

INFORME SOBRE EL DESPRENDIMIENTO DE ROCAS OCURRIDO EN LA LOCALIDAD DE CUEVAS DE VELASCO (CUENCA)



SEPTIEMBRE 2019

1.- Introducción y Objetivos

La Diputación Provincial de Cuenca (en adelante DPC) y el Instituto Geológico y Minero de España (en adelante IGME) suscribieron en 1980 un Convenio-Marco de Asistencia Técnica para “la investigación y evaluación de las aguas subterráneas, conservación y aprovechamiento adecuado de los acuíferos”. Durante los últimos treinta y cinco años, en aplicación de dicho Convenio-Marco, el IGME ha venido colaborando, mediante sucesivos convenios específicos de colaboración con la DPC, en la ampliación del conocimiento e investigación del medio hídrico subterráneo y en la utilización racional de dicho recurso.

Como continuación de esta colaboración, ambos organismos establecieron nuevos convenios siendo el último entre los años 2019-2022 para el conocimiento hidrogeológico, el aprovechamiento y protección del abastecimiento de agua a poblaciones y la investigación del patrimonio geológico-hidrogeológico y los estudios de riesgo geológico.

La ocurrencia de un desprendimiento de rocas el día 16 de Octubre de 2018 a las 8:45 min sobre la carretera que da acceso a la población de Cuevas de Velasco (provincia de Cuenca), conocida popularmente como la subida a “La Picarza”, obligo a cortar el tráfico de vehículos. Aunque en días sucesivos se procedió a llevar a cabo trabajos de limpieza con máquinas giratorias para proceder a la eliminación del bloque rocoso de dimensiones estimadas en 4x7 m y unas 30 toneladas de peso; el tramo cortado, que es el principal acceso a Cuevas de Velasco desde la carretera CUV-2123, que une Navalón y Castillejo del Romeral, sigue aun sin servicio porque existe un cierto riesgo de nuevos desprendimientos en la ladera.



Figura 1. Izquierda. Subida a la Picarza donde cayó el bloque rocoso desde una altura de 40 m. (Fuente. Asociación de amigos y vecinos de Cuevas de Velasco. <http://www.encastillalamanca.es/sucesos/un-matrimonio-se-salva-in-extremis-de-ser-aplastado-por-una-gran-roca-en-cuenca/>).

Derecha. Detalle del bloque rocoso (4x7 m) sobre el asfalto. (Fuente https://cadenaser.com/emisora/2018/10/17/ser_cuenca/1539757009_523593.html)

Este informe responde al interés de la DPC, tras la solicitud que en la fecha 17/04/2018, le llegó por tramitación electrónica del Alcalde del Ayuntamiento de Villar y Velasco (Apéndice 1: Solicitud Cuevas de Velasco.pdf), de llevar a cabo un informe en el marco del Convenio dada la necesidad de actuar con cierta urgencia para poder reabrir el acceso cortado garantizando unas mínimas condiciones de seguridad para la población.

El día 16 de Junio de 2019 especialistas del Área de Riesgos Geológicos del IGME se desplazaron a la zona para evaluar el estado del terreno y elaborar este informe. Estuvieron acompañados en todo momento por el Sr. Alcalde D. Santiago de la Cruz Aliaga; el cual explico con todo grado de detalle los acontecimientos y circunstancias relacionados con este evento.

Como complemento, manifestó su preocupación por otros 2 emplazamientos en los que pudieran producirse otros desprendimientos de rocas.

De esta manera la visita de campo consistió en el reconocimiento de 3 zonas, denominadas de Este a Oeste como “Zonas 1,2 y 3”; que tienen las siguientes coordenadas para su localización:

	Coordenada X (UTMTRS89)	Coordenada Y (UTMTRS89)
Zona 1	550476,283629	4444702,08719
Zona 2	550303,77495	4444728,81016
Zona 3	549357,623058	4444622,97662



Figura 2. Ubicación de las zonas de estudio (3) sobre fotografía aérea del PNOA.

Se llevó a cabo un recorrido de campo en las 3 zonas; cuyas características fueron documentadas mediante el empleo de drones que dispone el Servicio de trabajos aéreos (STA) del IGME.

El objetivo de la inspección es valorar la susceptibilidad de nuevos desprendimientos rocosos y dar una serie de recomendaciones a título orientativo para la toma de decisiones del Ayuntamiento de Villar de Velasco en relación al establecimiento de medidas encaminadas a disminuir la susceptibilidad de nuevos desprendimientos rocosos en las 3 zonas estudiadas.

2. Situación y Antecedentes

Cuevas de Velasco (40º 08'56" N 2º 25'03" W) es una localidad del municipio conquense de Villar y Velasco que está ubicada a unos 25 km al noroeste de la ciudad de Cuenca en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

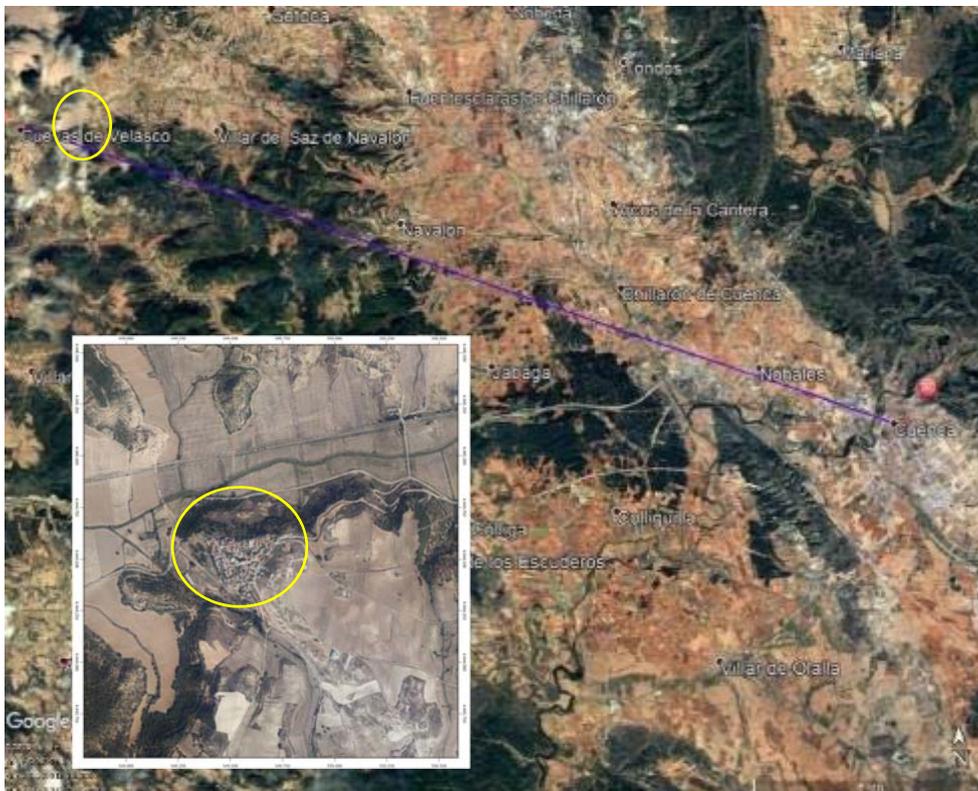


Figura 3. Mapa de ubicación de Cuevas de Velasco sobre el visor Google Earth. En detalle, visualización de la localidad en el visor SIGPAC (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Limita al norte con “la Ventosa”; al este con “Villar del Saz de Navalón”; al sur con “Villar del Maestro” y al oeste con “Castillejo del Romeral”. Tiene una población de 69 habitantes (INE, 2017).

La localidad de Cuevas de Velasco se asienta sobre un resalte topográfico en forma de mesa/paramera que destaca sobre un paisaje en el que convive el río Mayor de Cuevas de Velasco y barrancos con incisiones superiores a los 100 m de profundidad. Al norte del escarpe rocoso, se ubica el río “Mayor de Cuevas de Velasco”

que discurre sobre un valle en dirección E-W: La diferencia de cota entre el valle y el resalte sobre el que se ubica la localidad es de 90 m.

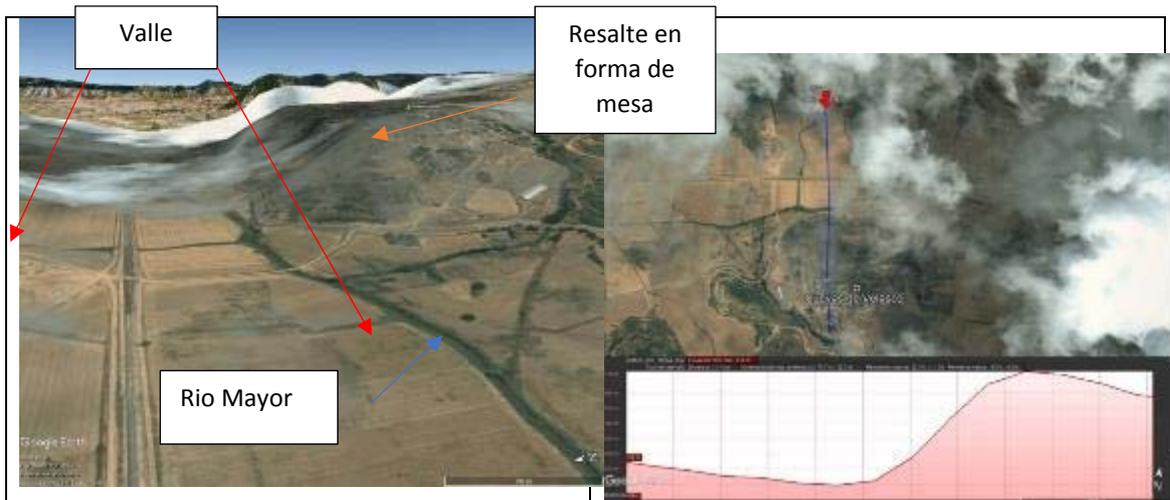


Figura 4. A.- Vista desde el aire a través del visor del Google Earth: valle, llanura fluvial y escarpe sobre el que asienta la población de Cuevas de Velasco. B Perfil topográfico en dirección N-S donde se aprecia la diferencia de cota de unos 90 m entre la vega del río y la localidad de Cuevas de Velasco.

3. Geología y Geomorfología

3.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La localidad de Cuevas de Velasco se ubica geológicamente en la cubeta terciaria o “Depresión intermedia” (también denominada Cuenca de Loranca) entre la Sierra de Altomira y la Serranía de Cuenca; cuenca sedimentaria que pertenece a la parte oriental de la Cuenca del Tajo.

La Depresión Intermedia comenzó a formarse en el Paleógeno, principalmente durante el Oligoceno y principios de Mioceno. Su relleno es consecuencia de los movimientos alpinos que estructuraron la Sierra de Altomira y la Serranía de Cuenca, relieves que la delimitan, teniendo pues buena parte de los sedimentos que conforman esta depresión un marcado carácter sinorogénico, si bien los más recientes son ya claramente postorogénicos.

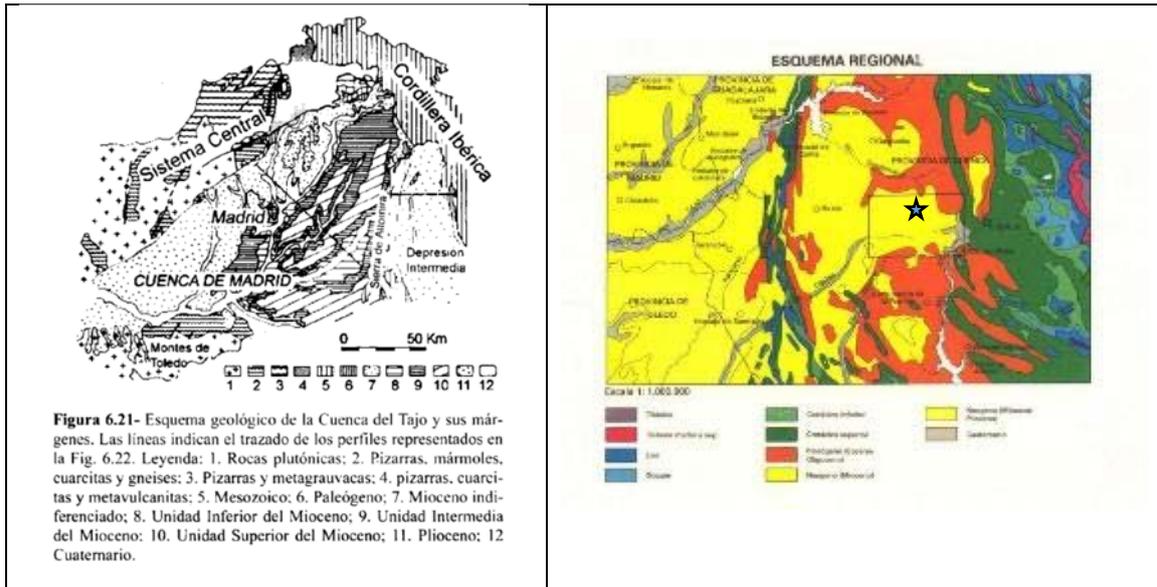


Figura 5. A Esquema geológico de la Cuenca del Tago y sus márgenes (Fuente: Geología de España, SGE-IGME, 2004). B Mapa geológico regional de la hoja nº 609. La estrella representa la ubicación aproximada de la localidad de Cuevas de Velasco.

3.2 GEOLOGÍA DE LA ZONA

✓ ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGÍA:

Según la Hoja 609 del MAGNA (1999) la localidad asienta sobre materiales terrígenos detríticos de edad Paleógeno- Neógeno que corresponden con una potente serie de sedimentos detríticos que representan al Terciario continental.

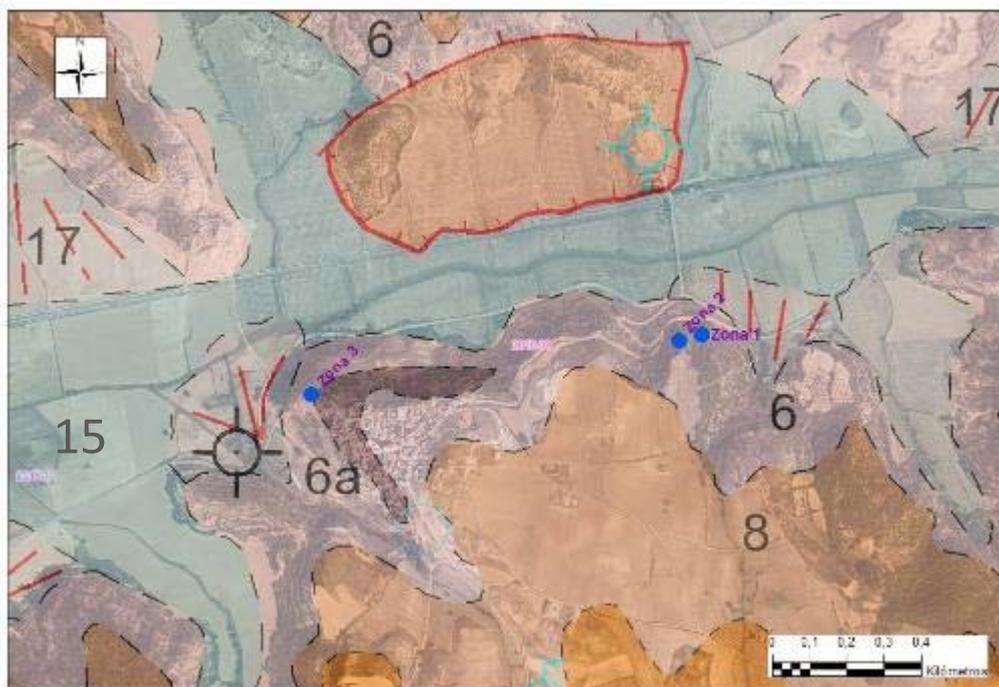


Figura 6. Extracto de la hoja MAGNA 609. Unidades geológicas: Paleógeno – Neógeno: **6:** Areniscas, margas, arcillas y conglomerados subordinados. **6a:** Canales conglomeráticos y/o areniscosos. **8:** Areniscas, Arenas, Arcillas y Margas. Cuaternario: **15:** Llanura de inundación (Limos y cantos yesíferos) **17:** Coluviones (arcillas, arenas y cantos).

Las 3 zonas estudiadas se corresponden con las unidades 6 (Zona 1 y 2) y 6a (Zona 3) del Paleógeno- Neógeno. Otras unidades reflejadas en la figura superior como números 15 y 17, NO están solicitadas por el desprendimiento ocurrido en la zona 1, pero corresponden con los materiales del Cuaternario (llanura de inundación y coluviones) que tapizan las areniscas y arcillas de la unidad 6 en el fondo del valle del río Mayor de Cuevas de Velasco.

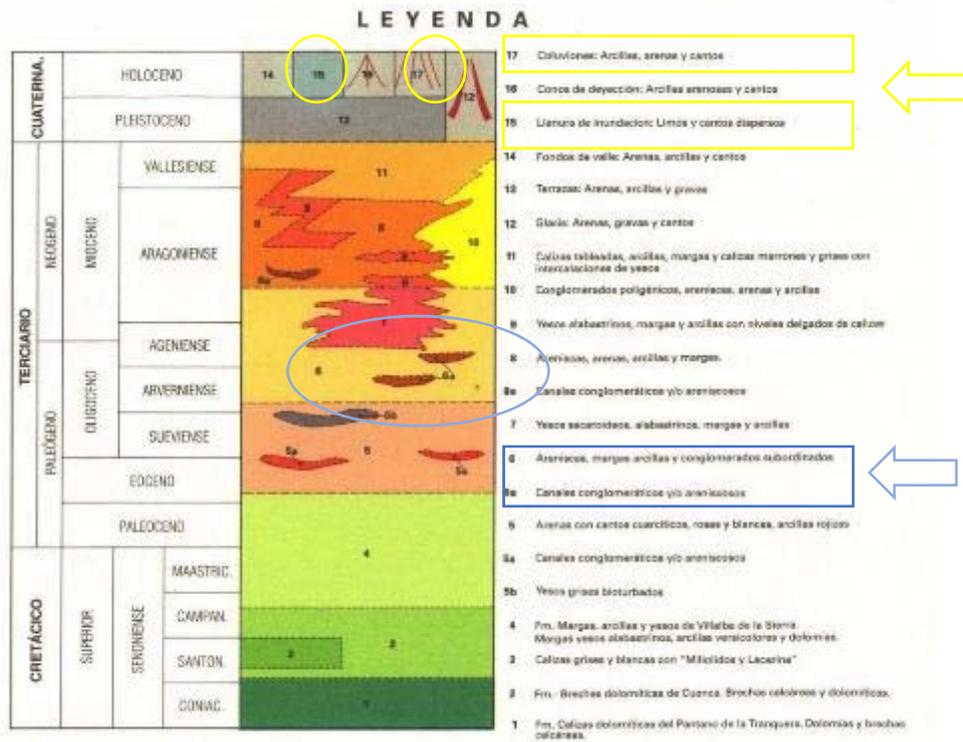
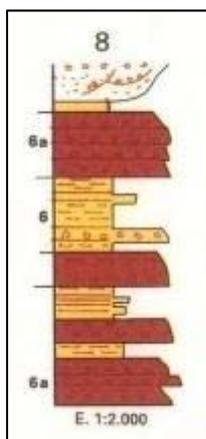


Figura 7. Leyenda de la hoja MAGNA 609 identificadas con círculos las unidades existentes en la localidad de Cuevas de Velasco. Paleógeno – Neógeno: **6:** Areniscas, margas, arcillas y conglomerados subordinados. **6a:** Canales conglomeráticos y/o areniscosos. Cuaternario: **15:** Llanura de inundación (Limos y cantos yesíferos) **17:** Coluviones (arcillas, arenas y cantos).



Las litologías presenten corresponden según Torres et al (1985-1986) con ciclos sedimentarios de origen fluvial /fluvio-lacustre; pertenecientes a la Unidad Detrítica Superior (Díaz Molina, 1974). Esta Unidad Detrítica Superior fue depositada sobre una discordancia con paleorrelieve sobre la Unidad Detrítica Inferior. Se interpreta como una red fluvial formada bajo un clima húmedo y con buen desarrollo de la llanura de inundación.

Dentro de ésta se diferencian dos tramos que tienen expresión cartográfica y que corresponden con cambios laterales.

Como unidad principal se encuentra el conjunto constituido por “Areniscas, margas, arcillas y conglomerados subordinados” (unidad 6 MAGNA) en el que se diferencian 4 tramos bien diferenciados tanto por litologías como por estructuras sedimentarias existentes:

- ✚ Tramo basal: 20 m de areniscas de color anaranjado que alternan con niveles delgados de arcillas. Como estructuras sedimentarias más representativas destacan la estratificación cruzada en surco, ripples y laminación cruzada. Corresponde con cuerpos canalizados de alta sinuosidad (barras de meandro).
- ✚ Segundo tramo: 20 m de lutitas ocre y capas delgadas de arenisca de grano medio y fino en la que se observan ripples de corriente. Corresponde a depósitos de llanura de inundación.
- ✚ Tercer tramo: 30 m de areniscas amarillentas o grises con abundantes estructuras de corriente que alternan con niveles muy delgados de arcillas del mismo color. Corresponde con una sucesión de barras de alta y baja sinuosidad o depósitos de desbordamiento.
- ✚ Cuarto tramo: 50 m de alternancia de lutitas ocre en las que se intercalan cuerpos de areniscas y conglomerados mixtos con tonalidades grises y amarillentas. Se trata de secuencias de relleno de canal de baja sinuosidad que alternan con depósitos limosos y lutíticos de decantación.

Toda la unidad se interpreta como un conjunto de depósitos de origen fluvial sedimentados a partir de abanicos fluviales húmedos.

Dentro de la unidad Detrítica superior se distingue un tramo que tiene expresión cartográfica sobre el territorio. Se trata de "Canales conglomeráticos y/o areniscosos" (unidad 6a del MAGNA) en tramos que pueden alcanzar hasta 40 m de espesor. Son los materiales que existen en la Zona 3 de estudio.

Se trata de tramos en los que se identifican cuerpos de areniscas y conglomerados de color gris y amarillento, que intercalan niveles delgados de arcillas y limos de color ocre. Se aprecian estructuras tipo estratificación cruzada en surco, laminación cruzada planar y estructuras menores (ripples de corriente, climbing ripples, etc.). Se corresponden con depósitos fluviales en los que se combinan sistemas de flujos trenzados (braided) con regímenes de alta sinuosidad.

Por último, indicar que bajo los resaltes rocosos sobre los que existen problemas de caídas de bloques, se identifican a cotas inferiores, los materiales más modernos (Holoceno) generados por la actual acción fluvial del río Mayor de Cuevas de Velasco. Son las unidades 15 y 17 que se corresponden respectivamente con la llanura de inundación y coluviones.

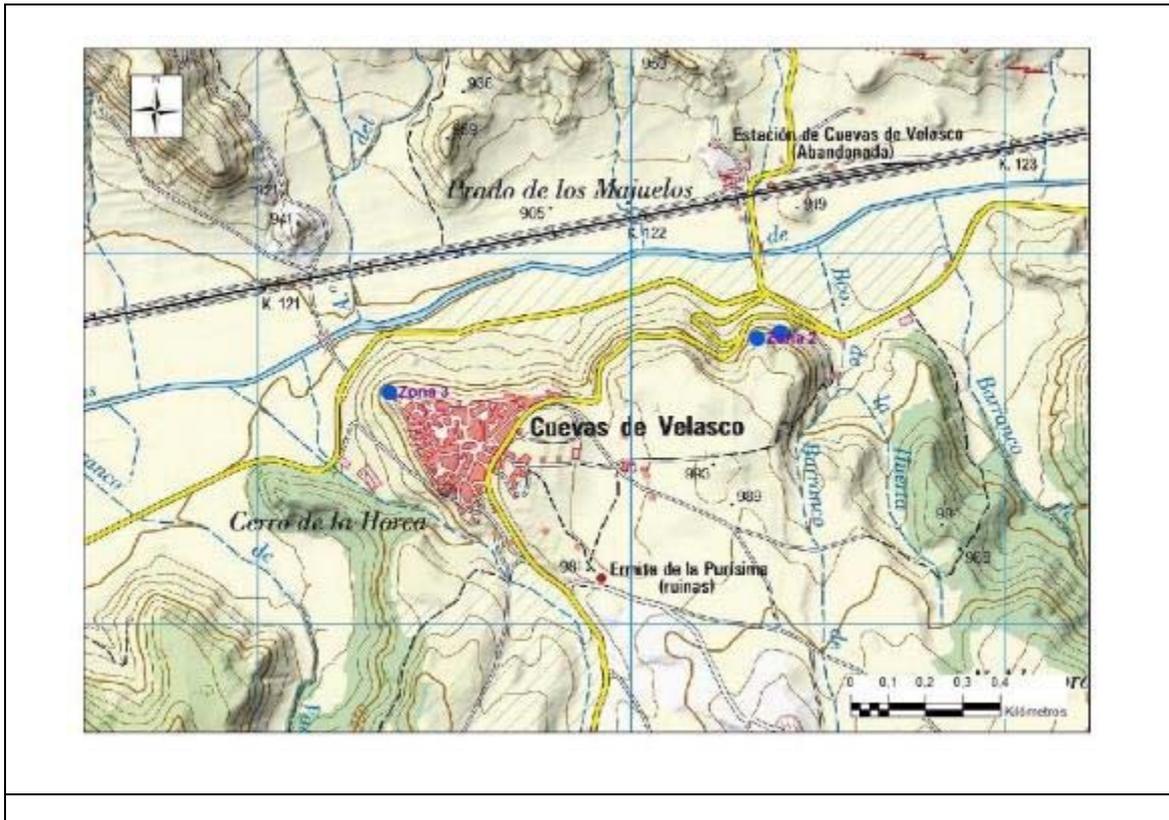
La unidad 15 está constituida por limos y cantos dispersos silíceos de gran heterometría mientras que la unidad 17 queda definida en la hoja Magna como terrenos poco consolidados constituidos por materiales arcillosos con gran contenido en finos y cantos silíceos.

✓ GEOMORFOLOGIA:

La presencia de materiales terciarios de una cubeta sedimentaria fluvial genera relieves suaves, alomados o tabulares mientras que el río Mayor de Cuevas de Velasco

ha desarrollado una importante llanura de inundación con una anchura entre 500 m y 1 Km con un valle de morfología plana en el que, la pendiente es mínima o prácticamente nula, tal y como queda reflejado en el mapa inferior de pendientes (verde oscuro-“0-5”)

Las areniscas, lutitas y conglomerados terciarios que son capas más resistentes a la erosión, generan pequeños resaltes morfológicos sobre el terreno que son apreciables tanto en la topografía como en el mapa de pendientes de la figura inferior; generando tramos de pendiente superior al 25%.



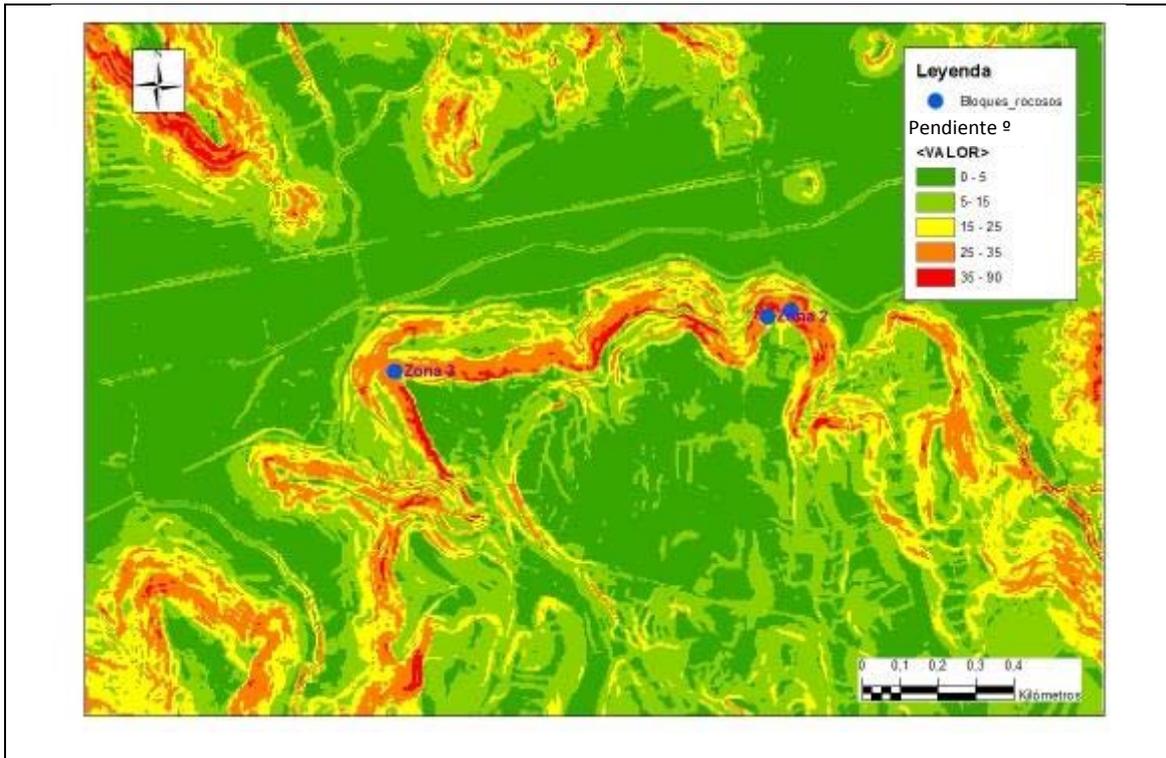


Figura 8. A. Extracto del Mapa topográfico nacional a escala 1:25.000 de la hoja 609-1. B. Mapa de pendientes

Sin embargo, en los niveles arcillosos intercalados entre estas capas más competentes, con un carácter impermeable, se favorece la escorrentía superficial del agua de lluvia, generación de fenómenos de acarreamiento y desarrollo de surcos.

La disposición horizontal de capas de distinta competencia y la mayor erosionabilidad de los materiales tipo suelo genera caídas de bloques por descalce inferior e incentiva la presencia de voladizos en paredes de roca vertical.

✓ HIDROGEOLOGIA:

La zona de estudio se enmarca en la Cuenca Hidrográfica del Tajo, a través del río Mayor de Cuevas de Velasco, tributario del río Guadiela, éste a su vez, afluente del río Tajo.

Los materiales de la zona de estudio que presentan mejores características hidrogeológicas son los depósitos cuaternarios aluviales de la llanura de inundación ya que pueden dar lugar a pequeños niveles acuíferos superficiales.

Las formaciones detríticas terciarias de grano fino son poco explotadas por la calidad química de sus aguas y porque los cambios laterales de facies y cementaciones carbonatadas no favorecen este hecho.

La recarga se realiza por infiltración de agua de lluvia y de cursos de agua superficial y aportes laterales de acuíferos mesozoicos. El drenaje se realiza a través de manantiales de caudal variable condicionados por la pluviometría.

4. CLIMA Y METEOROLOGÍA LOCAL

El clima reinante en una zona y la meteorología asociada, en concreto los regímenes de precipitación y temperatura, son uno de los factores desencadenantes más importantes en la aparición de movimientos de ladera en nuestro país.

El clima en Cuevas de Velasco es templado y cálido, con unos inviernos más lluviosos que los veranos. Climatológicamente el área pertenece al dominio mediterráneo típico con veranos cálidos (tipo Csa según la clasificación de Köppen-Geiger). La temperatura media anual en Cuevas de Velasco se encuentra a 11.8 °C. En un año, la precipitación media es 501 mm (Figura 9).

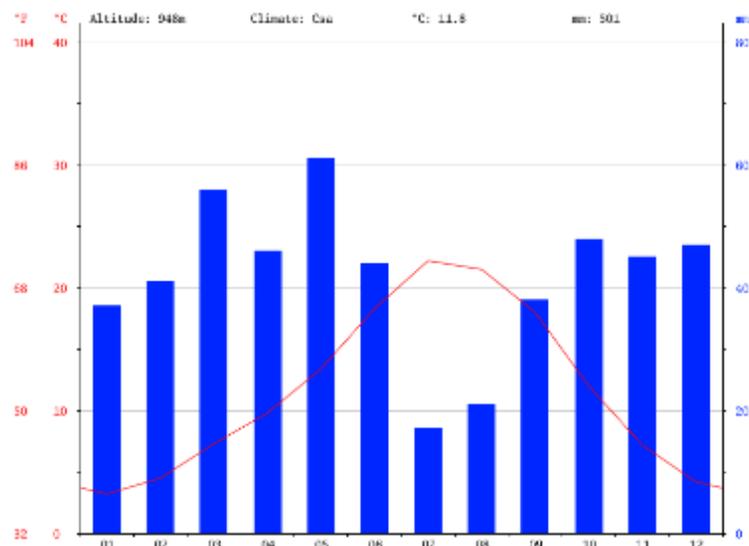


Figura 9. Climograma de Cuevas de Velasco. Fuente: <https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-la-mancha/cuevas-de-velasco-661550>

Como se observa en la Figura 9, julio es el mes menos lluvioso, con un promedio de 17 mm/mes y mayo el mes en que más llueve con un promedio de 61 mm/mes, indicador de la influencia del régimen de lluvias características de la meseta española. En cuanto a las temperaturas, destacan las grandes variaciones estacionales que alcanzan sus máximos durante el mes de julio y agosto, con temperaturas medias cercanas a los 22°C y mínimos durante el mes de enero con 3,2°C de media.

Hay una diferencia de 44 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es 19°C.

Así pues, el clima se caracteriza por precipitaciones relativamente bajas, localizadas en primavera y otoño y temperaturas suaves que tienden a bajar en los meses de invierno, con heladas importantes.

DATOS DEL TIEMPO CUEVAS DE VELASCO

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	3.2	4.5	7.3	9.8	13.4	18.3	22.2	21.5	18	12	7.2	4.2
Temperatura min. (°C)	-1.4	-0.9	1.5	3.9	7.3	11.3	14.3	13.8	11.1	6.2	2.1	-0.2
Temperatura máx. (°C)	7.9	9.9	13.2	15.8	19.5	25.4	30.1	29.2	24.9	17.8	12.3	8.7
Precipitación (mm)	37	41	56	46	61	44	17	21	38	48	45	47

Estos factores condicionan la ocurrencia de procesos de meteorización física por cambios de volumen, como la gelifración o crioclastia (ciclos hielo-deshielo) o la termoclastia (cambios bruscos de temperatura), en los escarpes rocosos que bordean la localidad. Así mismo, los procesos de disolución kárstica, son activos, lentos y continuados, siendo más intensos en invierno, con el advenimiento de las precipitaciones máximas y las bajas temperaturas que aceleran las reacciones. La influencia de estos procesos debería ser estudiada en detalle a partir de datos más precisos y observaciones de campo, de cara a confirmar su influencia en posibles eventos de inestabilidad

Se ha llevado a cabo una consulta sobre los datos meteorológicos existentes en la Agencia Española de Meteorología (AEMET) y el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Tajo de las estaciones más cercanas a la localidad de Villar del Maestre.

Respecto a la estación de la AEMET “Cuevas de Velasco” localizada en las inmediaciones de la Zona 3 de estudio, se ha llevado a cabo la solicitud de datos a la AEMET y estamos a la espera de recibirlos para contrastar con los datos de SAIH.

Dentro del SAIH, la estación más cercana es el pluviómetro “Ermita la Resurrección” (X: 551375,448658, Y: 4442193,86312; ETRS 89 UTM Zona 30N) localiza a unos 2.7 km al SW de la zona de estudio; localidad de Villar del Maestre.

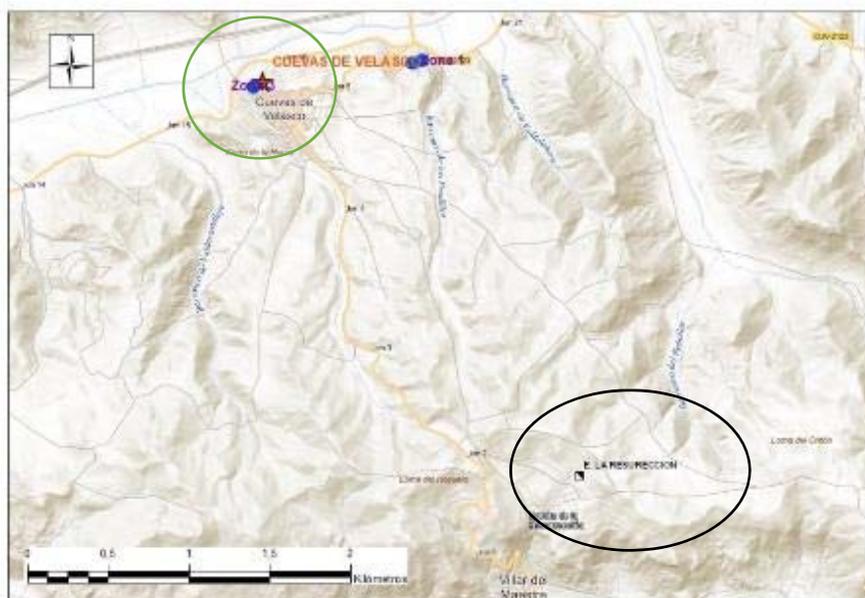


Figura 10. Ubicación de estaciones del SAIH de la Confederación Hidrográfica del Tajo (negro) y AEMET (marrón) más cercanas a la localidad de Cuevas de Velasco.

Se ha consultado el pluviómetro del SAIH que proporciona la variable de datos diarios de precipitación en mm en un rango de 7 días antes de la ocurrencia del evento (desde el 09/10/2018).

Fecha	P_08WI_01 PLUVIOMETRO (mm) (valor int)	P_08WI_01 PLUVIOMETRO (mm) (valor máx.)	P_08WI_01 PLUVIOMETRO (mm) (valor med)
18/10/2018	12,8	5	0,1
17/10/2018	0	0	0
16/10/2018	0	0	0
15/10/2018	0	0	0
14/10/2018	4,2	3,6	0
13/10/2018	0	0	0
12/10/2018	0,2	0,2	0
11/10/2018	0	0	0
10/10/2018	1,2	1,2	0
09/10/2018	0	0	0

A raíz de los datos de la tabla superior, y de manera provisional hasta recepcionar los datos de AEMET, puede decirse que no se registraron valores de precipitación intensa en la zona que hayan podido desencadenar la rotura del bloque de la Zona 1.

5. SISMICIDAD

Como muestra el mapa de peligrosidad sísmica de España (Figura 11) publicado en 2015 por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), Cuevas de Velasco se encuentra en zona de baja actividad sísmica en la península Ibérica.

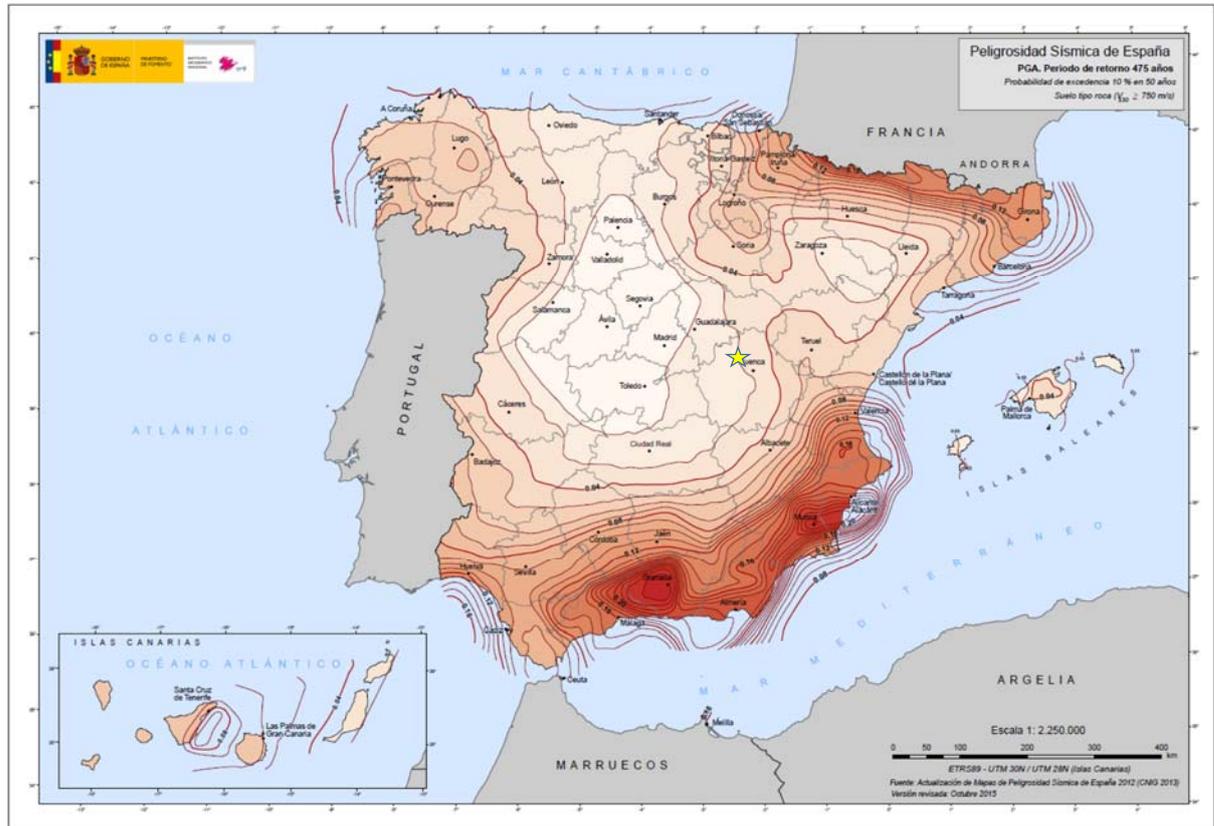


Figura 11. Mapa de peligrosidad Sísmica de España (IGN, 2015)

Respecto a la actividad sísmica histórica próxima, se ha llevado a cabo la consulta del mapa (figura 12) que contiene la distribución de los sismos (magnitud momento (M_w)); el cual fue elaborado en base al catálogo publicado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN 2016).

En la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha son muy escasas las fallas con evidencias geológicas directas de actividad sísmica cuaternaria. No existen fallas con actividad conocida que atraviesen el área de estudio, según lo consultado en la base de datos QAFI v.3 (IGME) y el Mapa Neotectónico de la Península Ibérica (IGME, ENRESA 1998).

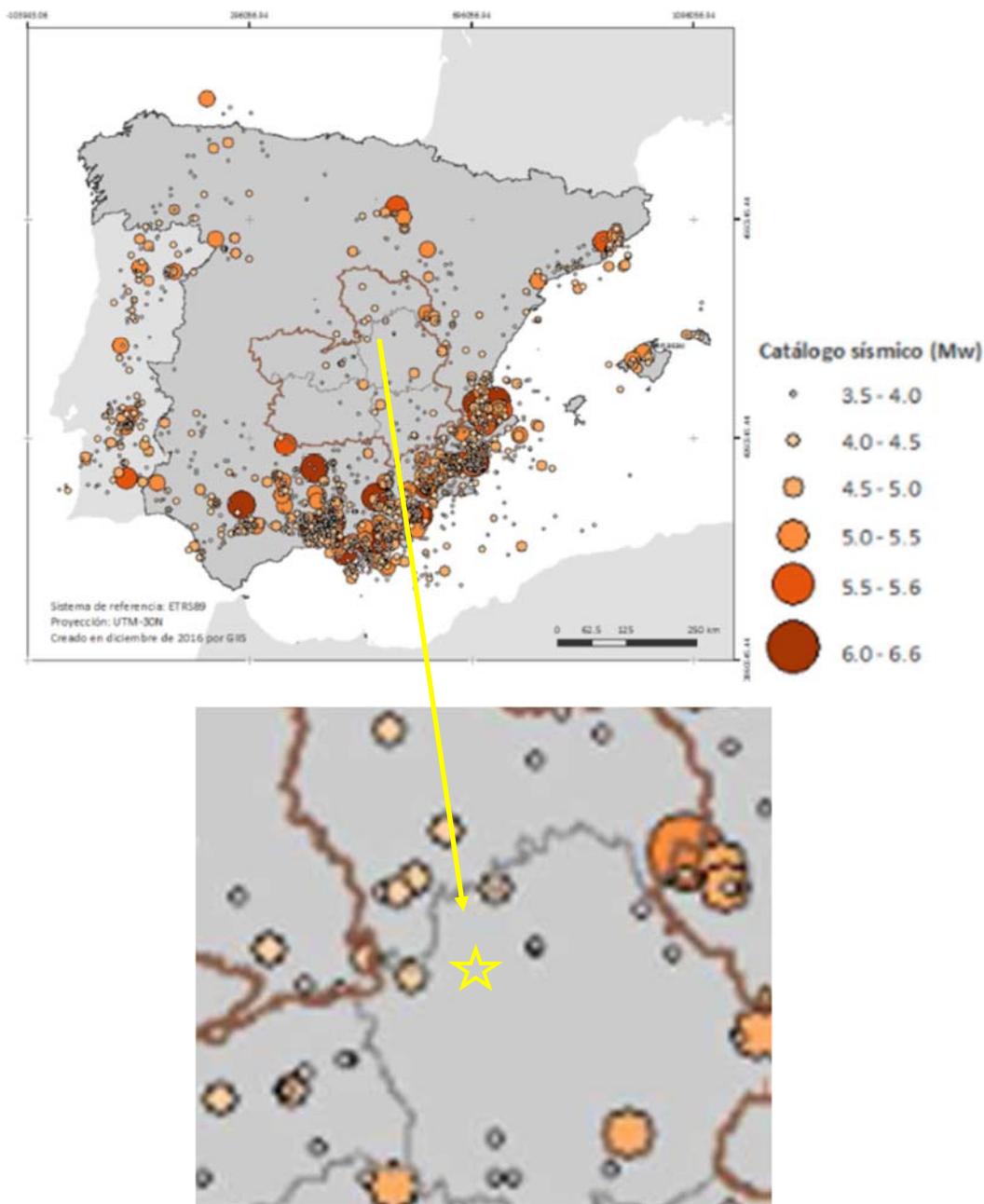


Figura 12. Mapa con la distribución de sismos considerados en el catálogo sísmico (Mw) (Romero-Jarén R. et al 2017).

Teniendo en cuenta los Mapas de Peligrosidad Sísmica(PGA) con efecto local de la Comunidad de Castilla–La Mancha para periodo de retorno 475 y 975 años que se hicieron para la elaboración del plan especial de emergencias de Castilla-La Mancha (Romero-Jarén R. et al 2017), el término municipal de Cuevas de Velasco presenta valores bajos de aceleración (g) para PGA (< 0.15) según se refleja en las figuras 13 y 14.

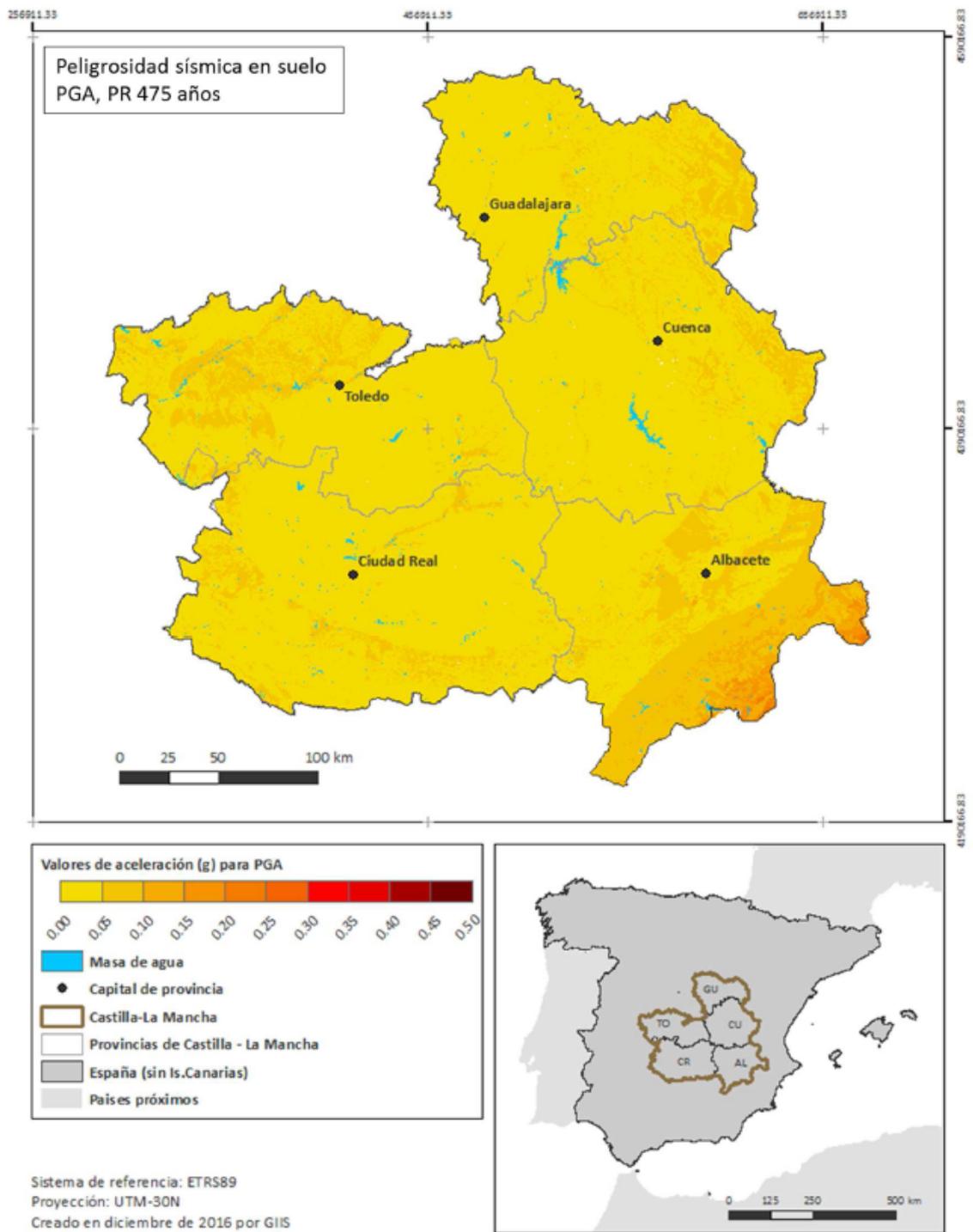


Figura 13. Mapa de peligrosidad sísmica con efecto local de la Comunidad de Castilla - La Mancha (Periodo de Retorno 475 años) (Romero – Jarén R. et al 2017)

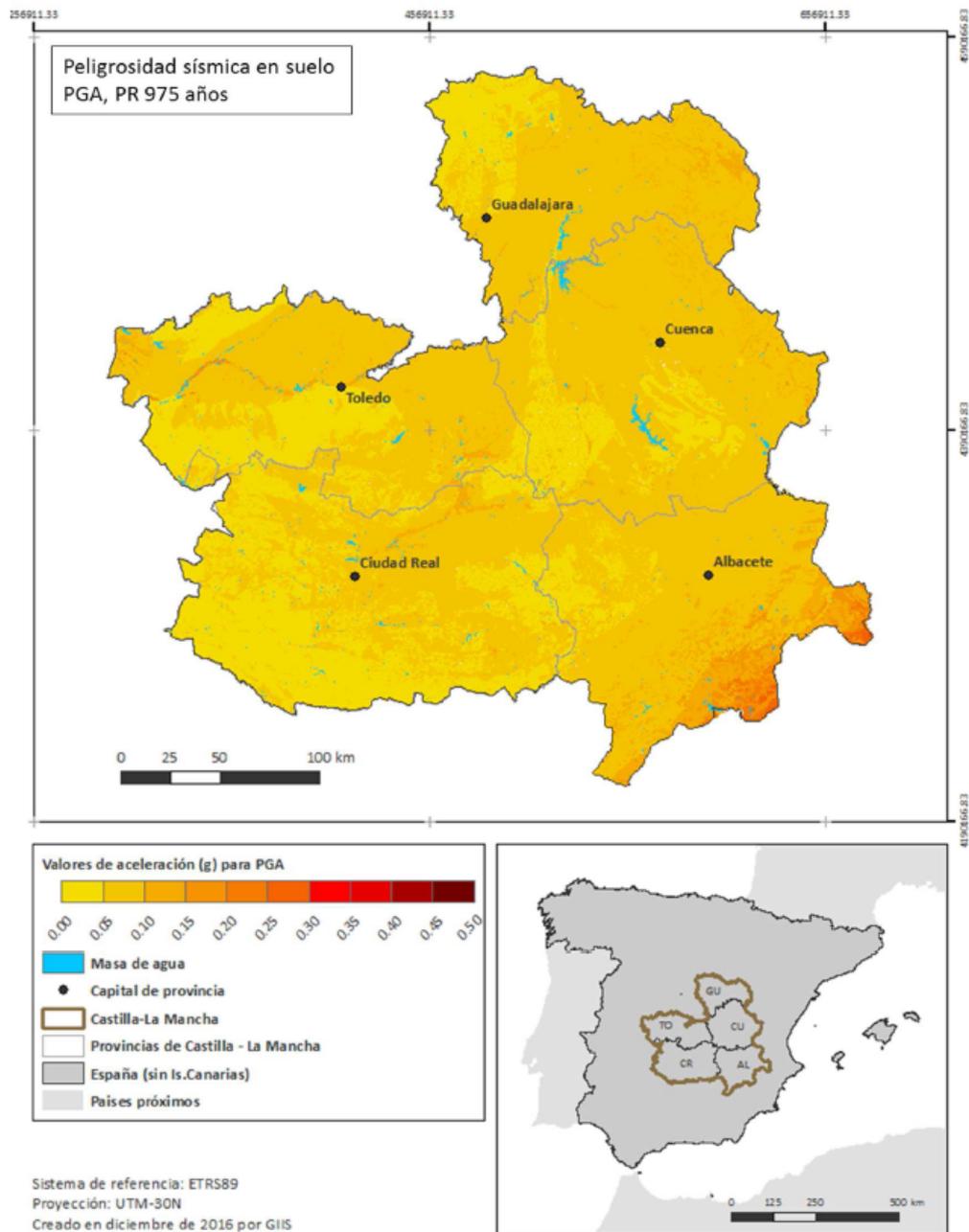


Figura 14. Mapa de peligrosidad sísmica con efecto local de la Comunidad de Castilla - La Mancha (Periodo de Retorno 475 años) (Romero – Jarén R. et al 2017)

Los terremotos con epicentro localizado en un radio de 35 km del casco urbano de Cuevas de Velasco que se recogen en el "Catálogo de terremotos" (entre 1900 y la actualidad) gestionado por el Instituto Geográfico Nacional (Servicio Nacional de Sismología), se enumeran en la tabla inferior y se localizan en la figura 15.

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof_Km_	Inten_	Mag_	Tipo_Mag_	Localizaci	POINT_X	POINT_Y
8267	30/06/1979	01:44:35	40.43	-2.52	5		4.1	2	SE ALCOCER.GU	540714.572277	4475595.39308
9301	07/04/1982	17:02:04	40.1417	-2.7333	5		3.2	2	W HUETE.CU	522718.319187	4443518.81283
12530	08/06/1992	18:36:20	40.215	-2.2817	14		2.6	2	SE VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	561121.411176	4451867.93797
14325	27/07/1994	05:05:03	40.3117	-2.3817	14		2.6	2	NE CASTILLO-ALBARÁÑEZ.CU	552537.312557	4462537.20022
208223	08/06/2000	04:51:28	40.1114	-2.7427	11		2.0	2	SW HUETE.CU	521927.331016	4440153.36918
233117	04/11/2000	06:14:05	40.2271	-2.3511			2.8	2	W VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	555206.175721	4453165.49167
279099	09/08/2001	12:10:29	40.2369	-2.3704	11		2.7	2	W VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	553556.466427	4454241.41885
279119	09/08/2001	12:25:06	40.2298	-2.3397	11	II	3.4	2	W VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	556173.824939	4453472.33697
279197	10/08/2001	01:40:20	40.2285	-2.3344	21		2.1	2	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	556625.798875	4453331.41197
279758	13/08/2001	19:52:32	40.2203	-2.332	5		3.0	2	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	556836.832988	4452422.78113
279855	14/08/2001	03:18:52	40.1595	-2.3617	2		2.0	2	E CUEVAS DE VELASCO.CU	554358.306314	4445655.68044
279897	14/08/2001	08:39:52	40.23	-2.3379	11	II-III	3.3	2	W VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	556326.792129	4453495.67753
280053	15/08/2001	06:49:25	40.2128	-2.3704	14		2.4	2	E LA VENTOSA.CU	553575.449798	4451566.42325
280056	15/08/2001	08:52:23	40.241	-2.3498	10		2.6	2	W VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	555305.466681	4454709.14472
280080	15/08/2001	11:41:03	40.2225	-2.3529	10		2.0	2	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	555056.760931	4452653.79273
280141	16/08/2001	01:53:16	40.209	-2.3581	11		2.4	2	E LA VENTOSA.CU	554625.169359	4451152.13903
307429	03/02/2002	09:54:30	40.1706	-2.3569			1.7	2	NE CUEVAS DE VELASCO.CU	554758.162571	4446890.66837
408010	14/08/2003	02:24:03	40.3574	-2.6898			1.4	4	W VILLALBA DEL REY.CU	526340.036638	4467472.5231
603359	20/09/2005	03:24:11	40.225	-2.342	8		2.2	4	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	555982.106861	4452938.10311
615031	20/11/2005	12:29:04	40.0694	-2.362	10		2.1	2	SE VILLAREJO DE LA PEÑUELA.CU	554404.510488	4435654.97341
780446	11/08/2007	03:00:27	40.3116	-2.5797	11		1.6	4	S TINAJAS.CU	535713.127863	4462427.44733
833511	04/04/2008	00:54:22	40.0415	-2.4061			1.3	4	NW ABIA DE LA OBISPALÍA.CU	550664.580885	4432532.26274
840848	12/05/2008	00:53:20	40.1007	-2.3312			1.8	4	W JÁBAGA.CU	557004.841641	4439148.3407
853219	01/07/2008	02:16:36	40.1786	-2.3516	10		1.5	4	NE CUEVAS DE VELASCO.CU	555202.963048	4447781.90769
941388	13/09/2009	05:26:21	40.1928	-2.3483			1.7	4	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	555472.349422	4449360.09339
951080	14/10/2009	16:16:33	40.2135	-2.3355	10	III	3.6	4	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	556544.685269	4451665.77454
951175	14/10/2009	22:01:29	40.1579	-2.3513			1.8	4	E CUEVAS DE VELASCO.CU	555245.284521	4445484.5047
951224	15/10/2009	02:31:04	40.1641	-2.3605			1.7	4	E CUEVAS DE VELASCO.CU	554456.824779	4446166.99012
953627	27/10/2009	05:23:49	40.1944	-2.344	11		2.3	4	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	555837.053476	4449540.3814
955545	03/11/2009	23:07:23	40.1933	-2.3554	10	I-II	3.0	4	E LA VENTOSA.CU	554867.593982	4449411.17865
955578	04/11/2009	00:40:31	40.1867	-2.3759	21		1.6	4	SE LA VENTOSA.CU	553127.795824	4448666.14323
962065	09/12/2009	23:28:12	40.2436	-2.3362	11		1.8	4	W VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	556460.119819	4455006.30424
1033638	12/12/2010	00:01:12	40.3819	-2.6432	20		1.2	4	SW CAÑAVERUELAS.CU	530286.024727	4470206.88096
1045143	12/02/2011	00:13:52	40.2482	-2.4004			1.8	4	NE LA VENTOSA.CU	550996.042336	4455477.9895
1075056	22/07/2011	22:50:21	40.3774	-2.3362	10		1.8	4	SW VILLACONEJOS DE TRABAQUE.CU	556348.803186	4469857.75903
1209584	01/05/2013	01:12:02	40.1765	-2.3041	11		1.9	4	S VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	559248.839407	4447579.42762
1253178	09/01/2014	04:33:08	40.0592	-2.3731			1.6	4	SE VILLAREJO DE LA PEÑUELA.CU	553465.940964	4434516.12283
1254317	16/01/2014	21:53:21	40.0858	-2.3395	10		2.1	4	E VILLAREJO DE LA PEÑUELA.CU	556309.668696	4437489.25434
1362665	25/01/2016	02:21:38	40.2681	-2.6331			0.6	4	W PORTALRUBIO DE GUADAMEJUD.CU	531195.682825	4457578.94809
1365423	26/01/2016	04:09:14	40.288	-2.6146			1.3	4	NW PORTALRUBIO DE GUADAMEJUD.CU	532759.044141	4459794.443
0	31/07/2016	22:17:30	40.2397	-2.587	12		2.0	4	W LA PERALEJA.CU	535130.030138	4454443.91684
0	03/12/2017	01:40:11	40.0333	-2.6948	11		2.0	4	E CARRASCOSA DEL CAMPO.CU	526039.142481	4431497.81322
0	11/02/2018	23:37:06	40.1936	-2.3931	9		1.6	4	SE LA VENTOSA.CU	551658.365732	4449421.85816
0	06/11/2018	21:15:39	40.2292	-2.3054	2		2.1	4	SW VILLAR DE DOMINGO GARCÍA.CU	559092.380117	4453428.02373

Tabla relación de terremotos con epicentro situados menos de 35 km de Cuevas de Velasco (IGN)

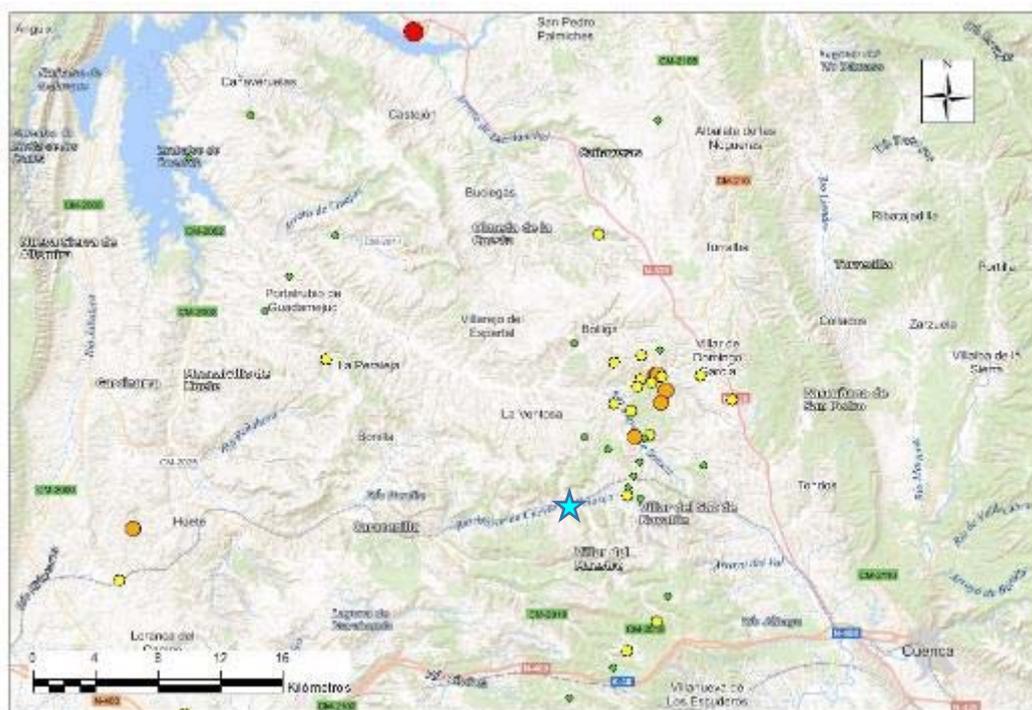


Figura 15. Representación de los epicentros de sismos registrados en el Catálogo de terremotos del IGN. En verde sismos con magnitud <1, en amarillo los que tienen entre 1 y 2, naranja con magnitud entre 2 y 3 y en rojo los que tienen magnitud entre 3 y 4. La localidad de Cuevas de Velasco se ha representado con una estrella azul

Después de haber llevado a cabo una revisión del catálogo del IGN; con especial hincapié a lo largo de todo el mes de octubre del 2018, no se identifican eventos cercanos que hayan podido generar un deslizamiento. El más cercano está a 65 km al SE de la localidad y tiene una magnitud de 1.6 (10/10/2018).

Sin embargo, al no haber estudios de neotectónica, paleosismología y arqueosismología en la zona no se puede descartar que la sismicidad sea un factor desencadenante de movimientos de ladera. Para ello, deberían hacerse estudios específicos; que no son objeto del presente informe en el que se ha llevado a cabo un estudio de la susceptibilidad de desprendimientos de rocas.

Por otra parte, se identifica que el término municipal de Cuevas de Velasco figura entre los municipios que tienen una aceleración sísmica básica “ab” inferior a 0,04 g; siendo g la aceleración de la gravedad.

De acuerdo al apartado 1.2.3. de la “Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)”, dado que la aceleración sísmica básica “ab” de cálculo es inferior a 0,04 g, no es necesaria su aplicación en las edificaciones de importancia normal o especial ni

tampoco considerar las acciones sísmicas sobre los elementos estructurales que puedan llevarse a cabo en la zona.

En la figura adjunta se refleja la situación del municipio estudiado sobre el Mapa de Peligrosidad Sísmica incluido en la citada Norma.

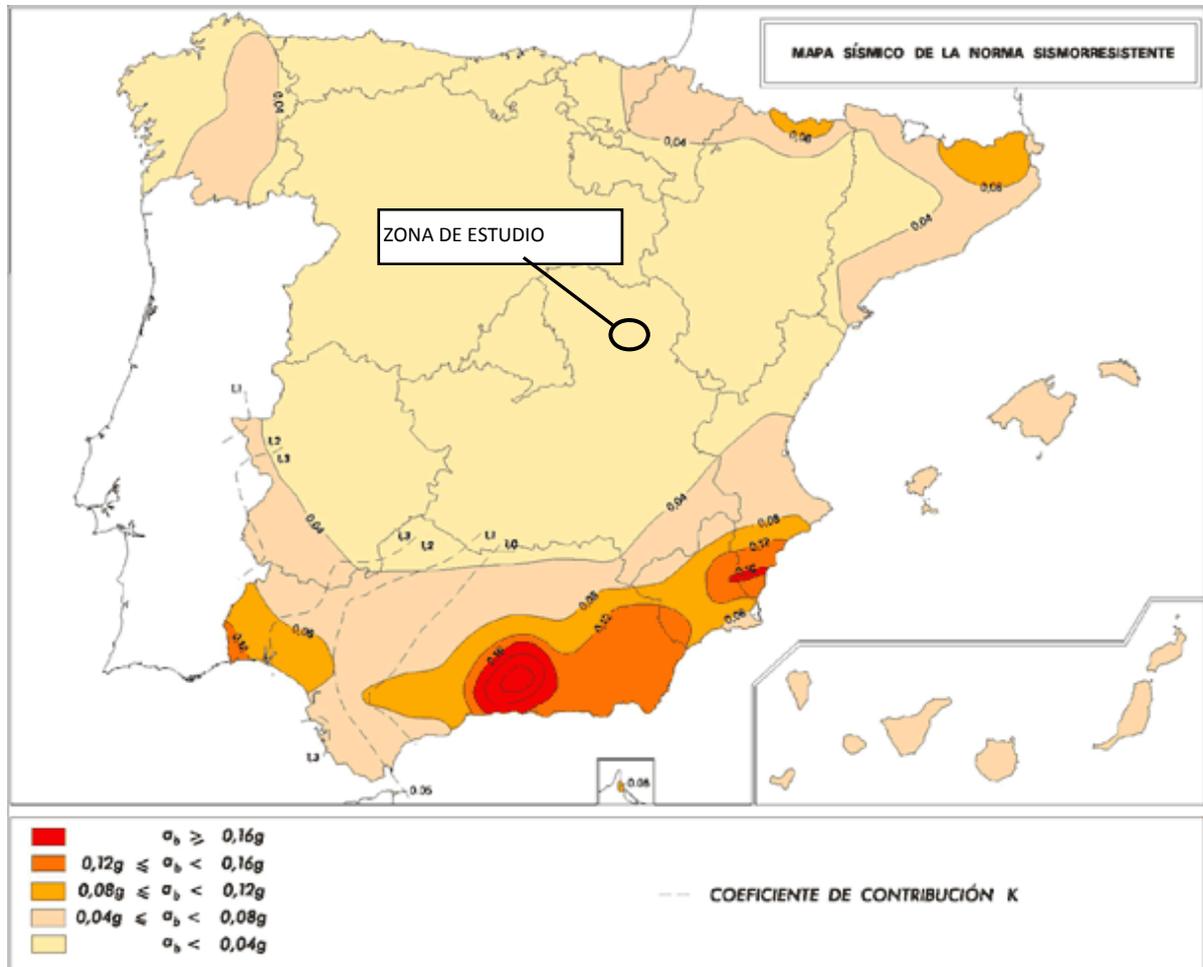


Figura 16. Mapa de Peligrosidad Sísmica (Norma de Construcción sismorresistente, NCSR-02)

6. Estudio detallado de las zonas

Como ya se indicó en capítulos anteriores se ha llevado a cabo el estudio en tres zonas ubicadas tanto en las inmediaciones de las carreteras locales CUV-2123 y CUV-2125 como en el casco urbano de Cuevas de Velasco.

6.1 ZONA 1. DESPRENDIMIENTO BLOQUE ROCA SOBRE CARRETERA CONOCIDA POPULARMENTE COMO LA SUBIDA A “LA PICARZA”

Corresponde con el evento que se produjo el día 16 de Octubre de 2018 en la carretera que sube a la localidad de Cuevas de Velasco; conocida popularmente como la subida a “La Picarza”; episodio que quedó documentado en los medios de comunicaciones locales (prensa y televisión). Para más detalle de este evento, se remite a la lectura del capítulo 1 de este informe.

La zona fuente se corresponde con la zona orográfica más elevada (950 msnm) donde las pendientes de la ladera oscilan entre el 25-35%. Por debajo, a unos 35m en la horizontal se encuentra el tramo de carretera actualmente cortado al tráfico de vehículos. En la base del escarpe han quedado fragmentos del bloque que rodo ladera abajo hasta impactar en el firme de la carretera.



Figura 17. Vista aérea de la Zona 1 tomada desde el dron (16/06/2019)

Se trata de una zona constituida por rocas areniscas de color gris/beige anaranjado que se apoyan sobre arcillas anaranjadas/violáceas pertenecientes al conjunto litológico terciario de la unidad 6 (Hoja Magna). Las explicaciones llevadas a cabo para la creación de una berma de acceso con fines de limpieza, han dado lugar al vertido de las arcillas excavadas sobre la parte baja de la ladera.

En la zona fuente se identifican varias familias de discontinuidades entre las que, destaca una familia vertical y otra subvertical que, en combinación con la estratificación están dando lugar a la fracturación del macizo rocoso y la generación de 2 bloques de cierta entidad. A esto se añade el hecho de que en la base se encuentra el material arcilloso tipo suelo, el cual, al erosionarse más fácilmente por el agua de lluvia, contribuye a descalzar, dejar sin soporte a la roca arenisca y facilitar el movimiento hacia la parte más baja de la ladera donde se ubica la carretera.

Las siguientes fotografías muestran desde distintas vistas el detalle de los 2 bloques dentro del macizo rocoso fracturado.

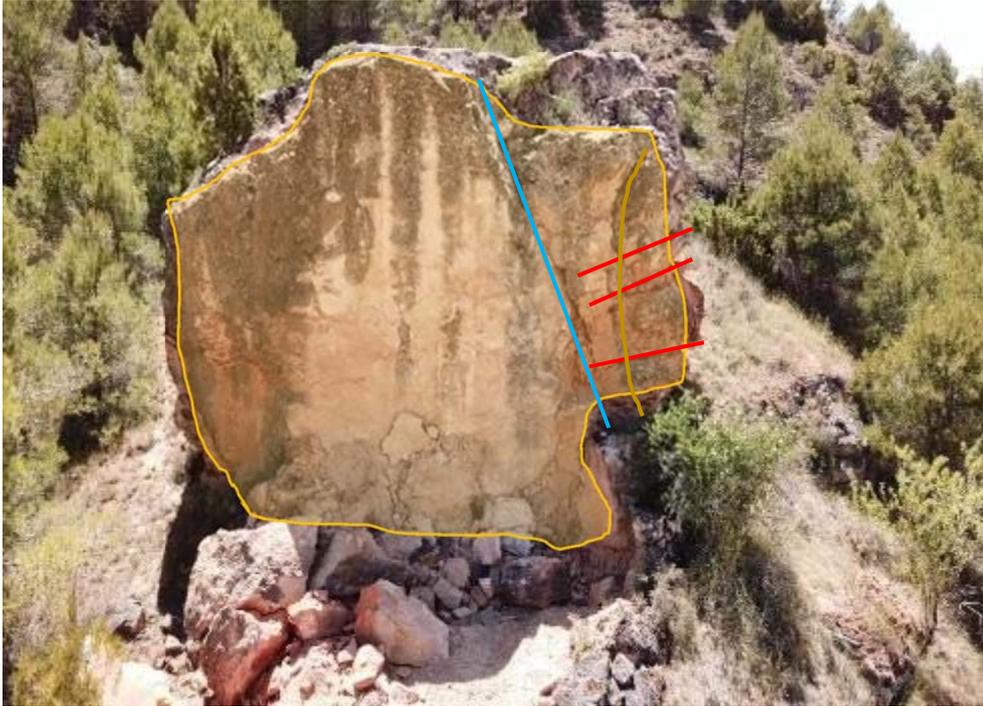


Figura 18. Vista aérea del estado en el que ha quedado el talud después del desprendimiento ocurrido el 16 de Octubre de 2019. Tomada desde el dron (16/06/2019). Las líneas representan las familias de discontinuidades. Un color para cada una de ellas. El plano naranja representa una familia que es paralela a la visual de la fotografía.



Figura 19. Vista lateral de la Zona 1 desde la parte trasera de la zona fuente. Tomada desde el dron (16/06/2019). El círculo muestra la ubicación de los 2 bloques susceptibles de caer una vez que termine de individualizar de la pared rocosa. Las líneas representan por colores cada una de las familias de discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

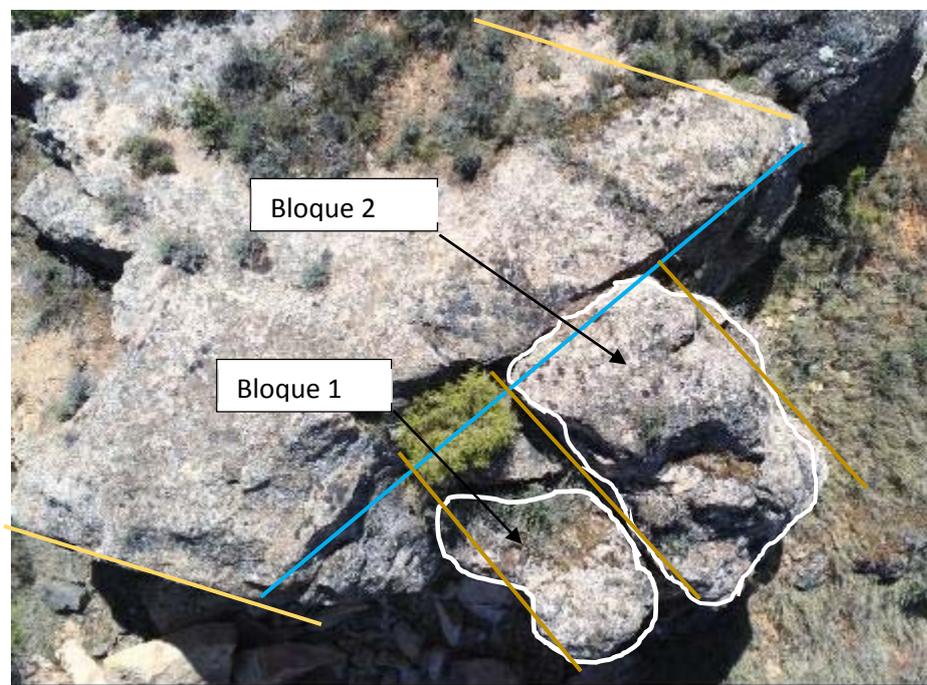


Figura 20. Vista cenital de la zona 1. Tomada desde el dron (16/06/2019). Se ha marcado la superficie que delimita cada uno de los 2 bloques. Las líneas representan por colores cada una de las familias de discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

La siguiente figura muestra las dimensiones previstas de los bloques de caída. Estos valores se han obtenido con el software de procesamiento fotogramétrico (Pix4D y Agisoft PhotoScan) de las imágenes obtenidas a partir de los vuelos manuales y automáticos con drones y de las nubes de puntos generadas.

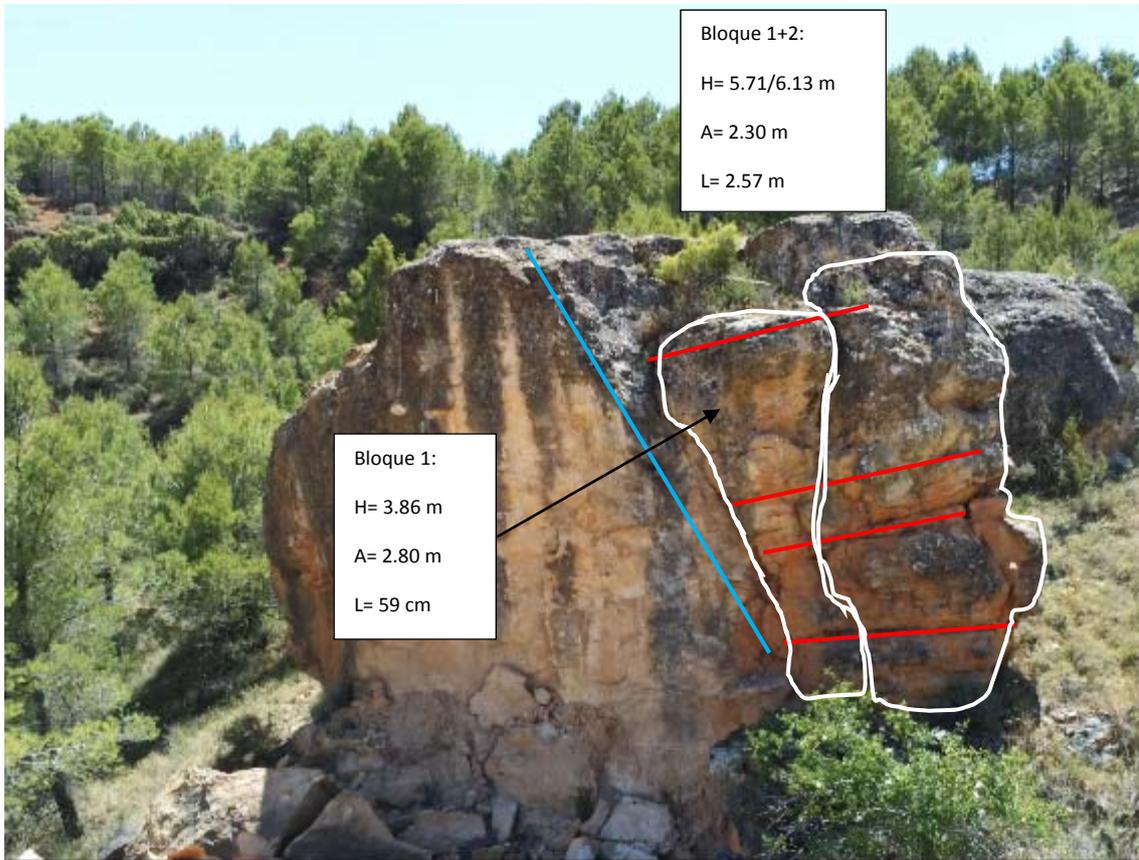


Figura 21. Vista frontal de la zona 1. Tomada desde el dron (16/06/2019). Se ha dibujado la supuesta superficie que delimita cada uno de los 2 bloques. Las líneas representan por colores cada una de las familias de discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

Se interpreta que el primer bloque susceptible de individualizar y desprenderse es el número 1. Si esto ocurriese, dejaría al bloque 2 en situación metaestable con altas probabilidades de que también caiga. No se puede garantizar que la rotura vaya a producirse en una escala de días, meses o años. Si entran en juego otros factores como precipitaciones intensas en periodos cortos de tiempo o/y la acción de la gelifración en épocas invernales, se pueden anticipar la caída

Dado que la zona fuente se encuentra muy próxima a la carretera y que la susceptibilidad de que se produzca la caída del bloque 1 y el 2 es elevada, se recomienda llevar a cabo un saneo con las siguientes características:

- **Empleo de gatos hidráulicos y/o maquinaria con martillo neumático** para fragmentar los bloques aprovechando los planos de discontinuidad existentes. Desde la parte alta de la zona 1

- Excavación de **cuneta** en la berma que fue generada a raíz del desprendimiento de Octubre de 2018 para evitar la llegada de fragmentos a las zonas inferiores (carretera) y la erosión de las arcillas y su acarreamiento.

6.2 ZONA 2. CONEXIÓN CARRETERA SUBIDA A LA "PICARZA" CON LA CUV- 2125

Se encuentra a unos 65 m al SW de la zona fuente de la que se desprendió el bloque en Octubre de 2018 a cota ligeramente superior (965 msnm) dentro del mismo resalte topográfico.

Las pendientes de la ladera oscilan entre el 25-35% (Figura 8) y corresponden con las mismas areniscas de color gris/beige anaranjado apoyadas sobre arcillas anaranjadas/violáceas del conjunto litológico terciario de la unidad 6 (Hoja Magna, Figura 6).



Figura 22. Diferentes vistas de la zona 2. Tomada desde el dron (16/06/2019).

La estructuración del macizo rocoso a través de las familias de discontinuidades queda bien reflejada en la roca como puede verse en las fotografías. Esta disposición ha generado también la presencia de un voladizo en la zona in situ, que con el paso del tiempo y la incidencia de factores desencadenantes podrá generar nuevas caídas.

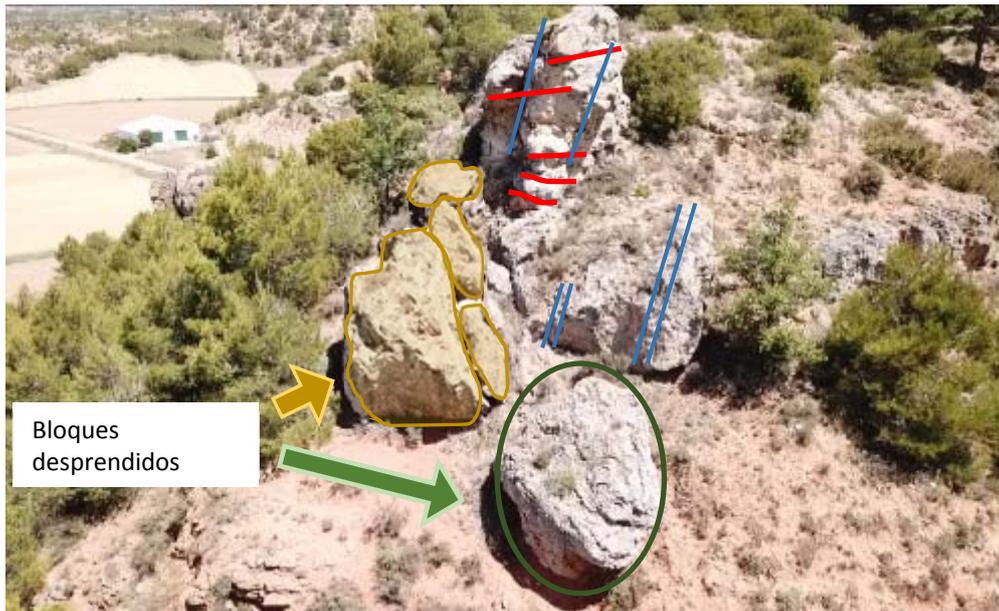


Figura 23. Detalle de los bloques desprendidos con la visualización de la fracturación del macizo rocoso. Fotografía tomada desde el dron (16/06/2019). Las líneas representan por colores cada una de las familias de discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

A diferencia de la zona anterior, en este punto se identifican bloques que han quedado independizados del macizo rocoso y que se movilizaron tiempo atrás. Estos bloques, identificado en las fotografías mediante círculos o superficies están apoyando sobre arcillas/lutitas de colores anaranjados algo violáceas. En la base de éstas, existen nuevos afloramientos rocosos.

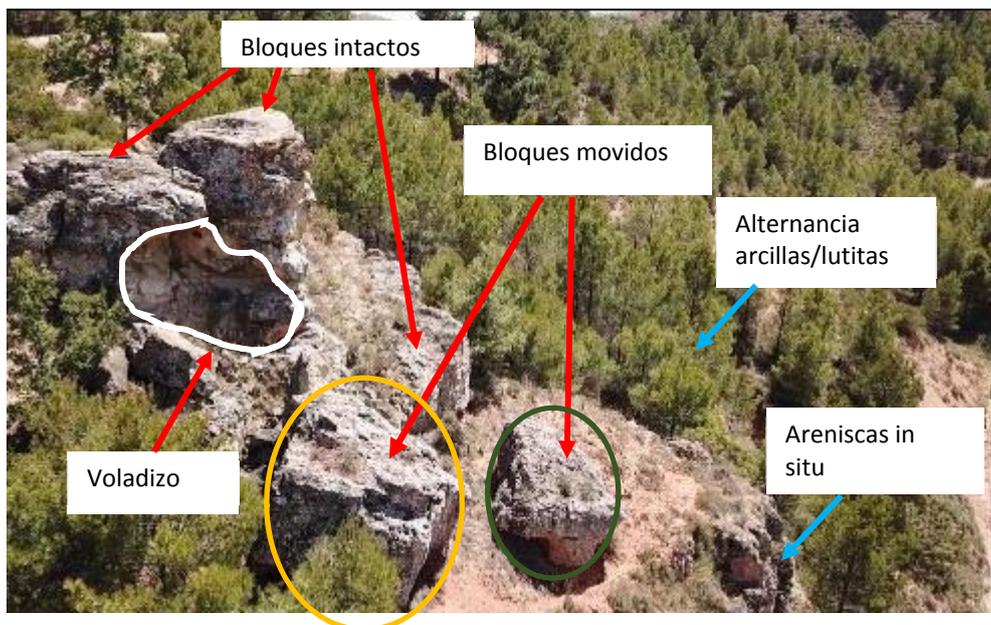


Figura 24. Identificación de los bloques movilizados que apoyan a media ladera. Fotografía tomada desde el dron (16/06/2019).

El bloque que presenta cierta susceptibilidad de caída de los 2 mostrados en las fotografías es el identificado con círculo verde, ya que la superficie de apoyo no es neta respecto a las arcillas sobre las que se apoya y pudiera darse el caso de que terminara rodando, por el lavado progresivo del soporte arcilloso, y caer por efecto topográfico hacia la parte baja, en la que a escasos 50 m en la horizontal se ubica la carretera.

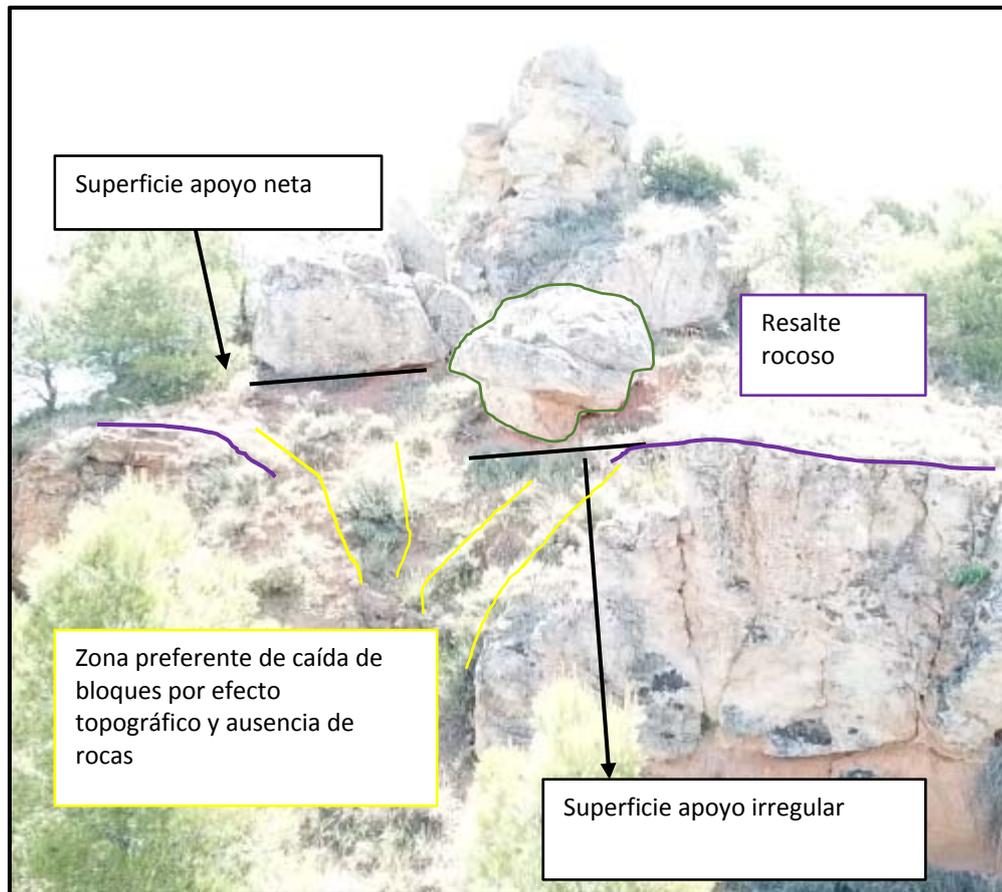


Figura 25. Vista frontal del bloque que tiene cierta susceptibilidad a futuros movimientos. Fotografía tomada desde el dron (16/06/2019).

Sin embargo, esta susceptibilidad se considera muy baja ya que se trata de un bloque de grandes dimensiones que han sido calculadas a través del software de procesamiento fotogramétrico (Pix4D y Agisoft PhotoScan) y las nubes de puntos calculadas a partir de los vuelos manuales y automáticos llevados a cabo con los drones. Dimensiones de alto (1.36 m), ancho (2.75 m) y largo (2.81 m) que dan lugar a un volumen de roca arenisca de 10.50 m^3

Como medidas preventivas de cara a reducir esta cierta susceptibilidad del bloque a rodar ladera abajo se recomienda:

- **Reconducción del agua de lluvia** por la parte exterior para evitar el lavado de los finos arcillosos y minimizar al máximo la pérdida de

soporte del bloque movilizado. Esto puede llevarse a cabo mediante cunetas longitudinales.

- Llevar a cabo un **recalce del bloque movilizado** en su parte más baja para incrementar la superficie de apoyo.
- Ejecución de un **saneo** en la zona de roca intacta que presenta un **voladizo** en la parte intacta no movilizada.

6.3 ZONA 3. ZONA DEL MIRADOR DEL CASCO URBANO DE CUEVAS DE VELASCO

Se encuentra en el borde occidental de la zona urbana de la localidad, próxima a la calle Castillo y unos 900 m al E de las Zonas 2 y 1 que han sido analizadas en puntos anteriores. Aproximadamente a la misma cota topográfica (965/970 msnm) y caracterizada por materiales geológicos representados por la unidad 6 a de la Hoja Magna

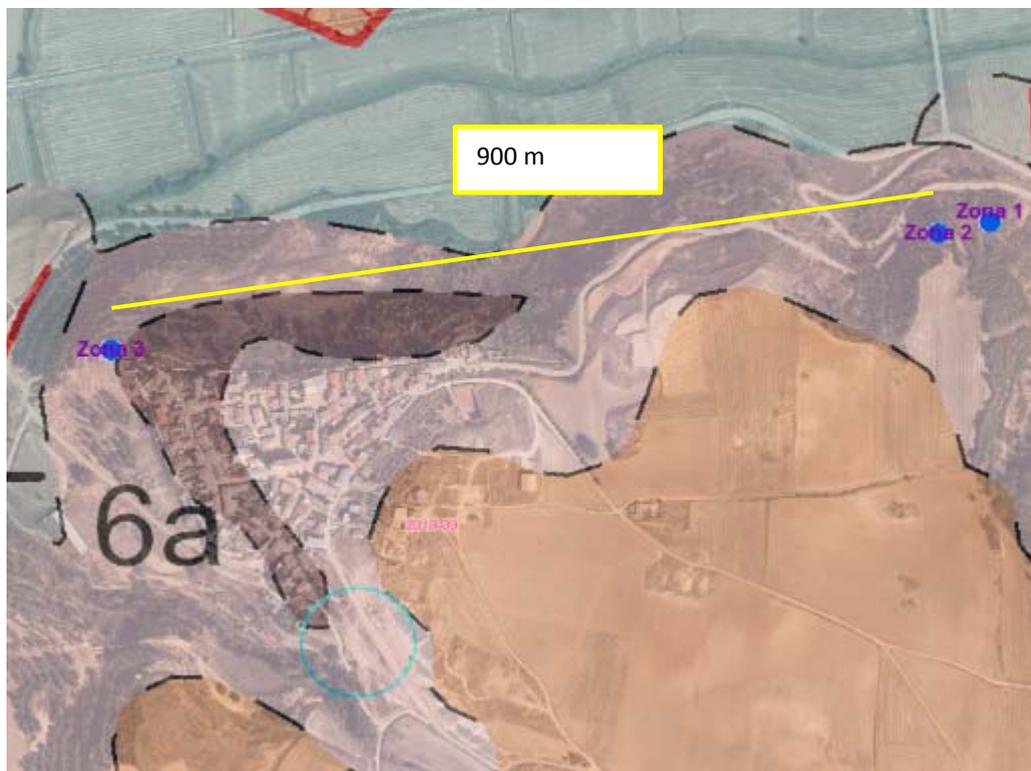


Figura 26. Ubicación Zona 3 respecto a las Zonas 1 y 2 sobre extracto de la hoja MAGNA 609. Unidades geológicas: Paleógeno – Neógeno: **6:** Areniscas, margas, arcillas y conglomerados subordinados. **6a:** Canales conglomeráticos y/o areniscosos. **8:** Areniscas, Arenas, Arcillas y Margas. Cuaternario: **15:** Llanura de inundación (Limos y cantos yesíferos) **17:** Coluviones (arcillas, arenas y cantos).

La zona urbana se ha construido sobre un relieve tabular que queda reflejado en el terreno como una zona de pendientes superiores al 35%. Está constituido por canales conglomeráticos y areniscas de colores grises y amarillentos, que intercalan niveles delgados de arcillas y limos de color ocre y en los que se aprecian a simple vista estructuras sedimentarias tipo estratificación cruzada en surco y ripples de corriente.



Figura 27. Sustrato de apoyo de la localidad de Cuevas de Velasco. Al pie de este escarpe existen variedad de bloques desprendidos a causa de falta de soporte de las capas inferiores que han sido descalzadas por acción erosiva

En los alrededores del mirador del pueblo se encuentra acordonada una parte de la zona más septentrional de este relieve para evitar que ninguna persona acceda a esta área ya que existe la preocupación de que puedan provocarse nuevas caídas de rocas. De la inspección llevada a cabo se han identificado grietas verticales, diversidad de zonas en voladizo (la más importante a la izquierda del bloque principal), desplome de pequeños bloques con tamaños métricos/submétricos y erosión de los suelos arcillosos que, en definitiva, es responsable del descalce de la roca, nuevas caídas de bloques y nuevos voladizos en partes superiores.

De la revisión vertical de la roca mediante el vuelo llevado a cabo por el dron se observa como existen 2 grietas verticales de dirección perpendicular, que a fecha actual no han intersectado y que, por tanto, no han individualizado el bloque rocoso como tal. Estas grietas, más que corresponderse con un patrón de familias de discontinuidades sistemáticas, se deben a la falta de soporte en la base. De esta manera, la fuerza de gravedad origina que la roca queda descalzada y se generen grietas de componente vertical.

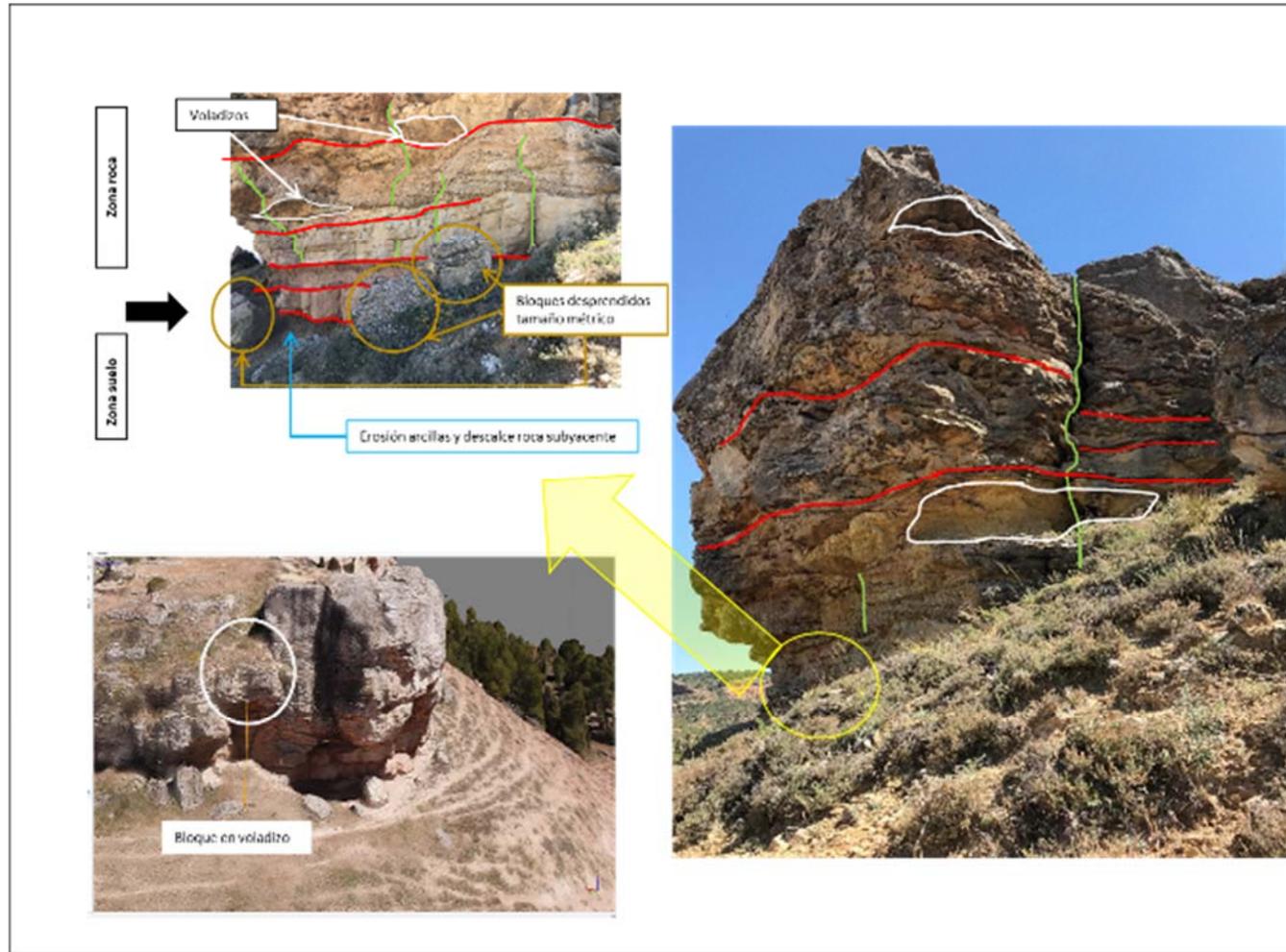


Figura 28. Estado actual de la zona de roca en el sector septentrional del Mirador de Cuevas. Las líneas en color representan los planos de estratificación (rojo) y grietas verticales (verde) presentes en este extremo de la zona. Las áreas en color blanco representan tramos de roca que han caído generando voladizos.



Figura 29. Vista cenital de la roca. Extracto de un video tomado con dron (16/06/2019). Son frecuentes los bloques de tamaño métrico en la zona de pie arcillosa. Las líneas en verde identifican grietas verticales por efecto del descalce en la zona de pie.

A partir del tratamiento de las imágenes aéreas tomadas con dron mediante el software de fotogrametría se han obtenido las nubes de puntos en 3D y se han estimado dimensiones para este bloque.

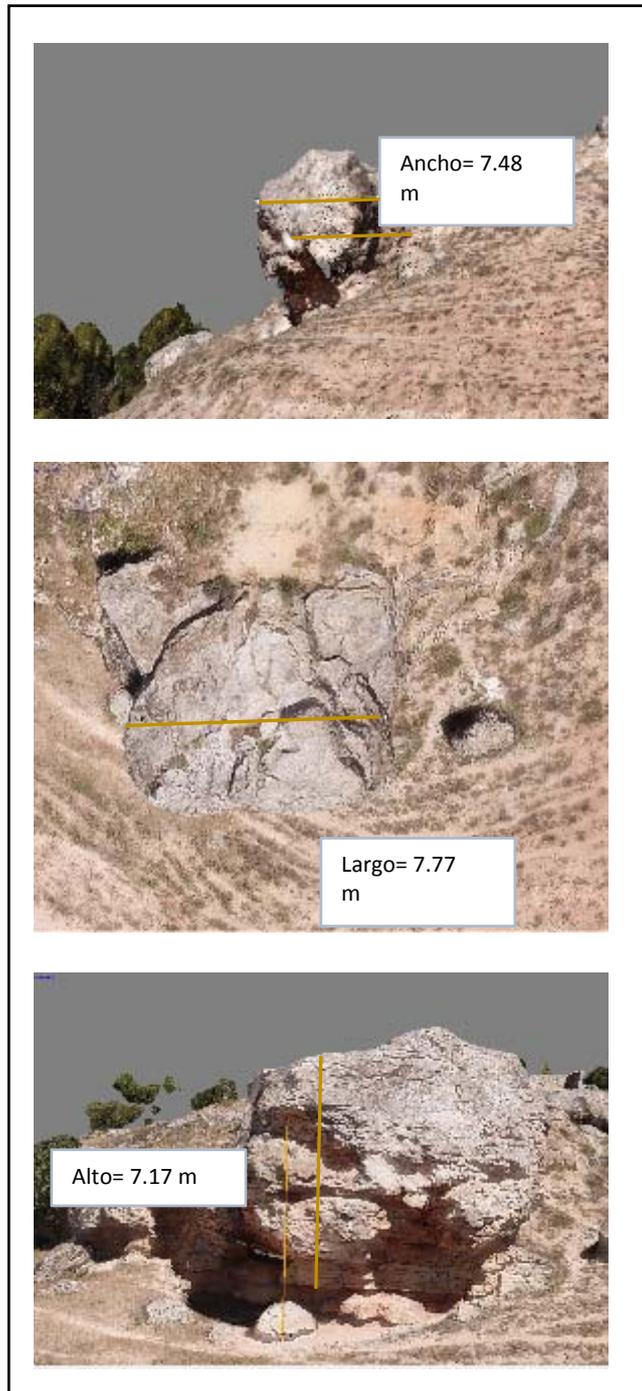


Figura 30. Dimensiones del bloque obtenidas con el software Pix4D que emplea fotogrametría para obtención de nubes de puntos 3D y cálculo de mediciones.

Dado que no se puede garantizar en cuando tiempo se va a producir la individualización de este bloque y dado que las arcillas, que son el soporte de la roca,

se erosionan muy fácilmente por efecto de lluvias intensas en cortos periodos de tiempo; aspecto muy característico de climas continentales en épocas estivales, se recomienda la consecución de las siguientes medidas:

- Control de las grietas verticales, mediante la ubicación de al menos 2/3 **fisurómetros** sobre la superficie de grietas tanto a corto como a largo plazo.
- **Saneo** del voladizo más importante a la derecha del bloque (visto desde la parte alta del mirador hacia el valle).
- Protección de la base de apoyo y parte inferior del resalte mediante un **muro de revestimiento construido con piedra natural**. Así se protegerán las arcillas de la acción de las aguas de lluvia, evitando la caída sucesiva de pequeños bloques métricos/submétricos de las areniscas inferiores y reduciendo los huecos en voladizo. Su diseño deberá de considerar un buen empotramiento en el sustrato arcilloso.



Figura 31. Ejemplo de muro de revestimiento sobre talud rocoso para protección. Suele llevarse a cabo con piedra de la zona. Fotografía tomada en la localidad de Ayna (Albacete)

7. CONCLUSIONES

El presente informe recoge una vez descrita con detalle la problemática de los procesos; exclusivamente unas recomendaciones a tener en cuenta de cara al establecimiento de medidas urgentes a realizar en la localidad de Cuevas de Velasco en la provincia de Cuenca, en tres zonas donde se han identificado la presencia de sistemas de fracturación desarrollados / grietas verticales que están afectando a las rocas terciarias dominantes en la zona que son, areniscas y conglomerados (Zona 1 y

3). También se han inspeccionado determinados bloques ya desprendidos y que se encuentran apoyados de manera natural sobre el terreno sin ningún tipo de sostenimiento (Zona 2).

Unos son susceptibles de desprenderse del macizo rocoso si llegan a individualizarse y los otros pueden terminar rodando a favor de la pendiente si se produce la pérdida, por erosión, del material arcilloso sobre el que descansan.

El diseño específico de las medidas propuestas deberá ser debidamente acometido por técnicos especialistas en la materia, con el objetivo de que se evite la entrada de agua de lluvia en los materiales arcillosos; de que se garantice un control en la ejecución de los saneos; de que se dimensionen apropiadamente los elementos de contención considerando un empotramiento adecuado en el zócalo terciario; y de que se lleve a cabo un seguimiento de la apertura de grietas identificadas en una de las 3 zonas para considerar otras soluciones que pueden ser más apropiadas en base a estos resultados de control.

En Madrid, a 17 de septiembre de 2019

Mónica Martínez Corbella

Juan Carlos García López-Davalillo

Mario Hernández Ruiz

Miguel Ángel Rodríguez Pascua

Área de Riesgos Geológicos del Instituto Geológico y Minero de España

BIBLIOGRAFIA

- https://es.wikipedia.org/wiki/Cuevas_de_Velasco
- Visor SIGPAC V 3.5. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
- Muñoz del Real, J. L., Lendinez, González, A., Insúa Márquez, M. (1991). Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Segunda Serie. Hoja Geológica 609 Villar de Olalla. (Publicada por el IGME en 1998)
- Alonso – Zarza, A.M., Calvo, J.P, Silva, P.G., Torres, T. Capítulo 6.5.2 La depresión Intermedia. (Tomado del libro: Capítulo 6 Libro Geología de España. Sociedad Geológica de España Instituto Geológico y Minero de España, 2004)
- Romero-Jarén, R; Quirós, L; Sorondo, F; Benito, B; “Estimación del Riesgo Sísmico en Castilla – La Mancha para la elaboración del plan especial de emergencias”. CIGeo. Primer Congreso en Ingeniería Geomática. Valencia, Julio de 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/CIGeo2017.2017.6670>

**APÉNDICE 1 SOLICITUD DE ESTUDIO REMITIDA AL IGME POR EL AYUNTAMIENTO DE CUEVAS
DE VELASCO**