



**VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA
DEL CERRO DE LAS TIÑOSAS, EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR
LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO
EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO**

Diciembre 2025



INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L

C/ Raimundo Fernández Villaverde 53, 1º izq. 28003 Madrid

Tel: 91 535 61 72 / 91 534 91 83

Fax: 91 534 91 83

www.crsingenieria.es



ÍNDICE

Pág nº

1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO GEOGRÁFICO	5
2.1. UBICACIÓN	5
2.2. PROPIEDAD	6
2.3. ACCESIBILIDAD, CLIMA, RELIEVE, HIDROLOGÍA	8
2.4. FLORA.....	10
2.5. FAUNA	11
2.6. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS Y RED NATURA 2000	12
2.7. OTRAS FIGURAS DE PROTECCIÓN	13
2.8. MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	14
2.8.1. <i>Demografía</i>	14
2.8.1.1. Evolución de la población	14
2.8.1.2. Estructura demográfica de la población.....	16
2.8.2. <i>Actividad económica y empleo</i>	17
3. MARCO LEGISLATIVO	19
4. MARCO GEOLÓGICO	21
4.1. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....	21
4.1.1. <i>Morfologías volcánicas</i>	25
4.2. MARCO GEOLÓGICO LOCAL	30
4.2.1. <i>Cobertera sedimentaria</i>	32
4.2.1.1. Calizas y Margas. Plioceno Superior.....	32
4.2.1.2. Costras calcáreas, Plioceno Superior-Pleistoceno inferior.....	33
4.2.2. <i>Rocas volcánicas</i>	34
4.3. SITUACIÓN ACTUAL.....	36
4.4. PROYECTO DE EXPLOTACIÓN	38

5. VALORACIÓN BASE	41
5.1. METODOLOGÍA	41
5.1.1. <i>Recopilación de información existente</i>	42
5.1.2. <i>Identificación de elementos geomorfológicos y geológicos</i>	43
5.1.2.1. Elementos geomorfológicos	44
5.1.2.1.1. Cono Volcánico	45
5.1.2.1.2. Planicie sedimentaria	45
5.1.2.2. Elementos geológicos	45
5.1.2.2.1. Zona caótica central	47
5.1.2.2.2. Zona marginal estratificada	48
5.1.2.2.3. Diques	51
5.1.2.2.4. Terciario	53
5.1.3. <i>Identificación de impactos potenciales</i>	56
5.1.3.1. Impacto paisajístico enfocado en el parámetro de visibilidad	57
5.1.3.2. Impacto ambiental sobre el patrimonio geológico	60
5.1.4. <i>Valoración</i>	67
5.1.4.1. Valoración de los elementos geomorfológicos	69
5.1.4.2. Valoración de los elementos geológicos	69
5.1.4.3. Otras valoraciones previas	70
5.1.5. <i>Identificación de zonas compatibles e incompatibles</i>	72
5.2. VALORACIÓN DE FASE DE NO REINICIO	73
5.3. VALORACIÓN FASE DE REINICIO	74
5.3.1. <i>Valoración</i>	76
5.4. VALORACIÓN FASE FINAL RESTAURADA	79
5.4.1. <i>Valoración</i>	80
6. CONCLUSIONES	85

1. INTRODUCCIÓN

SODIRA IBERIA, S.L. (en adelante Sodira) se ha dirigido a INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN GESTIÓN DE RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L. (CRS Ingeniería) solicitando la realización de un estudio de los impactos de la explotación minera que tiene dentro de la Concesión Directa de Explotación CARMONA nº 12.130 en el término municipal de Daimiel, provincia de Ciudad Real, al patrimonio geológico y geomorfológico.

Sodira, con sede social en Madrid., es concesionaria de la Concesión Directa de Explotación denominada CARMONA (en adelante, CDE CARMONA) con número de registro minero 12.130 y sita en el Término Municipal de Daimiel, provincia de Ciudad Real.

La explotación minera se sitúa en el cerro de Las Tiñosas (en este informe también será referido como volcán de Las Tiñosas), emplazamiento de interés geomorfológico, lo que ha motivado una protección que limita el uso extractivo en el mismo.

El presente trabajo se encuadra dentro de las acciones que la promotora está acometiendo para modificar los usos del suelo en la zona prevista para labores extractivas basado en una evaluación de los impactos en diferentes vertientes que la recuperación de la actividad puede suponer.

La metodología a seguir en este estudio comprende las fases de recopilación de fuentes de datos; identificación, análisis y valoración patrimonial de los elementos geológicos y geomorfológicos existentes en la CDE CARMONA para su zonificación; identificación y valoración de los impactos que la reactivación de la explotación minera pueda causar en cada una de las unidades identificadas para obtener un mapa de zonas compatibles e incompatibles con el uso minero.

Se va a realizar una valoración preliminar de los elementos geológicos y geomorfológicos preexistentes a la actividad minera y una evaluación de los impactos que se han producido en ellos como consecuencia de la explotación existente. Esta valoración de impactos servirá para determinar el estado base del estudio.

Una vez definido el estado base se tendrán en cuenta dos escenarios adicionales, correspondientes a la actividad extractiva durante los años de vida de la explotación y a la situación final restaurada. En ambos escenarios se realizará la valoración de los impactos sobre los elementos geológicos y geomorfológicos.

Este trabajo se basa en la metodología que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) ha venido utilizando para la valoración de los impactos al patrimonio geológico y geomorfológico, y la identificación de zonas compatibles con el uso minero, en escenarios similares de explotación de recursos mineros en Lugares de Interés Geológico (LIG), como la cantera Cerro Gordo, en el Campo Volcánico de Calatrava

2. MARCO GEOGRÁFICO

2.1. UBICACIÓN

La CDE CARMONA nº 12.130 se localiza al Oeste de la población de Daimiel, provincia de Ciudad Real, en el paraje conocido como cerro de Las Tiñosas, en la Comarca Natural de La Mancha y próxima al límite Oeste de esta comarca con la vecina comarca de Campo de Calatrava.

Se sitúa en la parte central de la Hoja a Escala 1:50.000 número 0760 Daimiel, del Instituto Geográfico Nacional.

Las coordenadas de referencia de la CDE CARMONA son (coordenadas UTM Datum ETRS89 Huso 30):

$X=439.270,00$; $Y=4.323.790,00$; $Z=620,00$

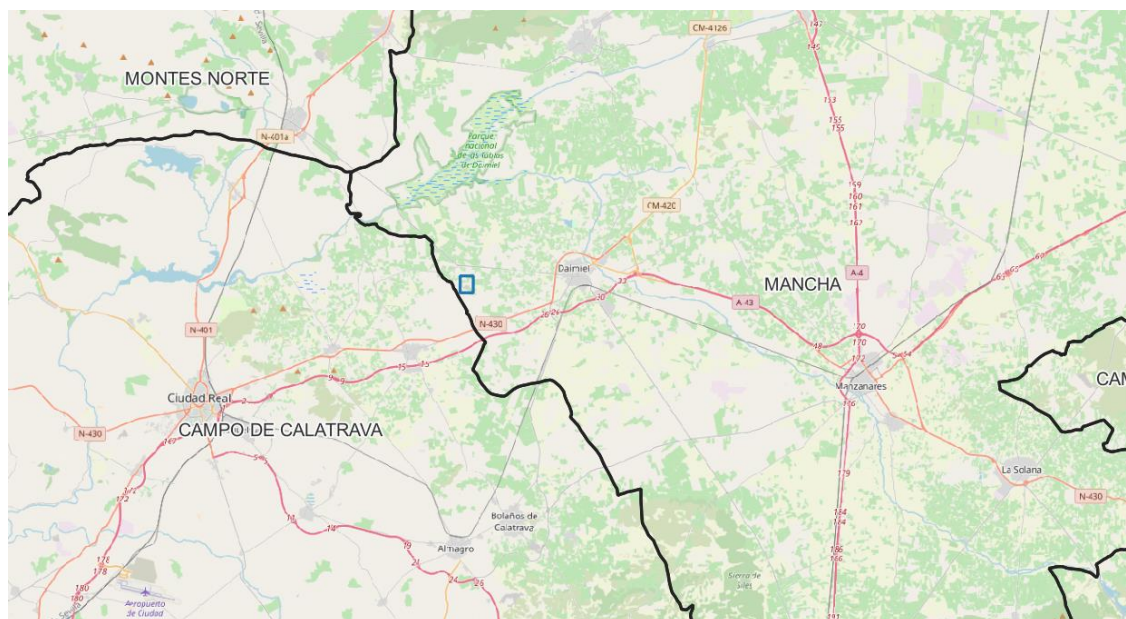


Figura 2.1.- Localización de la CDE CARMONA en la provincia de Ciudad Real

2.2. PROPIEDAD

SODIRA IBERA S.L. es concesionaria de la CDE CARMONA, que ocupa una superficie de 4 cuadrículas mineras (10,60 ha) para la explotación del recurso minero sección C): Piedra pómez/puzolana, Basalto.

La CDE fue otorgada con fecha de 27 de octubre de 1977 y por un período de vigencia de 90 años, Actualmente se encuentra activa, presentando los correspondientes planes de labores de forma anual, el último con fecha 31 de enero de 2025.

Las características físicas y químicas de los materiales presentes objeto de la CDE CARMONA los hacen imprescindibles como materia prima para la fabricación de cemento puzolánico, producto de baja huella en carbono y, por tanto, de extrema necesidad en la sociedad actual como alternativa al cemento portland habitual.

TABLA 2.1.- DERECHO MINERO C.E.D CARMONA	
Código derecho	13C12130-00
Descripción	VIGENTE
Nombre	CARMONA
Descripción	CONCESIÓN DE EXPLOTACIÓN DIRECTA
Sección	SECCIÓN C
Código sección	C
N.º de registro	12.130
Superficie (ha)	10,60
Cuadrículas mineras	4
Fecha solicitud	01/06/1977
Fecha otorgamiento	20/12/1977
Vigencia	2 prórroga
Fecha otorgamiento 2 prórroga	2004
Provincia	Ciudad Real
Municipio	Daimiel
Titular	SODIRA IBERA S.L.
N.º de hoja 1:50.000	0760 – Daimiel

Dentro de la CDE CARMONA existe una zona ya explotada con un perímetro definido por las siguientes coordenadas (Datum ETRS89 Huso30N).

TABLA 2.2.- VÉRTICES DE LA ZONA PERIMETRADA DENTRO DE C.E.D CARMONA					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	439385.21	4323555.11	33	438816.43	4323496.79
2	439343.28	4323556.99	34	438798.90	4323515.67
3	439339.39	4323556.95	35	438790.97	4323525.18
4	439336.38	4323556.44	36	438793.59	4323537.17
5	439333.45	4323554.90	37	438799.26	4323556.14
6	439330.03	4323551.01	38	438803.72	4323575.70
7	439320.04	4323539.80	39	438817.70	4323594.00
8	439274.44	4323537.76	40	438828.33	4323603.73
9	439254.39	4323538.06	41	438833.16	4323610.44
10	439233.59	4323538.47	42	438837.18	4323619.16
11	439215.18	4323538.95	43	438842.25	4323632.18
12	439175.65	4323496.66	44	438862.95	4323656.92
13	439122.48	4323437.89	45	438885.61	4323683.97
14	439122.32	4323422.13	46	438890.56	4323693.95
15	439081.53	4323402.43	47	438896.97	4323708.47
16	439074.02	4323399.62	48	438908.26	4323724.20
17	439045.03	4323406.15	49	438921.78	4323735.78
18	439043.07	4323409.14	50	438934.71	4323742.67
19	439034.81	4323415.64	51	438965.25	4323778.93
20	439019.86	4323425.58	52	438981.01	4323798.18
21	439015.03	4323428.26	53	439042.43	4323777.92
22	439011.92	4323429.79	54	439175.99	4323734.54
23	438997.55	4323432.85	55	439189.61	4323739.57
24	438969.17	4323437.67	56	439200.84	4323746.80
25	438942.41	4323440.79	57	439224.87	4323769.22
26	438924.08	4323442.20	58	439242.43	4323737.35
27	438913.40	4323443.48	59	439252.69	4323715.98
28	438901.26	4323445.98	60	439264.11	4323696.52
29	438887.32	4323450.26	61	439304.70	4323650.33
30	438860.64	4323457.22	62	439335.03	4323611.60
31	438851.73	4323463.07	63	439365.37	4323578.63
32	438825.29	4323487.74			

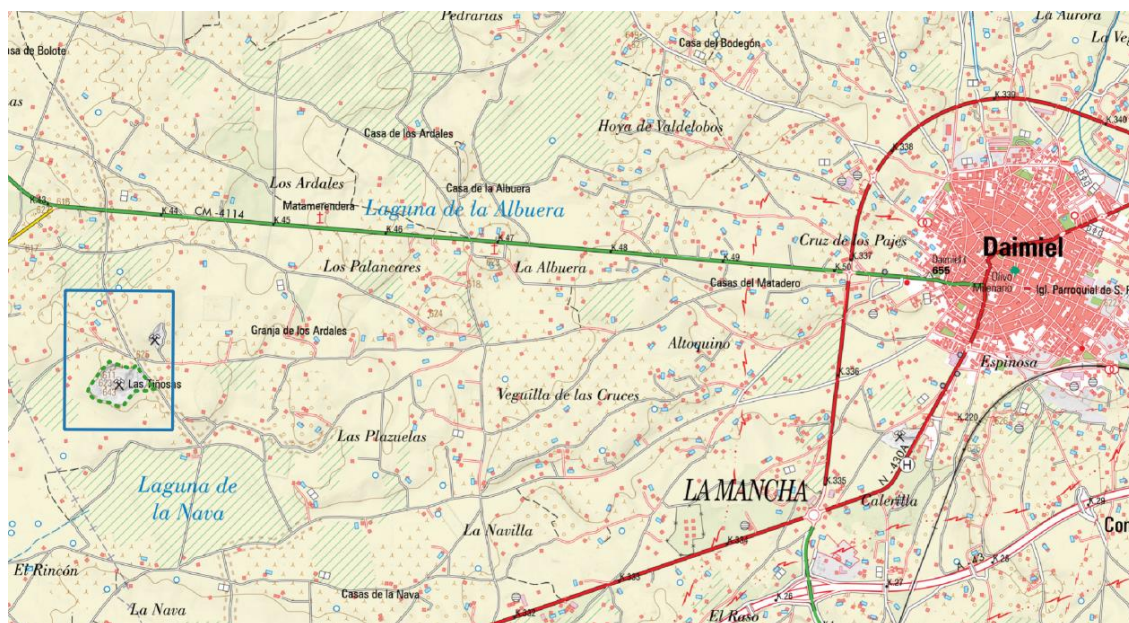


Figura 2.2.- Localización de la CDE CARMONA y del perímetro definido

2.3. ACCESIBILIDAD, CLIMA, RELIEVE, HIDROLOGÍA

Los núcleos urbanos más importantes en las proximidades de la CDE CARMONA son, aparte de Daimiel (17.645 habitantes, INE 2024) a unos 8 km al Este, Bolaños de Calatrava (12.067 habitantes, INE 2024) a unos 16 km al Sur y Ciudad Real (75.909 habitantes, INE 2024) a unos 20 km al Oeste-Suroeste.

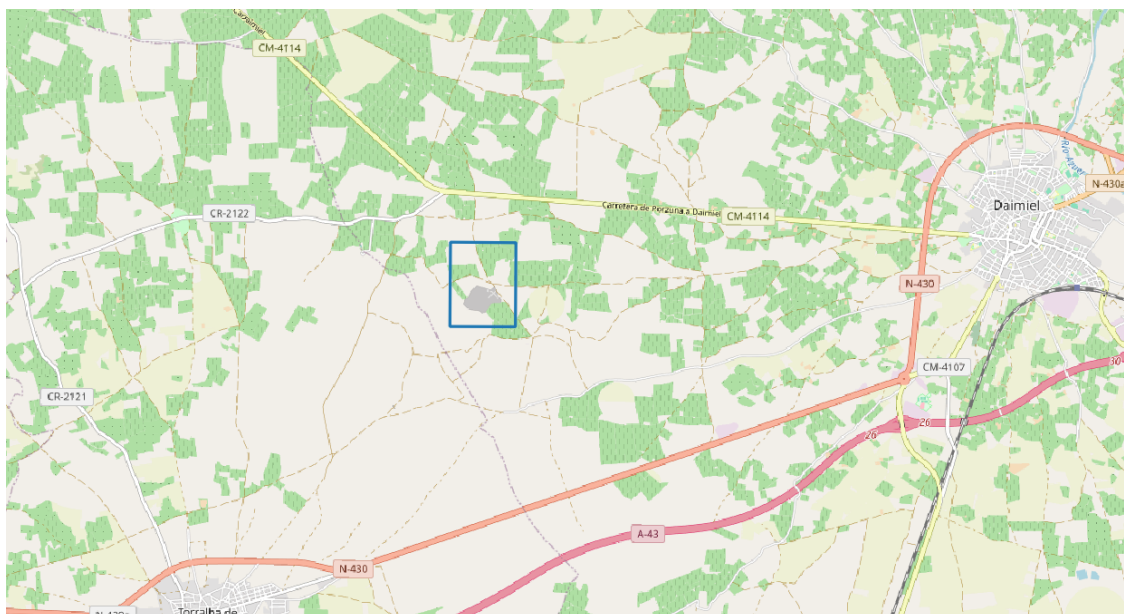


Figura 2.3.- Red viaria en las proximidades de la CDE CARMONA

Las principales vías de acceso son la Autovía A-43 o Autovía del Guadiana, actualmente en ejecución y que a su conclusión comunicará Extremadura con la Comunidad Valenciana; y la Carretera Nacional 430, que une Córdoba y Tarragona por Cuenca, discurriendo ambas a más de 3 km al Sur de la zona en explotación y la carretera autonómica CM-4114, que une las poblaciones de Daimiel y Malagón y discurre a más de 1 km al Norte de la zona en explotación.

La zona presenta un clima de tipo mediterráneo continental, con inviernos fríos y veranos muy secos y de elevadas temperaturas. Aunque se encuentra lejos de masas de agua marinas, los vientos húmedos dominantes procedentes del Oeste y Suroeste que ascienden por el valle del Guadiana desde el océano Atlántico influyen levemente, dejando lluvias en invierno, primavera y otoño que rondan los 400 mm anuales. Las temperaturas extremas registradas en la zona han sido 43° C y -12° C, siendo julio el mes más caluroso y enero el más frío.

Geomorfológicamente se localiza sobre la zona denominada Llanura o Corredor Manchego, conformada por amplias planicies relacionadas con superficies de erosión fosilizadas por costras calcáreas, con cotas entre 620 y 640 m.s.n.m., sobre las que destacan relieves residuales de materiales paleozoicos que se elevan 30-35 m sobre la llanura o conos volcánicos que sobresalen unos 20-25 m.

La red hidrográfica está caracterizada por cursos estacionales poco encajonados y zonas de encharcamiento, como la Laguna de la Nava (próxima al límite Sur de la CDE), la Laguna de la Albufera (unos 3 km al Este) o las Tablas de Daimiel (unos 6 km al Norte).

La CDE CARMONA se localiza dentro de la Confederación Hidrográfica del Guadiana sobre la masa de agua subterránea denominada Mancha Occidental I, con código de masa de agua ES040MSBT000030606.

2.4. FLORA

La flora de la zona ha sido ampliamente modificada por el hombre. La superficie de la CDE que no está ocupada por las explotaciones de árido se dedican a cultivo, salvo una pequeña mancha de arbolado ralo caracterizada por retamares con pies aislados de encina (*Quercus ilex*).

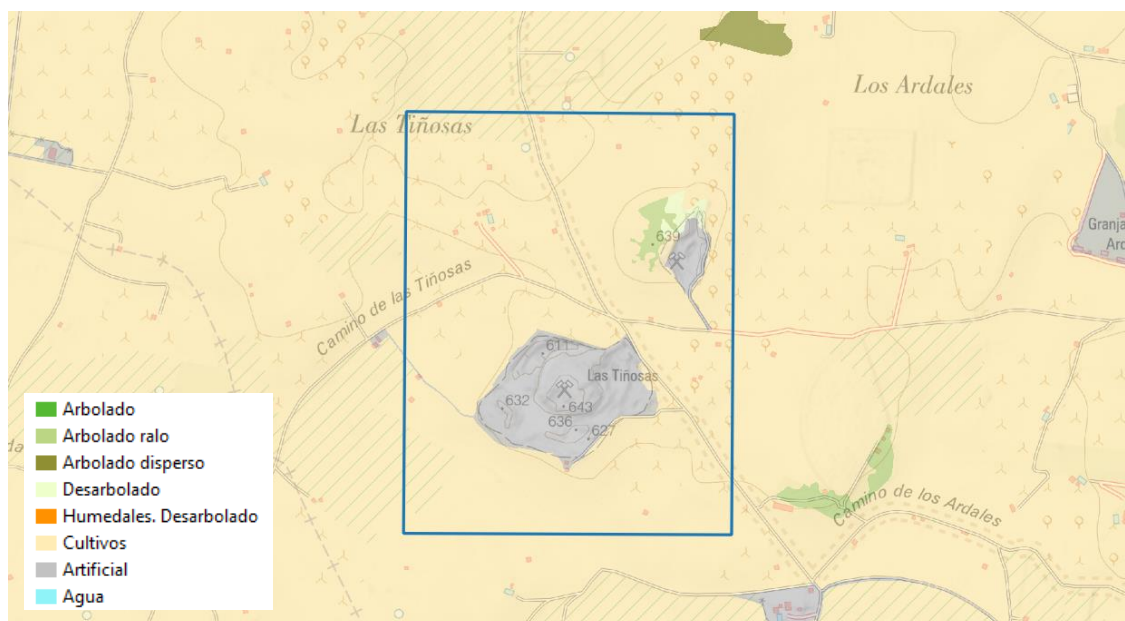


Figura 2.4.- Localización de la CDE CARMONA sobre tipos de flora.

2.5. FAUNA

El inventario nacional de biodiversidad sitúa al área ocupada por la CDE CARMONA dentro de la cuadrícula identificada con el código 30SVJ32.

A continuación, se listan las principales especies que definen esta cuadrícula. Este listado no implica, en ningún caso, la presencia de todas las especies listadas dentro de los límites particulares de la CDE CARMONA, dado que la cuadrícula ocupa una superficie significativamente mayor e incluye biotopos faunísticos más diversos que los propios implicados en el área contemplada por el proyecto. De igual manera, el ámbito considerado puede acoger a otras especies no listadas previamente, bien por su fenología (o calendario de aparición), bien por utilizar el territorio durante sus desplazamientos y campeos, incluso como reproductores que hubieran pasado desapercibidos hasta la fecha.

- **Aves**

Taxón nº 10.886: Verderón común (*Carduelis chloris* Linnaeus, 1758)

Taxón nº 10.951: Pardillo común (*Carduelis cannabina* Linnaeus, 1758)

Taxón nº 10928: Herrerillo común (*Parus caeruleus* Linnaeus, 1758)

Taxón nº 11175: Paloma (*Columba domestica* Gmelin, 1789)

- **Anfibios**

Taxón nº 10936: Sapo corredor (*Bufo calamita* (Laurenti, 1768))

- **Reptiles**

Taxón nº 10901: Culebrilla ciega (*Blanus cinereus* (Vandelli, 1797))

Taxón nº 11456: Lagartija ibérica (*Podarcis hispanica* (Steindachner, 1870))

Taxón nº 11580: Lagarto ocelado (*Lacerta lepida* Daudin, 1802)

Taxón nº 11582: Lagarto ocelado (*Timon lepidus* (Daudin, 1802))

- **Peces**

Taxón nº 11061: Barbo comizo (*Barbus comizo* Steindachner, 1864)

2.6. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS Y RED NATURA 2000

La CDE CARMONA no se localiza sobre ningún Espacio Natural Protegido, entendiendo como tales los Parques Nacionales, Parques Naturales, Reservas Naturales, Microreservas, Reservas Fluviales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos ni sobre figuras de protección incluidas dentro de la Red Natura 2000 como Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPA), Lugares de Interés Comunitario (LIC) o Zona de Especial Conservación (ZEC).

El área protegida más cercana es el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, con código ES0000013, que se encuentra a unos 6 km al Norte del límite de la concesión.



Figura 2.5.- Localización de la CDE CARMONA respecto a Red Natura 2000.

2.7. OTRAS FIGURAS DE PROTECCIÓN

La CDE CARMONA no ocupa superficie que presente protección como Lugar Geológico de Interés (LIG).

La ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza de la Comunidad de Castilla – La Mancha establece (artículo 61.c) la inclusión en la Red Regional de Áreas Protegidas de aquellas áreas que contengan Elementos de Protección de la Conservación Especial (EPCE) e incluidas en el Catálogo de hábitats y elementos geomorfológicos de protección especial en Castilla-La Mancha como son las Formas de origen volcánico (Anexo 1.d)

Como aplicación de la ley 9/1999 (artículo 93.2), el Plan de Ordenación Urbanística 2009 de Daimiel, texto refundido en 2016 y aprobado con fecha 7 de septiembre de 2016, delimita como suelo Rústico no Urbanizable con Protección Natural (apartado 2.c) las Formas de Origen Volcánico (Elemento Geomorfológico de Protección Especial) que se corresponden con el cerro de Las Tiñosas.

2.8. MEDIO SOCIOECONÓMICO

2.8.1. Demografía

En la tabla siguiente se incluyen los datos de población total del municipio de Daimiel, según el último Padrón Municipal de Habitantes a 1 de enero de 2024 publicado por el INE.

TABLA 2.3.- POBLACIÓN DE DAIMIEL					
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	SUPERFICIE (km ²)	DENSIDAD POBLACIÓN
Daimiel	17.645	8.898	8.747	474,7	37,17

La población de derecho empadronada en Daimiel es de 17.645 habitantes. La densidad poblacional es ligeramente superior a los 37 habitantes por kilómetro cuadrado y con proporciones de hombres y mujeres muy similares (50,43 % frente a 49,57 %, respectivamente).

2.8.1.1. Evolución de la población

La tendencia en la evolución demográfica que se manifiesta en Daimiel en la última década es a la disminución de la población, siendo el crecimiento relativo en ese período de -5,1 %.

TABLA 2.4.- EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN			
AÑO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
2024	17.645	8.898	8.747
2023	17.629	8.871	8.758
2022	17.680	8.878	8.802
2021	17.771	8.913	8.858
2020	17.916	8.980	8.936
2019	17.929	8.970	8.959
2018	18.051	9.004	9.047
2017	18.176	9.052	9.124
2016	18.396	9.170	9.226
2015	18.577	9.273	9.304

TABLA 2.4.- EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN			
AÑO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
2014	18.647	9.307	9.340
2013	18.706	9.323	9.383
2012	18.698	9.320	9.378
2011	18.673	9.308	9.365
2010	18.656	9.289	9.367
2009	18.527	9.231	9.296
2008	18.389	9.176	9.213
2007	18.078	8.964	9.114
2006	17.913	8.888	9.025
2005	17.721	8.748	8.973
2004	17.542	8.656	8.886
2003	17.493	8.638	8.855
2002	17.342	8.545	8.797
2001	17.326	8.517	8.809
2000	17.276	8.488	8.788
1999	17.202	8.453	8.749
1998	17.045	8.379	8.666
1997			8
1996	16.929	8.250	8.679

La población en Daimiel alcanzó su pico poblacional en 2013 (18.706) observándose una caída continua que parece estar frenándose desde entonces.

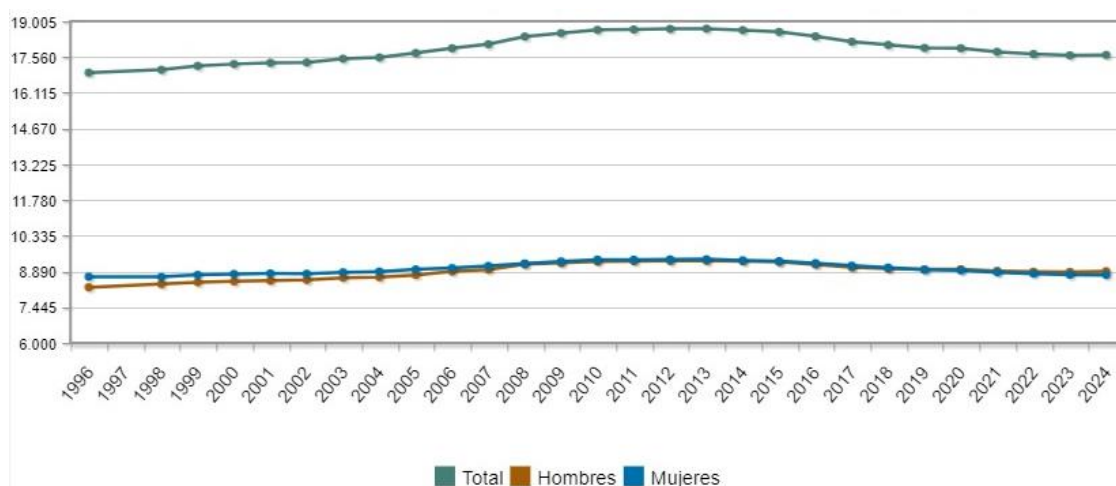


Figura 2.6.- Evolución de la población en Daimiel (Fuente: INE).

La tendencia negativa en la evolución de la población observada en los últimos años en el municipio, aunque parece estar frenándose, sugiere una disminución progresiva que podría mantenerse en el futuro. Este descenso, similar al ocurrido en otras zonas de la provincia de Ciudad Real, se relaciona con el despoblamiento rural y la migración juvenil hacia áreas urbanas en busca de empleo o formación. A ello se suman el envejecimiento de la población, la baja natalidad y la pérdida de dinamismo económico, pudiendo llegar a provocar, en municipios más pequeños, la reducción de servicios e infraestructuras que dificulten la fijación de población.

2.8.1.2. Estructura demográfica de la población

La representación gráfica de la población del municipio de Daimiel, por estratos de edad, ofrece una pirámide de población con patrón de una población ligeramente regresiva y envejecimiento demográfico, con una base algo más estrecha que el cuerpo central de población en edades medias y con un porcentaje de ancianos con clara asimetría, ya que a partir de los 70 años hay un mayor número de mujeres

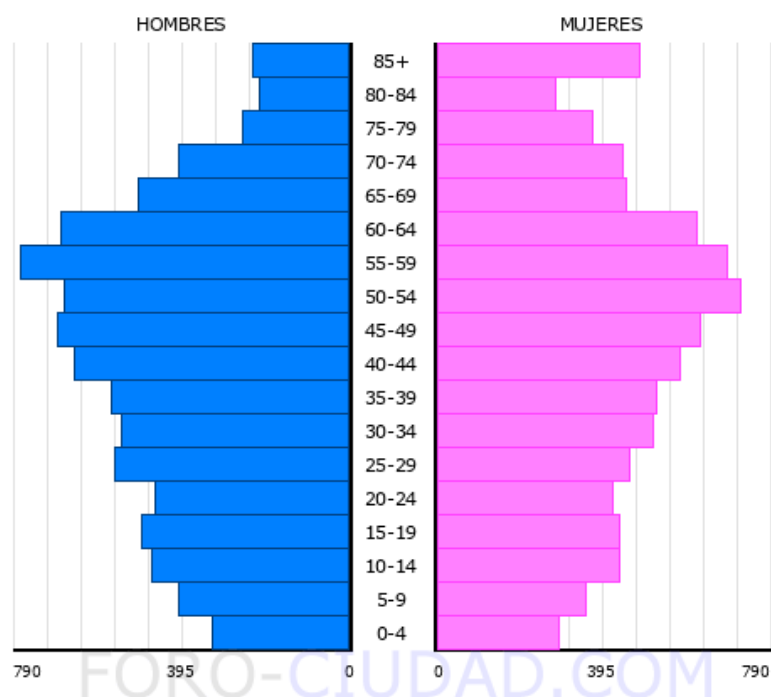


Figura 2.7.- Pirámide de población de Daimiel (Fuente: Foro-ciudad. Com).

La media de edad de los habitantes de Daimiel es de 44,47 años, 1,18 años más que hace un lustro, que era de 43,29 años. La población entre 18 y 65 años en Daimiel incluye a aproximadamente el 64 %

2.8.2. Actividad económica y empleo

Por sectores, en la provincia de Ciudad Real destaca el sector servicios, con más del 60% de la población activa (datos del INE del 24 de octubre de 2025).

TABLA 2.5.- ACTIVIDAD POR SECTOR		
SECTOR	ACTIVOS (x MIL)	%
Agricultura	19,0	8,1
Industria	33,0	14,0
Construcción	19,3	8,2
Servicios	144,0	61,2
Parados que buscan primer empleo o han dejado su último empleo hace más de 1 año	20,0	8,5

De manera similar, la actividad económica principal de Daimiel se centra en el sector servicios, con una actividad comercial y hostelera importante, y la industria, especialmente la agroalimentaria y la de transformación.

La agricultura, con cultivo básico de viñedo, sigue siendo un sector relevante en su economía.

Respecto el desempleo, datos de octubre de 2025 del Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE) indican que en Daimiel hay un total de 1.283 parados, afectando de manera importante a mujeres con edades superiores a 45 años (45,3 %).

TABLA 2.6.- DESEMPLEO POR SEXO Y EDAD				
	<25	25 - 44	>=45	TOTAL
HOMBRES	39	114	236	389
MUJERES	53	259	582	894

Por sectores, casi el 74 % de los desempleados se dedican al sector servicios.

TABLA 2.7.- DESEMPLEO POR SECTOR				
AGRICULTURA	INDUSTRIA	CONSTRUCCIÓN	SERVICIOS	SIN EMPLEO ANTERIOR
49	84	103	949	98

3. MARCO LEGISLATIVO

Normativa relativa a patrimonio natural:

Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza.

Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Resolución WCC-2020-Res-088-ES, titulada *"Conservación de la diversidad natural y el patrimonio natural en entornos mineros"*.

Normativa relativa al suelo:

Decreto 242/2004, de 27 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Suelo Rústico.

Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

Orden 4/2020, de 8 de enero, de la Consejería de Fomento, por la que se aprueba la instrucción técnica de planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico.

Decreto Legislativo 1/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.

Ayuntamiento de Daimiel. Plan de Ordenación Municipal 2009. Normas Urbanísticas. Documento Refundido 2016.

4. MARCO GEOLÓGICO

4.1. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La Región Volcánica del Campo de Calatrava o Región Volcánica Central de España (acepción empleada inicialmente por Eduardo Hernández-Pacheco en 1927 y, posteriormente, por su hijo Francisco en 1932) engloba una serie de manifestaciones volcánicas localizadas en la provincia de Ciudad Real.

Los materiales aflorantes más antiguos de la zona pertenecen al Paleozoico, con predominio de pizarras y cuarcitas, dispuestos en sierras subparalelas de orientación E-O, NNE-SSO y NO-SE que separan sucesivas depresiones sedimentarias rellenas por materiales detríticos pliocuaternarios de la etapa terminal de relleno de la Cuenca Manchega.

Localmente, el territorio se ve alterado por la presencia de rocas magmáticas generadas en distintos episodios eruptivos que se distribuyen sobre un área de unos 4.500-5.000 km².

Se han catalogado hasta 350 puntos de emisión volcánica, correspondiendo aproximadamente un 50% a volcanes magmáticos generados en erupciones efusivas y estrombolianas, predominantes en la zona Este y Norte, que generan un relieve de volcanes en cúpula, lagos de lava, conos formados por piroclastos de caída, flujos de spatter, coladas de diversa estructura interna y morfología superficial y amplios derrames fisurales de basalto.

La otra mitad corresponde a erupciones hidromagmáticas, freáticas o freatomagmáticas, con predominio en la zona Central y Sur, producidas por la presencia de agua ajena al sistema volcánico que, ocasionalmente, interfiere en el proceso de ascenso del magma hacia la superficie. Esta interferencia es responsable de la ocurrencia de fases eruptivas de alta explosividad, acompañadas de la consiguiente emisión de flujos piroclásticos y la formación de los denominados maares.

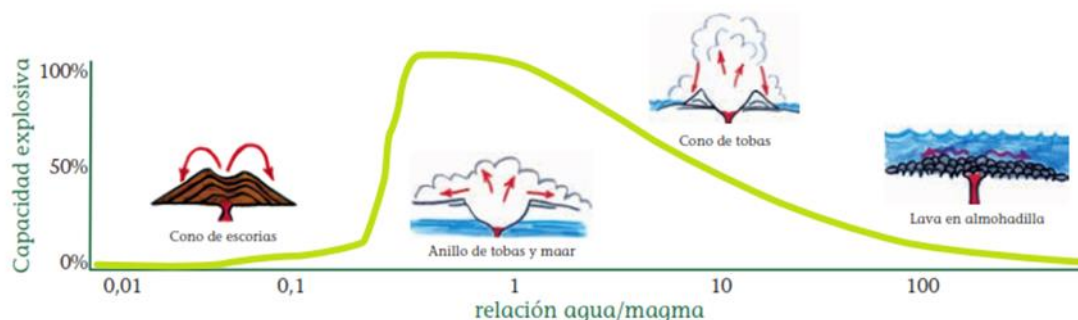


Figura 4.1.- Tipo de erupción volcánica según relación con la lámina de agua.

El vulcanismo del Campo de Calatrava se inicia en el Mioceno superior y se desarrolla sincrónicamente con la sedimentación neógeno-cuaternaria.

La génesis de este vulcanismo probablemente está relacionada con la presencia de un amplio "hot spot" (punto caliente) en el manto del planeta. Este proceso fue favorecido por el adelgazamiento cortical provocado por una tectónica transtensiva relacionada con la orogenia alpina (Mioceno medio) cuya consecuencia fue la fracturación de la corteza terrestre en el sector del Campo de Calatrava y que permitió el ascenso desde zonas profundas de magma, dando lugar a una actividad volcánica discontinua en el tiempo y dispersa espacialmente. Se trataría, por tanto, de un vulcanismo intraplaca asociado a un rift continental incipiente o abortado.

La relación entre los elementos volcánicos y esta fracturación conlleva una alineación de los primeros con dirección preferente NNO-SSE. Paralelas a éstas existen varias bandas secundarias que siguen la misma disposición, que las principales pero que varían entre NO-SE y ONO-ESE. Transversalmente existiría una banda de cruce denso de dirección NE-SO.

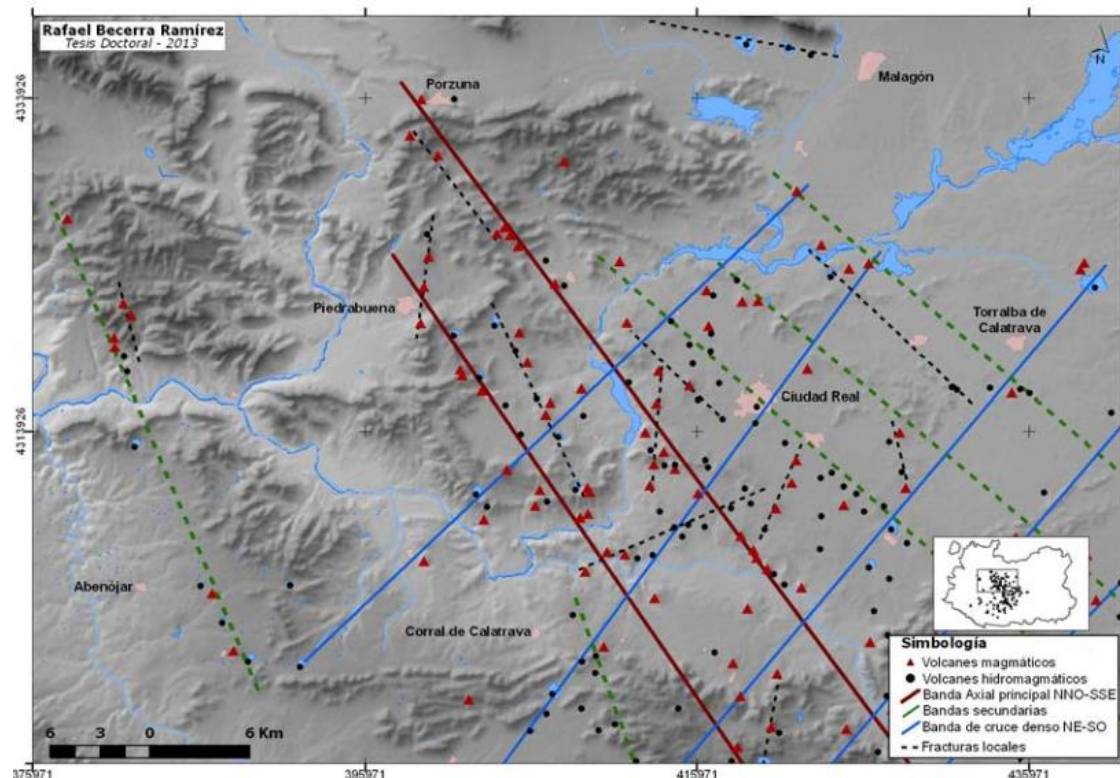


Figura 4.2.- Alineamientos volcánicos en el sector central y septentrional de la Región Volcánica de Calatrava (Fuente: Becerra Ramírez, R. (2013)).

En la región se pueden distinguir dos tipos de vulcanismo: uno mioceno, más antiguo (7,4 a 7,1 Ma), de rocas ultrapotásicas (leucititas olivínicas) y otro pliocuaternario, más moderno, de carácter alcalino (basaltos, basanitas, nefelinitas olivínicas y melilitas olivínicas) que comenzó hace unos 4 Ma y que nada tiene que ver con el anterior. Algunos estudios prolongan esta última actividad volcánica hasta, incluso, hace 0.7 Ma, con un desplazamiento general y un aumento de la intensidad hacia el Este.

Las rocas volcánicas del Campo de Calatrava tienen un marcado carácter básico-ultrabásico ($\text{SiO}_2 < 46\%$) y alcalino, con nefelina normativa y contenidos altos en TiO_2 , álcalis, P_2O_5 , así como en elementos traza, incompatibles con los basaltos centro-oceánicos.

Texturalmente tienen una gran homogeneidad petrográfica sin apenas procesos de diferenciación magmática. En general, son holocristalinas con tendencia porfídica y matriz microcristalina.

En todas ellas, las fases mayoritarias son olivino y clinopiroxeno, que aparecen como fenocristales y como constituyentes de la matriz, presentando todos los tamaños intermedios, por lo que las erupciones son de baja explosividad y las lavas pobres en sílice, lo que implica una escasa evolución magmática. Los casos con matriz hipocristalina son poco frecuentes y el vidrio es, casi siempre, minoritario.

El olivino, como se ha comentado, aparece en todos los tipos petrológicos como fenocristal y como constituyente de la matriz. Los cristales son idiomorfos o subidiomorfos, a veces con fenómenos de reabsorción.

El clinopiroxeno corresponde en general a diópsido y, en menor proporción, a augita. También está presente en todos los tipos petrológicos como fenocristal, con una composición prácticamente igual en todos ellos, aunque lo hace con más frecuencia como microfenocristal y formando parte de la matriz, siendo muy habitual que ambos tamaños estén zonados.

Las fases minerales minoritarias, leucita, melilita y plagioclasa se encuentran restringidas a leucititas, melilititas y basaltos, respectivamente. La nefelina aparece asociada a leucita y melilita, o como única fase leucocrata en las nefelinitas. Los minerales minoritarios se presentan de forma esporádica en todos los grupos (p. e. biotita, analcima, apatito) o están restringidas a uno determinado (p. e. perovskita y sodalita, en las melilititas).

La melilita es a veces un microfenocristal idiomorfo o un constituyente de la matriz de las melilititas. Suele ir asociada a la nefelina y aparece en la roca al final de la cristalización del clinopiroxeno.

La nefelina se encuentra en las nefelinitas como microcristales de hábitos idiomorfos-subidiomorfos, donde es la única fase leucócrata, y en las melilititas nefelínicas y las leucititas asociadas a melilita y leucita, respectivamente.

La leucita se encuentra exclusivamente en las leucititas, generalmente como microfenocristales y microcristales, idiomorfos o subidiomorfos, con forma octogonal y bordes redondeados.

La plagioclasa sólo está presente en los basaltos olivínicos, con hábitos rectangulares prismáticos y, en ocasiones, con hábitos parcialmente esqueléticos, lo que significa un enfriamiento rápido de la roca. Dentro de la serie tiene una composición de labradorita.

La flogopita es el principal mineral en las leucititas, por la riqueza en potasio de estas rocas, y aparece como mineral accesorio en el resto de los grupos petrológicos como fase intersticial o como microcristal en la matriz.

4.1.1. Morfologías volcánicas

En el campo de Calatrava es posible reconocer diversos elementos geomorfológicos característicos de ambientes volcánicos: conos volcánicos, coladas de lava, anillos de tobas y maares, diques y hervideros y fuentes agrias.

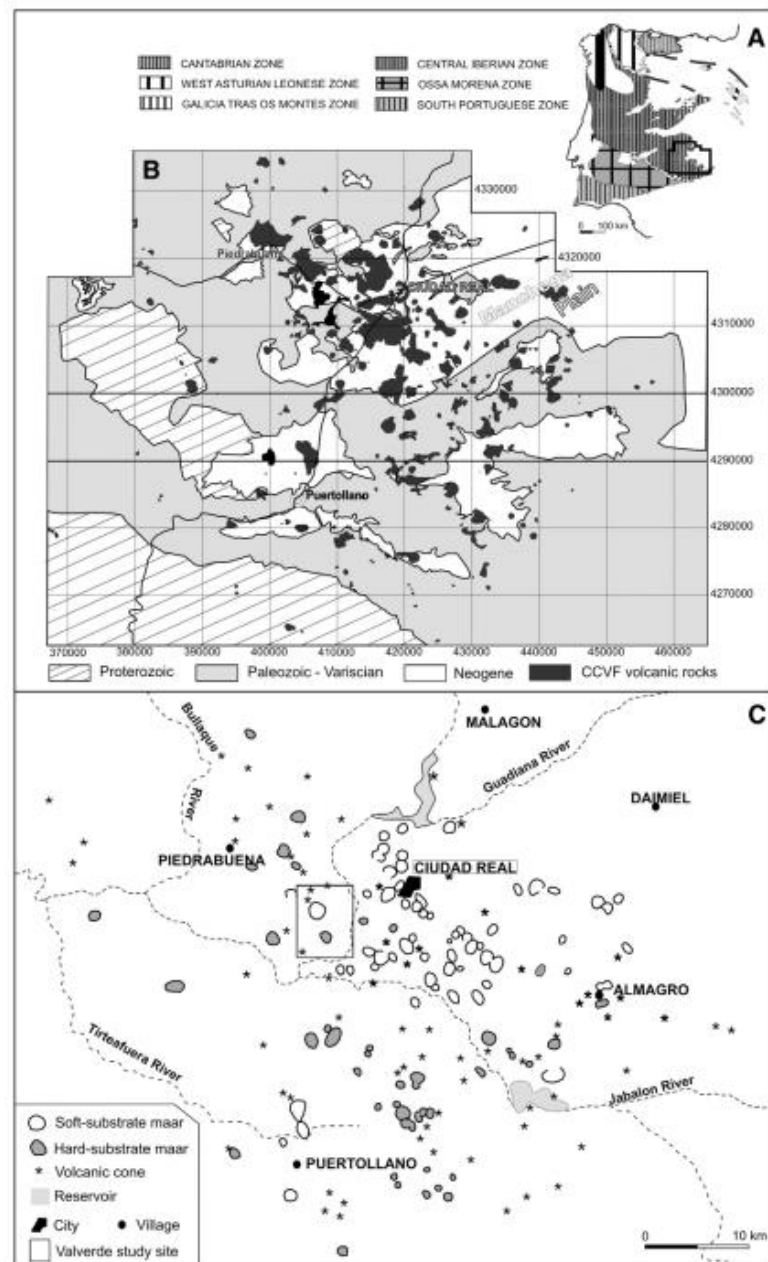


Figura 4.3.- Principales morfoestructuras volcánicas del Campo Volcánico de Calatrava (en Martín-Serrano et al., 2009).

Los conos pirocásticos, conocidos localmente como “cabezos” o “cabezuelos”, son volcanes con morfologías en escudo constituidos por acumulaciones de piroclastos cuyo tamaño puede oscilar desde las simples cenizas a las conocidas como “bombas volcánicas”, y lavas. Se manifiestan como cerros redondeados, hoy degradados por los agentes erosivos, de formas troncocónicas a semiesféricas, que sólo en ocasiones conservan restos de un

cráter superior. Son monogenéticos y configuran los llamados conos de piroclásticos o conos de tefra. Su tamaño suele ser pequeño o mediano, comparado con las habituales dimensiones de este tipo de vulcanismo, con diámetros de hasta casi 2 km y alturas entre 10 y 60 m.

Las coladas de lava presentan texturas generalmente afaníticas o criptocristalinas, algo microporfídicas, en las que son visibles pequeños cristales de olivino y augita. Varias de ellas llevan enclaves de la roca encajante de naturaleza ultrabásica, arrastrados desde el manto. Cuando la lava ha solidificado cerca del punto de emisión forma pequeños relieves algo más abruptos que reciben la denominación popular de “castillejos”.

Los maares, conocidos en la zona como “hoyas”, son cráteres volcánicos muy abiertos, de forma subredondeada o subelíptica, y de relieve habitualmente moderado, producidos por una erupción freatomagmática debida a la presencia de acuíferos locales bajo la superficie y caracterizada por la violencia de sus explosiones, que dan lugar a la formación de grandes depresiones o cráteres de explosión en superficie. Esta actividad se presenta bajo dos escenarios, tanto en edificios propios sin fase estromboliana o en edificios en los que se alternan las erupciones hidromagmáticas con las estrombolianas.

El término ‘maar’ comprende la pared y el anillo (de tobas o de piroclastos) que rodea el cráter, los sedimentos que rellenan el cráter, la diatrema y el sistema de diques de alimentación. En el Campo de Calatrava se han identificado dos tipos de maares en función del sustrato donde se generan:

- maares tipo llanura o también denominados soft-substrate en la literatura internacional, cuando los procesos hidrovulcánicos ocurren en materiales sedimentarios terrígenos del Plioceno, originando cráteres de morfología circular, rodeados por un anillo de piroclastos de unos pocos metros de espesor. Las cuencas lacustres suelen tener una menor profundidad y una morfología de tipo cuenco. Son más

difíciles de identificar, ya que el encajante son los materiales friables del Plioceno y, por tanto, muy susceptibles a la degradación erosiva. Algunos de estos maares no conservan el anillo piroclástico y sólo es posible reconocerlos por el relleno sedimentario preservado de sus cuencas interiores lacustres.

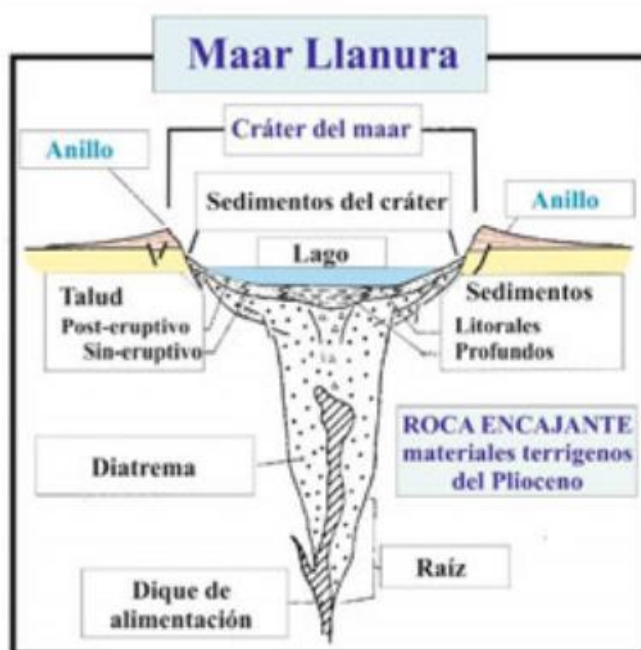


Figura 4.4.- Esquema de maar tipo llanura.

- Maares de tipo sierra, denominados hard-substrate, cuando los procesos hidrovulcánicos afectan a los metasedimentos del basamento varisco (cuarcitas y pizarras del Ordovícico inferior), dando lugar a cráteres de morfología circular y laderas interiores con desniveles de más de 100 m. Las cuencas lacustres interiores tienen un perfil con forma en embudo y taludes más verticalizados. Conservan muy bien los anillos de tobas piroclásticas.



Figura 4.5.- Esquema de maar tipo sierra.

Los diques son estructuras planares, formadas al solidificarse el magma que rellena las fracturas que acompañan a la erupción. Su longitud, espesor y forma depende de dichas fracturas. En muchas ocasiones son los conductos de alimentación y salidas de lavas. Su textura es cristalina, debido a que su enfriamiento es lento.

Tras una erupción volcánica, las emanaciones gaseosas pueden persistir activas durante miles de años en forma de fumarolas cercanas a los edificios de emisión. Con el tiempo, esta emisión de gases contiguos va cesando y lo que permanece en el terreno es una emanación difusa a través de la porosidad del suelo. Cuando estas emanaciones surgen en zonas donde el agua se encuentra en superficie, o muy próxima a ella, se hacen visibles como hervideros. El agua almacenada en los acuíferos puede entrar en contacto con los gases remanentes. El resultado de la mezcla es un agua cargada en CO₂ en cantidades variables y otros componentes, como el manganeso, que asciende a través de fisuras hasta surgir en manantiales y fuentes. Este contenido en CO₂ es el responsable del característico sabor acre de las aguas agrias.

4.2. MARCO GEOLÓGICO LOCAL

La CDE CARMONA se localiza en la zona central de la Hoja a Escala 1:50.000 número 0760 Daimiel (19/30), del Mapa Geológico de España de la serie MAGNA.

Como rasgo geológico-geomorfológico destacable dentro de la CDE CARMONA, aparece el cerro de Las Tiñosas, loma alargada en dos cerros circulares, correspondientes a dos conos volcánicos (y que se van a denominar cono Sur y cono Norte) alineados en dirección NNE-SSO con elevaciones de 25-30 m sobre la llanura y diámetros de 500 y 600 m que se encuentran cubiertos por depósitos plio-pleistocenos de origen continental.

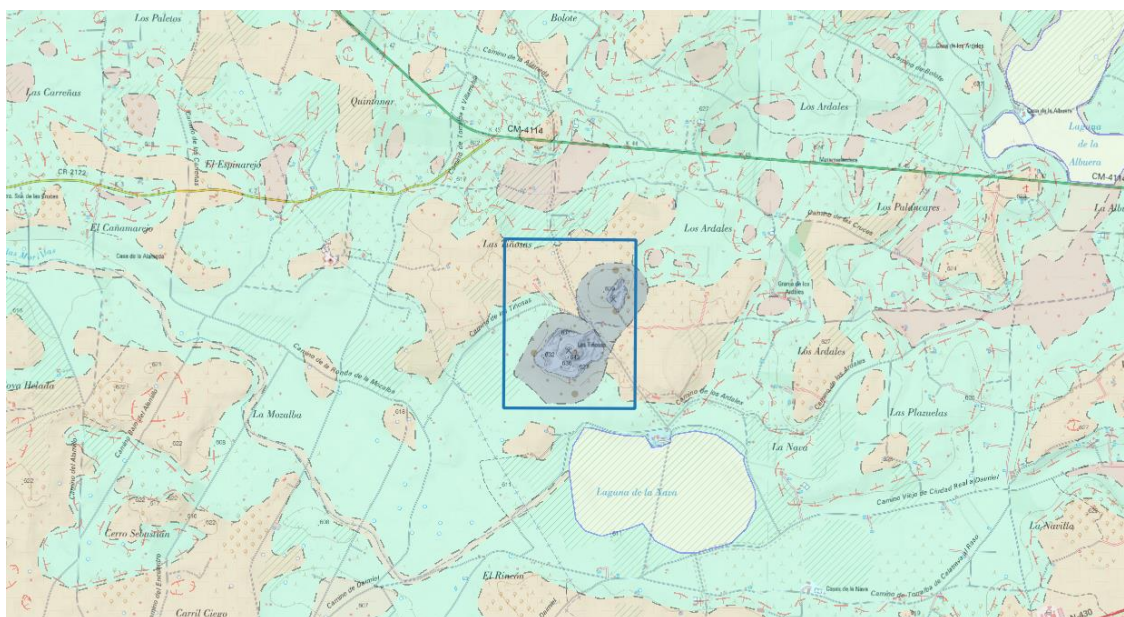


Figura 4.6.- Localización de la CDE CARMONA sobre geología (GEODE continuo).

Se localiza en el borde Nororiental de la zona marginal de la Región Volcánica del Campo de Calatrava. Tal y como se puede observar en la siguiente figura.

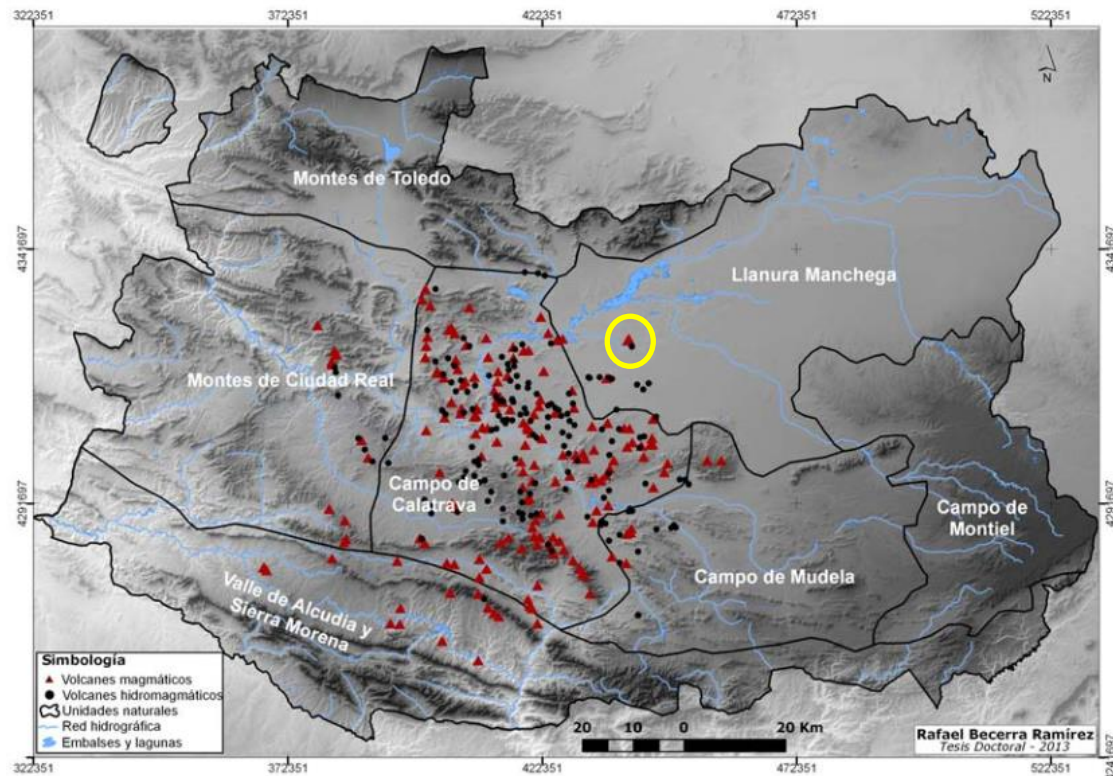


Figura 4.7.- Localización de la CDE CARMONA sobre respecto a los edificios volcánicos del Campo de Calatrava (Modificado de Becerra Ramírez, R. (2013)).

Estudios históricos previos del vulcanismo del Campo de Calatrava, como Poblete Piedrabuena, M. A. (1995) y Martín-Serrano, A. (2009) apenas hacen referencia a los conos volcánicos del cerro de Las Tiñosas. Estos edificios volcánicos no se encuentran incluidos en el Geoparque Volcanes de Calatrava.

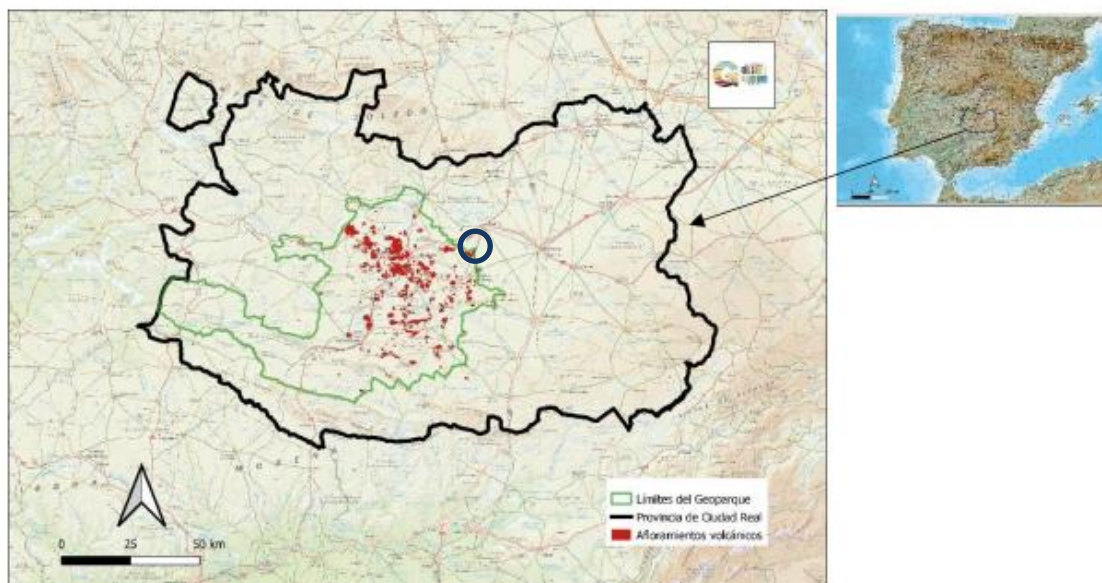


Figura 4.8.- Localización de la CDE CARMONA respecto al Geoparque Volcanes de Campo de Calatrava.

4.2.1. Cobertera sedimentaria

Los materiales sedimentarios representados en la zona de la CDE se corresponden con materiales de edad Plioceno y Cuaternario.

4.2.1.1. Calizas y Margas. Plioceno Superior

Estos materiales ocupan la mitad Sur de la CDE CARMONA.

Consisten en calizas de color gris y crema, estratificadas horizontalmente en capas decimétricas con potencias puntualmente de 1 a 2 m, entre las que se intercalan delgados niveles de margas blanquecinas y limolitas calcáreas pardorajizas. Sondeos realizados en la zona revelan espesores entre 100 y 110 m.

Microscópicamente, están formadas por micritita (75-90%), esparita (0-15%), cuarzo (0-15%), bioclastos de moluscos ostrácodos, charáceas y algas (0-15%) y fragmentos de cuarcitas (0-15%), quedando clasificadas como calizas micríticas con porciones variables de limo de cuarzo, biomicritas y dismicritas, a veces recrystalizadas.

Localmente se observan secuencias decimétricas (de hasta 1,5 m) formadas de muro a techo por arcillas rojas laminadas, ligeramente calcaréas, a las que siguen margas calcáreas pardo-rojizas con nódulos carbonatados sobre las que se sitúan calizas nodulosas que pasan lateralmente a micritas con gasterópodos.

Estas secuencias representan ciclos de expansión y retracción de playas carbonatadas en paso a ambientes lacustres más estabilizados, representados por las micritas bioclásticas con gasterópodos.

4.2.1.2. Costras calcáreas, Plioceno Superior-Pleistoceno inferior

La superficie de erosión fundamental de la llanura manchega (S₂ de Molina, 1974 y 1975) presenta un tapizado de costras laminares de diferente espesor y desarrollo.

Consisten en un nivel de encostramientos moderadamente cementados con potencias de 1,2 a 1,5 m, en cuya base aparecen hasta 1 m de nódulos columnares de material calizo más o menos pulvurulento o consistente, que penetran los sedimentos de edad Plioceno. Sobre este nivel aparece un nivel superior de entre 30 y 60 cm de espesor de una costra laminada, en bandas, y que en los bordes de la superficie se resuelve en una costra laminar multicintada muy bien cristalizada.

Microscópicamente, las costras muestran una alternancia de niveles con aporte de finos (limos y arcillas) sobre los que se instalan mallas de algas de corta vida responsables de fijar el carbonato. Estos materiales han sufrido una recristalización posterior y cementación.

4.2.2. Rocas volcánicas

Como rasgo geológico-geomorfológico destacable dentro de la CDE CARMONA, aparece el cerro de Las Tiñosas, loma alargada en dos cerros circulares, correspondientes a dos conos volcánicos (y que se van a denominar cono Sur y cono Norte) alineados en dirección NNE-SSO con elevaciones de 25-30 m sobre la llanura y diámetros de 500 y 600 m.

Estos conos volcánicos pertenecen al borde Nororiental de la zona marginal de la Región Volcánica Central Española.

El cono Sur se corresponde con facies proximales de un edificio piroclástico estromboliano, mientras que el cono Norte sería otro centro de emisión, seguramente relacionado con el anterior, y en el que es posible la existencia de alguna pequeña colada.

Los edificios piroclásticos se corresponden a depósitos fragmentarios compuestos esencialmente por bloques y bombas, a veces de gran tamaño, de aspecto vítreo y muy vacuolar, que forman acumulaciones caóticas o mal estratificadas típica de edificios piroclásticos estrombolianos y con niveles de lapilli muy escasos.

En su parte suroeste, estos materiales se apoyan sobre, al menos, dos metros de tobas de lapilli y cineríticas, formadas por fragmentos de sideromelana y palagonita muy vesiculados, que pueden corresponder a depósitos previos caídos en un medio acuoso.

Petrográficamente, las rocas del volcán de Las Tiñosas se clasifican como limburgitas, rocas con vidrio pero sin ningún feldespatos ni feldespatoide modal y más raramente como nefelinitas olivínicas. Las limburgitas corresponden químicamente a nefelinitas olivínicas pudiendo ser consideradas, por tanto, como los términos más vítreos de estas últimas.

Muy vesiculares y con rellenos de carbonatos, son porfídicas, con fenocristales idiomórficos o subidiomórficos, tanto de olivino como de augita. El olivino, a veces se encuentra alterado a productos serpentínicos y está ligeramente corroído por la matriz. La augita está en ocasiones aparece maclada y siempre zonada. La matriz está constituida esencialmente por augita y opacos con contenidos menores de olivino; intersticialmente hay vidrio o, en su lugar, nefelina con tendencia a hábito cuadrangular. La biotita es relativamente abundante y suele presentarse en cavidades, asociada a nefelina, en cristales subidiomórficos y, a veces, parcialmente reabsorbida.

Las tobas de lapilli y cineríticas del SO del volcán de Las Tiñosas, están formadas fundamentalmente por fragmentos de vidrio más o menos vesicular, de color anaranjado (sideromelana), a veces ligeramente palagonitizado y con textura perlítica. Son frecuentes los cristales, a veces aislados, otras como fenocristales, de olivino idiomórfico y augita muy egrínica. Menos abundantes son los fragmentos de vidrio negro (taquilita) muy vesicular.

Desde el punto de vista geo-minero, los materiales volcánicos pueden considerarse como puzolanas o materiales puzolánicos, entendiendo como tal las sustancias naturales de composición silíceas o silico-alumínicas o combinación de ambas compuestas esencialmente por dióxido de silicio reactivo (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3) y cuyo contenido de dióxido de silicio reactivo (SiO_2) no será menor del 25,0 % en masa.

Datos históricos de composición química de muestras del Volcán de Las Tiñosas dan los siguientes resultados:

TABLA 4.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA PUZOLANAS (%)												
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O
39,85	11,72	4,87	5,84	0,18	10,92	14,80	2,76	0,72	3,76	0,99	0,68	3,10

4.3. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, sobre los conos piroclásticos del Cerro de las Tiñosas se encuentran huellas de una actividad extractiva centrada en los materiales volcánicos.

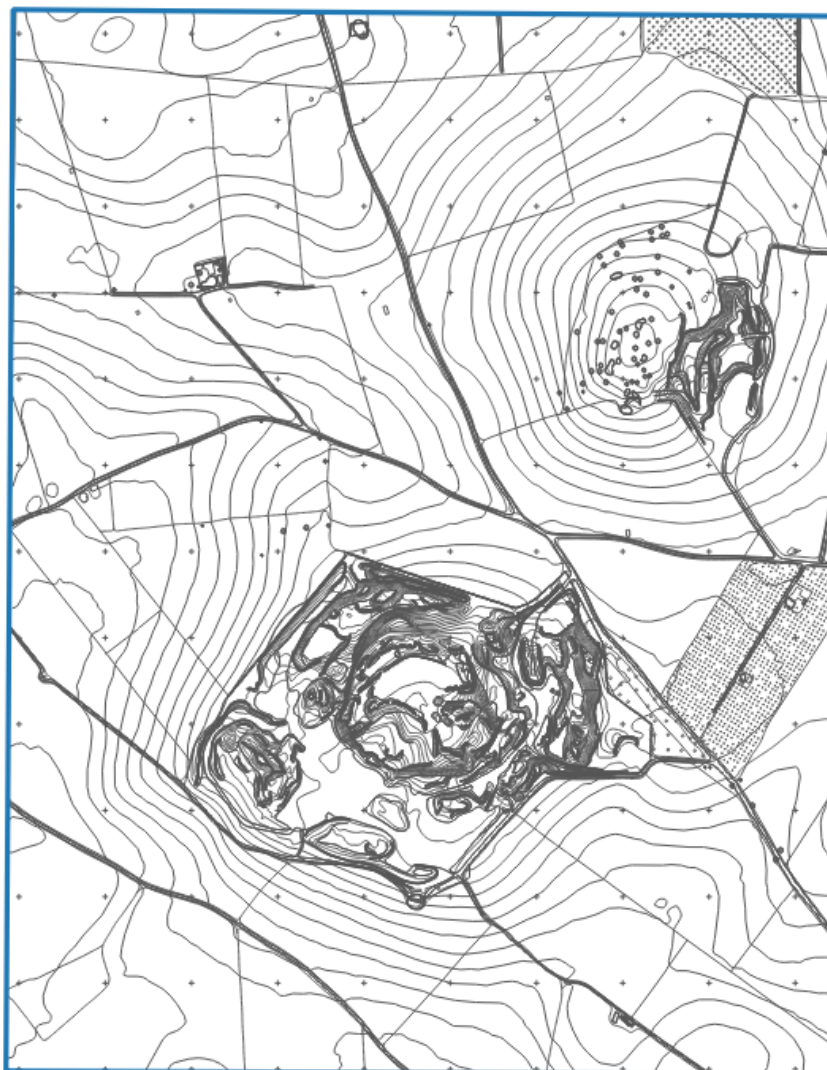


Figura 4.9.- Topografía actual de la CDE CARMONA.

La explotación localizada sobre el Cono Volcánico Norte presenta una huella con una superficie aproximada de 1,8 ha que incluye dos zonas con mayor desarrollo extractivo, una situada en su margen Oeste, alargada Norte-Sur con el fondo a 624 m.s.n.m. y otra situada en la zona central con el fondo de cantera a 622 m.s.n.m.

En esta cantera es posible observar restos de escombreras, así como vertidos de escombros incontrolados realizados de manera ilegal.



Figura 4.10.- Aspecto general de la cantera localizada en el Cono Volcánico Norte.

La explotación localizada sobre el Cono Volcánico Sur presenta una huella con una superficie aproximada de 12,8 ha. Incluye dos zonas con mayor desarrollo de las labores extractivas, una situada en su esquina Noroeste, alargada Noreste-Suroeste con el fondo a 611 m.s.n.m. y otra situada en la zona Este, alargada Norte-Sur y con el fondo de cantera a 613 m.s.n.m.

En la zona central de la cantera queda una plataforma elevada con una cota de 642 m.s.n.m.



Figura 4.11.- Aspecto general de la cantera localizada en el Cono Volcánico Norte.

4.4. PROYECTO DE EXPLOTACIÓN

El Proyecto de Explotación a realizar se centra en las labores existentes en el Cono Volcánico Sur, dentro del perímetro definido por las coordenadas de la TABLA 2.2

Las previsiones de explotación consisten en profundizar las labores existentes hasta diseño final, cumpliendo siempre con la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) 07.1.03 Trabajos a cielo abierto. Desarrollo de labores, del Reglamento General de Normas básicas de Seguridad Minera (RGNBSM).

El diseño final de la explotación presenta una berma perimetral a cota 618 m.s.n.m. con una anchura de 22 m y taludes a 70° de 10 m de altura, y una plaza de cantera sobreexcavada hasta cota 608 m.s.n.m.

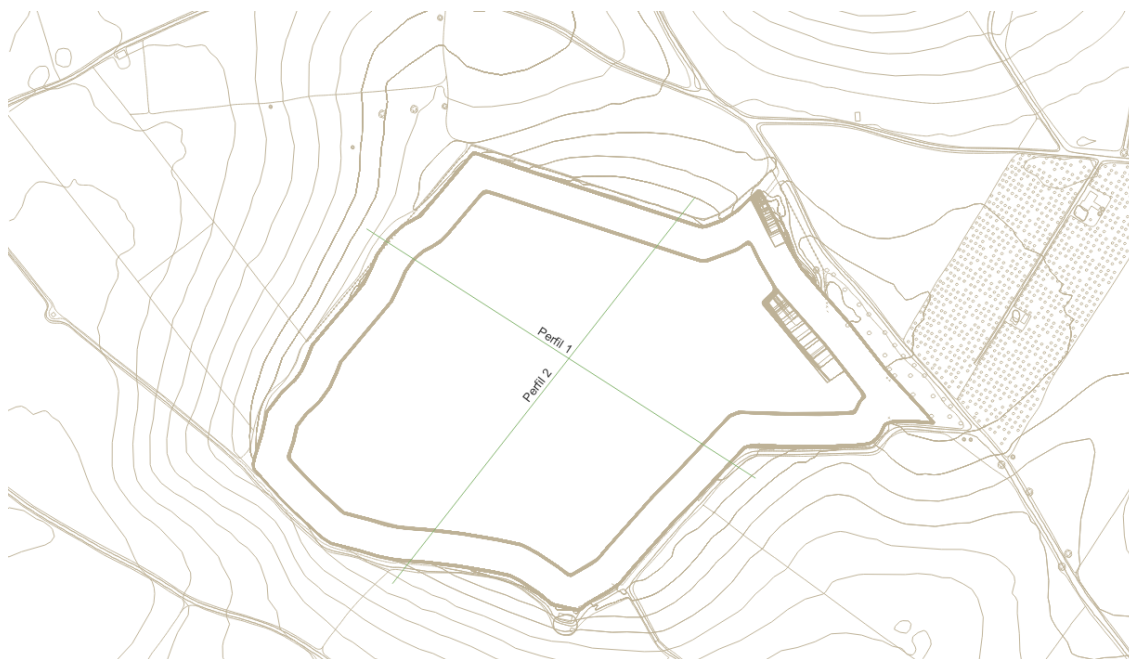


Figura 4.12.- Topografía final de la explotación

Unos perfiles comparativos entre la topografía actual y la topografía definitiva pueden observarse en las siguientes figuras.

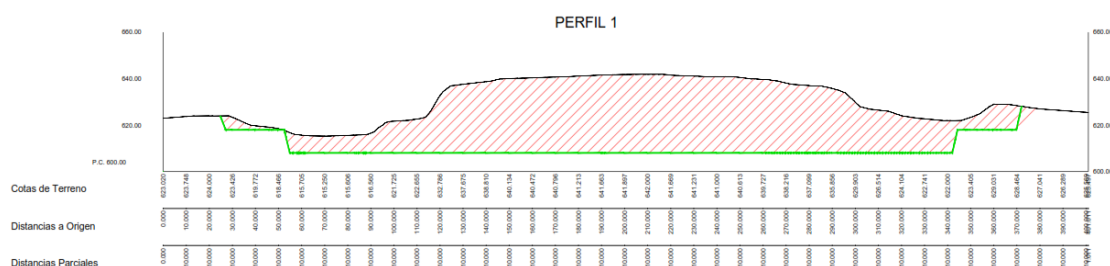


Figura 4.13.- Perfil 1: Sección ONO-ESE.

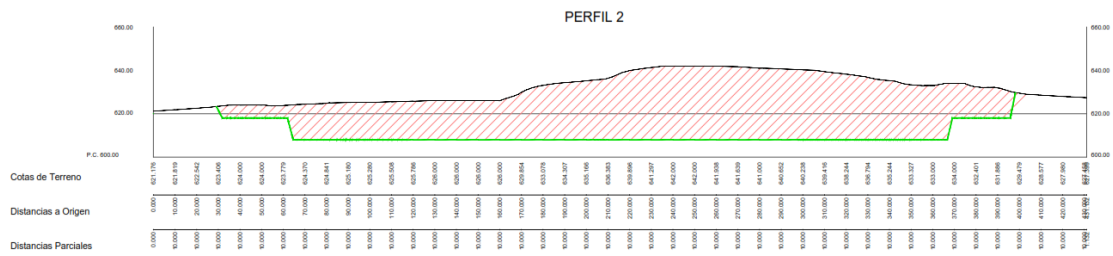


Figura 4.14.- Perfil 2: Sección SO-NE.

Este sistema de explotación generará una amplia explanada final y un talud de berma perimetral que permitirá una visión de 360° de las estructuras volcánicas internas y las relaciones con la cobertera sedimentaria. Los taludes finales con una inclinación de 70° favorecerán la conservación de las estructuras volcánicas de interés y favorecerán su observación, ampliando así el posible uso científico, educativo y turístico de este entorno minero una vez finalizada la explotación.

5. VALORACIÓN BASE

5.1. METODOLOGÍA

El reinicio de las actividades extractivas se centrará en la cantera situada sobre el denominado cono Sur, por lo que es sobre esta figura geomorfológica sobre la que se va a centrar el estudio y valoración.

La evaluación del valor patrimonial del cono Sur de Las Tiñosas va a realizarse siguiendo el esquema utilizado por el Área de Patrimonio Geológico y Minero del IGME, para estimar posteriormente las posibilidades de compatibilizar la extracción de puzolanas en la CDE CARMONA con la salvaguarda del valor patrimonial.

El estudio abordará tres objetivos principales:

- Identificar y valorar los elementos geológicos con valor patrimonial existentes en la CDE CARMONA y que pudieran verse afectados por la extracción de puzolanas.
- Ofrecer una metodología de valoración de dicho patrimonio y el impacto (positivo o negativo) que supone la extracción.
- Orientar las medidas preventivas y correctoras o compensatorias, y los puntos que deben tenerse en cuenta en el plan de vigilancia, de tal forma, que se garantice siempre la conservación de los elementos geológicos y geomorfológicos de mayor valor geomorfológico.

La metodología seguida en este estudio comprende las fases de recopilación de información existente; identificación de elementos geomorfológicos y geológicos, análisis y valoración patrimonial de éstos para su zonificación; identificación y valoración de los impactos de la explotación minera en cada una de las unidades identificadas para obtener un mapa de zonas compatibles e incompatibles con el uso minero.

5.1.1. Recopilación de información existente

La Región Volcánica del Campo de Calatrava

- Becerra Ramírez, R. (2013): Geomorfología y Geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la Región Volcánica de Calatrava. Tesis Doctoral.
- Becerra Ramírez, R. (2020): Characterization and Geotourist Resources of the Campo de Calatrava Volcanic Region (Ciudad Real, Castilla-La Mancha, Spain) to Develop a UNESCO Global Geopark Project.
- Escobar Lahoz, E. (2016): Aprovechamiento de los recursos volcánicos en el Campo de Calatrava.
- Fernández-Arroyo López-Manzanares, A. (2024): Patrimonios geológico, minero-industrial y natural en el Geoparque Volcanes de Calatrava – Ciudad Real. Paisajes para la educación ambiental y el turismo.
- IGME (1988): Mapa geológico de España E.-1:50.000 Hoja 760 DAIMIEL
- IGME (2019): Zonificación del Lugar de Interés Geológico “Volcán de Cerro Gordo y maar de Barondillo” (Provincia de Ciudad Real) para evaluar su compatibilidad con la extracción de puzolanas de la Cantera San Carlos
- IGME (2024): Las lagunas volcánicas del Campo de Calatrava
- Martín-Serrano, A. (2009): Morphotectonic setting of maar lakes in the Campo de Calatrava Volcanic Field (Central Spain, SW Europe)
- Poblete Piedrabuena, M.A. (1995): El relieve volcánico del Campo de Calatrava

5.1.2. Identificación de elementos geomorfológicos y geológicos

A parte de la información bibliográfica y antecedentes obtenidos de la diversa documentación consultada, como la bibliografía consultada, el mapa geológico E 1:50.000 serie MAGNA Hoja 0760 Daimiel o la cartografía geológica digital GEODE, se ha realizado un levantamiento de puntos de observación geológica (Figura 5.1) que ha permitido realizar un diagnóstico general del emplazamiento así como un inventario de los elementos singulares desde el punto de vista geomorfológico y geológico objeto de la evaluación de impactos.

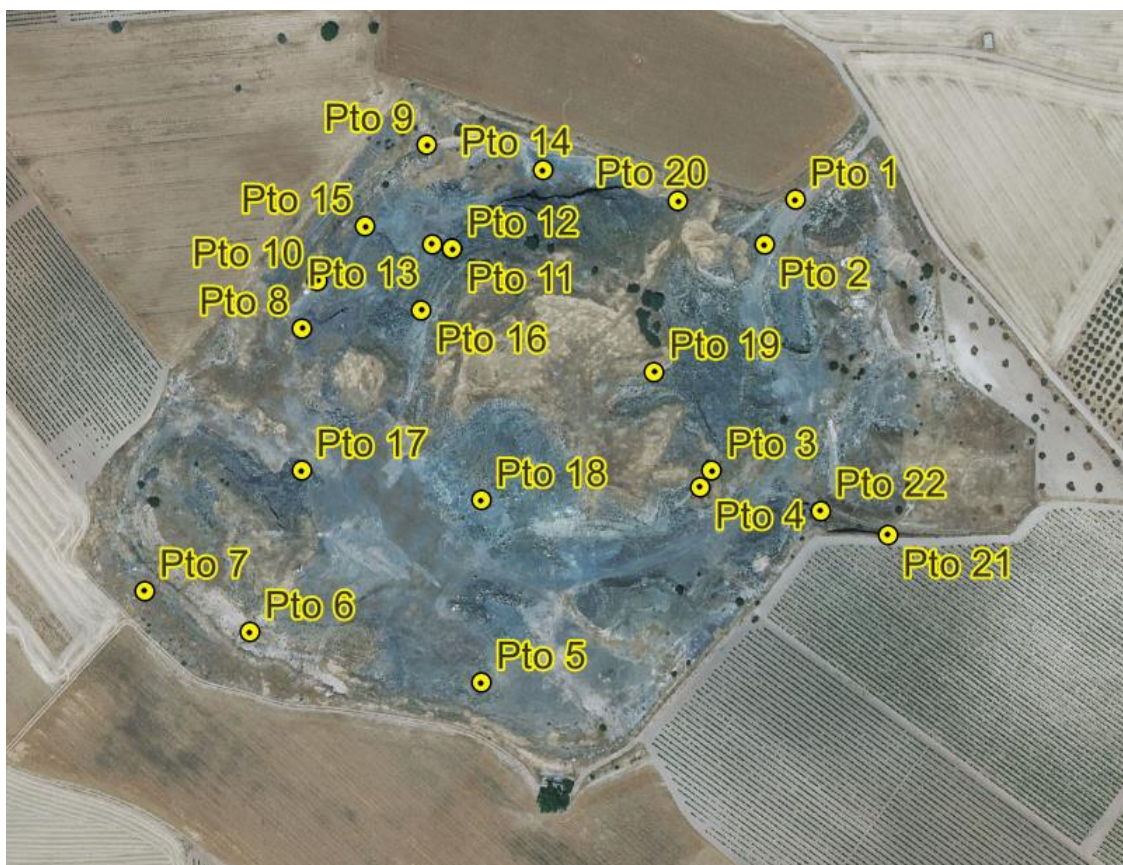


Figura 5.1.- Puntos de observación geológica.

5.1.2.1. Elementos geomorfológicos

A partir del trabajo de campo y los datos previos se ha realizado una cartografía específica para la identificación y caracterización de las diferentes unidades geomorfológicas en la zona de estudio.

Desde el punto de vista geomorfológico, en la zona aparecen dos elementos de interés: un cono volcánico y una planicie sobre la que se eleva el primero.



Figura 5.2.- Cono volcánico sobresaliendo sobre la planicie.



Elementos geomorfológicos

Cono Volcánico

Planicie sedimentaria

Figura 5.3.- Elementos geomorfológicos identificados.

5.1.2.1.1. Cono Volcánico

Consiste en un cono volcánico de unos 600 metros de diámetro y una cota máxima sobre los 642 m.s.n.m. donde la morfología troncocónica, típica de los volcanes generados en dinámicas eruptivas estrombolianas (como en el cercano Campo de Calatrava, donde se han identificado unos 170 conos volcánicos de este tipo, más representativos y mejor conservados), ha sido modificada por las labores mineras, presentando formas difuminadas y un grado de alteración alto ocasionado por la actividad extractiva ya realizada, cuestión indicada en el informe emitido por la Delegación Provincial de Ciudad Real de la Consejería de Medio Ambiente, de fecha 25 de mayo de 2004 en relación con el expediente "Petición de prórroga de la explotación 'Carmona' n.º 12.130".

5.1.2.1.2. Planicie sedimentaria

La zona más externa de la cantera corresponde a una zona llana formada por materiales subhorizontales terciarios, con composiciones claramente carbonatadas, formando una planicie con cotas alrededor de los 615 m.s.n.m.

5.1.2.2. **Elementos geológicos**

Se ha realizado una cartografía específica a partir del trabajo de campo y los datos previos, para la identificación y caracterización de los elementos geológicos existentes.

Dentro de la zona objeto de estudio se han identificado los siguientes elementos: un cono piroclástico en el que se distinguen claramente dos facies, una zona caótica central que hacia la periferia presenta una zona marginal estratificada mal definida, con buzamientos radiales hacia el exterior del edificio volcánico; una serie de diques subverticales y un terciario de relleno de cuenca dispuesto discordantemente sobre el cono piroclástico.



Figura 5.4.- Aspecto general del cono piroclástico.

Hay que recordar que la estructuración interna de este depósito y las relaciones entre las diferentes litologías existentes que se van a exponer a continuación solo han sido posible visualizarlas por la existencia de la cantera, pero el estado actual de explotación de la misma no permite una observación continua de todos estos aspectos, por lo que muchos de los contactos han debido ser inferidos.



Figura 5.5.- Elementos geológicos identificados.

5.1.2.2.1. Zona caótica central

El núcleo del cono volcánico presenta características de un depósito fragmentario, formado por bombas y bloques, ambos con un aspecto vesicular muy marcado, que pueden llegar a ser de gran tamaño, sin estructura interna definida, dando un aspecto caótico en el que los fragmentos aparecen aplastados, adaptándose unos a otros, y ligeramente soldados (Figura 5.6).



Figura 5.6.- Pto 4: Detalle de la estructura interna de la facies caótica.

5.1.2.2.2. Zona marginal estratificada

La zona externa del aparato volcánico presenta características similares a las de la zona caótica central, pero mostrando una estructura interna con una estratificación grosera, radial y hacia el exterior del cono volcánico, en la que entre los niveles de bloques y bombas, aparecen niveles muy discontinuos y de escaso desarrollo de granulometría menor (Figura 5.7).

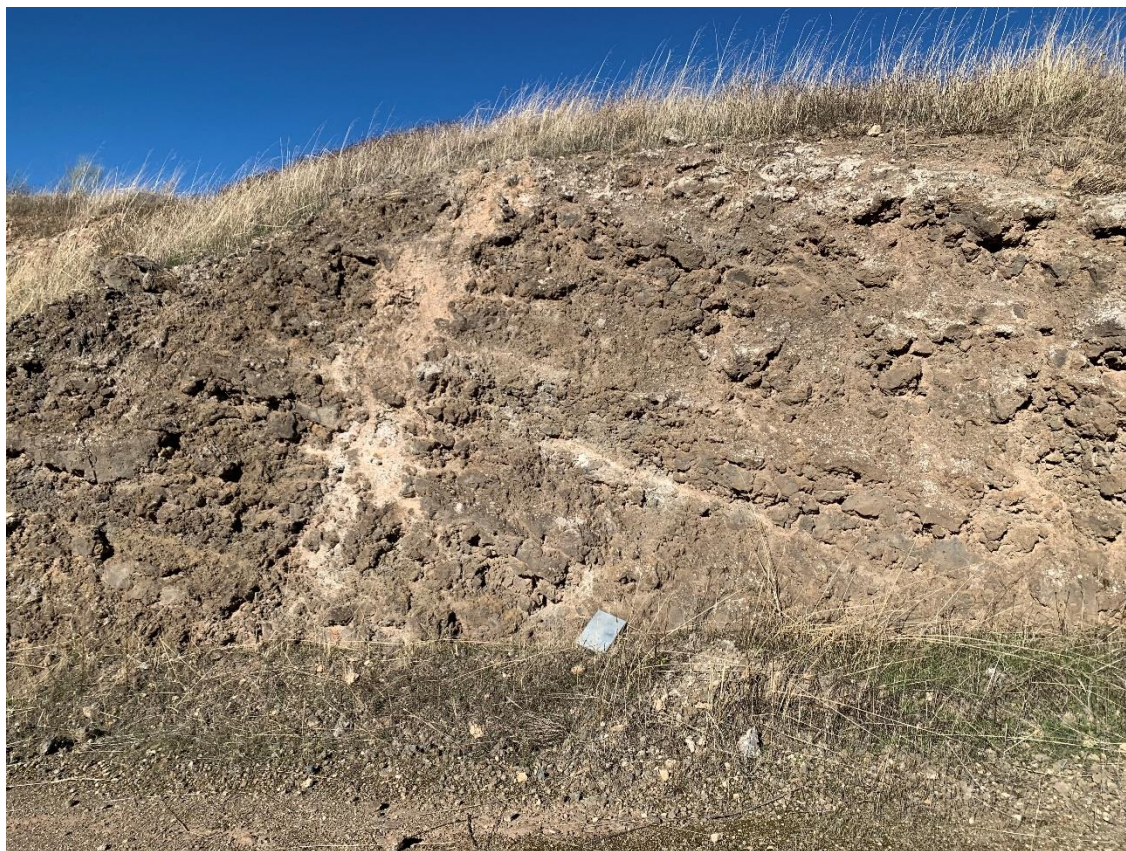


Figura 5.7.- Pto 1: Detalle de la estructura interna de la facies estratificada.

Esta facies parece presentar una granoclasificación, donde la proporción de fragmentos de menor tamaño, correspondientes a lapilli, aumenta conforme nos alejamos del centro del aparato volcánico. Este aspecto es más visible en la zona Sur de la cantera (Figura 5.8).



Figura 5.8.- Pto 5: Granulometría de los fragmentos.

Mención aparte merece un afloramiento en la parte Este de la cantera, donde la estratificación de los niveles buza hacia el interior del cono volcánico. La pequeña dimensión de este afloramiento, así como la falta de continuidad con el resto de afloramientos, no permite aseverar el origen de esta anomalía, pudiendo deberse bien a la adaptación de los niveles estratificados a una zona donde se haya producido un colapso en profundidad, o bien por la existencia de otro cono volcánico de menor tamaño y cuyo foco eruptivo estaría situado más hacia el Este (Figura 5.9).



Figura 5.9.- Pto 22: Buzamientos de niveles hacia el interior del aparato volcánico.

5.1.2.2.3. Diques

En la zona Suroeste aparecen una serie de diques volcánicos subverticales, con direcciones aproximadas N 130°-150° E y contactos netos con la facies caótica, con la que parecen estar estrechamente relacionados (Figura 5.10).



Figura 5.10.- Pto 13: Dique subvertical.

Internamente presentan una estructura masiva, con vesículas elongadas y aparentemente alineadas subparalelas a los contactos, así como abundantes vacuolas rellenas de carbonatos (Figura 5.11).



Figura 5.11.- Pto 13: Detalle de un dique subvertical.

5.1.2.2.4. Terciario

El contacto de estos materiales con los materiales volcánicos que conforman el cono queda claramente expuesto en el talud Noroeste de la cantera.

Está formado por materiales calcáreos y margosos, con ligera estratificación subhorizontal, que se adaptan a la morfología original del cono volcánico, acuñándose contra su superficie (Figura 5.12)



Figura 5.12.- Pto 9: Detalle de los materiales terciarios acuñándose.

La zona Suroeste de la cantera no presenta afloramientos del contacto. En esta zona, los niveles carbonatados presentan frecuentes fragmentos de rocas volcánicas y una laminación interna (Figura 5.13).



Figura 5.13.- Pto 6: Aspecto de los materiales terciarios al Sur, englobando fragmentos de rocas volcánicas.

En la zona Este de la cantera parece observarse un nivel volcánico interestratificado con los sedimentos terciarios.



Figura 5.14.- Pto 21: Posible nivel volcánico interestratificado.

5.1.3. Identificación de impactos potenciales

El análisis de impactos potenciales realizado se ajusta a la información disponible para un posible reinicio de explotación en la cantera localizada en el Cono Volcánico Sur. Por tanto, en el presente apartado tiene por objeto identificar y valorar la incidencia de los impactos que se puedan producir sobre el valor de los elementos geológicos y geomorfológicos.

5.1.3.1. Impacto paisajístico enfocado en el parámetro de visibilidad

La identificación, evaluación y prevención de los posibles efectos sobre el paisaje se basan en tres características principales: calidad, fragilidad y visibilidad.

En este estudio, el análisis del paisaje se ha centrado exclusivamente en el concepto de visibilidad y en la elaboración de la cuenca visual, ya que los otros dos parámetros, aunque también son relevantes para valorar el impacto paisajístico, no van a sufrir cambios significativos respecto de la situación actual.

El impacto sobre el paisaje viene determinado por factores como la morfología, las dimensiones y la profundidad de la excavación minera en fase final, así como por las dimensiones de las distintas instalaciones y equipos asociados a la explotación.

Como base del análisis se ha utilizado el modelo digital del terreno (MDT) del IGN con resolución de 5m.

El programa QGis permite realizar un análisis de visibilidad, determinando las áreas visibles desde un punto y generando una cuenca visual que identifica todos los emplazamientos desde los cuales puede observarse el punto seleccionado

La elección de los puntos de observación se ha realizado conforme a los criterios habituales en este tipo de estudios, estableciendo tres rangos de distancia desde un punto central más elevado de la explotación para la evaluación de la visibilidad:

- Distancias cortas (hasta 500 m)
- Distancias medias (de 500m hasta 1.500m)
- Distancias largas (de 1.500m hasta 3.500m)

Se establece el límite del área de estudio a una distancia de 3.500m, porque a partir de esta distancia los objetos no se perciben con nitidez por un observador.

Para definir los puntos de observación, se han seleccionado, en función de las 3 distancias, las vías de comunicación, el punto más cercano al Santuario Nuestra Señora de las Cruces, así como las fincas y/o parcelas más significativas observadas por ortoimagen, enumerados en la siguiente tabla:

TABLA 5.1- TABLA DE LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN		
Punto de Observación	Distancia	Denominación
1	Larga (1.500-3.500 m)	CM-4114
2	Larga (1.500-3.500 m)	CM-4114
3	Larga (1.500-3.500 m)	CR-2122 (Santuario)
4	Larga (1.500-3.500 m)	CR-2122
5	Larga (1.500-3.500 m)	N-430
6	Larga (1.500-3.500 m)	Camino
7	Larga (1.500-3.500 m)	Parcela Privada
8	Larga (1.500-3.500 m)	Parcela Privada
9	Larga (1.500-3.500 m)	Parcela Privada
10	Larga (1.500-3.500 m)	Parcela Privada

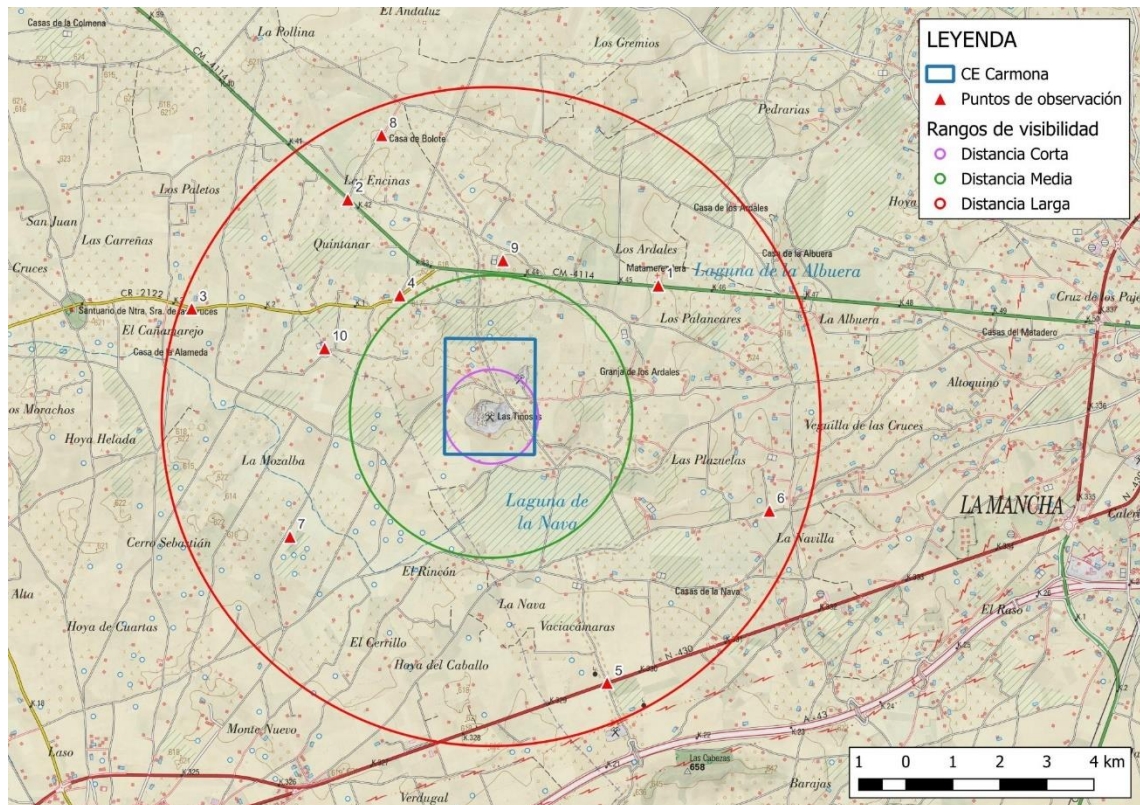


Figura 5.15.- Mapa de distancias y puntos de observación empleadas para el análisis de visibilidad.

Como se observa en la figura anterior no existen puntos de observación seleccionados según los criterios anteriores en las áreas de corta o media distancia (radio preferente). Todos los puntos de observación seleccionados según los criterios anteriores se localizan en el área de larga distancia (radio no preferente).

El mapa de visibilidad obtenido puede observarse en la Figura 5.16

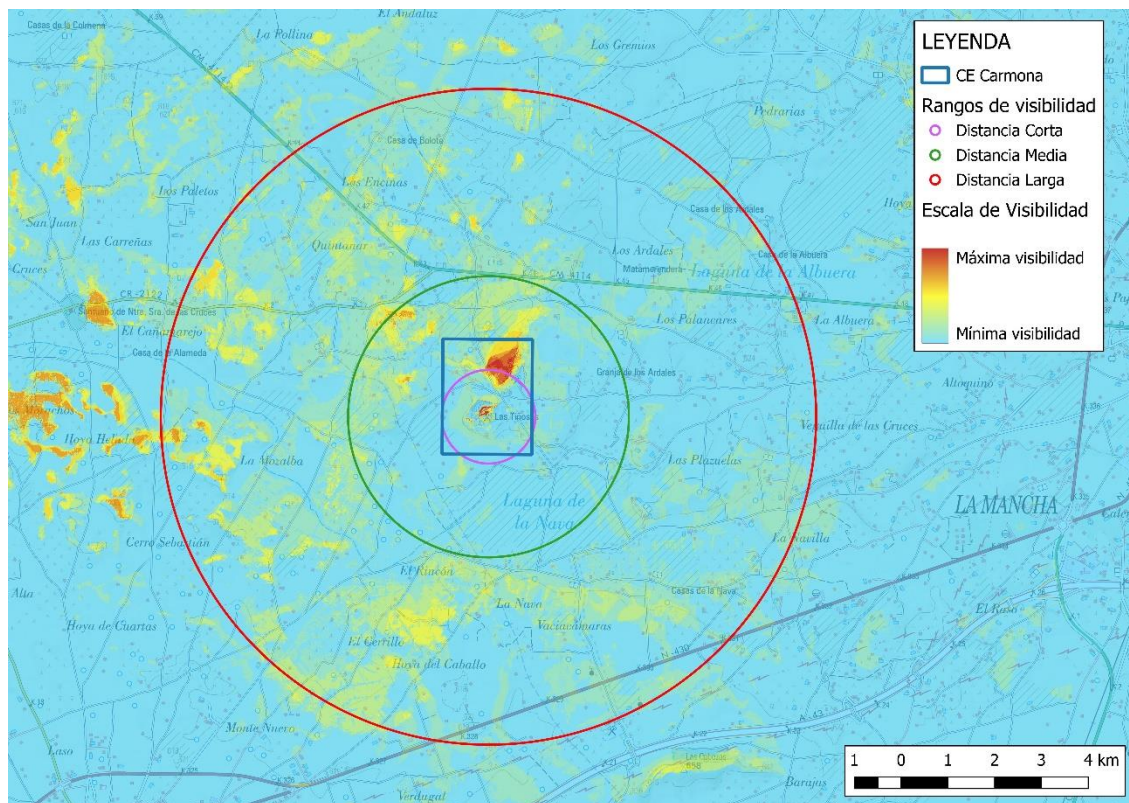


Figura 5.16.- Mapa de visibilidad de la zona de estudio.

La zona de máxima visibilidad se localiza al NNE, coincidiendo con las zonas de mayor altitud situadas en el Cono Volcánico Norte.

Esta dirección NNE-SSO, pasando por el cono Volcánico Sur, parece delimitar dos zonas de diferente visibilidad. Una de mínima visibilidad situada al Este y otra con zonas de mayor visibilidad situada al Oeste.

5.1.3.2. Impacto ambiental sobre el patrimonio geológico

En este trabajo no se realiza un estudio de impacto ambiental convencional si no que se realiza un proceso de análisis para predecir los impactos ambientales de la actividad minera, siguiendo la metodología de Vegas et al. (2012), para la integración del patrimonio geológico en la evaluación de impacto ambiental.

Este análisis permite la cuantificación de las alteraciones que el un proyecto podría generar sobre el patrimonio geológico y orientar la toma de decisiones respecto a las medidas a implementar.

Una vez determinado el valor de los elementos geológicos y geomorfológicos se estima el cambio que se prevé para cada uno. Es necesario conocer las acciones que son susceptibles de producir modificaciones sobre dicho patrimonio. Posteriormente teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los elementos que pueden verse afectados se realiza una caracterización de los efectos que supone la actividad minera para la valoración de impacto. Por último, es necesario elaborar un plan de vigilancia para garantizar que las medidas propuestas se cumplan y sean efectivas.

Los criterios tenidos en cuenta para la estimación del impacto sobre los elementos del patrimonio geológico son:

A. Magnitud. Se trata del grado de transformación que puede experimentar el elemento por la actividad minera y está en función de dos parámetros:

- Intensidad: Es el grado de incidencia o destrucción que tiene la actividad. Se divide en cuatro categorías: total, alta, media y baja.
- Extensión: Es la superficie y/o la localización de la afección con respecto al patrimonio geológico. Se divide en cinco categorías: crítica, total, extrema, parcial y puntual.

B. Parámetros de importancia o transcendencia de los cambios sobre el patrimonio geológico

1. Naturaleza o signo. Dependiendo de si la transformación de los elementos implica una pérdida del valor o un aumento del valor, la naturaleza o signo puede ser:

- Positivo
- Negativo

2. Inmediatez o relación causa-efecto. La causa-efecto puede clasificarse como:

- Directa: cuando la actividad afecta directamente a los elementos.
- Indirecta: cuando los elementos son afectados indirectamente por alteraciones que pueden modificarlo.

3. Interrelación de acciones y/o efectos. Los posibles efectos se pueden dividir en:

- Simples: No provocan efectos acumulativos ni generan impactos adicionales.
- Acumulativos: Cuando el efecto aumenta gradualmente su intensidad a medida que se prolonga en el tiempo la acción que lo provoca.
- Sinérgicos: Cuando la interacción de múltiples acciones produce un impacto superior al resultado de sumar los efectos individuales considerados por separado.

4. Plazo o momento del efecto. El plazo de manifestación del impacto se refiere al intervalo de tiempo que transcurre entre la implementación de una acción o intervención humana y el inicio de alteraciones o efectos sobre un factor ambiental específico. De acuerdo con este criterio, un efecto podrá clasificarse como:

- A corto plazo cuando su incidencia se manifieste dentro de un ciclo anual
- A medio plazo, cuando su incidencia se manifieste en un período inferior a cinco años
- A largo plazo, cuando su incidencia se manifieste en un lapso superior a cinco años.

5. Persistencia. La persistencia se define como la duración durante la cual un impacto permanece activo, desde su aparición hasta que el medio afectado retorna a sus condiciones originales. Se distinguen dos tipos de efecto:

- Efecto temporal: es aquel que no es permanente en el tiempo. A su vez se puede distinguir otros 3 tipos: fugaz, temporal o pertinaz, dependiendo si dura menos de un año, entre uno y tres años o si dura entre cuatro y diez años, respectivamente.
- Efecto permanente: es aquel que permanecen en el tiempo por un espacio de diez o más años.

6. Reversibilidad, Se refiere a la capacidad de que las alteraciones generadas por la extracción puedan restaurarse de manera natural. Hay dos posibilidades:

- Efecto reversible: Aquel en el que la alteración pueda ser asimilada, a medio plazo.
- Efecto irreversible: Aquel en el que la capacidad de retornar a la situación previa sea de dificultad extrema o imposible.

7. Recuperabilidad. Se refiere a la capacidad de restaurar las condiciones originales de los elementos ya sea por la interrupción de la acción que provoca la alteración o mediante la implementación de medidas correctoras o de restauración. Se distinguen dos tipos de efecto:

- Recuperable: Se trata de aquel impacto cuya alteración puede ser corregida mediante procesos naturales o intervención humana, o bien que ésta pueda ser reemplazada.
- Efecto irrecuperable: Aquel en que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

Este atributo, es fundamental a la hora de valorar los efectos previsibles, pues en función de la posibilidad o no de recuperación mediante la aplicación de medidas de intervención se van a definir las distintas categorías de impacto. En el caso del impacto producido por esta cantera, puede considerarse irrecuperable si la explotación destruyese un rasgo poco frecuente o único en la zona, mientras que sería recuperable si los rasgos siguiesen siendo visibles en los frentes y taludes de la explotación; o incluso se mejorasen las condiciones de observación o incluso apareciesen nuevas estructuras volcánicas.

La consideración tanto de la magnitud como de los parámetros anteriores que expresan la trascendencia o importancia del cambio permitirá evaluar de manera fundamentada el cambio de valor de los elementos geológicos y geomorfológicos identificados, considerando la nueva situación de estos elementos.

La comparación del valor global del interés geológico de los elementos antes y después de extracción de puzolanas se traducirá en un cambio de su valor patrimonial.

En el caso de que ese cambio sea una pérdida, el cambio quedaría encuadrado en alguna de las cinco categorías siguientes:

- Pérdida de valor notable: aquella que es consecuencia de una destrucción de los elementos geológicos y geomorfológicos o de una pérdida irreparable de sus valores intrínsecos, de sus procesos fundamentales de funcionamiento o de sus posibilidades de observación. La variación que experimenta el valor supera el 50%.
- Pérdida de valor significativa: aquella que es consecuencia de una modificación sensible o significativa de los elementos geológicos y geomorfológicos, con repercusiones apreciables, a corto o largo plazo, en sus valores intrínsecos, procesos fundamentales de funcionamiento o posibilidades de observación. La variación de valor se sitúa entre el 25 y el 50%.

- Pérdida de valor moderada: aquella que es consecuencia de una modificación moderada de los elementos geológicos y geomorfológicos, que produce o puede producir en el futuro repercusiones en sus valores intrínsecos, procesos fundamentales de funcionamiento o posibilidades de observación. La variación de valor se sitúa entre el 10 y el 25%
- Pérdida de valor leve: aquella que apenas se manifiesta como modificación de los elementos geológicos y geomorfológicos o que produce o puede producir en el futuro ligeras repercusiones en sus valores intrínsecos, procesos fundamentales de funcionamiento o posibilidades de observación. La variación de valor es inferior al 10%.
- Pérdida de valor mínima: aquella que no afecta a los elementos geológicos y geomorfológicos, de acuerdo con sus valores intrínsecos, sus procesos fundamentales de funcionamiento o sus posibilidades de observación. No es apreciable la variación de valor.

En caso de que el cambio de valor tenga signo positivo, las cinco categorías anteriores siguen siendo aplicables, definiéndose entonces el aumento de valor notable como aquel que es consecuencia de una mejora sustancial de sus valores intrínsecos, de sus procesos fundamentales de funcionamiento o de sus posibilidades de observación.

La valoración del impacto se determinará en función del interés para la conservación de los elementos geológicos y geomorfológicos y del cambio de valor que éste pudiera experimentar por la actividad minera.

Por lo tanto, una vez conocido el valor de cada elemento patrimonial y cómo variaría este valor durante la fase de explotación y tras la finalización del mismo, se utilizará la matriz de la TABLA 5.2 para estimar el impacto resultante.

TABLA 5.2.- COMPATIBILIDAD DEL IMPACTO					
		VALOR			
		Muy Bajo-Bajo (I-II)	Medio (III)	Alto (IV)	Muy Alto (V)
PÉRDIDA DE VALOR	MODERADA	COMPATIBLE	COMPATIBLE/ MODERADO	MODERADO	SEVERO
	SIGNIFICATIVA	COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO

El impacto que se obtenga para cada uno de los elementos geológicos y geomorfológicos se calificará como:

- Impacto ambiental no significativo: aquel que no provoca una pérdida de valor y cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto ambiental compatible: aquel que provoca una pérdida asumible, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto ambiental moderado: aquel que provoca una pérdida de valor moderada por lo que precisa prácticas protectoras o correctoras, aunque no intensivas.
- Impacto ambiental severo: aquel en el que la disminución del valor de los elementos geológicos y geomorfológicos es evidente y la recuperación de las condiciones exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras significativas.

- Impacto ambiental crítico (incompatible): aquel en el que la disminución del valor de los elementos geológicos y geomorfológicos es comparable con su destrucción o con una pérdida de valor no asumible. Con él se produce una pérdida permanente, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

5.1.4. Valoración

Los criterios empleados para la valoración del patrimonio geológico se estiman en función de su 'Valor intrínseco', del 'Valor ligado a la potencialidad de uso' y del 'Valor ligado a la susceptibilidad a la degradación' (García-Cortés et al., 2018).

También deben estimarse los impactos derivados de la actividad minera ya existente sobre el patrimonio geológico y geomorfológico, teniendo en cuenta las diferencias en la evolución de dicho patrimonio en los supuestos en los que el proyecto se reactive o no, utilizando para ello criterios como la magnitud y la trascendencia de los cambios.

El criterio empleado para asignar un valor a cada uno de los elementos geológicos y geomorfológicos discriminados, se basa en la asignación de un valor, en una escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente), para cada uno de ellos en función de los parámetros de la TABLA 5.3:

TABLA 5.3.- CRITERIOS ESTIMADOS PARA LA VALORACIÓN PATRIMONIAL DE LOS ELEMENTOS GEOLÓGICOS/GEOMORFOLÓGICOS		
CLASE DE VALOR	PARÁMETROS VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN
INTRÍNSECO	Representatividad	Informa sobre la cualidad del elemento geológico/geomorfológico
	Carácter de localidad tipo	Informa sobre la cualidad del elemento geológico/geomorfológico como referencia de los tipos de volcanismo
	Grado de conocimiento científico del lugar	Indica que la relevancia geológica e interés científico lo hacen objeto de publicaciones y estudios científicos
	Estado de conservación	Informa de la existencia de deterioro físico del elemento geológico/geomorfológico
	Condiciones de observación	Indica la mayor o menor facilidad que ofrece el entorno para observar el elemento geológico/geomorfológico
	Rareza	Informa sobre la escasez de rasgos similares al descrito
	Diversidad geológica	Informa de la existencia de varios tipos de interés geológico en el mismo lugar
	Espectacularidad o belleza	Informa de la calidad visual del elemento geológico/geomorfológico
INTRÍNSECO Y DE USO	Contenido divulgativo / uso divulgativo	Indica si el elemento geológico/geomorfológico se presta con mayor o menor facilidad a la divulgación o ya se utiliza para este fin
	Contenido didáctico / uso didáctico	Indica si el elemento geológico/geomorfológico se presta con mayor o menor facilidad a la docencia o ya se utiliza para este fin
	Posibles actividades a realizar	Informa sobre si el lugar cumple las condiciones para la realización de actividades de ocio o recreativas, o si ya se utiliza para este fin. Ligado también a la potencialidad de uso

Como se puede observar en la TABLA 5.4, los elementos geomorfológicos y geológicos identificados presentan una relación muy estrecha.

TABLA 5.4.- RELACIÓN ENTRE ELEMENTOS IDENTIFICADOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	ELEMENTO GEOLÓGICO
Cono Volcánico	Zona caótica central
	Zona marginal estratificada
	Diques
Planicie sedimentaria	Terciario

La valoración se realizará tanto sobre los elementos geomorfológicos como sobre los elementos geológicos.

5.1.4.1. Valoración de los elementos geomorfológicos

La valoración actual de los parámetros como el tipo de interés (científico C, didáctico D y turístico T), el valor intrínseco y el estado de conservación se muestran en la TABLA 5.5.

TABLA 5.5.- VALORACIÓN DE PARÁMETROS: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS					
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	TIPO DE INTERÉS			VALOR INTRÍNSECO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
	C	D	T		
Cono Volcánico	N	N	N	B	B
Planicie sedimentaria	N	N	N	B	B

N: Nulo, B: Bajo, M: Medio, A: Alto

El valor patrimonial calculado en escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente) para los elementos geológicos se muestra en la TABLA 5.6.

TABLA 5.6.- VALORACIÓN DE BASE: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	VALOR
Cono Volcánico	II
Planicie sedimentaria	I - II

5.1.4.2. Valoración de los elementos geológicos

La valoración actual de los parámetros como el tipo de interés (científico C, didáctico D y turístico T), el valor intrínseco y el estado de conservación se muestran en la TABLA 5.7.

TABLA 5.7.- VALORACIÓN DE PARÁMETROS: ELEMENTOS GEOLÓGICOS					
ELEMENTO GEOLÓGICO	TIPO DE INTERÉS			VALOR INTRÍNSECO	ESTADO DE CONSERVACIÓN
	C	D	T		
Zona caótica central	N	N	N	B	B
Zona marginal estratificada	N	N	N	B	B
Diques	N	N	N	M	B
Terciario	N	N	N	B	B

N: Nulo, B: Bajo, M: Medio, A: Alto

El valor patrimonial calculado en escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente) para los elementos geológicos se muestra en la TABLA 5.8.

TABLA 5.8.- VALORACIÓN DE BASE: ELEMENTOS GEOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOLÓGICO	VALOR
Zona caótica central	I - II
Zona marginal estratificada	I - II
Diques	I - II
Terciario	I - II

5.1.4.3. Otras valoraciones previas

Becerra Ramírez, R. (2013) realizó en su tesis una evaluación geopatrimonial del que él denomina Volcán Tiñosas II, coincidente con el Cono Volcánico Sur, obteniendo una **evaluación final de 3,92 sobre 10**. La situación actual de explotación intermitente de la cantera y, por tanto, de distintas fases de trabajo discontinuo no coordinado ni organizado en torno a un proyecto de restauración coherente puede incluso haber disminuido esta valoración.

Esta evaluación la realizó en función de los siguientes valores:

- Valores científicos o intrínsecos:
 - 1: Génesis
 - 2: Morfoestructuras
 - 3: Formas de erosión
 - 4: Formas de acumulación
 - 5: Dinámicas heredadas
 - 6: Procesos actuales
 - 7: Cronología
 - 8: Litologías
 - 9: Estructuras geológicas
 - 10: Estructuras sedimentarias

- Valores culturales o añadidos:
 - A1: Paisajístico y estético
 - A2: Impacto ecológico
 - A3: ENP's
 - A4: Valor patrimonial
 - A5: Valor cultural
 - A6: Valor histórico:
 - A7: Recursos pedagógicos
 - A8: Niveles pedagógicos
 - A9: Valor científico
 - A10: Representatividad
 - A11: Contenidos turísticos
 - A12: Potencial turístico

- Valores de uso-gestión y protección
 - G1: Accesibilidad
 - G2: Visibilidad y condiciones de observación
 - G3: Estado de conservación
 - G4: Fragilidad
 - G5: Vulnerabilidad
 - G6: Intensidad de uso
 - G7: Riesgo de degradación e impactos potenciales
 - G8: Límites de cambios aceptables
 - G9: Servicios y equipamientos
 - G10: Potencial económico

VALOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
CALIFICACIÓN	5	5	5	2	2	3	4	5	2	2		
VALOR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
CALIFICACIÓN	4	1	1	3	1	3	3	5	6	6	1	2
VALOR	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10		
CALIFICACIÓN	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1		

5.1.5. Identificación de zonas compatibles e incompatibles

El cálculo de las diferentes categorías del impacto que la actividad minera tendría sobre cada uno de los elementos geomorfológicos y geológicos determinados se muestran en la TABLA 5.9 y en la TABLA 5.10, respectivamente.

TABLA 5.9.- COMPATIBILIDAD DEL IMPACTO: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS					
		VALOR			
		Muy Bajo-Bajo (I-II)	Medio (III)	Alto (IV)	Muy Alto (V)
PÉRDIDA DE VALOR	MODERADA	Planicie Sedimentaria			
	SIGNIFICATIVA	Cono Volcánico			

	Compatible
	Compatible/moderado - Moderado
	Severo
	Crítico

TABLA 5.10.- COMPATIBILIDAD DEL IMPACTO: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS					
		VALOR			
		Muy Bajo-Bajo (I-II)	Medio (III)	Alto (IV)	Muy Alto (V)
PÉRDIDA DE VALOR	MODERADA	Zona caótica Zona estratíf. Terciario			
	SIGNIFICATIVA	Diques			

	Compatible
	Compatible/moderado - Moderado
	Severo
	Crítico

Se puede considerar que el impacto estimado sobre toda la zona estudiada, tanto en los elementos geomorfológicos como geológicos, es **COMPATIBLE** con el uso minero.

5.2. VALORACIÓN DE FASE DE NO REINICIO

Esta alternativa conlleva el no reinicio de la explotación y el abandono de las labores, con la consiguiente ejecución del correspondiente Proyecto de Restauración.

Esto supondría un aprovechamiento ineficiente de los recursos mineros, contrario a la normativa específica de la Ley de Minas que exige a los titulares de las concesiones que hagan el máximo aprovechamiento de los recursos de las explotaciones antes de llevarlo a cabo en una nueva localización.

El abandono de las labores sería una pérdida de recursos catalogados de utilidad pública que son actualmente necesarios en el panorama actual de crisis climática.

El uso de puzolanas en la fabricación de cementos contribuye a la reducción de emisiones de efecto invernadero como el CO₂. Ya que al usarlas en la producción de cemento se reduce el contenido de Clinker, material que en su fabricación emite CO₂.

Por otro lado, el desarrollo minero ha permitido observar algunos elementos interesantes de la estructura interna del cono Sur de las Tiñosas. El fin de la explotación y su posterior restauración eliminaría la posibilidad de realizar visitas al cono Sur.

Por todos estos motivos se desaconseja esta alternativa.

5.3. VALORACIÓN FASE DE REINICIO

La Resolución WCC-2020-Res-088-ES expone aspectos positivos que los entornos mineros ejercen sobre la diversidad y patrimonio natural como:

- que la actividad minera frecuentemente deja expuestos patrimonios geológicos de relevancia nacional e internacional, como cavidades kársticas, fósiles y minerales o estructuras geológicas, como las geodas gigantes de las minas de Naica (México) y de Pulpí (España), o las trazas fósiles de dinosaurios en la cantera de calizas cretácicas de Sucre (Bolivia);
- que la actividad minera puede generar paisajes de gran valor estético, que pueden llegar a ser declarados como Paisaje Protegido (las minas de Río Tinto, Huelva, España) o como Patrimonio Mundial por la UNESCO (las minas romanas de oro de Las Médulas, León, España);

- que en los entornos mineros los procesos geológicos y biológicos pueden ser muy diversos y/o raros, pudiendo alojar tipos únicos de minerales o de especies únicas, y que son muy útiles para el estudio del origen y evolución de la vida y la diversidad natural (tanto de la geodiversidad como de la biodiversidad) en ambientes extremófilos de este y otros planetas;
- que los entornos mineros, subterráneos y a cielo abierto (cortas y canteras), son laboratorios naturales para investigar y enseñar los procesos naturales y sus resultados;
- que ya existen ejemplos de buenas prácticas para el uso científico, educativo y turístico de entornos mineros.

Los nuevos frentes de explotación que se realicen durante la fase de reinicio supondrán un impacto positivo en el valor de los parámetros de naturaleza didáctica y turística del lugar, ya que permitirían:

- Visualización en 3-D del interior de un cono volcánico estromboliano.
- Visualización de posibles nuevas estructuras volcánicas interiores.
- Compatibilización de la explotación con un uso público, que permitirá crear zonas de visita del Cerro de Las Tiñosas e impartir docencia formal y educación ambiental dirigida a sensibilizar a la población.
- Contribución al desarrollo rural mediante el geoturismo.
- Fomentar el conocimiento del importante patrimonio y paisaje minero.

Hay que recordar que durante la fase de explotación se producirán diversas afecciones como alteraciones del relieve debido a excavaciones y movimientos de tierra y un aumento en las vibraciones producidas por el arranque de material.

5.3.1. Valoración

El informe emitido por la Delegación Provincial de Ciudad Real de la Consejería de Medio Ambiente, de fecha 25 de mayo de 2004 en relación con el expediente "Petición de prórroga de la explotación 'Carmona' n.º 12.130" ya establecía que el grado de alteración morfológica era tal que la continuación de los trabajos de explotación de sus materiales no supondría un incremento significativo de la alteración del elemento geomorfológico, siempre y cuando se respetase la condición de que los trabajos de explotación, así como sus infraestructuras auxiliares se desarrollasen íntegramente dentro de la parcela 7 del polígono 54 de Daimiel, siempre dentro de la zona vallada que posee la explotación.

No obstante, el reinicio de la actividad extractiva significará un impacto negativo sobre la morfología del cono volcánico que iría perdiendo su valor conforme progresa la explotación.

La valoración durante la fase de reinicio de los parámetros como el tipo de interés (científico C, didáctico D y turístico T), el valor intrínseco, el estado de conservación, así como la susceptibilidad a la degradación por la actividad minera (roturaciones R, aterrazamientos A, desmontes extensos (frentes de cantera) E y afecciones puntuales P) de los elementos geomorfológicos determinados puede observarse en la TABLA 5.11.

TABLA 5.11.- VALORACIÓN DE PARÁMETROS: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS									
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	TIPO DE INTERÉS			VALOR INTRÍNSECO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SUSCEP. DE DEGRADACIÓN			
	C	D	T			R	A	E	P
Cono Volcánico	B	B	B	B	B	B	A	M	B
Planicie sedimentaria	B	B	B	B	B	B	B	B	B

N: Nulo, B: Bajo, M: Medio, A: Alto

El valor patrimonial calculado en escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente) para para los elementos geomorfológicos en la TABLA 5.12.

TABLA 5.12.- VALORACIÓN FASE DE REINICIO: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	VALOR
Cono Volcánico	I - II
Planicie sedimentaria	I - II

Para los elementos geológicos, puesto que el valor de los elementos geológicos del cono Sur de Las Tiñosas está relacionado con la visualización o exposición de las estructuras volcánicas internas, el incremento paulatino de la exposición de dichas estructuras supondrá un impacto positivo.

La valoración durante la fase de reinicio de los parámetros como el tipo de interés (científico C, didáctico D y turístico T), el valor intrínseco, el estado de conservación, así como la susceptibilidad a la degradación por la actividad minera (roturaciones R, aterrazamientos A, desmontes extensos (frentes de cantera) E y afecciones puntuales P) de los elementos geológicos identificados se muestra en la TABLA 5.13

TABLA 5.13.- VALORACIÓN DE PARÁMETROS: ELEMENTOS GEOLÓGICOS									
ELEMENTO GEOLÓGICO	TIPO DE INTERÉS			VALOR INTRÍNSECO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SUSCEP. DE DEGRADACIÓN			
	C	D	T			R	A	E	P
Zona caótica central	B	M	B	B	M	N	A	B	B
Zona marginal estratificada	B	M	B	B	M	N	A	B	B
Diques	M	A	B	M	M	N	A	B	B
Terciario	B	B	B	B	M	B	B	B	B

N: Nulo, B: Bajo, M: Medio, A: Alto

El valor patrimonial calculado en escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente) para el elemento geológico se muestra en la TABLA 5.14

TABLA 5.14.- VALORACIÓN FASE DE REINICIO: ELEMENTOS GEOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOLÓGICO	VALOR
Zona caótica central	II - III
Zona marginal estratificada	II - III
Diques	III
Terciario	II - III

Desde el punto de vista de patrimonio geológico, durante la fase de explotación es previsible que se produzcan impactos sobre el patrimonio geológico y alteraciones del relieve producidos por el movimiento de tierras. A todo esto, se le suma un aumento de las vibraciones durante la fase de explotación debido al arranque del material. No obstante, también se producirá un impacto positivo al quedar expuestos los distintos elementos geológicos.

Por otro lado, desde el punto de vista medioambiental y como se ha visto en el apartado dedicado a la geología, la composición de las rocas explotadas en la CDE CARMONA cumplen con los criterios para su uso como materiales puzolánicos para fabricar cemento con baja huella de carbono. El reinicio de la actividad extractiva permitiría un aprovechamiento responsable y eficiente de recursos de utilidad pública para hacer frente a la crisis climática.

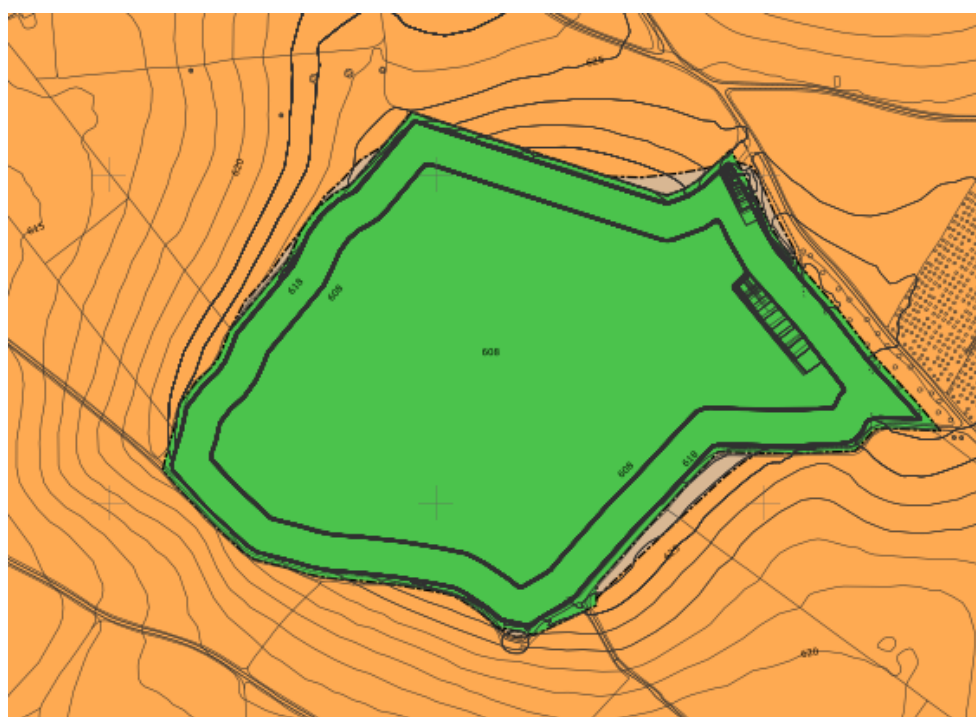
Desde el punto de vista socioeconómico se produciría un impacto negativo por las molestias ocasionadas a la población por ruido, polvo y partículas, aunque la pequeña dimensión de la cantera hace que estas sean muy limitadas. Sin embargo, la reactivación de la explotación significaría un impacto positivo al mantener e incluso crear nuevos puestos de trabajo asociados de manera directa e indirectamente a la actividad minera, pudiendo ser el personal que interviniese mayoritariamente nativo de la comarca. El reinicio podría conllevar la necesidad de los siguientes puestos de trabajo:

- 1 Supervisor
- 1 Técnico titulado
- 1 Administrativo
- 1 Palista
- 1 Retrista
- 1-2 Conductores camión
- 3 operarios de voladura
- Camiones bañera para transporte externo, según demanda.

5.4. VALORACIÓN FASE FINAL RESTAURADA

El diseño final de la explotación presenta una berma perimetral y una plaza de cantera sobreexcavada.

Los elementos geomorfológicos observables en la fase final pueden verse en la Figura 5.17



Elementos Geomorfológicos

- Anfiteatro
- Cono Volcánico
- Planicie Sedimentaria

Figura 5.17.- Elementos geomorfológicos en situación final de la explotación.

Los elementos geológicos observables en la fase final pueden verse en la Figura 5.18

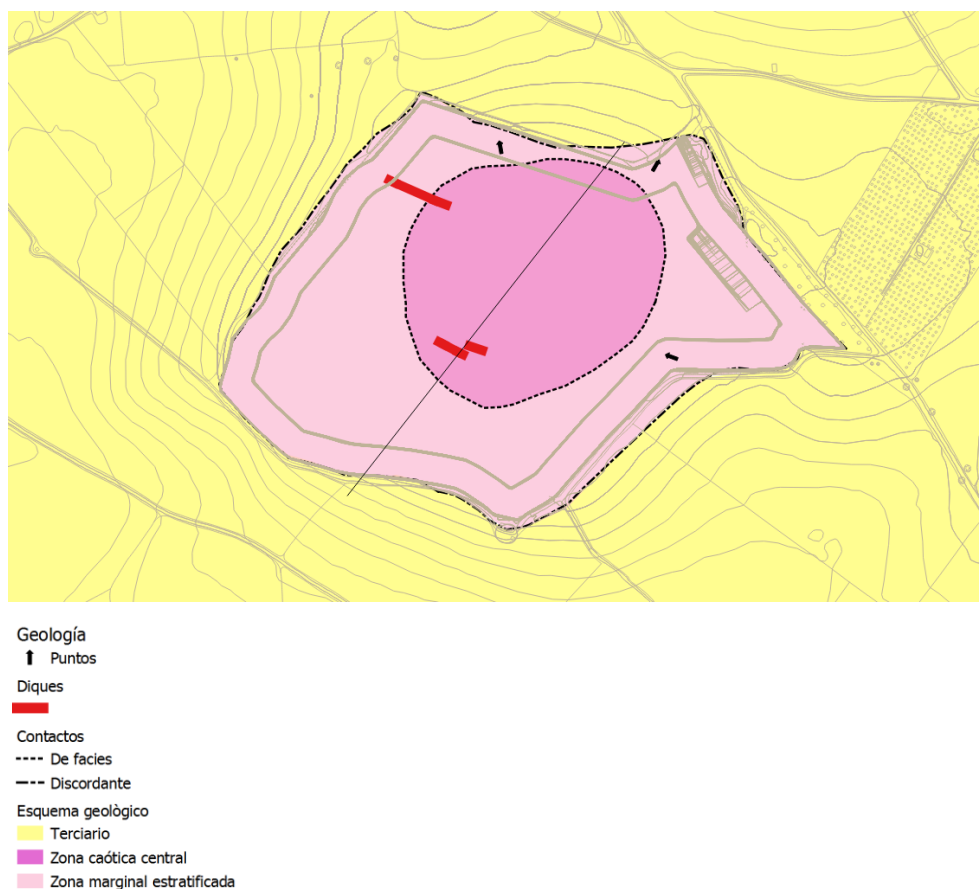


Figura 5.18.- Elementos geológicos en situación final de la explotación.

Una sección SO-NE puede observarse en la siguiente figura.



Figura 5.19.- Sección SO-NE en situación final de la explotación.

5.4.1. Valoración

Para los elementos geomorfológicos, la fase final significará una pérdida leve del valor asociado al cono volcánico, pues permanecería observable únicamente la zona basal del mismo que haya permanecido fuera de la explotación. No obstante, esta pérdida de valor podría quedar compensada

por la creación de una nueva forma de relieve, a la que se va a denominar anfiteatro y que añadiría un nuevo elemento geomorfológico de origen antrópico consistente en un hueco de contorno irregular con una pared aterrazada perimetral y un fondo plano con una superficie aproximada de 8,5 ha.

La valoración durante la fase final de los parámetros como el tipo de interés (científico C, didáctico D y turístico T), el valor intrínseco, el estado de conservación, así como la susceptibilidad a la degradación por la actividad minera (roturaciones R, aterrazamientos A, desmontes extensos (frentes de cantera) E y afecciones puntuales P) para los elementos geomorfológicos se muestra en la TABLA 5.15.

TABLA 5.15.- VALORACIÓN DE PARÁMETROS: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS									
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	TIPO DE INTERÉS			VALOR INTRÍNSECO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SUSCEP. DE DEGRADACIÓN			
	C	D	T			R	A	E	P
Cono Volcánico	B	B	B	B	B	N	N	N	N
Planicie sedimentaria	B	B	B	B	B	N	N	N	N
Anfiteatro	B	B	B	B	B	N	N	N	N

N: Nulo, B: Bajo, M: Medio, A: Alto

El valor patrimonial calculado en escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente) para los elementos geomorfológicos puede observarse en la TABLA 5.16.

TABLA 5.16.- VALORACIÓN FASE FINAL: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	VALOR
Cono Volcánico	I
Planicie sedimentaria	I-II
Anfiteatro	I-II

Desde el punto de vista de los elementos geológicos, tanto la plaza de cantera como, sobre todo, la berma perimetral, aumentarán la visibilidad tanto de los elementos volcánicos interiores del cono Sur como las relaciones entre estos materiales y la cobertera terciaria, provocando un impacto positivo de la exposición.

La valoración durante la fase final de los parámetros como el tipo de interés (científico C, didáctico D y turístico T), el valor intrínseco, el estado de conservación, así como la susceptibilidad a la degradación por la actividad minera (roturaciones R, aterrazamientos A, desmontes extensos (frentes de cantera) E y afecciones puntuales P) de los elementos geológicos identificados se muestra en la TABLA 5.17

TABLA 5.17.- VALORACIÓN DE PARÁMETROS: ELEMENTOS GEOLÓGICOS									
ELEMENTO GEOLÓGICO	TIPO DE INTERÉS			VALOR INTRÍNSECO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	SUSCEP. DE DEGRADACIÓN			
	C	D	T			R	A	E	P
Zona caótica central	M	M	M	M	A	N	N	N	N
Zona marginal estratificada	M	M	M	M	A	N	N	N	N
Diques	M	A	M	A	A	N	N	N	N
Terciario	M	M	M	M	A	N	N	N	N

N: Nulo, B: Bajo, M: Medio, A: Alto

El valor patrimonial calculado en escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente) para el elemento geológico se muestra en la TABLA 5.18

TABLA 5.18.- VALORACIÓN FASE FINAL: ELEMENTOS GEOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOLÓGICO	VALOR
Zona caótica central	III-IV
Zona marginal estratificada	III-IV
Diques	IV
Terciario	III-IV

Desde el punto de vista del patrimonio geológico, la afección más preocupante podría ser sobre los diques volcánicos. No obstante, la existencia de estos diques donde se prevé el talud Oeste de la berma no solo no reduce el riesgo de pérdida, sino que aumentaría considerablemente su visibilidad al quedar expuesto en dos planos ortogonales (talud y fondo cantera) lo que favorece la interpretación tridimensional del mismo.



Figura 5.20.- Pto 15: Afloramiento de dique en la zona del talud definitivo.

Desde el punto de vista socio-económico, la fase final podría suponer la cesión de terrenos para usos turísticos, científicos, educativos y divulgativos. Los taludes serían adecuados para permitir estos usos.

6. CONCLUSIONES

En este documento se realiza una identificación de los elementos geológicos singulares existentes en la zona a explotar dentro de la CDE CARMONA nº 12.130, así como una valoración que el reinicio de actividades extractivas en la misma sobre estos elementos geológicos. La CDE CARMONA se localiza en el término municipal de Daimiel (Ciudad Real), en una zona conocida como Volcán de Las Tiñosas, sobre la que existe una explotación previa.

El Volcán de Las Tiñosas se encuentra situado en la zona marginal de la Región Volcánica del Campo de Calatrava sin que se encuentre incluido en la relación de edificios volcánicos incluidos en el Geoparque Volcanes de Calatrava. El Volcán de Las Tiñosas no está catalogado como Lugar de Interés Geológico reflejados por el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.).

Esta zona está catalogada en el PGOU como Suelo Rústico no Urbanizable con Protección Natural (apartado 2.c): Formas de Origen Volcánico (Elemento Geomorfológico de Protección Especial).

Consiste en una loma alargada en dos cerros circulares, correspondientes a dos conos volcánicos alineados en dirección NNE-SSO con elevaciones de 25-30 m sobre la llanura y diámetros de 500 y 600 m. El cono Sur se corresponde con facies proximales de un edificio piroclástico estromboliano, mientras que el cono Norte sería otro centro de emisión, seguramente relacionado con el anterior, y en el que es posible la existencia de alguna pequeña colada. Estos conos son depósitos fragmentarios compuestos esencialmente por bloques y bombas, a veces de gran tamaño, de aspecto vítreo y muy vacuolar, que forman acumulaciones caóticas o mal estratificadas típica de edificios piroclásticos estrombolianos y con niveles de lapilli muy escasos.

Las rocas volcánicas se clasifican como limburgitas, rocas con vidrio pero sin ningún feldespatos ni feldespatos modal y más raramente como nefelinitas olivínicas. Con composición silíceo o silico-alumínica, el contenido de dióxido de silicio reactivo (SiO_2) es superior al 25,0 % en masa, lo que le confiere utilidad como materiales puzolánicos para fabricar cemento con baja huella de carbono.

Actualmente, dentro de la CDE CARMONA existe la huella de dos explotaciones, una sobre cada cono volcánico. La reactivación de la actividad extractiva se realizaría sobre el Cono Volcánico Sur. El diseño final de la explotación presenta una berma perimetral y una plaza de cantera sobreexcavada.

La evaluación del valor patrimonial se ha realizado siguiendo el esquema utilizado por el Área de Patrimonio Geológico y Minero del IGME. La metodología seguida en este estudio comprende las fases de recopilación de información existente; identificación de elementos geomorfológicos y geológicos, análisis y valoración patrimonial de éstos para su zonificación; identificación y valoración de los impactos de la explotación minera en cada una de las unidades identificadas para obtener un mapa de zonas compatibles e incompatibles con el uso minero.

Los elementos geomorfológicos de interés identificados son dos: un cono volcánico de unos 600 metros de diámetro donde la morfología troncocónica ha sido modificada por las labores mineras y una planicie sobre la que se eleva el primero.

Los elementos geológicos de interés identificados son: un cono piroclástico en el que se distinguen claramente dos facies, una zona caótica central que hacia la periferia presenta una zona marginal estratificada mal definida, con buzamientos radiales hacia el exterior del edificio volcánico; una serie de diques subverticales y un terciario de relleno de cuenca dispuesto discordantemente sobre el cono piroclástico.

El estudio de visibilidad realizado indica que no existen puntos de observación de importancia en las áreas de corta o media distancia (radio preferente). Todos los puntos de observación de importancia se localizan en el área de larga distancia (radio no preferente) y preferentemente al Oeste de la cantera.

Los criterios empleados para la valoración del patrimonio geológico se estiman en función de su 'Valor intrínseco', del 'Valor ligado a la potencialidad de uso' y del 'Valor ligado a la susceptibilidad a la degradación'.

Existe una relación muy estrecha entre los elementos geomorfológicos y los elementos geológicos determinados.

TABLA 6.1.- RELACIÓN ENTRE ELEMENTOS IDENTIFICADOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	ELEMENTO GEOLÓGICO
Cono Volcánico	Zona caótica central
	Zona marginal estratificada
	Diques
Planicie sedimentaria	Terciario

El valor patrimonial calculado se ha representado en una escala de I a V (valor muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, respectivamente).

El **estado base** (actual) del que se parte tiene una valoración muy baja a baja, tanto de los elementos geomorfológicos como de los geológicos.

TABLA 6.2.- VALORACIÓN DE BASE: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	VALOR
Cono Volcánico	II
Planicie sedimentaria	I - II

TABLA 6.3.- VALORACIÓN DE BASE: ELEMENTOS GEOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOLÓGICO	VALOR
Zona caótica central	I - II
Zona marginal estratificada	I - II
Diques	I - II
Terciario	I - II

Otras evaluaciones geopatrimoniales (Becerra Ramírez, R. (2013)) del que él denomina Volcán Tiñosas II, coincidente con el Cono Volcánico Sur, otorgaron una **evaluación final de 3,92 sobre 10**.

Estos valores de Muy bajos a Bajos implican que estos elementos geomorfológicos y geológicos **son COMPATIBLES con el uso minero**

TABLA 6.4.- COMPLATIBILIDAD DEL IMPACTO: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS					
		VALOR			
		Muy Bajo-Bajo (I-II)	Medio (III)	Alto (IV)	Muy Alto (V)
PÉRDIDA DE VALOR	MODERADA	Planicie sedimentaria			
	SIGNIFICATIVA	Cono Volcánico			

	Compatible
	Compatible/moderado - Moderado
	Severo
	Crítico

TABLA 6.5.- COMPLATIBILIDAD DEL IMPACTO: ELEMENTOS GEOLÓGICOS					
		VALOR			
		Muy Bajo-Bajo (I-II)	Medio (III)	Alto (IV)	Muy Alto (V)
PÉRDIDA DE VALOR	MODERADA	Zona caótica Zona estratíf. Terciario			
	SIGNIFICATIVA	Diques			

	Compatible
	Compatible/moderado - Moderado
	Severo
	Crítico

La **no reactivación** de la explotación no es recomendable, ya que supondría dejar sin utilizar recursos esenciales para combatir el cambio climático, eliminar los posibles empleos directos e indirectos vinculados a la cantera y la restauración implicaría la pérdida del elemento geomorfológico de interés. En consecuencia, esta alternativa también tendría un impacto negativo en un territorio que ya sufre problemas de despoblación y limitaría las posibilidades de desarrollo rural en la zona.

La **fase de reinicio** equilibraría la continuidad de la explotación con otros usos del volcán Las Tiñosas, lugar donde se encuentra la CE Carmona.

Además, la propuesta de reactivación es un claro ejemplo de la aplicación de la Resolución de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: WCC-2020-Res-088: "Conservación de la diversidad natural y el patrimonio natural en entornos mineros".

En esta fase, el valor de los elementos geomorfológicos sufriría un leve descenso asociado al impacto de la explotación sobre el cono volcánico, mientras que el valor de los elementos geológicos sufriría un incremento paulatino hasta una valoración media.

TABLA 6.6.- VALORACIÓN FASE DE REINICIO: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	VALOR
Cono Volcánico	I - II
Planicie sedimentaria	I - II

TABLA 6.7.- VALORACIÓN FASE DE REINICIO: ELEMENTOS GEOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOLÓGICO	VALOR
Zona caótica central	II - III
Zona marginal estratificada	II - III
Diques	III
Terciario	II - III

La **fase final** presenta una berma perimetral y una plaza de cantera sobreexcavada. Esto implicará una leve pérdida de valor en los elementos geomorfológicos asociada al cono volcánico, que podría quedar compensada por la creación un nuevo elemento geomorfológico de origen antrópico al que vamos a denominar anfiteatro. El valor de los elementos geológicos se incrementaría al aumentar la visibilidad tanto de los elementos volcánicos interiores del cono Sur como las relaciones entre estos materiales y la cobertera terciaria, provocando un impacto positivo de la exposición.

Esta fase implicaría que se llegase a alcanzar una valoración alta de los elementos geológicos.

TABLA 6.8.- VALORACIÓN FASE FINAL: ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	VALOR
Cono Volcánico	I
Planicie sedimentaria	I - II
Anfiteatro	I - II

TABLA 6.9.- VALORACIÓN FASE FINAL: ELEMENTOS GEOLÓGICOS	
ELEMENTO GEOLÓGICO	VALOR
Zona caótica central	III-IV
Zona marginal estratificada	III-IV
Diques	IV
Terciario	III-IV

En definitiva, nos encontramos ante un elemento en el que los valores originales se encuentran muy alterados y, por lo tanto, continuar su explotación hasta la etapa final, siempre que se realice dentro de unos parámetros que aseguren su racionalidad, no supondría una pérdida significativa de dichos valores, incluso podría planificarse la explotación de manera que se recuperasen artificialmente unas formas reconocibles al tiempo que se mejora la visibilidad de elementos geológicos.

CRS Ingeniería
Diciembre 2025



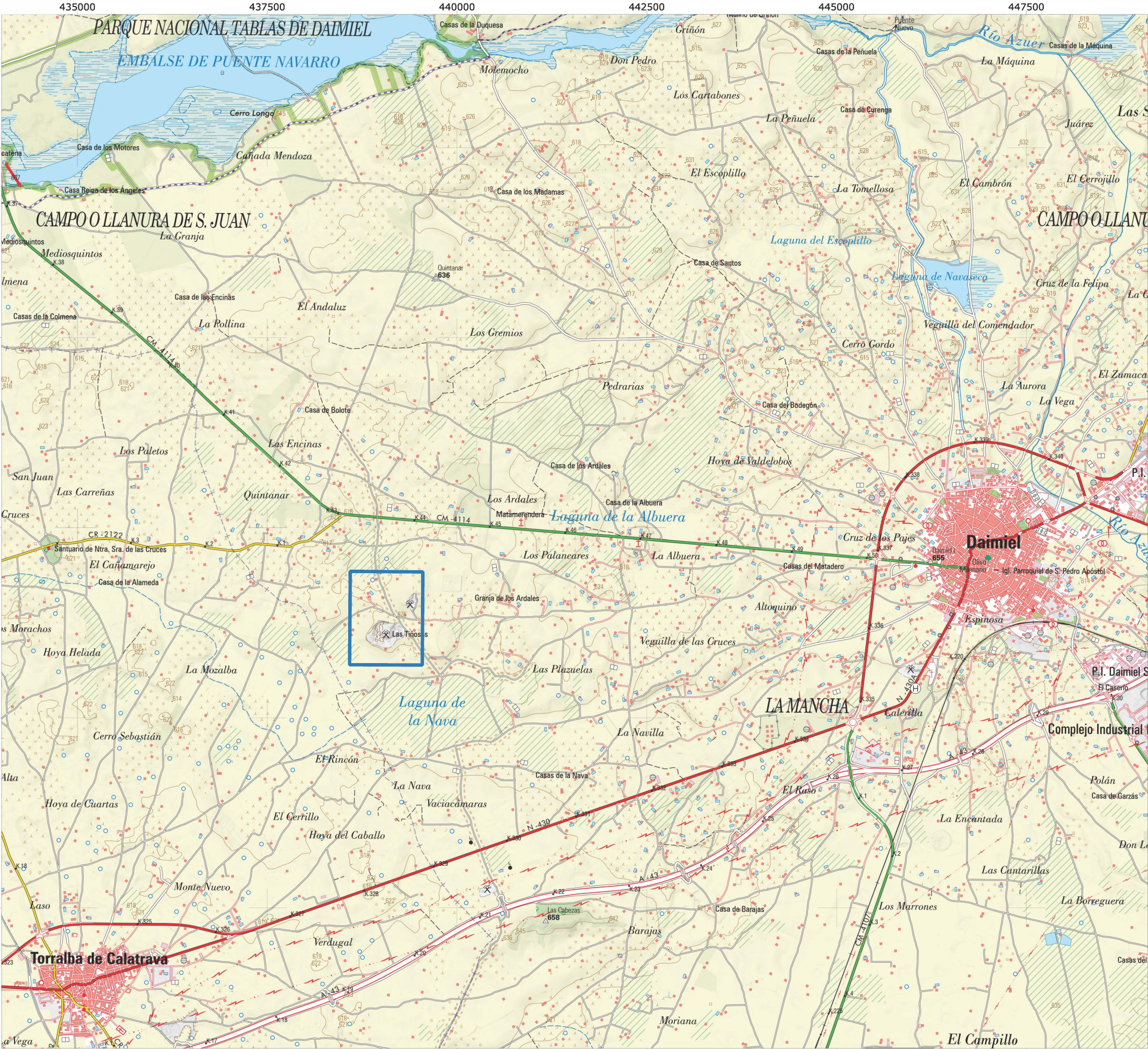
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
EN RECURSOS DEL SUBSUELO, S.L.
C/ Raimundo Fdez. Villaverde, 53
28003 Madrid
Tels: 91 535 61 72 / 91 534 91 83
Fax: 91 534 91 83

Juan Ignacio Coullaut Santurtún
Ingeniero de Minas
Colegiado nº 3825CE

PLANOS

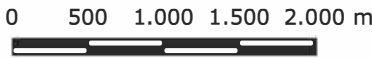
INDICE DE PLANOS

Plano nº 1	-	Detalle de situación sobre topografía. Escala 1:50.000
Plano nº 2	-	Detalle de situación sobre ortoimagen. Escala 1:50.000:
Plano nº 3	-	Elementos geomorfológicos. Escala 1:2.500
Plano nº 4	-	Cartografía geológica sobre topografía. Escala 1:2.500
Plano nº 5	-	Situación geomorfológica final. Escala 1:2.500
Plano nº 6	-	Situación geológica final. Escala 1:2.500



Leyenda

CE Carmona

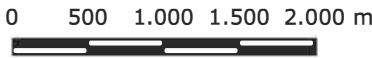


 ROCAS INDUSTRIALES	TÍTULO DEL PROYECTO		
	VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO DE LAS TIÑOSAS, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		
	TÍTULO DEL PLANO		
	DETALLE DE SITUACIÓN SOBRE TOPOGRAFÍA		
FECHA	ESCALA	Nº	
Diciembre 2025	1/50.000	01	
CÓDIGO	REVISIÓN	REALIZADO	REVISADO
E25077MS01		CRS S.L.	

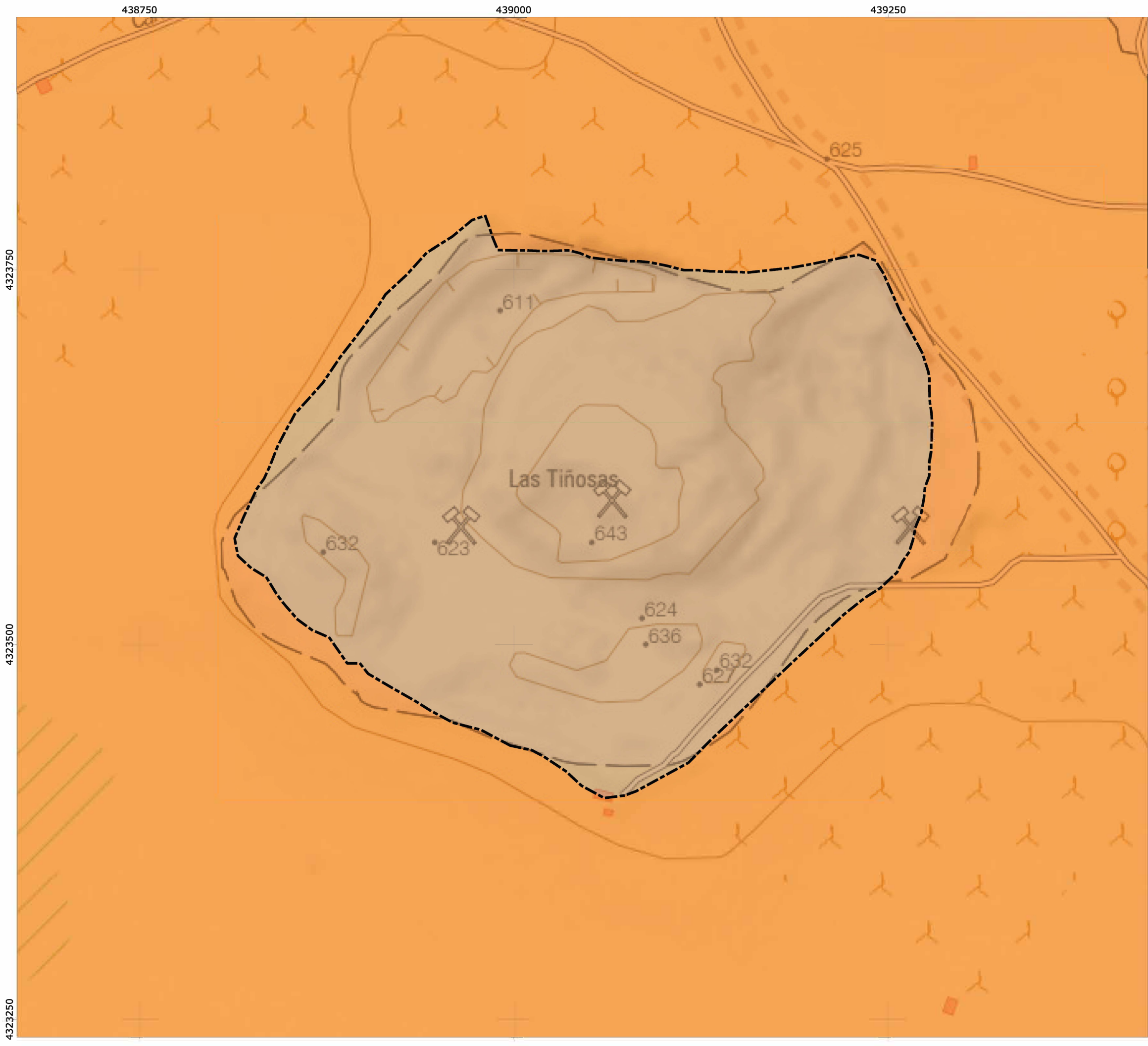


Leyenda

 CE Carmona



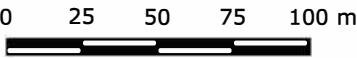
 	TÍTULO DEL PROYECTO		
	VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO DE LAS TIÑOSAS, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		
CÓDIGO	TÍTULO DEL PLANO		
	DETALLE DE SITUACIÓN SOBRE ORTOIMAGEN		
FECHA	ESCALA	Nº	
Diciembre 2025	1/50.000	02	
REVISIÓN	REALIZADO	REVISADO	
E25077MS02	CRS S.L.		



Leyenda

Elementos Geomorfológicos

- Cono Volcánico
- Planicie Sedimentaria



 ROCAS INDUSTRIALES	TÍTULO DEL PROYECTO		
	VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO DE LAS TIÑOSAS, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		
 Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO		
	ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS		
FECHA	ESCALA	Nº	
Diciembre 2025	1/2.500	03	
CÓDIGO	REVISIÓN	REALIZADO	REVISADO
E25077MS03		CRS S.L.	



Leyenda

Geología CDE

↑ Direcciones

Diques

--- Interpretado

— Observado

Contactos

----- De facies

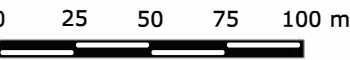
-.-.-.-.- Discordante

Esquema geológico

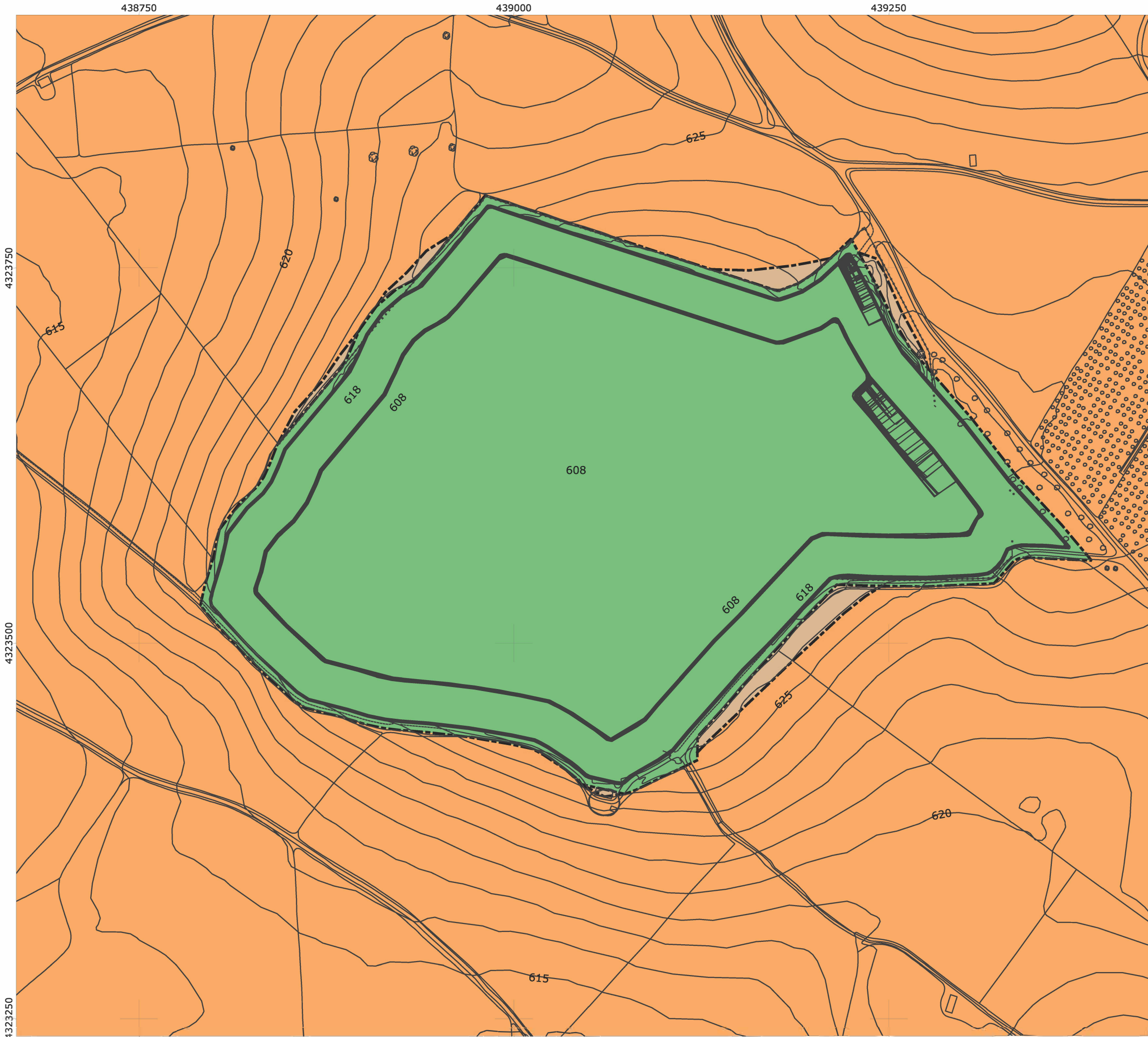
■ Terciario

■ Zona caótica central

■ Zona marginal estratificada



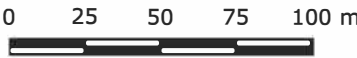
 ROCAS INDUSTRIALES	TÍTULO DEL PROYECTO VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO DE LAS TIÑOSAS, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		
	TÍTULO DEL PLANO CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SOBRE TOPOGRAFÍA		
FECHA	ESCALA	Nº	
Diciembre 2025	1/2.500	04	
CÓDIGO	REVISIÓN	REALIZADO	REVISADO
E25077MS04		CRS S.L.	



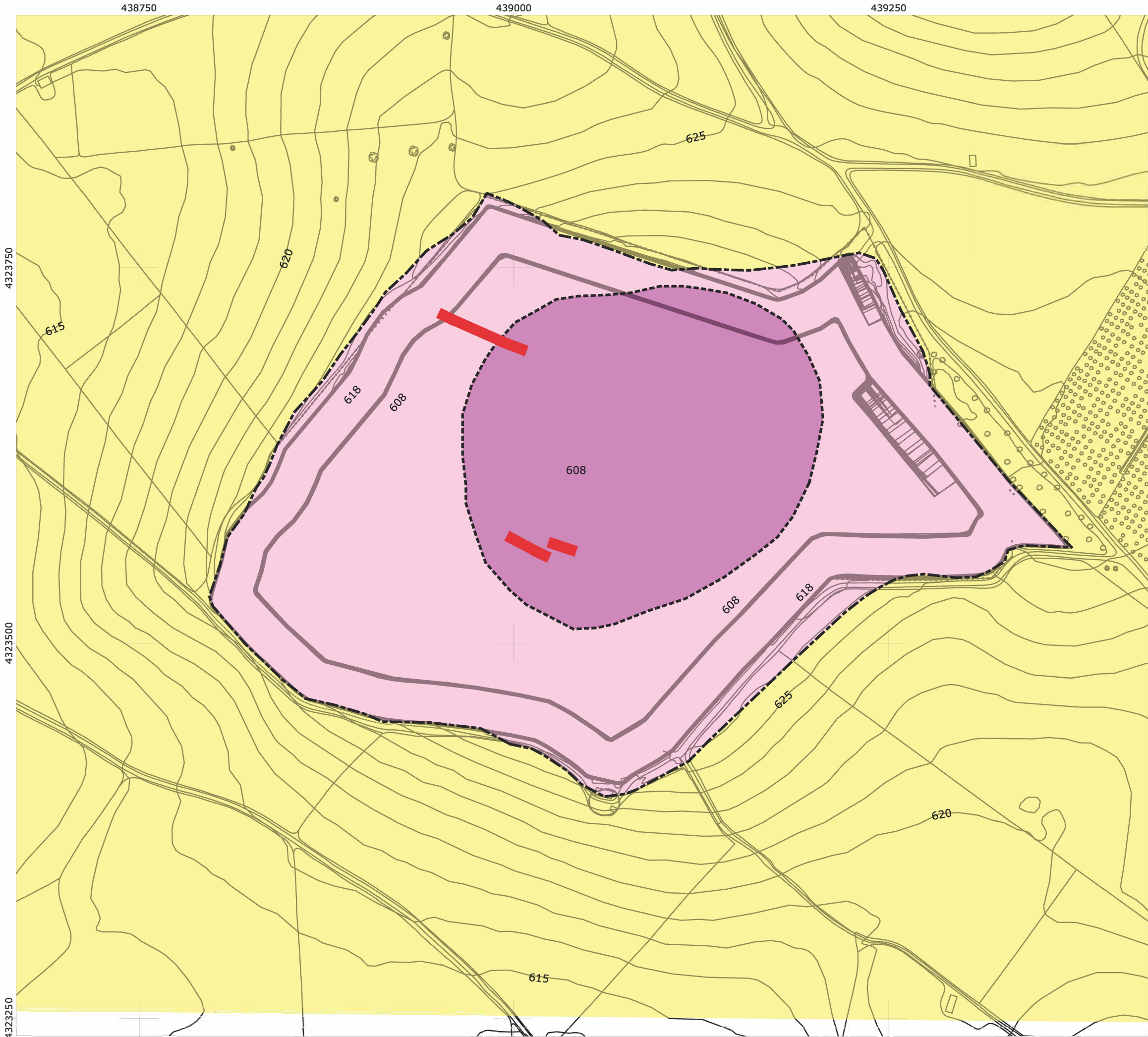
Leyenda

Elementos Geomorfológicos

- Anfiteatro
- Cono Volcánico
- Planicie Sedimentaria



 SODIRA ROCAS INDUSTRIALES	TÍTULO DEL PROYECTO VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO DE LAS TIÑOSAS, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		
	TÍTULO DEL PLANO Situación Geomorfológica final		
 CRS Ingeniería	FECHA Diciembre 2025	ESCALA 1/2.500	Nº 05
	CÓDIGO E25077MS05	REVISIÓN REALIZADO CRS S.L.	REVISADO



Leyenda

Geología

Diques

Observado

Contactos

De facies

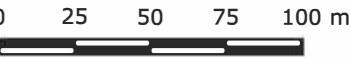
Discordante

Esquema geológico

Terciario

Zona caótica central

Zona marginal estratificada



 ROCAS INDUSTRIALES	TÍTULO DEL PROYECTO		
	VALORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DEL CERRO DE LAS TIÑAS, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE DAIMIEL (CIUDAD REAL), PARA EVALUAR LA POSIBLE INTRODUCCIÓN DEL USO EXTRACTIVO EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		
	TÍTULO DEL PLANO		
	Situación Geológica final		
FECHA	ESCALA	Nº	
Diciembre 2025	1/2.500	06	
CÓDIGO	REVISIÓN	REALIZADO	REVISADO
E25077MS06		CRS S.L.	