO Y FACTOR DE ESPONJAMIENTO .....	29		
3.2.1. COEFICIENTE DE PASO.....	29		
3.2.2. FACTOR DE ESPONJAMIENTO .....	29		
3.3. CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO .....	30		
3.3.1. CANTERAS .....	31		
3.3.2. GRAVERAS .....	32		
3.3.3. PLANTAS DE HORMIGÓN .....	33		
3.3.4. SUMINISTRO DE BALASTO.....	33		
3.4. PRÉSTAMOS .....	34		
3.4.1. PRÉSTAMO 1 (P-1).....	34		
3.4.2. PRÉSTAMOS 2 (P-2) .....	35		
3.4.3. PRÉSTAMO 3 (P-3).....	36		
3.4.4. PRÉSTAMO 4 (P-4).....	38		
3.4.5. RESUMEN DE PRÉSTAMOS.....	39		
		3.5. VERTEDEROS .....	40
		<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
		<b>APÉNDICE 1. MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES</b>	
		<b>APÉNDICE 2. PLANTA DE SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS, PLANTAS DE SUMINISTRO Y PRÉSTAMOS</b>	
		<b>APÉNDICE 3. FICHAS DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO RECOPIADAS</b>	
		3.1. CANTERAS DE BALASTO	
		3.2. CANTERAS	
		3.3. GRAVERAS	
		3.4. PLANTAS DE HORMIGÓN	

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se realiza un estudio sobre las necesidades de materiales para la ejecución de las obras, la aptitud de los materiales de la traza de cara a su reutilización, así como de los préstamos, además de canteras, graveras y plantas de hormigón activas existentes a lo largo del tramo o sus inmediaciones que puedan ser susceptibles de proveer a la obra de materiales aptos para su empleo en rellenos (pedraplenes o terraplenes), como suministro de áridos, como suministro de balasto o como suministro de hormigones.

Para establecer las necesidades de materiales para la ejecución de las obras y estudiar las posibles procedencias de cada uno de estos productos, se ha considerado:

- Caracterizar las distintas litologías procedentes de la excavación susceptibles de ser aprovechadas.
- Realizar un inventario de canteras e instalaciones de suministro situadas a una distancia razonable de la obra, incluyendo una descripción del material a explotar (o procedencia del mismo), capacidad de producción, accesibilidad, distancia a la obra y toda la información que haya podido ser recopilada.
- Propuesta de posibles zonas para apertura de préstamos.
- Localización de zonas donde emplazar vertederos tanto para el material sobrante resultante del movimiento de tierras como para los residuos de construcción y demolición. Se presta especial atención a las canteras abandonadas, cuyo relleno con el material excedente suele producir un impacto ambiental positivo.

Para rellenos y explanadas, aunque son los que mayor volumen de material requieren, sus exigencias en general son reducidas, con lo que suelen utilizarse algunos materiales procedentes de la traza (desmontes, túneles...) o de zonas de préstamos cercanas. De las diferentes formaciones que se diferencian a lo largo del tramo, las que en principio parecen presentar mejores características para su uso como préstamos son materiales del cretácico superior (Formación Utrillas), y los del cuaternario especialmente la unidad QT y QC, que ya han sido utilizados con este fin en la construcción de la autovía A-67.

Asimismo, existen materiales de cantera, fundamentalmente de naturaleza calcárea, que previo estudio de sus características podrían ser susceptibles de utilizarse para cubrir las necesidades de obra en cuanto a las capas más exigentes de rellenos.

En lo referente al suministro de áridos, existen en la zona varias canteras de calizas en activo con las suficientes reservas y capacidad de producción como para cubrir las necesidades de la obra.

En cuanto al suministro de balasto se deberá acudir a material procedente de canteras con distintivo de calidad de ADIF y que cumplan las especificaciones requeridas para este material según la vigente normativa anteriormente mencionada. Por consiguiente, el suministro de balasto tipo I homologado por Adif, procederá de las Canteras "Ofitas San Felices", "Bóveda Ribera" y "La Gotera", siendo las más cercanas al trazado del presente Estudio.

Para la caracterización de las unidades de cara a su reutilización, se ha partido de las conclusiones obtenidas en el *Estudio Informativo del Proyecto de Línea de Alta Velocidad Venta de Baños - Santander. Tramo Alar del Rey – Santander* (ETT 2003), *Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Palencia-Santander. Tramo: Villaprovedo-Reinosa. Fase B 1:5.000* (Ineco 2010), *Estudio Informativo de la Línea de Alta Velocidad: Palencia – Santander. Tramo: Palencia – Alar del Rey* (Ineco 2017), los diferentes Proyectos Constructivos de la Línea de Alta Velocidad de Palencia-Santander (Tramo: Palencia – Alar del Rey. Subtramos: I, II y III, y los PC de los tramos pertenecientes a la autovía A-67 Palencia – Cantabria (tramos desde Villaprovedo a límite con Cantabria Aguilar de Campoo Norte).

## 2. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES

Se incluyen a continuación las prescripciones a cumplir por los materiales que conforman las diferentes capas del terraplén. La normativa vigente en proyectos de ferrocarriles y de carreteras (para la reposición de caminos), en lo que se refiere a los materiales a utilizar en las distintas unidades de obra anteriormente referidas son las siguientes:

- "Pliego de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de Plataforma", PGP 2011.V2 (ADIF).
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes", PG-3 (Hasta Orden FOM/2523/2014).
- "Norma 6.1-C Secciones de Firme de la Instrucción de Carreteras" (Orden FOM 3460/2003).
- "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)", Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre (B.O.E. 13-1-1999).

En cuanto a las eventuales reposiciones y caminos de servicio sobre los que actuar, estos deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa PG-3 habitualmente empleada para estos fines.

### 2.1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LOS PROYECTOS DE PLATAFORMA (PGP-2011 V2), DE ADIF

Los requisitos a cumplir por los materiales para obras del ADIF, se encuentran recogidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para los Proyectos de Plataforma (PGP-2011 V2), de ADIF, concretamente en el apartado G0104 (Rellenos), G0106 (Capa de forma) y G0107 (Subbalasto), criterios que han sido adoptados para la elaboración del presente anejo.

#### 2.1.1. Prescripciones de los materiales para rellenos

A continuación, se exponen las características necesarias de los materiales a utilizar.

Antes de iniciar la explotación de un determinado desmonte o préstamo cuyo material se vaya a destinar a la formación de rellenos, se procederá a una primera caracterización del mismo mediante los siguientes ensayos:

- Granulometría (UNE 103-101).
- Estabilidad frente al agua (NLT-255).

- Durabilidad (SDT, "Slake durability test" NLT-251).

Si estos ensayos indican de manera fehaciente que:

- El porcentaje, en peso, de partículas que pasen por el tamiz veinte (20) UNE será inferior al treinta por ciento (30%) y el porcentaje que pase por el tamiz 0,080 UNE sea inferior al diez por ciento (10%), estando el tamaño máximo comprendido entre diez y cincuenta centímetros (10-50 cm).
- No existe material (ensayo NLT-255) que sumergido en agua durante veinticuatro horas (24 h) manifieste fisuración o experimente pérdida de peso superior al dos por ciento (2%).
- No existe material cuya durabilidad (ensayo SDT) sea inferior al setenta por ciento (70%).

Entonces el material tendrá la consideración de pedraplén. En caso contrario, el material será calificado de terraplén o "todo-uno".

A efectos prácticos, en el Pliego PGP 2011, el tratamiento que se dará a los rellenos tipo terraplén o tipo todo uno será conjunto.

#### 2.1.1.1. Terraplenes

##### **MATERIALES A EMPLEAR EN CIMIENTO DE TERRAPLENES**

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).

Para la función de refuerzo en zonas con problemas de inestabilidad (capacidad portante o compresibilidad) podrán emplearse materiales tratados con ligantes hidráulicos, interposición de geotextiles o materiales adecuados del tipo siguiente:

- Tamaño máximo 80 - 400 mm (no mayor del 40% del espesor de la capa)
- Cernido tamiz nº 4 20 - 50%
- Cernido tamiz nº 40 < 30%
- Finos < 0,080 UNE < 8%

Cuando el cimiento deba ser permeable o drenante, se aplicarán las especificaciones indicadas para pedraplenes, hasta una cota de cincuenta centímetros (50 cm) 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 un espesor amplio a la capa (no menos de sesenta centímetros (60 cm)) o colocando una transición o geotextil con funciones de filtro.

##### **MATERIALES A EMPLEAR EN EL NÚCLEO Y CORONACIÓN DE TERRAPLENES**

Los materiales a emplear en el núcleo de los terraplenes serán suelos o materiales todo uno, exentos de materia vegetal y cuyo contenido en materia orgánica degradable sea inferior al uno por ciento (1%).

El contenido de sulfatos será inferior al cinco por ciento (5%), si bien la Dirección de Obra podrá admitir suelos con un contenido de sulfatos de hasta el quince por ciento (15%), siempre que se impida la entrada de agua tanto superficial como profunda mediante una coronación y espaldones impermeables.

El material empleado en el núcleo cumplirá, como mínimo, las condiciones siguientes:

- Límite líquido inferior a cuarenta (40).
- Si el límite líquido es superior a cuarenta (40) e inferior a sesenta y cinco (65), el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del límite líquido menos veinte ( $IP > 0,73 (LL-20)$ ).
- Asiento en el ensayo de colapso (NLT 254) inferior al uno por ciento (1%).
- Densidad máxima en el ensayo Proctor Modificado superior a un kilogramo setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $> 1,750 \text{ kg/dm}^3$ ).
- El índice CBR será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo, será inferior al uno por ciento (1%). Para valores de hinchamiento medio superiores al 1% e inferiores al 2%, sin que ningún ensayo supere el 3%, la utilización del material podrá ser autorizada por la Dirección de Obra, siempre que el material se coloque a más de dos metros bajo la cota de coronación del terraplén y que su compactación hasta la densidad exigida se efectúe con un contenido de humedad superior al óptimo Proctor.
- Cuando existan condiciones de posible saturación, se limitará el contenido de finos.

A continuación se incluye una tabla con las prescripciones de ADIF para núcleo:

CARACTERÍSTICAS	ARTÍCULO G-0104: RELLENOS (PGP – 2011)			
	APTOS		ESPECIALES	
	Valor de referencia	Valor extremo	Valor de referencia	Valor extremo
GRANULOMETRÍA	Pasa por tamiz 200 <25% Tmax 30cm	-	-	
PLASTICIDAD	Para espaldones LL<40 LL < 40 o Si 40 < LL < 65 entonces IP > 0,73 (LL-20)	LL < 40 o Si 40 < LL < 70 entonces IP > 0,73 (LL-25)	LL < 85	LL < 90
DENSIDAD PROCTOR MÍNIMA				
CBR	≥ 5	> 4	≥ 3	> 2.5
% HINCHAMIENTO	≤ 2% En edómetro al 100PM (*)	<2.5% En edómetro al 100PM(*)	≤ 2% En edómetro al 100PN(*)	<2.5% En edómetro al 100PN(*)
ASIENTO DE COLAPSO	≤ 1 % al 95%PM(*)	< 1.5 % al 95%PM(*)	≤ 2 % al 95%PN(*)	< 2.5 % al 95%PN(*)
MATERIA ORGÁNICA	≤ 1 %	< 2 %	≤ 4 %	< 5 %
SULFATOS	≤ 2.5 %	< 3.5 %	≤ 10 %	< 12 %
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS	≤ 1%	<1.5%	≤ 2 %	< 3 %

Tabla 1. Prescripciones Técnicas de Adif para la formación de núcleo (\*) Se utiliza el material que pasa por el tamiz 2

En la coronación del terraplén se dispondrá un material de mejor calidad cumpliendo las siguientes limitaciones:

- Límite líquido inferior a cuarenta (40).
- Tamaño máximo inferior a diez centímetros (10 cm).
- El cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al cuarenta por ciento (40%) en peso en la fracción de material inferior a sesenta milímetros (60 mm) (tamiz 60 UNE). Al igual que se indicó anteriormente, este porcentaje no será superior al quince por ciento (15%) cuando existan condiciones de posible saturación. Estas condiciones se cumplirán en muestras tomadas en el material después de compactado.

El tamaño máximo no podrá superar los dos tercios (2/3) del espesor de tongada.

A continuación se incluyen las prescripciones de ADIF para coronación:

CARACTERÍSTICAS	ARTÍCULO G-0104: RELLENOS (PGP – 2011)
GRANULOMETRÍA	-El cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al 40% en la fracción de material inferior a 60mm. En caso de posible saturación será inferior a 15%. -Tamaño máximo inferior a 10cm -Tamaño máximo inferior a 2/3 el espesor de la tongada
PLASTICIDAD	LL < 40
DENSIDAD PROCTOR MÍNIMA	
CBR	> 10
% HINCHAMIENTO LIBRE	<2% En edómetro
ASIENTOS	< 1 %
SULFATOS	< 2.5 %
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS	<1%

Tabla 2. Prescripciones Técnicas de Adif para la formación de coronación.

Cuando en el cimiento del terraplén haya de disponerse una capa drenante como la definida en el apartado anterior, se dispondrá entre esta capa y el núcleo del terraplén una zona de transición de al menos un metro (1 m) de espesor, con objeto de establecer un paso gradual entre ambos materiales, debiéndose verificar entre dos (2) tongadas sucesivas las siguientes condiciones de filtro:

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

Siendo Ix la abertura del tamiz por el que pasa el x% en peso de material de la tongada inferior y Sx la abertura del tamiz por el que pasa el x% en peso del material de la tongada superior.

**MATERIALES A EMPLEAR EN ESPALDONES**

En el caso de que la Dirección de Obra aprecie problemas de erosión en los taludes, podrá exigir la colocación de un sobreebanco de dos metros (2,0 m) (o el que considere necesario) de material con porcentaje de finos (pasantes por el tamiz cero coma cero ochenta (0,080) UNE) inferior al quince por ciento (15%).

**MATERIALES A EMPLEAR EN RELLENO DE SANEOS DE FONDO DE DESMORTE**

El relleno de los saneos en fondo de desmorte previstos en el proyecto debe realizarse con material que cumpla las mismas condiciones que las exigidas para la coronación de los rellenos. En el caso particular de que el suelo del fondo de desmorte sea potencialmente expansivo, el relleno del saneo se efectuará inmediatamente después de excavado éste sin dar tiempo a que se desequie, con material poco o nada permeable, previa colocación sobre el fondo rasanteado a

dos aguas, de una lámina de PVC prolongada hasta zanjas de drenaje longitudinales provistas de tubo poroso, si se prevé el riesgo de entrada de agua.

#### **MATERIALES A EMPLEAR EN EL TRASDÓS DE MUROS**

Serán materiales provenientes de la traza o de préstamo cuyo porcentaje en peso pasante por el tamiz 0,080 UNE no supere el 15%, sin presencia de materia orgánica ni cloruros.

##### 2.1.1.2. Pedraplenes

Los materiales a emplear para la construcción de pedraplenes serán productos pétreos. Queda excluida la roca de yeso.

El material deberá cumplir además las siguientes condiciones granulométricas:

- 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%).

Las condiciones anteriores corresponden al material compactado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución tan sólo tendrán un valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material. 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.

#### **FORMA DE LAS PARTÍCULAS**

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:**

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).

Para facilitar la revegetación de los taludes se deberán disponer los materiales más gruesos en el núcleo del relleno mientras que los más finos se dispondrán en el borde del talud de tal forma que sirvan de sellado y faciliten la disposición de la capa vegetal.

##### 2.1.2. *Prescripciones de los materiales para capa de forma*

La capa de forma se interpone entre la parte superior del terraplén o pedraplén, o en su caso del desmonte, y la capa de subbalasto. Las condiciones que deben cumplir los materiales para ser útiles como capa de forma son las siguientes:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO<0,2 %) según UNE 103-204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS< 0,2%) según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmax <= 100mm).
- Cernido por el tamiz cero coma cuarenta (0,40) UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 <= 15%) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz dos milímetros UNE, menor del ochenta por ciento (# 2< 80%).
- Cernido por el tamiz cero con cuarenta milímetros UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40< 75%).
- Cernido por el tamiz cero con cero ochenta milímetros UNE, menor veinticinco por ciento (# 0,080< 25%).
- Límite líquido menor de treinta (LL<30). Según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez (IP <10) según UNE 103104.
- En el caso de utilizar material procedente de cantera de roca, su coeficiente de Desgaste de Los Ángeles (UNE EN 1097-2) no será superior a treinta (30). El ensayo Micro Deval húmedo (UNE EN 1097-1) deberá dar menor o igual de veinticinco (25).
- El valor del índice CBR será superior a diez (10) para el noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima Proctor Modificado. El hinchamiento por inmersión será inferior al cero coma dos por ciento (0,2%). Para materiales más gruesos serán de aplicación los módulos de placa que se indican más adelante.

A continuación se incluye una tabla con las prescripciones de ADIF para capa de forma:

	PGP 2011	
	VALOR DE REFERENCIA	VALOR EXTREMO
Tamaño máximo	≤10cm	≤ 12cm
Pasante por el tamiz 2 (2mm)	30 ≤ 2 mm ≤ 65%	25 ≤ 2 mm ≤70%
Contenido en finos	≤ 5%	≤ 7%
Contenido en materia orgánica	≤ 0.2%	≤ 0.3%
Índice CBR	≥ 15	≥ 8
Hinchamiento en CBR	≤ 0.2%	≤ 0.3%
Desgaste de Los Ángeles	≤30	≤ 35
Ensayo Micro Deval húmedo	≤ 25	≤ 30

Tabla 3. Prescripciones Técnicas de Adif para la capa de forma.

### 2.1.3. Prescripciones de los materiales para subbalasto

Como subbalasto se entiende la capa superior de la plataforma sobre la que se apoya el balasto y cumplir una serie de especificaciones, como son:

- Se comprobará, mediante la Norma UNE-EN 933-5:1999, que el cien por cien (100%) del material retenido en el tamiz número cuatro (nº 4) es calificable como "triturado" y que procede del machaqueo y clasificación de piedra no caliza, extraída en cantera o en desmontes rocosos de la traza, o en yacimientos naturales de árido rodado silíceo.
- Si el material procede de un suministro exterior a la obra, deberá cumplir los requisitos del marcado CE.
- El subbalasto no podrá contener fragmentos de: madera, materia orgánica, metales, plásticos, rocas alterables, ni de materiales tixotrópicos, expansivos, solubles, putrescibles, combustibles ni polucionantes (desechos industriales).
- El contenido de materia orgánica, según Norma UNE 103204:1993, deberá ser inferior al cero con dos por ciento (0,2%) en peso, de la fracción que pasa por el tamiz número dos (nº 2).
- El contenido en sulfatos, según Norma UNE 103201:1996, deberá ser inferior al cero con dos por ciento (0,2%) en peso, de la fracción que pasa por el tamiz número dos (nº 2).
- Granulometría: El subbalasto estará constituido por una grava arenosa bien graduada, con un pequeño porcentaje de elementos finos. El ensayo para su

determinación se realizará según Norma UNE-EN933-1:1998 y el resultado deberá cumplir lo siguiente:

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
0,20	5-25
0,063	3-9

Tabla 4. Prescripciones Técnicas de Adif el ensayo para subbalasto.

- El coeficiente de uniformidad  $C_2 = D_{60}/D_{10}$ , será mayor o igual que catorce ( $C_u \geq 14$ ).
- El coeficiente de curvatura  $C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$ , estará comprendido entre uno y tres ( $1,0 \leq C_c \leq 3,0$ ).
- El equivalente de arena, según UNE-EN 933-8:2000, será mayor de cuarenta y cinco (45), para la fracción que pasa por el tamiz número dos (nº 2).
- El coeficiente de desgaste de Los Ángeles (CLA) será inferior al veintiocho por ciento (< 28%). El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-2:1999, teniendo en cuenta lo especificado en su Anexo A.
- El coeficiente Micro-Deval Húmedo (MDH) será inferior al veintidós por ciento (< 22%). El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-1:1997.
- El coeficiente de permeabilidad vertical del subbalasto (K), compactado al cien por cien (100%) de la densidad máxima del Proctor Modificado, debe ser ≤ diez elevado a menos seis metros por segundo ( $10^{-6}$  m/s). Su determinación en laboratorio se hará con permeámetro de carga variable, según del procedimiento descrito en el Anejo 3 de la Orden FOM/1269/2006. Se podrá prescindir del control de permeabilidad del material de la capa de sub-balasto, siempre que la capa subyacente cumpla condiciones de capa de forma definidas en el artículo G0106 del presente Pliego.

### 2.1.4. Cuadros resumen

Sobre la base de esta normativa se han elaborado una serie de cuadros, que se muestran a continuación:

- Materiales para la formación de terraplenes propuesta de nuevo texto del Artículo G-0104: “rellenos” (PGP – 2011).

Los valores serán representativos de un conjunto de al menos 8 muestras:

SUELOS	GRANULOMETRÍA TAMICES UNE % QUE PASA	LÍMITES ATTERBERG		M.O. (%)	% SO3	ASIENTO DE COLAPSO (NLT-254)	SALES SOLUBLES MENOS YESOS	CBR	HINCH EN EDOMETRO
		L.L.	I.P.						
Apto para núcleo y cemento		LL < 40	Si 40 < LL < 65 entonces IP > 0,73 (LL-20)	MO < 1%	<2.5%	<1%	<1%	>5	<2%
Especial para núcleo y cemento		LL < 85		MO < 5%	<10%	<2%	<2%	>3	<2%
Espaldones	Pasa por tamiz 200 <25% Tmax 30cm	LL<40	Si 40 < LL < 65 entonces IP > 0,73 (LL-20)	MO < 1%	<2.5%	<1%	<1%	>5	<2%
Cimiento saturado	Pasa por tamiz 200 <15%	LL < 40	Si 40 < LL < 65 entonces IP > 0,73 (LL-20)	MO < 1%	<2.5%	<1%	<1%	>5	<2%
Cimiento drenante	Ver prescripciones de pedraplén drenante								
Cimiento reforzado	Tamaño máximo: 80 - 400 mm (no mayor del 40% del espesor de la capa) Cernido tamiz nº 4 (5mm): 20 - 50% Cernido tamiz nº 40 (0,40 mm): < 30% Finos < 0,080 UNE: < 8%	LL < 40	Si 40 < LL < 65 entonces IP > 0,73 (LL-20)	MO < 1%	<2.5%	<1%	<1%	>5	<2%
Coronación	El cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al 40% en la fracción de material inferior a 60mm. En caso de posible saturación será inferior a 15%. Tamaño máximo inferior a 10cm Tamaño máximo inferior a 2/3 el espesor de la tongada	LL < 40		MO < 1%	<2.5%	<1%	<1%	>5	<2%
Capa de forma	-Carecerán de elementos de tamaño superior a diez centímetros -Su cernido por el tamiz 2mm será inferior al 65% Su cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor del cinco por ciento (5%) en peso. En caso de que LL<30 y IP <10, el material sea o plástico el contenido puede llegar hasta el 15%. En el caso de utilizar material procedente de machaqueo de rocas, su coeficiente de Desgaste de Los Ángeles no será superior a treinta (30). El ensayo Micro Deval húmedo deberá dar menor o igual de 25.			MO < 0.2%	-	-	>1.75 gr/cm3	>10	<0.2%

Tabla 5. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de terraplenes PGP 2011.

- Materiales para la formación de pedraplenes PGP 2011:

	GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL COMPACTADO				COEFICIENTE DE FORMA	LA	Microdeval	% pérdida sulfato magnésico
	EL TAMAÑO MÁXIMO SERÁ		% QUE PASA CEDAZO 20 UNE	% QUE PASA CEDAZO 0,080 UNE	$(L+G)/2E > 3$			
	COMO MAX. (mm)	COMO MIN. (mm)						
PEDRAPLÉN	½ Espesor capa	100	< 30	< 10	<p>&lt; 30 de partículas con forma inadecuada.</p> <p>Siendo estas aquellas que cumplan:</p> $(L+G)/2 > 3E$ <p>siendo:</p> <p>L = Separación máx. entre dos planos paralelos tangentes</p> <p>G= Ø del agujero circular min. por el que puede atravesar E = Separación min. entre dos planos paralelos tangentes</p>	<50 Para pedraplén drenante <35	<25	<30

Tabla 6. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de pedraplenes PGP 2011.

- Materiales para plataformas y firmes:

ÁRIDOS	GRANULOMETRÍA	PLAST.	SULF.	DESGASTE LOS ÁNGELES	MICRO DEVAL.	Permeabilidad.	ÍNDICE DE LAJAS	TERRONES ARCILLOSOS	EQUIV. ARENA	MAT. ORG.	C.B.R.	CARAS DE FRACTURA
												(% de dos o más caras de fractura UNE 5 mm)
SUBBALASTO PGP 2011	3 a 9 % pasa #0,080 UNE	N.P.	-	< 28	<22	<10-6m/sg	-	0	> 45	<0.2	≥ 20	
SUBBALASTO BITUMINOSO												
ZAHORRA ARTIFICIAL Art 501 PG3	3 a 9 % pasa #0,080 UNE	N.P.	-	< 30	-	-	< 35	0	> 35	0	-	> 75%

Tabla 7. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de plataformas y firmes PGP 2011.

- Materiales a emplear en cubrición de túneles artificiales:

Serán materiales provenientes de la traza o, en casos justificados, de préstamo, que cumplirán las condiciones exigibles al material para núcleos de rellenos (aunque sin elementos gruesos superiores a diez centímetros (10 cm), con compactación por tongadas mínima del noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Modificado, hasta alcanzar una cota de al menos 1,50 metros (1,50 m) sobre la clave (o sobre la losa superior en caso de estructura portificada). Por encima de esta cota, el material de relleno no tiene que cumplir exigencias especiales, aparte de que el vertido y extendido se realice también por tongadas.

## 2.2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES, PG-3

Otros materiales necesarios para finalizar el movimiento de tierras son los rellenos para caminos y terraplenes a acceso a estructuras y las zahorras artificiales de los firmes. Sus prescripciones están recogidas en el PG-3 y se resumen brevemente en las siguientes tablas:

MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES PG-3 Art. 330									
TIPO DE SUELO	GRANULOMETRÍA TAMICES UNE % QUE PASA	LÍMITES DE ATERRBERG		M.O. (%) (UNE 103.204)	SALES SOLUBLES (%) (NLT-114)	YESO (%) (NLT-115)	ASIENTO DE COLAPSO (%) (NLT-254)	HINCHAMIENTO LIBRE (%) (UNE-103.161)	UTILIZACIÓN
		L.L. (UNE 103.103)	I.P. (UNE 103.104)						
SELECCIONADO	100% ≤ 100 mmØ y # 0.40 ≤ 15%	-	-	MO<0.2	SS< 0,2 %				CORONACIÓN: CBR>5 CIMIENTO Y NÚCLEO: CBR>3
	(si # 0.40 ≥ 15%, entonces debe darse: # 2 < 80%, # 0.40 < 75%, y # 0.080 < 25%	LL<30	IP<10						
ADECUADO	100% ≤ 100 mmØ # 2 < 80%, # 0.080 < 35%	LL < 40		MO<1	SS< 0,2 %				CORONACIÓN: CBR>5 CIMIENTO Y NÚCLEO: CBR>3
		si LL > 30	IP>4						
TOLERABLE	-	LL < 65		MO<2	Distintos al yeso < 1%	YESO < 5%	< 1 %	< 3 %	CIMIENTO Y NÚCLEO: CBR>3
		si LL > 40	IP > 0.73 (LL-20)						
MARGINAL		si LL > 90	IP < 0.73 (LL-20)	MO<5				< 5 %	NÚCLEO: CBR>3

Tabla 8. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de terraplenes PG-3.

MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE PEDRAPLENES PG-3 Art.331							
PEDRAPLEN	GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL COMPACTADO				COEFICIENTE DE FORMA $(L+G)/2E > 3$	HUSO UNA VEZ COMPACTADO	
	EL TAMAÑO MÁXIMO SERÁ		% QUE PASA 20 mm UNE	% QUE PASA 0,080 mm UNE		Tamiz UNE (mm)	% que pasa
	COMO MAX. (mm)	COMO MIN. (mm)					
	900	100	< 30	< 10	< 30 de partículas con forma inadecuada. Siendo estas aquellas que cumplan: $(L+G)/2 \geq 3E$ siendo: L = Separación máx. entre dos planos paralelos tangente G= $\emptyset$ del agujero circular min. por el que puede atravesar E = Separación min. entre dos planos paralelos tangente	220 55 14	50-100 25-50 12.5-25

Tabla 9. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de pedraplenes PG-3.

### CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES

#### RELLENOS LOCALIZADOS Y TODO-UNO

MATERIALES PARA RELLENOS LOCALIZADOS PG-3 Art. 332			
RELLENOS LOCALIZADOS	TIPOS DE SUELO A EMPLEAR (según PG-3 art. 330)	Valor del CBR (UNE 103502)	
		Caso general	En trasdós obras de fábrica
	ADECUADOS Y SELECCIONADOS	>10	>20

Tabla 10. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de rellenos localizados y todo-uno PG-3.

MATERIALES PARA TODO-UNO PG-3 Art. 333								
TODO-UNO	GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL COMPACTADO	TIPO DE ROCA	DESMORONAMIENTO (NLT-255)		PIRITAS (UNE 83.120)	YESO (NLT-115)	OTRAS SALES SOLUBLES (NLT-114)	M.O.
			FISURACIÓN	PERDIDA DE PESO				
	# 0.080 < 35% y 30% < # 20 < 70%	ROCAS ESTABLES	NO	<2%	Ausencia	≤ 5%	≤ 1%	>2% rocas marginales
	# 20 < 30% y # 0.080 > 10%	ROCAS EVOLUTIVAS	SI	>2%	En caso contrario son marginales	5-20% solo en núcleo con espaldones >20% rocas marg.	>1% rocas marginales	
	Condiciones de pedraplén con tamaño máximo < 100 mm.							

Tabla 11. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de todo-uno PG-3.

CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES  
FORMACIÓN DE EXPLANADAS

MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE EXPLANADAS PG-3 Art. 512 y 6.1-IC Secciones de firme											
SUELOS	GRANULOMETRÍA UNE EN 333-2			PLASTICIDAD		M.O.% UNE-103.204	SULF.% UNE –EN 1744-1	C.B.R. UNE 103.502		C.B.R. MEZCLA A 7 DIAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 7 DIAS Mpa
	T. MÁX. (80 UNE)	% pasa (2 UNE)	% pasa (0,063 UNE)	LL UNE 103.103	IP UNE 103.103 UNE 103.104			ÍNDICE	HINCH. %		
SELECCIONADO PARA E-3	100	-	< 25	< 30	< 10	MO < 0,2	-	> 20	0	-	-
SELECCIONADO PARA E-2	100	-	< 25	< 30	< 10	MO < 0,2	-	> 10	0	-	-
ADECUADO PARA E-1	100	-	< 35	<40	LL>30 IP>4	MO < 1		> 5	< 2	-	-
TOLERABLE	150 (< 20%)	-	-	<40	-	< 2	-	> 3	-	-	-
				<65	> (0,6 LL-9)						
SUELO ESTABILIZADO CEMENTO	100	> 20	< 50			< 2	< 0,7			≥ 6	-
			<35	≤ 40	≤ 15	< 1				≥ 12	-
						< 1					≥ 1,5
SUELO ESTABILIZADO CON CAL	100	-	≥ 15%	-	SI IP>40 mezcla en 2 etapas	< 2	< 1			≥ 6	
					12≤IP≤40	< 1				≥ 12	

Tabla 12. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de explanadas PG-3.

**CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES**  
**MATERIALES PARA FIRMES Y MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS**

MATERIALES PARA FIRMES PG-3 Art. 510, 513 y 542										
ÁRIDOS	GRANULOMETRÍA UNE EN 333-2	PLASTICIDAD UNE 103.103 UNE 103.104	SULFATOS (%) UNE –EN 1744-1	DESGASTE LOS ÁNGELES UNE –EN 1097-2	C.P.A. UNE 146130	ÍNDICE DE LAJAS UNE-EN 933-3	TERRONES DE ARCILLA UNE 7133	EQUIVAL. ARENA UNE-EN 933-8	M. O. (%) UNE- 103.204	PARTICULAS TRITURADAS UNE-EN 933-5
SUELO-CEMENTO PG-3 Art. 513	Husos SC40 y SC20	LL<30, IP<12	Total azufre ≤ 1.0 % SO <sub>3</sub> ≤ 0.8%	T00 a T2<30, T3 y T4 <35 Arcenes<40	-	T00 a T2<30, T3 y T4 <35, arcenes<40	<0.25 % árido grueso <1.0 % árido fino	GC20>40 GC32>35	< 1.0	T00-T1 ≥ 70; T2 ≥ 50; T3 y T4 ≥ 30 Arcenes T00-T1 ≥ 50 Arcenes T2-T3-T4 ≥30
GRAVA-CEMENTO PG-3 Art. 513	Husos GC32 y GC20	T00 a T2 NP Resto LL<25, IP<6								
ZAHORRA NATURAL PG- 3 Art. 510	Husos ZN 40, ZN 25 o ZN 20	N.P. LL<25, IP<6 para T4	< 0,5 % capas con cemento < 1% resto	Superior en 5 a los exigidos ZA	-	-	0	T00 a T1 EA>40; T2 a T4 y arcenes de T00 a T2 EA>35; Arcenes de T3 y T4 EA>30	0	-
ZAHORRA ARTIFICIAL PG-3 Art. 510	Husos ZA 32, ZA 20 o ZAD 20	N.P.		T00 a T2 <30 T3, T4 y arcenes <35						<35
MEZCLAS BIT. C. ÁRIDO GRUESO PG-3 Art. 542	>2 mm.		-	de ≤ 30 a ≤ 20	T00 y T0 ≥ 56 T1 a T31 ≥ 50 T32, T4 y arc. ≥ 44	T00 ≤ 20 T0 a T31 ≤ 25 T32, T4 y arc.≤ 30	<0,5	0	0	T00-T0-T1=100 T2=90-100 T3, T4 y arcenes ≥70
MEZCLAS BIT. C. ÁRIDO FINO PG-3 Art. 542	<2 mm y >0,063 mm.	NP	-	< 25 rodadura e intermedia, < 30 base			0	> 50 la mezcla	0	≥ 75 a 100

Tabla 13. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de firmes PG-3.

MATERIALES PARA MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS EN CALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA PG3 Art. 543							
ÁRIDOS	GRANULOMETRÍA UNE EN 333-2	DESGASTE LOS ÁNGELES UNE –EN 1097-2	C.P.A. UNE 146130	PARTICULAS TRITURADAS UNE-EN 933-5	ÍNDICE DE LAJAS UNE- EN 933-3	EQUIVAL. ARENA UNE-EN 933-8	LIMPIEZA UNE 146130
ARIDO GRUESO	> 2 mm	T00 y T0 ≤ 15 T1 y T2 ≤20 T3 T4 y Arc. ≤ 25	T00 y T0 ≥ 56 T1 a T31 ≥ 50 T32-T4 y arc. ≥ 44	T00 y T31 = 100 T32 y Arc. ≥ 90 T4≥70	T00 y T31 ≤20 T32, T4 y Arc.≤25	> 50 la mezcla	< 0.5 %
ARIDO FINO	< 2 mm > 0.063 mm.	-	-	-	-		0
POLVO MINERAL	< 0.063	T00 y T2 = 100% de proporción de polvo mineral de aportación. T3, T4 y arcenes ≥ 50% La densidad aparente del filler según NLT 176 deberá estar comprendida entre 0.5 y 0.8 gr/cm <sup>3</sup>					

Tabla 14. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura PG-3.

### CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES MATERIALES PARA HORMIGONES

MATERIALES PARA HORMIGONES (EHE Art. 28)														
	CONDICIONES FISICOQUÍMICAS							CONDICIONES FISICOMECAÑICAS					PÉRDIDA EN PESO	GRANULOM. Y COEF. DE FORMA
	Terrones de arcilla % UNE 7133:,58	Partículas blandas % UNE 7134:,58	Retenido # 0,063 UNE y que flota en un líquido de densidad 2 % UNE 7244:,71	Compuestos de azufre referidos al árido seco % UNE 1744-1:98	Sulfatos solubles en ácidos y referidos al árido seco % UNE 1744-1:98	Cloruros referidos al árido seco % UNE 1744-1:98	Sulfuros oxidables %	Mat. Orgá. %	Equivalente de arena	Friabilidad de la arena UNE 1097-1:97	Desgaste de los Angeles UNE 1097-2:98	Absorción de agua % UNE 83133:90 83134:90	Con Sulfato Magnésico % UNE 1367-2:98	Máx. % pasa # 0,063 mm
ÁRIDOS														
ARIDO FINO	< 1,00	-	< 0,50	< 1,0	< 0,80	< 0,05 Hormigón armado o en masa < 0,03 Hormig. Pretensad.	0	0	75 ó 80 según la agresividad del ambiente	< 40	-	< 5%	< 15	6% según el tipo 10% de árido 15% y clase de exposición de la obra
ARIDO GRUESO	< 0,25	< 0,50	< 1,00	< 1,0	< 0,80	< 0,05 Hormigón armado o en masa < 0,03 Hormig. Pretensad.	0	0	-	-	< 40	< 5%	< 18	1% según el tipo 2% de árido.

*Tabla 15. Resumen de los requisitos de los materiales para la formación de hormigones.*

### 3. BALANCE PRELIMINAR DE TIERRAS

En el análisis preliminar correspondiente a todo Estudio Informativo, se prevé cierta compensación entre los materiales excavados que se pueden reutilizar y las necesidades para la ejecución de las distintas unidades de obra.

En el Tramo 1 el balance es deficitario, por lo cual las tres alternativas estudiadas dependen de la aportación de préstamos externos para completar el material procedente de las excavaciones y túneles. Alternativamente, parte de las necesidades del tramo 1 se podrían cubrir con los excedentes de los tramos 2 y 3, si la distancia de transporte lo permitiese.

El relleno para cubrición de Falsos Túneles se prevé realizarlo con el material procedente del propio túnel, del procedente de las excavaciones de los desmontes cercanos y si fuera necesario, de los préstamos propuestos (véase apartado 3.4).

De acuerdo con los datos extraídos del Anejo de Movimiento de Tierras, la siguiente tabla refleja los volúmenes requeridos por la obra, por tramos y alternativas:

	APORTACIONES (m <sup>3</sup> )										NECESIDADES (m <sup>3</sup> )						TOTAL PRÉSTAMOS (con coef.) (m <sup>3</sup> )	TOTAL VERTEDERO (con coef) (m <sup>3</sup> )	
	EXCAVACIONES					TUNEL					RELLENOS					CUBRICIONES			
	Desmorte (sin coef.)	Coef Med Aprov.	Desm. Aprov. (sin coef.)		Saneos (sin coef.)	A Vertedero (con coef.)	Perfil (sin coef.)	Coef Med Aprov.	Aprovechable (sin coef.)	A Vertedero (con coef.)	Terraplén (con coef.)	Relleno Saneado (con coef.)	Total (Terraplén + Saneado con coef.)	Terr. + Saneado Proc. Obra (con coef.)	Terr. + Saneado Proc. Préstamos (con coef.)	Excedente Obra a Vert (con coef.)			Relleno Falso túnel (Proc. Obra con coef.)
Rellenos			Falso Túnel																
<b>T1 Este</b>	2.696.568,1	0,41	1.092.408,4	929.727,6	390.055,5	2.791.901,3	555.933,0	0,65	359.118,6	275.540,2	2.850.718,4	390.055,5	3.240.773,9	1.669.256,1	1.571.517,9	0,0	1.069.186,7	1.571.517,9	1.765.822,8
<b>T1 Centro</b>	3.037.288,2	0,26	781.478,1	903.863,9	282.852,0	3.554.126,9	809.991,0	0,46	370.335,6	615.517,6	1.736.601,9	282.852,0	2.019.453,9	1.324.585,8	694.868,1	0,0	1.039.443,5	694.868,1	2.904.235,0
<b>T1 Oeste</b>	4.442.074,7	0,18	807.371,4	1.334.566,0	262.962,8	5.456.732,5	807.611,0	0,47	376.702,1	603.272,5	1.649.164,6	262.962,8	1.912.127,4	1.361.684,5	550.442,9	0,0	1.534.750,9	550.442,9	4.191.612,6
<b>T2 Este</b>	1.414.161,3	0,41	583.341,5	0,0	80.847,1	1.276.333,6					425.865,4	80.847,1	506.712,5	506.712,5	0,0	194.399,6	0,0	0,0	1.470.733,3
<b>T2 Oeste</b>	1.653.363,6	0,23	376.966,9	0,0	48.209,7	1.854.449,0					238.990,8	48.209,7	287.200,5	287.200,5	0,0	175.051,3	0,0	0,0	2.029.500,3
<b>T3 Este</b>	1.142.480,1	0,65	742.612,1	30.017,3	35.277,2	609.203,3	149.525,4	0,80	119.620,3	41.867,1	90.686,1	35.277,2	125.963,3	125.963,3	0,0	1.052.433,6	34.519,9	0,0	1.661.479,8
<b>T3 Oeste</b>	1.864.397,0	0,51	950.842,5	0,0	35.535,3	1.328.725,8					122.785,0	35.535,3	158.320,3	158.320,3	0,0	1.136.751,0	0,0	0,0	2.465.476,8

Tabla 16. Resumen de los volúmenes requeridos por la obra y por unidades de obra.

### 3.1 MATERIALES PROCEDENTES DEL TRAZADO.

Las litologías afectadas por el trazado de las diferentes alternativas estudiadas se pueden agrupar en dos grandes grupos: el primero correspondiente a los miocenos que se sitúan en la parte inicial (Nogales-Alar del Rey) y el segundo a los materiales mesozoicos al norte.

Es obvio, pero conviene recordar que los materiales geológicos son en la mayoría de los casos, muy heterogéneos, especialmente los de origen continental. Una formación que incluya alternancias de conglomerado, arenisca y lutita en capas no muy gruesas no puede aprovechar por separado cada una de estas litologías, es evidente que ha de generarse un todo-uno lo más homogéneo posible y reutilizar ese todo uno, si fuese posible.

Los diferentes materiales geológicos se han analizado según los ensayos de laboratorio de proyectos previos, clasificándolos y dando recomendaciones de reutilización en base a la PGP 2011.V2 y el PG-3.

Para el estudio de reutilización de los materiales, se han tomado los datos de ensayos de laboratorio de los Proyectos Constructivos de los tramos de las Autovías A-67 y de la A-73 Burgos-Aguilar. Tramo Bascones de Valdivia-Aguilar de Campoo, que se localizan próximos a los trazados en estudio, así como del “Estudio Informativo Alar del Proyecto de Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander” (ETT, 2002), del “Proyecto Constructivo de la Línea de Alta Velocidad Palencia – Santander. Tramo Palencia – Alar del Rey. Subtramo IV: Villaprovedo – Alar del Rey” (Ministerio de Fomento, mayo de 2006) y las del Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Villaprovedo-Reinosa (2011).

Para la caracterización de las unidades de cara a su reutilización, se ha partido de las conclusiones obtenidas en el *Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Palencia-Santander. Tramo: Villaprovedo-Reinosa. Fase B 1:5.000* (Ineco 2010), *Estudio Informativo de la Línea de Alta Velocidad: Palencia – Santander. Tramo: Palencia – Alar del Rey* (Geotécnico, 2000), los diferentes Proyectos Constructivos de la Línea de Alta Velocidad de Palencia-Santander (Tramo: Palencia – Alar del Rey. Subtramos: I, II y III, y los PC de los tramos pertenecientes a la autovía A-67 Palencia – Cantabria (tramos desde Villaprovedo a límite con Cantabria Aguilar de Campoo Norte).

A continuación, se incluye una estimación de la posible reutilización de los materiales del trazado para, a continuación, pasar a describir únicamente aquellos que van a ser excavados en las obras proyectadas, marcadas en negrita en la tabla:

UNIDAD LITOESTRATIGRAFICAS	DESCRIPCIÓN	POSIBLE APROVECHABILIDAD	
		PORCENTAJE APROXIMADO	USOS
T1	Conglomerados, areniscas, limos y arcillas “Facies Buntsandstein”	70	Pedraplén, Todo Uno
T2	Arcillas abigarradas pláticas y yesos “Facies Keuper”	0	No utilizable
T3	Diabasas y Doleritas. “Ofitas”	100	Pedraplén, Todo Uno
J1	Calizas, dolomías grises tableadas, dolomías oquerosas “Carniolas”, calizas bioclásticas y oolíticas a techo.	70	Pedraplén, Todo-Uno

J2	Calizas microcristalinas, bien estratificadas a masivas.	80	Pedraplén, Todo Uno
J3	Alternancia de margocalizas y margas	50	Todo Uno. Tramos margosos, no utilizables
J4	Alternancia de margas y calizas microcristalinas, con niveles de lutitas, margocalizas y calizas bioclásticas con esponjas	0	No utilizable
J5	En la base lutitas anaranjadas con niveles de conglomerados y areniscas. En el techo niveles de calizas y margas con lutitas “Facies Purbeck Inferior”	20	Todo-Uno, terraplén. Exclusivamente de las areniscas y conglomerados
C1	Areniscas y conglomerados “Facies Purbeck Superior”	70	Todo.Uno. Los tramos litificados deben ser retirados o sometidos a fragmentación.
C2	Arcillas, lutitas, areniscas, conglomerados y margas con ostreidos “Facies Purbeck Superior”	0	No utilizable
C3	Areniscas y conglomerados con intercalaciones arcillosas calcáreas “Facies Weald”	50	Pedraplén (los términos más litificados), Todo-Uno, Terraplén
C4	Lutitas rojas y verdes con niveles de areniscas “Facies Weald”	30	Todo-uno, Terraplén (Exclusivamente de las areniscas y conglomerados)
C5	Conglomerados y areniscas silíceas con niveles de lutitas grises y rojas a techo	70	Pedraplén
C6	Arenas, gravas y conglomerados con arcillas versicolores “Facies Utrillas”	50	Apto, Terraplén. (Marginal, no utilizable tramos lutíticos)
C7	Areniscas ocre, calcarenitas, margocalizas y margas con lignito	0	No utilizable
C8	Calizas, calizas nodulosas y biocalcarenitias	100	Pedraplén
C9	Margas ocre, calcarenitas, margocalizas y margas.	40	Todo-uno, pedraplén
C10	Calizas grises, dolomías y biocalcarenitias grises y ocre	100	Pedraplén
M4	Lutitas con gravas y arenas “Facies Grijalba-Villadiego”	0	No utilizable
M3	Conglomerados poligénicos, gravas, areniscas y lutitas rojas “Facies Grijalba-Villadiego”	70	Inadecuados (Litología lutítica). Todo-Uno y Pedraplén (con avanzado grado de cementación)
M2	Conglomerados cementados y brechas “Facies Alar del Rey”	100	Todo-uno, Pedraplén
M1	Gravas y arena ocasionalmente cementadas	100	Todo-uno, Terraplén
QTB	Travertinos y Tobas	0	No utilizable
QTZ	Terrazas: Gravas silíceas y arenas	40	Cimiento y núcleo de terraplén
QCL	Coluviones: Lutitas, arenas, cantos y bloques	40	Cimiento y núcleo de terraplén
QCD	Conos de deyección: lutitas, arenas y cantos	40	Cimiento y núcleo de terraplén
QAL	Aluvial indiferenciado: Limos, arenas y gravas	60	Terraplén
QD	Deslizamiento de ladera	60	Terraplén
QFV	Rellenos de fondo de vaguada: Limos, arcillas y arenas	40	No utilizable
QRE	Cuaternario antrópico: rellenos, vertidos y canteras	40	Cimiento y núcleo de terraplén
QU	Cuaternario Antrópico: Zonas urbanas e industriales	0	No utilizable

Tabla 17. Resumen de la estimación de la posible reutilización y uso de los materiales del trazado.

Se han analizado según los ensayos de laboratorio de proyectos previos, clasificándolos y dando recomendaciones de reutilización en base a la PGP 2011.V2 y el PG-3, aquellas unidades geológicas que se van a excavar en los desmontes y túneles proyectados en volumen apreciable, desechándose aquellas que o bien no se excavan, o el volumen de excavación es mínimo.

Las conclusiones se incluyen a continuación:

### 3.1.1. Materiales triásicos

#### 3.1.1.1. Arcillas abigarradas pláticas y yesos Facies Keuper, T2

Unidad compuesta por materiales arcillosos con niveles argilíticos y limolíticos intercalados. De manera ocasional, incluye yesos, tanto en capas intercaladas como en grandes masas plurimétricas, y puede presentar elevados contenidos en otras sales, sobre todo halita (NaCl).

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad T2		
		Valor máximo	Valor mínimo	Promedio
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	100	88	96
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	100	82	93
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	98	70	83
LÍMITES ATTERBERG	LL	79,1	29	41,7
	IP	50	8	17,3
CBR		-	-	-
% HINCHAMIENTO		2,75	1,35	2,22
ASIENTO DE COLAPSO		-	-	-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0	0	0
SULFATOS (%)		17,78	3,81	6,33
CONTENIDO EN YESO (%)		-	-	4,74
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		-	-	0,00

Tabla 18. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad T2.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD T2			
	NUCLEO Y CIMENTO	ESPALEDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA	-	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	-
CBR	-	-	-	-
% HINCHAMIENTO	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	-
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
SULFATOS	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	No apto			

Tabla 19. Resumen de la posible utilización de los materiales T2 según el PGP-2011 V2.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD T2			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	
PLASTICIDAD	-	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
CBR	-	-	-	-
% HINCHAMIENTO	-	-	CUMPLE	CUMPLE
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
YESO	-	-	-	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	Marginal			

Tabla 20. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales T2.

Se consideran **no aptos para terraplén ferroviario y marginales para la reposición de caminos** según ambas clasificaciones, por lo que se aconseja su retirada a vertedero.

### 3.1.2. Materiales cretácicos y jurásicos

Dentro de los materiales afectados por la traza existe una gran variedad litológica: desde calizas y dolomías marinas hasta términos más detríticos (gravas, arenas y arcillas) de origen continental, mucho más heterogéneos.

No obstante, es destacable el hecho de la gran abundancia de materiales calco-margosos y margosos, en general de baja durabilidad, que a priori tendrán uso solamente como núcleo de terraplén.

Los túneles que atraviesan las formaciones calcáreas marinas del Jurásico y del Cretácico Superior especialmente las calizas y calizas margosas, son susceptibles de generar material con un alto grado de aprovechamiento debido a que se extraen materiales poco alterados (roca fresca) durante su excavación utilizables tanto para terraplenes como para capa de forma (previa trituración y clasificación).

Los materiales más calizos de las barras jurásicas J1 y J2 y los cretácicos C8 y C10 se espera que puedan ser usados como capa de forma previo tratamiento, etc, en materiales con mayores exigencias de durabilidad y desgaste. Sin embargo, en la bibliografía específica existente no hay ensayos de durabilidad que puedan usarse para caracterizar estos materiales, por lo que estas premisas planteadas deben estudiarse en profundidad en fases posteriores de proyecto.

Se incluye a continuación una tabla con la estimación de la reutilización y uso de aquellos grupos litológicos clasificados como roca que serán excavados en las actuaciones proyectadas:

UNIDAD	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	APROVECHAMIENTO
			Usos
J1, J2	Roca dura muy fracturada	Calizas, dolomías y carniolas, calizas bioclásticas y oolíticas. Calizas microcristalinas.	Pedraplén, Todo-Uno
J3	Roca dura/roca blanda	Alternancia de margocalizas y margas;	Todo-Uno, los bancos de caliza. No aprovechable el resto
J4	Roca dura/roca blanda	Alternancia de calizas microcristalinas y margas, con niveles de lutitas, margocalizas y calizas bioclásticas con esponjas.	No se recomienda su reutilización si las alternancias marga-caliza tienen la habitual potencia decimétrica.
J5	Roca dura/roca blanda	En la base lutitas anaranjadas con niveles de conglomerados y areniscas. En el techo niveles de calizas y margas con lutitas "Facies Purbeck Inferior"	Todo-Uno, terraplén. Exclusivamente de las areniscas y conglomerados.
C1	Roca dura/roca blanda	Areniscas y conglomerados "Facies Purbeck Superior"	Todo-uno. Los tramos litificados deben ser retirados o sometidos a fragmentación.
C2	Suelo con intercalaciones rocosas	Arcillas, lutitas rojas y verdes, conglomerados, areniscas y calizas "Facies Purbeck Superior"	No utilizable (fracción lutítica a vertedero). Aptos (términos litificados debe ser retirados o sometidos a fragmentación).
C3	Roca dura/roca blanda	Areniscas y conglomerados con intercalaciones arcillosas calcáreas "Facies Weald"	Pedraplén, Todo-Uno
C4	Suelo con intercalaciones rocosas	Lutitas rojas y verdes con niveles de areniscas "Facies Weald"	Todo-uno, terraplén (Exclusivamente de las areniscas )
C5	Roca dura	Conglomerados y areniscas silíceas con niveles de lutitas grises y rojas a techo.	Pedraplén, Todo-Uno

UNIDAD	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	APROVECHAMIENTO
			Usos
C6	Suelo con intercalaciones rocosas	Arenas, gravas y conglomerados con arcillas versicolores "Facies Utrillas"	Terraplén
C7	Roca blanda	Areniscas ocre, calcarenitas, margocalizas y margas con lignito	No utilizable (presencia de margas con lignito, retirada a vertedero)
C8	Roca dura	Calizas, calizas nodulosas y biocalcareniticas	Pedraplén
C9	Roca dura/roca blanda	Margas ocre, calcarenitas, margocalizas y margas	Todo-uno, Pedraplén
C10	Roca dura	Calizas grises, dolomías y biocalcareniticas grises y ocre	Pedraplén

Tabla 21. Resumen de la estimación de la reutilización y uso de aquellos grupos litológicos clasificados según PG-3 como roca que serán excavados.

Por otro lado, analizaremos más en detalle, aquellas unidades cretácicas con menor grado de cementación de las cuales sí se tienen ensayos de laboratorio de estudios previos (C2 y C6).

### 3.1.2.1. Arcillas, lutitas rojas y verdes, conglomerados, areniscas y calizas "Facies Purbeck Superior" (C2)

Se trata de una unidad compleja, compuesta por tramos métrico a decamétricos de lutitas y arcillas rojas y verdes, de gran homogeneidad, con algunos niveles versicolores y otros con alteración caolinífera, que también afecta a algunos niveles areniscos de los existentes dentro de la unidad.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad, todos ellos en la fracción lutítica:

ENSAYO		Unidad C2-Lutitas		
		Valor máximo	Valor mínimo	Promedio
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	100	94	99
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	99,6	68	88,5
LÍMITES ATTERBERG	LL	58,5	26,2	38,2
	IP	35,3	10,8	19,1
CBR		6	1,8	3,3
% HINCHAMIENTO		4,3	0,8	2,7
ASIENTO DE COLAPSO		-	-	-
MATERIA ORGÁNICA (%)		15,4	0,3	2,3
SULFATOS (%)		0,1	0	0
CONTENIDO EN YESO (%)		-	-	-
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		-	-	-

Tabla 22. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad C2.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD C2-Lutitas			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA	-	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
CBR	-	-	-	-
% HINCHAMIENTO	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	-
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
SULFATOS	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	No apto			

Tabla 23. Resumen de la posible utilización de los materiales C2 según el PGP-2011 V2.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD C2-Lutitas			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	
PLASTICIDAD	-	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
CBR	-	-	-	-
% HINCHAMIENTO	-	-	CUMPLE	CUMPLE
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
YESO	-	-	-	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	Inadecuado			

Tabla 24. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales C2.

Es previsible, dadas las características del material, que la fracción más resistente, compuesta por areniscas, sea tolerable. Los términos litificados deben ser retirados o sometidos a fragmentación. Sin embargo, la fracción lutítica ha resultado **no apta e inadecuada**, ya que la mayoría de las muestras en las que se dispone de ensayos de compactación, no cumplen por el CBR, además de presentar un contenido en materia orgánica elevado. Del lado de la seguridad se ha considerado que esta unidad no se va a reutilizar.

### 3.1.2.2. Gravas, arenas, conglomerados y areniscas con lutitas rojas (C3)

Se han agrupado en esta unidad la formación de conglomerados silíceos y areniscas pardo – rojizos, con alteraciones caoliníferas, la formación de lutitas grises y rojas y con areniscas.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad C3+C4'
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	89,5
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	79,91
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	47,14
LÍMITES ATTERBERG	LL	28,39
	IP	10,15
CBR		34,3
% HINCHAMIENTO		-
ASIENTO DE COLAPSO		-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,11
SULFATOS (%)		<1
CONTENIDO EN YESO (%)		0,04
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		0,04

Tabla 25. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad C3.

No se dispone de ensayos de hinchamiento ni de asiento de colapso.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M6			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA		NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE			

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M6			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
CBR	CUMPLE			
% HINCHAMIENTO	-			
COLAPSO	-			
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE			
SULFATOS	CUMPLE			
SALES SOLUBLES	CUMPLE			
UTILIZACIÓN	Apto para núcleo y cimiento de terraplén a falta de confirmar con ensayos de hinchamiento y colapso			

Tabla 26. Resumen de la posible utilización de los materiales C3 según el PGP-2011 V2.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M6			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
PLASTICIDAD			CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			-	-
COLAPSO			-	
MATERIA ORGÁNICA			CUMPLE	CUMPLE
YESO			CUMPLE	
SALES SOLUBLES			CUMPLE	
UTILIZACIÓN	Tolerable apto para núcleo y cimiento de terraplén a falta de confirmar con ensayos de hinchamiento y colapso			

Tabla 27. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales C3.

Según ambas clasificaciones, el material sería **apto para núcleo y cimiento** de terraplén, no obstante, se recomienda la realización en fases posteriores de ensayos de hinchamiento y colapso para verificarlo.

### 3.1.2.3. Arenas, gravas y conglomerados con arcillas versicolores, "Facies Utrillas" (C6)

Litológicamente están formadas, por una parte, por arenas, areniscas y microconglomerados de matriz arenosa y cantos cuarcíticos muy redondeados; y por otra, por limolitas, lutitas y arcillas que pueden tener colores abigarrados.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO	Unidad C6			
	Valor máximo	Valor mínimo	Promedio	
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	100	91,45	98
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	98	76	87
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	89,8	22	53
LÍMITES ATTERBERG	LL	38	0	18,4
	IP	21	0	10
CBR	-	-	-	
% HINCHAMIENTO	-	-	-	
ASIENTO DE COLAPSO	-	-	-	
MATERIA ORGÁNICA (%)	0,4	0,4	0,4	
SULFATOS (%)	<0,1	<0,1	<0,1	
CONTENIDO EN YESO (%)	-	-	0,4	
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS	-	-	0,04	

Tabla 28. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad C6.

No se dispone de ensayos de hinchamiento, CBR, contenido en yeso y sales solubles distintas del yeso. A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD C6			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA	-	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
CBR	-	-	-	-
% HINCHAMIENTO	-	-	-	-
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
SULFATOS	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	Apto para núcleo y cimiento de terraplén a falta de ensayos: CBR, hinchamiento, colapso y sales solubles			

Tabla 29. Resumen de la posible utilización de los materiales C6 según el PGP-2011 V2.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD C6			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
PLASTICIDAD	-	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
CBR	-	-	-	-
% HINCHAMIENTO	-	-	-	-
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
YESO	-	-	-	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	Tolerable apto para su uso en núcleo y cimiento de terraplén a falta de ensayos: CBR, hinchamiento, colapso, yeso y sales solubles			

Tabla 30. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales C6.

Según ambas clasificaciones, el material sería **apto y tolerable**, válido para núcleo y cimiento de terraplén. No obstante, se recomienda la realización en fases posteriores de ensayos de hinchamiento, CBR y sulfatos para verificarlo.

### 3.1.3. Terciarios

Las alternativas propuestas discurren en sus primeros dos kilómetros por materiales de edad miocena, atravesando las siguientes litologías:

#### 3.1.3.1. Gravas y arena ocasionalmente cementadas, Brechas y conglomerados calcáreos, Facies Alar del Rey y conglomerados poligénicos, gravas, areniscas y lutitas rojas Facies Grijalba-Villadiego, M1, M2 y M3

Se trata de brechas, constituidas por depósitos masivos de cantos angulosos y bloques calcáreos, con cemento carbonatado y de conglomerados con cantos redondeados, calcáreos, con algún canto silíceo.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad M1+M2
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	69,92
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	55,60
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	44,80
LÍMITES ATTERBERG	LL	30,16
	IP	12,61

ENSAYO	Unidad M1+M2
CBR	14,89
% HINCHAMIENTO	5,85
ASIENTO DE COLAPSO	0,10
MATERIA ORGÁNICA (%)	0,21
SULFATOS (%)	0,05
CONTENIDO EN YESO (%)	2,07
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS	1,11

Tabla 31. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad M1, M2 Y M3

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M1+M2			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA		NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE			
CBR	CUMPLE			
% HINCHAMIENTO	NO CUMPLE			
COLAPSO				
MATERIA ORGÁNICA				
SULFATOS				
SALES SOLUBLES				
UTILIZACIÓN	No apto			

Tabla 32. Resumen de la posible utilización de los materiales M1, M2 Y M3según el PGP-2011 V2.

Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M1+M2			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
PLASTICIDAD			CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			NO CUMPLE	CON CUMPLE
COLAPSO				
MATERIA ORGÁNICA				
YESO				
SALES SOLUBLES				
UTILIZACIÓN	Inadecuado			

Tabla 33. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales M1, M2 Y M3.

Se consideran **no aptos e inadecuados** según ambas clasificaciones. Esto se debe en gran parte a la heterogeneidad y variedad que presenta esta unidad geotécnica y más concretamente a la litología lutítica, que es la que hace que no se cumplan las exigencias requeridas. No obstante, según experiencia sobre el resto de materiales que componen este grupo litológico, se puede precisar que éstos serían aprovechables para rellenos tipo **todo-uno y pedraplén** dado su avanzado grado de cementación. Este aspecto deberá concretarse mediante los ensayos pertinentes en posteriores fases de proyecto.

### 3.1.3.2. Lutitas con gravas y arenas Facies Grijalba – Villadiego M4

Estos materiales consisten en lutitas de tonos ocre y rojizos, con delgadas intercalaciones de areniscas y conglomerados en tránsito a las facies más proximales de los abanicos. También aparecen paleosuelos de tonos rojizos ricos en óxidos y blanquecinos carbonatados de génesis edáfica.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad M4
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	88,03
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	79,84
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	67,53
LÍMITES ATTERBERG	LL	32,18
	IP	14,91
CBR		9,71
% HINCHAMIENTO		5,66
ASIENTO DE COLAPSO		0,07
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,35
SULFATOS (%)		0,02
CONTENIDO EN YESO (%)		-
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		0,36

Tabla 34. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad M4

No se dispone de ensayos de contenido en yesos de las campañas previas.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M4			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA		NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE			
CBR	CUMPLE			
% HINCHAMIENTO	NO CUMPLE			
COLAPSO				
MATERIA ORGÁNICA				

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M4			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
SULFATOS				
SALES SOLUBLES				
UTILIZACIÓN	No apto			

Tabla 35. Resumen de la posible utilización de los materiales M4 según el PGP-2011 V2.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD M4			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
PLASTICIDAD			CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			NO CUMPLE	NO CUMPLE
COLAPSO				
MATERIA ORGÁNICA				
YESO				
SALES SOLUBLES				
UTILIZACIÓN	Inadecuado			

Tabla 36. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales M4.

Se consideran **no aptos e inadecuados** según ambas clasificaciones, por lo que se aconseja su retirada a vertedero.

### 3.1.4. Cuaternarios

Tanto en las unidades cuaternarias de origen aluvial QAL, como en las terrazas QT, se distinguen materiales de granulometrías gruesas y finas. Las granulometrías gruesas se consideran adecuadas para núcleo y en algunos casos coronación, con la salvedad de que en ocasiones es necesario un tamizado para eliminar las granulometrías mayores de 100 mm, y granulometrías finas, que deberán ser retiradas.

Las fracciones limo-arcillosas son inviables para su aprovechamiento como materiales de terraplén. En cualquier caso, las gravas y arenas son más abundantes que los limos y arcillas y corresponden principalmente a las terrazas fluviales del río Pisuerga y sus afluentes. No obstante, los volúmenes excavados en estos materiales son, en principio, bastante escasos.

Dada la morfología prácticamente llana de aquellas zonas de trazado por las que discurren las alternativas, éste lo hará mayoritariamente en rellenos de tipo terraplén, por lo que serán escasas las excavaciones realizadas y el volumen de éste extraído en materiales cuaternarios aluviales actuales y de terraza.

En el presente apartado, se analizarán también, aunque el volumen excavado de éstos sea aún menor que el de los aluviales, los cuaternarios de origen coluvial y los rellenos antrópicos.

A continuación, se incluye una estimación de la posible reutilización de los materiales del trazado y, consecutivamente, pasar a describir únicamente aquellos que van a ser excavados en las obras proyectadas, marcadas en **negrita** en la tabla:

UNIDAD	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	APROVECHAMIENTO
			Usos
QTB	Suelos	Travertinos y Tobas	No utilizable
<b>QTZ</b>	Suelos	Terrazas: Gravas síliceas y arenas	Cimiento y núcleo de terraplén
<b>QCL</b>	Suelos	Coluviones: Lutitas, arenas, cantos y bloques	Cimiento y núcleo de terraplén
<b>QCD</b>	Suelos	Conos de deyección: lutitas, arenas y cantos	Cimiento y núcleo de terraplén
<b>QAL</b>	Suelos	Aluvial indiferenciado: Limos, arenas y gravas	Terraplén
QD	Suelos	Deslizamiento de ladera	Terraplén
<b>QFV</b>	Suelos	Rellenos de fondo de vaguada: Limos, arcillas y arenas	No utilizable
<b>QRE</b>	Suelos	Cuaternario antrópico: rellenos, vertidos y canteras	Cimiento y núcleo de terraplén
QU	Suelos	Cuaternario Antrópico: Zonas urbanas e industriales	No utilizable

Tabla 37. Posible reutilización de los materiales del trazado

A continuación, se hace un resumen de las características, clasificación y aprovechamiento de las unidades geológico-geotécnicas cuaternarias excavadas:

3.1.4.1. Rellenos. QRE Rellenos antrópicos

Los materiales de origen antrópicos corresponden a rellenos de obras lineales (principalmente carreteras y caminos) y explanaciones de las zonas urbanizadas. Por su naturaleza muestran un carácter heterogéneo.

No se dispone de ensayos que caractericen esta unidad en el tramo de actuación. No obstante, su capacidad portante queda de manifiesto, por lo que se considera que se trata de materiales tolerables, por lo que se podrá emplear en la construcción de cimiento y núcleo de terraplén.

Los materiales de origen antrópicos corresponden a rellenos de obras lineales (principalmente carreteras y caminos) y explanaciones de las zonas urbanizadas. Por su naturaleza muestran un carácter heterogéneo.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad R
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	91,1
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	85,9
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	71,5
LÍMITES ATTERBERG	LL	31,07
	IP	12,59
CBR		10,68
% HINCHAMIENTO		2,53
ASIENTO DE COLAPSO		-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,57
SULFATOS (%)		0,45
CONTENIDO EN YESO (%)		-
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		-

Tabla 38. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad QRE.

No se dispone de datos de colapso, de contenido en yesos ni sales solubles distintas de yeso de las campañas previas realizadas.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD RELLENOS			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA	-	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
CBR	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
% HINCHAMIENTO	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
COLAPSO	-	-	-	-
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
SULFATOS	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	-
SALES SOLUBLES	-	-	-	-
UTILIZACIÓN	No apto			

Tabla 39. Resumen de la posible utilización de los materiales QRE según el PGP-2011 V2.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD RELLENOS			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
PLASTICIDAD			CUMPLE	CUMPLE
CBR			CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			CUMPLE	CUMPLE
COLAPSO			-	-
MATERIA ORGÁNICA			CUMPLE	CUMPLE
YESO			-	-
SALES SOLUBLES			-	-
UTILIZACIÓN	Tolerable apto para núcleo y cimiento de terraplén a falta de ensayos de colapso, yeso y sales solubles			

Tabla 40. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales QRE.

En cuanto a su clasificación PG-3, esta alcanza **Tolerable**, por lo que se podría emplear para la construcción de **núcleo y cimiento** de terraplenes. Si se decide el uso de esta unidad se recomienda la realización de ensayos de colapso, sales solubles y yeso.

No obstante, dada la heterogeneidad de los rellenos y la falta de ensayos para su correcta clasificación, se recomienda su retirada a vertedero.

3.1.4.2. Arcillas y limos con algo de arena y grava subangulosa. Coluviales, QCL

Se trata de arcillas y limos de tonalidades beige, ocre o rojizas, con proporción variable de grava calcárea subangulosa y subredondeada, procedente de páramos y cuevas y, en ocasiones, grava redondeada cuarcítica, procedente de terrazas colgadas sobre materiales terciarios.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad Qc
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	96,15
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	83,38
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	68,29
LÍMITES ATTERBERG	LL	27,68
	IP	11,04
CBR		19,03
% HINCHAMIENTO		0,81
ASIENTO DE COLAPSO		-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,64
SULFATOS (%)		0,5
CONTENIDO EN YESO (%)		0,84
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		0,4

Tabla 41. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad QCL.

No se dispone de datos de ensayos de asiento de colapso.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD Qc			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA		NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE			
CBR	CUMPLE			
% HINCHAMIENTO	CUMPLE			
COLAPSO	-			
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE			
SULFATOS	CUMPLE			
SALES SOLUBLES	CUMPLE			
UTILIZACIÓN	Apto para núcleo y cimiento de terraplén a falta de comprobar con ensayos de asiento de colapso			

Tabla 41. Resumen de la posible utilización de los materiales QCL según el PGP-2011 V2.

Según la clasificación del PGP 2011, se clasifican como **aptos para núcleo y cimiento** de terraplén. Se aconseja completar la caracterización mediante ensayos de colapso antes de su puesta en obra.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD Qc			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
PLASTICIDAD			CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			CUMPLE	CUMPLE
COLAPSO			-	
MATERIA ORGÁNICA			CUMPLE	CUMPLE
YESO			CUMPLE	
SALES SOLUBLES			CUMPLE	
UTILIZACIÓN	Tolerable apto para núcleo y cimiento de terraplén			

Tabla 42. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales QCL.

En cuanto a su clasificación PG-3, esta alcanza **Tolerable**, por lo que se podría emplear para la construcción de **núcleo y cimiento** de terraplenes. Si se decide el uso de esta unidad se recomienda la realización de ensayos de colapso.

3.1.4.3. Arcillas, limos, arenas y grava. Aluvial y llanura de inundación, QAL

Se trata de los depósitos aluviales pertenecientes a los cursos fluviales principales de la zona de estudio, así como a los depósitos de pequeños cursos de agua, tales como afluentes, vaguadas y arroyos.

Litológicamente tanto el cuaternario aluvial más superficial, como la llanura de inundación y el fondo de vaguada se caracterizan por una alternancia de arcillas, limos y arenas. Bajo esa capa arcillosa superficial, en el aluvial QAL se encuentran depósitos de gravas y arenas.

Se han separado, por tanto, para su caracterización geotécnica, la fracción fina de la gruesa según el porcentaje que pasa por el tamiz Nº200 (0,08 mm).

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad QAL (grueso)
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	56,45
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	44,89
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	20,64
LÍMITES ATTERBERG	LL	17,88
	IP	10,14
CBR		37,36
% HINCHAMIENTO		0,18
ASIENTO DE COLAPSO		0,23
MATERIA ORGÁNICA (%)		1,27
SULFATOS (%)		0,29
CONTENIDO EN YESO (%)		0,01
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		0,36

Tabla 43. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad QAL (grueso).

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD QAL (grueso)			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
CBR	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
% HINCHAMIENTO	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
COLAPSO	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
MATERIA ORGÁNICA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	
SULFATOS				
SALES SOLUBLES				
UTILIZACIÓN	No apto			

Tabla 44. Resumen de la posible utilización de los materiales QAL (grueso) según el PGP-2011 V2.

Se clasifican como **no aptos** dado el valor promedio de materia orgánica obtenido.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD QAL (grueso)			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			CUMPLE	CUMPLE
COLAPSO			CUMPLE	
MATERIA ORGÁNICA	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
YESO			CUMPLE	
SALES SOLUBLES			CUMPLE	
UTILIZACIÓN	Tolerable apto para uso como núcleo y cimiento de terraplén			

Tabla 45. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales QAL (grueso).

En cuanto a su clasificación PG-3, se clasifican como **tolerables aptos para núcleo y cimiento** de terraplén.

3.1.4.4. Gravas y arenas silíceas. Depósitos de terraza, QTZ

Estos depósitos de terraza están compuestos por un nivel superior de carácter arcilloso, sobre un nivel inferior de gravas silíceas (cantos y granos de cuarcitas, areniscas, cuarzo) con una matriz arenosa y mayoritariamente cuarcítica. El espesor está comprendido entre 2 y 4 m.

Se han separado para su caracterización geotécnica, la fracción fina de la gruesa según el porcentaje que pasa por el tamiz Nº200 (0,08 mm).

En la siguiente tabla se incluye un resumen de ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación de esta unidad:

ENSAYO		Unidad QT (fino)
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	95,51
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	91,74
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	69,6
LÍMITES ATTERBERG	LL	25,47
	IP	8,54
CBR		7,44
% HINCHAMIENTO		-
ASIENTO DE COLAPSO		-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,58
SULFATOS (%)		0,07
CONTENIDO EN YESO (%)		0
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		-

Tabla 46. Resumen de ensayos de laboratorio necesarios para clasificar la unidad QT (fino)

No se dispone de datos de hinchamiento, colapso y de contenido en sales solubles distintas de yeso de las campañas previas realizadas.

A partir de estos resultados, la posible utilización de estos materiales sería la siguiente:

- Se tienen en cuenta las prescripciones del artículo G-104 y del artículo G-106 del PGP 2011-V2.

PGP-2011 V2				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD QT (fino)			
	NUCLEO Y CIMIENTO	ESPALDONES	CORONACIÓN	CAPA DE FORMA
GRANULOMETRÍA		NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
PLASTICIDAD	CUMPLE			
CBR	CUMPLE			
% HINCHAMIENTO	-			
COLAPSO	-			
MATERIA ORGÁNICA	CUMPLE			
SULFATOS	CUMPLE			
SALES SOLUBLES	-			
UTILIZACIÓN	Apto para núcleo y cimiento de terraplén a comprobar con ensayos de hinchamiento, colapso y sales solubles			

Tabla 47. Resumen de la posible utilización de los materiales QT (fino) según el PGP-2011 V2.

Se consideran **aptos para núcleo y cimiento** de terraplén, no obstante, se recomienda verificarlo mediante ensayos de hinchamiento, colapso y sales solubles en sucesivas fases de proyecto.

- Teniendo en cuenta las prescripciones de PG-3 las conclusiones son las siguientes:

PG-3				
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD QT (fino)			
	SELECCIONADO	ADECUADO	TOLERABLE	MARGINAL
GRANULOMETRÍA	NO CUMPLE	NO CUMPLE		
PLASTICIDAD			CUMPLE	CUMPLE
% HINCHAMIENTO			-	-
COLAPSO			-	-
MATERIA ORGÁNICA			CUMPLE	CUMPLE
YESO			CUMPLE	
SALES SOLUBLES			-	
UTILIZACIÓN	Tolerable apto para núcleo y cimiento de terraplén a comprobar con ensayos que faltan			

Tabla 48. Resumen de las conclusiones según el PG-3 para los materiales QT (fino).

Al igual que la clasificación obtenida según el PGP, se clasificarían como **tolerables apto para núcleo y cimient** de terraplén. No obstante, dado que faltan ensayos, se recomienda verificar esto en sucesivas fases de proyecto.

#### 3.1.4.5. Relleno de Fondo de Vaguada QFV

Son depósitos de origen mixto constituidos por limos y arcillas más o menos arenosos, con abundancia de materia orgánica originada en la vegetación que recubre la extensión de terreno que ocupan.

No se dispone de ensayos realizados en la unidad QFV en la zona de estudio, aunque se estima que a priori puedan reutilizarse como suelos Aptos para Cimiento y núcleo de Terraplén al 40% (no utilizables los términos arcillo-limosos que serán retirados a vertedero).

### 3.2. COEFICIENTE DE PASO Y FACTOR DE ESPONJAMIENTO

#### 3.2.1. *Coefficiente de paso*

El coeficiente de paso o de variación volumétrica ( $C_p$ ) hace referencia a la diferencia a la relación existente entre el volumen in situ del terreno que se debe excavar y el máximo volumen posible de relleno compactado que se debe ejecutar con dicho material.

En los materiales que se van a excavar y reutilizar en los rellenos tipo terraplén, los coeficientes de paso o variación volumétrica ( $C_p$ ) se determinan mediante la expresión:

$$C_p = 100 \frac{\gamma_{dm}}{G_c \gamma_{max}}$$

Donde:

$\gamma_{dm}$  valor medio de las densidades secas en el estado natural del material (t/m<sup>3</sup>), obtenido en los sondeos en desmonte si ha sido posible disponer de muestras inalteradas, y en función de la granulometría de los materiales donde no se dispone de ellas.

$\gamma_{dmax}$  valor medio de las densidades máximas correspondientes al ensayo de compactación Proctor.

$G_c$  es el grado de compactación conseguido en la puesta en obra del material, expresado en tanto por ciento respecto al máximo obtenido en el Proctor de referencia.

Se ha considerado que el grado de compactación conseguido en obra será del 95%.

#### 3.2.2. *Factor de esponjamiento*

Se denomina factor de esponjamiento a la relación de volúmenes antes y después de la excavación y se define a partir de la siguiente relación:

$$F_w = V_b / V_s = d_s / d_b$$

Dónde:

$F_w$  es el factor de esponjamiento.

$V_b$  es el volumen de material en banco.

$V_s$  es el volumen de material suelto o excavado.

$d_b$  es la densidad del material en banco.

$d_s$  es la densidad del material suelto o excavado.

Este factor es importante en los materiales que no son aptos para su reutilización, ya que existe una clara diferencia entre el volumen que un material ocupa originalmente ( $V_b$ , en banco) y el volumen del mismo cuando éste ha sido excavado y transportado a su destino ( $V_s$ , material suelto).

Otro parámetro relacionado con el factor de esponjamiento es el porcentaje de esponjamiento ( $S_w$ ), definido como el incremento de volumen que el material experimenta cuando es excavado, para posteriormente transportarlo, respecto del que tenía en banco.

El porcentaje de esponjamiento se define como sigue:

$$S_w = \frac{V_s - V_b}{V_b} \times 100$$

O en función de las densidades:

$$S_w = \frac{d_b - d_s}{d_s} \times 100$$

El porcentaje de esponjamiento y el factor de esponjamiento están relacionados:

$$F_w = \frac{d_s}{d_b} = \frac{d_s}{\left(\frac{S_w}{100} + 1\right) \times d_s} = \frac{1}{\frac{S_w}{100} + 1}$$

Para el cálculo se emplean los datos de densidad aparente media y la densidad Próctor modificado media de cada una de las unidades, según los ensayos recopilados de estudios previos.

Además se tendrá en cuenta la PGP-2011 V2, en la que se indica que en caso de transporte a vertedero se supondrá una compactación del material del 70-80% de la especificada y del 95% de compactación para rellenos.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla resumen:

PARÁMETROS DE CÁLCULO						
UNIDAD	Densidad aparente (t/m3)	Humedad (%)	Densidad seca (t/m3)	Densidad próctor (t/m3)	Coef. paso Terraplén (95% comp)	Coef. Esponjamiento Vertedero (70% comp.)
QRE	2,1	14,42	1,77	2,03	0,92	1,24
QAL	2,24	11,03	1,96	2,08	1,04	1,35
QT	2,07	14,44	1,8	1,9	1	1,35
QCL	2,14	14,39	1,82	2,1	0,82	1,24
M1+M2	2,21	11,4	2,11	2,06	1,08	1,46
M4	2,22	13,8	1,95	2,04	1,01	1,37
C1+C2+J5					1,2*	1,6*
C3	-	8,28	2,6	2,16	1,00	1,72
C4+C5+C6		9,17			0,89*	1,2*
C7+C8					1,21*	1,60*
C9			2,17		1,15*	1,45*
C10					1,20*	1,60*
J1+J2					1,20*	1,60*
J3+J4					1,15*	1,50*
T2		12,86	1,78		1,00*	1,20*

Tabla 49. Resumen de los resultados obtenidos para los coeficientes de paso a obra y a vertedero. \*Valores teóricos

Los parámetros que se recomiendan aplicar en el cálculo de compensación de tierras son un coeficiente de esponjamiento de valor 1,4 para el paso del volumen procedente de túneles y desmontes a vertedero, y un coeficiente de compactación para la ejecución de relleno de valor 1,15.

Además, a partir de la información recogida en el presente anejo, se recomienda adoptar un valor medio de la capa de tierra vegetal de 0,30 m a lo largo de toda la traza, así como un saneo homogéneo de 1 m bajo todas las zonas de terraplén.

### 3.3. CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO

Se ha recopilado toda la información referente a explotaciones activas cerca del área de nuestro interés, de donde se podrían obtener materiales para bases, núcleos y coronación de rellenos y explanadas mejoradas, con el fin de suministrar materiales a la obra.

Se han incluido las fichas de las explotaciones recopiladas, donde figura, además de la situación y características de explotación, las características geológicas y el resumen de los ensayos de los materiales en algunas de ellas. En el apéndice 2, se incluye un plano de situación de estas instalaciones y en los apéndices de 3.1 a 3.4 se encuentran las fichas descriptivas.

En las inmediaciones de la traza de las diferentes alternativas propuestas, los yacimientos y explotaciones de áridos están ligados principalmente a macizos calcáreos del Jurásico, y a depósitos cuaternarios de terrazas fluviales. Asimismo, también hay algunas explotaciones vinculadas a afloramientos de arenas y arcillas de la Facies Utrillas C6.

Para la ejecución de las capas de mayor compromiso de la plataforma ferroviaria (capa de forma y subbalasto) se deberá recurrir a alguna de las canteras a las que nos hemos referido.

Para obtener el balasto deberá acudir a material procedente de canteras con distintivo de calidad de ADIF.

A continuación, se describen las características principales de las canteras, yacimientos granulares y plantas de suministro, donde se indica, además, la distancia mínima a la obra, el tramo en el que se encuentran de los tres en los que se ha dividido el ámbito de proyecto, y en el debido caso, el estudio previo del que fueron recopiladas.

### 3.3.1. Canteras

Las canteras activas cuentan con plantas de machaqueo y clasificado en sus instalaciones.

A continuación, se resume en la siguiente tabla las características más significativas de ambas explotaciones. Se indica, además, la distancia mínima a la obra y el tramo en el que se encuentran de los tres en los que se ha dividido el ámbito de proyecto:

Cantera	Nombre	Titular	Contacto	Localización			Recurso	Estado	Distancia mínima a las alternativas (km)	Tramo	Estudio previo	
				Municipio	Coordenadas						Proyecto	Denominación
					X	Y						
C-1	Cantera el Pilar	Cantera Pilar S.L.	979123147/606364489	Lastrilla Pomar de Valdivia (Quintanilla de las Torres)	402407.00	4741818.00	Piedra de construcción (arenisca)	Activa	0,7	1	E.I. Villaprovedo-Reinosa	C-5
C-2	Cantera La Verde II	La Verde III	942254550/664423875	Porquera de los Infantes	399134.00	4739180.00	Calizas	Activa	1,5	1		C-6

Tabla 50. Resumen de las canteras inventariadas.

Según se indica en el *Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Palencia-Santander. Tramo: Villaprovedo-Reinosa. Fase B 1:5.000*, los materiales de rechazo de la cantera Pilar (C-5), también se pueden emplear en la conformación de rellenos. Ya han sido utilizados anteriormente con este fin en la construcción de la autovía A-67.

### 3.3.2. Graveras

Existen diversas terrazas asociadas a los diversos cursos fluviales del entorno y que son susceptibles de ser aprovechadas. Han sido recopiladas de estudios previos, por lo que a continuación se especifica la nomenclatura empleada anteriormente y el proyecto consultado, además de las principales características de las explotaciones:

Gravera	Nombre	Titular	Contacto	Localización			Recurso	Estado	Distancia mínima a las alternativas (km)	Tramo	Estudio previo	
				Municipio	Coordenadas						Proyecto	Denominación
					X	Y						
GR-1	Áridos Aguilar	Áridos Aguilar S.L.	979130088	Camesa de Valdivia	401037.73	4737275.90	Gravas, arenas y arcillas	Activa	0,8	1		
GR-2	7 Hermanos	Manolo S.L.	979181156 979122277 608477010	Quintanilla de las Torres	403400.00	4740879.00	Gravas y arenas	Activa	2	1	PC-A67 Aguilar N-Aguilar S	Y-2

Tabla 51. Resumen de las graveras inventariadas.

### 3.3.3. Plantas de hormigón

En la tabla siguiente, se incluye empresas que disponen de plantas de hormigón preparado en el entorno de las obras previstas:

Planta	Empresa	Localización			Distancia mínima a las alternativas (km)	Tramo
		Municipio	Coordenadas			
			X	Y		
Ph-1	Formigons Reinosa	Matamorosa	405587.21	4759773.10	15,5	3
Ph-2	Hormigones e Ingeniería Pisuerga S.I.	Olleros de Pisuerga	394958.00	4732844.00	1,3	1
Ph-3	Hormigones Campoo	Camesa de Valdivia	400280.00	4737383.00	0,2	1

Tabla 52. Resumen de las plantas de hormigón inventariadas.

### 3.3.4. Suministro de Balasto

Con el objetivo de satisfacer las necesidades de balasto para el presente proyecto, el balasto a emplear deberá cumplir lo establecido en la ORDEN FOM/1269/2006 de 17 de abril y publicado en el Boletín Oficial del Estado número 103 de 1 de mayo de 2006, en la que se establece la aprobación del capítulo 6.-Balasto, del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios, que será de aplicación en el proyecto, construcción y mantenimiento de infraestructuras ferroviarias integradas en la Red Ferroviaria de Interés General.

Para obtener el balasto deberá acudir a material procedente de canteras con distintivo de calidad de ADIF y que cumplan las especificaciones requeridas para este material según la vigente normativa anteriormente mencionada.

A continuación se expone la séptima edición del mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad ADIF, actualizado a 9 de junio del 2017.

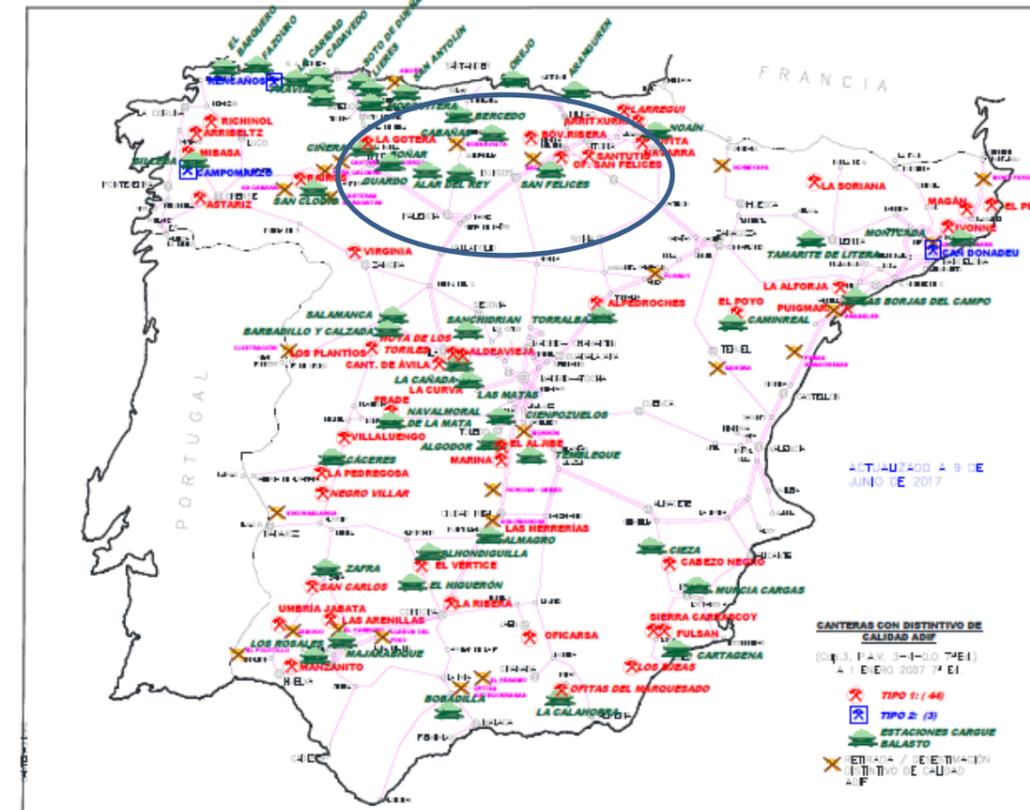


Figura 1. Mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad ADIFA fecha de ejecución del presente Proyecto, según la edición del mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad ADIF, actualizado a 9 de junio de 2017, las canteras de balasto más próximas a la obra y su estado a fecha de edición del mapa son:

Cantera	Titular	Localización			Distancia mínima a las alternativas (km)	Estudio previo	
		Municipio	Coordenadas			Proyecto	Denominación
			X	Y			
CB-1	Minera Ofitas del norte, S.L.	Bóveda de la Ribera	467156	4754353	65	C-3	Estudio geológico-geotécnico del corredor de alta velocidad Burgos-Vitoria. Tramo variante ferroviaria de Burgos-Prádanos de Bureba
CB-2	Ofitas de San Felices	Haro	512400	4719200	120	CO-17C-2/Ct-2	
CB-3	La Gotera	Santa Lucía de Gordón	287655	4749179	110	-	-

Tabla 53. Resumen de las canteras de balasto tipo I homologadas por Adif inventariadas.

### 3.4. PRÉSTAMOS

El material excavado en los desmontes y túneles es insuficiente para satisfacer las necesidades de la obra en el Tramo 1 (Nogales de Pisuerga-Mataporquera). Por lo tanto, se ha incluido información relativa a préstamos propuestos para el presente Estudio, indicando las características de cada área, su superficie, volumen estimado y posible aprovechamiento de los mismos.

En la siguiente tabla se reenumeran cada uno de ellos para unificar nomenclatura y se especifica su denominación de origen en el proyecto correspondiente:

Préstamo	Localización		
	Municipio	Coordenadas	
		X	Y
P-1 (Tramo 1)	Menaza	401283.30	4743763.94
P-2 (Tramo 1)	Porquera de los Infantes	401453.21	4739764.60
P-3 (Tramo 1)	Olleros de Pisuerga	393462.52	4733304.38
P-4 (Tramo 1)	Mave	395121.79	4732757.89

Tabla 54. Resumen de los préstamos inventariados

A continuación, se analizan los préstamos propuestos para el presente Estudio, indicando las características de cada área, su superficie, volumen estimado y posible aprovechamiento de los mismos. Al final del presente apartado, se incluirá una tabla que recoja las principales características de los mismos.

#### 3.4.1. Préstamo 1 (P-1)

Este yacimiento se encuentra en el término municipal de Menaza, a unos 800 m de la Ctra. N-611 y a casi 1 km al noroeste del pueblo de Menaza, a la altura del Alto de Cabria, en un terreno agrícola de secano. Se ha encontrado una explotación abandonada cercana, en terreno de Monte Público con funcionamiento esporádico, que no se ha seleccionado por razones medioambientales.

La zona de préstamo ocupa una extensión de unas 25,8 ha, y tiene una cuenca visual reducida. Sobre el terreno, se ha reconocido la existencia de cantos heterométricos y polimícticos de arenisca, cuarcita, cuarzo y conglomerado silicilástico en una matriz arena limosa de color rojizo. Presenta una plasticidad media-alta. Estos materiales se corresponden con sedimentos fluviales antiguos de mantos de arroyada denominados "Raña", que en el Anejo de Geología se han agrupado en la unidad QTZ con terrazas más modernas por similitud litológica.

Al ser un terreno de cultivo, a explotación de estos materiales exigiría primero retirar el primer metro de suelo vegetal superficial, que debería reservarse para la posterior restitución ambiental.

Para su caracterización, se han realizado visitas de reconocimiento a explotaciones abandonadas cercanas (al W del Alto de Cabria), en la misma formación de raña, donde se han observado una

potencia que oscila entre los 4 a los 17 m. Por lo tanto consideramos una potencia mínima de 4 m, ya descontado el espesor de tierra vegetal. Los ensayos de laboratorio recopilados de las explotaciones abandonadas citadas en la misma formación de raña, constatan que el préstamo P-1 cumple los requisitos para su uso.

A continuación, se incluyen una imagen de detalle y otra de satélite en la que se puede observar el préstamo propuesto:



Figura 2. Material similar al del Préstamo P-1 en una gravera abandonada al SW de Menaza

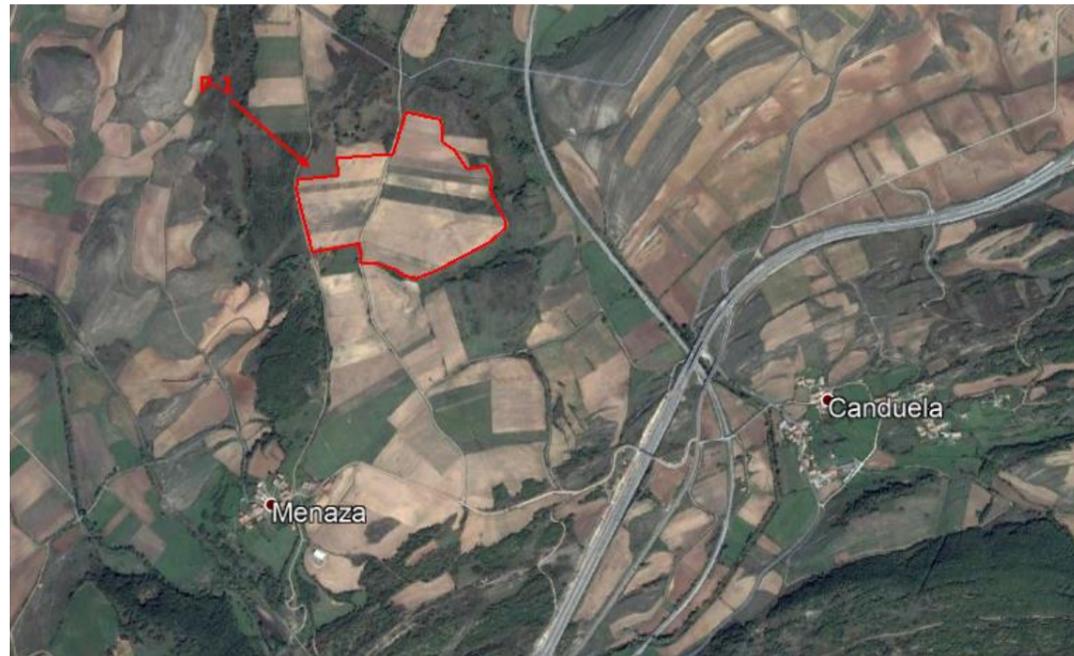


Figura 3. Localización Préstamo P-1

La siguiente tabla recoge los ensayos de laboratorio realizados en dicha unidad geológica cuaternaria de raña para el PC A67 Aguilar N – Aguilar S:

Muestra	EA	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOM.			CLASIFICACIONES		ENSAYOS QUÍMICOS		COMPACTACIÓN (*)		RIGIDEZ	
		LL	LP	IP	#20	#40	#0,080	USCS	PG3	% SO <sub>3</sub>	% MO	γ <sub>Max</sub> t/m <sup>3</sup>	W <sub>Opt</sub> %	Índice 100%	Hinch %
CD-25 0.20-1.30	33	0	0	0	76	44	19	SM-SP	ADECUADO	-	0.21	21.10	8.50	68	0
CD 25 1.30-2.00	10	27	15	12	79	55	43	SC	ADECUADO	-	-	-	-	-	-
CD 31 0.20-4.00	12	27	16	11	99	70	46	SC	ADECUADO	-	0.0	20.90	9.00	47	0
CD 32 0.30-2.70	10	22	16	6	75	46	34	SM	ADECUADO	0	0.21	21.10	10.40	48	0
M-1	-	23	15	8	72	52	28	GC	SELECC.	-	0	20.50	10.40	-	-

(\*) Ensayo Proctor Modificado.

La siguiente tabla recoge los ensayos de laboratorio realizados en dicha unidad geológica cuaternaria de raña para el PC A67 PK 112 a 120:

Ensayos	SU-591	SU-152	SU-153	SU-154*
Granulometría	SC	SC	SC	---
Humedad	10.6	6.0	7.1	---
Límite líquido	25.7	32.0	25.6	---
Límite plástico	16.0	18.5	16.2	---
Índice de plasticidad	9.7	13.5	9.4	---
Proctor normal	1.96	---	---	1.96
C.B.R. normal	6.89	---	---	7.88
Proctor modificado	2.06	---	---	2.05
C.B.R. modificado	40.0	---	---	54.1
Equivalente arena	11	---	---	---
Desgaste Los Angeles	42.7	---	---	---
Materia orgánica	0.37	0.28	0.31	---

Ensayos	SU-591	SU-152	SU-153	SU-154*
Sulfatos	0.02	---	---	0.01
I.G.	0	0	0	---
H.R.B.	A-2-4	A-2-6	A-2-4	---
Clasificación PG-3	Adecuado	---	---	---

\* Mezcla de SU-152 y SU-153

Tabla 55. Resumen ensayos de laboratorio para la unidad QTZ recopilados del PC A67 Aguilar N – Aguilar S; y PC A67 PK 112 a 120.

Las reservas detectadas de suelos que, en general, serán, al menos, **Tolerables**, son **aptos** para la construcción de rellenos en capas de núcleo y cimiento de terraplén, una vez retirados los restos vegetales (al menos 1 m), en aquellas situaciones en las que las condiciones de drenaje o estanqueidad así lo permitan, o que las características de terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra.

### 3.4.2. Préstamos 2 (P-2)

Esta zona de préstamo ocupa una extensión de 15,6 ha y se encuentra en el término municipal de Porquera de los Infantes, a unos 1500 m. de la Ctra. N-611. Los materiales que se podrían extraer están formados por gravas de naturaleza cuarcítica y areniscosa, con niveles de arenisca conglomerática, embutidos en una matriz arenosa. Hay también capas de arcilla rojiza y arcilla limosa de color anaranjado propias de la unidad C6 "Facies Utrillas". Presenta una plasticidad menor que el P-1. Al ser un terreno de cultivo, a explotación de estos materiales exigiría primero retirar el suelo vegetal superficial, que debería reservarse para la posterior restitución ambiental.

La potencia mínima de esta unidad citada en la cartografía de magna es más de 100 m, por lo que sus recursos son muy considerables. Además, el escarificado durante la explotación debería hacerse en dirección E-W, perpendicularmente a la dirección de las capas para procurar homogenizar bien el material, obteniendo un todo-uno aprovechable de arena y grava con matriz arcillosa. La explotación deberá evitar el tendido eléctrico que atraviesa el área.

Para su caracterización, se ha realizado una visita de reconocimiento que constata, junto con los ensayos de laboratorio recopilados, que el préstamo P-2 cumple los requisitos para su uso en este Estudio Informativo.

A continuación, se incluyen una imagen de detalle y otra de satélite en la que se puede observar el préstamo propuesto:



Figura 4. Fotografía de detalle del Préstamo P-2



Figura 5. Localización Préstamo P-2

La siguiente tabla recoge los ensayos de laboratorio realizados en dicha unidad geológica cretácica de la Facies Utrillas para el E.I Alar de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander (2002) y Tramo: Villaprovedo-Reinosa:

ENSAYO		Unidad C6		
		Valor máximo	Valor mínimo	Promedio
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	100	91,45	98
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	98	76	87
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	89,8	22	53
LÍMITES ATTERBERG	LL	38	0	18,4
	IP	21	0	10
CBR		-	-	-
% HINCHAMIENTO		-	-	-
ASIENTO DE COLAPSO		-	-	-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,4	0,34	0,4
SULFATOS (%)		<0,1	<0,1	<0,1
CONTENIDO EN YESO (%)		-	-	0,4
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		-	-	0,04

Tabla 56. Resumen ensayos de laboratorio para la unidad C6 recopilados del E.I Alar de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander (2002) y Tramo: Villaprovedo-Reinosa:

Según las clasificaciones PGP-2001 V2 y PG-3, el material sería **apto y tolerable**, válido para la construcción de rellenos en capas de núcleo y cimienta de terraplén, una vez retirados los restos vegetales (al menos 1 m), en aquellas situaciones en las que las condiciones de drenaje o estanqueidad así lo permitan, o que las características de terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra. No obstante, se recomienda la realización en fases posteriores de ensayos de hinchamiento y CBR para verificarlo.

### 3.4.3. Préstamo 3 (P-3)

Esta zona de préstamo ocupa una extensión de unas 2,1 ha y se encuentra en el término municipal de Olleros de Pisuerga, a unos 800 m. de la Ctra. N-611,

Se corresponde con una superficie de cultivo en un lugar de baja visibilidad en la que se reconocen tramos diferenciados de arenas, gravas y arcillas propias de la unidad C6 "Facies Utrillas" asociados a un fondo de valle. El fondo de valle está compuesto por arenas y gravas procedentes de la erosión de las sierras circundantes y del posterior transporte por mantos de arroyada. Bajo esta cubierta subyace la facies Utrillas cuyas características son similares a las del préstamo anterior (P-2).

La potencia mínima de esta unidad citada en la cartografía de magna es más de 100 m, por lo que sus recursos son muy considerables. Una vez retirada la capa superficial de tierra vegetal, que

debe reservarse para la restitución ambiental, serán aprovechables tanto los sedimentos de fondo de valle como la subyacente facies Utrillas, en forma de todo-uno.

Para su caracterización, se ha realizado una visita de reconocimiento que constata, junto con los ensayos de laboratorio recopilados, que el préstamo P-2 cumple los requisitos para su uso en este Estudio Informativo.

A continuación, se incluyen una imagen de detalle y otra de satélite en la que se puede observar el préstamo propuesto:



Figura 6. . Fotografía de detalle del Préstamo P-3, sedimentos arenoso-gravoso de fondo de valle



Figura 7. Localización Préstamo P-3

La siguiente tabla recoge los ensayos de laboratorio realizados en dicha unidad geológica cretácica de la Facies Utrillas para el E.I Alar de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander (2002) y Tramo: Villaprovedo-Reinosa:

ENSAYO		Unidad C6		
		Valor máximo	Valor mínimo	Promedio
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	100	91,45	98
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	98	76	87
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	89,8	22	53
LÍMITES ATTERBERG	LL	38	0	18,4
	IP	21	0	10
CBR		-	-	-
% HINCHAMIENTO		-	-	-
ASIENTO DE COLAPSO		-	-	-
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,4	0,34	0,4
SULFATOS (%)		<0,1	<0,1	<0,1
CONTENIDO EN YESO (%)		-	-	0,4
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		-	-	0,04

Tabla 57. Resumen ensayos de laboratorio para la unidad C6 recopilados del E.I Alar de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander (2002) y Tramo: Villaprovedo-Reinosa

Según las clasificaciones PGP-2001 V2 y PG-3, el material sería **apto y tolerable**, válido para la construcción de rellenos en capas de núcleo y cimiento de terraplén, una vez retirados los restos vegetales (al menos 1 m), en aquellas situaciones en las que las condiciones de drenaje o estanqueidad así lo permitan, o que las características de terreno de apoyo sean adecuadas para

su puesta en obra. No obstante, se recomienda la realización en fases posteriores de ensayos de hinchamiento y CBR para verificarlo.

#### 3.4.4. Préstamo 4 (P-4)

Se localiza entre los términos municipales de Olleros de Pisuerga y Mave. En la superficie del terreno de esta zona cultivada se observan cantos y bolos de cuarcita en una matriz arcillosa.

La zona de préstamo tiene una cuenca visual reducida y ocupa una extensión de unas 4,1 ha cuyos materiales corresponden a la unidad litológica QTZ (Terrazas) caracterizada por presentar materiales heterogéneos gravoso-arenoso-arcillosos de plasticidad media-alta. Al ser un terreno de cultivo, la explotación de estos materiales exigiría primero retirar el primer metro de suelo vegetal superficial, que debería reservarse para la posterior restitución ambiental.

Para su caracterización, se ha realizado una visita de reconocimiento que constata, junto con los ensayos de laboratorio recopilados y consultas a la cartografía del magna, que el préstamo P-4 cumple los requisitos para su uso en este Estudio Informativo y posee un volumen estimado superior a 100.000 m<sup>3</sup> considerando una potencia mínima de 4 m, ya descontado el espesor de tierra vegetal.

La explotación deberá evitar el tendido eléctrico presente en el área.

A continuación, se incluyen una imagen de detalle y otra de satélite en la que se puede observar el préstamo propuesto:



Figura 8. Fotografía de detalle del Préstamo P-4



Figura 9. Localización Préstamo P-4

Esta superficie de la zona estudiada se encuentra actualmente cultivada, en ella se han podido observar las propiedades generales del material, dada la escasa cobertura de suelos de alteración y cubierta vegetal.

La siguiente tabla recoge los ensayos de laboratorio realizados en dicha unidad geológica cuaternaria de QTZ para el E.I Alar de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander (2002) y Tramo: Villaprovedo-Reinosa:

ENSAYO		Unidad QT (grueso)
GRANULOMETRÍA	% PASA TAMIZ 2 mm	38,29
	% PASA TAMIZ 0,4 mm	30,14
	% PASA TAMIZ 0,08 mm	13,97
LÍMITES ATTERBERG	LL	18,68
	IP	6,51
CBR		33,11
% HINCHAMIENTO		0,86
ASIENTO DE COLAPSO		0,08
MATERIA ORGÁNICA (%)		0,47
SULFATOS (%)		0,02
CONTENIDO EN YESO (%)		0,01
SALES SOLUBLES DISTINTAS DE YESOS		0,21

Tabla 58. Resumen ensayos de laboratorio para la unidad QTZ recopilados del E.I Alar de la Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Santander. Tramo: Alar del Rey-Santander (2002) y Tramo: Villaprovedo-Reinosa:

Según las clasificaciones PGP-2001 V2 y PG-3, el material sería **apto y adecuados**, válido para coronación y para la construcción de rellenos en capas de núcleo y cimiento de terraplén, una vez retirados los restos vegetales (al menos 1 m), en aquellas situaciones en las que las condiciones de drenaje o estanqueidad así lo permitan, o que las características de terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra.

### 3.4.5. Resumen de préstamos

El siguiente cuadro resumen expone las principales características de los préstamos seleccionados:

Préstamo	Localización			Unidad Geológica	Superficie (m <sup>2</sup> )	CLASIFICAC. PG-3	Usos	
	Municipio	Coordenadas					PGP 2011	PG-3
		X	Y					
P-1	Menaza	401283.30	4743763.94	QR	258.000	Tolerable	-	Capa de forma, Coronación, Núcleo y cimiento de terraplén
P-2	Porquera de los Infantes	401453.21	4739764.60	QR	156.000	Tolerable	-	Núcleo y cimiento de terraplén
P-3	Olleros de Pisuerga	393462.52	4733304.38	C6	73.800	Tolerable	-	Núcleo y cimiento de terraplén
P-4	Mave	395121.79	4732757.89	QFV	41.000	Adecuado	-	Capa de forma, Coronación, Núcleo y cimiento de terraplén

Tabla 59. Resumen de las principales características de los préstamos seleccionados

Como puede observarse en algunos de los préstamos, faltarían ensayos de laboratorio tales como contenido en sales solubles, sulfatos, asiento de colapso y ensayos de hinchamiento libre para una completa caracterización según normativa aplicable. Por lo que se recomienda que se completen éstos en las siguientes fases de proyecto.

Aun así, según nuestra experiencia los materiales de la Raña (P-1) y Aluviales (P-4) son aptos según el PGP-2001 y adecuados según el PG-3, y su utilización puede aplicarse para capa de forma y coronación. Se ha cubicado con las cifras de superficie y potencia mínimas anteriormente mencionadas, que el volumen mínimo de material disponible supera el millón de metros cúbicos.

Respecto a las gravas y arenas arcillosas del Cretácico (P-2 y P-3) cuya potencia supera los 100 m según lo anteriormente expuesto, explotando únicamente 4 m de potencia, descontada ya la tierra vegetal, el volumen disponible supera los 0,9 millones de m<sup>3</sup>.

En su conjunto el volumen mínimo de material estimado supera los 2 millones de m<sup>3</sup>. Con ello quedarían totalmente cubiertas las necesidades de material de la obra. No obstante dado que en las fincas colindantes a los préstamos seleccionados el material es el mismo, se podría aumentar fácilmente el volumen aprovechable aumentando la superficie de los mismos, o bien la profundidad de explotación.

El material de préstamo procedente de P-2 y P-3 también es apto para los rellenos de Falso Túnel, si fuese necesario.

### 3.5. VERTEDEROS

Una vez analizadas todas las posibles zonas de vertido de excedentes, se considera que **la opción óptima desde el punto de vista ambiental, es la utilización de los préstamos abiertos para la obtención de materiales**, lo que facilitará su posterior restauración. Los préstamos propuestos son los indicados en el apartado anterior.

Sin embargo, el Ámbito 1 y la Alternativa Este del Ámbito 3 presentan cierto volumen de préstamo (muy inferior a las necesidades de vertedero), por lo que será preciso utilizar zonas adicionales para el depósito de las tierras excedentarias, en todas las alternativas de trazado analizadas. Para ello, se han analizado todas las zonas degradadas por la actividad extractiva que se han detectado en el ámbito de estudio (apartados 4.1. y 4.3.), proponiéndose las siguientes superficies ambientalmente viables, según los criterios establecidos en el apartado 5. "Análisis de la capacidad de acogida del territorio". Se incluye una columna de observaciones, en la que se especifica el motivo por el que se ha considerado admisible una zona de vertedero concreta a pesar de que en la ficha de capacidad de acogida se refleja que existe algún criterio de exclusión dentro de esa superficie.

NOMBRE	X	Y	MUNICIPIO	AREA (m²)	CAPACIDAD ESTIMADA (m³)	DISTANCIA (m)	OBSERVACIONES
V1	401671	4736880	Pomar de Valdivia	27.351,90	136.760	1.444,41	-
V2	398326	4731150	Aguilar de Campoo	19.018,20	95.091	4.389,83	-
V3	399663	4735700	Aguilar de Campoo	209.943	1.049.720	912,72	-
V4	400777	4741340	Pomar de Valdivia	122.896	614.480	167,51	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V5	400734	4740710	Aguilar de Campoo	19.440,40	97.202	47,8	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V6	399132	4738920	Aguilar de Campoo	167.406	837.030	828,27	-
V7	402180	4736160	Aguilar de Campoo	51.651,60	258.258	2.288,44	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V8	394038	4734760	Pomar de Valdivia	21.565,90	107.830	95,53	-
V9	401414	4737370	Aguilar de Campoo	56.484,40	282.422	840,03	-
V10	406215	4747790	Pomar de Valdivia	437.555	2.187.780	61,88	-

NOMBRE	X	Y	MUNICIPIO	AREA (m²)	CAPACIDAD ESTIMADA (m³)	DISTANCIA (m)	OBSERVACIONES
V11	406330	4750330	Valdeolea	123.497	617.485	1.160,32	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V12	409090	4762900	Valdeolea	102.682	513.410	3.368,02	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V13	404044	4759840	Campoo de Enmedio	117.201	586.005	1.947,60	-
V14	400914	4737280	Hermandad de Campoo de Suso	154.786	773.930	393,18	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V15	401369	4763550	Pomar de Valdivia	16.558,60	82.793	6.026,10	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V16	403858	4746740	Hermandad de Campoo de Suso	21.995,60	109.978	855,08	-
V17	400661	4740810	Valdeolea	10.001,30	50.006,50	102,12	-
V18	402427	4741830	Aguilar de Campoo	43.555	217.775	537,37	-
V19	402165	4742670	Pomar de Valdivia	16.578,20	82.891	104,61	La exclusión que aparece en la ficha se corresponde con un HIC según la cartografía oficial, que no está presente en esta superficie, dado que se trata de una cantera
V20	405900	4760610	Aguilar de Campoo	62.711,80	313.559	525,95	-
V21	407359	4759540	Campoo de Enmedio	28.205,70	141.029	910,62	-
V22	408152	4750250	Campoo de Enmedio	24.573,30	122.867	47,84	-
V23	398252	4736570	Valdeolea	137.904	689.520	0	-
V24	404213	4761620	Pomar de Valdivia	49.548	247.740	2.612,14	-
V25	411173	4765410	Hermandad de Campoo de Suso	164.606	823.030	6.691,25	-
V26	405636	4759670	Campoo de Enmedio	81.385,30	406.927	274,24	-
V27	403335	4740910	Campoo de Enmedio	93.946,10	469.731	1.613,55	El valor ambiental de la zona ha desaparecido como consecuencia de la actividad presente en ese terreno (Cantera).

NOMBRE	X	Y	MUNICIPIO	AREA (m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD ESTIMADA (m <sup>3</sup> )	DISTANCIA (m)	OBSERVACIONES
V28	394953	4732840	Valderredible y Pomar de Valdivia	10.667,20	53.336	793,13	El valor ambiental de la zona ha desaparecido como consecuencia de la actividad presente en ese terreno (Cantera).
V29	400290	4737400	Aguilar de Campoo	17.373	86.865	87,01	El valor ambiental de la zona ha desaparecido como consecuencia de la actividad presente en ese terreno (Cantera).
V30	403281	4760470	Pomar de Valdivia	44.903,30	224.517	2.993	
V31	408256	4749780	Hermandad de Campoo de Suso	26.080,20	130.401	0	El valor ambiental de la zona ha desaparecido como consecuencia de la actividad presente en ese terreno (Cantera).
V32	408584	4749590	Valdeprado del Río	30.315,30	151.577	244,83	El valor ambiental de la zona ha desaparecido como consecuencia de la actividad presente en ese terreno (Cantera).
<b>CAPACIDAD TOTAL ESTIMADA: 12.561.946,5 m<sup>3</sup></b>							

Tabla 60. Resumen de las características principales y observaciones de las zonas de vertedero seleccionadas.

Teniendo en cuenta los movimientos de tierras, se analiza la situación más desfavorable de necesidades de vertedero, con el fin de determinar si la capacidad estimada 12.561.946,5 m<sup>3</sup> de las zonas propuestas es suficiente para el vertido de los excedentes. Las alternativas que mayor volumen a vertedero presentan son las Oeste, en todos los ámbitos, tal como se recoge en la tabla siguiente:

ALTERNATIVA	VERTEDERO (m <sup>3</sup> )
<b>ÁMBITO 1. NOGALES DE PISUERGA - MATAPORQUERA</b>	
ALTERNATIVA OESTE	4.191.612,6
<b>ÁMBITO 2. MATAPORQUERA</b>	
ALTERNATIVA OESTE	2.029.500,25
<b>ÁMBITO 3. MATAPORQUERA – REINOSA</b>	
ALTERNATIVA OESTE	2.465.476,78

Tabla 61. Resumen de las necesidades de vertedero para cada ámbito del proyecto.

Los requerimientos de zonas de vertedero en la situación más desfavorable ascienden a **8.686.589,63 m<sup>3</sup>**, por lo que la propuesta de vertederos cubre las necesidades del proyecto.

En fases posteriores, los proyectos concretarán las superficies que finalmente se consideren óptimas, dando prioridad a las zonas de préstamo utilizadas para la extracción de materiales, siempre que esto sea compatible con la ejecución de la obra. En el caso de las zonas degradadas por la actividad minera previa que se han inventariado en el buffer de 10 km, se ajustará su superficie a las necesidades reales del proyecto, evitando en todo momento la afección a los elementos ambientales con gran valor de conservación.

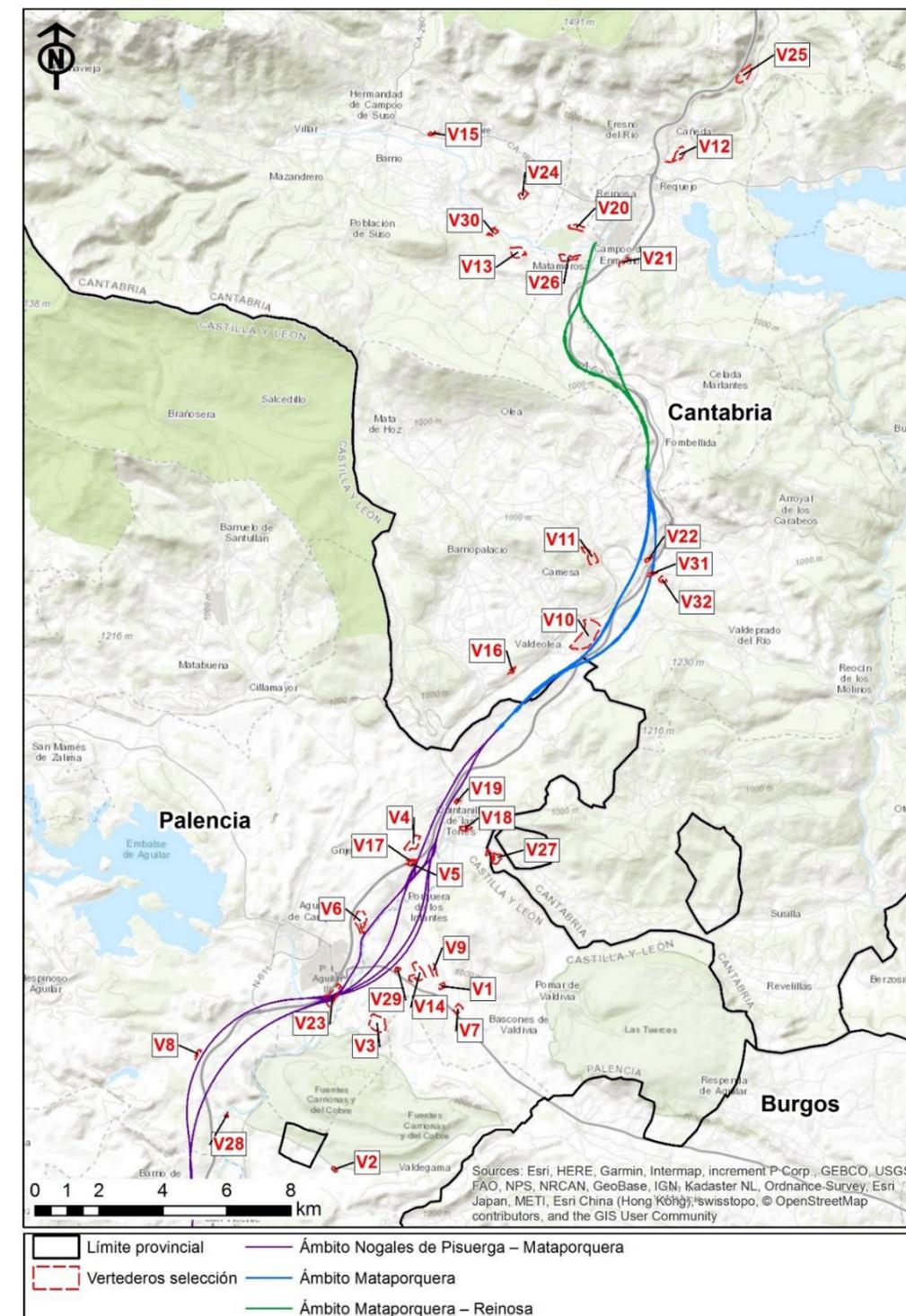


Figura 10. Localización de vertederos. Planta de conjunto

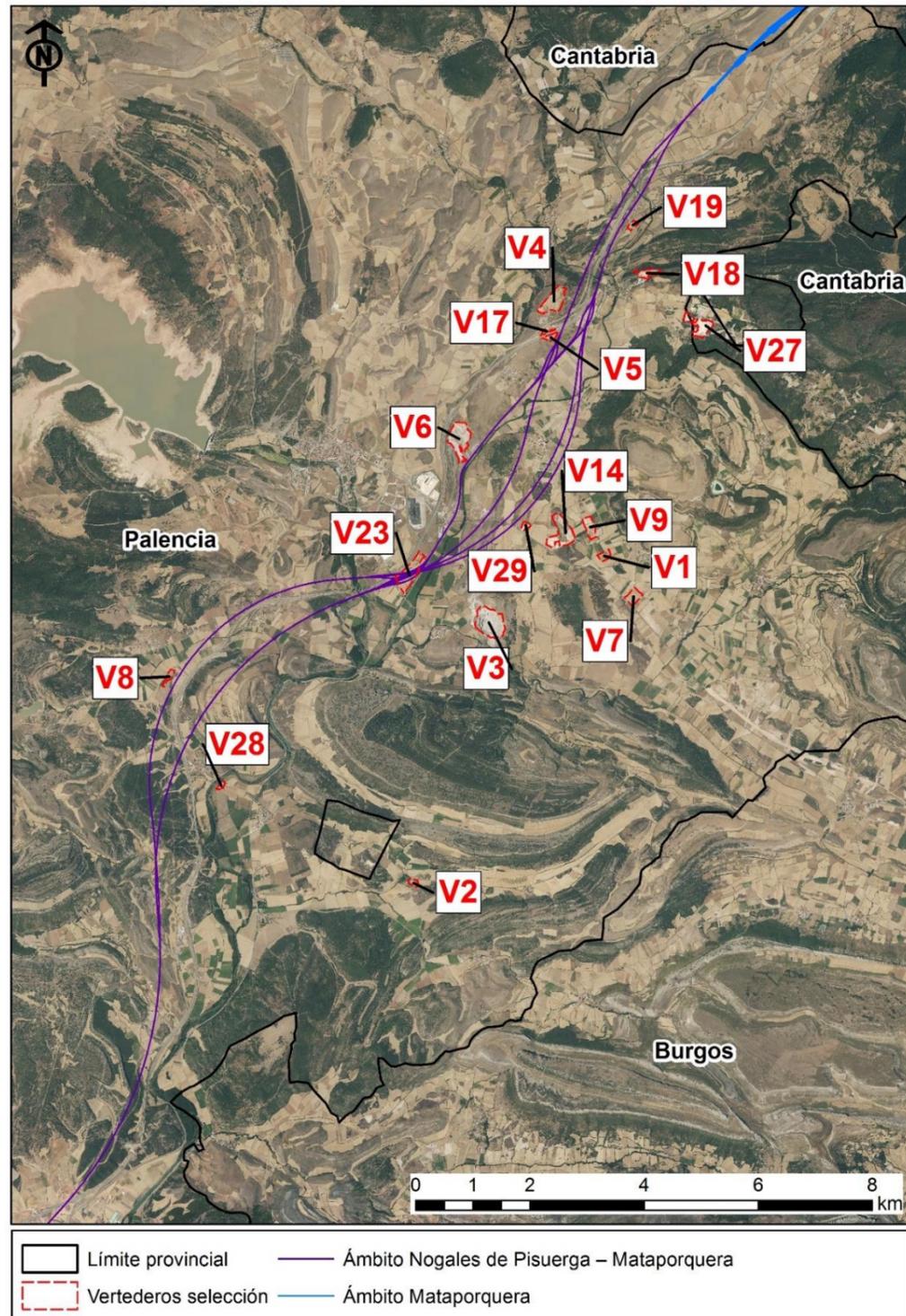


Figura 11. Localización de vertederos Castilla y León



Figura 12. Localización de vertederos Cantabria

#### 4. CONCLUSIONES

Para establecer las necesidades de los materiales para la ejecución de las obras y estudiar las posibles procedencias, se ha considerado:

- Caracterizar las distintas litologías procedentes de la excavación susceptibles de ser reutilizadas.
- Confeccionar un inventario de canteras, graveras y plantas de suministro situadas a una distancia razonable de la obra, incluyendo una descripción del material a explotar (o procedencia del mismo), capacidad de producción, accesibilidad, distancia a la obra y toda la información que pudiera ser considerada de interés.

El análisis de los materiales procedentes de las excavaciones se ha realizado a partir de las conclusiones obtenidas en la caracterización geotécnica de los materiales de la traza recopilados de estudios previos.

Para evaluar su aprovechamiento se han tenido en cuenta el PGP-2011 V2 así como el PG-3 para las eventuales reposiciones y caminos de servicio sobre los que actuar.

A partir de datos extraídos del Anejo 9-Movimiento de tierras del presente proyecto se concluye que el balance de tierras es moderadamente deficitario. No obstante, y dado que en versiones anteriores del presente Estudio los préstamos propuestos han debido desecharse en la fase de alegaciones, se proponen cuatro nuevas zonas de préstamo en parcelas de cultivo en general con cuenca visual reducida, distribuidas a lo largo del trazado del Tramo 1, que es el que resulta ser deficitario.

Dos de las zonas de préstamo propuestas se corresponden con materiales detríticos fluviales (gravas y arenas limo-arcillosas), de un depósito de *raña* situado a la cota 950-960 cerca de la localidad de Menaza y de una terraza cerca de Olleros de Pisuerga. Las otras dos zonas corresponden a litologías arenoso-Arcillosas del Cretácico en facies Utrillas, como lo que se explota en las cantaras activas de Áridos Aguilar (Quintanilla de las Torres) y Siete Hermanos Manolo (Camesa de Valdivia).

El total de materiales no reutilizables procedentes de las excavaciones deberá de ser enviado a los vertederos. Como se indica en el *Apéndice 5 del Documento nº4. Estudio de impacto ambiental*, la alternativa más favorable de vertido es la siguiente, por orden de preferencia:

- Zonas de préstamo utilizadas para la ejecución del proyecto, hasta su relleno total.
- Zonas degradadas por la actividad extractiva previa según la información del SIOSE, inventariadas en el *buffer* de 10 km, y localizadas en zonas admisibles, según el análisis de capacidad de acogida del territorio realizado.

Por su parte, los rellenos previstos se realizarán, a priori, con los propios materiales excavados, al menos las unidades de obra que plantean menores exigencias (núcleo y cimiento). Para capa de forma se recomienda el suministro de canteras y graveras inventariadas.

Los materiales obtenidos en las excavaciones a realizar no permitirán cubrir las necesidades de subbalasto requeridas por la obra, que deberán proceder de cantera. Así de la cantera Buenavista se podrá obtener el material para subbalasto.

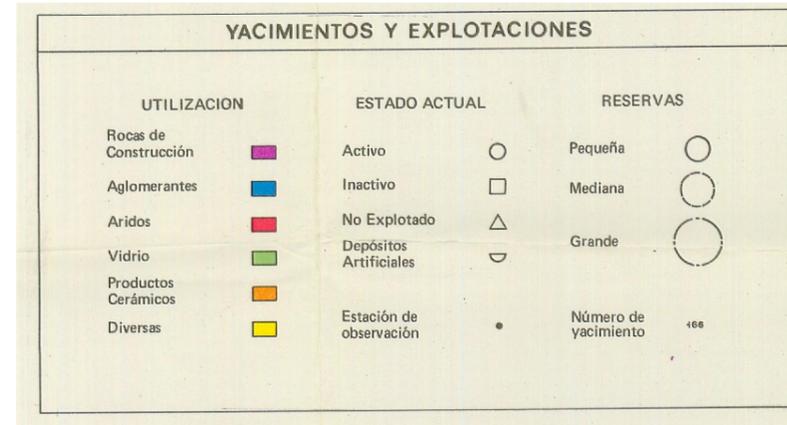
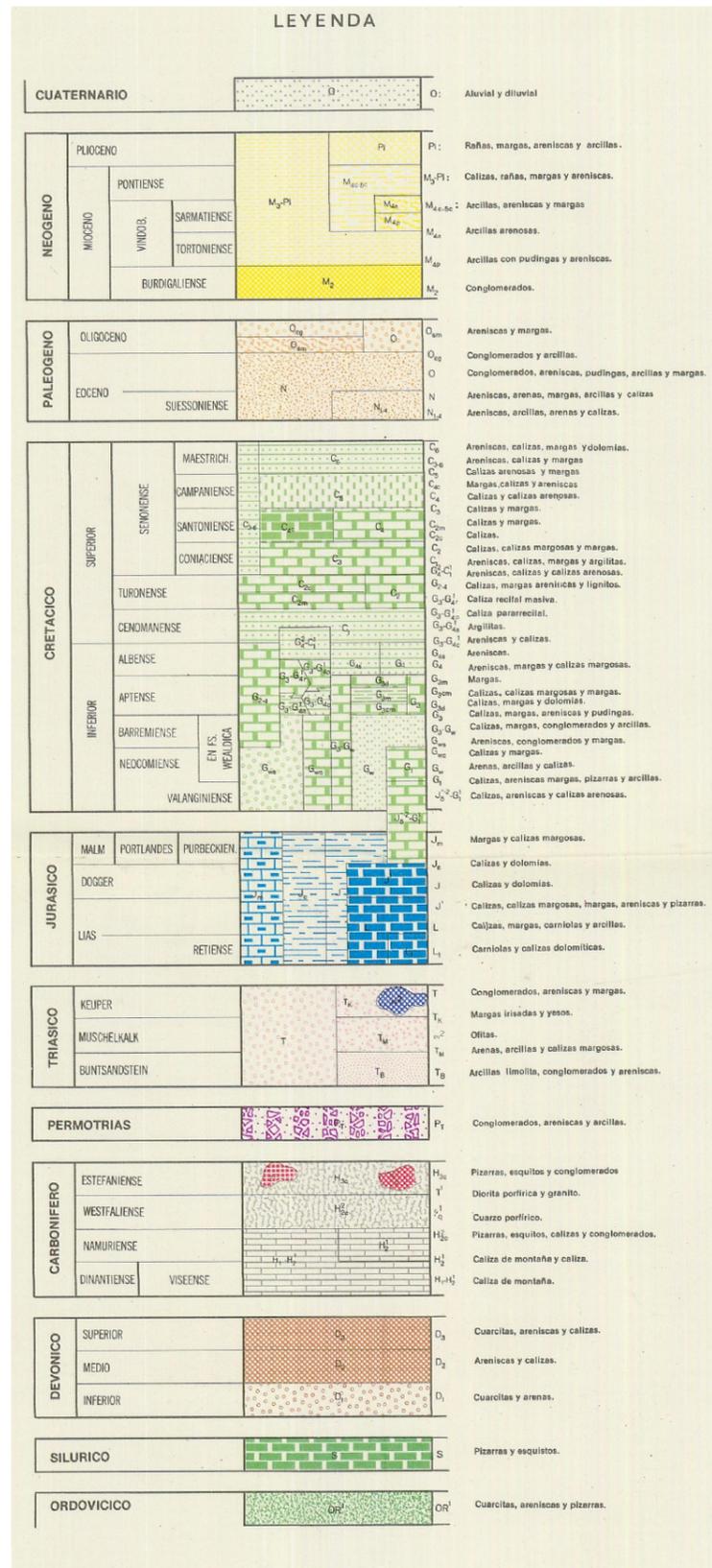
El balasto podrá obtenerse de las canteras homologadas por ADIF propuestas en el apartado 3.3.4. Suministro de balasto.

A continuación, se presenta una tabla resumen que recoge las características y reutilización de los materiales procedentes de los desmontes:

Unidades a excavar	Litología	PGP 2011.V2		PG-3	
		Clasificación	Usos	Clasificación	Usos
T2	Arcillas rojas ocasionalmente con yeso (Facies Keuper)	No apto	-	Marginal	-
J1	Dolomías, carniolas y calizas	Roca	Pedraplén, Todo-Uno	Roca	Pedraplén, Todo-Uno
J2	Calizas bien estratificadas	Roca	Pedraplén, Todo-Uno	Roca	Pedraplén, Todo-Uno
J3	Margas y alternancias de calizas y margas	Roca	Pedraplén, Todo-Uno, los bancos de caliza. No aprovechable el resto	Roca	Pedraplén, Todo-Uno, los bancos de caliza. No aprovechable el resto
J4	Alternancia de margas y calizas microcristalinas, con niveles de lutitas, margocalizas y calizas bioclásticas con esponjas	No apto	-	Marginal	-
J5	En la base lutitas anaranjadas con niveles de conglomerados y areniscas. En el techo niveles de calizas y margas con lutitas (Purbeck Inferior)	Roca	Todo-Uno, terraplén. Exclusivamente de las areniscas y conglomerados.	Roca	Todo-Uno, terraplén. Exclusivamente de las areniscas y conglomerados.
C1	Areniscas y conglomerados (Purbeck)	Roca	Tolerable. Los tramos litificados deben ser retirados o sometidos a fragmentación.	Roca	Tolerable. Los tramos litificados deben ser retirados o sometidos a fragmentación.
C2	Arcillas, lutitas, areniscas, conglomerados y margas con ostreidos (Purbeck)	No apto	-	Marginal	-
C3	Areniscas y conglomerados con intercalaciones arcillosas calcáreas (Weald)	Roca	Pedraplén (los términos más litificados), Todo-Uno, Terraplén.	Roca	Pedraplén (los términos más litificados), Todo-Uno, Terraplén.
C4	Lutitas rojas y verdes con niveles de areniscas (Weald)	Suelos con intercalaciones rocosas	Todo-uno, Terraplén (Exclusivamente de las areniscas y conglomerados)-	Suelos con intercalaciones rocosas	Todo-uno, Terraplén (Exclusivamente de las areniscas y conglomerados)-
C5	Conglomerados y areniscas pardo rojizas con niveles de lutitas grises grises y rojas a techo	Roca	Pedraplén	Roca	Pedraplén
C6	Conglomerados, areniscas, lutitas y arenas. Facies Utrillas	Apto	Núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	Núcleo y cimiento de terraplén
C7	Areniscas ocre, calcarenitas, margocalizas y margas con lignito	No Apto		Marginal	
C8	Calizas, calizas nodulosas y biocalcareniticas	Roca	Pedraplén	Roca	Pedraplén
C9	Margas ocre, calcarenitas, margocalizas y margas.	Roca	Pedraplén, Todo-Uno	Roca	Pedraplén, Todo-Uno
C10	Calizas grises, dolomías y biocalcareniticas grises y ocre	Roca	Pedraplén	Roca	Pedraplén
M2	Conglomerados cementados y brechas "Facies Alar del Rey".	Roca	Pedraplén, Todo-uno.	Roca	Pedraplén, Todo-uno.

Unidades a excavar	Litología	PGP 2011.V2		PG-3	
		Clasificación	Usos	Clasificación	Usos
M1	Gravas y arena ocasionalmente cementadas.	Roca	Pedraplén, Todo-uno.	Roca	Pedraplén, Todo-uno.
QTZ	Terrazas: Gravas silíceas y arenas	Apto	Núcleo y cimiento de terraplén	Adecuado	Coronación, Núcleo y Cimiento de terraplén.
QCL	Coluviales: Arcillas y limos con algo de arena y grava subangulosa	Apto	Núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	Núcleo y cimiento de terraplén
QCD	Conos de Deyección: Lutitas, arenas y cantos.	Apto	Núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	Núcleo y cimiento de terraplén
QAL	Aluvial indiferenciado: Limos, arenas y gravas.	No apto	-	Tolerable	Núcleo y cimiento de terraplén -
QFV	Rellenos de fondo de vaguada: Limos, arcillas y arenas	Apto (Excepto términos arcillo-limosos retirados a vertedero)	Núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	Núcleo y cimiento de terraplén
QRE	Cuaternario antrópico: rellenos, vertidos y canteras	No apto	-	Tolerable	Núcleo y cimiento de terraplén -
QU	Cuaternario Antrópico: Zonas urbanas e industriales	No Apto		Marginal	

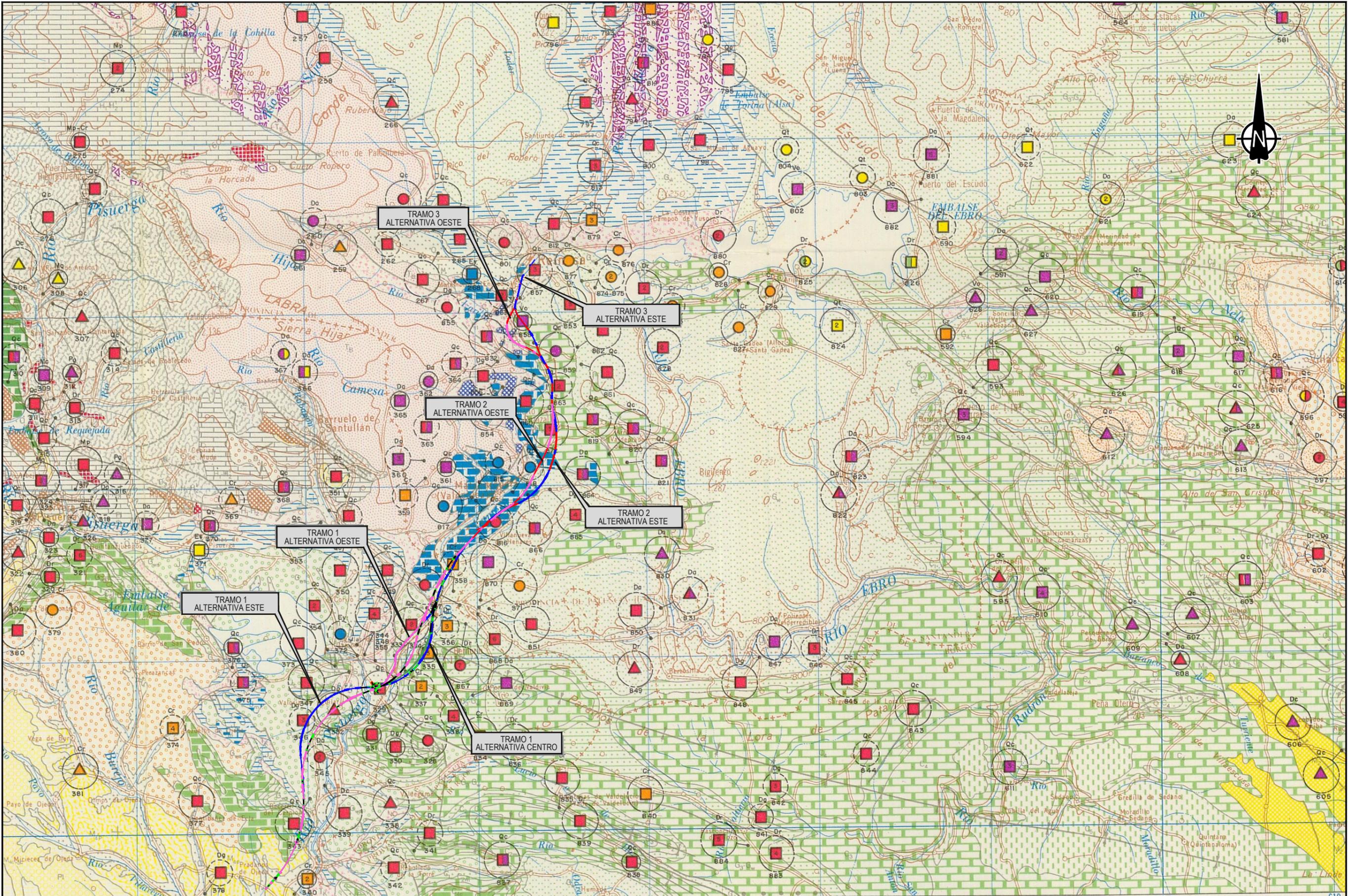
# APÉNDICE 1. MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES



### SIMBOLOGIA Y CLAVE DE ROCAS INDUSTRIALES

Ck	Caolín	Es	Sal Gema	Pg	Granito
Cr	Arcilla	Ey	Yeso	Oc	Caliza
Da	Arenisca	Fb	Baritina	Od	Dolomía
Dc	Conglomerado	Fg	Cuarzo	Om	Marga
Dg	Grava	Mp	Pizarra	Qt	Turba
Dr	Arena	Mq	Cuarcita	Vo	Ofita

Z:\PROYECTOS 2019\F-2019-98-NOGALES-REINOSA (INECO)\TRABAJO\DOC 1\ANEJO 06. ESTUDIO DE MATERIALES\AP-1 ROCAS INDUSTRIALES.dwg




GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:  
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA

AUTOR DEL ESTUDIO:  


ESCALA ORIGINAL A1  
1:200.000  
NUMÉRICA  
GRÁFICA

FECHA:  
MARZO 2020

Nº DE PLANO:  
AP.1  
Nº DE HOJA:  
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DE PLANO:  
ANEJO 6. ESTUDIO DE MATERIALES  
MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

# **APÉNDICE 2. PLANTA DE SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS, PLANTAS DE SUMINISTRO Y PRÉSTAMOS**

Z:\PROYECTOS 2019\F-2019-98-NOGALES-REINOSA (INECO)\TRABAJO\DOC 1\ANEJO 06. ESTUDIO DE MATERIALES\AP 2 SIT CANTERAS-GRAVERAS-PRESTAMOS.dwg



**LEYENDA**

-  CANTERAS
-  GRAVERAS
-  PLANTAS DE HORMIGÓN

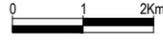


**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:  
**ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA**

AUTOR DEL ESTUDIO:  


ESCALA ORIGINAL A1  
1:100.000  
NÚMÉRICA



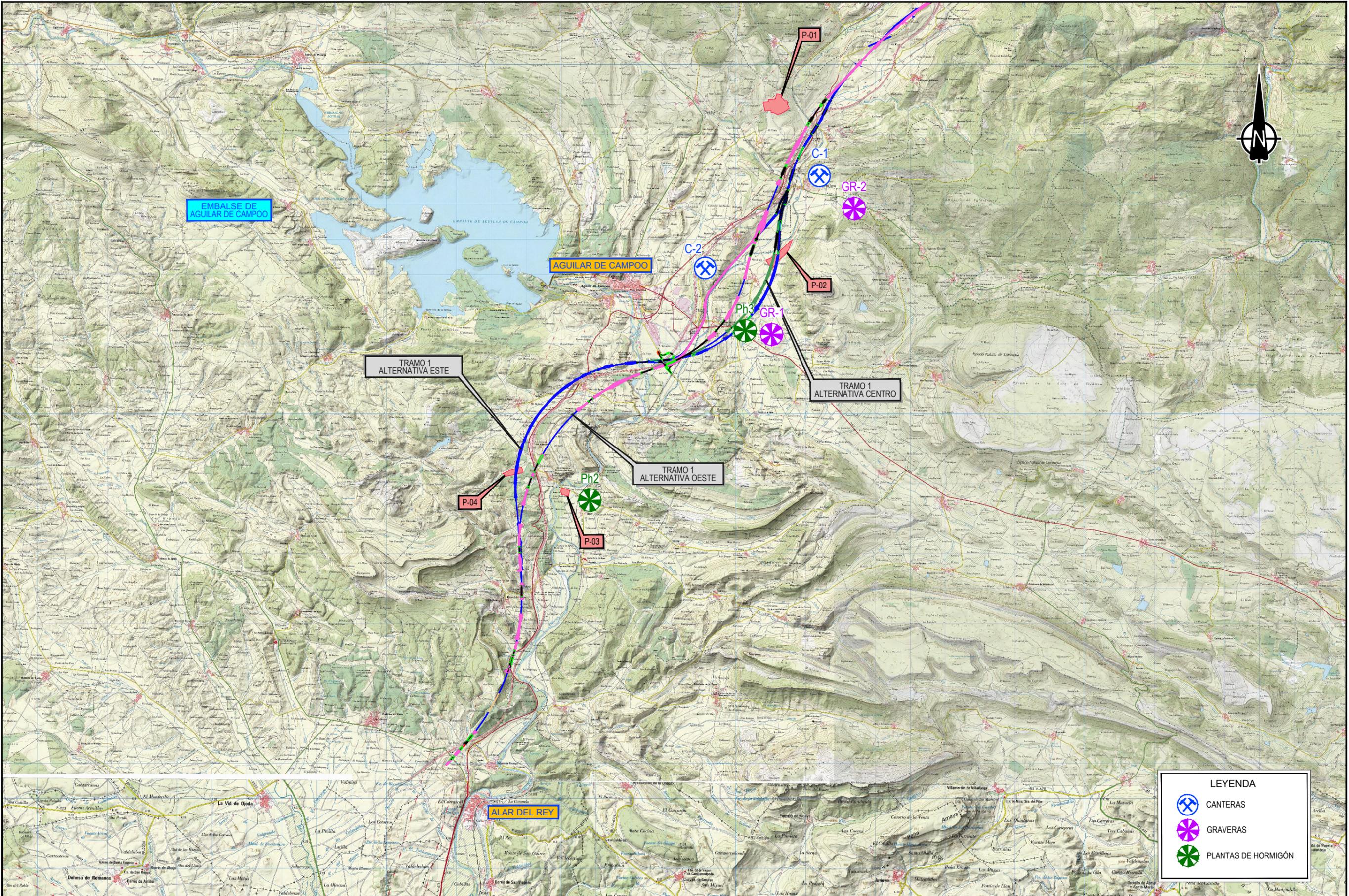
GRÁFICA

FECHA:  
MARZO 2020

Nº DE PLANO:  
**AP.2**  
Nº DE HOJA:  
HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:  
ANEJO 6. ESTUDIO DE MATERIALES  
PLANTA DE SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS, PL. SUMINISTROS Y PRÉSTAMOS

Z:\PROYECTOS 2019\F-2019-98-NOGALES-REINOSA (INECO)\TRABAJODOC\1\ANEJO 06. ESTUDIO DE MATERIALES\AP.2 SIT.CANTERAS-GRAVERAS-PRESTAMOS.dwg



**LEYENDA**

-  CANTERAS
-  GRAVERAS
-  PLANTAS DE HORMIGÓN

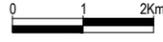


**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:  
**ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA**

AUTOR DEL ESTUDIO:  


ESCALA ORIGINAL A1  
1:100.000  
NUMÉRICA



GRÁFICA

FECHA:  
MARZO 2020

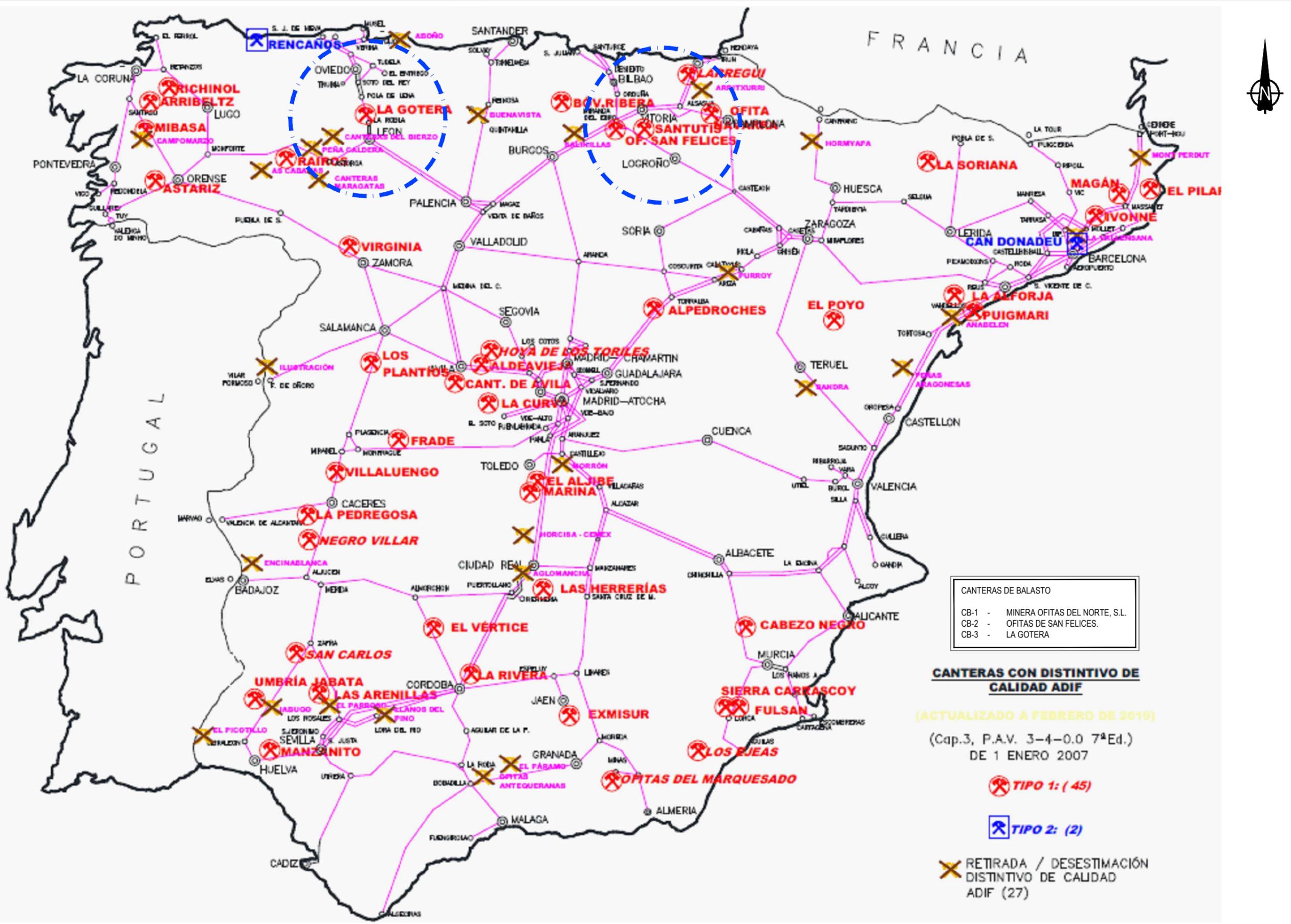
Nº DE PLANO:  
**AP.2**  
Nº DE HOJA:  
HOJA 2 DE 2

TÍTULO DE PLANO:  
ANEJO 6. ESTUDIO DE MATERIALES  
PLANTA DE SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS, PL. SUMINISTROS Y PRÉSTAMOS

# **APÉNDICE 3. FICHAS DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO**

## **3.1. Mapa de situación de canteras con distintivo de calidad de Adif**

Z:\PROYECTOS 2019\F-2019-96-NOGALES-REINOSA (INECO)\TRABAJO\DOC 1\ANEJO 06\_ESTUDIO DE MATERIALES\AP 2 SIT.CANTERAS-GRAVERAS-PRESTAMOS.dwg



CANTERAS DE BALASTO  
 CB-1 - MINERA OFITAS DEL NORTE, S.L.  
 CB-2 - OFITAS DE SAN FELICES.  
 CB-3 - LA GOTERA

**CANTERAS CON DISTINTIVO DE CALIDAD ADIF**  
 (ACTUALIZADO A FEBRERO DE 2019)  
 (Cap.3, P.A.V. 3-4-0.0 7ªEd.)  
 DE 1 ENERO 2007

TIPO 1: ( 45)

TIPO 2: ( 2)

RETIRADA / DESESTIMACIÓN  
 DISTINTIVO DE CALIDAD  
 ADIF ( 27)

## **3.2. Canteras**

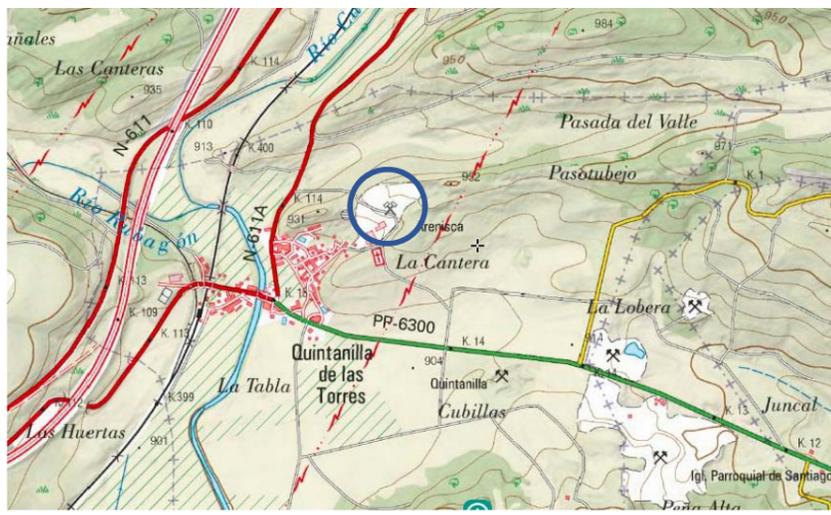
	<b>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA</b>		
	<b>FICHA DE CANTERA</b>		
	Fecha de observación:	<b>CANTERA</b>	
	03/12/19	Denominación <b>C-1</b>	<b>CANTERA EL PILAR</b>

Empresa explotadora:	CANTERA PILAR, S.R.L.	Teléfono:	979 123 147/606 364 489
Dirección:	C/Somavilla, s/n 34811-Quintanilla de las Torres	Fax:	979 123 150
Página web:	<a href="http://www.artesanosdelapiedra.com">http://www.artesanosdelapiedra.com</a>	e-mail:	

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN	PLANTA DE SITUACIÓN
-------------------------	---------------------

UBICACIÓN	PRODUCCIÓN
Municipio: Quintanilla de las Torres	Superficie a explotar:
Provincia: Palencia	Reservas estimadas:
Nº Hoja M.T.N. : 133	Producción:
Nombre de la hoja: Prádanos de Ojeda	Tipo de roca: Arenisca de grano medio con niveles ferruginosos
Coordenadas UTM: DATUM ETRS89 (huso 30)	Árido comercializado: El rechazo de la explotación posiblemente se pudiera utilizar para terraplejes, la propiedad comenta que ya se ha utilizado con este fin en la construcción de la autovía A-67
X: 399134.00	Usos: Se explotan areniscas para su uso como roca ornamental y piedra de construcción. Se trata de areniscas de tonos ocres y grano medio con pátinas y niveles rojizos ricos en óxidos de hierro entre la que se intercala algunos niveles de conglomerados con cantos centimétricos y matriz arenosa.
Y: 4739180.00	
Distancia media a la obra: 0,7 km	
Accesos: Acceso bueno	

**Planta situación y Fotografías de la Cantera**

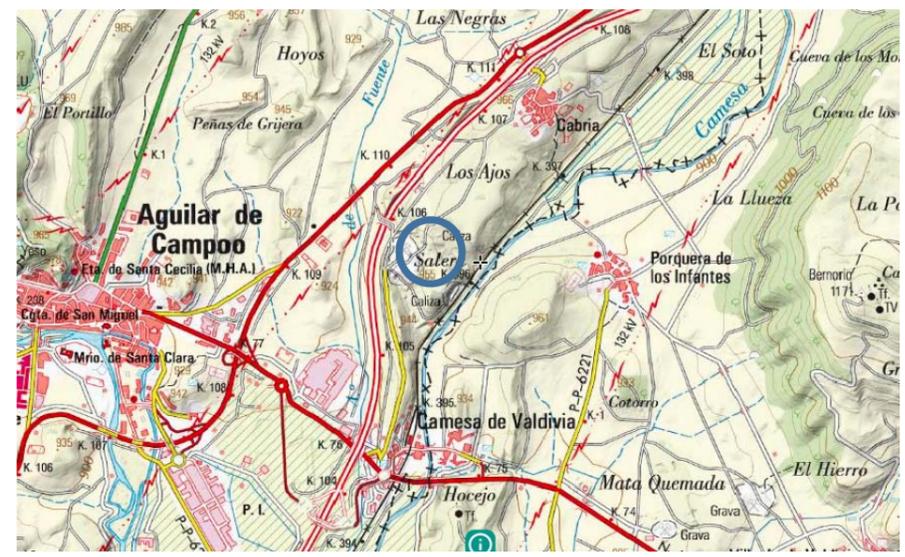


ENSAYO	CANTERA	E. CONTRASTE
Granulometría:	Tamaño máximo	
% QUE PASA	TAMIZ # N°40	
	TAMIZ # N°10	
	TAMIZ # N° 2	
	TAMIZ # N° 0,080	
Límite líquido:		
Índice de plasticidad:		
Índice de lajas (%):		
Clasificación de Casagrande:		
Equivalente de arena:		
Micro Deval (húmedo) (%):		
Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:		
Coeficiente de Pulido acelerado:		
Contenido en materia orgánica (%):		
Contenido en sulfatos (%):		



**OBSERVACIONES**

DATOS MORFOLÓGICOS: La explotación se encuentra en una zona de relieve alomado, muy próxima al Ipebllon de Quintanilla de las Torres.  
 DATOS ESTRUCTURALES: Las Areniscas se presentan en capas de potencias del orden de 0,8 a 1,3 m buzando entre 35 y 40° al SE y presengtan un diaclasado subvertical en el que se identifican dos sistemas principales, uno NO-SE y otro NE-SO.

 <p>SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES</p>	<b>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA</b>				
	<b>FICHA DE CANTERA</b>				
	Fecha de observación:	<b>CANTERA</b>			
	03/12/19	<b>Denominación</b>	<b>C-2</b>	<b>LA VERDE DOS</b>	
Empresa explotadora:	Canteras La Verde Dos		Teléfono:	942 254 550/664 423 875	
Dirección:	Barrio La Verde, 19-A. 39608 Herrera de Camargo (Cantabria)		Fax:	942 254 650	
Página web:			e-mail:	<a href="mailto:administración@canteraslaverdedos.com">administración@canteraslaverdedos.com</a>	
<b>DATOS DE LA EXPLOTACIÓN</b>			<b>PLANTA DE SITUACIÓN</b>		
<b>UBICACIÓN</b>		<b>PRODUCCIÓN</b>		<b>Planta situación y Fotografías de la Cantera</b>	
Municipio:	Porquera de los Infantes	Superficie a explotar:	La cantera se explota en dos frentes, uno de 140 m de largo por 5 de alto y otro de 150 m por 3 de alto.		
Provincia:	Palencia	Reservas estimadas:			
Nº Hoja M.T.N. :	133	Producción:	Calizas grises localmente dolomitizadas y con presencia de restos marinos del Jurásico. Se presenta tableada en capas metricas buzando 45-50º al NO con zonas intensamente fracturadas y diaclasadas.		
Nombre de la hoja:	Prádanos de Ojeda	Tipo de roca:	Aridos seleccionados, zahorras, arena, escollera, etc		
Coordenadas UTM: DATUM ETRS89 (huso 30)		Árido comercializado:			
X:	399134.00	Usos:	Zahorra artificial, aridos para hormigón, núcleo, coronación y espaldones de terraplén, cemento drenante, capa de forma, aridos para mezclas bituminosas, pedraplén, escollera.		
Y:	4739180.00				
Distancia media a la obra:	1,5 km				
Accesos:	Carretera asfaltada				
<b>ENSAYO</b>		<b>CANTERA</b>	<b>E. CONTRASTE</b>		
Granulometría:	Tamaño máximo				
	TAMIZ #Nº40				
	TAMIZ # Nº10				
	% QUE PASA	TAMIZ # Nº 2			
		TAMIZ # Nº 0,080			
Límite líquido:					
Absorción de agua (%):					
Índice de lajas (%):					
Caras de fractura (%):					
Equivalente de arena:					
Micro Deval (húmedo) (%):					
Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:					
Coeficiente de Pulido acelerado:					
Contenido en materia orgánica (%):					
Contenido en sulfatos (%):					
Contenido en terrones de arcilla (%):					
<b>OBSERVACIONES</b>					
Hay dos plantas de machaqueo y clasificado en la misma explotación, y tiene una alta capacidad de producción así como unas reservas elevadas.					

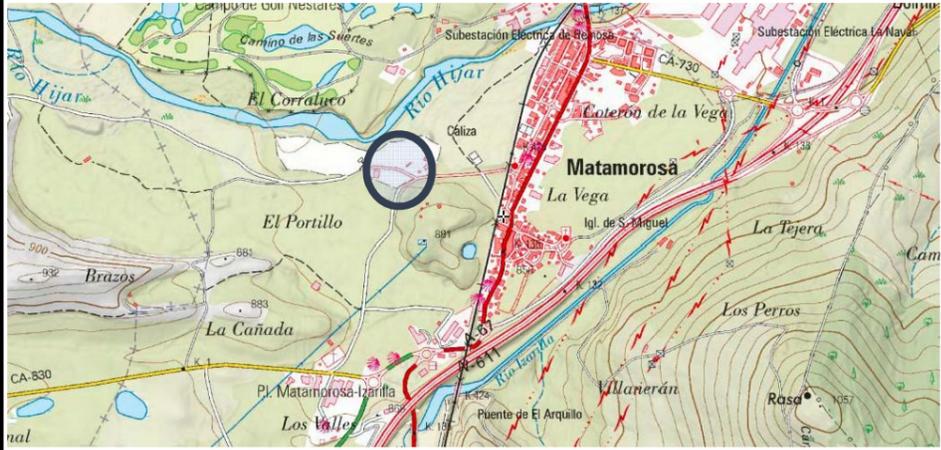


## **3.3. Graveras**

	<b>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA</b>		
	<b>FICHA DE CANTERA</b>		
	Fecha de observación:	<b>GRAVERA</b>	
	<b>Denominación GR-2</b>	<b>SIETE HERMANOS MANOLO</b>	
Empresa explotadora:	<b>SIETE HERMANOS MANOLO S.L.</b>		Teléfono: 979 181 156 / 608 477 010
Dirección:	CA-273 de Quintanilla de las Torres a Polientes km 1, 34811 Quintanilla de las Torres, Palencia		Fax: 979 181 156
Página web:			e-mail: <a href="mailto:roberto@sietehermanos.es">roberto@sietehermanos.es</a>
<b>DATOS DE LA EXPLOTACIÓN</b>		<b>PLANTA DE SITUACIÓN</b>	
<b>UBICACIÓN</b>		<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>Planta situación y Fotografías de la Cantera</b>
Municipio:	Quintanilla de las Torres	Superficie a explotar:	
Provincia:	Palencia	Reservas estimadas:	
Nº Hoja M.T.N. :	133	Producción:	
Nombre de la hoja:	Prádanos de Ojeda	Tipo de roca:	
Coordenadas UTM: DATUM ETRS89 (huso 30)		Árido comercializado:	Zahorra reciclada
X:	403400.00	Usos:	Arenas silíceas, transportes, excavaciones (construcción).
Y:	4740879.00		
Distancia media a la obra:	2 km		
Accesos:	Acceso asfaltado		
<b>ENSAYO</b>		<b>CANTERA</b>	<b>E. CONTRASTE</b>
Granulometría: % QUE PASA	Tamaño máximo		
	TAMIZ # Nº40		
	TAMIZ # Nº10		
	TAMIZ # Nº 2		
	TAMIZ # Nº 0,080		
Límite líquido:			
Índice de plasticidad:			
Índice de lajas (%):			
Clasificación de Casagrande:			
Equivalente de arena:			
Micro Deval (húmedo) (%):			
Coefficiente de Desgaste Los Ángeles:			
Coefficiente de Pulido acelerado:			
Contenido en materia orgánica (%):			
Contenido en sulfatos (%):			
<b>OBSERVACIONES</b>			
Poseen Planta de Reciclado en Aguilar para la Gestión de Residuos			



## **3.3. Plantas de suministro**

 <p>SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES</p>	<b>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA</b>		
	<b>FICHA DE CANTERA</b>		
	Fecha de observación:	<b>PLANTA DE HORMIGÓN</b>	
	<b>Denominación PH-1</b>	<b>FORMIGONS REINOSA</b>	
Empresa explotadora:	<b>HONGOMAR Hormigones Montañeses</b>		Teléfono: 678 500 535 (Técnico y Comercial)/ 672 68 74 72 (Administración-Contabilidad)
Dirección:	Barrio la verde 19A, 39608, Herrera de Pisuerga		Fax:
Página web:	<a href="http://www.hongomar.com">www.hongomar.com</a>		e-mail: <a href="mailto:rafaeldelgado@canteraslaverde.com">rafaeldelgado@canteraslaverde.com</a>
<b>DATOS DE LA EXPLOTACIÓN</b>		<b>PLANTA DE SITUACIÓN</b>	
<b>UBICACIÓN</b>		<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>Planta situación y Fotografías de la Cantera</b> 
Municipio: Herrera de Pisuerga	Matamorosa	Superficie a explotar:	
Provincia:	Palencia	Reservas estimadas:	
Nº Hoja M.T.N. :	108	Producción:	
Nombre de la hoja:	Las Rozas	Tipo de roca:	
Coordenadas UTM: DATUM ETRS89 (huso 30)		Árido comercializado:	
X:	405587.21	Usos:	
Y:	4759773.10		
Distancia media a la obra:	15,5 km		
Accesos:	Acceso asfaltado		
<b>ENSAYO</b>		<b>CANTERA</b>	<b>E. CONTRASTE</b>
Granulometría: % QUE PASA	Tamaño máximo		
	TAMIZ # N°40		
	TAMIZ # N°10		
	TAMIZ # N° 2		
	TAMIZ # N° 0,080		
Límite líquido:			
Índice de plasticidad:			
Índice de lajas (%):			
Clasificación de Casagrande:			
Equivalente de arena:			
Micro Deval (húmedo) (%):			
Coefficiente de Desgaste Los Ángeles:			
Coefficiente de Pulido acelerado:			
Contenido en materia orgánica (%):			
Contenido en sulfatos (%):			
<b>OBSERVACIONES</b>			



	<b>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD NOGALES DE PISUERGA-REINOSA</b>		
	<b>FICHA DE CANTERA</b>		
	Fecha de observación:	<b>PLANTA DE HORMIGÓN</b>	
	<b>Denominación PH-3</b>	<b>HORMIGONES CAMPOO</b>	
Empresa explotadora:	<b>HORMIGONES CAMPOO, S.L.</b>		Teléfono: 979 12 56 46/ 670 35 75 77
Dirección:	Carretera de Burgos, km. 73.5		Fax:
Página web:			e-mail:
<b>DATOS DE LA EXPLOTACIÓN</b>		<b>PLANTA DE SITUACIÓN</b>	
<b>UBICACIÓN</b>		<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>Planta situación y Fotografías de la Cantera</b>
Municipio:	Camesa de Valdivia	Superficie a explotar:	
Provincia:	Palencia	Reservas estimadas:	
Nº Hoja M.T.N. :	133	Producción:	
Nombre de la hoja:	Prádanos de Ojeda	Tipo de roca:	
Coordenadas UTM: DATUM ETRS89 (huso 30)		Árido comercializado: Caliza tamaño grava/arena y arena sílicea.	
X:	400280.00	Usos:	
Y:	4737383.00		
Distancia media a la obra:	0,2 km		
Accesos:	Buenos		
<b>ENSAYO</b>		<b>CANTERA</b>	<b>E. CONTRASTE</b>
Granulometría: % QUE PASA	Tamaño máximo		
	TAMIZ # N°40		
	TAMIZ # N°10		
	TAMIZ # N° 2		
	TAMIZ # N° 0,080		
Límite líquido:			
Índice de plasticidad:			
Índice de lajas (%):			
Clasificación de Casagrande:			
Equivalente de arena:			
Micro Deval (húmedo) (%):			
Coefficiente de Desgaste Los Ángeles:			
Coefficiente de Pulido acelerado:			
Contenido en materia orgánica (%):			
Contenido en sulfatos (%):			
<b>OBSERVACIONES</b>			

