
ESTUDIO DE MATERIALES

ANEJO 04

ÍNDICE

1. Antecedentes	3
1.1. Objeto.....	3
1.2. Información utilizada	3
2. Estudio de materiales	4
2.1. Normativa aplicable para el uso de materiales	4
2.2. Normativa aplicable para el uso de materiales.....	4
2.3. Necesidades de material.....	10
2.1. Aprovechamiento de los materiales de excavación.....	10
2.1.1. UG-4. Arcillas olistostrómica.....	10
2.1.2. UG-5 Areniscas y calcarenitas.....	11
2.2. Coeficientes de paso y factor de esponjamiento	11
2.3. Estudio de canteras y plantas de suministro.	12
2.4. Destino de sobrantes	15

APÉNDICE 1. INVENTARIO DE CANTERAS

APÉNDICE 2. PLANO MAPA ROCAS INDUSTRIALES. 1:200.000. IGME.

1. Antecedentes

1.1. Objeto

Se incluyen en este documento los trabajos desarrollados para la preparación del Anejo del Estudio de Materiales que formará parte del Estudio Informativo. Así, en el presente documento se realiza un estudio del posible aprovechamiento de los materiales de la traza de las alternativas propuestas (Alternativa 2 y Alternativa 3) para su uso en las obras de tierra, así como la localización de fuentes de suministro externas.

De este modo, se resume en lo que sigue los objetivos pretendidos para el presente anejo que corresponde con el análisis de los siguientes puntos:

- Caracterización de las distintas litologías del entorno de la traza desde el punto de vista de su reutilización.
- Elaboración de un inventario de canteras, graveras e instalaciones de suministro (hormigón y/o aglomerado) que por su proximidad a la zona estudiada pudieran resultar de interés, recabando datos de localización, producción, calidad del material extraído, etc. Para la realización de estos trabajos se ha consultado la bibliografía existente, actualizando y completando la información recogida mediante visitas a instalaciones y explotaciones.

1.2. Información utilizada

Como punto de partida de este trabajo, se ha realizado una revisión bibliográfica de la zona y se han consultado tanto mapas geológicos como publicaciones que se han considerado de interés. Además de los mapas, se ha consultado la memoria explicativa asociada a los mismos. Adicionalmente, se ha revisado toda la información aportada.

Se enumeran a continuación los documentos utilizados:

Mapas Geológicos:

- IGME. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000
 - Hoja N.º 1.022 (15-42) Campillo
 - Hoja N.º 1.023 (16-42) Antequera
 - Hoja N.º 1.037 (15-43) Teba
 - Hoja N.º 1.051 (15-44) Ronda

Mapas Temáticos:

- IGME. Mapa de Rocas Industriales Hoja N.º 82 (4-11) Morón de la Frontera

2. Estudio de materiales

2.1. Normativa aplicable para el uso de materiales

La normativa vigente en proyectos de ferrocarriles respecto a los materiales a utilizar en las distintas unidades de obra es la siguiente:

- “Pliego de Prescripciones Técnicas para los Proyectos de Plataforma”, PPT 9-0-1.0+M1 PARTE 2 (ADIF), febrero 2022.
- Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto. Cálculo de Espesores de Capas de las Sección Transversal, IF-3, Ministerio de Fomento, julio 2015.
- Especificación Técnica de Balasto, ET 03.360.004.0, ADIF, julio 2022.
- “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes”, PG-3. (Hasta Orden FOM/2523/2014)
- “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)”, Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio (B. O. E. 22-08-2008)”

Las prescripciones que deben cumplir cada uno de los tipos de material se recogen en los siguientes apartados.

2.2. Normativa aplicable para el uso de materiales

Dentro de un proyecto de plataforma ferroviaria las necesidades de materiales a cubrir corresponden a las siguientes unidades:

- Materiales para la mejora del fondo de excavación y formación de rellenos, que cumplan las especificaciones para cimiento, núcleo y coronación, los cuales precisan unas características fáciles de cumplir por la mayoría de los terrenos naturales.
- Materiales para la formación de la capa de forma y cuñas de transición.
- Materiales para las capas de asiento ferroviarias (subbalasto y balasto).
- Materiales para explanada mejorada, capas granulares y áridos para hormigones y mezclas bituminosas, con unas exigencias de calidad más precisas que obligarán a recurrir a yacimientos específicos.

Para la caracterización y clasificación del terreno, se recurre también a la especificaciones de la IF-3, Vía sobre balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal. Por último, se recoge en un cuadro resumen la clasificación del Pliego de Prescripciones Técnicas para obras de carretera y puentes, PG-3, para el caso de proyectar cualquier tipo de desvío de carreteras o caminos existentes.

Las tablas siguientes recogen los requerimientos para cada tipo de material necesario para la ejecución de los rellenos del tramo, así como para la disposición de la capa de forma y subbalasto.

El material para hormigones procederá de cantera o grava natural, cumpliendo las condiciones de calidad y granulometría exigidas a este material.

TERRAPLÉN	GRANULOMETRÍA	PLASTICIDAD	VOLUMÉTRICOS	COMPACTACIÓN,	DURABILIDAD y QUÍMICOS
Suelos Aptos	- Suelos o materiales todo uno.	LL<65%	- Colapso ≤ 1%.	- D máx PM > 1,750 kg/dm ³ .	- Materia orgánica degradable <1%.
		Si LL<40, LL>IP	- Hinchamiento CBR < 1%.	- CBR ≥ 5.	- Sulfatos < 2,5% (hasta un 15% si se impide la entrada de agua al núcleo).
		Si LL >40%. LL>IP>0.73(LL-20)	Hinch. Libre, PM ≤2%		Exentos de materia vegetal. Si existen condiciones de posible saturación se limitará el contenido de finos.
Suelos Especiales	Materiales que proceden de las excavaciones de la propia traza	Si 40%<LL<65%; LL<IP0,73(LL-20)	- Colapso ≤ 2%.	- CBR ≥ 3.	Sales solubles ≤2% Materia Orgánica ≤ 4%
	No se pueden clasificar como Aptos por incumplimiento de algún parámetro	Si 65<LL<85; LL>IP	- Hinchamiento libre ≤ 2%.		Sulfatos ≤10%
Núcleo	Suelos Especiales, siempre que se cumplan los requisitos de encapsulado APTOS				
Cimiento (refuerzo)	- Suelos o materiales todo uno.	LL<65%	- Colapso ≤ 1%.	- D máx PM > 1,750 kg/dm ³ .	- Materia orgánica degradable <1%.
		Si LL<40, LL>IP	- Hinchamiento CBR < 1%.	- CBR ≥ 5.	- Sulfatos < 2,5% (hasta un 15% si se impide la entrada de agua al núcleo).
		Si LL >40%. LL>IP>0.73(LL-20)	Si 2% <Hinch< 3% debe colocarse a 2 m de la coronación y humedad superior a la del PM).		Exentos de materia vegetal. Si existen condiciones de posible saturación se limitará el contenido de finos.
		- Características análogas al del núcleo. Podrán emplearse materiales tratados con ligantes hidráulicos, interposición de geotextiles o materiales adecuados del tipo siguiente: - * Tamaño máximo entre 80 y 400 mm			
Cimiento (drenaje)	- Si hay posible saturación, #0,08< 15%, prolongando también en núcleo y hasta 2 m por encima del terreno natural o saneo.	- *20 < #4 < 50%.			
		- *#40 < 30%.			
Coronación	- Suelos APTOS.	- * #0,08 < 8%.			
	- Tamaño máximo inferior a 10 cm.				
	- #0,08< 40% en peso en la fracción del material inferior a 60 mm	- CBR>10 (para un núcleo de terraplén con CBR>5)			
Espaldones	- sueldo APTOS				
	Si espaldón impermeable: Cu>6 Tamaño máx. 30mm #0,08>25 LL<40	- LL < 40%.			
Saneos fondo excavación	Las mismas condiciones que para Coronación				
Cubrición de túneles artificiales	- Si hay posible saturación, #0,08< 15%.				
	Las mismas condiciones que para núcleo				
Trasdós de muros	Tamaño máx <10cm - #0,08< 15%.				

Tabla 1. Prescripciones para los materiales de relleno y protección. PPT 9-0-1.0 +M1.

UNIDAD	GRANULOMETRÍA	VOLUMÉTRICOS	COMPACTACIÓN Y DURABILIDAD	QUÍMICOS	OTROS
Pedraplén	<ul style="list-style-type: none"> - #20 < 30%. - #0,08 < 10%. - Tamaño máximo entre 10 y 50 cm. 		<ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas de peso (NLT-255) <2%. - SDT >70%. - Contenido en peso de partículas con forma inadecuada ((L+G) /2E) >3) <30%. DLA <50 Coef Friabilidad <256% Pérdida de peso (5) ciclos de sulfato Na <20%; (5) ciclos de sulfato Mg <30% 		<ul style="list-style-type: none"> - Queda excluida la roca de yeso. - Estas condiciones son del material compactado. - Zona de transición de 1 m en coronación por debajo de la capa de forma.
Capa de forma	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño máximo ≤10 cm. - 30%≤#2mm≤65% - #0,08≤ 5% en peso. 	-Hinchamiento <0,2%.	<ul style="list-style-type: none"> - DLA <30%. - Micro Deval húmedo ≤25%. - CBR >15 compactado al 95% del PM. Hich. CBR≤0.2% - EV1 >50 Mpa. EV2 >80 MPa, EV2/EV1 ≤2,2. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exento de materia vegetal. - Materia orgánica <0,2%. 	
Subbalasto	<ul style="list-style-type: none"> -#40: 100% - #31.5: 90-100% - #16: 82-95% - #8: 65-80 - #4: 45-65% - #2: 30-50 - #0,5: 10-40 - #0.2: 5-25% - #0,063: 3-9% <p>Grava arenosa bien graduada con algo de finos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - CU=D60/D10 ≥14. - 1≤ CC=D30/(D10*D60) ≤3. 		<ul style="list-style-type: none"> - DLA <28%. - Micro Deval húmedo ≤22%. - Equivalente de arena >45. - Permeabilidad vertical (K) compactado al 100% del PM ≤10⁻⁶ m/s. 	<ul style="list-style-type: none"> - No podrá contener restos antrópicos, ni materiales tixotrópico, expansivos, solubles, putrescibles, combustibles ni polucionantes - Materia orgánica <0,2%, pasa por tamiz 2. - Sulfatos <0,2%, pasa por tamiz 2. 	<ul style="list-style-type: none"> - 100% del material retenido en el tamiz 4 es calificable como triturado (UNE-EN 933-5:1999) y no es piedra caliza.

Tabla 2. Prescripciones para los materiales de relleno tipo pedraplén, capa de forma y subbalasto. PPT 9-0-1.0 +M1.

TIPO DE SUELO (clasificación geotécnica)	Clase de calidad de suelo	TIPO DE SUELO (clasificación geotécnica)	Clase de calidad de suelo
0.1. Suelos con alto contenido de materia orgánica. 0.2. Suelos blandos, con contenidos de más del 15 % de finos ^a , con alto contenido de humedad, inapropiados para compactar. 0.3. Suelos tixotrópicos (p.e.: arcillas de gran susceptibilidad). 0.4. Suelos conteniendo material soluble (p.e.: rocas salinas o yeso). 0.5. Terreno contaminado (p.e.: residuos industriales). 0.6. Suelos con un contenido medio de materia orgánica. 0.7. Suelos de alta plasticidad, con más del 15% de finos, suelos colapsables ^c o suelos expansivos ^d .	QS0	2.3. Rocas moderadamente duras. P.e.: Con $25 < MDH \leq 40$ y $30 < LA \leq 40$.	
1.1. Suelos conteniendo más del 40 % de finos ^a (excepto los suelos clasificados como 0.2 o 0.7). 1.2. Rocas muy susceptibles a la meteorización. P.e.: - Cretas con $\rho_d < 1,7 \text{ t/m}^3$ y alta friabilidad. - Margas. - Esquistos meteorizados.	QS1	3.1. Suelos bien graduados, conteniendo menos del 5 % de finos ^a . 3.2. Rocas duras. P.e.: Con $MDH \leq 25$ y $LA \leq 30$	QS3
1.3. Suelos conteniendo entre el 15 y el 40 % de finos ^a (excepto los clasificados como 0.2 o 0.7). 1.4. Rocas moderadamente susceptibles a la meteorización. P.e.: - Cretas con $\rho_d < 1,7 \text{ t/m}^3$ y baja friabilidad. - Esquistos no meteorizados.	QS1 ^e		
1.5. Rocas blandas. P.e.: Con Microdeval húmedo (MDH) > 40 y Los Ángeles (LA) > 40 .			
2.1. Suelos conteniendo entre el 5 y el 15 % de finos ^a , excepto los suelos colapsables ^c . 2.2. Suelos uniformes ($CU \leq 6$), conteniendo menos del 5 % de finos ^a , excepto los suelos colapsables ^c .	QS2 ^f		

a. Estos porcentajes están obtenidos del análisis granulométrico realizado al material que pasa por el tamiz de 63 mm.; estos porcentajes pueden ser incrementados hasta un 5 % si se toma un número suficientemente representativo de muestras.

c. El asiento en el ensayo de colapso es superior al 1 % para muestras inalteradas o remoldeadas con la densidad del ensayo Proctor Normal y una presión normal de 0,2 MPa.

d. El hinchamiento libre es superior al 3 % para muestras inalteradas o remoldeadas con la densidad del ensayo Proctor Normal.

e. Estos suelos pueden entrar en la clase QS2 si las condiciones hidrogeológicas e hidrológicas son buenas.

f. Estos suelos pueden entrar en la clase QS3 si las condiciones hidrogeológicas e hidrológicas son buenas.

Tabla 3. Clasificación de Suelos IF3.

TIPO ÁRIDO	LIMITACIONES EN CUANTO AL TAMAÑO DE GRANO DE LOS ÁRIDOS							LIMITACIONES POR SUSTANCIAS PERJUDICIALES						LIMITACIONES FÍSICO-MECÁNICAS						
	Granulometría (% en peso retenido acumulado por tamiz)							Terrones de arcilla UNE 7133:58	Partículas blandas UNE 7134:58	Compuestos de azufre UNE EN 1744-1:99	Sulfatos solubles UNE EN 1744-1:99	Cloruros UNE EN 1744-1:99	Equivalente de arena a vista UNE EN 1744-1:99	Reactividad álcali UNE 1465: 99	Friabilidad de la arena (microdeval) UNE 83115:98ex	Desgaste de Los Angeles UNE EN 1097-2:99	Absorción de agua UNE 83133:90	Pérdida de sulfato magnésico UNE EN 1367-2:99	Coef. de forma UNE 7238;71	Índice de lajas UNE EN 933-3:97
	4 mm	2 mm	1 mm	0,5 mm	0,25 mm	0,125 mm	0,063 mm													
FINO < 4 mm	0-20	4-38	16-60	40-82	70-94	82-100	85-100*	< 1 %	-	< 1 %	< 0,8 %	< 0,05 % (H. armado o en masa) < 0,03 % (H. Pretensado)	< 75 (I, II a ó II b)** <80 (resto de clases)	NO REACTIVO	< 40	< 40	< 5%	< 15%	-	-
GRUESO > 4 mm							98-100	< 0,25 %	< 5 %	< 1 %	< 0,8 %	< 0,05 % (H. armado o en masa) < 0,03 % (H. Pretensado)	-	NO REACTIVO	< 40	< 40	< 5%	< 18 %	C.F. > 0,20 ó I.L. < 35	

* El límite inferior varía entre 85 y 94 según la naturaleza y la clase general de exposición del árido.

** En caso de no cumplir ver especificaciones sobre el ensayo de azul de metileno para áridos calizos y dolomíticos.

Tabla 4. Prescripciones de los áridos gruesos y finos para hormigones (EHE).

MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES PG-3 (Revisado). Art. 330							
Condición de terraplén #20>70% ó #0.08>35%							
Criterios de clasificación	Sales Solubles	Granulometría	Límites Atterberg		Materia Org.	Colapso	Hinchamiento
Suelo Seleccionado	< 0,2% (incl. Yesos)	100%≤100mm y #0,40≤15%	-	-	<0,2%	-	-
		Si #0,40 ≥ 15% ► (#2<80%; #0,40<75%; #0,08<25%)	<30	<10			
Adecuado	< 0,2% (incl. Yesos)	100%≤100mm; #2 < 80%; #0,08<35%	< 40		< 1%		
			Si > 30	> 4			
Tolerables	< 1% (Yesos < 5%)		< 65		< 2%	< 1%	< 3%
			Si > 40	> 0,73(LL-20)			
Marginales			Si > 90	< 0,73(LL-20)	< 5%		< 5%

Tabla 5. Prescripciones para los materiales de relleno tipo Terraplén. PG-3 (Revisado). Art. 330.

MATERIALES PARA TODO UNO PG-3/75 (Revisado) Art. 333					
GRANULOMETRÍA (mat compactado)	ROCA DE PROCEDENCIA				
	R. Estables	R. Evolutivas (ígneas alteradas; metam. poco compacta o arcillosa)	R. con sulfuros oxidables	R. con minerales solubles (yeso, cloruro sódico, sulfuro Mg)	R. con minerales combustibles
(#0.08<35% y 0%<#20<70%) ó (#20 < 30% y #0,08 > 10%) ó Pedraplén con Φ _{máx} < 100mm	<u>Ensayo De Desmoronamiento</u> Sin fisuración; Pérdida de peso < 2%	<u>Ensayo de desmoronamiento</u> Con fisuración Pérdida de peso > 2%	0% sulfuros oxidables Si % sulf. Ox. > 0 ► marginales	S. Solubles (excl. Yeso) > 1% ► marginales Yeso: < 5% 5-20%: en núcleo con espaldones > 20% ► marginales	< 2% materia org. > 2% ► marginales

Tabla 6. Prescripciones para los materiales de relleno tipo Todo Uno. PG-3 / 75 (Revisado). Art. 333.

MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE PEDRAPLENES PG-3 (Revisado) Art. 331			
ESTABILIDAD	GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL COMPACTADO	COEFICIENTE DE FORMA (L+G)/2E ≥3	HUSO COMPACTADO
Sumergidos en agua: Sin fisuración; Pérdida de peso < 2%	Tamaño: máximo: 900 mm; mínimo: 100 mm; # 20< 30; # 0,08 < 10%	< 30% (partículas de forma inadecuada)	50 < #220 < 100;25< #55 < 50;12,5 < #14 < 25

Tabla 7. Prescripciones para los materiales de relleno tipo Pedraplén. PG-3 (Revisado). Art. 331.

2.3. Necesidades de material

Atendiendo a la tramificación realizada en el *Anejo 10 Movimiento de Tierras* se han determinado los suelos aprovechables y cuales se consideran no aptos y deben ser trasladados a vertedero. A continuación, se muestra esta información mediante tablas, para cada una de las alternativas:

ALTERNATIVA 1						
MATERIAL	Ud	NECESIDADES OBRA	APORTACIÓN OBRA	COEF. PASO APORTACIÓN OBRA	APORTACIÓN OBRA REAL	NECESIDADES EXTERNAS
TERRAPLÉN	[m³]	0,000	0,000	0,950	0,000	0,000
CAPA DE FORMA	[m³]	0,000	0,000	-	-	0,000
SUBBALASTO	[m³]	1.028,000	0,000	-	-	1.028,000
BALASTO	[m³]	36.383,274	0,000	-	-	36.383,274
TOTAL MATERIAL	[m³]	37.411,274	0,000		0,000	37.411,274
MATERIAL	Ud	MATERIAL A VERTEDERO		COEF. ESPONJAMIENTO	MATERIAL REAL A VERTEDERO	
DESMONTE (UG-4 y UG-6)	[m³]	0,000		1,130	0,000	
DESMONTE (UG-5)	[m³]	0,000		1,181	0,000	
DESMONTE BALASTO	[m³]	48.119,814		-	48.119,814	
TOTAL MATERIAL	[m³]	48.119,814			48.119,814	

ALTERNATIVA 2						
MATERIAL	Ud	NECESIDADES OBRA	APORTACIÓN OBRA	COEF. PASO APORTACIÓN OBRA	APORTACIÓN OBRA REAL	NECESIDADES EXTERNAS
TERRAPLÉN	[m³]	688.642,325	207.683,423	0,950	218.614,129	470.028,196
CAPA DE FORMA	[m³]	89.631,320	0,000	-	-	89.631,320
SUBBALASTO	[m³]	31.628,954	0,000	-	-	31.628,954
BALASTO	[m³]	50.775,002	0,000	-	-	50.775,002
TOTAL MATERIAL	[m³]	860.677,600	207.683,423		218.614,129	642.063,471
MATERIAL	Ud	MATERIAL A VERTEDERO		COEF. ESPONJAMIENTO	MATERIAL REAL A VERTEDERO	
DESMONTE (UG-4 y UG-6)	[m³]	449.667,900		1,130	397.936,195	
DESMONTE (UG-5)	[m³]	0,000		1,181	0,000	
DESMONTE BALASTO	[m³]	14.425,760		-	14.425,760	
TOTAL MATERIAL	[m³]	464.093,660			412.361,954	

ALTERNATIVA 3						
MATERIAL	Ud	NECESIDADES OBRA	APORTACIÓN OBRA	COEF. PASO APORTACIÓN OBRA	APORTACIÓN OBRA REAL	NECESIDADES EXTERNAS
TERRAPLÉN	[m³]	94.235,280	89.523,516	0,950	94.235,280	0,000
CAPA DE FORMA	[m³]	56.768,070	0,000	-	-	56.768,070
SUBBALASTO	[m³]	21.021,977	0,000	-	-	21.021,977
BALASTO	[m³]	47.269,690	0,000	-	-	47.269,690
TOTAL MATERIAL	[m³]	219.295,018	89.523,516		94.235,280	125.059,738
MATERIAL	Ud	MATERIAL A VERTEDERO		COEF. ESPONJAMIENTO	MATERIAL REAL A VERTEDERO	
DESMONTE (UG-4 y UG-6)	[m³]	308.770,607		1,130	273.248,325	
DESMONTE (UG-5)	[m³]	98.936,672		1,181	83.773,643	
DESMONTE BALASTO	[m³]	26.986,544		-	26.986,544	
TOTAL MATERIAL	[m³]	434.693,823			384.008,512	

Tabla 8. Material aprovechable y material trasladado a vertedero.

A los volúmenes de rellenos procedentes de préstamos será preciso sumar el material para suelo seleccionado considerado en la definición de la plataforma ferroviaria.

2.1. Aprovechamiento de los materiales de excavación

En el apartado de geotecnia se realiza un estudio de las características de los materiales presentes en el trazado en estudio y se clasifican los materiales en función de las características que presentan de cara a su reutilización.

2.1.1. UG-4. Arcillas olistostrómica

Es la unidad con mayor representación en la zona donde se desarrollan la alternativas, y donde prácticamente se realizan todos los desmontes menos el realizado en la zona final.

En base a los ensayos realizados para caracterizar la unidad según el PPTP 9 0-1+M1, se clasifican como suelos “No Utilizables”, dado que presentan hinchamientos libres para las muestras remoldeadas según el ensayo Proctor superiores a 2.5%. Se podrán usar si son tratadas con cal.

Las arcillas clasificadas como CL, según la instrucción IF corresponde con suelos de calidad QS0, ya que presentan evidencias de hinchamiento una vez remoldeadas.

Según el PG-3, se clasifica como suelos inadecuados, dado que el hinchamiento libre es mayor al 5% en las muestras remoldeadas según el ensayo proctor.

2.1.2. UG-5 Areniscas y calcarenitas

Aparecen únicamente en la zona final de las dos alternativas de trazado, afectando al último desmonte.

En base a los ensayos realizados para caracterizar la unidad, identificación y químicos, según el PPTP 9 0-1+M1, se podrían clasificar como suelos "Aptos".

Dado que el contenido en finos detectado se sitúa próximo al 40%, según la instrucción IF corresponde con suelos de calidad QS1.

Según el PG-3, se clasifica como suelos tolerables.

2.2. Coeficientes de paso y factor de esponjamiento

El peso volumétrico de un material al ser excavado varía al de su puesta en obra, puesto que al excavar un material es frecuente que aumente su volumen, este es el denominada factor de esponjamiento.

Mientras que el coeficiente que relaciona la variación de volumen de un determinado material en estado natural con el volumen obtenido mediante una determinada energía de compactación, que se aplica al material excavada, se denomina coeficiente de paso.

Se considera que todo el material excavado en las actuaciones previstas será llevado a vertedero, dado que no cumplen con las prescripciones de la clasificación IF3 (Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3. Vía sobre Balasto). A excepción del material proveniente de la excavación de la UG-5, areniscas y calcarenitas, clasificado como suelos de calidad QS1.

En el caso del material tipo suelo, el coeficiente de paso se obtiene del cociente entre la densidad seca del suelo en estado natural y la densidad óptima obtenida esta última del ensayo Proctor Modificado.

En los materiales que se van a excavar y reutilizar en los rellenos compactados, el coeficiente de paso o de variación volumétrica CVU, se determina mediante la expresión:

$$C_{VU} = \frac{V_{FINAL}}{V_{INICIAL}} = \frac{\frac{Peso\ seco}{D_{SECA\ final}}}{\frac{Peso\ seco}{D_{SECA\ inicial}}} = \frac{D_{SECA\ inicial}}{D_{SECA\ final}}$$

La densidad seca inicial es la que tiene el terreno en su estado natural y la densidad seca final se obtiene a partir de los valores de densidad máxima obtenidos en el ensayo Proctor de referencia aplicando el grado de compactación de puesta en obra, por lo que la expresión anterior quedaría de la siguiente forma:

$$C_{VU} = 100 \times \frac{\gamma_{dm}}{G_c \gamma_{dmax}}$$

- γ_{dm} : Valor medio de las densidades secas en estado natural.
- γ_{dmax} : Valor medio de las densidades máximas correspondientes al ensayo Proctor modificado.
- G_c : Grado de compactación conseguido en la puesta en obra del material, expresado en tanto por ciento respecto del máximo obtenido en el ensayo Proctor de referencia.

El factor de esponjamiento expresa la relación entre la densidad seca del suelo en estado natural y el mismo concepto cuando es vertido sin compactar, como sucede con los materiales enviados a vertedero.

$$Fw = Vb/Vs = ds/db$$

- Fw : factor de esponjamiento.
- Vb : volumen de material en banco.
- Vs : volumen de material suelto o excavado.
- Db : densidad seca inicial (densidad del material en banco o estado natural).

- D_s: densidad seca final (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).

La diferencia entre el coeficiente de paso y factor de esponjamiento se basa en el grado de compactación final, adoptándose de forma general un grado de compactación de entre el 95 y el 100% para formar parte de rellenos y entre el 60-80 % para el material acumulado en vertedero (vertido, sin compactar). Así, ambos coeficientes se pueden calcular a partir de las densidades obtenidas en laboratorio o bien estimadas en función de datos existentes, pudiendo considerarse un grado de compactación mínimo del 95% para conformar rellenos y del orden del 80% para el acúmulo del material en vertedero.

Se han realizado ensayos de compactación (Proctor Modificado e Índice CBR) con muestras obtenidas en las unidades que van a ser excavadas de los cuales se han obtenido las densidades máxima, mientras que la densidad seca inicial se obtiene de las medidas de la humedad y densidad in situ mediante método nuclear.

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Unidad	D seca Inicial (g/cm ³)	P.M. D max (g/cm ³)
UG -5, Areniscas y calcarenitas	1,61	1,78*
UG-6, Arcillas olist	1,87	1,98

Tabla 9. Promedio de los valores de densidad, obtenidos en los ensayos de Proctor y Método Nuclear.

Para el resto de las unidades se han tomado valores de acuerdo con la literatura y la experiencia de puesta en obra.

A continuación, se incluye una tabla en la que se indican los coeficientes de paso a terraplén y a vertedero de los materiales en la zona de proyecto.

Unidad	Coef. De paso a terraplén (95 % comp.)	Factor de esponjamiento. Vertedero (80% comp.)
UG -5, Areniscas y calcarenitas	0,95	1,13
UG-6, Arcillas olistostrómica	0,99	1,18

Tabla 10. Factor de esponjamiento y Coef de paso. Unidades tipo suelo.

2.3. Estudio de canteras y plantas de suministro.

Dentro de la zona de influencia del área de estudio se abarcan distintas litologías tales como calizas, mioceno y cuaternario detrítico en sentido amplio, y de manera puntual ofitas. Este tipo de materiales se suele emplear en el sector de la construcción como áridos de trituración y como rocas ornamentales y de construcción en algunos casos.

La explotación de rocas industriales, dentro del mapa de rocas industriales del IGME a escala 1:200.000 en la superficie de la hoja de Morón de la Frontera n.º 82 es intensa.

Se explotan principalmente rocas calcáreas de distintas edades, en menor medida ofitas y materiales detríticos miocenos, en la zona de Ronda y cuaternarios, en los alrededores de la ciudad de Málaga.

Son materiales considerados buenos áridos para la construcción. Se utilizan como gravas y para la fabricación de hormigones y morteros.

Se han reconocido un total de 6 canteras en un entorno próximo al de la obra de estudio.

Del total de las canteras inventariadas, todas se encuentran actualmente activas. Todas las canteras analizadas explotan materiales calizo-dolomíticos, areniscas y, además, una de ellas explota también ofitas.

A continuación, se expone y se realiza, de manera breve, una descripción de cada una de las canteras.

- Cantera Las Sílices. Se ha denominado C-1. Se localiza en el término municipal de Cañete la Real, a una distancia aproximadamente de 30 Km de Campillos. Explota las areniscas del aljibe

del terciario, y produce todo tipo de áridos y áridos para la fabricación de hormigón. **Sílice Cañete, S.A.** 952 183 184

- Cantera de Almargen. Se ha denominado C-2. Se localiza en el término municipal de Cañete la Real. Su emplazamiento dista 20 Km de Campillos. Explora materiales calizo- dolomíticos de edad jurásica y produce todo tipo de áridos y áridos para la fabricación de hormigón. **Grupo Onzaga.** 952 182 496, info@onzaga.es.

- Cantera Sierra de los Caballos. Esta cantera se ha denominado C-3. Se localiza en el término municipal de Sierra de Yeguas, a una distancia en torno a los 32 km de Campillos. Explora dolomías y brechas dolomíticas del jurásico. Produce todo tipo de áridos y áridos para la fabricación de hormigón y subbalasto. **Maygar.** 955 823 195 / 657 845 545, info@maygar.es.

- Cantera La Camorra. Esta cantera se ha denominado C-4. Se emplaza en el término municipal de Mollina, a 35 Km de Campillos. Explora calizas y dolomías jurásicas para producir todo tipo de áridos y áridos para la fabricación de hormigón. **Excomar canteras.** 952 710 505.

- Cantera Gandía. Se ha denominado C-5. Se localiza en el término municipal de Antequera. Su emplazamiento dista 35 km de Campillos. Explora areniscas bioclásticas del terciario y produce todo tipo de áridos y áridos para la fabricación de hormigones. **Transportes Cristóbal Medina.** 952 841 538.

- Cantera Negrita. Esta gravera se ha denominado C-6. Se localiza en el término municipal de Antequera, a una distancia aproximadamente 20 Km de Campillos. Explora materiales triásicos de naturaleza calizo-dolomítica y ofítica. Produce todo tipo de áridos calizos y áridos para la fabricación de hormigón, además de zahorras artificiales ofíticas. **Grupo Acedo.** 952 840 508, info@grupoacedo.com.

A continuación, se muestra la ubicación de las canteras inventariadas:

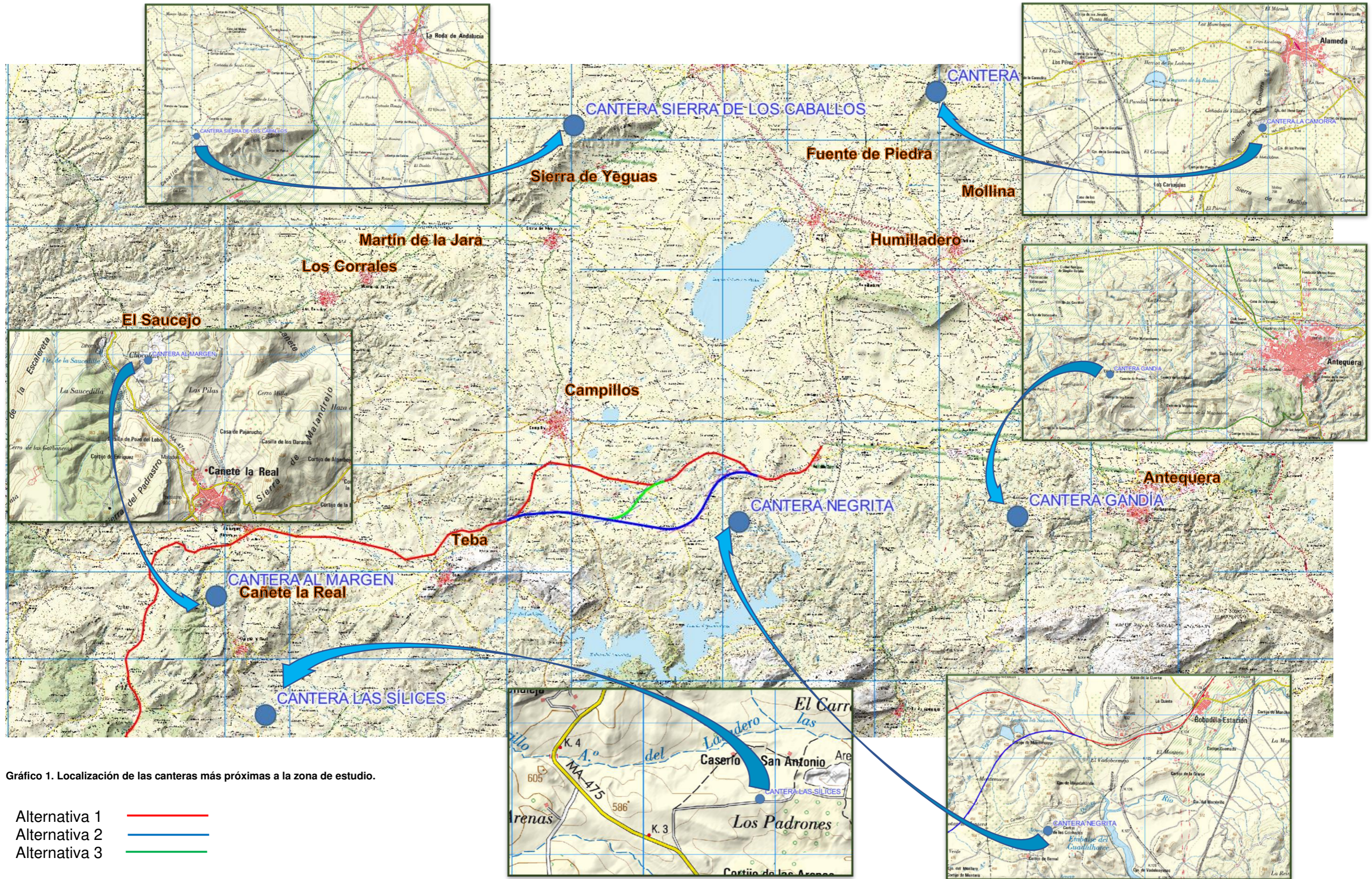


Gráfico 1. Localización de las canteras más próximas a la zona de estudio.

- Alternativa 1 —
- Alternativa 2 —
- Alternativa 3 —

En cuanto al suministro de balasto, de acuerdo con la normativa ADIF, solo podrá proceder de canteras que hayan sido certificadas con el Distintivo de Calidad de balasto reconocido oficialmente por ADIF, de acuerdo con las Normas EN 13450 y UNE 146 147 “Áridos para balasto”.

Dado que se trata de una vía perteneciente a la red convencional, son de aplicación Balastos de Tipo 1 y Tipo 2. Todas las prescripciones y normativa que cumplir quedan recogidas en la Norma Técnica NAV 3-4-0.1: Balasto. Canteras Suministradoras. Prescripciones geotécnicas y de instalaciones de fabricación. ADIF 2007.

Se considera de cara al suministro de balasto, las canteras La Rivera y/o Exmisur, ambas certificadas por ADIF para el suministro de balasto tipo 1, por ser éstas las más cercanas a la zona de Proyecto (a unos 150 Km de distancia).

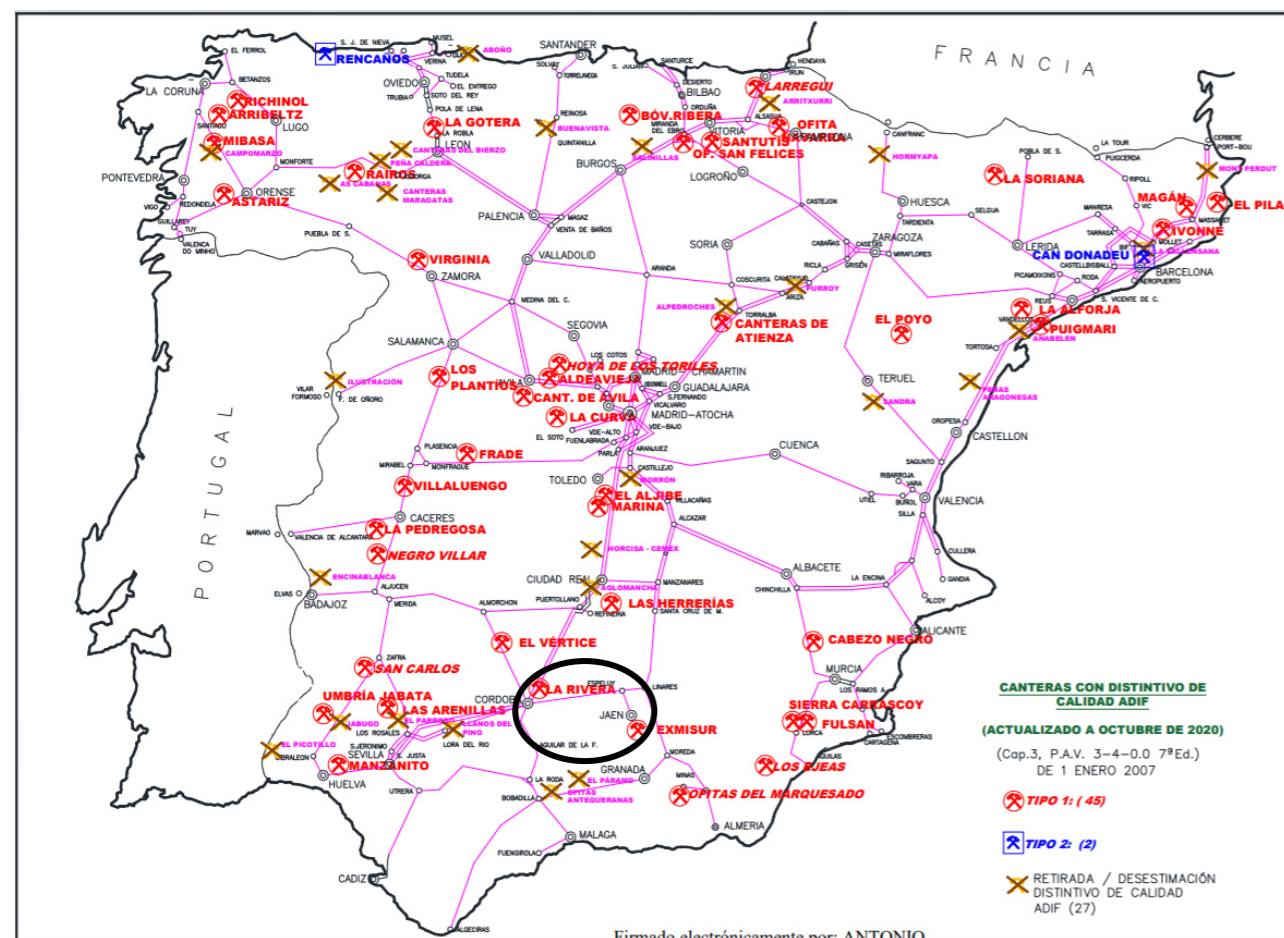


Gráfico 2. Localización de las explotaciones suministradoras de Balasto con distintivo de calidad Adif.

2.4. Destino de sobrantes

De las excavaciones y movimientos de tierra previstos en las unidades de obra proyectadas, se obtendrán materiales considerados en su mayor parte como no aprovechables.

Todo el material excavado que no pueda ser reutilizado en obra deberá ser depositado en áreas adecuadas. Para la selección de una zona de vertido se consideran una serie de criterios generales:

- Zonas extractivas abandonadas en restauración
- Zonas cercanas a la traza, por lo que supone en cuanto a costes ambientales y económicos
- El impacto visual que pudiera tener en el paisaje la acumulación de estos materiales deberá ser mínimo.
- Debe ser un área estable desde un punto de vista geológico y geotectónico, para que el aporte de material adicional no represente el incremento de riesgos geológicos en la zona.
- Zonas no protegidas legalmente
- Áreas degradadas, espacios muy alterados, áreas deprimidas respecto a las cotas adyacentes. Estas zonas serán restauradas a la finalización de las obras.

Por otro lado, de acuerdo con el recorrido y estudio inicial del tramo, búsqueda mediante registros oficiales se proponen 2 espacios adecuados en función del material y sus características:

- En el término municipal de Antequera existe una Planta de Tratamiento de RCD'S en Paraje La Juanona Polígono 110 Parcela 123, Ctra. MA-7075 Km, en las antigua explotación de Ofitas antquerenas.
- Complejo medioambiental Valsequillo, se trata de una parcela de superficie aproximada de 46,6 Ha, que se encuentra situada a una distancia de 6 km del casco urbano de Antequera y a una distancia de 7,7 dparae la estación de Bobadilla, dependiente del Consorcio

Provincial de Residuos sólidos urbanos de Málaga, que cuenta con una planta de tratamiento de escombros y zonas de vertido.

A continuación, se muestra la ubicación de los espacios registrados:

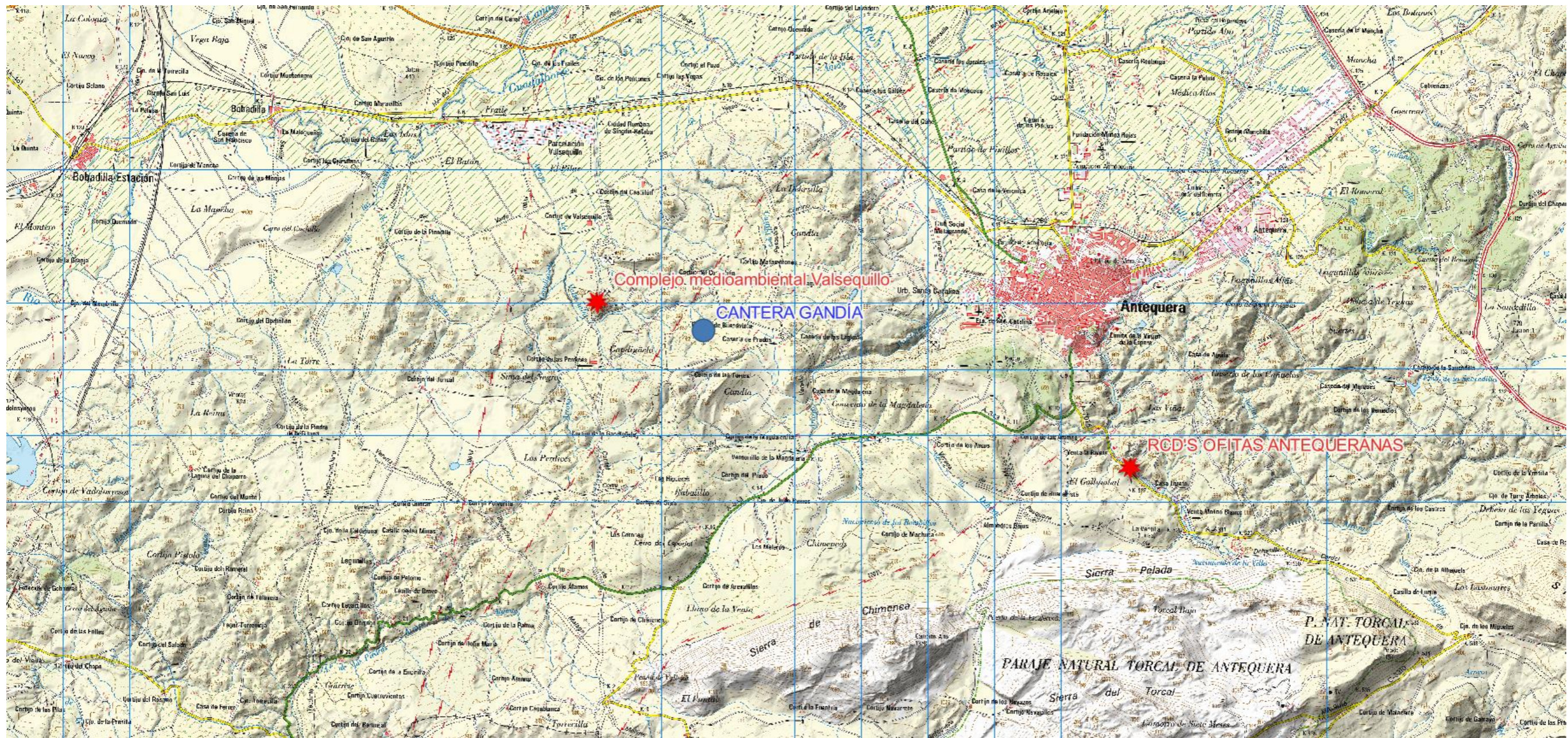


Gráfico 3. Localización de las zonas de vertido registradas.

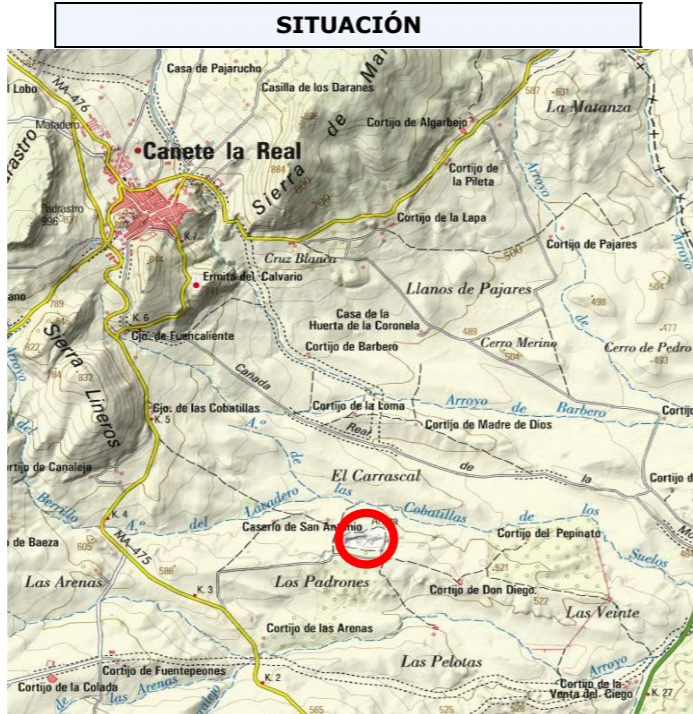
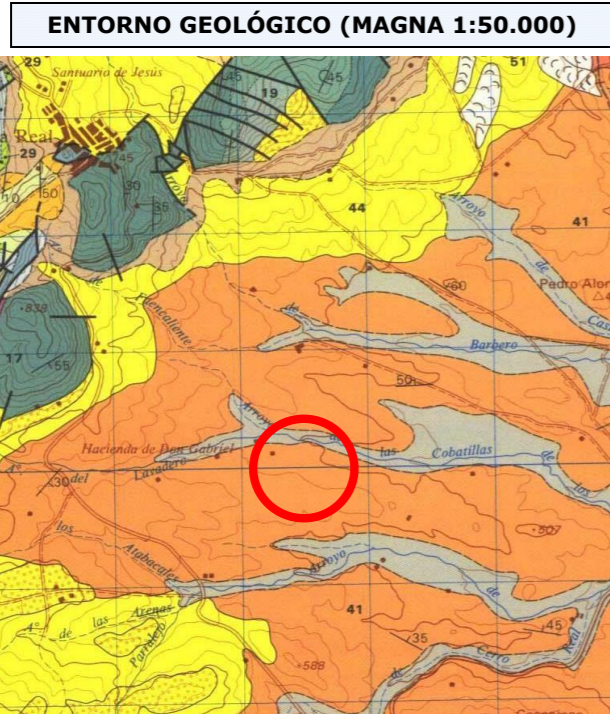
APÉNDICE 1. INVENTARIO DE CANTERAS

FICHA DE CANTERA

Servicios para la Redacción del Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda" □



NOMBRE	C-1 / Cantera Las Sílices			CÓDIGO PROYECTO:		
				FECHA:	dic-22	
LOCALIZACIÓN						
HOJA 1:50.000:	1037 Teba	COORDENADAS:	E 321306 N 4088589			
PROVINCIA:	Málaga	ACCESOS:	MA - 475, entorno km 3, dirección Cañete Real, salida a Pto de interés Geológico.			
T. MUNICIPAL:	Cañete La Real	OFICINAS:	Calle Rda., 5 29340 Cañete La Real.			
PARAJE:	Olivar del Tuerto y Cortijo Los Duranes	TELÉFONO:	952 183 184			
DISTANCIA:	30 km a Campillos	E-MAIL:				
EXPLOTACIÓN						
ESTADO:	Intermitente	PRODUCCIÓN:				
M. EXPLOTADO:	Arenas cuarzosas	INSTALACIONES:				
PROPIETARIO:	Sílice Cañete, S.A.	MATERIALES:	Áridos seleccionados, zahorras, arena, etc.			
Nº FRENTES:		USO EN OBRA:	Aridos hormigón, terrellén, ...			
DATOS GEOLÓGICOS						
FORMACIÓN:	Areniscas del Aljibe, terciario (41).					
DESCRIPCIÓN:	Areniscas- cuarzosas, arcillas y margas arcillosas					
ESTRUCTURA Y BUZ.:						
ENSAYOS DE LABORATORIO						
	Áridos para hormigon	Áridos para Mezclas bituminosas	Áridos para Capas granulares	Escollera		
Tamaño árido (d/D)	0 - 6	6 - 20	0 - 32	0 - 20		
Eq. de Arena [-]						
Desgaste LA [%]						
CPA [-]						
Estabilidad SO₄Mg [%]						
Índice Lajas o Coef. Forma[-]						
Sulfatos [%]						
Microdeval [%]						
Hinchamiento Libre [%]						
Colapso [%]						
Porcentaje finos [%]						
Plasticidad LL/IP [-]						
Materia Orgánica [%]						
Proctor (D max. / W opt.)						
CBR (95/100)						
% Caras de fractura						
Densidad [g/cm³]						
Azul de Metilemo						
FOTOGRAFÍAS						



FICHA DE CANTERA

Servicios para la Redacción del Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda" □



NOMBRE C-2 / Cantera de Almargen

CÓDIGO PROYECTO: dic-22
FECHA:

LOCALIZACIÓN

HOJA 1:50.000: **COORDENADAS:** E N

PROVINCIA: **ACCESOS:**

T. MUNICIPAL: **OFICINAS:**

PARAJE: **TELÉFONO:**

DISTANCIA: **E-MAIL:**

EXPLOTACIÓN

ESTADO: **PRODUCCIÓN:**

M. EXPLOTADO: **INSTALACIONES:**

PROPIETARIO: **MATERIALES:**

Nº FRENTES: **USO EN OBRA:**

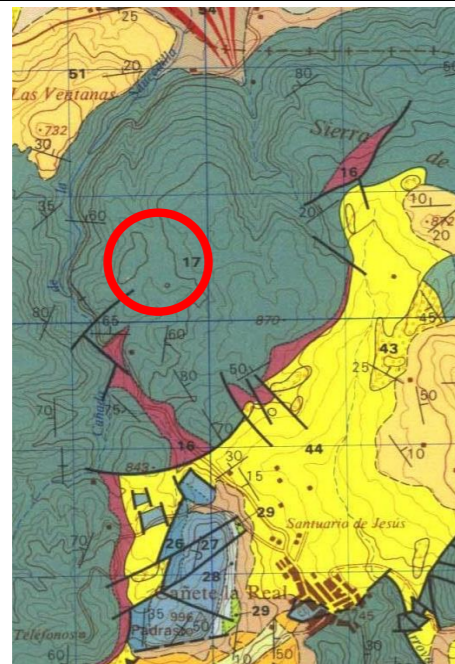
DATOS GEOLÓGICOS

FORMACIÓN:

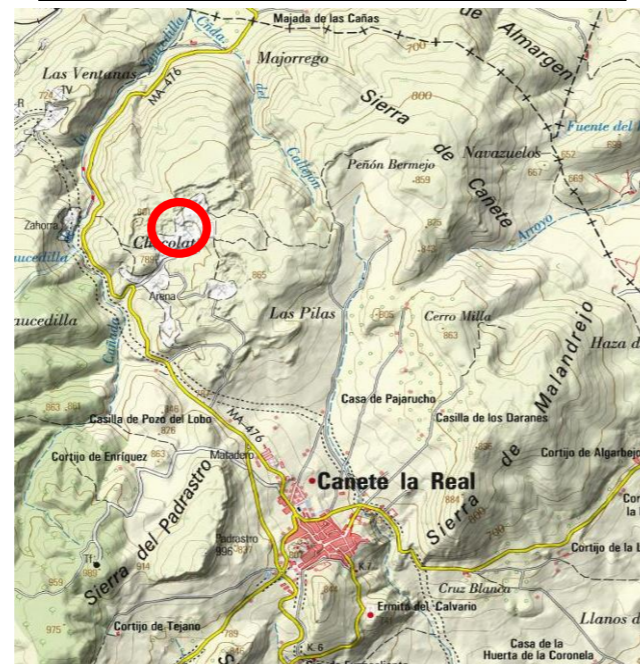
DESCRIPCIÓN:

ESTRUCTURA Y BUZ.:

ENTORNO GEOLÓGICO (MAGNA 1:50.000)



SITUACIÓN



ENSAYOS DE LABORATORIO

	Áridos para hormigon		Áridos para Mezclas bituminosas	Áridos para Capas granulares	Escollera
	0 - 6	6 - 20	0 - 32	0 - 20	
Tamaño árido (d/D)					
Eq. de Arena [-]					
Desgaste LA [%]					
CPA [-]					
Estabilidad SO ₄ Mg [%]					
Índice Lajas o Coef. Forma[-]					
Sulfatos [%]					
Microdeval [%]					
Hinchamiento Libre [%]					
Colapso [%]					
Porcentaje finos [%]					
Plasticidad LL/IP [-]					
Materia Orgánica [%]					
Proctor (D max. / W opt.)					
CBR (95/100)					
% Caras de fractura					
Densidad [g/cm ³]					
Azul de Metilemo					

FOTOGRAFÍAS



FICHA DE CANTERA

Servicios para la Redacción del Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda" □



NOMBRE **C-3 / Cantera Sierra de los Caballos**

LOCALIZACIÓN

HOJA 1:50.000: 1006 Benajemí **COORDENADAS:** E 335.244 N 4.115.811

PROVINCIA: Málaga **ACCESOS:** Camino Rejano s/n

T. MUNICIPAL: Sierra de Yeguas **OFICINAS:** A-92, KM. 123, 41590 La Roda de Andalucía, Sevilla

PARAJE: Sierra de los Caballos **TELÉFONO:** 955 823 195 / 657 845 545

DISTANCIA: 32 km a Campillos **E-MAIL:** info@maygar.es

EXPLOTACIÓN

ESTADO: Activo **PRODUCCIÓN:**

M. EXPLOTADO: Dolomía **INSTALACIONES:**

PROPIETARIO: Maygar **MATERIALES:** Áridos naturales y de machaqueo

Nº FRENTES: **USO EN OBRA:** Áridos hormigón, terrellén, ...

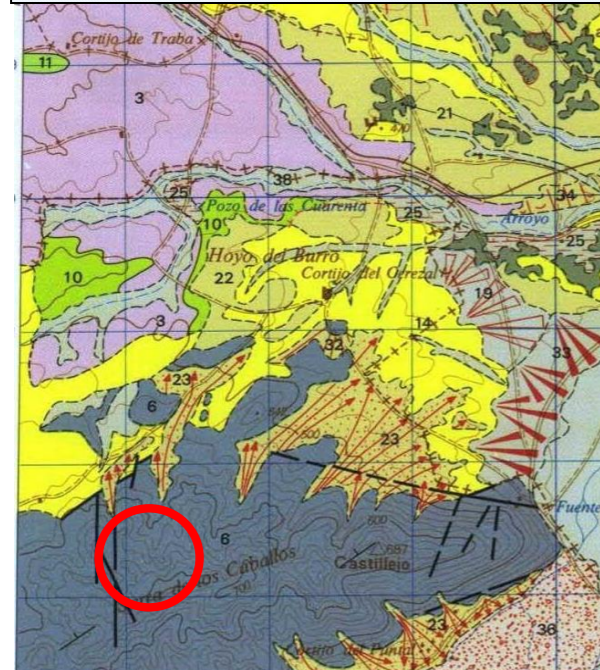
DATOS GEOLÓGICOS

FORMACIÓN: Dolomías y brechas dolomíticas del jurásico.(6)

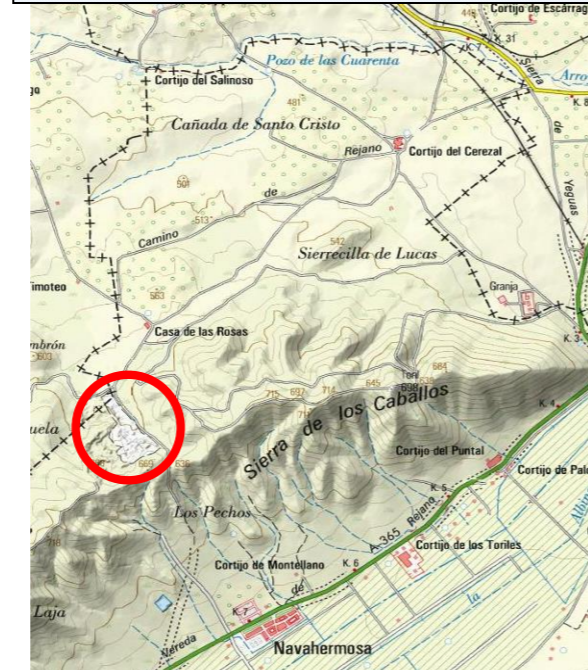
DESCRIPCIÓN: Dolomías de grano muy fino de colores grises o cremas en donde aparecen restos bioclásticos. Se encuentra muy brechificada sobre todo en la base. En la Sierra de los Caballos pueden presentar espesores superiores a los 300 m.

ESTRUCTURA Y BUZ.:

ENTORNO GEOLÓGICO (MAGNA 1:50.000)



SITUACIÓN



En las instalaciones poseen una planta de aglomerado.

CÓDIGO PROYECTO:
FECHA: dic-22

ENSAYOS DE LABORATORIO

	Áridos para hormigon	Áridos para Mezclas bituminosas	Áridos para Capas granulares	Escollera
Tamaño árido (d/D)	0 - 6	6 - 20	0 - 32	0 - 20
Eq. de Arena [-]				
Desgaste LA [%]				
CPA [-]				
Estabilidad SO₄Mg [%]				
Índice Lajas o Coef. Forma[-]				
Sulfatos [%]				
Microdeval [%]				
Hinchamiento Libre [%]				
Colapso [%]				
Porcentaje finos [%]				
Plasticidad LL/IP [-]				
Materia Orgánica [%]				
Proctor (D max. / W opt.)				
CBR (95/100)				
% Caras de fractura				
Densidad [g/cm³]				
Azul de Metilemo				

FOTOGRAFÍAS



FICHA DE CANTERA

Servicios para la Redacción del Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda" □



NOMBRE C-4 / Cantera la Camorra

CÓDIGO PROYECTO:
FECHA: dic-22

LOCALIZACIÓN

HOJA 1:50.000: 1006 Benajemí **COORDENADAS:** E 351.847 N 4.117.203

PROVINCIA: Málaga **ACCESOS:** Ctra Fuente de Piedra-Alameda KM 3, 29532 Mollina, Málaga

T. MUNICIPAL: La Camorra. Mollina **OFICINAS:**

PARAJE: Sierra de la Camorra **TELÉFONO:** 952 710 505

DISTANCIA: 35 km a Campillos **E-MAIL:**

EXPLOTACIÓN

ESTADO: Activo **PRODUCCIÓN:**

M. EXPLOTADO: Dolomía **INSTALACIONES:**

PROPIETARIO: Excomar Canteras **MATERIALES:** Áridos naturales y de machaqueo

Nº FRENTES: **USO EN OBRA:** Aridos hormigón, terreplén, ...

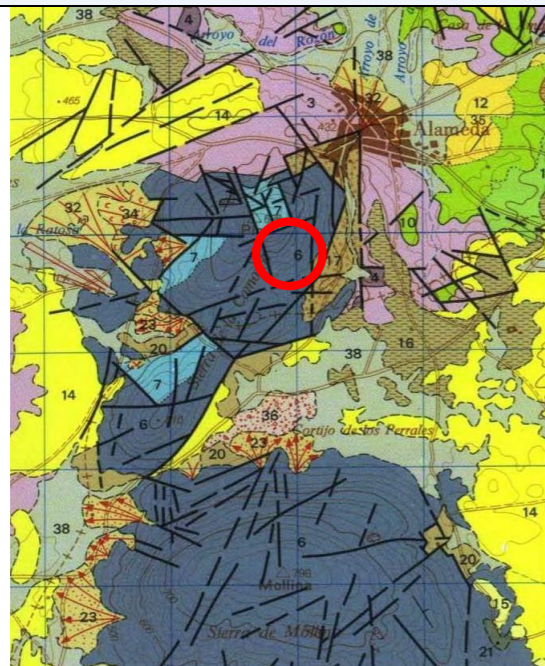
DATOS GEOLÓGICOS

FORMACIÓN: Dolomías y brechas dolomíticas del jurásico.(6)

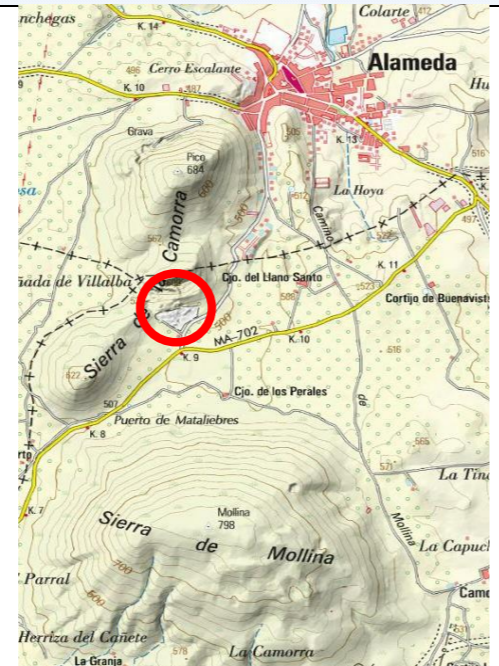
DESCRIPCIÓN: Dolomías de grano muy fino de colores grises o cremas en donde aparecen restos bioclásticos. Se encuentra muy brechificadas sobre todo en la base. En la Sierra de los Caballos pueden presentar espesores superiores a los 300 m.

ESTRUCTURA Y BUZ.:

ENTORNO GEOLÓGICO (MAGNA 1:50.000)



SITUACIÓN



ENSAYOS DE LABORATORIO

	Áridos para hormigon	Áridos para Mezclas bituminosas	Áridos para Capas granulares	Escollera
	0 - 6	6 - 20	0 - 32	0 - 20
Tamaño árido (d/D)				
Eq. de Arena [-]				
Desgaste LA [%]				
CPA [-]				
Estabilidad SO ₄ Mg [%]				
Índice Lajas o Coef. Forma[-]				
Sulfatos [%]				
Microdeval [%]				
Hinchamiento Libre [%]				
Colapso [%]				
Porcentaje finos [%]				
Plasticidad LL/IP [-]				
Materia Orgánica [%]				
Proctor (D max. / W opt.)				
CBR (95/100)				
% Caras de fractura				
Densidad [g/cm ³]				
Azul de Metilemo				

FOTOGRAFÍAS



FICHA DE CANTERA

Servicios para la Redacción del Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda" □



NOMBRE **C-5 / Cantera Gandia (nº 234)**

CÓDIGO PROYECTO:
FECHA: dic-22

LOCALIZACIÓN

HOJA 1:50.000: 1023 Antequera **COORDENADAS:** E 355.631 N 4.097.583

PROVINCIA: Málaga **ACCESOS:** Camino de la Quinta 28

T. MUNICIPAL: Gandi pie. Antequera. **OFICINAS:** Ctra Fuente de Piedra-Alameda KM 3, 29532 Mollina, Málaga

PARAJE: Gadipie. **TELÉFONO:** 952 841 538

DISTANCIA: 35 km a Campillos **E-MAIL:**

EXPLOTACIÓN

ESTADO: Activo **PRODUCCIÓN:**

M. EXPLOTADO: Arenisca y arenas **INSTALACIONES:**

PROPIETARIO: Tte Cristobal Medina **MATERIALES:** Áridos naturales

Nº FRENTES: **USO EN OBRA:** Aridos hormigón, terreplén, ...

DATOS GEOLÓGICOS

FORMACIÓN: Areniscas bioclásticas, terciario. (14)

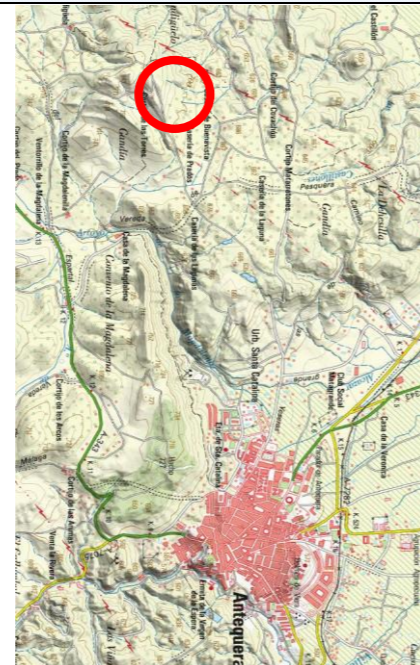
DESCRIPCIÓN: Son sedimentos molásicos, areniscas bioclásticas de grano grueso constituidas por lamelibranchios, se detectan niveles de margas grises, arenas y materiales conglomeráticos.

ESTRUCTURA Y BUZ.:

ENTORNO GEOLÓGICO (MAGNA 1:50.000)



SITUACIÓN



ENSAYOS DE LABORATORIO

	Áridos para hormigon		Áridos para Mezclas bituminosas	Áridos para Capas granulares	Escollera
	0 - 6	6 - 20	0 - 32	0 - 20	
Tamaño árido (d/D)					
Eq. de Arena [-]					
Desgaste LA [%]					
CPA [-]					
Estabilidad SO ₄ Mg [%]					
Indice Lajas o Coef. Forma[-]					
Sulfatos [%]					
Microdeval [%]					
Hinchamiento Libre [%]					
Colapso [%]					
Porcentaje finos [%]					
Plasticidad LL/IP [-]					
Materia Orgánica [%]					
Proctor (D max. / W opt.)					
CBR (95/100)					
% Caras de fractura					
Densidad [g/cm ³]					
Azul de Metilemo					

FOTOGRAFÍAS



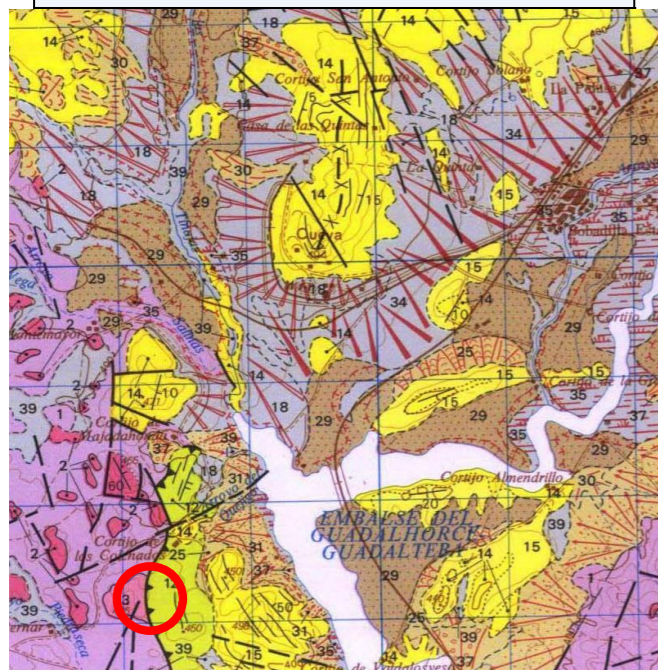
FICHA DE CANTERA

Servicios para la Redacción del Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda" □



NOMBRE	C-6 / Cantera Negra				CÓDIGO PROYECTO:				
					FECHA:	dic-22			
LOCALIZACIÓN									
HOJA 1:50.000:	1023 Antequera	COORDENADAS:	E	355.631	N	4.097.583			
PROVINCIA:	Málaga	ACCESOS:	Ctra. 331, km 5+200						
T. MUNICIPAL:	Colchado. Antequera.	OFICINAS:	P.I. nº 9, parcela B-24, Antequera						
PARAJE:		TELÉFONO:	952 840 508						
DISTANCIA:	20 km a Campillos	E-MAIL:	info@grupoacedo.com						
EXPLOTACIÓN									
ESTADO:	Intermitente	PRODUCCIÓN:							
M. EXPLOTADO:	Ofitas / calcarenitas	INSTALACIONES:							
PROPIETARIO:	Ofitas Antequeranas SL	MATERIALES:	Áridos naturales y de machaqueo						
Nº FRENTES:	GrupoAcedo	USO EN OBRA:	Aridos hormigón, terreplén, ...						
DATOS GEOLÓGICOS									
FORMACIÓN:	Ofitas del triás (3) y calcarenitas grises paleogeno-neogeno (12)								
DESCRIPCIÓN:	Las ofitas suele aparecer en afloramientos aislados en forma circular; se trata de diabasas aúfitas afectadas por retrometamorfismo.								
ESTRUCTURA Y BUZ.:	Las calcarenitas son bancos de calizas detríticas de aspecto turbidítico con bioclastos de foraminíferos								
ENSAYOS DE LABORATORIO									
	Áridos para hormigon		Áridos para Mezclas bituminosas		Áridos para Capas granulares		Escollera		
	0 - 6	6 - 20	0 - 32	0 - 20					
Tamaño árido (d/D)									
Eq. de Arena [-]									
Desgaste LA [%]									
CPA [-]									
Estabilidad SO₄Mg [%]									
Índice Lajas o Coef. Forma[-]									
Sulfatos [%]									
Microdeval [%]									
Hinchamiento Libre [%]									
Colapso [%]									
Porcentaje finos [%]									
Plasticidad LL/IP [-]									
Materia Orgánica [%]									
Proctor (D max. / W opt.)									
CBR (95/100)									
% Caras de fractura									
Densidad [g/cm³]									
Azul de Metilemo									
FOTOGRAFÍAS									

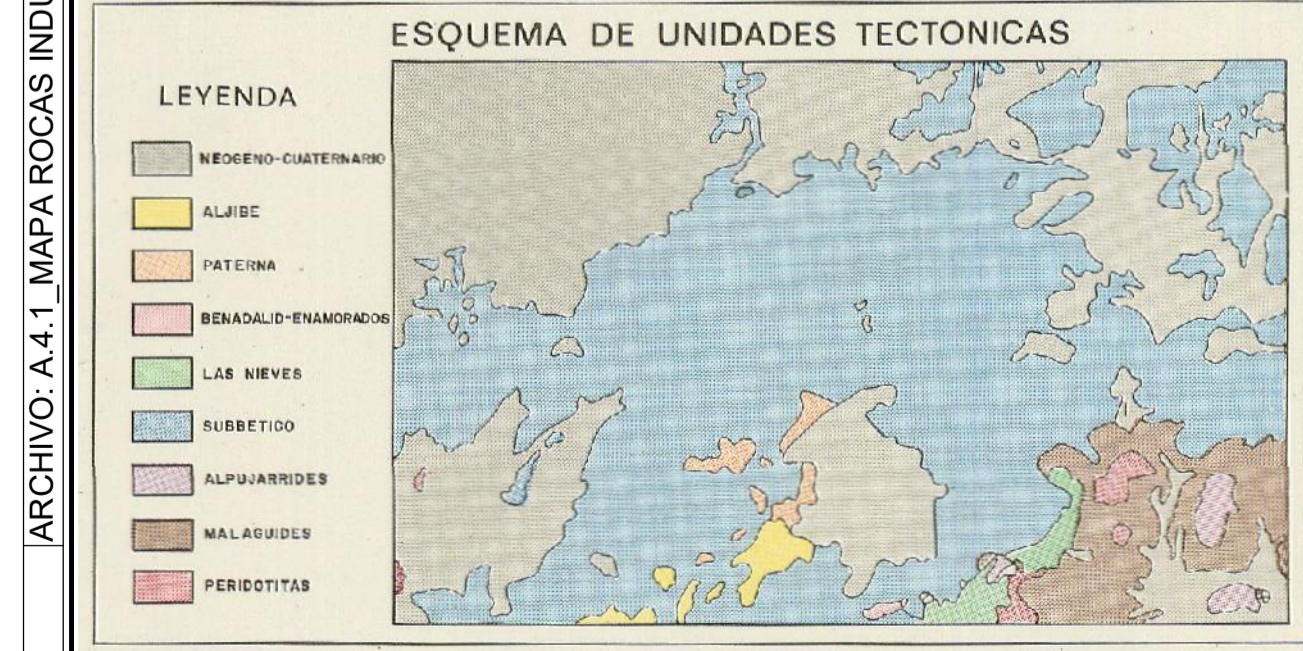
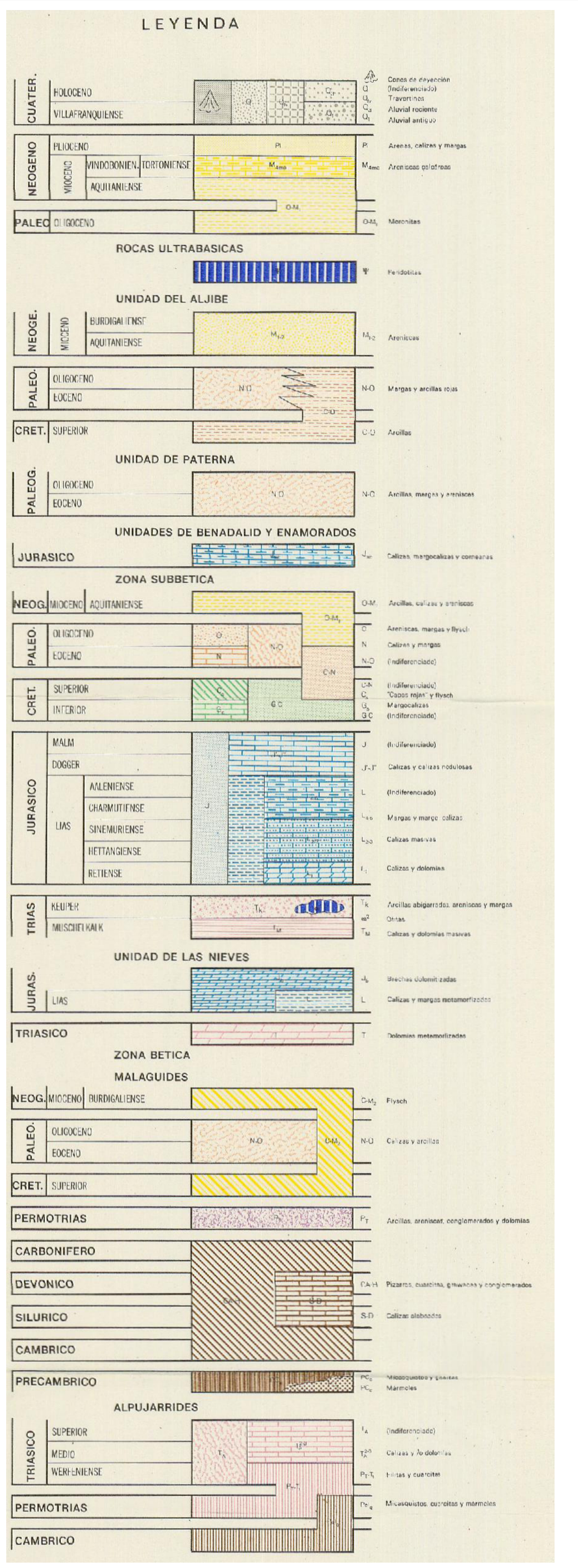
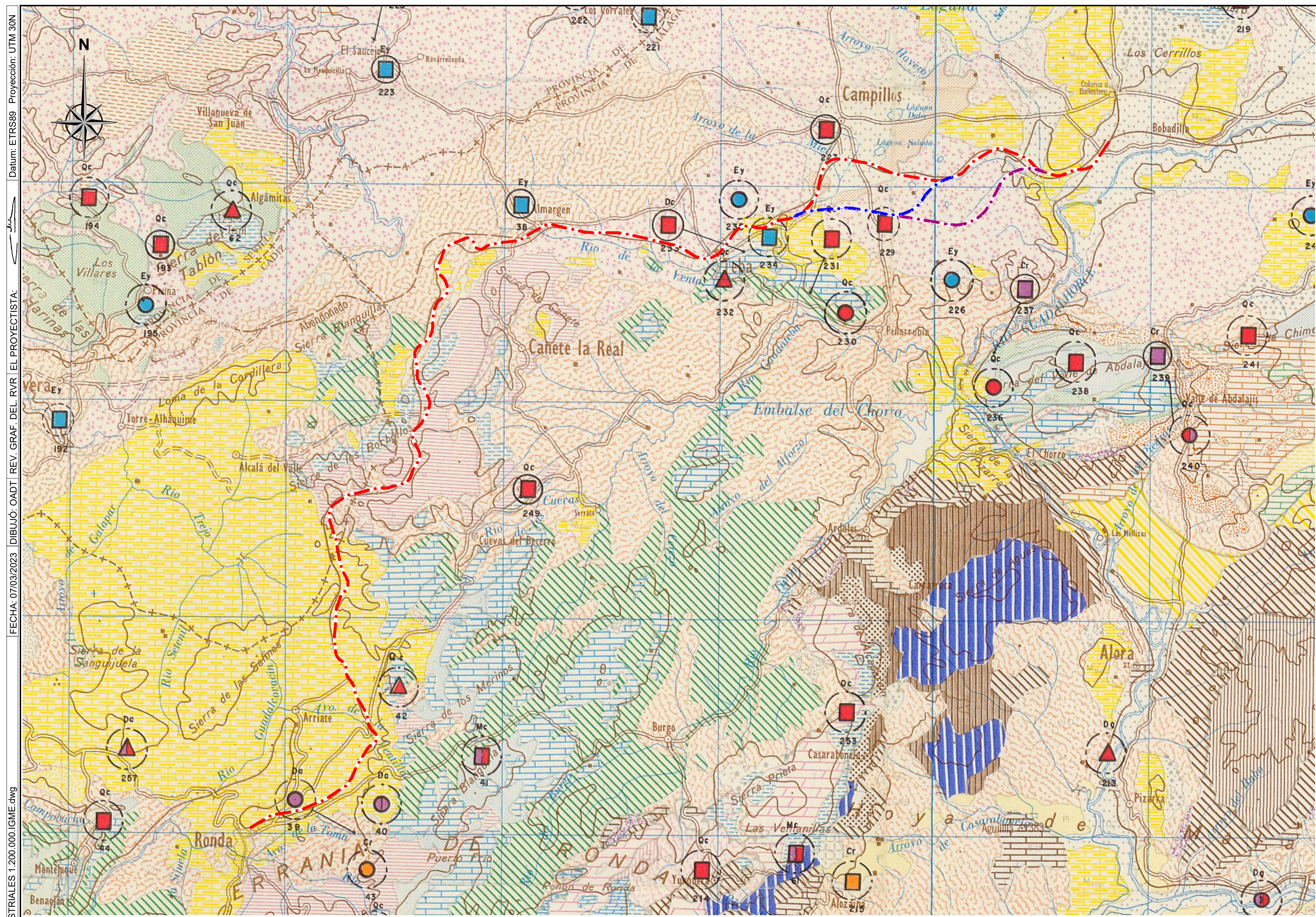
ENTORNO GEOLÓGICO (MAGNA 1:50.000)



SITUACIÓN



APÉNDICE 2. PLANO. MAPA ROCAS INDUSTRIALES. 1:200.000. IGME



YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES		
UTILIZACIÓN	ESTADO ACTUAL	RESERVAS
Rocas de Construcción	Activo	Pequeña
Aglomerantes	Inactivo	Mediana
Aridos	No Explotado	Grande
Vidrio	Depósitos Artificiales	
Productos Cerámicos		
Diversas	Estación de observación	Número de yacimiento

SIMBOLOGIA Y CLAVE DE ROCAS INDUSTRIALES					
Cr	Arcilla	Dr	Arena	Qd	Dolomía
Da	Arenisca	Ey	Yeso	Qm	Marga
Dc	Conglomerado	Mc	Mármol	Va	Andesita
Dg	Grava	Qc	Caliza	Vo	Ofita



NOTA: A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

ARCHIVO: A.4.1_MAPA ROCAS INDUSTRIALES 1.200.000.IGME.dwg | FECHA: 07/03/2023 | DIBUJO: OADT | REV: GRAF. DEL RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N