GEOLOGÍA E INGENIERÍA DE ZAMORA EN IMÁGENES

IMPLEMENTACIÓN EN GOOGLE EARTH

ID2018/035

PROGRAMA DE MEJORA DE LA CALIDAD – PLAN ESTRATÉGICO GENERAL 2013-2018

Proyecto de innovación y mejora docente 2018/2019: ID2018/035. MEMORIA

Begoña Fernández Macarro (Coordinación), Gabriel Santos Delgado, Serafín Monterrubio Pérez y José Nespereira Jato

Introducción 3

Plan de Trabajo y Metodología 7

Resultados 23

GEOLOGÍA 25

INGENIERÍA 53

Fuentes de Información 64

INTRODUCCIÓN

Paleógeno en Zamora

INTRODUCCIÓN

La provincia de Zamora se encuentra, geológicamente, en el límite entre el Macizo Varisco y el borde occidental de la Cuenca Cenozoica del Duero (Figura 1), diferenciándose en ella dos conjuntos geológicos bien definidos: el ZÓCALO VARISCO, en la parte occidental, constituido por rocas metamórficas, de edad Precámbrico-Paleozoico, y rocas ígneas, y, hacia el este, los materiales de la CUENCA CENOZOICA DEL DUERO, con litologías esencialmente detríticas del Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Por este motivo, Zamora supone un excelente muestrario de litologías (rocas ígneas, rocas metamórficas y sedimentos y rocas sedimentarias), de característicos paisajes (berrocales, morfologías glaciares, penillanuras,…) y de diferentes formaciones geológicas, testigos de épocas y medios sedimentarios pasados, que conforman la historia geológica de Zamora y la relacionan con zonas limítrofes (Paleógeno, Series Rojas, Facies Tierra de Campos, …).

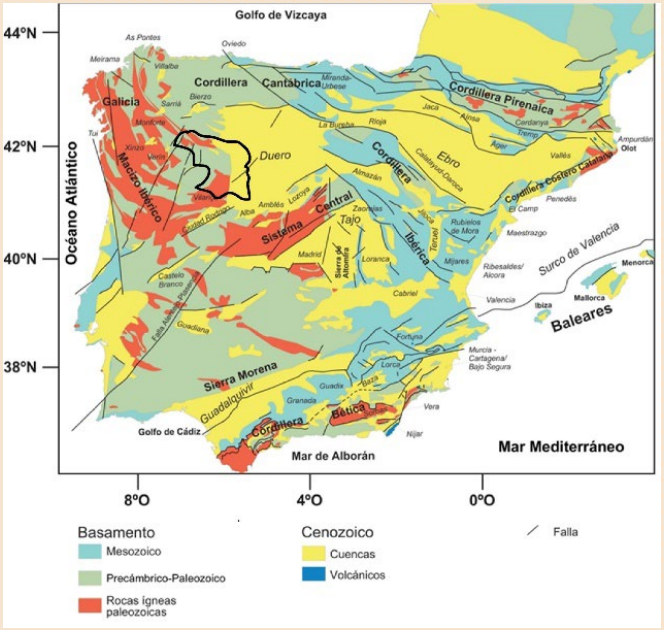


Figura 1. Mapa de Vera, J.A. Ed. (2004). Se ha añadido el contorno provincial.

El proyecto surge como propuesta para comprender y visualizar conceptos relacionados con **Geología** y con **Cartografía Geológica**, así como la **Geología** de la **provincia de Zamora**, mediante un **inventario** de **localizaciones representativas** de las **características litológicas, estructurales y/o geomorfológicas de la provincia**, **implementado en Google Earth** junto con la **cartografía geológica** de la zona.

Con este proyecto, se pretende acercar al aula ejemplos de afloramientos geológicos didácticos y localizaciones de interés de la provincia de Zamora (provincia de procedencia de gran parte del alumnado y/o en la que se encuentran realizando sus estudios de grado), poniendo en valor su geología en las asignaturas vinculadas con esta materia en la Escuela Politécnica Superior de Zamora y contextualizando conceptos básicos.

Dada la inclusión de las asignaturas de Geología y Geotecnia de la Escuela Politécnica Superior de Zamora en grados vinculados a la ingeniería, a este inventario se han añadido localizaciones de determinadas cuestiones particulares tales como: **obras singulares y emblemáticas de la provincia** de especial interés por su **contexto geológico/geomorfológico y/o por su problemática o interés** desde el punto de vista de la **ingeniería civil,** ejemplos de **problemática de taludes,** ....

La información integrada puede completarse continuamente, con la adición de nuevos puntos, descripciones y/o imágenes. De hecho, la idea ha sido elaborar un material de base representativo de la Geología de la provincia de Zamora, con sus peculiaridades, y de su ingeniería, sobre el que, posteriormente, seguir añadiendo nuevos afloramientos o localizaciones y nueva información, fotografías, dibujos o esquemas. En esta continua tarea de incorporación de nueva información escrita y/o gráfica se pretende involucrar al alumnado.

A partir de este inventario, pueden, además, diseñarse itinerarios geológicos/geo-ingenieriles para salidas y prácticas de campo.

La idea general de este proyecto es de gran versatilidad y puede extrapolarse a otras titulaciones con docencia de Geología (por ejemplo, Grado en Geología o en Ciencias Ambientales) y a otras asignaturas de titulaciones variadas (Geomorfología, Edafología, Botánica,…), con independencia del entorno físico a abordar (cualquier zona, provincia, comunidad,…). Por ejemplo, un inventario con descripciones, explicaciones e ilustraciones, implementado en Google Earth, de formas de relieve para asignaturas específicas de Geomorfología; de tipos de suelos en una determinada provincia para asignaturas de Edafología; de Iglesias del Románico; …

En cuanto al contenido concreto de este proyecto, referido a la provincia de Zamora, puede ser útil para cualquier titulación de Zamora con docencia de Geología y Geotecnia (Grados de la Escuela Politécnica Superior y de la Escuela de Magisterio) y para su uso en Colegios y Centros de Secundaria de la provincia, sirviendo tanto para dar a conocer el entorno próximo en el que se encuentran y su contexto general, como para el diseño de itinerarios geológicos/geo-ingenieriles.

En definitiva, se trata de una idea que puede adaptarse al contexto de otras asignaturas, otros grados, otros niveles educativos y otras zonas geográficas.

En función de los alumnos de destino, la información debe adecuarse a los objetivos y contenidos de aprendizaje, así como a las competencias, habilidades y conocimientos adquiridos por los alumnos en el transcurso de su formación en general y de la materia de geología en particular.

De forma sintética, las mejoras pretendidas con este proyecto son:

- ✓ Renovar los recursos de apoyo a la docencia de las materias a las que se destina este proyecto e innovar en el diseño de estos recursos.
- ✓ Dar a conocer la Geología y Geomorfología de la provincia de Zamora, junto con obras singulares de la provincia que ilustren el estrecho vínculo entre Geología e Ingeniería.
- ✓ Facilitar la comprensión de conceptos de Geología y de Cartografía Geológica, al integrarlos en la historia geológica de un entorno; en este caso, Zamora.
- ✓ Estimular el interés por la geología y materias relacionadas.

El equipo del proyecto ha trabajado en la aplicabilidad de Google Earth en la enseñanza y aprendizaje de Geología y Topografía, en tres proyectos de innovación docente anteriores, con resultados satisfactorios en el interés suscitado en el alumnado y, en consecuencia, en su aprovechamiento. Google Earth ofrece la posibilidad de trabajar a distintas escalas de análisis espacial, visualizar la evolución de morfologías en el tiempo (Imágenes Históricas) y realizar reconstrucciones tridimensionales (Vistas panorámicas, Street View) y recorridos virtuales que permiten observar la Tierra, sus relieves, y comprender a partir de ellos fenómenos y procesos implicados tratados en las clases. En definitiva, se trata de un recurso interactivo de gran potencial para las Ciencias de la Tierra, por lo que su utilización constituye un importante estímulo para los estudiantes.

Los proyectos de innovación docente anteriores, relacionados con la aplicación Google Earth, han sido:

***ID 2013/076. GOOGLE EARTH EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA. EXPERIENCIA EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA.**

Este proyecto supuso la realización de una colección de ejemplos para la docencia e ilustración de la Geología (Placas Litosféricas, Geomorfología Estructural, Litológica y Climática, Riesgos,…).

***ID 2014/0074. PRÁCTICAS DE TOPOGRAFÍA CON GOOGLE EARTH.**

***ID 2015/0019. SOBREVOLANDO LA TIERRA. APRENDIZAJE DE GEOLOGÍA BASADO EN TAREAS CON GOOGLE EARTH. ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA.**

Estos dos proyectos tuvieron como objetivo el diseño de actividades prácticas de Topografía y de Geología, respectivamente, basadas en esta aplicación y en las posibilidades de sus diferentes herramientas y recursos.

Las memorias pueden consultarse en el Repositorio Documental de la Universidad de Salamanca (GREDOS), en el apartado dedicado a documentos de carácter didáctico (Repositorio Docente): Innovación Docente (https://gredos.usal.es).

PLAN de TRABAJO
y
METODOLOGÍA

Puente de la Estrella y Pliegue en Cuarcitas del Paleozoico. Perilla de Castro

PLAN DE TRABAJO y METODOLOGÍA

El proyecto comenzó con el estudio, valoración y selección de las litologías y formaciones geológicas que caracterizan las dos grandes unidades geológicas de la provincia de Zamora (Figura 2), así como de los paisajes más característicos y otras cuestiones particulares (obras singulares, …).

Para la realización del proyecto, se ha contado fundamentalmente con documentación fotográfica de los miembros del equipo del proyecto, obtenida en relación con actividades docentes, investigadoras y particulares, tanto previamente al proyecto como durante el mismo. El proyecto no ha tenido financiación con cargo a esta convocatoria de proyectos ID.

Todo el material fotográfico ha sido convenientemente valorado en función de su idoneidad y didáctica, teniendo en cuenta el nivel del alumnado concreto de destino.

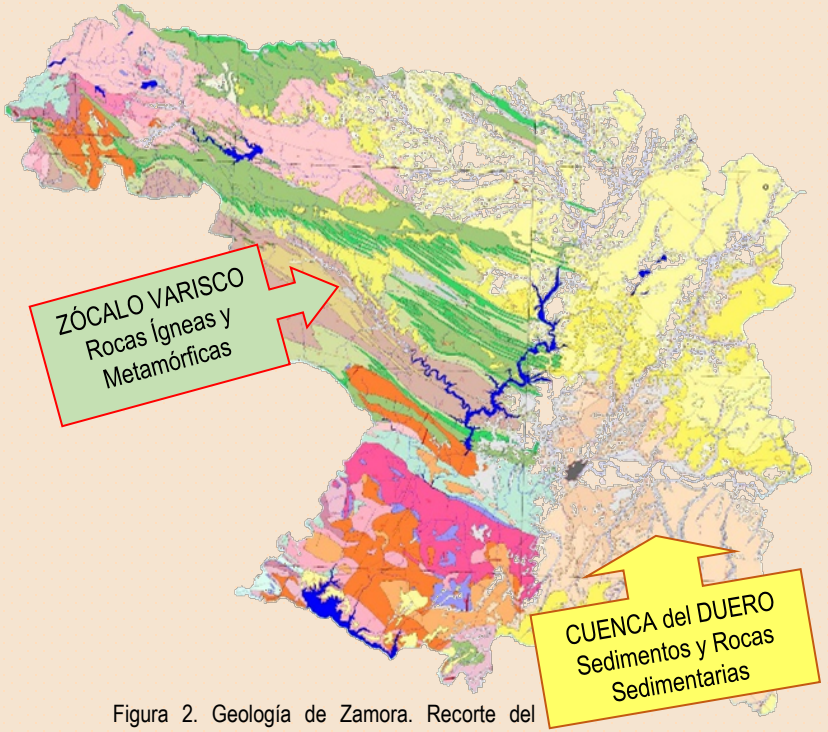


Figura 2. Geología de Zamora. Recorte del Mapa Geológico de Castilla y León de escala 1:400.000 de SIEMCALSA (1997).

De forma sintética, la procedencia de las imágenes ha sido:

- Fotografías obtenidas en campañas de campo relacionadas con proyectos de investigación de los componentes del equipo.
- Fotografías de salidas al campo, realizadas por los miembros del equipo del proyecto, para la exploración de entornos para docencia y prácticas de campo, para su preparación y en su realización posterior.
- Fotografías tomadas en viajes y salidas de campo personales de los miembros del equipo, sin vinculación con actividades docentes o investigadoras.
- En relación con alguna localización concreta, se ha contado con imágenes cedidas por personas ajenas al equipo. En este caso, se ha indicado el nombre del autor.

El plan de trabajo ha incluido las siguientes tareas:

Selección de localizaciones representativas (Geología / Geomorfología / Ingeniería).

Georreferenciación. Localización geográfica mediante la edición de marcas de posición.

Recopilación del material fotográfico previo, selección de imágenes y realización de nuevas fotografías.

Superposición de Cartografía Geológica. Para ello, se ha contado con información cartográfica del Instituto Geológico y Minero de España (Cartografía Geológica E 1:50.000 de la provincia de Zamora, Mapa Geológico Continuo GEODE, …) y con el del Mapa Geológico E 1:400.000 realizado por SIEMCALSA (1997) y editado por la Junta de Castilla y León.

Búsqueda de información y descripción de los puntos marcados (geología, geomorfología, interés geotécnico o ingenieril, riesgo geológico, infraestructura civil o edificio singular con especial rol de la geología, …).

Incorporación de la información escrita y gráfica en las marcas de posición. Referencias Bibliográficas y Cartográficas básicas.

Elaboración de archivos .kml, .kmz con la información.

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA incorporada

El inventario de puntos/localizaciones puede mostrarse sobre diversas posibilidades de cartografía de base implementada en Google Earth:

•CARTOGRAFÍA existente en formato kmz. El Instituto Geológico y Minero de España (www.igme.es) ofrece las siguientes cartografías para descarga en formato kmz:

Cartografía_Geologica/IGME_Geologico_1M (Figura 3)

Cartografía_Geologica/IGME_Geologico_200

Cartografía_Geologica/IGME_Geode_50 (Figura 4)

Cartografía_Geologica/IGME_MAGNA_50 (Figura 5)

•CARTOGRAFÍA en formato de imagen, incorporada mediante la opción de superposición de imágenes de la que dispone la aplicación Google Earth.

En la aplicación, pueden cargarse simultáneamente diversas posibilidades, activando para trabajar aquella(s) que resulte(n) más idónea(s) en función de los objetivos pretendidos en cada momento. Sin embargo, la carga de excesivas capas suele ocasionar problemas de funcionamiento de la aplicación.

En el marco de este proyecto, se ha llevado a cabo la superposición y ajuste de la siguiente cartografía en formato jpg:

-Superposición de la cartografía geológica de la provincia de Zamora E 1:400.000 (Figura 6), recortada del Mapa Geológico E 1:400.000 realizado por SIEMCALSA (1997).

-Superposición de las Hojas Geológicas E 1:50.000 de la provincia de Zamora (Figuras 7 y 8), descargadas de www.igme.es en formato imagen (.jpg).

Se han realizado, de forma independiente, archivos (.kmz) del mapa sintético de la provincia de Zamora E 1:400.000 y de las hojas geológicas E 1:50.000 superpuestas. Dependiendo de las necesidades particulares y de los objetivos pretendidos, las hojas geológicas E 1:50.000 pueden agruparse en carpetas (y realizarse los archivos .kmz correspondientes), en base a distintos criterios: criterios geográficos (por ejemplo, por comarcas de la provincia), criterios geológicos (por unidades geológicas),… La forma de agrupación puede variarse, en cualquier momento, ajustándola a un nuevo criterio. La opacidad de las imágenes puede modificarse en sus propiedades, dotándolas de transparencia para poder visualizar elementos del fondo (imagen de satélite) y la relación geología y relieve.

La figura 8 muestra la cartografía geológica E 1:50.000 de la provincia, superpuesta en Google Earth. Se presenta agrupada en dos carpetas (correspondientes a dos archivos .kmz) basadas en las dos grandes unidades geológicas aflorantes en Zamora: Macizo Varisco (o Hercínico) y Cuenca Cenozoica del Duero, mitad occidental y mitad oriental de la provincia respectivamente. Dependiendo de lo que se encuentre activado (visibilidad activada), podrán verse todas las hojas geológicas superpuestas sobre la imagen de satélite (Figura 8), las correspondientes a una de las unidades geológicas (Figuras 9 y 10) o las hojas independientes que se elijan (Figura 11).

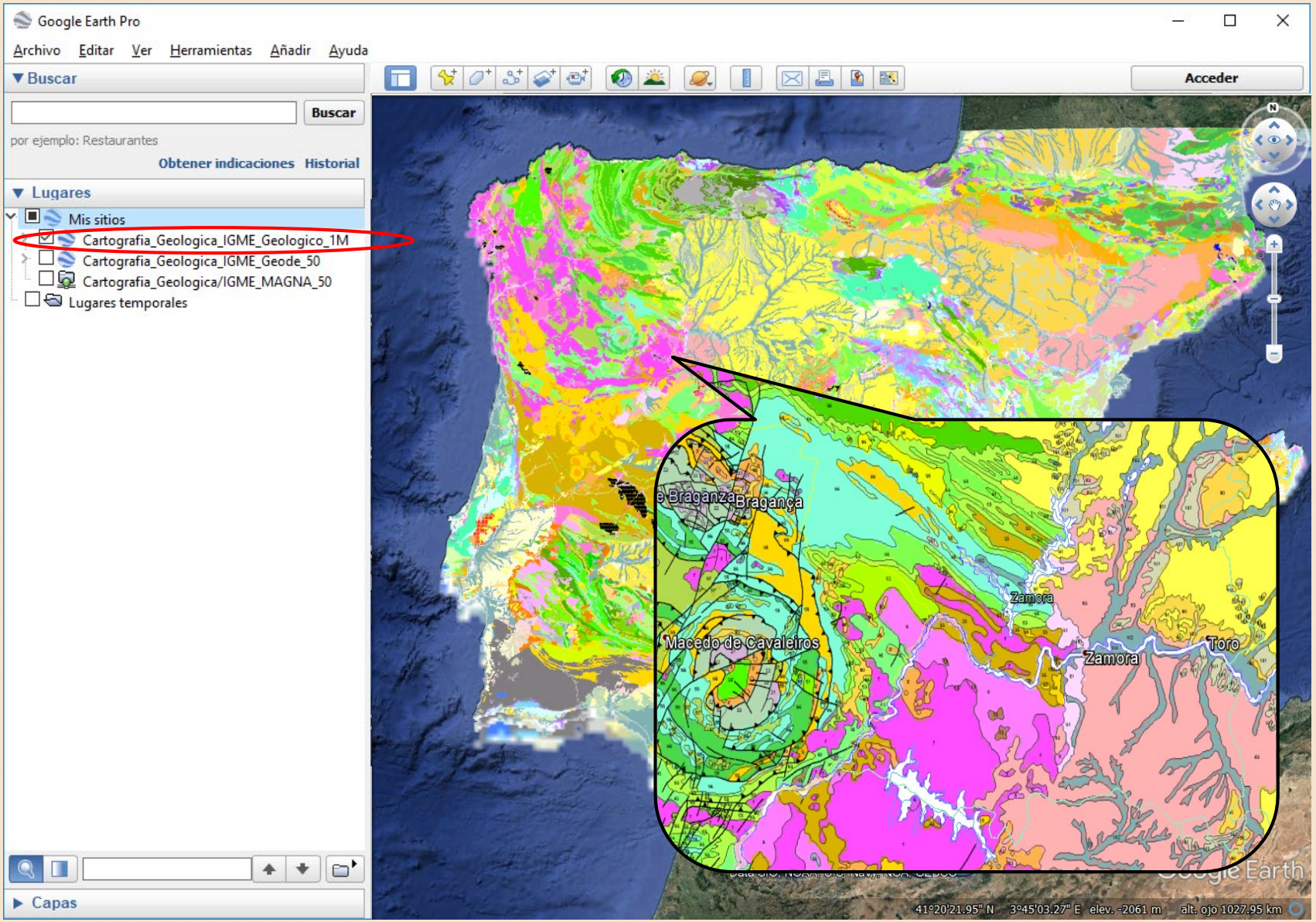


Figura 3. Cartografía_Geologica/IGME_Geologico_1M.

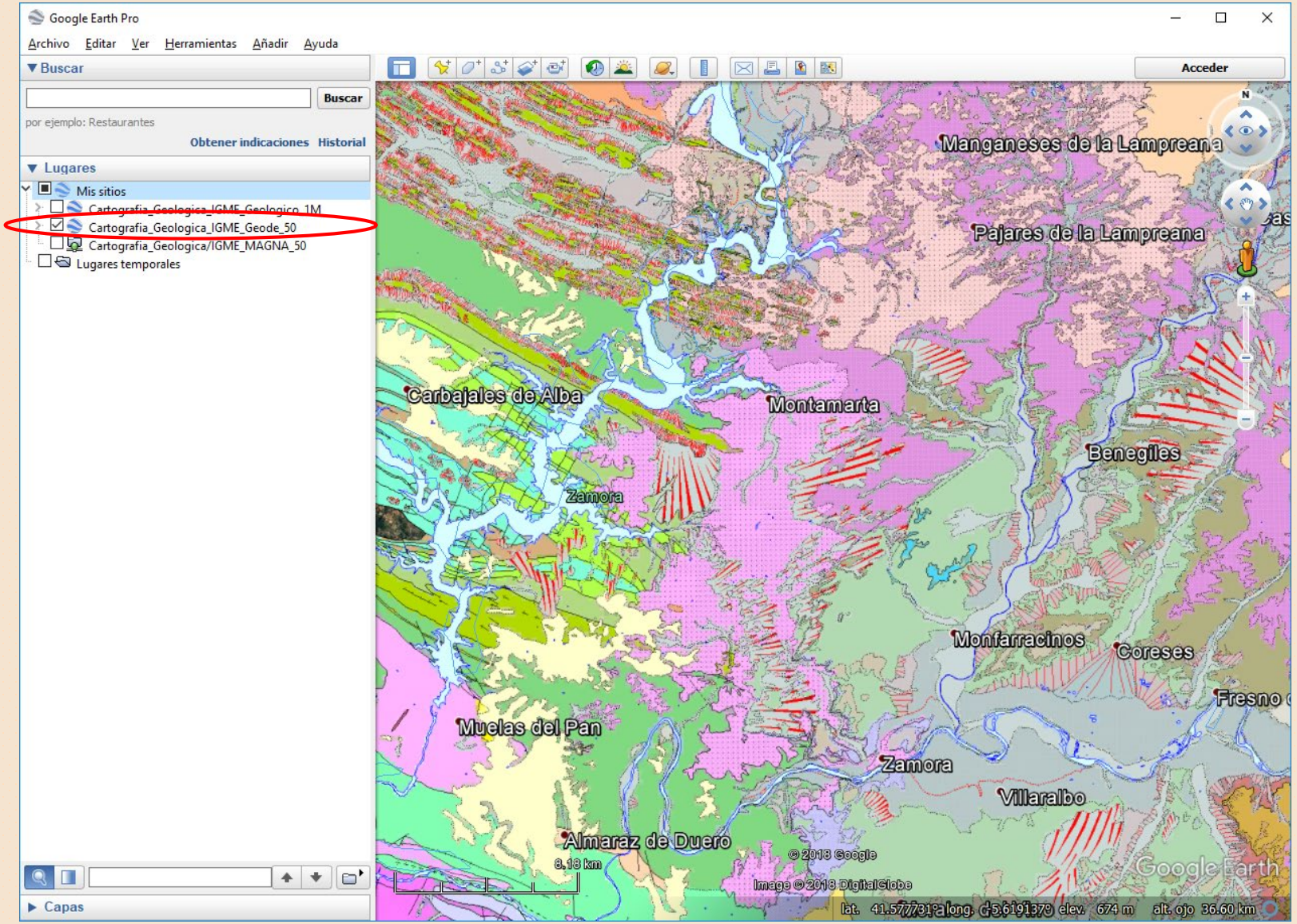


Figura 4. Cartografía_Geologica/IGME_Geode_50.

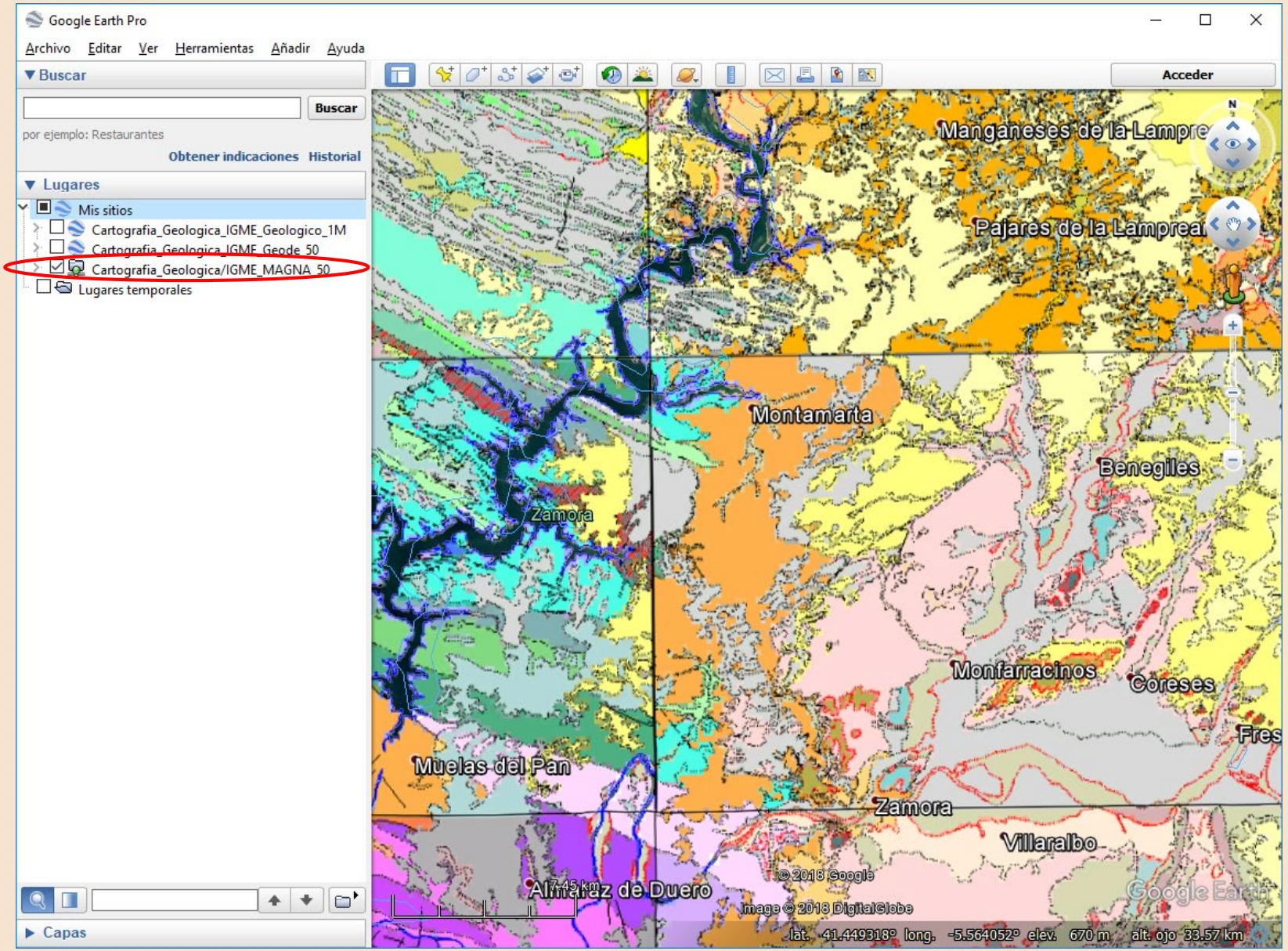


Figura 5. Cartografía_Geologica/IGME_MAGNA_50 .

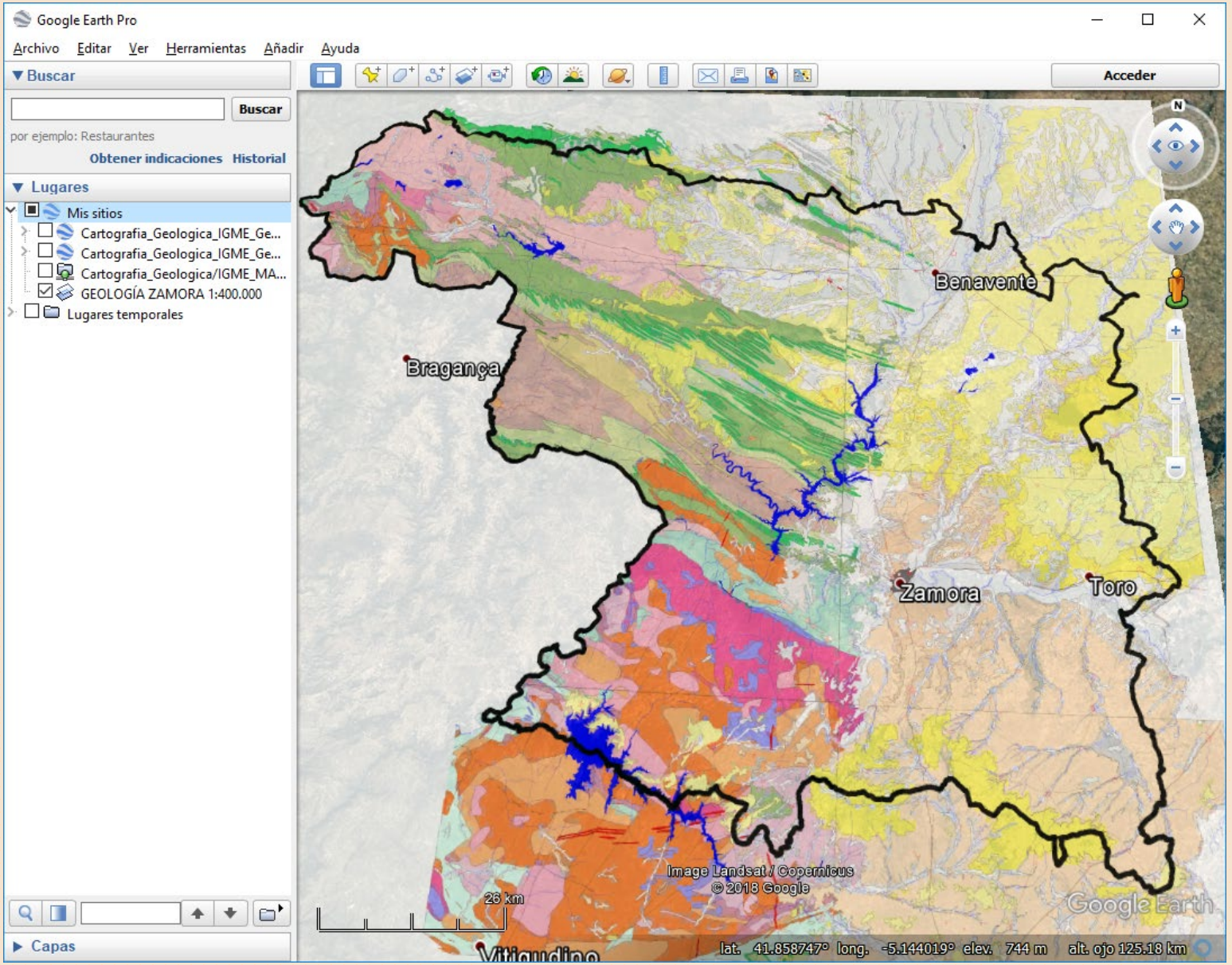
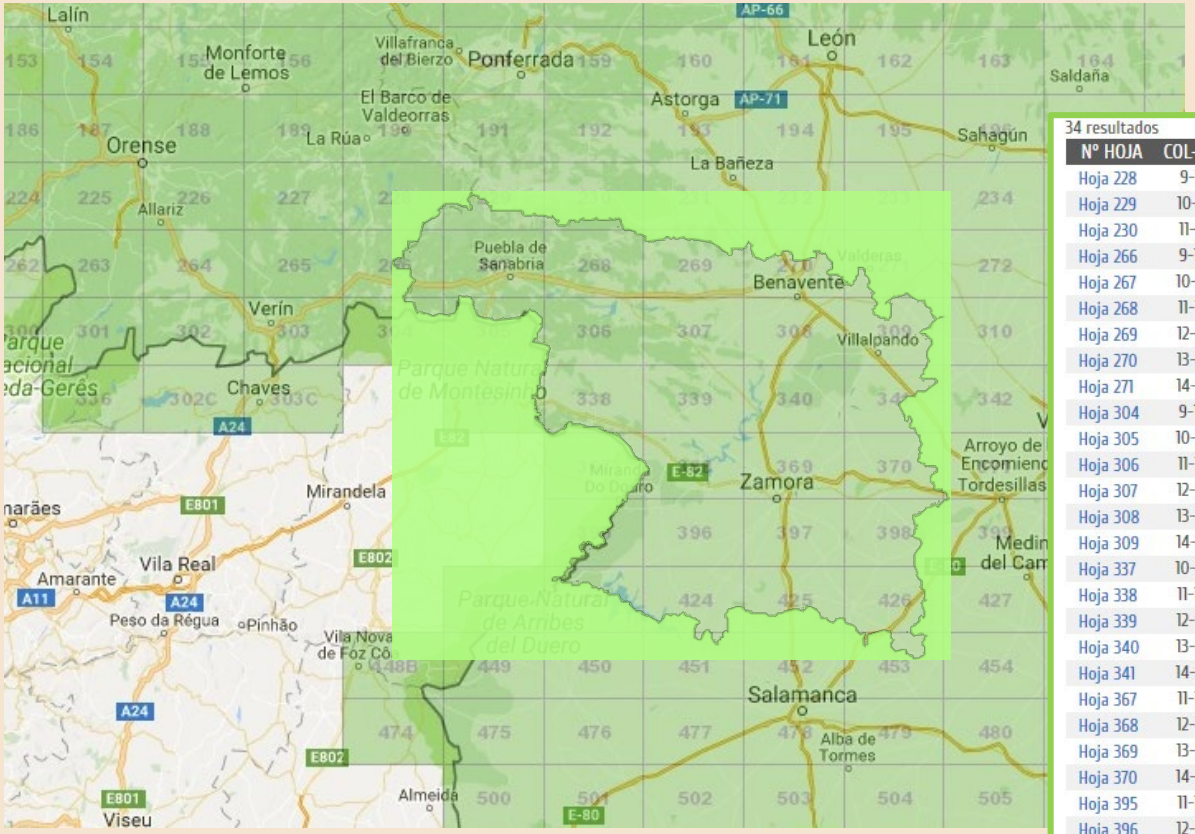


Figura 6. Superposición de la cartografía geológica de la provincia de Zamora E 1:400.000. Fuente: Mapa Geológico E 1:400.000 realizado por SIEMCALSA (1997).



34 resultados

Nº HOJA	COL-FIL	NOMBRE
Hoja 228	9-11	VIANA DEL BOLLO
Hoja 229	10-11	ENCINEDO
Hoja 230	11-11	CASTROCONTRIGO
Hoja 266	9-12	LA GUDIÑA
Hoja 267	10-12	PUEBLA DE SANABRIA
Hoja 268	11-12	MOLEZUELAS DE LA CARBALLEDA
Hoja 269	12-12	ARRABALDE
Hoja 270	13-12	BENAVENTE
Hoja 271	14-12	VALDERAS
Hoja 304	9-13	HERMISENDE
Hoja 305	10-13	CALABOR
Hoja 306	11-13	VILLARDECIERVOS
Hoja 307	12-13	FERRERAS DE ABAJO
Hoja 308	13-13	VILLAFÁFILA
Hoja 309	14-13	VILLALPANDO
Hoja 337	10-14	LATEDO
Hoja 338	11-14	ALCAÑICES
Hoja 339	12-14	MORERUELA DE TÁBARA
Hoja 340	13-14	MANGANESES DE LA LAMPREANA
Hoja 341	14-14	SAN PEDRO DE LATARCE
Hoja 367	11-15	CASTRO DE ALCAÑICES
Hoja 368	12-15	CARBAJALES DE ALBA
Hoja 369	13-15	CORESES
Hoja 370	14-15	TORO
Hoja 395	11-16	MUGA DE SAYAGO
Hoja 396	12-16	PERERUELA
Hoja 397	13-16	ZAMORA
Hoja 398	14-16	CASTRONUÑO
Hoja 423	11-17	FERMOSELLE
Hoja 424	12-17	ALMEIDA
Hoja 425	13-17	VILLAMOR DE LOS ESCUDEROS
Hoja 426	14-17	FUENTESAUCO
Hoja 451	12-18	LEDESMA
Hoja 453	14-18	CANTALPINO

Figura 7. Hojas Geológicas E 1:50.000 de la provincia de Zamora.

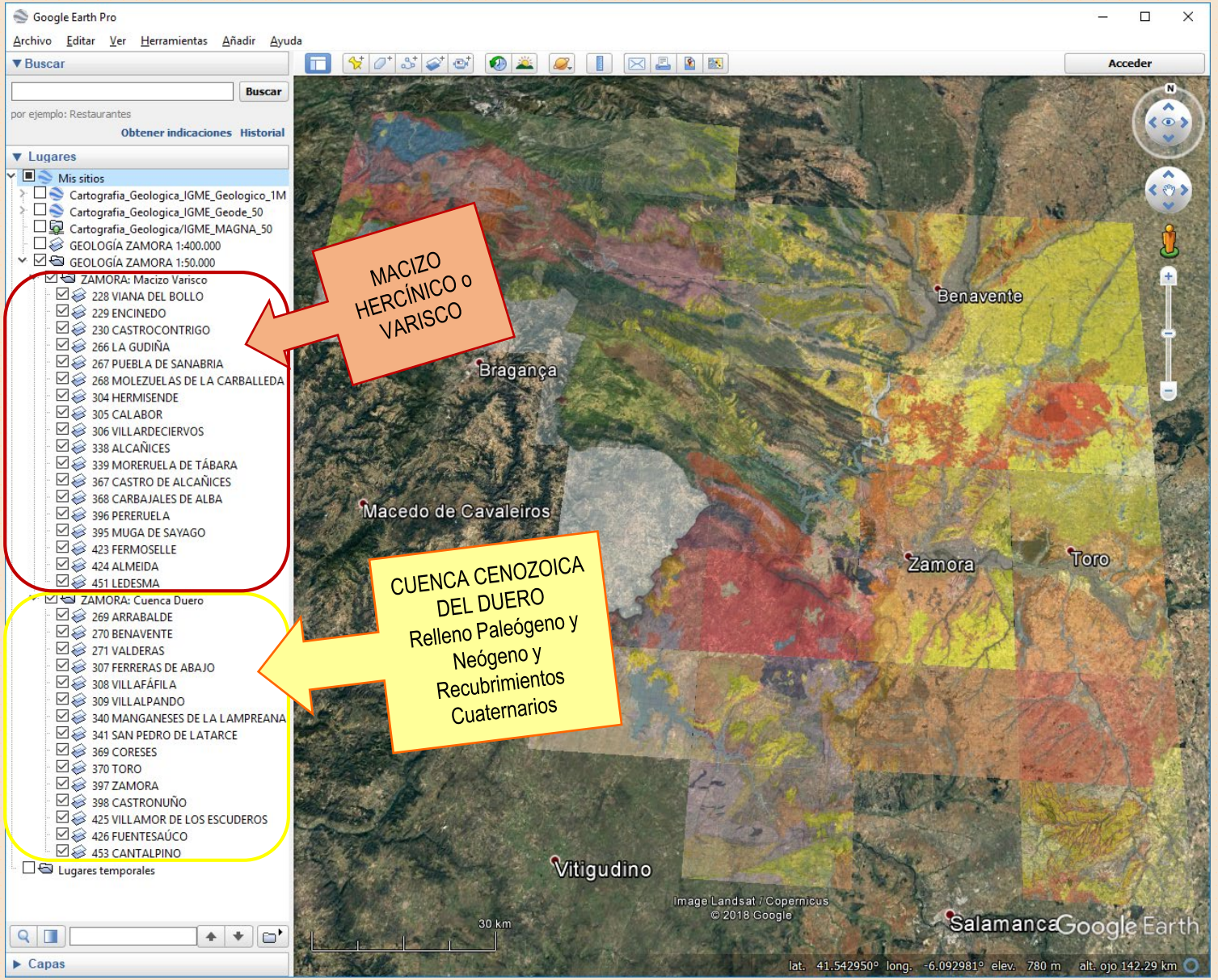


Figura 8. Cartografía geológica de la provincia de Zamora E 1:50.000, descargada en formato imagen de www.igme.es y superpuesta en Google Earth. Agrupación realizada en función de las unidades geológicas: Macizo Varisco y Cuenca del Duero. En esta figura, está activada la visibilidad de todas las hojas geológicas.

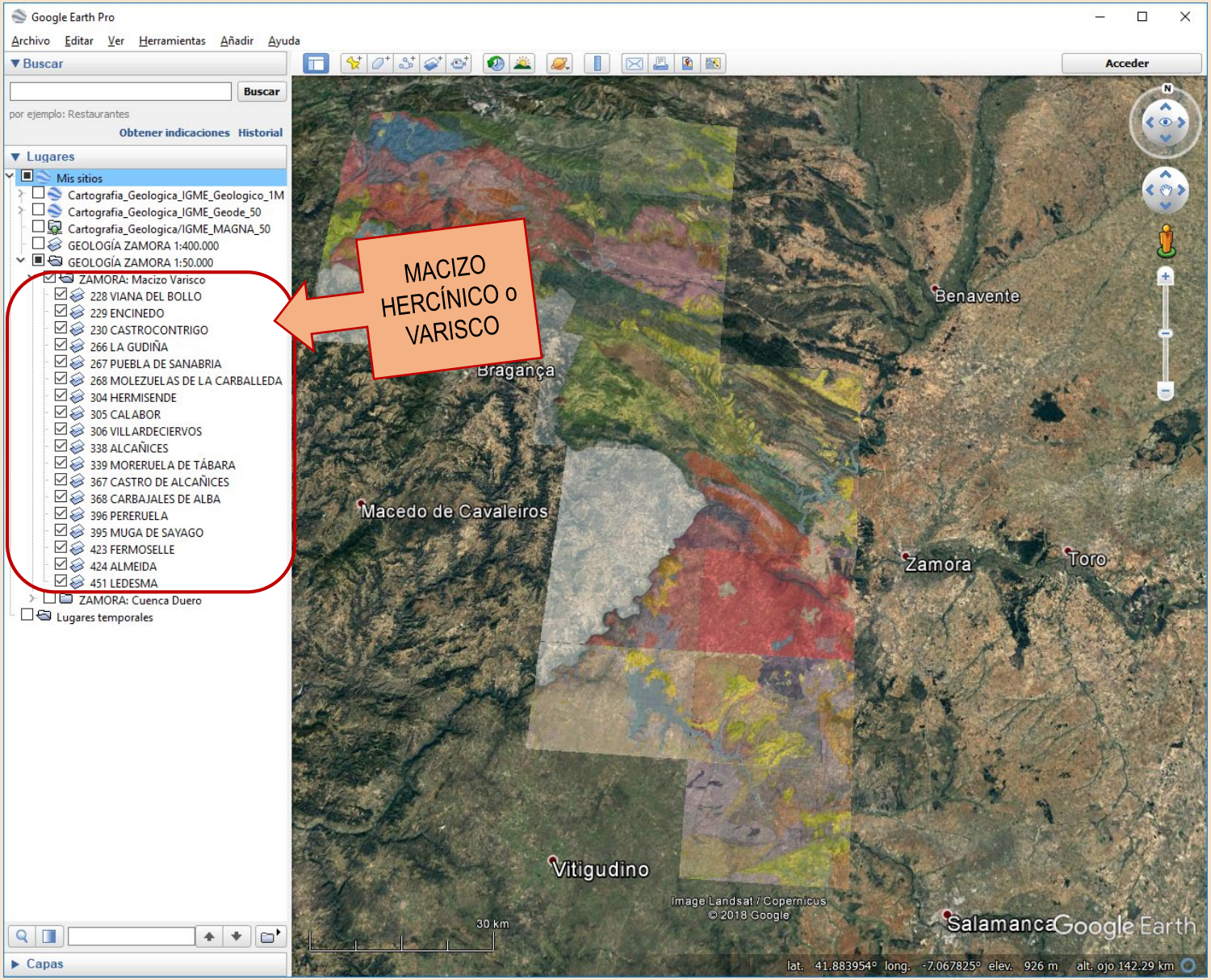


Figura 9. Cartografía geológica de la provincia de Zamora E 1:50.000, descargada en formato imagen de www.igme.es y superpuesta en Google Earth. Esta figura solamente muestra visibles las hojas geológicas correspondientes a la mitad occidental de la provincia (Unidad geológica: Macizo Varisco).

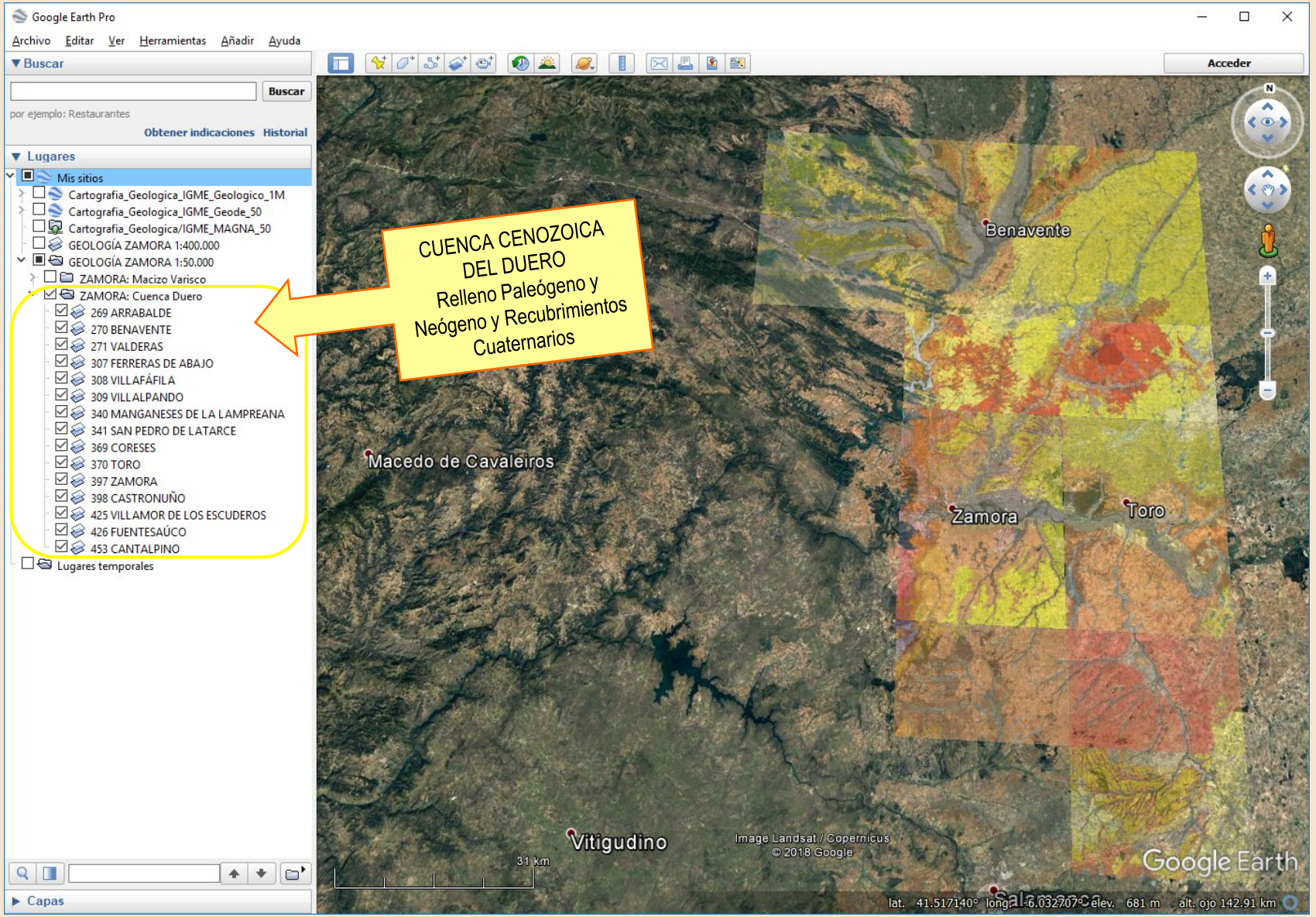


Figura 10. Cartografía geológica de la provincia de Zamora E 1:50.000, descargada en formato imagen de www.igme.es y superpuesta en Google Earth. Esta figura solamente muestra visibles las hojas geológicas correspondientes a la mitad oriental de la provincia (Unidad geológica: Cuenca del Duero).

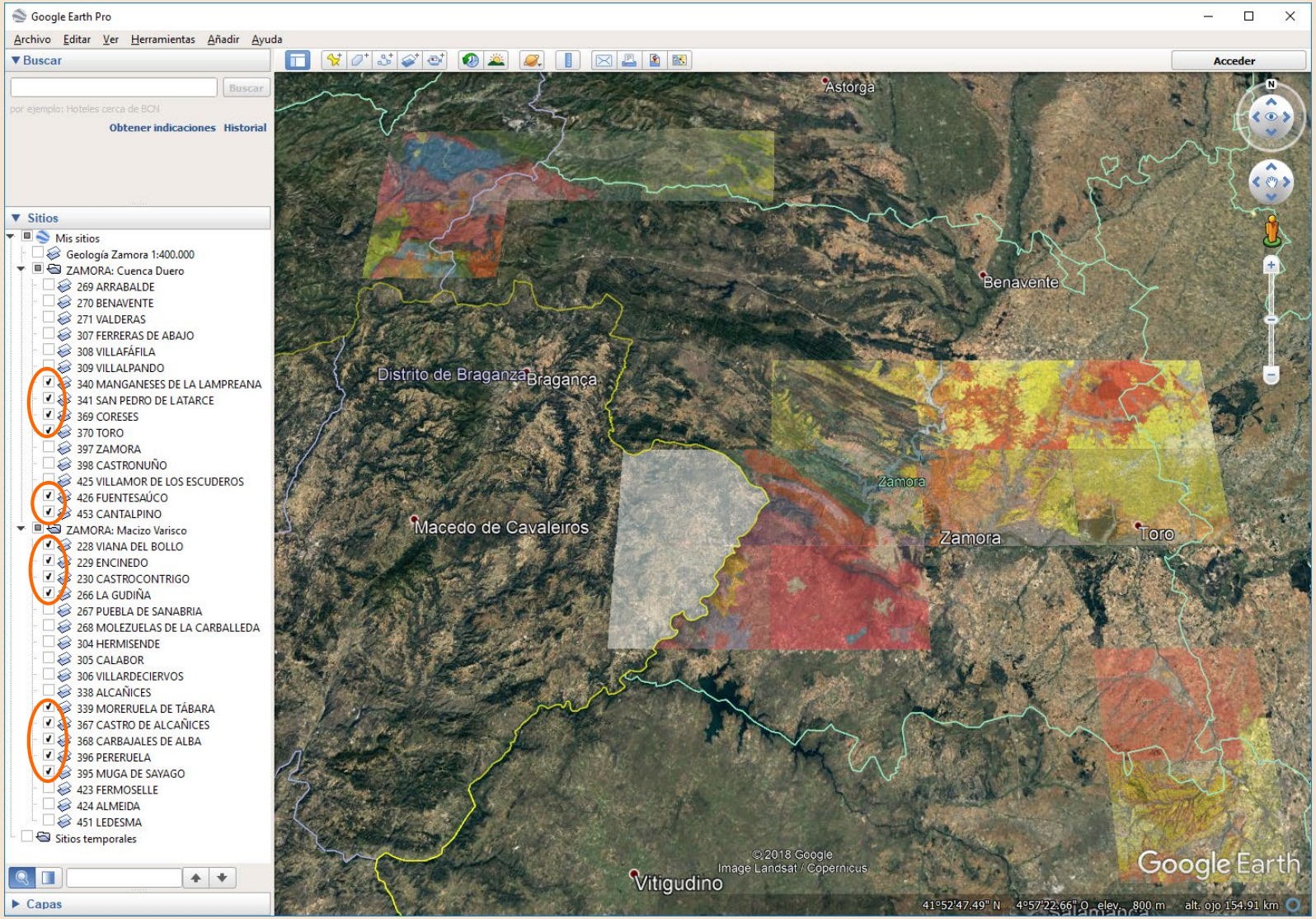


Figura 11. Cartografía geológica de la provincia de Zamora E 1:50.000, descargada en formato imagen de www.igme.es y superpuesta en Google Earth. Ejemplo de la posibilidad de visualizar únicamente una serie de hojas geológicas determinadas.

Señalización y presentación de las LOCALIZACIONES

Cada afloramiento/zona/estructura de ingeniería se ha localizado con una marca de posición principal, en cuya descripción se ha integrado información escrita, recursos gráficos (fotografías y, en algún caso concreto, esquemas o dibujos) y referencias bibliográficas y recursos web. En algunas localizaciones, la marca con la información general va acompañada de marcas complementarias. En ellas, se han incorporado fundamentalmente imágenes que completan la información de la marca principal: imágenes de paisajes asociados o de formas concretas de modelado presentes, detalles de los afloramientos, distintas partes de la estructura de algunas obras singulares, … La posibilidad de variar el diseño de los iconos, así como sus características y las de su etiqueta (Figura 12), ha permitido diferenciar las distintas entidades de marcas de posición -principal o complementarias- (Figura 13), mediante iconos distintos y diferente tamaño del icono y de la etiqueta, y visualizar distintas temáticas o categorías, mediante cambios de color del icono. Estas características o ajustes pueden modificarse, en cualquier momento, dependiendo de las necesidades de uso o presentación de la información. Las coordenadas de las localizaciones pueden mostrarse en forma cartesiana o geográfica, dependiendo de cómo se ajusten las opciones de la aplicación.

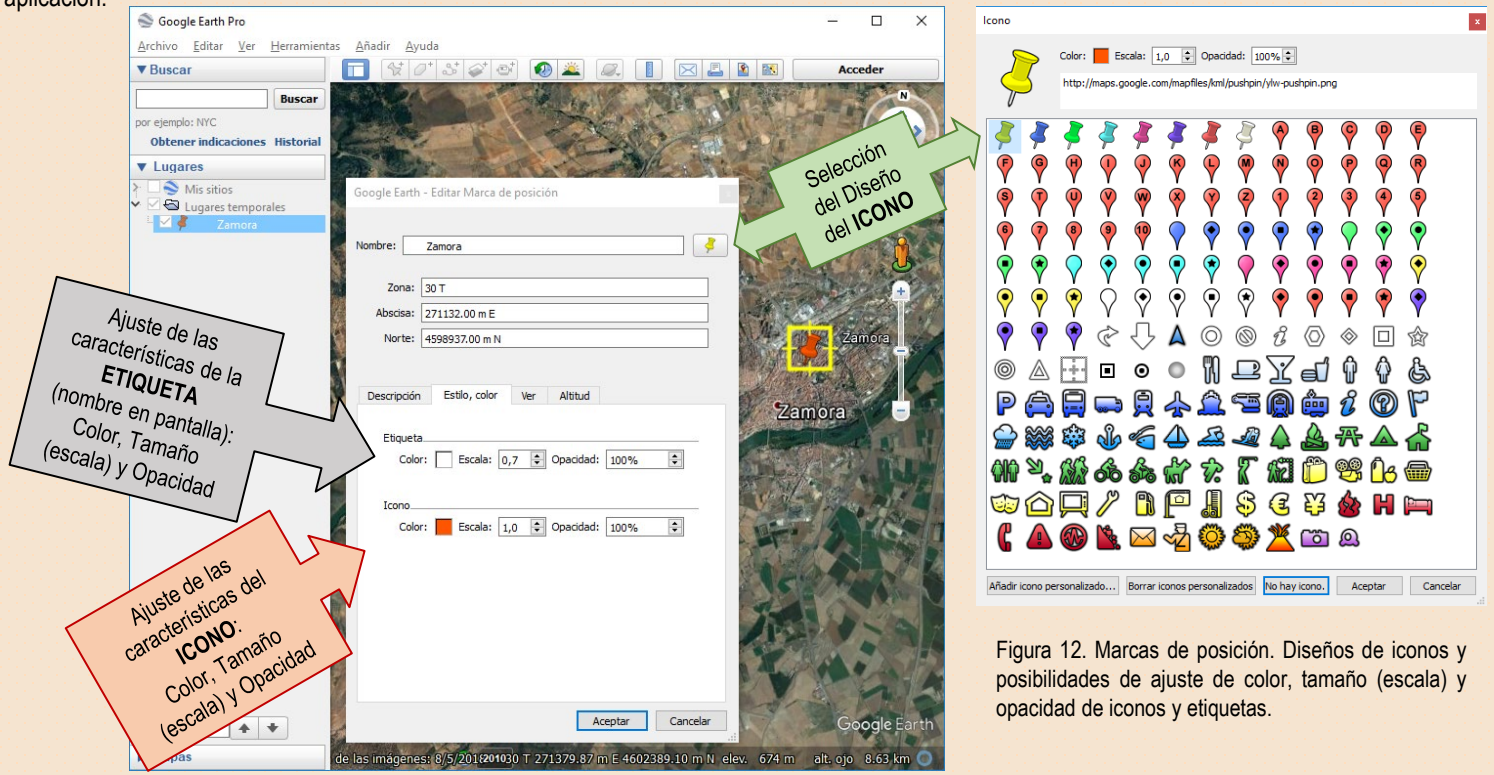


Figura 12. Marcas de posición. Diseños de iconos y posibilidades de ajuste de color, tamaño (escala) y opacidad de iconos y etiquetas.

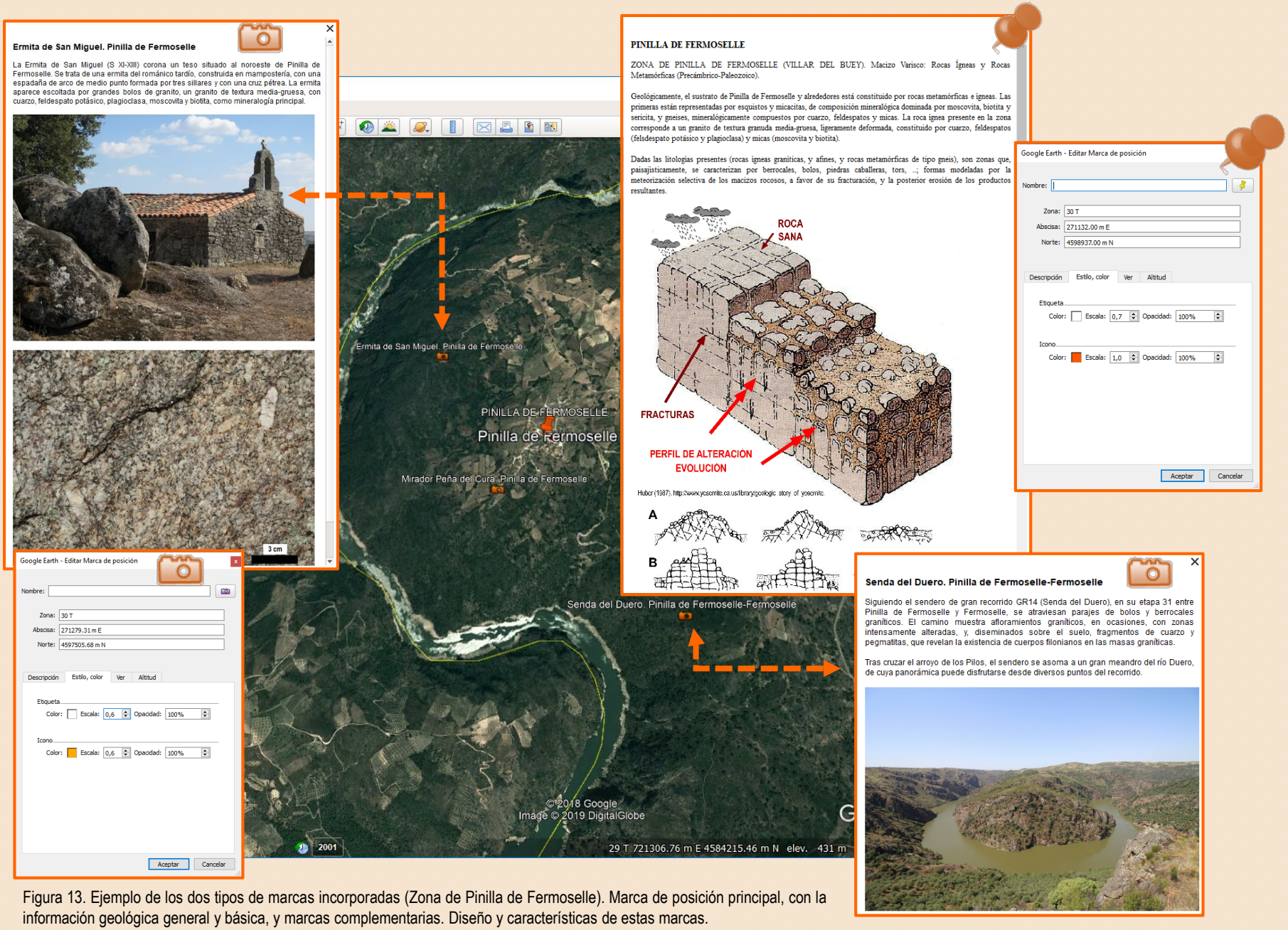


Figura 13. Ejemplo de los dos tipos de marcas incorporadas (Zona de Pinilla de Fermoselle). Marca de posición principal, con la información geológica general y básica, y marcas complementarias. Diseño y características de estas marcas.

Las localizaciones se han organizado en categorías y, dentro de estas, en subcategorias convenientemente jerarquizadas y materializadas en diferentes carpetas, con el fin de que todo el material esté bien estructurado y la información bien ordenada. Con este material organizado, se han realizado distintos archivos .kmz con la información.

Las temáticas abordadas son: Geología e Ingeniería.

En Geología, los distintos puntos, zonas o afloramientos se han organizado en función de la Unidad Geológica (Macizo Varisco o Hercínico y Cuenca Cenozoica del Duero). Dentro ya de cada unidad, se han agrupado en función de la edad y de las diferentes series/facies/formaciones representativas de los periodos de tiempo representados. Siempre se ha utilizado la cartografía como fundamental fuente de información y siempre se ha intentado simplificar y sintetizar para una mayor claridad.

En Ingeniería, se han realizado cuatro divisiones: Presas, Puentes, Túneles y Canteras.

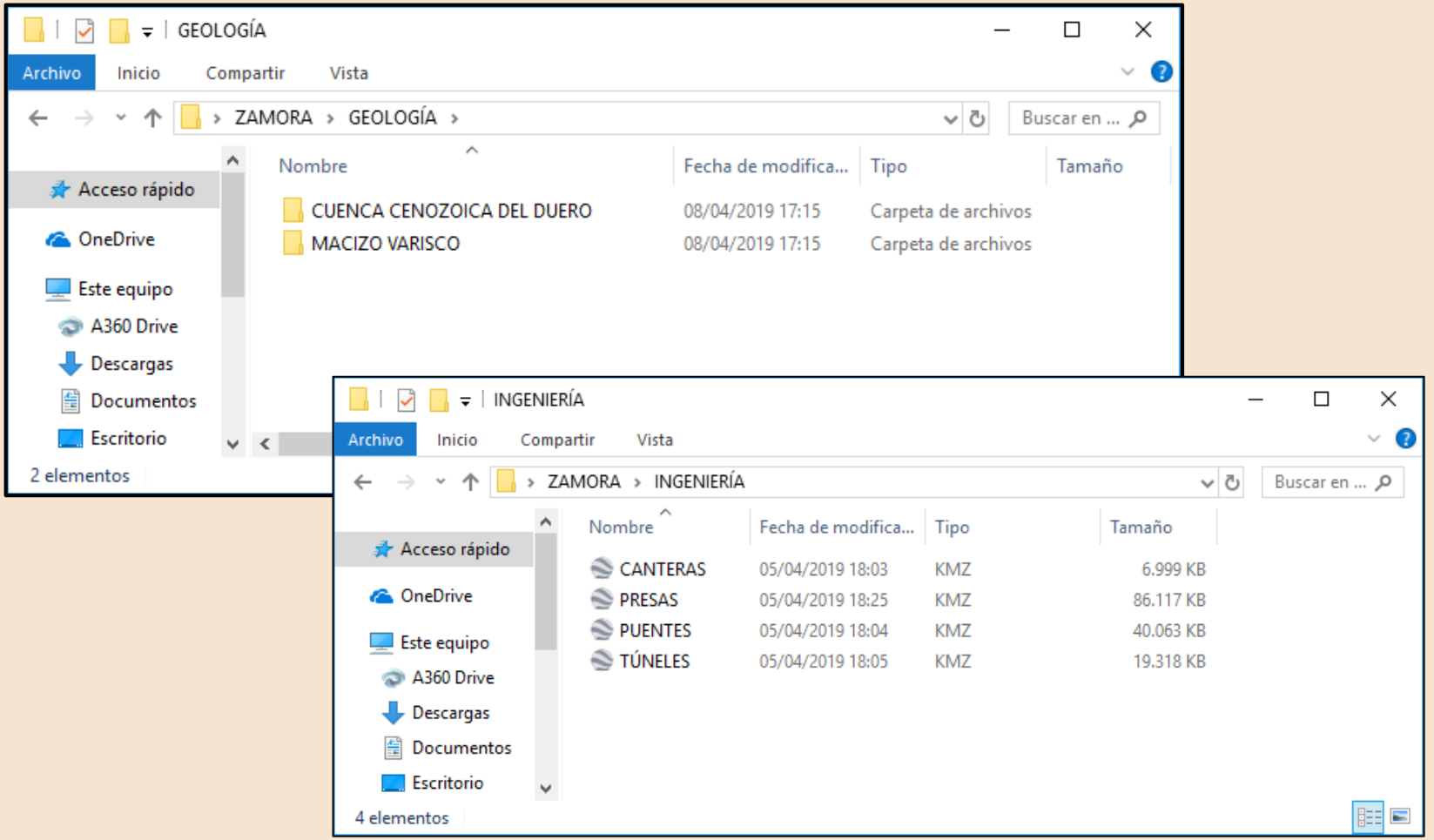
El siguiente apartado está dedicado a los resultados del trabajo realizado en el marco de este proyecto de innovación docente ID 2018/035. Se muestran las localizaciones, su organización y estructura, y ejemplos con la información integrada en las marcas; todo ello mediante capturas de pantalla de los archivos realizados.

RESULTADOS

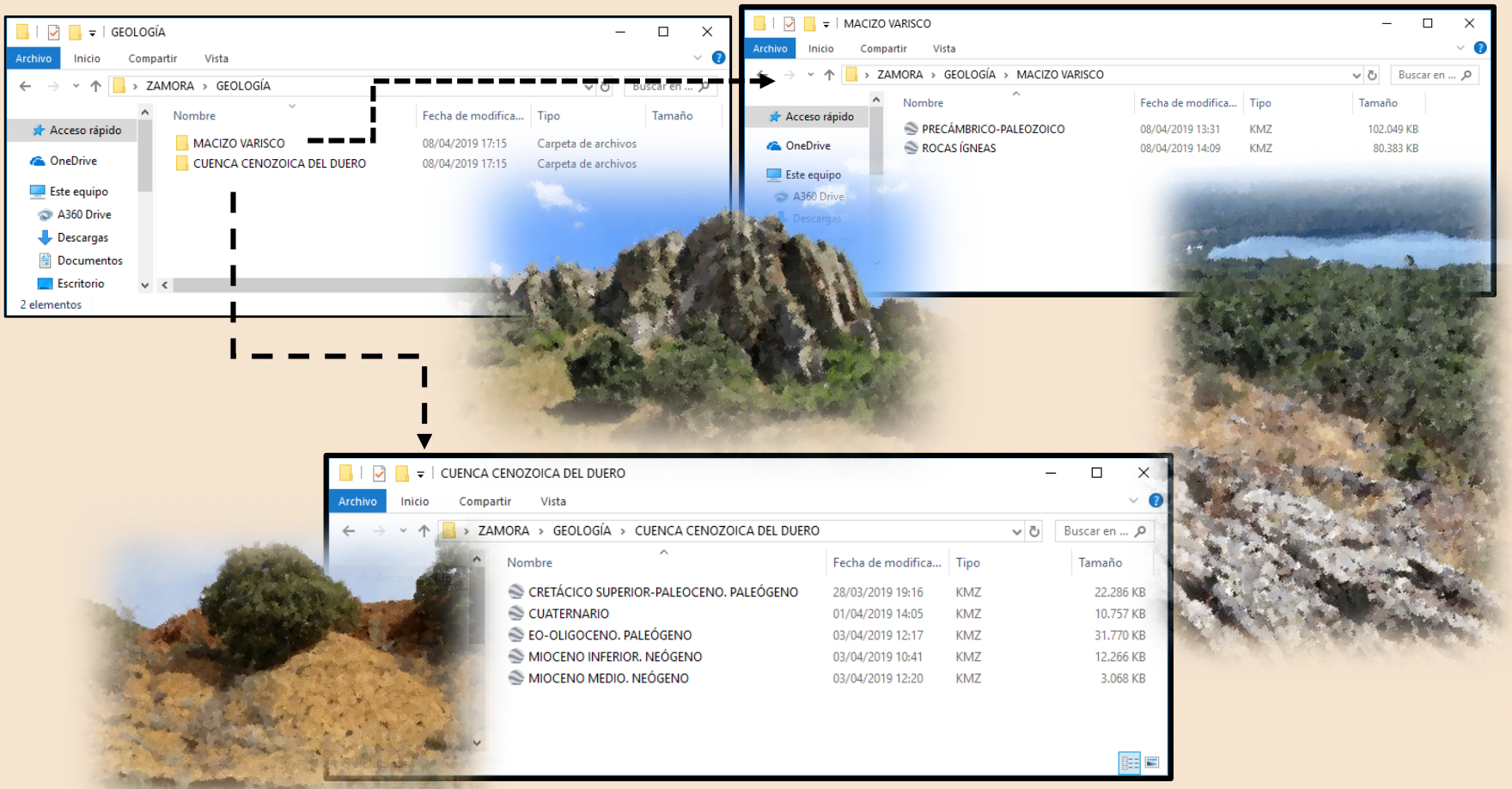
Granitos y Paisaje. Mirador de la Ermita de San Vicente. Abelón

RESULTADOS

Los puntos o zonas localizadas se han agrupado en dos temáticas: **GEOLOGÍA** e **INGENIERÍA**.



En relación con la **GEOLOGÍA**, se han localizado afloramientos de las dos grandes unidades geológicas de la provincia (Macizo Varisco y Cuenca Cenozoica del Duero), así como ejemplos de paisajes característicos. Dentro del Macizo Varisco (Figura 14), los puntos o zonas seleccionadas se han agrupado en ROCAS ÍGNEAS (Figuras 15 y 16 a-e) y Formaciones del PRECÁMBRICO-PALEOZOICO (Figuras 17 y 18 a-b). Dentro del relleno de la Cuenca del Duero (Figura 19), los afloramientos de las distintas series, formaciones o facies, definidas en la cartografía y bibliografía existentes, se han agrupado en función de la edad de los materiales: CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO (Figuras 20 y 21 a-c), EO-OLIGOCENO (Figuras 22 y 23), MIOCENO INFERIOR (Figuras 24 y 25 a-c), MIOCENO MEDIO (Figuras 26 y 27) y CUATERNARIO (Figuras 28, 29 y 30).



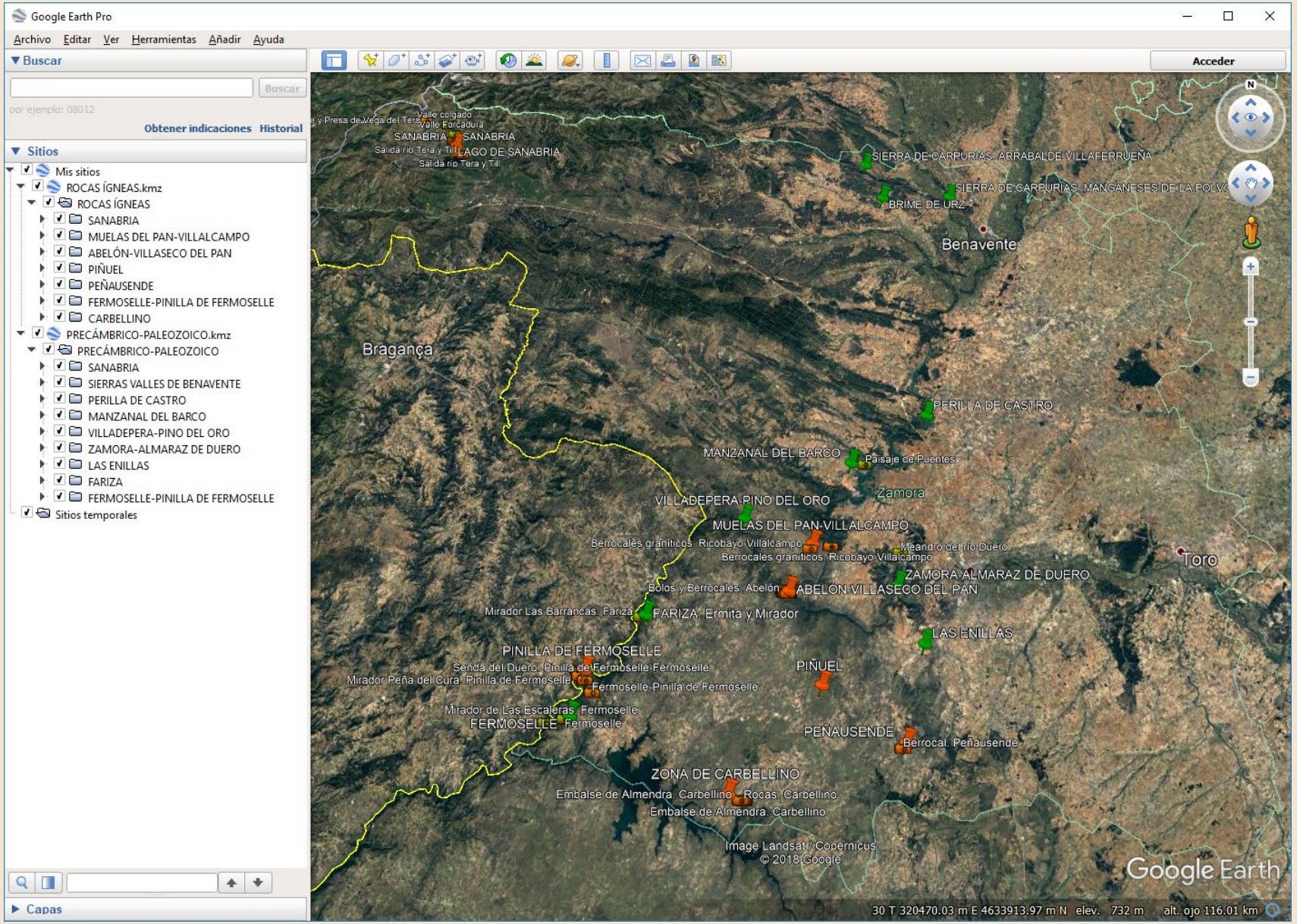


Figura 14. Macizo Varisco: afloramientos o zonas localizadas. Las etiquetas de las marcas incluyen descripciones, imágenes y referencias bibliográficas y web.

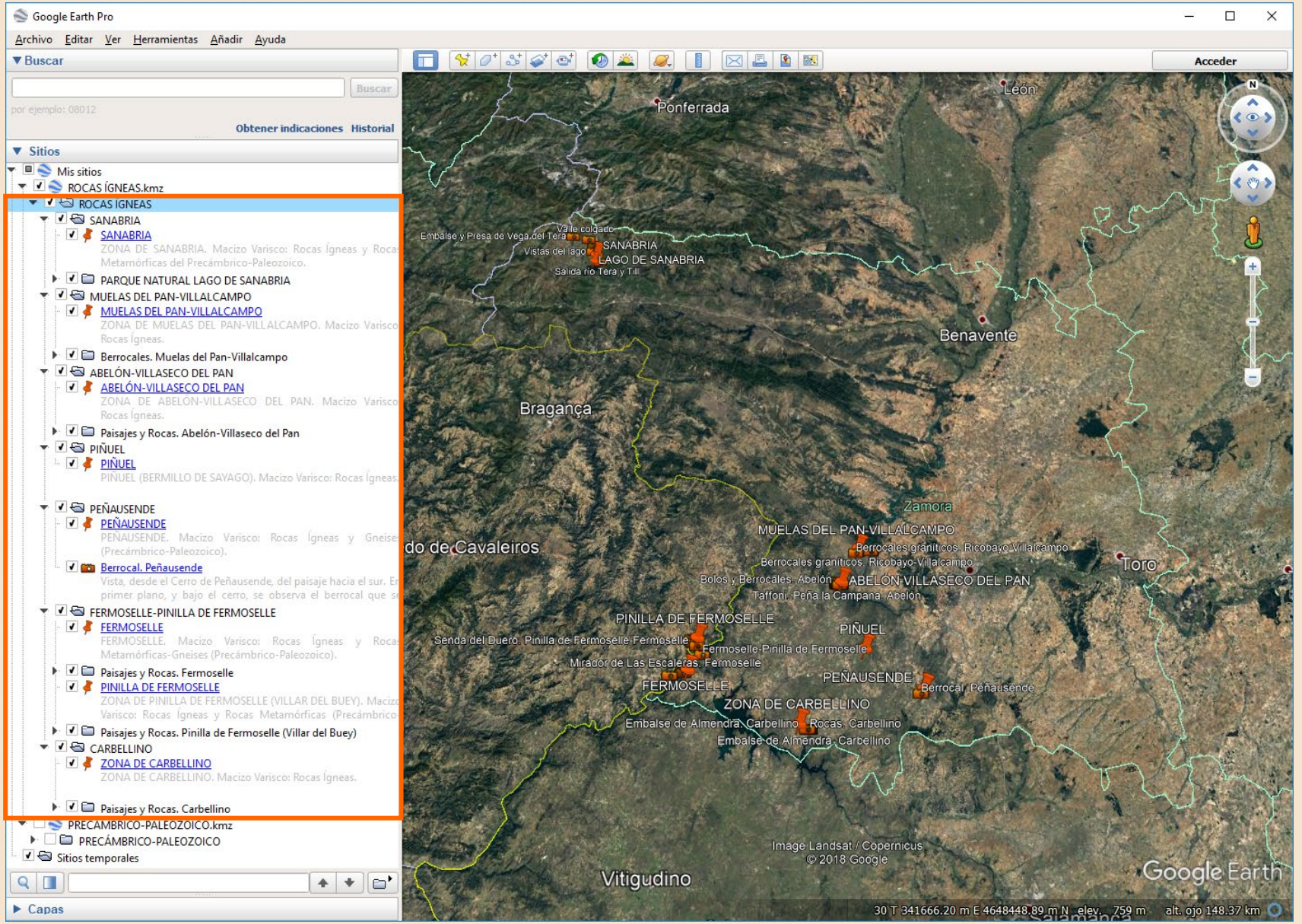


Figura 15. Macizo Varisco: Rocas Ígneas. Zonas localizadas.

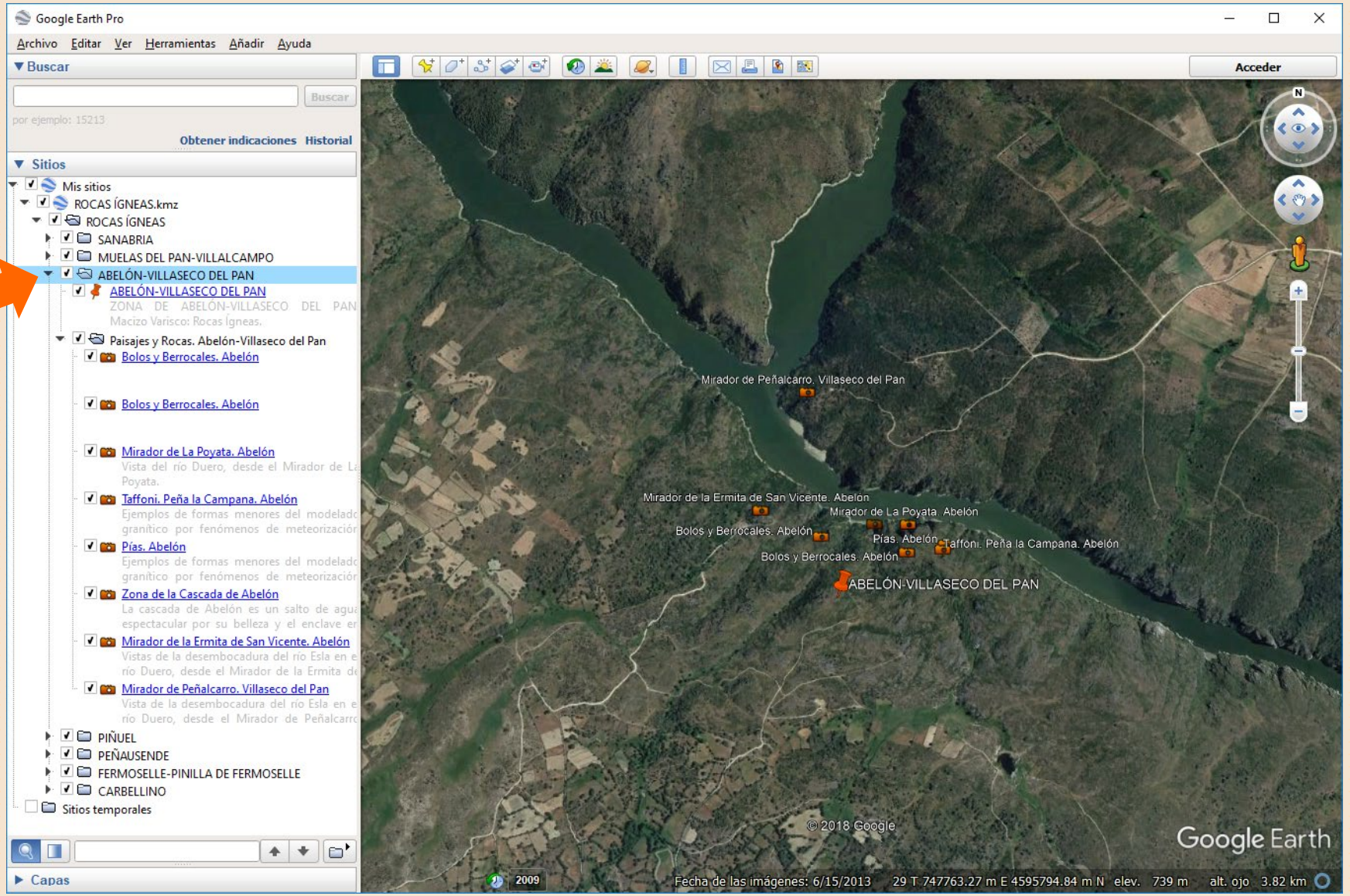


Figura 16a. Ejemplo de Rocas Ígneas: Abelón-Villaseco del Pan. Marca de posición con información general (icono chincheta) e imágenes complementarias (iconos cámara fotográfica).

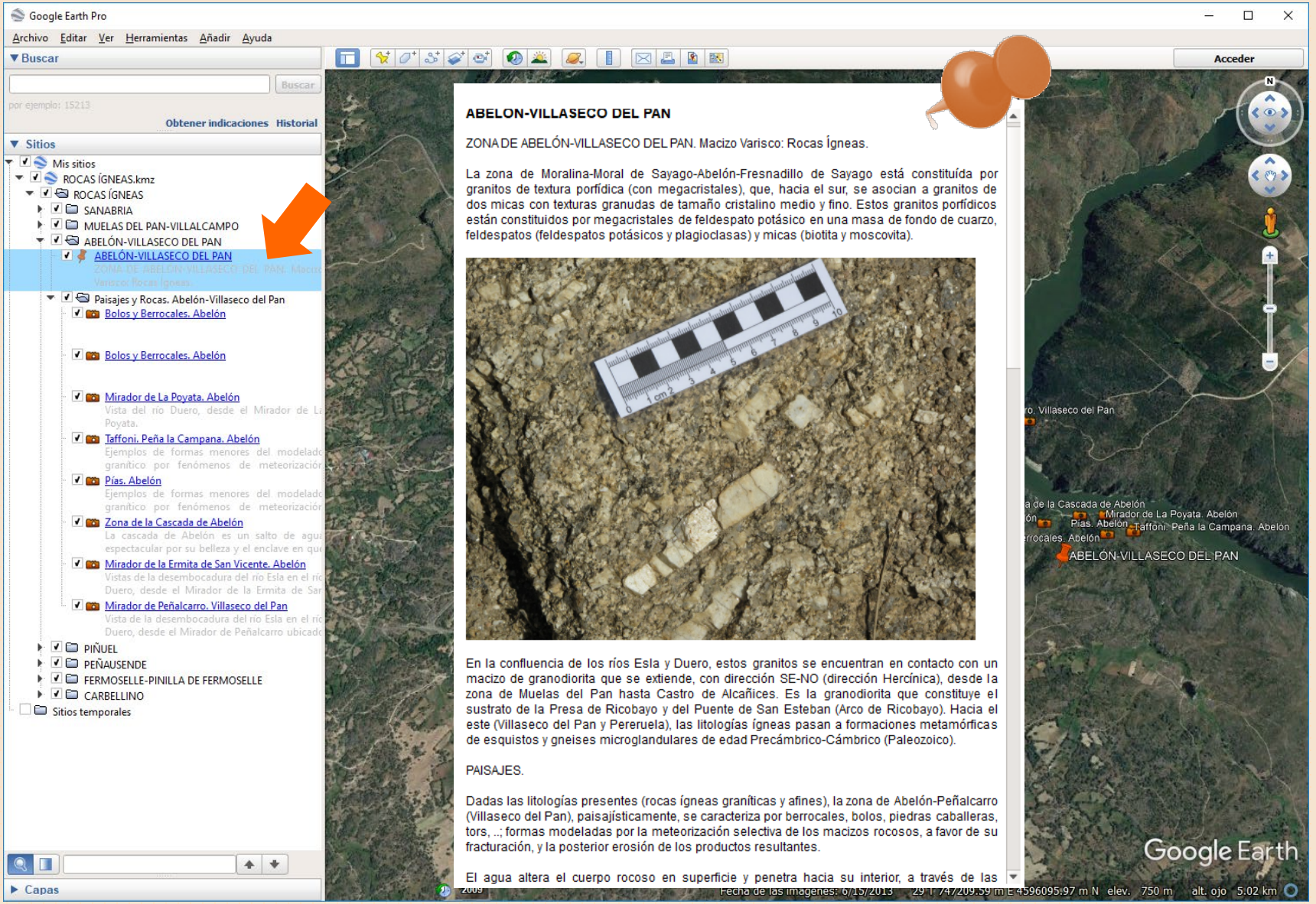


Figura 16b. Ejemplo de Rocas Ígneas: Abelón-Villaseco del Pan. Información general e ilustraciones integradas en la descripción de la marca de posición principal. Dada la cantidad de información incluida, no es posible visualizarla al completo, al desplegar la marca de posición, siendo preciso desplazar la barra derecha de la ventana. Por este motivo, se incluye a continuación un montaje con toda la información contenida (figura siguiente). Esto se repite en otros ejemplos de la memoria.

ABELÓN-VILLASECO DEL PAN

ZONA DE ABELÓN-VILLASECO DEL PAN. Macizo Varisco: Rocas Ígneas.

La zona de Moralina-Moral de Sayago-Abelón-Fresnadillo de Sayago está constituída por granitos de textura porfídica (con megacristales), que, hacia el sur, se asocian a granitos de dos micas con texturas granudas de tamaño cristalino medio y fino. Estos granitos porfídicos están constituidos por megacristales de feldespato potásico en una masa de fondo de cuarzo, feldespatos (feldespatos potásicos y plagioclasas) y micas (biotita y moscovita).

En la confluencia de los ríos Esla y Duero, estos granitos se encuentran en contacto con un macizo de granodiorita que se extiende, con dirección SE-NO (dirección Hercínica), desde la zona de Muelas del Pan hasta Castro de Alcañices. Es la granodiorita que constituye el sustrato de la Presa de Ricobayo y del Puente de San Esteban (Arco de Ricobayo). Hacia el este (Villaseco del Pan y Pereruela), las litologías ígneas pasan a formaciones metamórficas de esquistos y gneises microglandulares de edad Precámbrico-Cámbrico (Paleozoico).

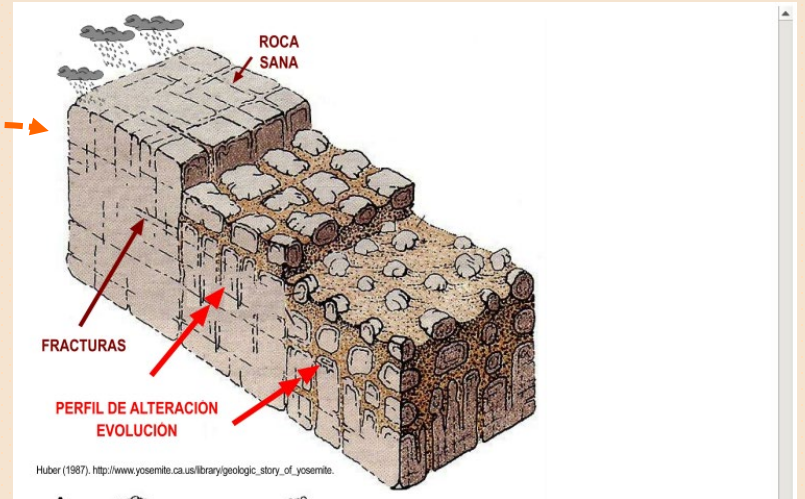
PAISAJES.

Dadas las litologías presentes (rocas ígneas graníticas y afines), la zona de Abelón-Peñalcarro (Villaseco del Pan), paisajísticamente, se caracteriza por berrocales, bolos, piedras caballeras, tors, ..; formas modeladas por la meteorización selectiva de los macizos rocosos, a favor de su fracturación, y la posterior erosión de los productos resultantes.

El agua altera el cuerpo rocoso en superficie y penetra hacia su interior, a través de las fracturas, provocando su progresiva alteración en profundidad. A escala mineralógica, la alteración química concreta que experimentan estas rocas es la hidrólisis de sus feldespatos y micas. Los bloques de roca definidos por la fracturación, originalmente paralelepipédicos, experimentan un redondeamiento gradual de sus contornos, adoptando formas esferoidales (bolos), dada la mayor alteración en los vértices (intersección de fracturas). Entre los bolos, la roca se va transformando progresivamente en una masa areno - arcillosa: cristales de cuarzo originales, no alterados; arcillas resultantes de la alteración de feldespatos y micas, y restos inalterados de estos últimos minerales. La progresión del proceso de alteración descrito y la posterior erosión de la masa arenizada dan lugar a un particular paisaje de domos degradados, con bloques esferoidales (bolos) en superficie, berrocales, caos de bloques y pedrizas. Además de las macroformas citadas, también aparecen diversas formas menores como taffonis, pías o gnammas,...

En todas estas formas de modelado, la meteorización física (crioclastia, termoclastia,...) contribuye a la desagregación y posterior disgregación del macizo rocoso (arenización), debiendo entenderse los mecanismos, que conducen a la génesis de estas morfologías graníticas, como un conjunto interrelacionado.

Estos paisajes aparecen en toda la zona occidental de la provincia (Macizo Varisco), allí donde dominan las litologías ígneas, esencialmente graníticas o granodioríticas, y los gneises. En las zonas señalizadas en este trabajo, existen numerosos ejemplos: entorno del embalse de Ricobayo (Presa y Puente de San Esteban -Arco de Ricobayo-), entorno del embalse de Almendra, con ejemplos muy bonitos en la zona de Carbellino y en el propio embalse, alrededores de Fermoselle-Pinilla de Fermoselle,...



Evolución subaérea de formas graníticas (basado en Brook, 1978)

Brooks, G.A. (1978). A new approach to the study of inselberg landscapes. Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband, 31.

INFORMACIÓN GEOLÓGICA:

- Fadón, O. (2011): Geología de Zamora. www.siemcalsa.com
- Gutiérrez Elorza, M. (2008): Geomorfología. Pearson Educación. Madrid.
- IGME. GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España. E 1:50.000. Zonas Z1300 (Centro Ibérica. Dominio del Ollo de Sapo) y Z2300 (Cuenca del Duero-Almazán). www.igme.es
- Monroe, J. S.; Wicander, R. y Pozo, M. (2008): Geología. Dinámica y evolución de la tierra. Ed. Paraninfo.
- Pedraza, J. (1996): Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones. Ed. Rueda.
- Roldán Torres, R.; Lazuen Alcón, F. J. y Gabaldón López, V. (1980): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Pereruela (396). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E. www.igme.es
- SIEMCALSA (1997): Mapa Geológico de Castilla y León. E 1:400.000. Ed. Junta de Castilla y León. www.siemcalsa.com
- Tarbuck, E.J.& Lutgens, F.K. (2010): Ciencias de la Tierra. Pearson Educación. Madrid. Volúmenes I y II.
- Twidale, Ch. R. (1992): Granite landforms. Ed. Elsevier.
- Vera, J.A. (editor) (2004): Geología de España. SGE – IGME, Madrid. 890 p.

Indicaciones: Hasta aquí - Desde aquí

Figura 16c. Ejemplo de Rocas Ígneas: Abelón-Villaseco del Pan (continuación). Montaje con toda la información contenida en la descripción de la marca de posición principal (general).

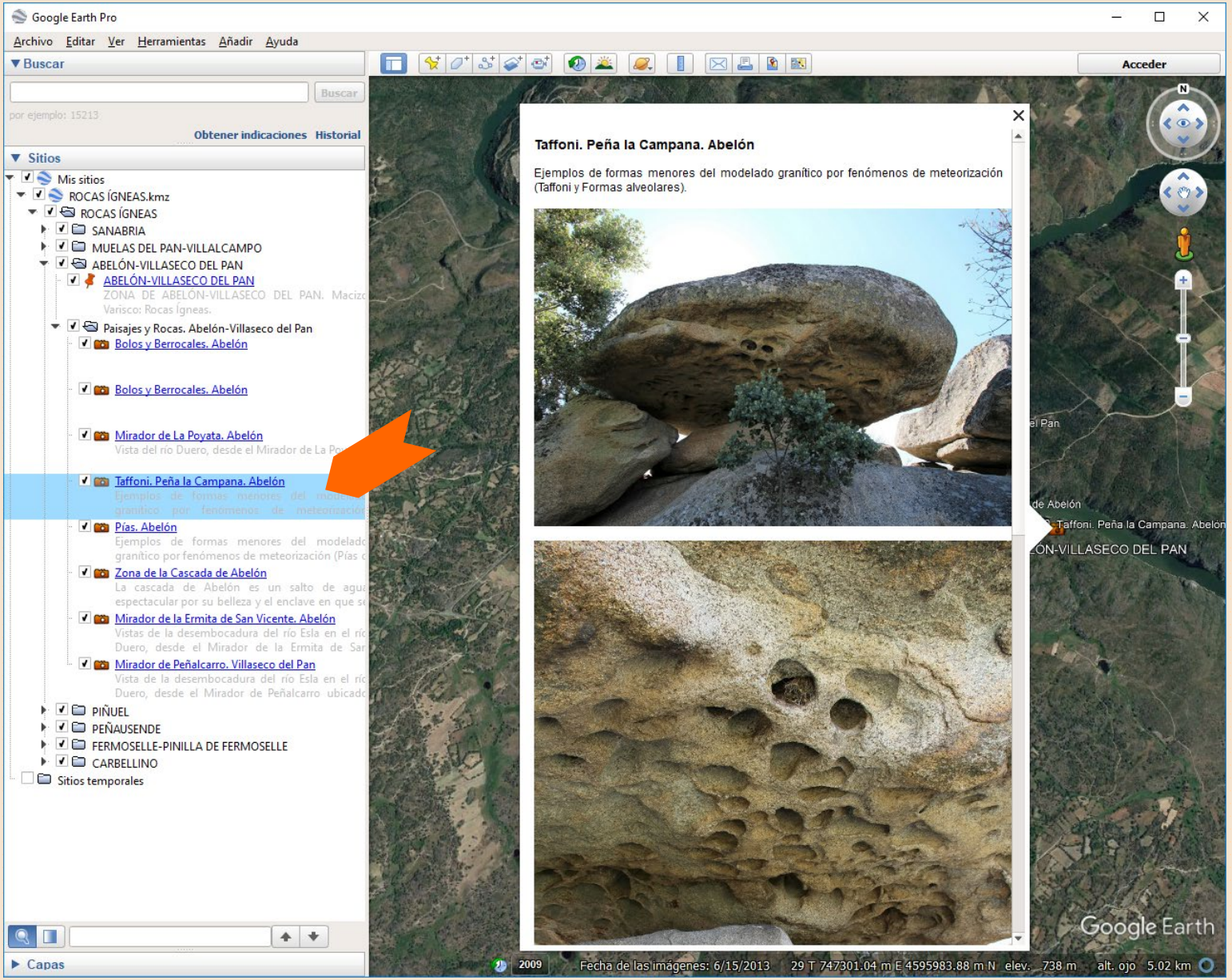


Figura 16d. Ejemplo de Rocas Ígneas: Abelón-Villaseco del Pan (continuación). Imágenes complementarias incorporadas a Google Earth: Taffoni. Peña la Campana (Abelón).

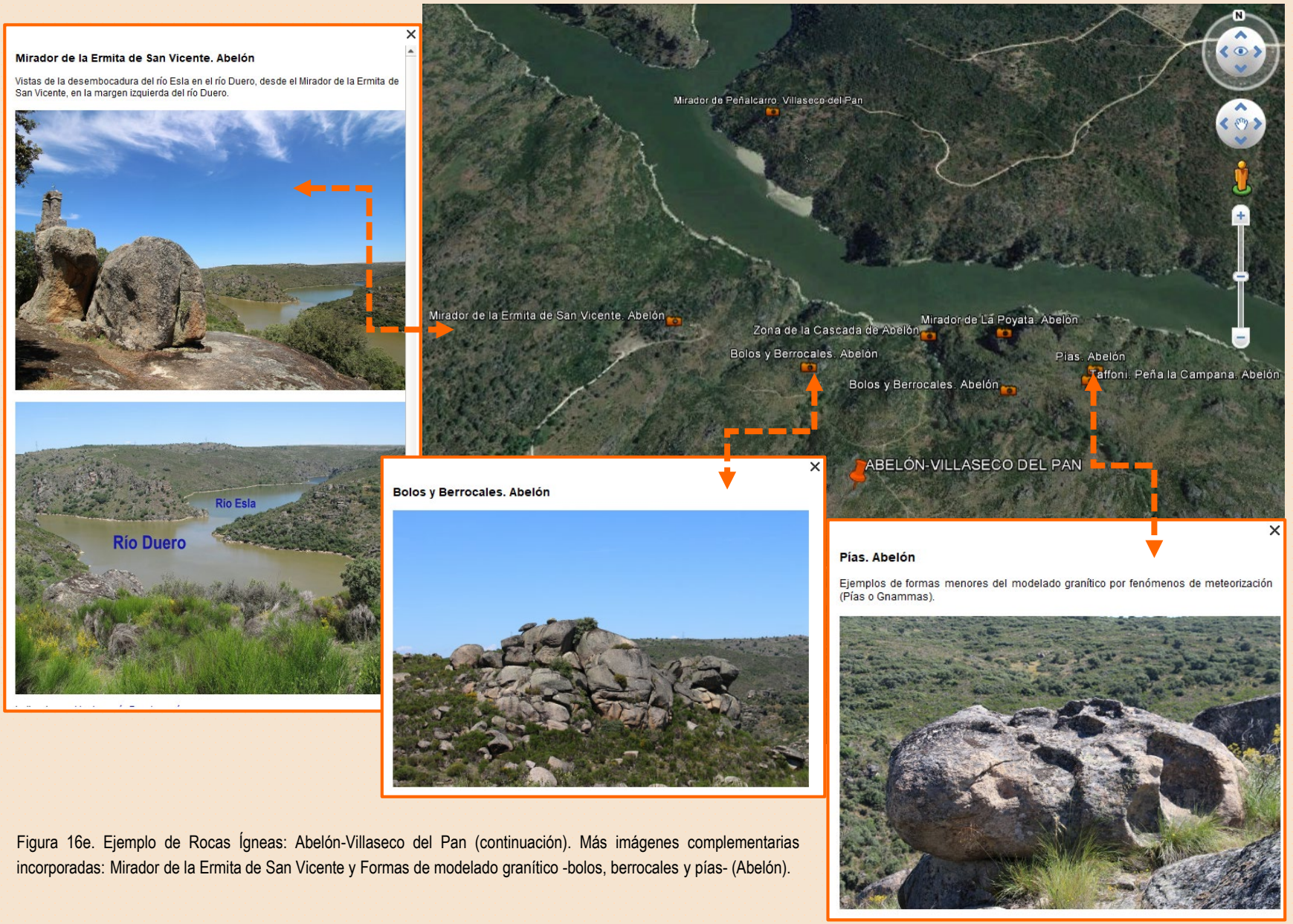


Figura 16e. Ejemplo de Rocas Ígneas: Abelón-Villaseco del Pan (continuación). Más imágenes complementarias incorporadas: Mirador de la Ermita de San Vicente y Formas de modelado granítico -bolos, berrocales y pías- (Abelón).

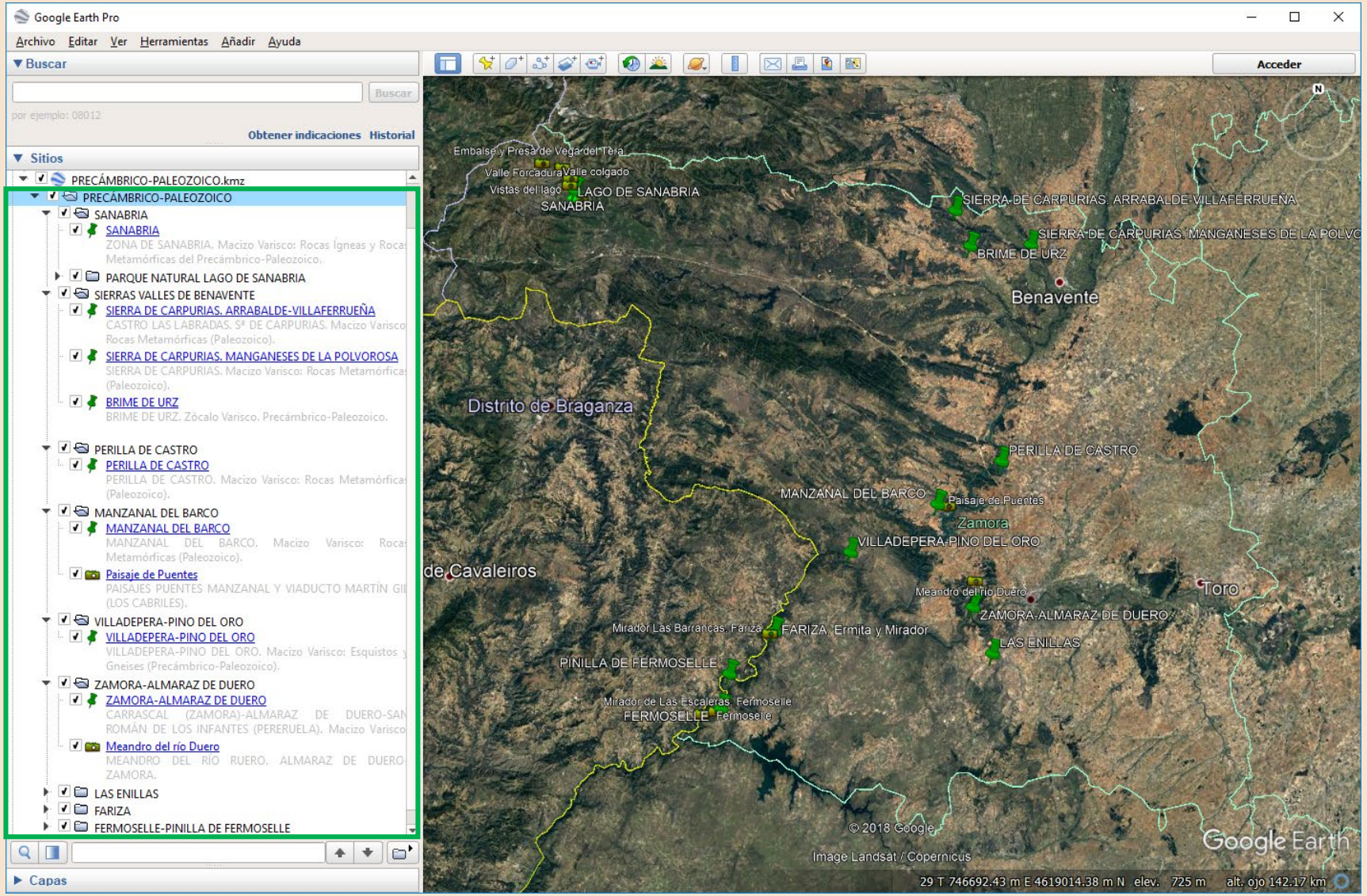


Figura 17. Macizo Varisco: Precámbrico-Paleozoico. Zonas localizadas.

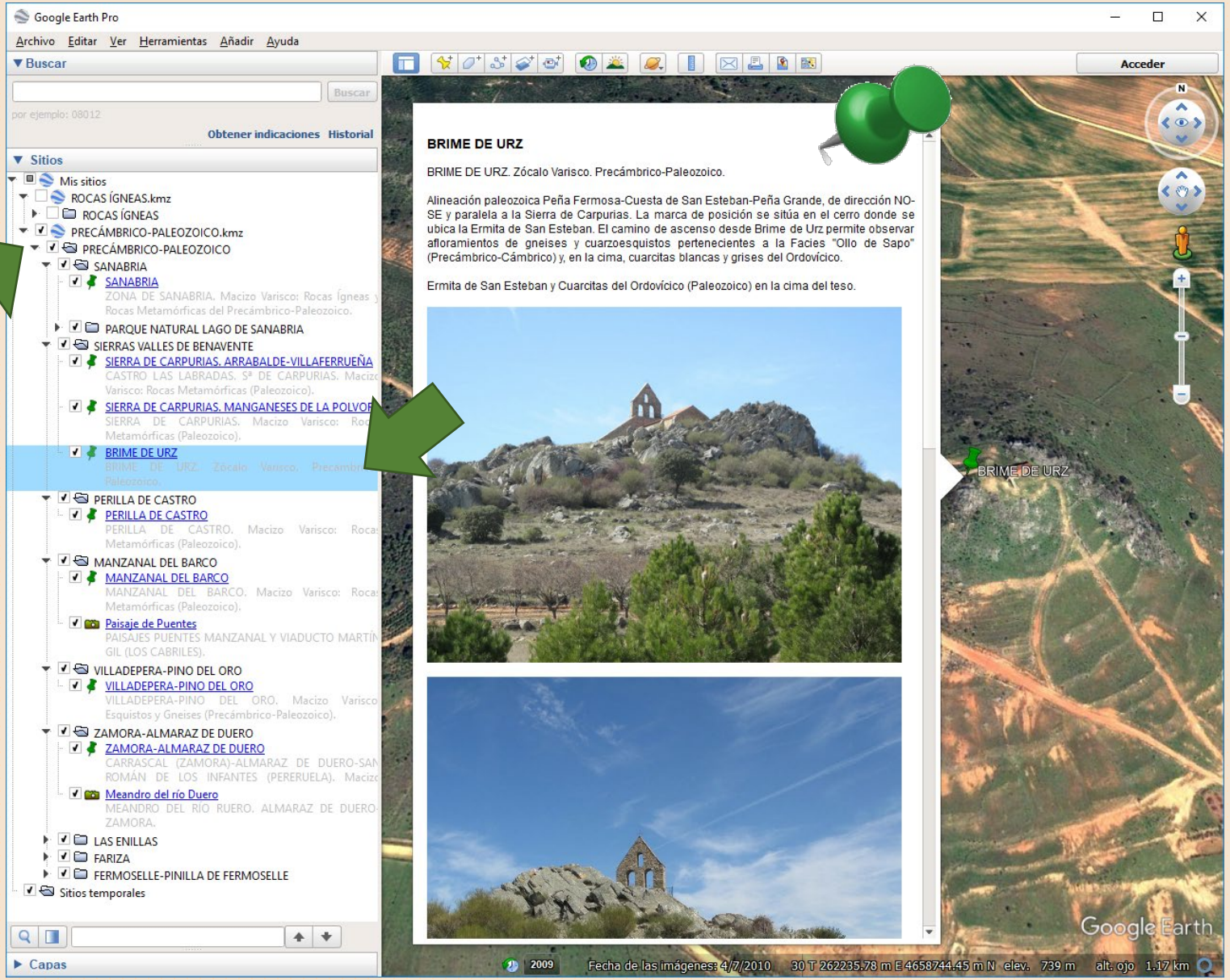


Figura 18a. Ejemplo del Precámbrico-Paleozoico: Brime de Urz. Información general e ilustraciones integradas en la descripción de la marca de posición principal. La figura siguiente completa la información.

BRIME DE URZ

BRIME DE URZ. Zócalo Varisco. Precámbrico-Paleozoico.

Alineación paleozoica Peña Fermosa-Cuesta de San Esteban-Peña Grande, de dirección NO-SE y paralela a la Sierra de Carpurias. La marca de posición se sitúa en el cerro donde se ubica la Ermita de San Esteban. El camino de ascenso desde Brime de Urz permite observar afloramientos de gneises y cuarzoesquistos pertenecientes a la Facies "Ollo de Sapo" (Precámbrico-Cámbrico) y, en la cima, cuarcitas blancas y grises del Ordovícico.

Ermita de San Esteban y Cuarcitas del Ordovícico (Paleozoico) en la cima del teso.

Figura 18b. Ejemplo del Precámbrico-Paleozoico: Brime de Urz (continuación). Montaje con toda la información contenida en la descripción de la marca de posición.

Gneises y cuarzoesquistos del Precámbrico-Cámbrico, en el camino de ascenso a la ermita. Se observan los porfidoblastos de cuarzo (color gris) y la marcada foliación de la roca.

INFORMACIÓN GEOLÓGICA:

- Barba, A. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Benavente (270). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E. www.igme.es
- Estévez, C. y Arce, J.M. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Arrabalde (269). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E. www.igme.es
- Fadón, O. (2011): Geología de Zamora. www.siemcalsa.com
- Fernández Macarro, B.; Monterrubio, S.; Yenes, M. (2011): Geología y Vino en Zamora. Ediciones Universidad de Salamanca. 184 p.
- IGME. GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España. E 1:50.000. Zonas Z1300 (Centro Ibérica. Dominio del Ollo de Sapo) y Z2300 (Cuenca del Duero-Almazán). www.igme.es
- Martín Serrano, A. (1988): El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico. Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo". Diputación de Zamora. 311 p. - Nuño, C.; Monteserín, V.; Arce, M. y Fernández Pompa, F. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Ferreras de Abajo (307). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E. www.igme.es
- SIEMCALSA (1997): Mapa Geológico de Castilla y León. E 1:400.000. Ed. Junta de Castilla y León. www.siemcalsa.com
- Vera, J.A. (editor) (2004): Geología de España. SGE – IGME, Madrid. 890 p.

Indicaciones: Hasta aquí - Desde aquí

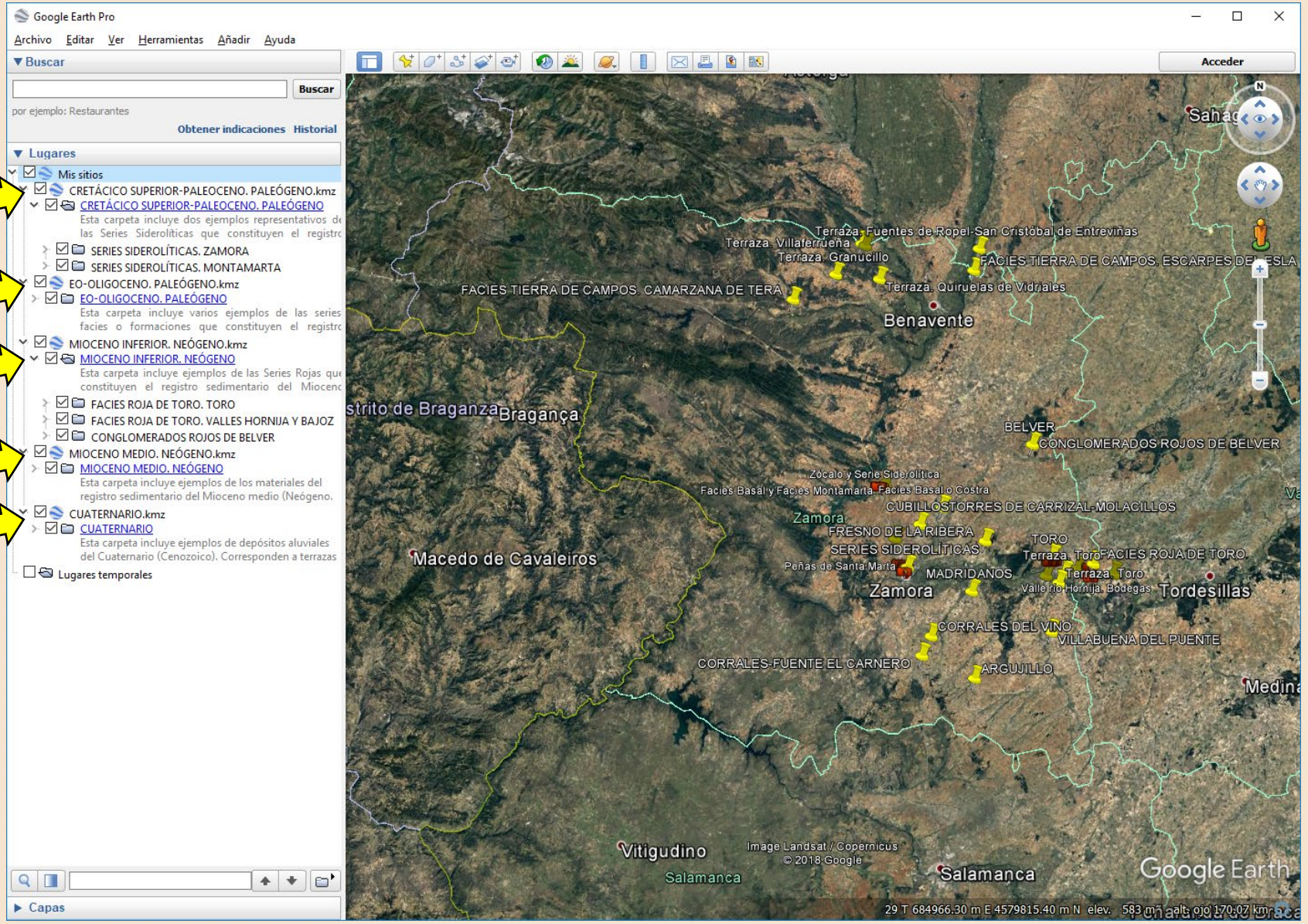


Figura 19. Cuenca Cenozoica del Duero. Categorías realizadas (Cretácico superior-Paleoceno, Eo-Oligoceno, Mioceno inferior, Mioceno medio y Cuaternario) y series, formaciones, facies y afloramientos representativos situados.

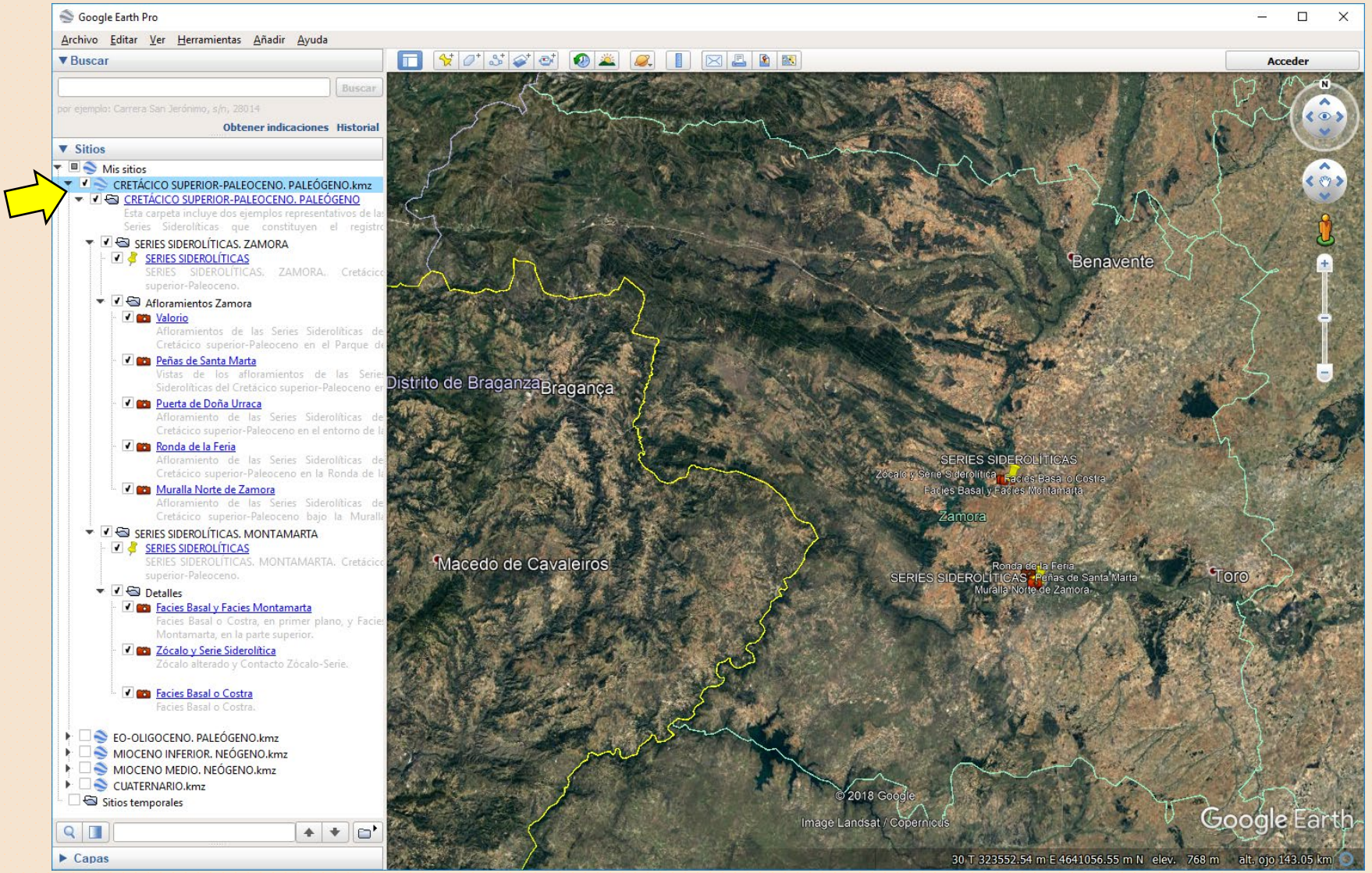


Figura 20. Cuenca Cenozoica del Duero. Cretácico superior-Paleoceno (Paleógeno): Series Siderolíticas. Afloramientos representativos elegidos, descritos e ilustrados: Zamora y Montamarta.

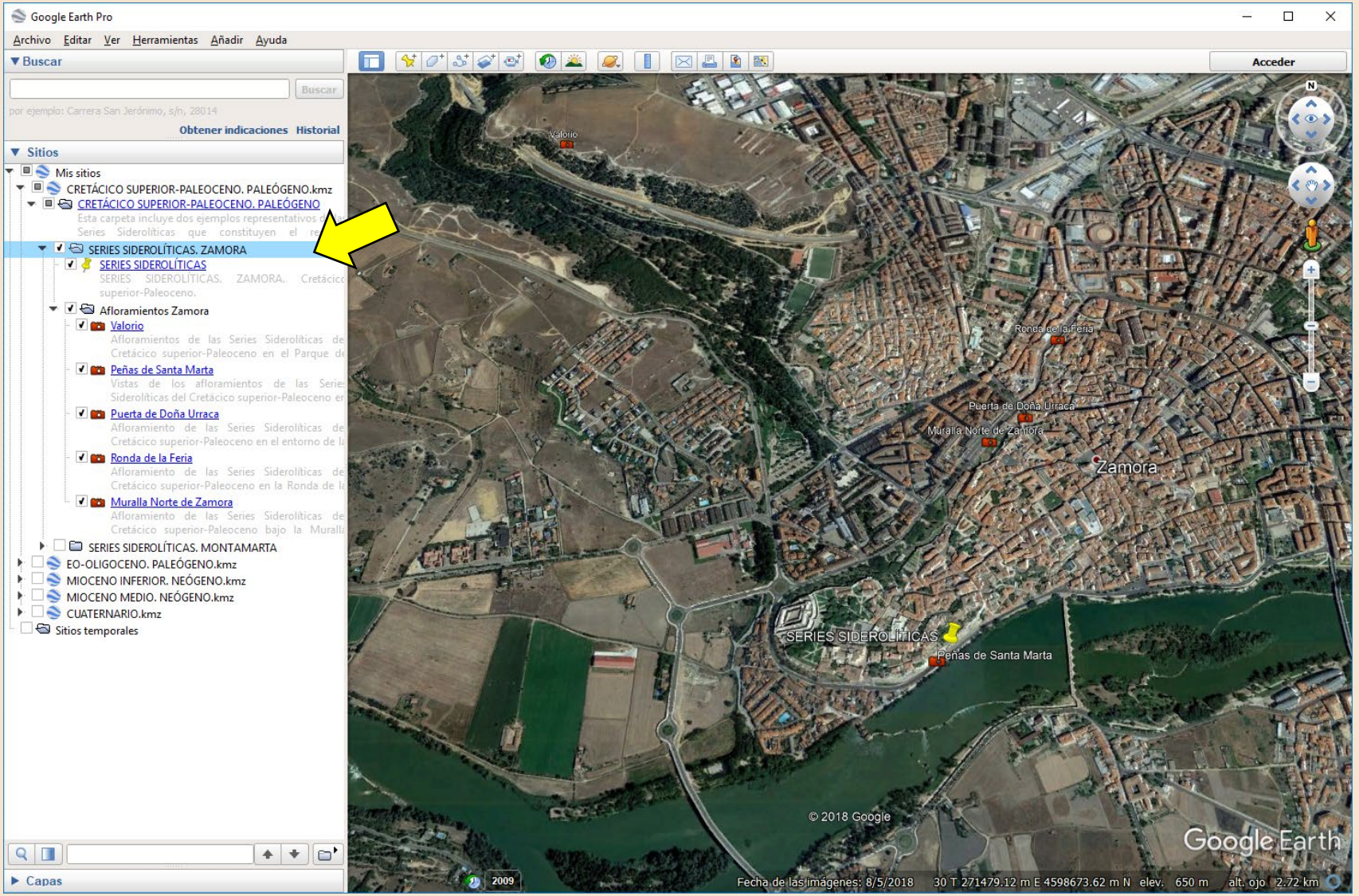


Figura 21a. Ejemplo de las Series Siderolíticas del Cretácico superior-Paleoceno (Paleógeno): Zamora capital. Marca de posición principal y marcas complementarias.

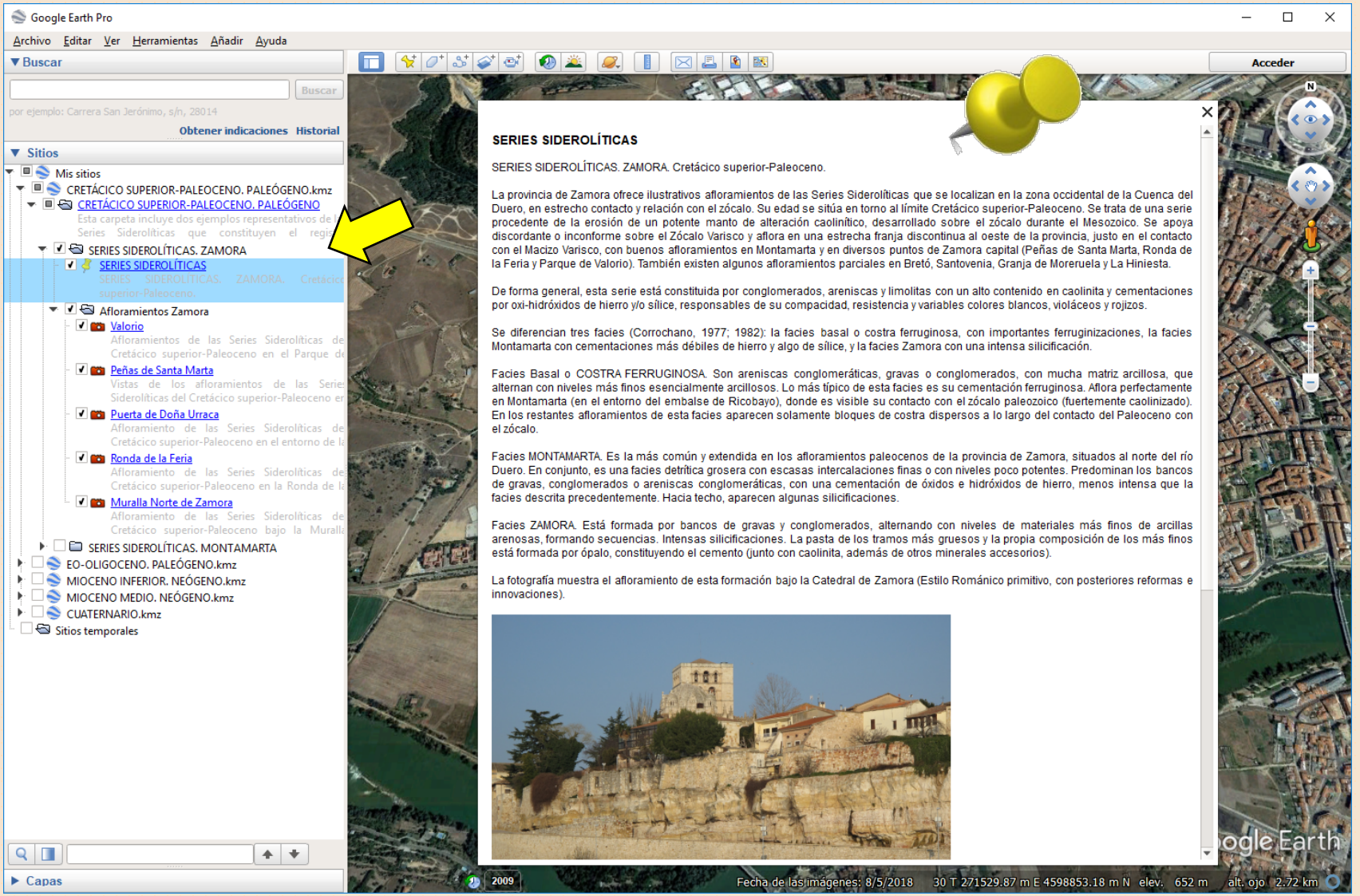


Figura 21b. Ejemplo de las Series Siderolíticas del Cretácico superior-Paleoceno (Paleógeno): Zamora capital. Información general e imagen incorporadas en la marca de posición principal.

Figura 21c. Ejemplo de las Series Siderolíticas del Cretácico superior-Paleoceno (Paleógeno): Zamora capital. Información de algunas de sus marcas complementarias: imágenes de distintos afloramientos de la ciudad (Parque de Valorio, Puerta de Doña Urraca y Peñas de Santa Marta).

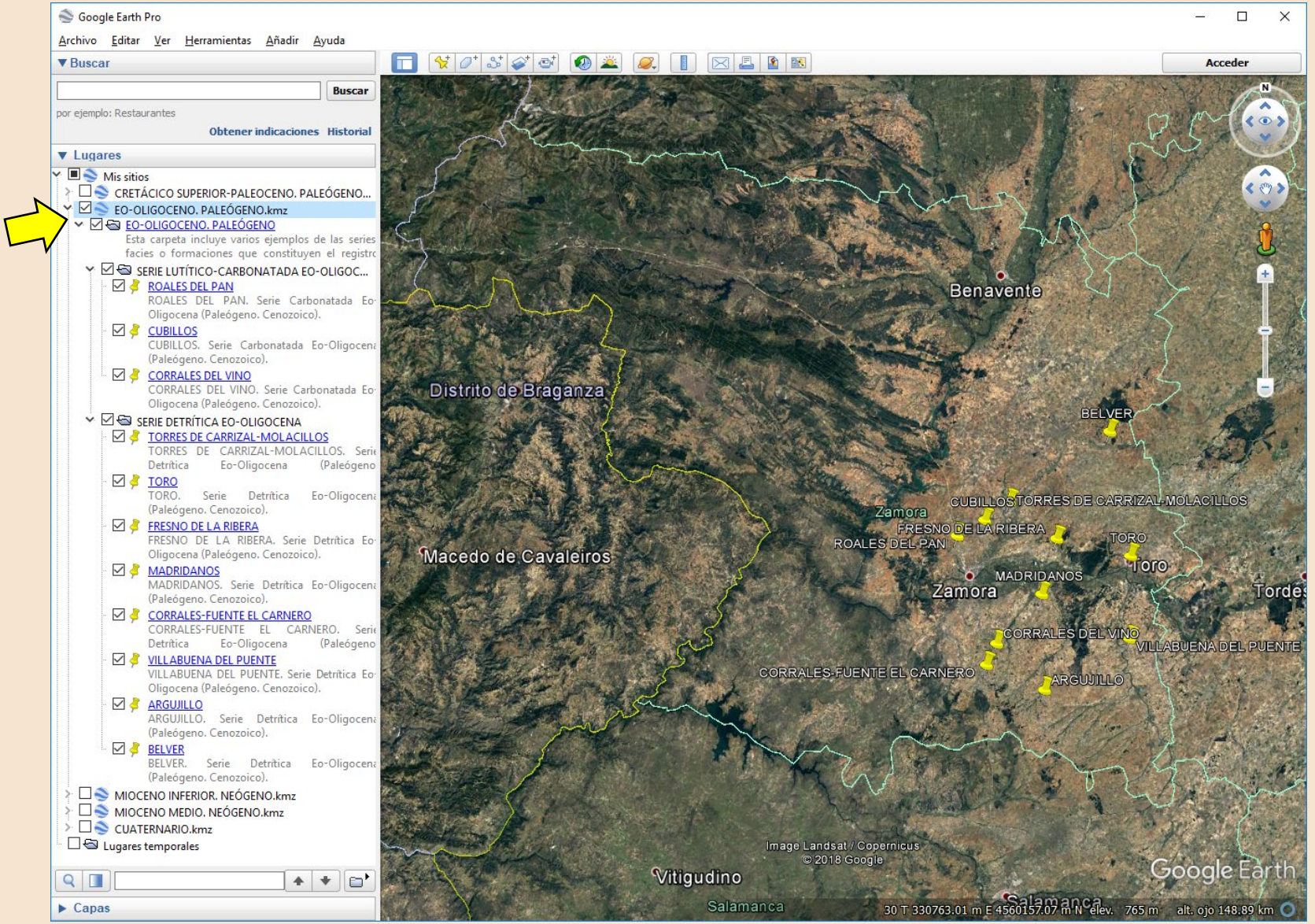


Figura 22. Cuenca Cenozoica del Duero. Eo-Oligoceno (Paleógeno). Series representativas (Lutítico-Carbonatada y Detrítica) y afloramientos situados, descritos e ilustrados.

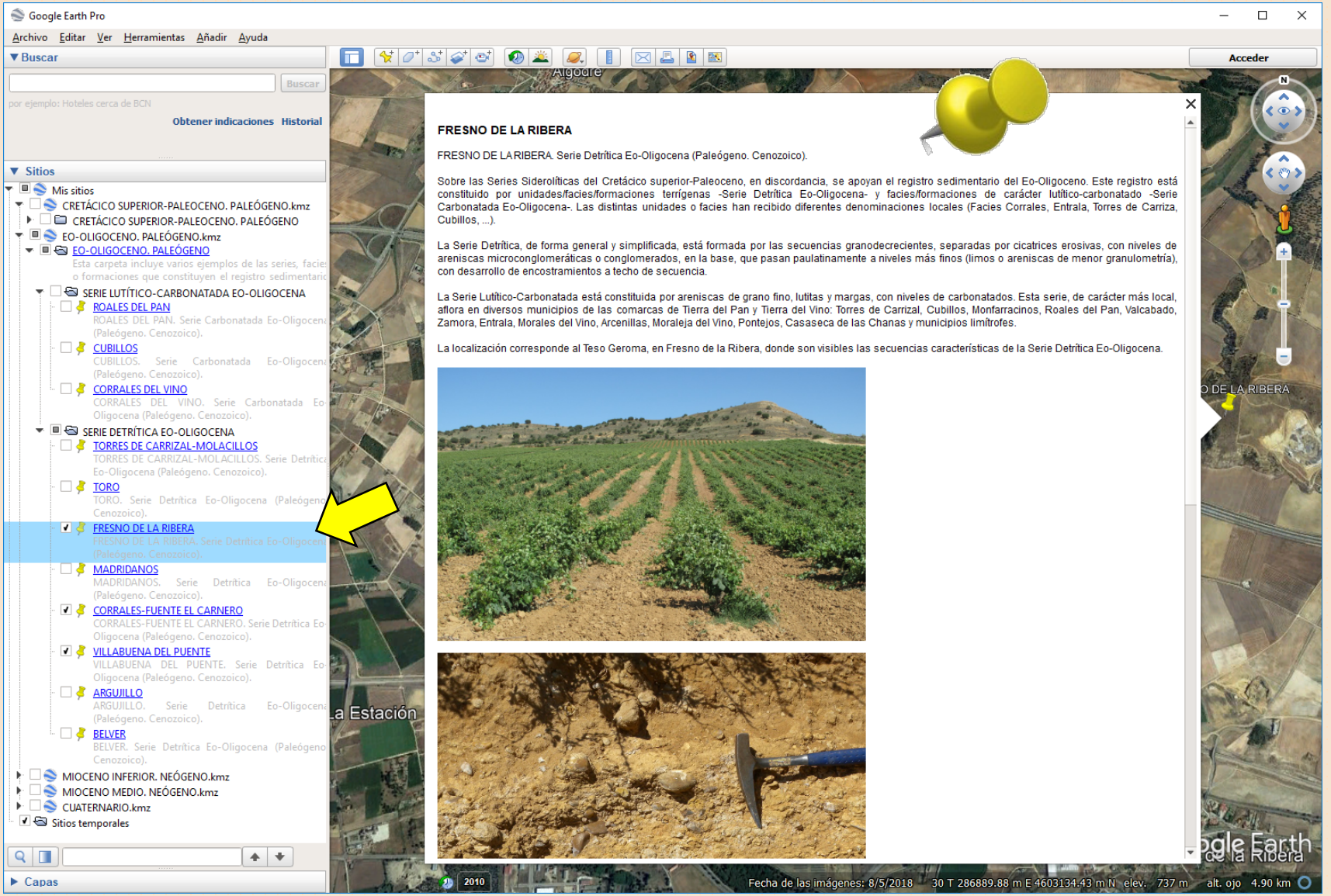


Figura 23. Ejemplo de la Serie Detrítica del Eo-Oligoceno (Paleógeno): Teso Geroma (Fresno de la Ribera). Información general e imágenes de la descripción de la marca de posición.

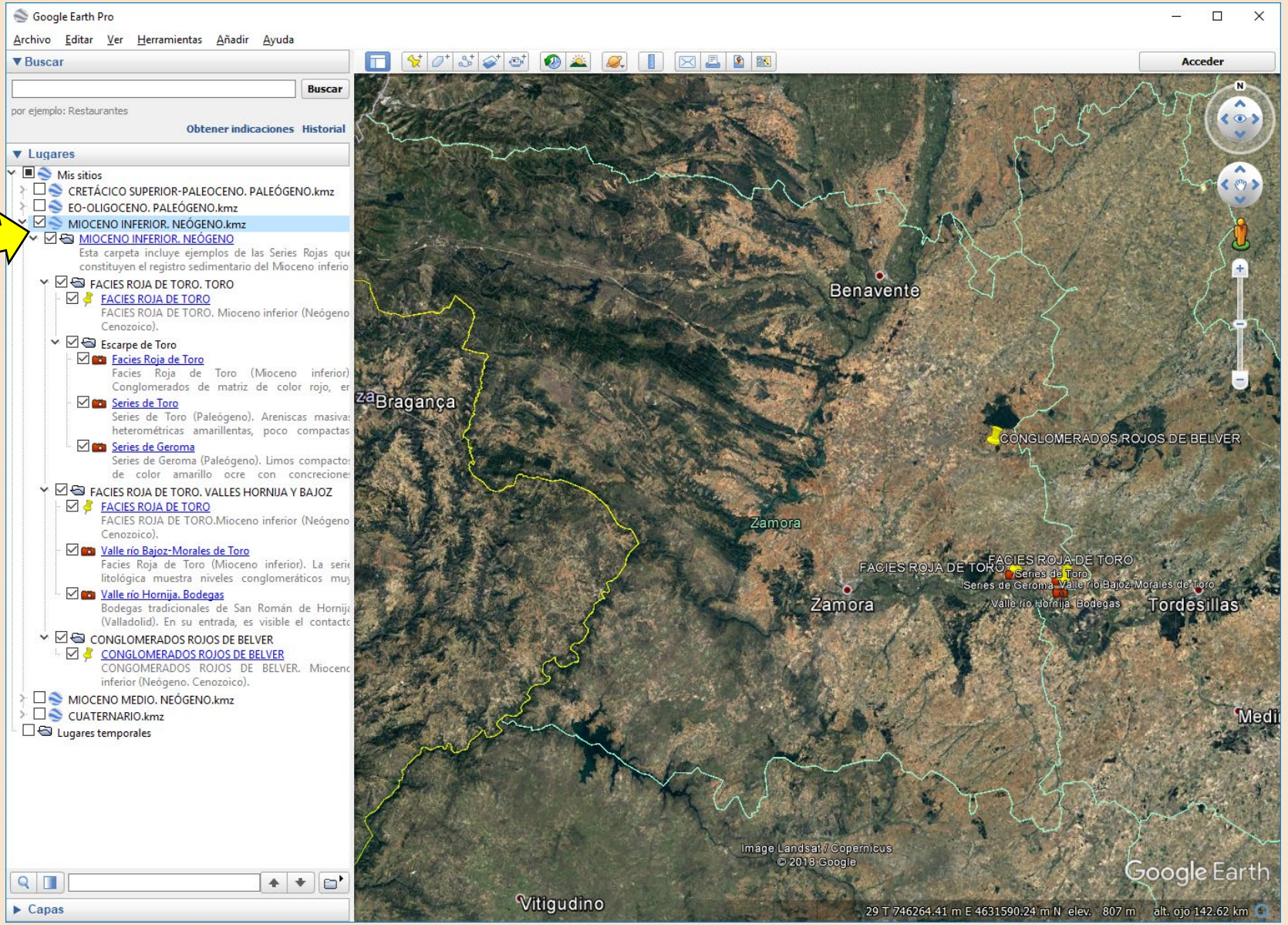


Figura 24. Cuenca Cenozoica del Duero. Mioceno inferior (Neógeno). Series representativas (Series Rojas). Afloramientos descritos e ilustrados: Toro, Valles de los ríos Bajoz y Hornija, y Belver de los Montes.

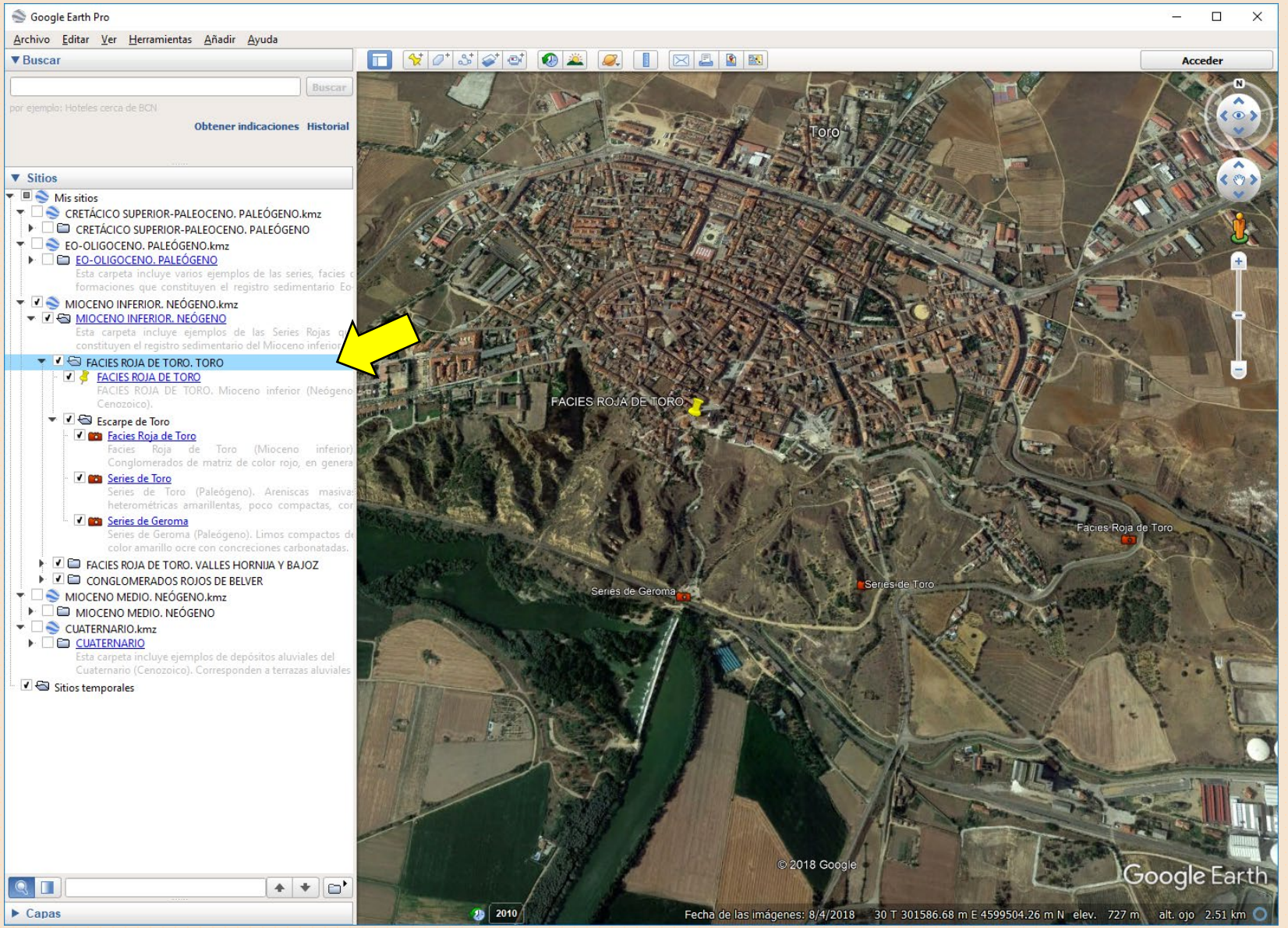


Figura 25a. Ejemplo de las Series Rojas del Mioceno inferior (Neógeno): Toro. Marca de posición principal y marcas complementarias.

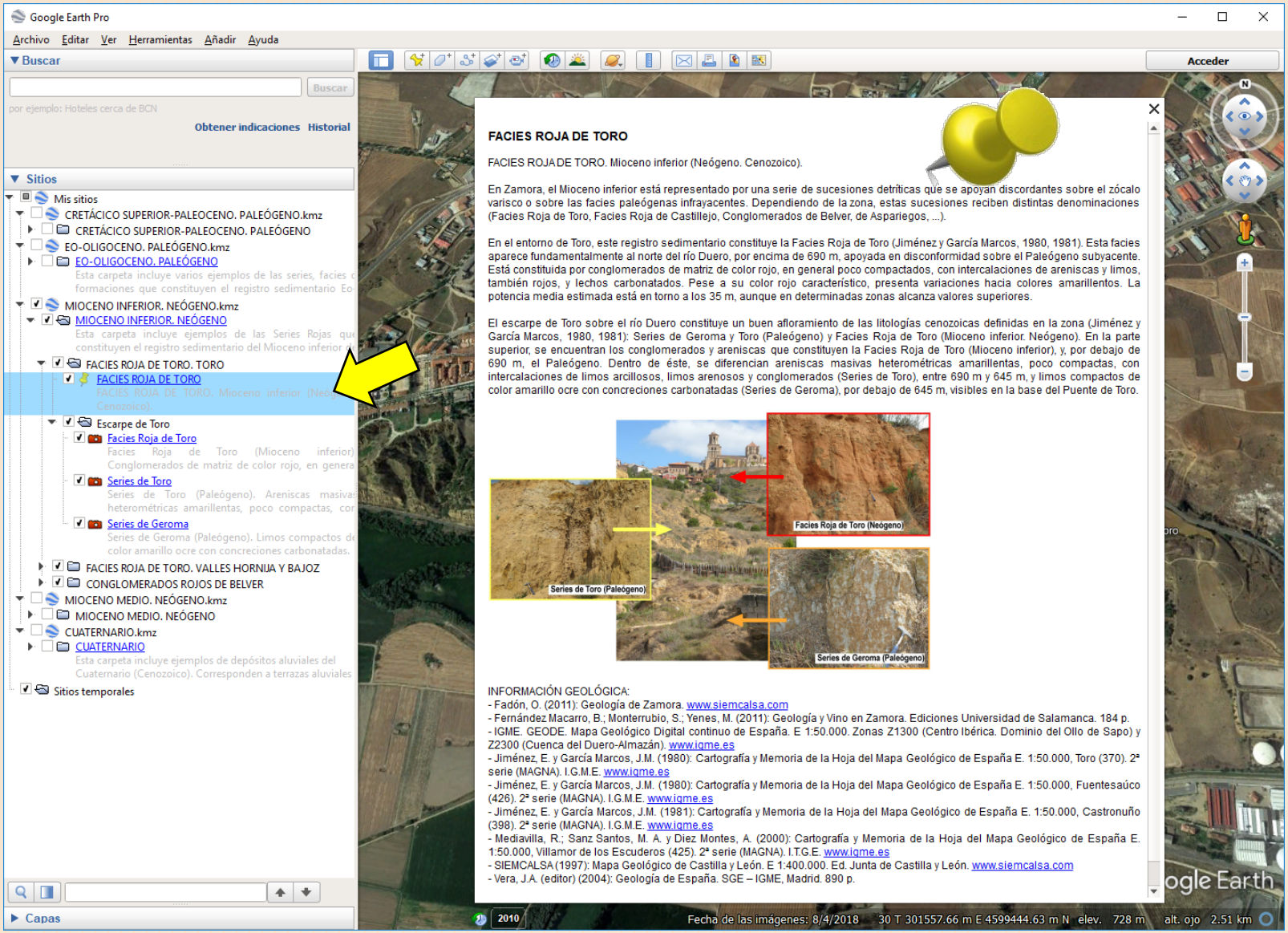


Figura 25b. Ejemplo de las Series Rojas del Mioceno inferior (Neógeno): Toro. Información general e ilustraciones integradas en la descripción de la marca de posición principal.

Figura 25c. Ejemplo de las Series Rojas del Mioceno inferior (Neógeno): Toro. Información de las marcas complementarias: Facies Roja del Neógeno y Series del Paleógeno (Areniscas de Toro y Limos de Geroma) en el escarpe de Toro.

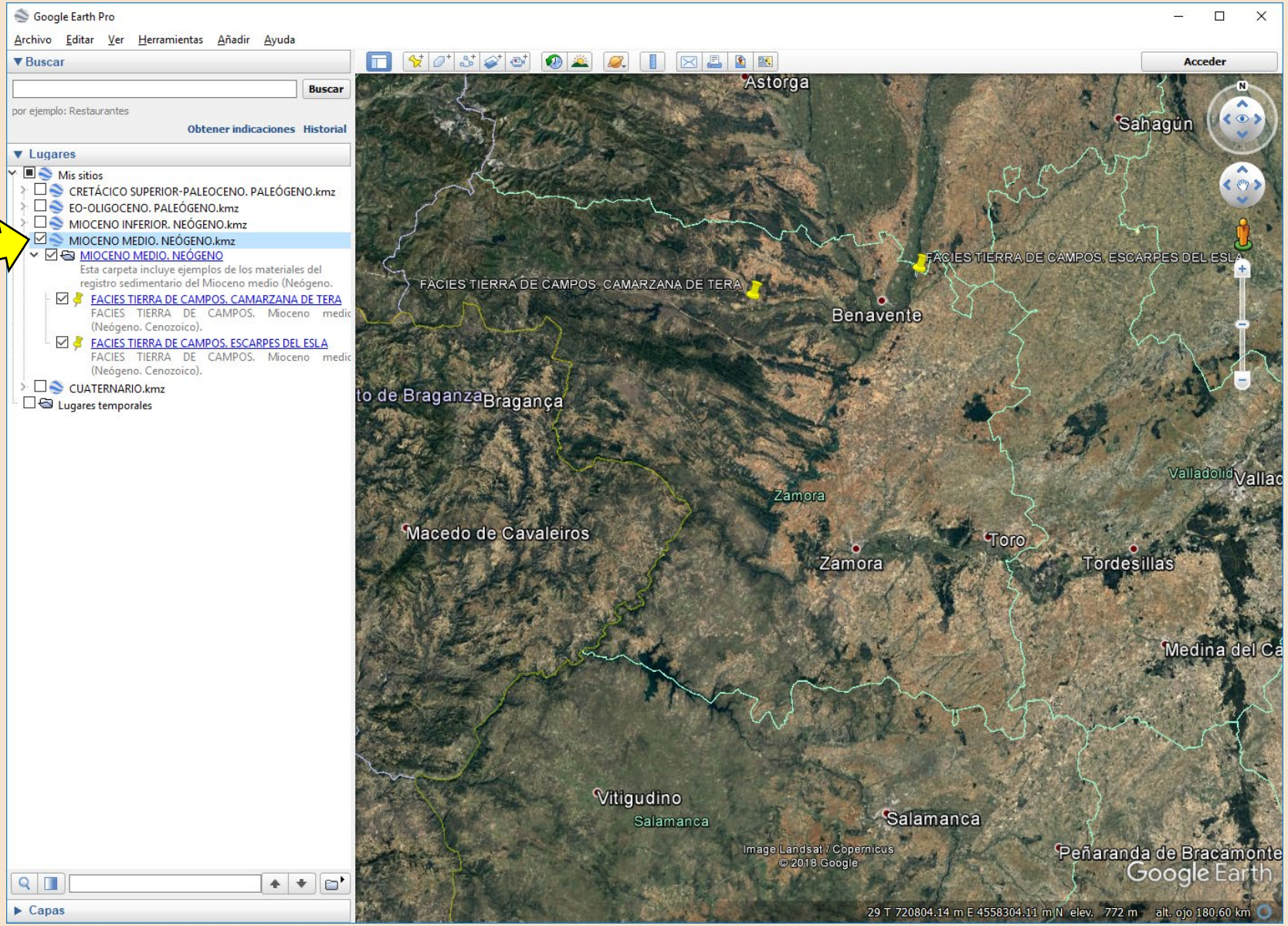


Figura 26. Cuenca Cenozoica del Duero. Mioceno medio (Neógeno): Facies Tierra de Campos. Afloramientos representativos elegidos, descritos e ilustrados: Camarzana de Tera (zona marginal de la facies) y Escarpes orientales del valle del río Esla.

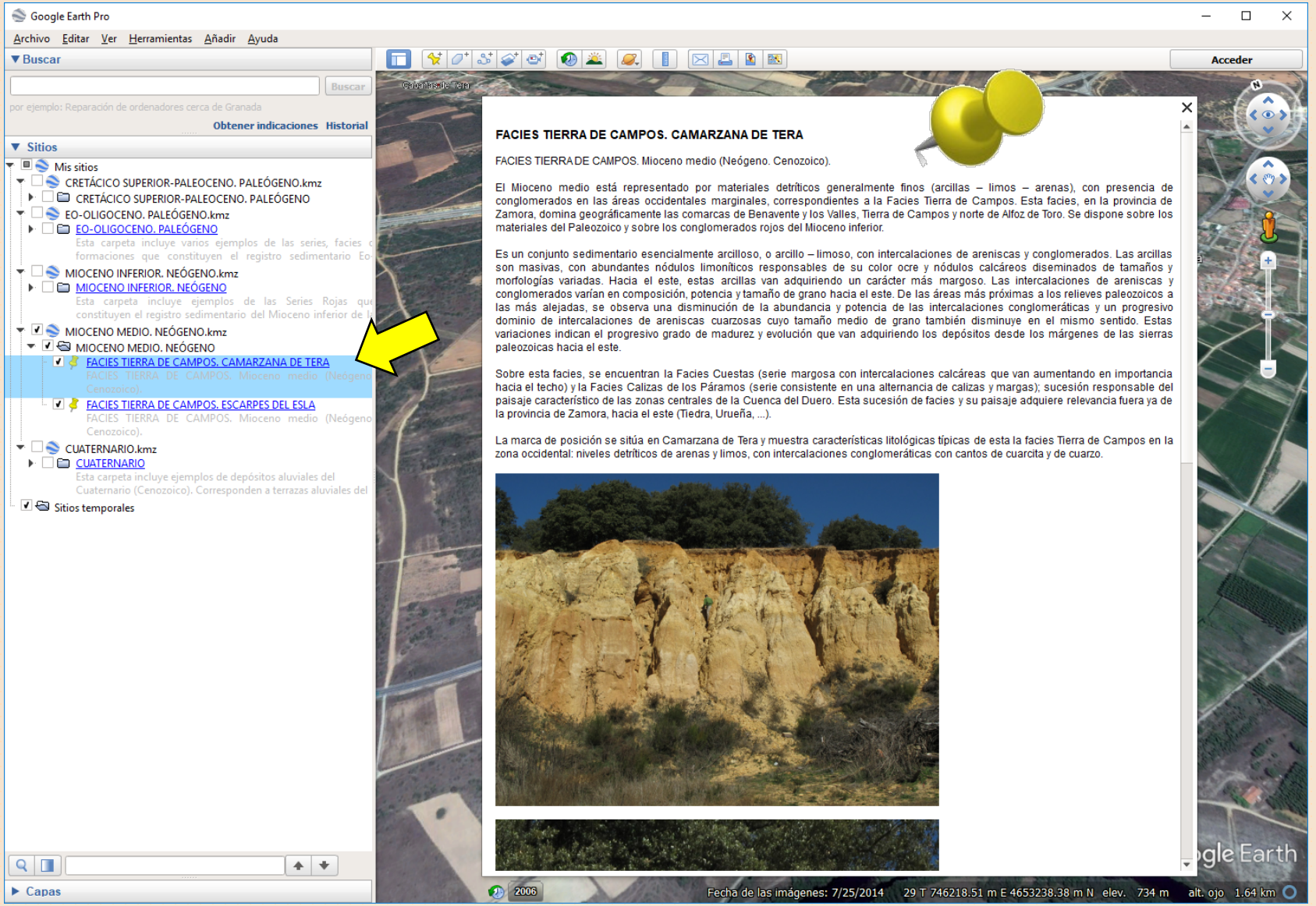


Figura 27. Ejemplo del afloramiento de la Facies Tierra de Campos (Mioceno medio. Neógeno) en Camarzana de Tera. Información integrada en la marca de posición.

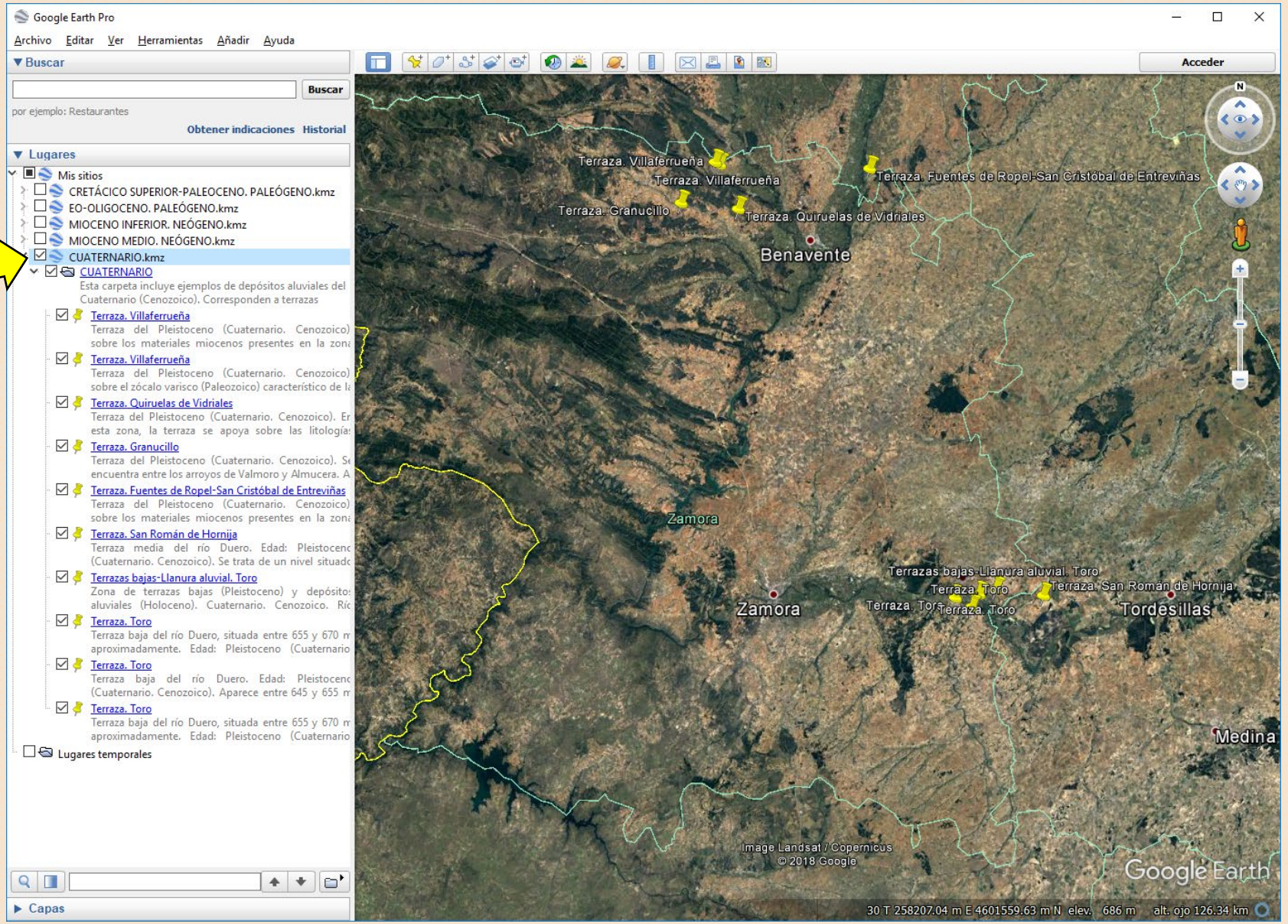


Figura 28. Cuenca Cenozoica del Duero. Ejemplos de formaciones del Cuaternario: terrazas pleistocenas de los ríos de los Valles de Benavente y del río Duero en la zona de Toro .

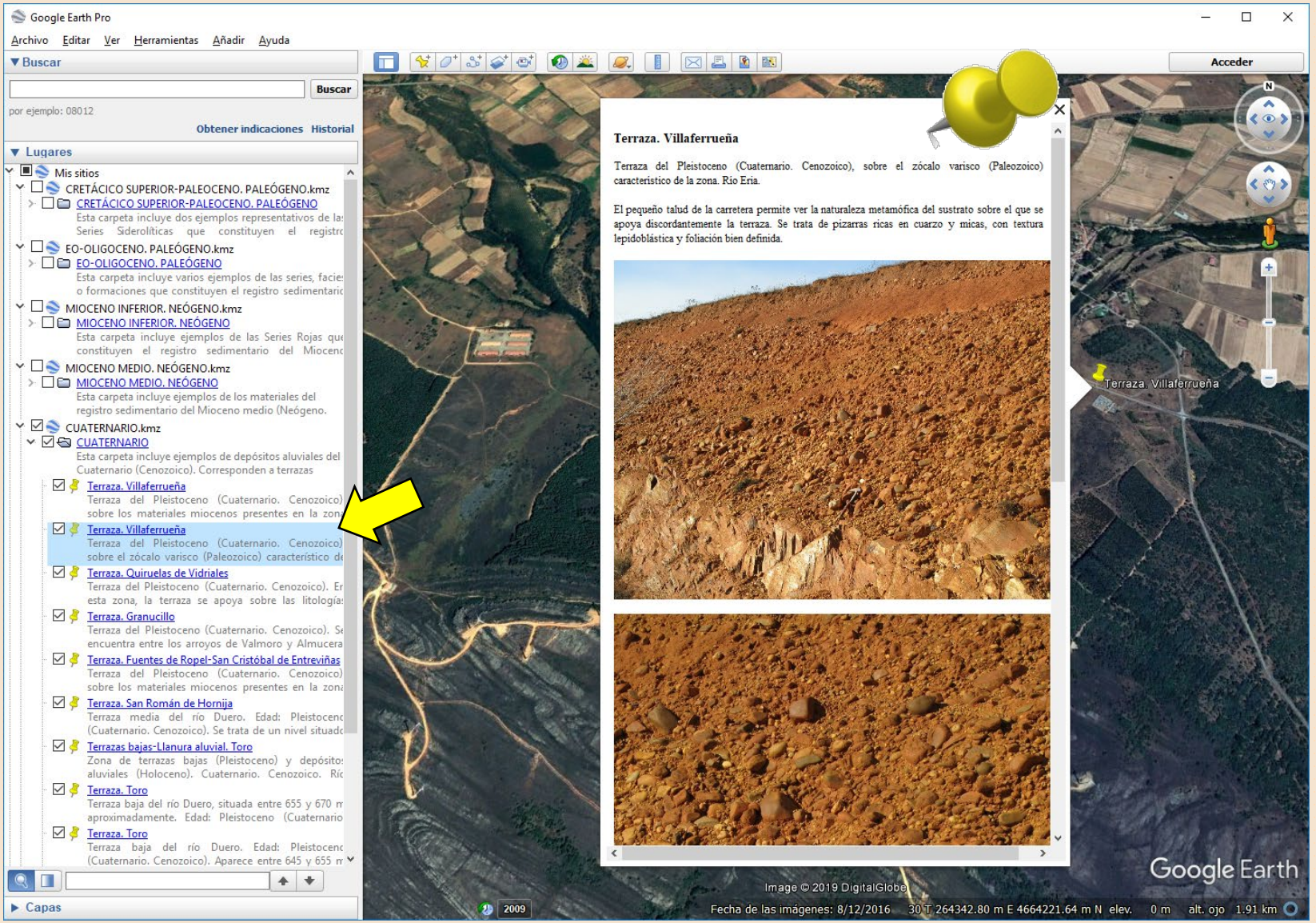


Figura 29. Ejemplo de terraza del Pleistoceno (Cuaternario) sobre zócalo metamórfico paleozoico: Villaferrueña. Información integrada en la marca de posición.

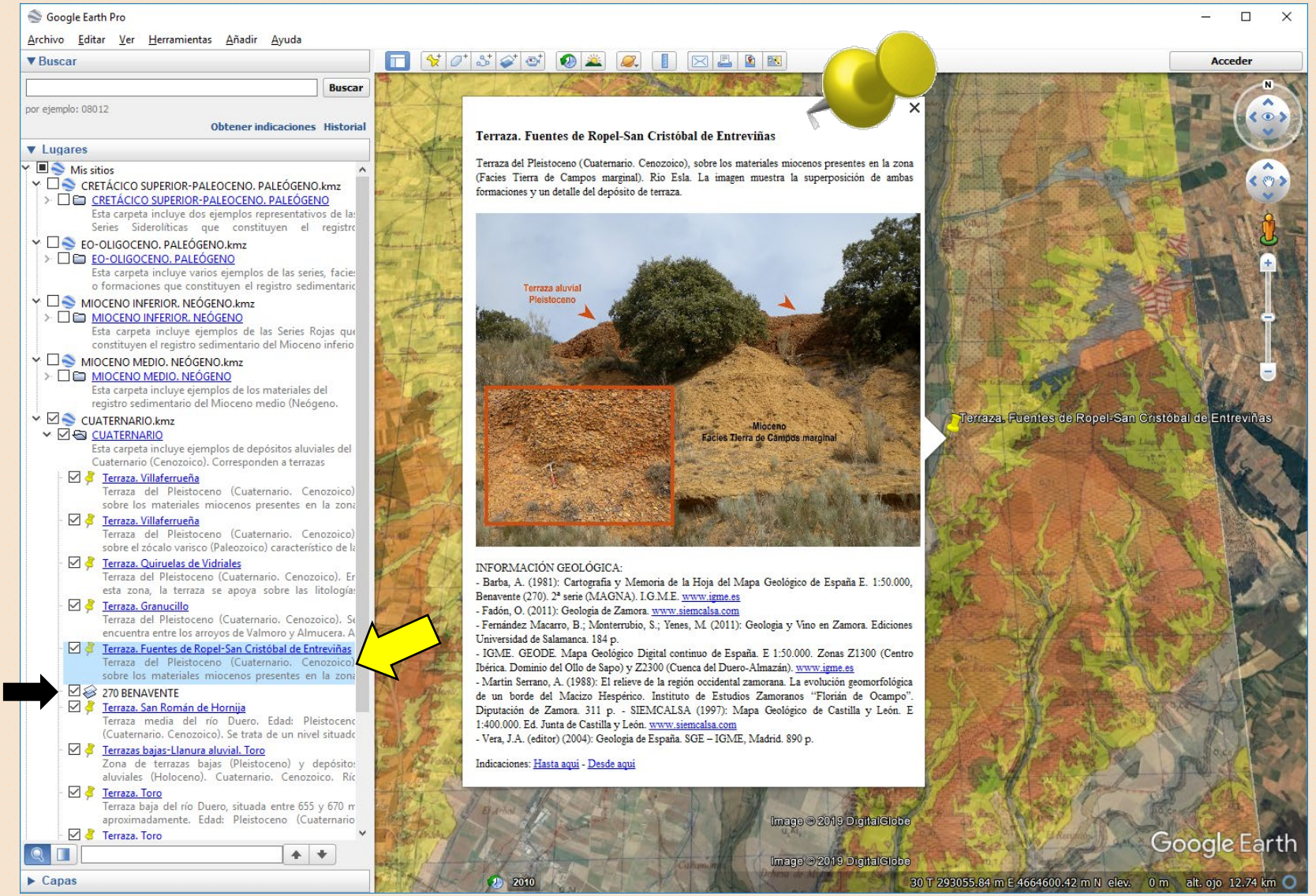


Figura 30. Ejemplo de terraza del Pleistoceno (Cuaternario) sobre materiales del Mioceno (Neógeno): Fuentes de Ropel-San Cristóbal de Entreviñas. Información integrada en la marca de posición. En esta figura, se presenta la hoja geológica E 1:50.000 de la zona (Hoja 270 Benavente) superpuesta sobre la imagen de Google Earth, junto con la localización de la terraza, como ejemplo de las posibilidades de presentación de la información.

La siguiente figura (Figura 31) muestra una superposición de los afloramientos o zonas localizadas del Zócalo Varisco y de la Cuenca del Duero, sobre la imagen recortada del Mapa Geológico E 1:400.000 de SIEMCALSA (1997). Únicamente se muestran las marcas principales (chinchetas) de las diferentes zonas descritas e ilustradas.

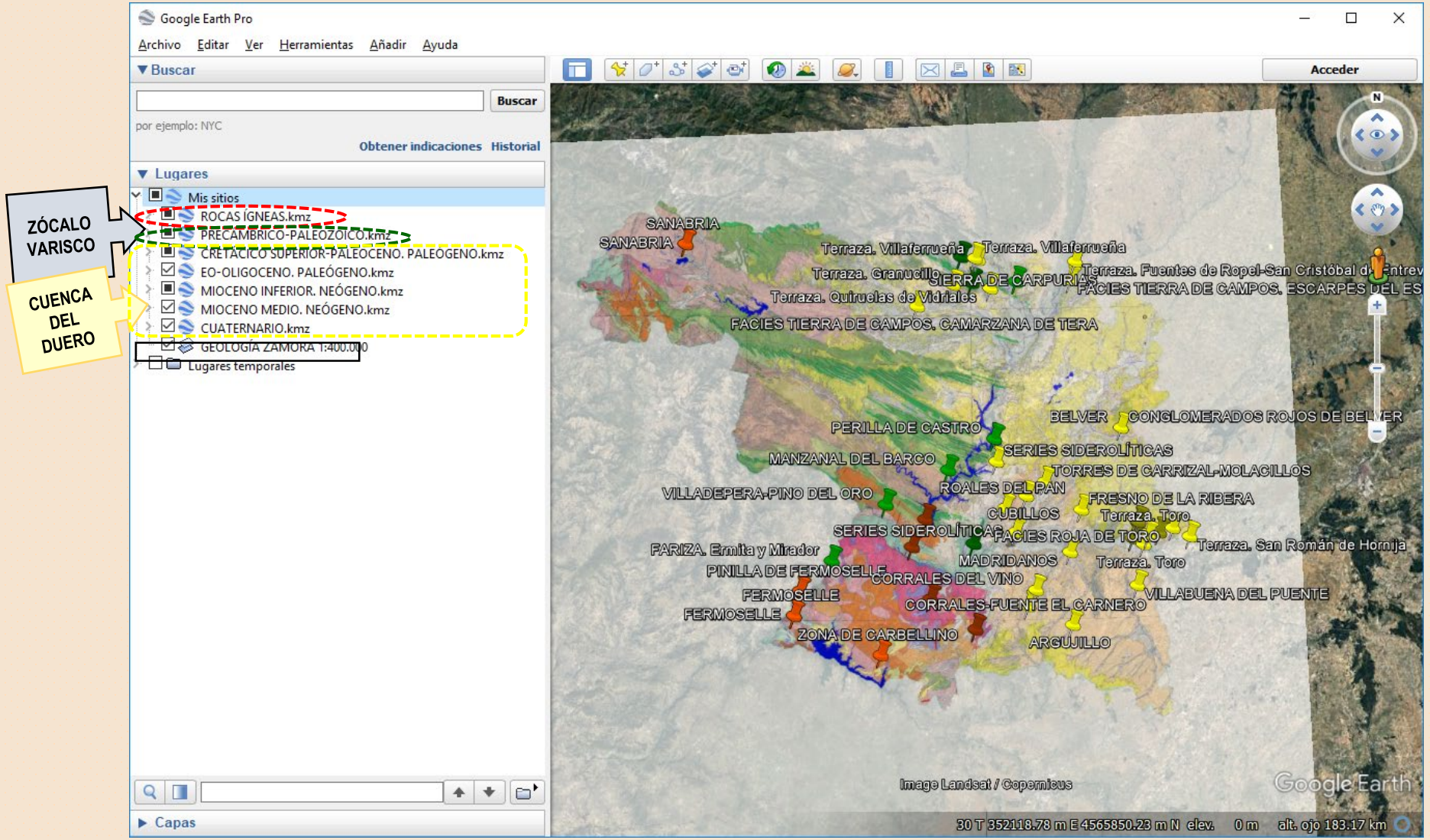
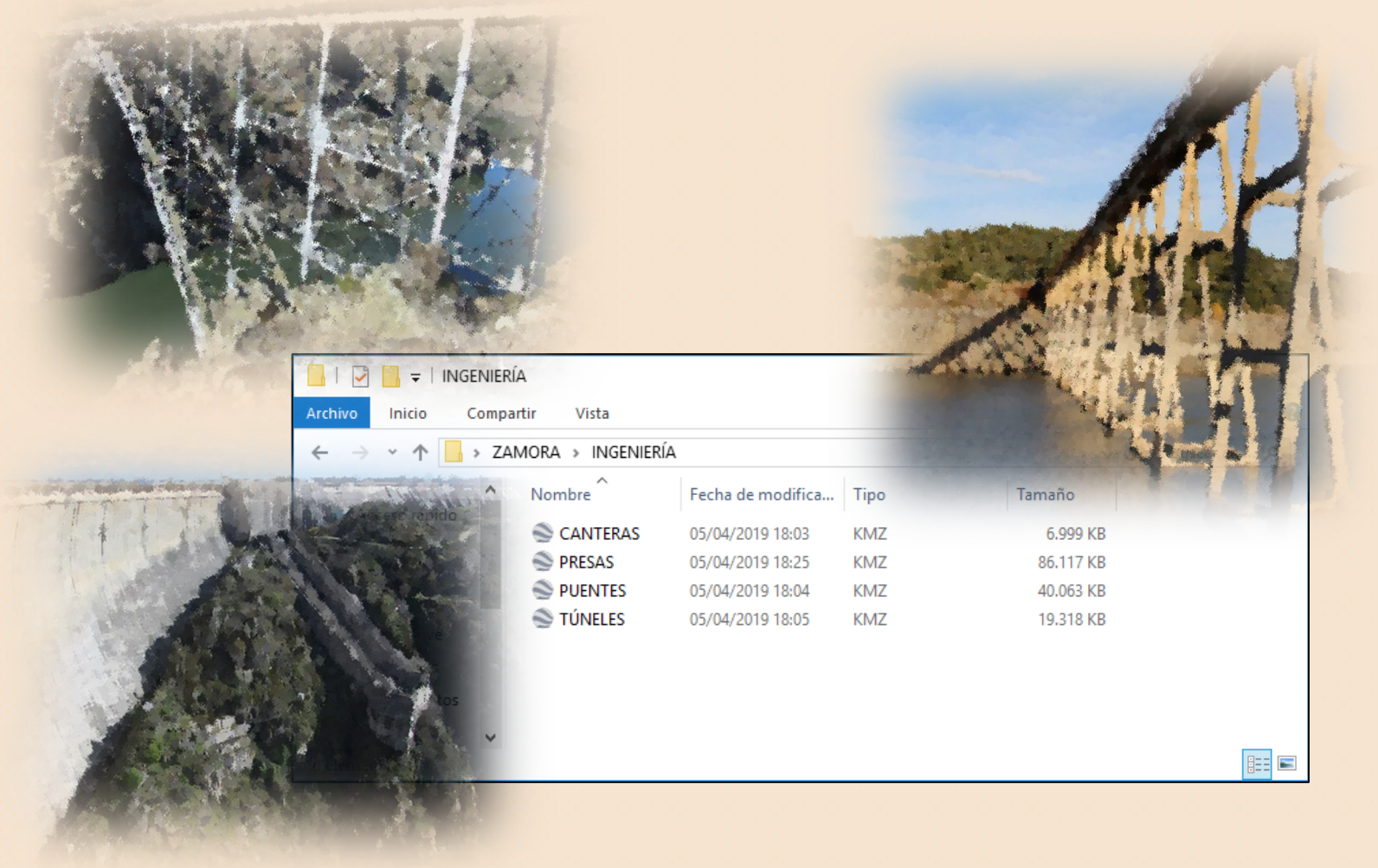


Figura 31. Localización de los afloramientos del Zócalo Varisco y de la Cuenca del Duero, sobre la imagen recortada del Mapa Geológico E 1:400.000 de SIEMCALSA (1997).

En relación con la **INGENIERÍA**, se han situado ejemplos de canteras (Figura 32), puentes (Figuras 33 y 34 a-b), túneles (Figura 33) y presas (Figuras 35 a-b y 36 a-d). En las figuras de las siguientes páginas, se presenta una sucesión de capturas de pantalla que muestra las localizaciones sobre Google Earth y ejemplos de la información incluida en las marcas de posición (descripción sintética de la estructura de ingeniería y del terreno de cimentación, imágenes y referencias bibliográficas y web).



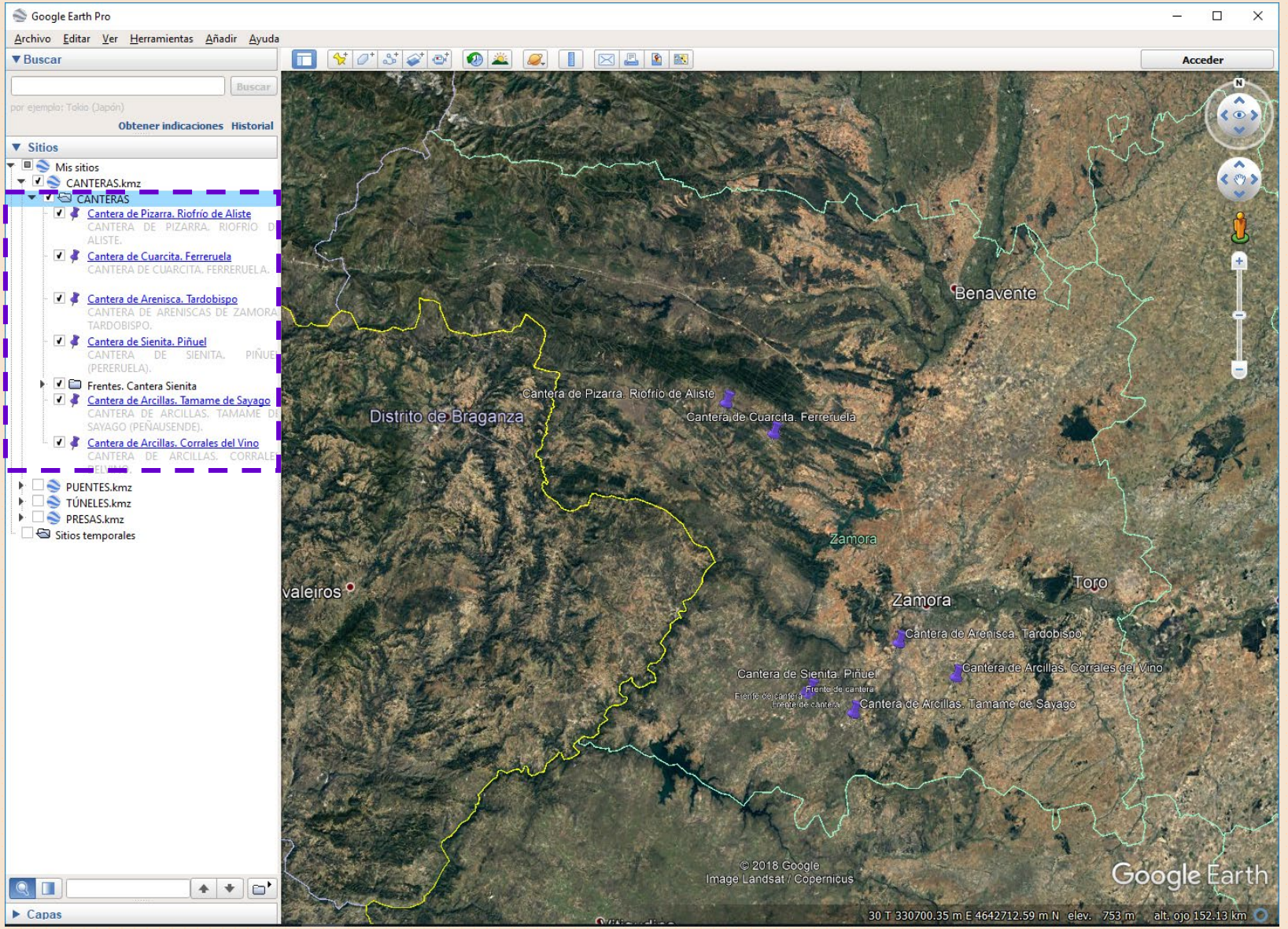


Figura 32. Situación de los ejemplos de canteras localizados (Pizarra en Riofrío de Aliste, Cuarcita en Ferreruela, Arenisca en Tardobispo, Sienita en Puñuel y Arcillas en Tamame de Sayago y Corrales del Vino).

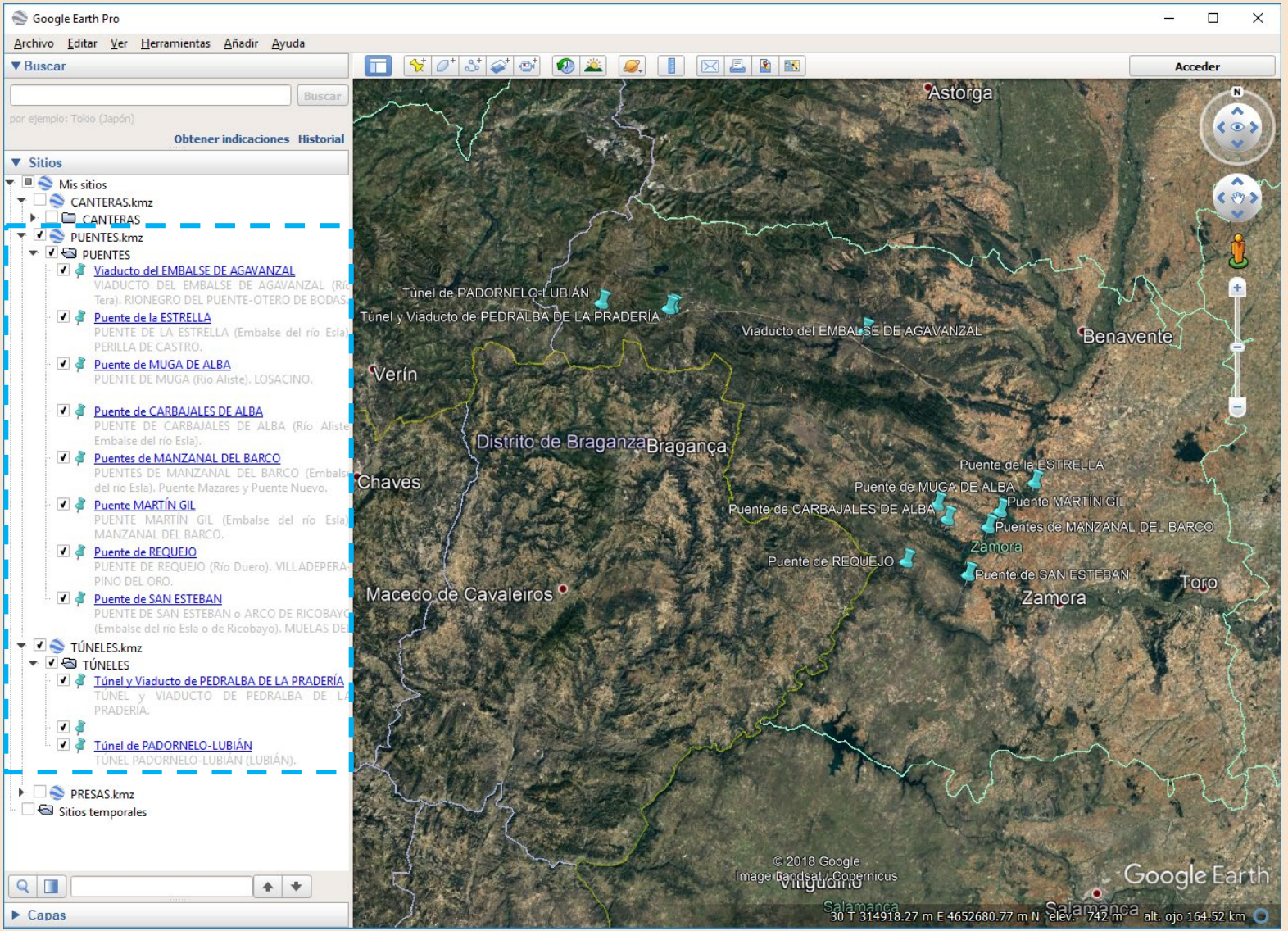


Figura 33. Situación de los puentes/viaductos y túneles localizados: Viaducto del Tera-Agavanzal, Puente de la Estrella, Puentes de Manzanal del Barco, Carbajales de Alba y Muga de Alba, Puente Martín Gil (Los Cabriles), Puente de Requejo, Puente de San Esteban (Arco de Ricobayo) y Túneles de Padornelo-Lubián y de Pedralba de la Pradería (tramo Puebla de Sanabria-Límite Zamora/Orense, de la línea del AVE Madrid-Ourense).

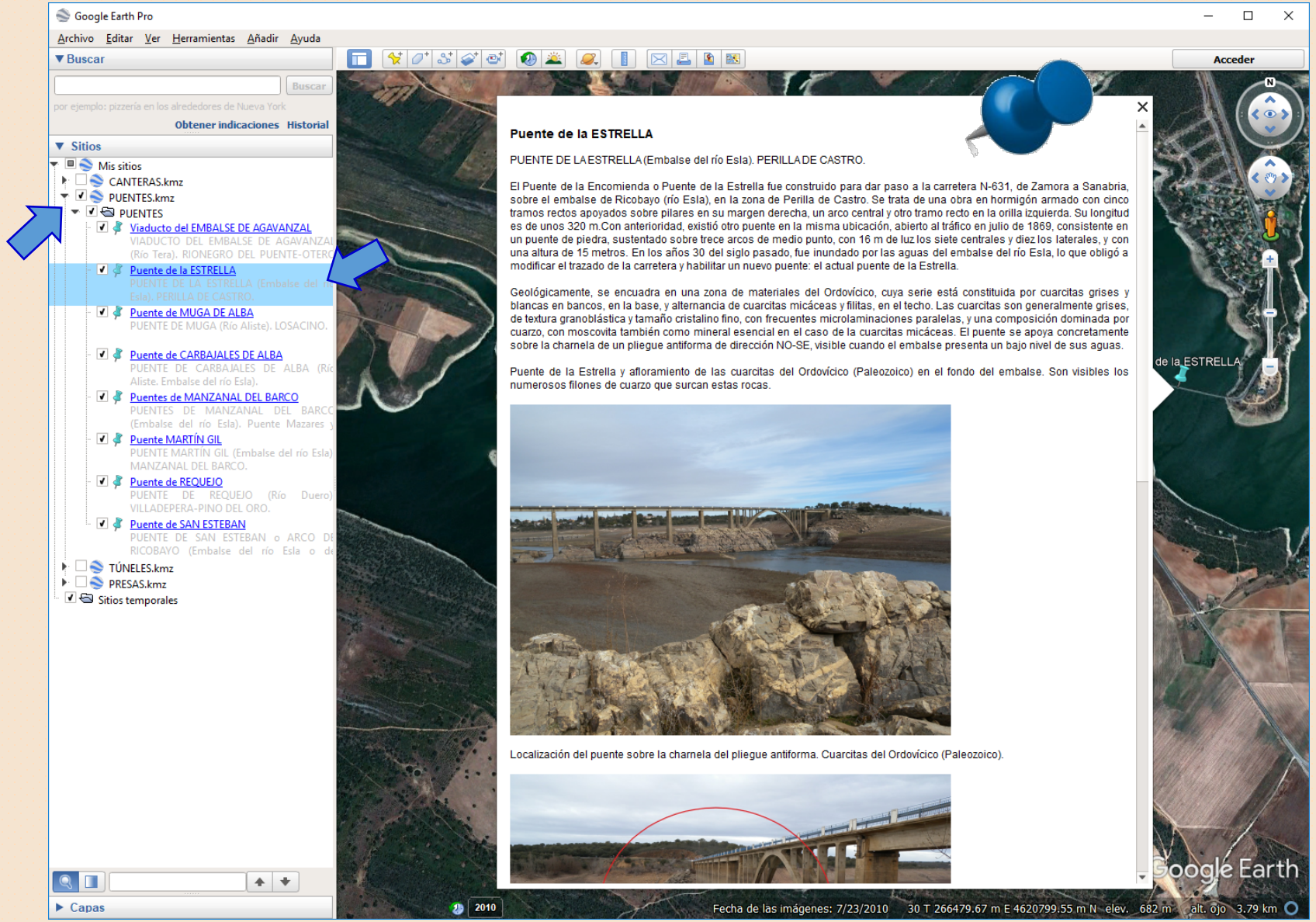


Figura 34a. Ejemplo del Puente de la Estrella. Marca de posición con la información escrita y gráfica incorporada.

Puente de la ESTRELLA

PUENTE DE LA ESTRELLA (Embalse del río Esla). PERILLA DE CASTRO.

El Puente de la Encomienda o Puente de la Estrella fue construido para dar paso a la carretera N-631, de Zamora a Sanabria, sobre el embalse de Ricobayo (río Esla), en la zona de Perilla de Castro. Se trata de una obra en hormigón armado con cinco tramos rectos apoyados sobre pilares en su margen derecha, un arco central y otro tramo recto en la orilla izquierda. Su longitud es de unos 320 m. Con anterioridad, existió otro puente en la misma ubicación, abierto al tráfico en julio de 1869, consistente en un puente de piedra, sustentado sobre trece arcos de medio punto, con 16 m de luz los siete centrales y diez los laterales, y con una altura de 15 metros. En los años 30 del siglo pasado, fue inundado por las aguas del embalse del río Esla, lo que obligó a modificar el trazado de la carretera y habilitar un nuevo puente: el actual puente de la Estrella.

Geológicamente, se encuadra en una zona de materiales del Ordovícico, cuya serie está constituida por cuarcitas grises y blancas en bancos, en la base, y alternancia de cuarcitas micáceas y filitas, en el techo. Las cuarcitas son generalmente grises, de textura granoblástica y tamaño cristalino fino, con frecuentes microlaminaciones paralelas, y una composición dominada por cuarzo, con moscovita también como mineral esencial en el caso de la cuarcitas micáceas.

El puente se apoya concretamente sobre la charnela de un pliegue antiforma de dirección NO-SE, visible cuando el embalse presenta un bajo nivel de sus aguas.

Puente de la Estrella y afloramiento de las cuarcitas del Ordovícico (Paleozoico) en el fondo del embalse. Son visibles los numerosos filones de cuarzo que surcan estas rocas.

Localización del puente sobre la charnela del pliegue antiforma. Cuarcitas del Ordovícico (Paleozoico).

Vista de la charnela del pliegue. Cuarcitas y filones de cuarzo.

INFORMACIÓN GEOLÓGICA:

- Fadón, O. (2011): Geología de Zamora. www.siemcalsa.com
- IGME. GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España. E 1:50.000. Zonas Z1300 (Centro Ibérica. Dominio del Ollo de Sapo) y Z2300 (Cuenca del Duero-Almazán). www.igme.es
- Martín Serrano, A. y Barba, A. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Manganeses de la Lampreana (340). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E. www.igme.es
- SIEMCALSA (1997): Mapa Geológico de Castilla y León. E 1:400.000. Ed. Junta de Castilla y León. www.siemcalsa.com
- Vera, J.A. (editor) (2004): Geología de España. SGE – IGME, Madrid. 890 p.

Figura 34b. Ejemplo del Puente de la Estrella (continuación). Montaje de toda la información escrita y gráfica incorporada en la descripción de la marca de posición.

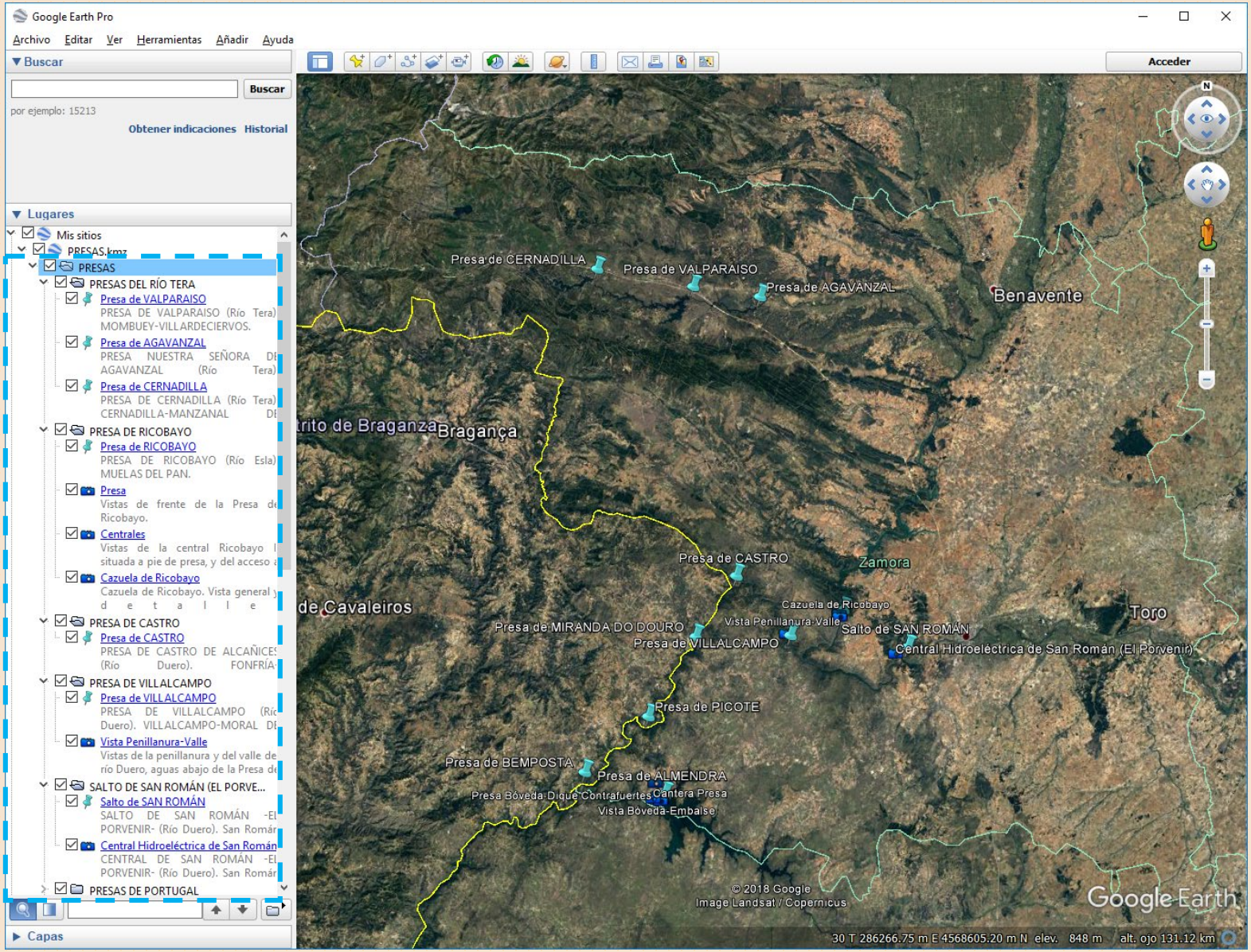


Figura 35a. Situación de las presas localizadas: Cernadilla, Valparaiso y Agavanzal (Río Tera), Ricobayo (Río Esla), Castro, Villalcampo, San Román y Presas portuguesas de Miranda, Picote y Bemposta (Río Duero) y Almendra (Río Tormes).

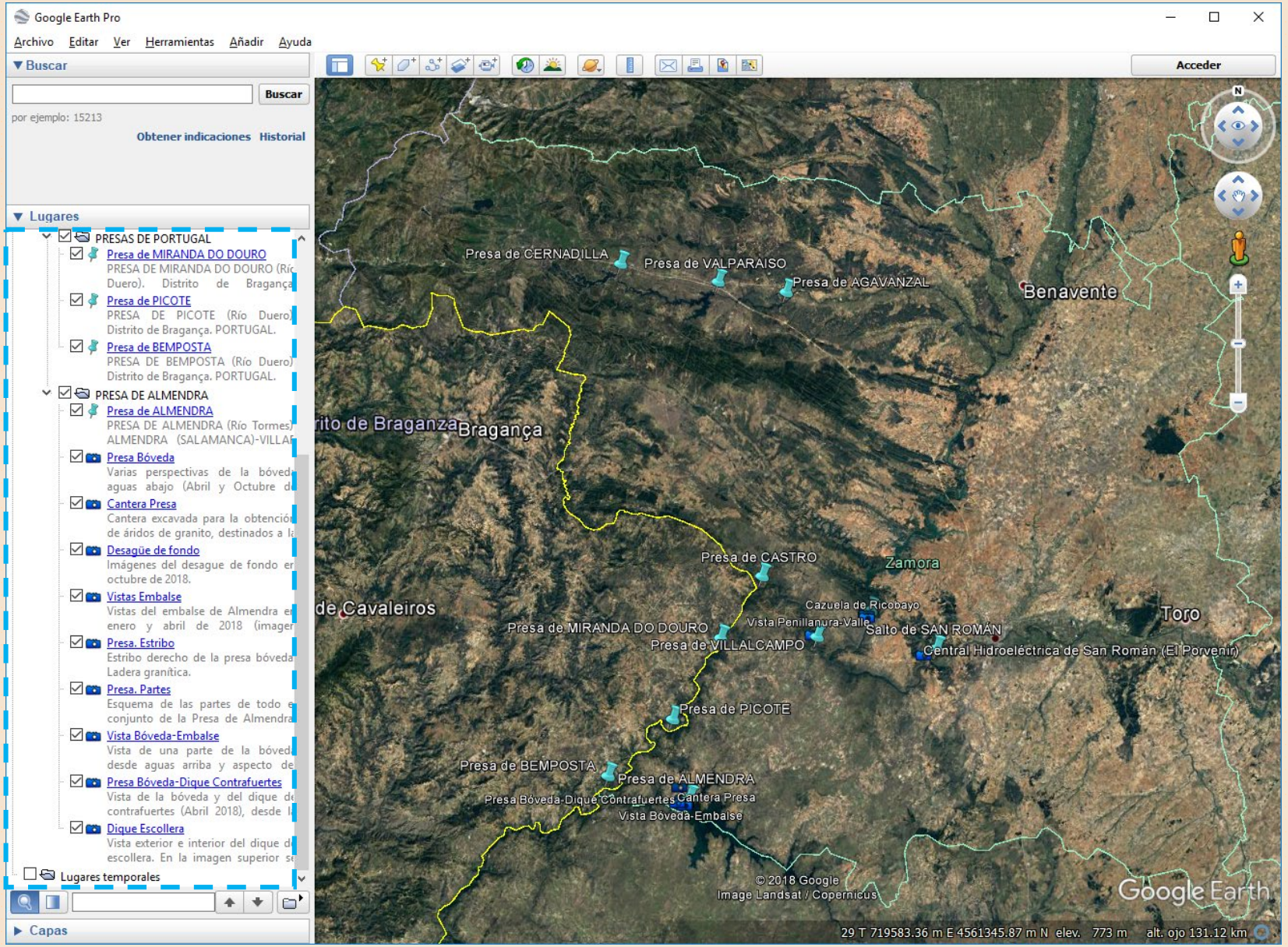


Figura 35b. Presas (continuación).

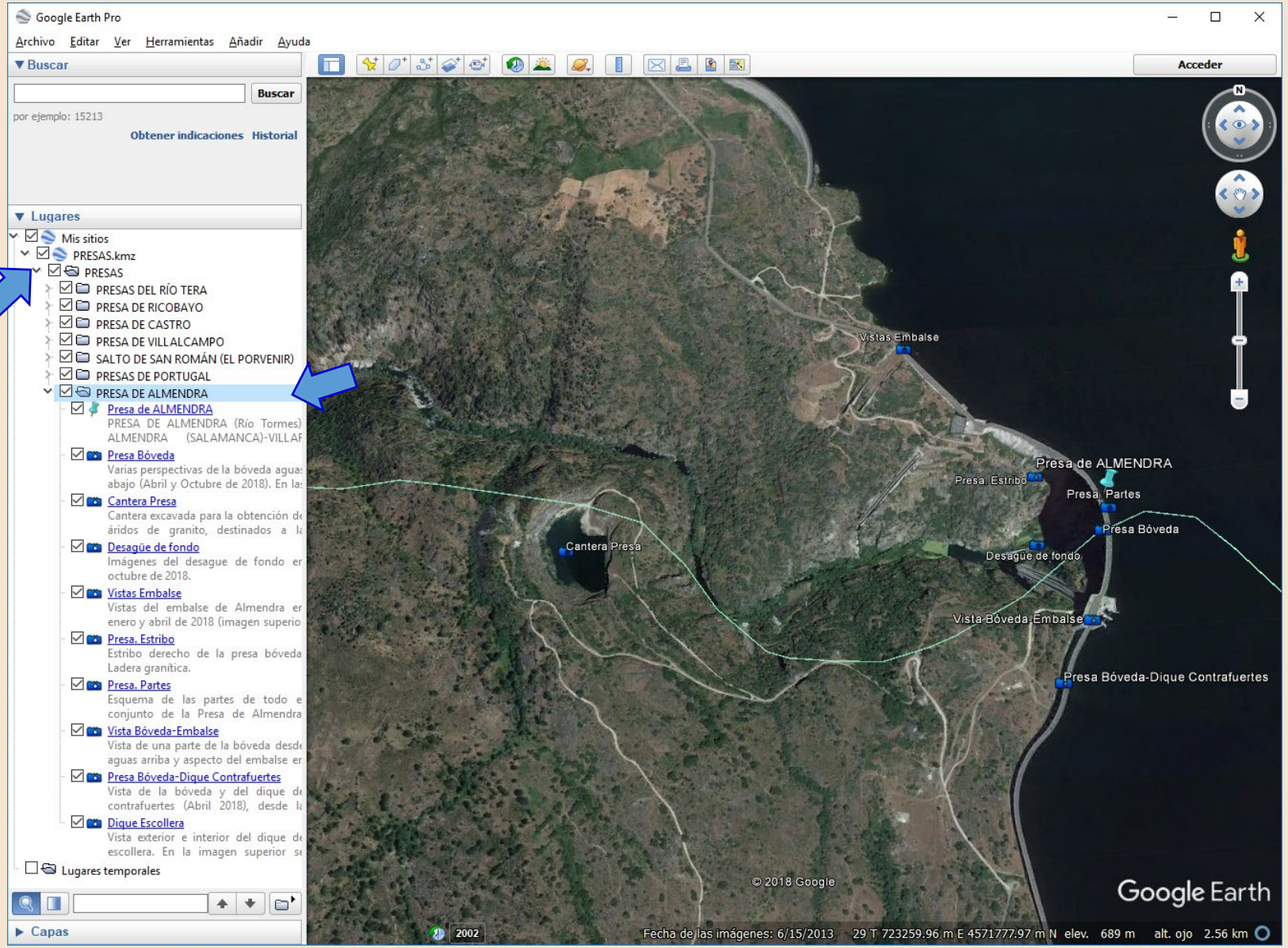


Figura 36a. Ejemplo de la Presa de Almendra. Marca de posición principal de la presa con información general y marcas complementarias con elementos/partes de la presa u otros aspectos de interés.

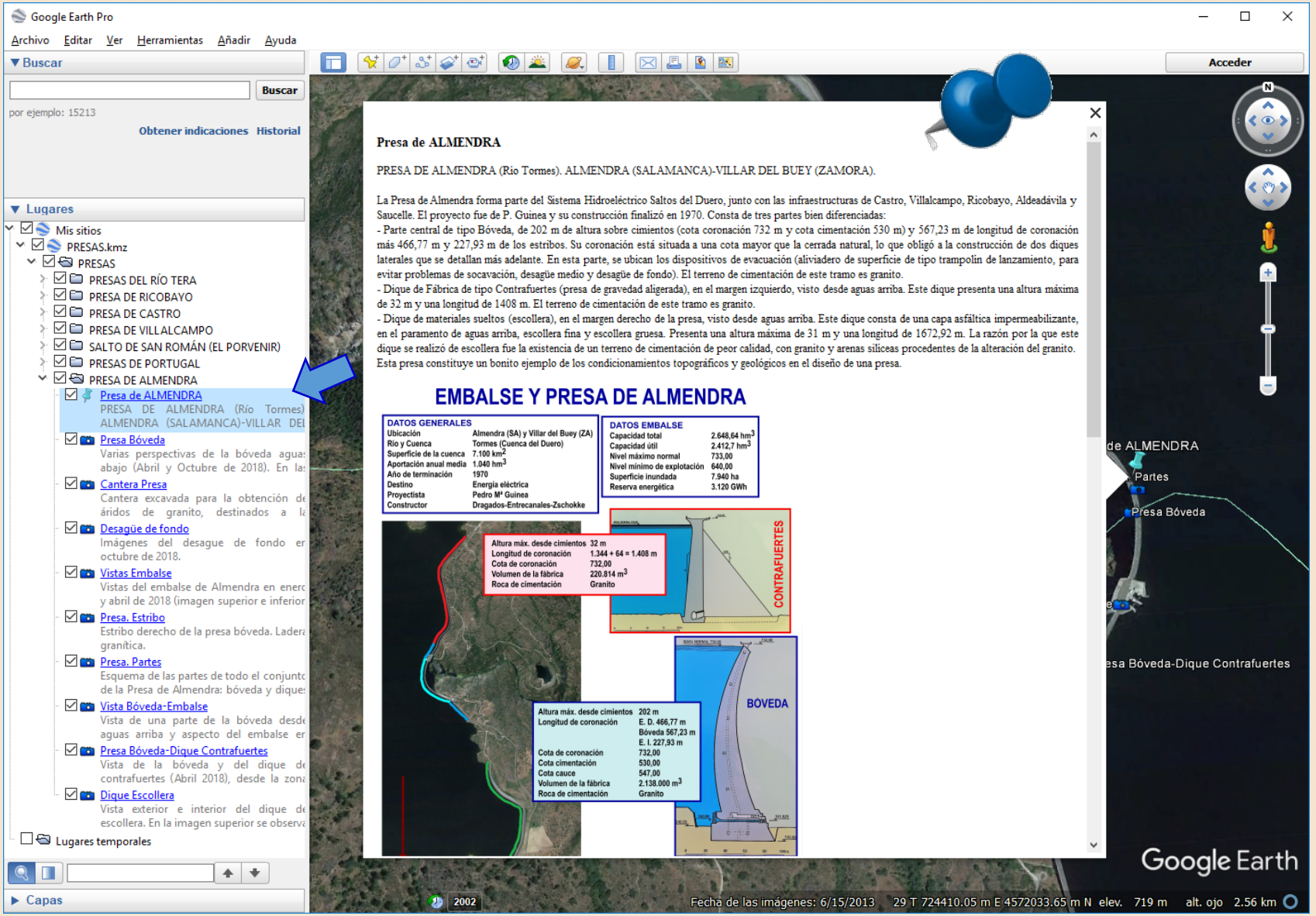


Figura 36b. Ejemplo de la Presa de Almendra (continuación). Información general, esquemas e imágenes incorporadas en marca de posición principal. La figura siguiente completa la información.

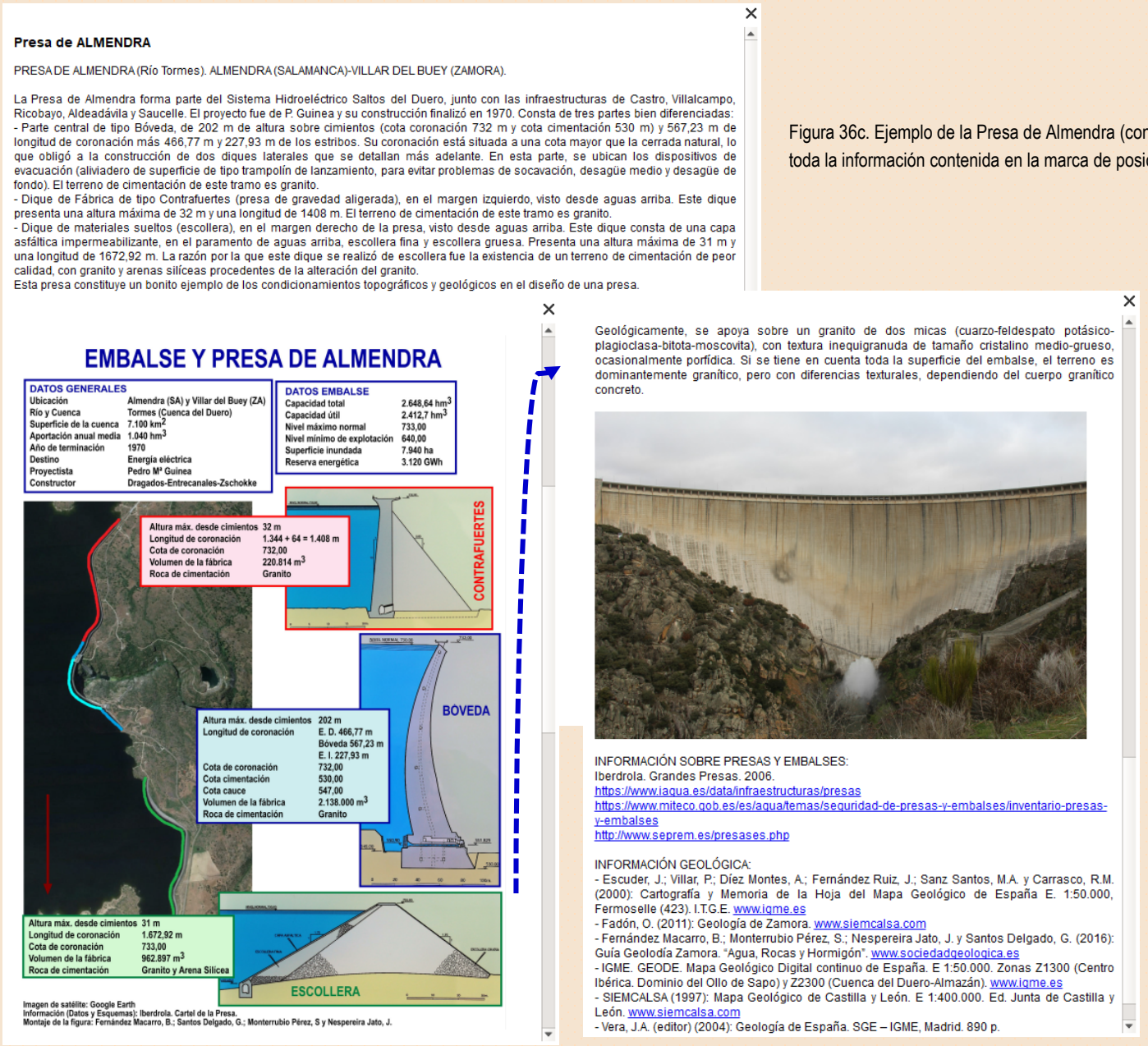


Figura 36c. Ejemplo de la Presa de Almendra (continuación). Montaje con toda la información contenida en la marca de posición principal.

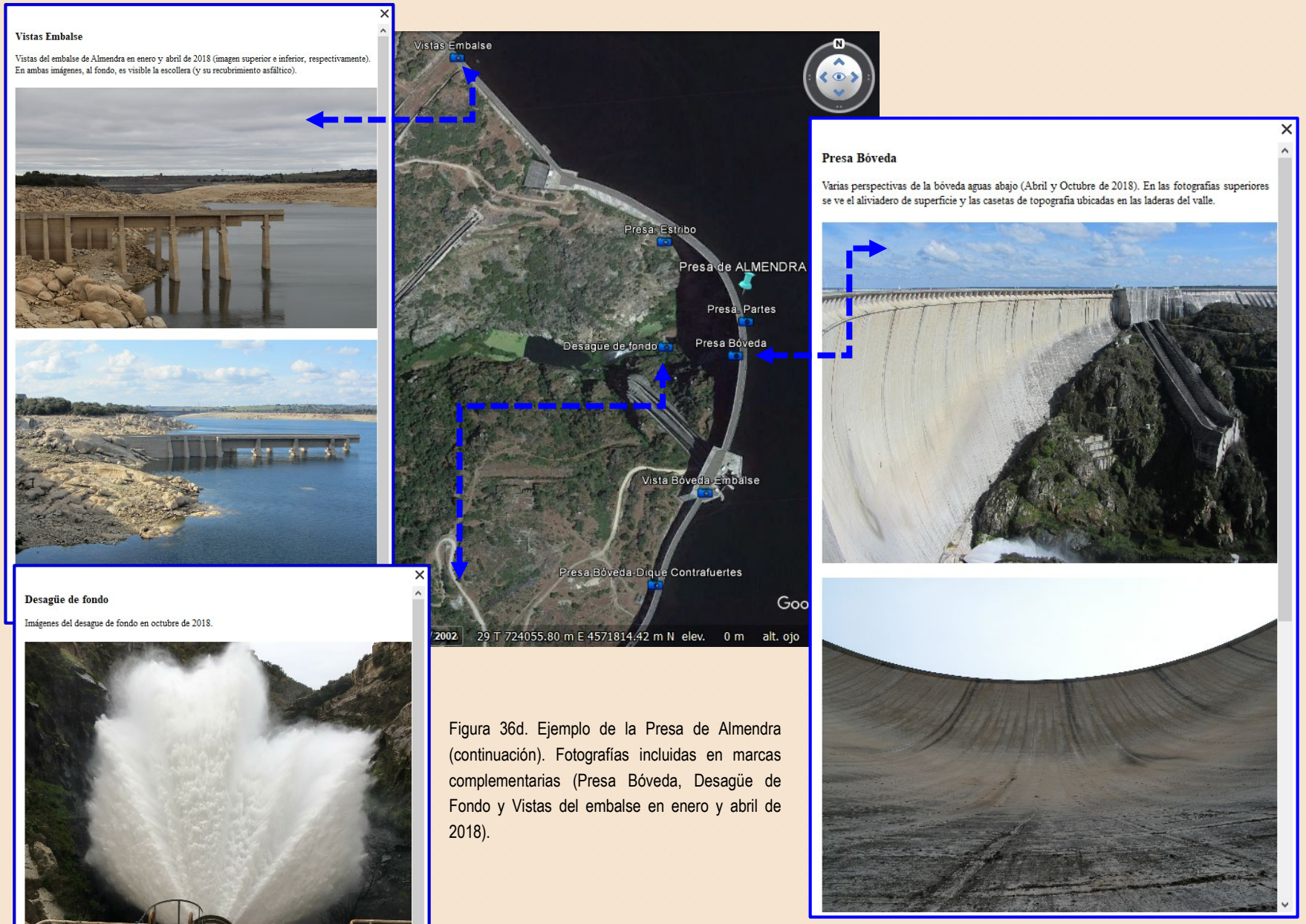


Figura 36d. Ejemplo de la Presa de Almendra (continuación). Fotografías incluidas en marcas complementarias (Presa Bóveda, Desagüe de Fondo y Vistas del embalse en enero y abril de 2018).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Granito silicificado (Cerro) y Berrocal. Peñausende

FUENTES DE INFORMACIÓN

En las siguientes páginas se recogen las principales fuentes de información empleadas para la realización de este proyecto y/o recomendadas para conocer la geología de Zamora.

Bibliografía y Cartografía

Alonso Gavilán, G. (1981): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la cuenca del Duero (provincia de Salamanca). Tesis doctoral. Univ. de Salamanca. 435 p.

Alonso Gavilán, G. (1982): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la cuenca del Duero (provincia de Salamanca). Universidad de Salamanca, Salamanca, Serie y Resúmenes Tesis Doctorales, T. C 289: 37 p.

Alonso Gavilán, G. (1984): Evolución del sistema fluvial de la Fm Areniscas de Aldearrubia (Paleógeno superior, prov. de Salamanca). Mediterráneo, 3: 107 – 130.

Alonso Gavilán, G. (1986): Paleogeografía del Eoceno superior – Oligoceno en el SO de la Cuenca del Duero (España). Stud. Geol. Salmant., 22: 71 - 92.

Alonso Gavilán, G., Armenteros, I., Carballeira, J., Corrochano, A., Huerta, P. y Rodríguez, J. M. (2004): Cuenca del Duero. En: Geología de España (J. A. Vera, Ed.). SGE-IGME, Madrid. 548 – 555.

Alonso Gavilán, G., Molina Ballesteros, E. y García-Talegón, J. (2006): Estructura, sedimentación y procesos postsedimentarios del Cenozoico en el SO de Castilla y León. En: Itinerarios Geológicos por la Cuenca del Duero (P. Huerta, I. Armenteros, A. Corrochan, A. Rico, F. Colombo y J. A. González Delgado, Eds.). Sociedad Geológica de España, Salamanca, Geo – Guías, 2: 109 – 147.

Antón, L.; Martín Velázquez, S.; García del Amo, D. y Pérez-Soba Aguilar, C. (2017): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2017. “El Duero zamorano”.

Arce, J.M. y Monteserín, V. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Villardeciervos (306). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Armenteros, I.; Corrochano, A.; Alonso Gavilán, G.; Carballeira, J. & Rodríguez, J. M. (2002): Sedimentary evolution of the Tertiary Duero basin (northern Spain). In: The Geology of Spain (W. Gibbons & T. Moreno, Eds.). Geol. Soc. London. 293 – 334.

Barba, A. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Benavente (270). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Barba, A. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Valderas (271). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Barba, A.; Cabra, P. y Alcalde, A. (1980): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, San Pedro de Latarce (341). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Blanco, J.L. (1992). Aliviadero del Salto de Ricobayo. Información tomada de López Marinas, J.M. López Marinas, J.M. y Lomoschitz Mora-Figueroa, A. (2014). Geología aplicada a la Ingeniería Civil.

Blanco, J.A.; Fernández Macarro, B.; Santos Delgado, G.; Armenteros, I. y Huerta, P. (2018): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2018. "Geología del entorno lagunar de Villafáfila".

Bustillo, M.A. y Martín Serrano, A. (1980): Caracterización y significado de las rocas silíceas y ferruginosas del Paleoceno de Zamora. *Tecniterrae*, 36:14-29.

Carenas, M.B.; Giner, J.L.; González Yelamos, J. y Pozo, M. (2014). Geología. Ed. Paraninfo.

Carnicero, A. (1980): Estudio petrológico del metamorfismo y los granitoides entre Cipérez y Aldea del Obispo (O de Salamanca). Tesis doctoral. Univ. de Salamanca. 202 p.

Carnicero, A. (1982): Estudio del metamorfismo existente en torno al granito de Lumbrales (Salamanca). Stud. Geol. Salmant., XVII: 7 - 20.

Corres Peiretti, H.; Prieto Aguilera, F.; Alvárez Poyatos, J.L. y Arribas, D. (2008): Nuevo puente de Manzanal del Barco. -proyecto y Construcción. En: "IV Congreso de Asociación científico-técnica del hormigón estructural (ACHE)". Valencia (España).

Corrochano, A. (1977): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la provincia de Zamora. Tesis doctoral. Univ. de Salamanca. 335 p.

Corrochano, A. (1980): Los sistemas de abanicos aluviales del Paleógeno de Zamora. En: Guía de Sesiones de Campo del IX Congreso Nacional de Sedimentología. Ediciones de la Universidad de Salamanca, Salamanca. 48 – 77.

Corrochano, A. (1982): El Paleógeno del borde occidental de la Cuenca del Duero (provincia de Zamora). Temas Geol. Min. Inst. Geol. Min., 6(2): 687 – 697.

Corrochano, A. León, C. y Quinquer, R. (1980): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Zamora (397). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Corrochano, A.; León, C. y Quinquer, R. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Coreses (369). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Corrochano, A., Armenteros, I., Guerrero, O. y Blanco J.A. (2006): Arquitectura secuencial y paleoalteraciones en el dominio occidental de la Cuenca Terciaria del Duero. En: Itinerarios Geológicos por la Cuenca del Duero (P. Huerta, I. Armenteros, A. Corrochano, A. Rico, F. Colombo y J. A. González Delgado, Eds.). Sociedad Geológica de España, Salamanca, Geo – Guías, 2: 43 – 71.

Escuder, J.; Villar, P.; Diez Montes, A.; Fernández Ruiz, J.; Sanz Santos, M.A. y Carrasco, R.M. (2000): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Fermoselle (423). I.T.G.E.

Estévez, C. y Arce, J.M. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Arrabalde (269). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Fadón Loro, O. (2011). Geología de Zamora. Edición digital. SIEMCALSA-Junta de Castilla y León.

Fernández, B.; Monterrubio, S. y Yenes, M. (2011): Geología y Vino en Zamora. Colección Biblioteca de las Ciencias. Ediciones Universidad de Salamanca. 184 pp.

Fernández Macarro, B.; Monterrubio Pérez, S.; Nespereira Jato, J. y Santos Delgado, G. (2016): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2016. "Agua, Rocas y Hormigón".

Fernández Martínez, F.; Nuño, C. y Arce, J.M. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Moreruela de Tábara (339). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Fernández Tomás, J. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Hermisende (304). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Fernández Tomás, J.; Gil Serrano, G. y Piles Mateo, E. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Calabor (305). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Gil Serrano, G. y Monteserín López, V. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Latedo (337). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Gil Serrano, G. y Monteserín López, V. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Alcañices (338). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

González González, J.C.; Monteserín, V. y Arce, J.M. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Molezuelas de la Carballeda (268). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Gonzalo, J.C.; López Plaza, M.; Domínguez Vadillo, A. y López Moro, F.J. (1994): Las anatexitas del domo del Tormes y su significado litoestratigráfico (Prov. de Salamanca y Zamora). Bol. Geol. Min., 105: 397 - 411.

Guerrero, O. y Corrochano, A. (2003): Análisis estratigráfico del subsuelo en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero (Zamora). Stud. Geol. Salmant., 39: 89 – 108.

Guerrero, O. y Corrochano, A. (2004): Geometría y distribución de facies en la cuenca paleógena de Zamora. Datos derivados de sondeos. Geogaceta, 35: 23 - 26.

Gutiérrez Elorza, M. (2008). Geomorfología. Pearson Educación. Madrid.

Iberdrola (2006). Grandes Presas.

Iglesias Ponce de León, M. y Varea Nieto, R. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Viana del Bollo (228). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E..

Jambrina, M. (2011): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2011. "Sanabria, tras las huellas de los glaciares".

Jiménez, E. (1970): Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero. Tesis doctoral. Univ. de Salamanca. 323 p.

Jiménez, E. y García Marcos, J.M. (1980): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Toro (370). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Jiménez, E. y García Marcos, J.M. (1980): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Fuentesaúco (426). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Jiménez, E. y García Marcos, J.M. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Castronuño (398). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Jiménez, E.; Corrochano, A. y Alonso Gavilán, G. (1983): El Paleógeno de la Cuenca del Duero. En: Libro Hom. J.M. Ríos, Geología de España (J. A. Comba, Ed.). IGME. T II: 489 – 491.

Lazuen Alcón, F. J.; Roldán Torres, R. y Gabaldón López, V. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Muga de Sayago (395). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

López Marinas, J.M. y Lomoschitz Mora-Figueroa, A. (2014). Geología aplicada a la Ingeniería Civil. Ed. Ediciones. 4ª edición revisada y ampliada.

López Plaza, M. (1982): Contribución al conocimiento de la dinámica de los cuerpos graníticos en la penillanura salmantino-zamorana. Tesis doctoral. Univ. de Salamanca. 333 p.

López Plaza, M. y Carnicero. A. (1987): El plutonismo hercínico de la penillanura salmantino-zamorana (Centro - Oeste de España). Visión de conjunto en el contexto geológico regional. En: Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico (F. Bea; A. Carnicero; J.C. Gonzalo; M. López Plaza y M.D. Rodríguez Alonso, Eds,). Rueda, Madrid. 53 - 68.

López Plaza, M. y Martínez Catalán, J.R. (1987): Síntesis estructural de los granitoides hercínicos del Macizo Hespérico. En: Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico (F. Bea; A. Carnicero; J.C. Gonzalo; M. López Plaza y M.D. Rodríguez Alonso, Eds,). Rueda, Madrid. 195 - 210.

López Plaza, M.; López Moro, F.J.; Gonzalo, J.C. y Carnicero, A. (1999): Asociaciones de rocas básicas e intermedias de afinidad calcoalcalina y shoshonítica y granitoides relacionados en el Domo Hercínico del Tormes (Salamanca y Zamora). Bol. Soc. Esp. Miner., 22: 211 - 234.

López Plaza, M. y Martínez Catalán, J.R. (1987): Síntesis estructural de los granitoides hercínicos del Macizo Hespérico. En: Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico (F. Bea; A. Carnicero; J.C. Gonzalo; M. López Plaza y M.D. Rodríguez Alonso, Eds,). Rueda, Madrid. 195 - 210.

López Plaza, M.; López Moro, F.J.; Gonzalo, J.C. y Carnicero, A. (1999): Asociaciones de rocas básicas e intermedias de afinidad calcoalcalina y shoshonítica y granitoides relacionados en el Domo Hercínico del Tormes (Salamanca y Zamora). Bol. Soc. Esp. Miner., 22: 211 - 234.

López Plaza, M.; García Talegón, J.; García de los Ríos Cobo, J.I.; Íñigo Íñigo, A.C.; López Vázquez, M.; López Moro, F.J.; Vasallo Toranzo, L.; Pérez Martín, S.; Pérez Ruiz, F.J. y Alonso Arribas, C.J. (2012): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2012. “De la roca a la piedra: desde las canteras del oeste de Zamora hasta sus monumentos”.

Marino, J. L., Poblete, M. A. y Beato, S. (2017): Valoración del patrimonio geomorfológico de un sector del Parque Natural de Arribes del Duero (Bajo Sayago, Zamora). Cuaternario y Geomorfología, 31(3-4), 27-50.

Marino, J. L., Poblete, M. A. y Beato, S. (2018): Geomorfología de los Arribes del Duero zamoranos. Estudios Geográficos Vol. LXXIX, 285 p. 419-444. ISSN: 0014-1496 eISSN: 1988-8546.

Marino, J. L., Poblete, M. A. y Beato, S. (2019): El relieve de los Arribes del Duero zamoranos y los lugares de interés geomorfológico. Editorial Ediuno. Ediciones de la Universidad de Oviedo. 124 p. ISBN 978-84-16343-76-8.

Martín García, E. y Plogmann, H. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Puebla de Sanabria (267). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Martín Serrano, A. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Villalpando (309). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Martín Serrano, A. (1988): El relieve de la región occidental zamorana. La evolución geomorfológica de un borde del Macizo Hespérico. Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo". Diputación de Zamora. 311 p.

Martín Serrano, A. y Barba, A. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Manganeses de la Lampreana (340). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Martín Serrano, A. y Piles, E. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Villafáfila (308). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Martínez García, E. (1973): Deformaciones y metamorfismo en la zona de Sanabria (Provincia de Zamora, León y Orense, Noroeste de España). Stud. Geol., V: 1 – 106.

Matas, J. y Velando, F. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Castrocontrigo (230). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Mediavilla, R.; Sanz Santos, M. A. y Diez Montes, A. (2000): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Villamor de los Escuderos (425). 2ª serie (MAGNA). I.T.G.E.

Molina, E.; Vicente, A.; Cantano, M. y Martín Serrano, A. (1989): Importancia e implicaciones de las paleoalteraciones y de los sedimentos siderolíticos del paso Mesozoico-Terciario en el borde suroeste de la Cuenca del Duero y Macizo Hercínico Iberico. *Stvd. Geol. Salmanticensia*, 5: 177-186.

Monroe, J. S.; Wicander, R. y Pozo, M. (2008). Geología. Dinámica y evolución de la tierra. Ed. Paraninfo.

Moral Crespo, J.; López-Prado Texeira, J. y Arce, J.M. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, La Gudiña (266). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Monterrubio Pérez, S.; Yenes Ortega, M. y Fernández Macarro, B. (2013): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2013. "Geología y Vino en la Denominación de Origen Toro".

Nuño, C.; Monteserín, V.; Arce, M. y Fernández Pompa, F. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Ferreras de Abajo (307). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Pedraza, J. (1996). Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones. Ed. Rueda.

Pineda Velasco, A. (2007): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Cantalpino (453). 2ª serie. I.G.M.E.

Pineda, A.; Huerta, P.; Nozal, F.; Montes, M. y López Olmedo, F.: Mapa Geológico Digital Continuo. E 1:50.000. Zona Cuenca del Duero-Almazán (Z2300). In: GEODE. Mapa Geológico Digital Continuo de España.

Quiroga de la Vega, J.L. (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Castro de Alcañices (367) 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Quiroga de la Vega, J.L. (1982): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Carbajales de Alba (368). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Roldán Torres, R.; Lazuen Alcón, F. J. y Gabaldón López, V. (1980): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1: 50.000, Pereruela (396). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Sánchez del Corral Jiménez, A. (2007): Geomorfología del dominio fluvial del Duero en el sector de Toro (Zamora). Evolución reciente de la llanura de inundación. Rev. C&G, 21(1-2): 103 – 122.

SIEMCALSA (1997): Mapa Geológico de Castilla y León de escala 1:400.000, realizado por SIEMCALSA y publicado por la Junta de Castilla y León.

SIEMCALSA (2007). **La Minería en Castilla y León**. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León S.A. Ed. Junta de Castilla y León.

SIEMCALSA (2008). **La Piedra Natural en Castilla y León**. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León S.A. Ed. Junta de Castilla y León.

Suárez, M.; Monterrubio Pérez, S. y Nespereira Jato, J. (2015): Guía GEOLODÍA ZAMORA 2015. "Las rocas también se alteran. Recorrido entre Cubo del Vino y Pereruela".

Tarbuck, E.J.; Lutgens, F.K. & Tasa, D. (2005). Ciencias de la Tierra. 8ª ed. Pearson Educación. Madrid.

Tarbuck, E.J.& Lutgens, F.K. (2010). Ciencias de la Tierra. Pearson Educación. Madrid. Volúmenes I y I.

Twidale, Ch. R. (1992). Granite landforms. Ed. Elsevier.

Velando, F.; Navarro, D.; Lázaro, J. y Pérez-Estaún (1981): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Encinedo (229). 2ª serie (MAGNA). I.G.M.E.

Vera, J.A. (editor) (2004): Geología de España. SGE – IGME, Madrid. 890 p.

Villar, P.; Diez Montes, A.; Mediavilla, R. y Sanz Santos, M.A. (2000): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Ledesma (451). 2ª serie (MAGNA). I.T.G.E.

Villar, P.; Díez Montes, A.; Mediavilla, R.; Herrero, A. y Sanz Santos, M.A. (2000): Cartografía y Memoria de la Hoja del Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Almeida (424). 2ª serie (MAGNA). I.T.G.E.

Villar Alonso, P.; Portero Urroz, G.; González Cuadra, P.; García Crespo, J.; Nieto García, A.B.; Rubio Pascual, F.J.; Gómez Fernández, F. y Jiménez Benayas, S.: Mapa Geológico Digital Continuo. E 1:50.000. Zona Centro Ibérica. Dominio del Ollo de Sapo (Z1300). In: GEODE. Mapa Geológico Digital Continuo de España

Enlaces web de interés

http://www.igme.es/ Instituto Geológico y Minero de España. Cartografía Geológica y Publicaciones. Cartografía Geocientífica: Cartografía Geológica de España a distintas escalas (Hojas E. 1:50.000 de la provincia de Zamora, Hojas E. 1:200.000 y E. 1:1.000.000) y Mapa Digital continuo GEODE. Cartografía formato kmz.

E. 1:200.000

6 resultados

Nº HOJA	COL-FIL	NOMBRE
Hoja 18	3-3	PONFERRADA
Hoja 19	4-3	LEON
Hoja 28	3-4	ALCAÑICES
Hoja 29	4-4	VALLADOLID
Hoja 36	3-5	VITIGUDINO
Hoja 37	4-5	SALAMANCA

E. 1:50.000

34 resultados

Nº HOJA	COL-FIL	NOMBRE
Hoja 228	9-11	VIANA DEL BOLLO
Hoja 229	10-11	ENCINEDO
Hoja 230	11-11	CASTROCONTRIGO
Hoja 266	9-12	LA GUDIÑA
Hoja 267	10-12	PUEBLA DE SANABRIA
Hoja 268	11-12	MOLEZUELAS DE LA CARBALLEDA
Hoja 269	12-12	ARRABALDE
Hoja 270	13-12	BENAVENTE
Hoja 271	14-12	VALDERAS
Hoja 304	9-13	HERMISENDE
Hoja 305	10-13	CALABOR
Hoja 306	11-13	VILLARDECIERVOS
Hoja 307	12-13	FERRERAS DE ABAJO
Hoja 308	13-13	VILLAFÁFILA
Hoja 309	14-13	VILLALPANDO
Hoja 337	10-14	LATEDO
Hoja 338	11-14	ALCAÑICES
Hoja 339	12-14	MORERUELA DE TÁBARA
Hoja 340	13-14	MANGANESES DE LA LAMPREANA
Hoja 341	14-14	SAN PEDRO DE LATARCE
Hoja 367	11-15	CASTRO DE ALCAÑICES
Hoja 368	12-15	CARBAJALES DE ALBA
Hoja 369	13-15	CORESES
Hoja 370	14-15	TORO
Hoja 395	11-16	MUGA DE SAYAGO
Hoja 396	12-16	PERERUELA
Hoja 397	13-16	ZAMORA
Hoja 398	14-16	CASTRONUÑO
Hoja 423	11-17	FERMOSELLE
Hoja 424	12-17	ALMEIDA
Hoja 425	13-17	VILLAMOR DE LOS ESCUDEROS
Hoja 426	14-17	FUENTESAUCO
Hoja 451	12-18	LEDESMA
Hoja 453	14-18	CANTALPINO

http://www.ign.es/ Instituto Geográfico Nacional. Cartografía.

http://www.siemcalsa.com/ Publicaciones: Mapa Geológico y Minero 1:400.000 y Geología de Zamora.

http://www.sociedadgeologica.es/divulgacion_geolodia.html https://geolodia.es/

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2011. "Sanabria, tras las huellas de los glaciares". Jambrina, M.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2012. "De la roca a la piedra: desde las canteras del oeste de Zamora hasta sus monumentos". López Plaza, M.; García Talegón, J.; García de los Ríos Cobo, J.I.; Íñigo Íñigo, A.C.; López Vázquez, M.; López Moro, F.J.; Vasallo Toranzo, L.; Pérez Martín, S.; Pérez Ruiz, F.J. y Alonso Arribas, C.J.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2013. "Geología y Vino en la Denominación de Origen Toro". Monterrubio Pérez, S.; Yenes Ortega, M. y Fernández Macarro, B.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2014. "La Minería Romana de Pino de Oro". Clavijo, E. y Nespereira Jato, J.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2015. "Las rocas también se alteran. Recorrido entre Cubo del Vino y Pereruela". Suárez, M.; Monterrubio Pérez, S. y Nespereira Jato, J.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2016. "Agua, Rocas y Hormigón". Fernández Macarro, B.; Monterrubio Pérez, S.; Nespereira Jato, J. y Santos Delgado, G.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2017. "El Duero zamorano". Antón, L.; Martín Velázquez, S.; García del Amo, D. y Pérez-Soba Aguilar, C.

Guía GEOLODÍA ZAMORA 2018. "Geología del entorno lagunar de Villafáfila". Blanco, J.A.; Fernández Macarro, B.; Santos Delgado, G.; Armenteros, I. y Huerta, P.

Continuación. ENLACES WEB DE INTERÉS

https://www.google.es

https://support.google.com/earth

https://www.google.es/earth/outreach/index.html Google Earth solidario. Tutoriales.

https://earth.google.com/web Google Earth on line.

https://zoom.earth

https://www.trenzamora.es/

Página web sobre todo lo relacionado con el mundo del tren en Zamora, con información muy completa sobre los tramos de Alta Velocidad en la provincia y detalles de sus obras.

https://www.trenzamora.es/Lineaszamora/AVE/MenuAVE.html

http://www.adifaltavelocidad.es

Página web de Adif Alta Velocidad (entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Fomento). Sección: Infraestructuras de Alta Velocidad.

http://www.adifaltavelocidad.es/es_ES/infraestructuras/infraestructuras.shtml

https://www.iagua.es/

Noticias e información sobre el sector del agua.

https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/inventario-presas-y-embalses/

Ministerio de Transición Ecológica.

http://www.seprem.es/

Sociedad Española de Presas y Embalses.

http://sigpac.mapa.es/fega/visor/

Visor del SigPac 3.5. Sistema de Información Geográfica de parcelas agrícolas. Fondo Español de Garantía Agraria O.A. (FEGA). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Begoña Fernández Macarro (Coordinación)

Gabriel Santos Delgado

Serafín Monterrubio Pérez

José Nespereira Jato