



INDICENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DESAPARICIÓN DEL HIELO FÓSIL DE LAS TORCAS DEL SOMO Y VALNERA (BURGOS)

Equipo: Escuela de Pequeñ@s Científic@s Espiciencia, "Little Ice Age"



CLIMATE DETECTIVES

TÍTULO DEL PROYECTO:

INDICENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DESAPARICIÓN DEL HIELO FÓSIL DE LAS TORCAS DEL SOMO Y VALNERA (BURGOS)

Equipo: Escuela de Pequeñ@s Científic@s Espiciencia, “Little Ice Age”

Nieves Martínez-Abascal de Aymerich, Noa Prieto Herranz, Sara Cheng Lyn, María del Campo Pinilla, Álvaro Ortiz Martínez, Sandra Amieiro Parga, Lluvia Zubiaga Alonso, Rodrigo Flores Colmetino, Saúl Román Pérez, Bruno Caracciolo.

• **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:**

¿EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE EL PATRÓN DE CAMBIO DE LA TEMPERATURA ANUAL Y LA PERDIDA DE LOS HIELOS FÓSILES DE LAS TORCAS DEL SOMO Y VALNERA?

• **RESUMEN DEL PROYECTO:**

La Cordillera Cantábrica en su zona más oriental, se caracteriza por su naturaleza kárstica y su alta presencia de formaciones como torcas y simas, algunas de ellas de casi 200 m de profundidad. Los montes del Somo y Valnera, situados en el norte de la provincia de Burgos, albergan varias de estas cavidades, siendo las más conocidas las torcas de la Grajera, Monteros y Len.

Este macizo formó a su vez parte de un valle glaciar, cuya lengua de hielo se extendía hasta la zona en la que se ubica, actualmente, la localidad de Espinosa de los Monteros.

Dadas las especiales condiciones climáticas que se dan en esta zona (clima tipo...), muchas de las torcas han presentado presencia de hielo fósil, que ha sido datado y estudiado por diversas entidades como Paleoclima y grupo Edelweiss.

Con este proyecto hemos querido profundizar en el estudio de estos hielos fósiles, en la importancia del hielo y la nieve en la conformación de nuestro paisaje, su importancia etnográfica y evidenciar que su desaparición está ligada al calentamiento global.

The Cantabrian Mountain Range in its easternmost zone is characterized by its karstic nature and its high presence of formations such as torcas and sinkholes, some of them almost 200 m deep. The mountains of Somo and Valnera, located in the north of the province of Burgos, are home to several of these cavities, the best known being the torcas de la Grajera, Monteros and Len.

This massif in turn formed part of a glacial valley, whose ice tongue extended to the area where the town of Espinosa de los Monteros is currently located.

Given the special climatic conditions that occur in this area (type climate...), many of the torcas have shown the presence of fossil ice, which has been dated and studied by various entities such as Paleoclimate and the Edelweiss group.

With this project we wanted to delve into the study of these fossil ices, the importance of ice and snow in shaping our landscape, their ethnographic importance and show that their disappearance is linked to global warming.

• PRINCIPALES RESULTADOS Y CONCLUSIONES:

0.- ACTIVIDADES PREVIAS:

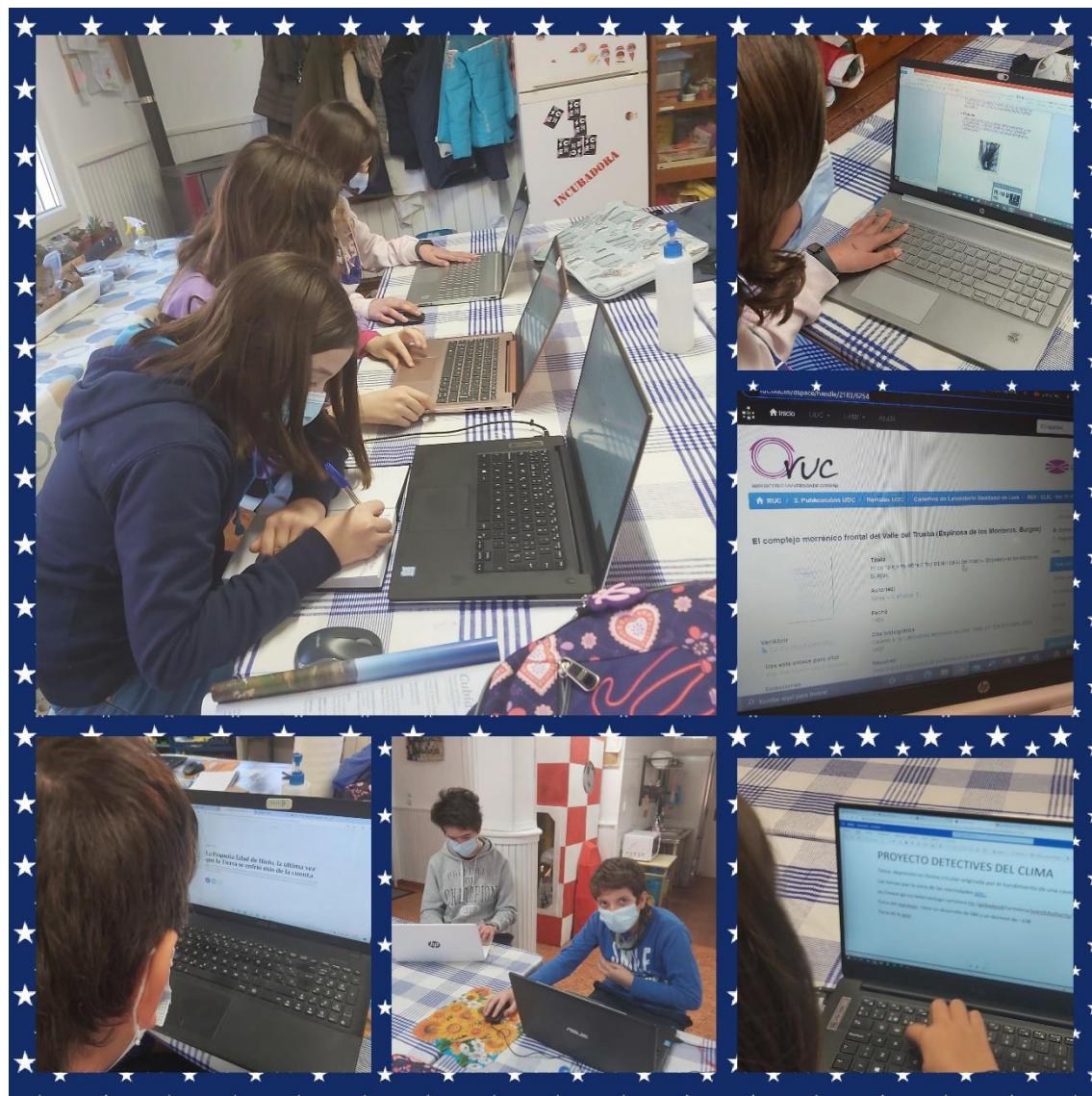
Para comenzar a desarrollar nuestro proyecto, realizamos una serie de actividades iniciales para introducirnos en el tema, conocer más de lleno la zona y explorar a conciencia el terreno:

- **Búsqueda de información inicial:**

Acudimos a la biblioteca de Espinosa de los Monteros para recabar información acerca de las publicaciones sobre glaciarismo, torcas, cuevas, neveros... que existía en el archivo municipal, así como fotos y testimonios personales que pudieran ayudarnos en nuestra investigación.

- **Puesta en contacto:**

Realizamos un mailing para conseguir recabar los datos climáticos que precisábamos para nuestro estudio. Escribimos a la Agencia Española de Meteorología, a la Base Militar EVA12, y a los responsables de la web MeteoMerindades, un barrido de posibilidades diferentes.



- **Visita a cuevas:**

Dentro de las actividades del 70 aniversario del Grupo Espeleológico Edelweiss, realizamos diferentes visitas a las cuevas del karst de la zona a estudio para poder entender cuáles son las condiciones climáticas que se dan dentro de ellas (humedad, temperatura), sus formas, sus colores.



- **Maqueta:**

Realizamos una maqueta del ciclo glaciar del Castro Valnera con plastilina, donde ubicamos la lengua, las morrenas, las lagunas.

- **Indagación tipos de hielo:**

Para comprobar las diferencias entre las consecuencias del derretimiento de los distintos tipos de hielo (glaciar, polos, icebergs), hicimos una pequeña investigación que nos ayudó a comprender con cuál de ellos se incrementa el nivel de los océanos y por qué.

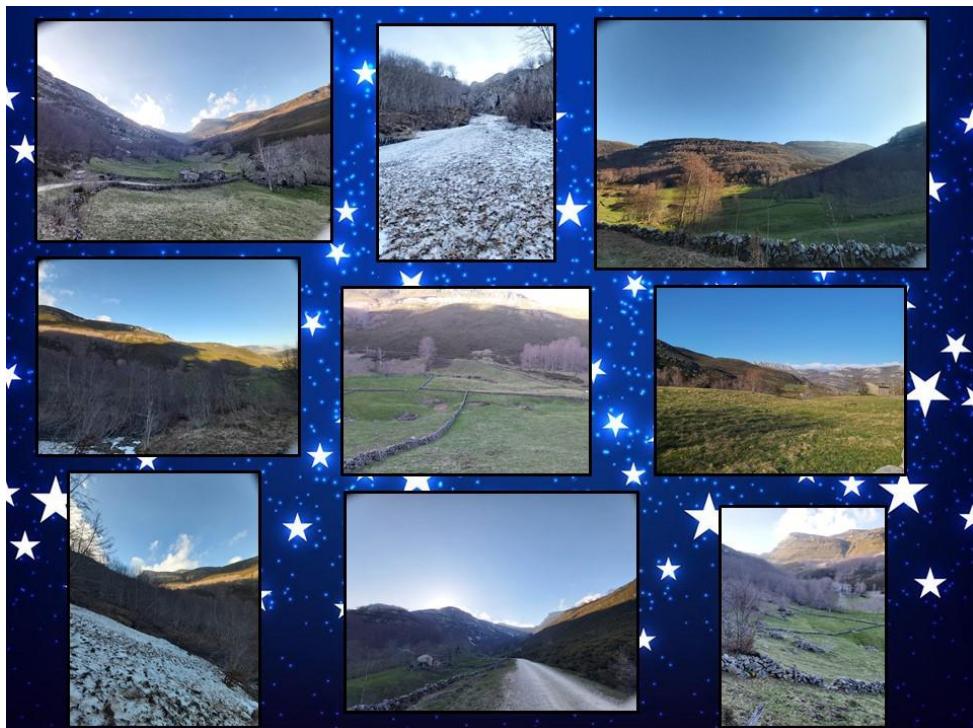


- **Programa de radio sobre el proyecto:**

Dentro de nuestro podcast semanal “Naciendo Ciencia” de Radio Espinosa Merindades, hemos dedicado un espacio a hablar del proyecto y de las evidencias sobre el cambio climático en nuestras latitudes.

- **Paseos por el valle glaciar:**

Hicimos varias rutas por la zona del Bernacho y el Castro Valnera, admirando el circo y las marcas del avance del glaciar.



- **Identificación y fotos de lagunas glaciares:**

Ya en Espinosa de los Monteros, nos centramos en identificar y fotografiar las lagunas glaciares que quedan remanentes tras la retirada de la lengua helada.



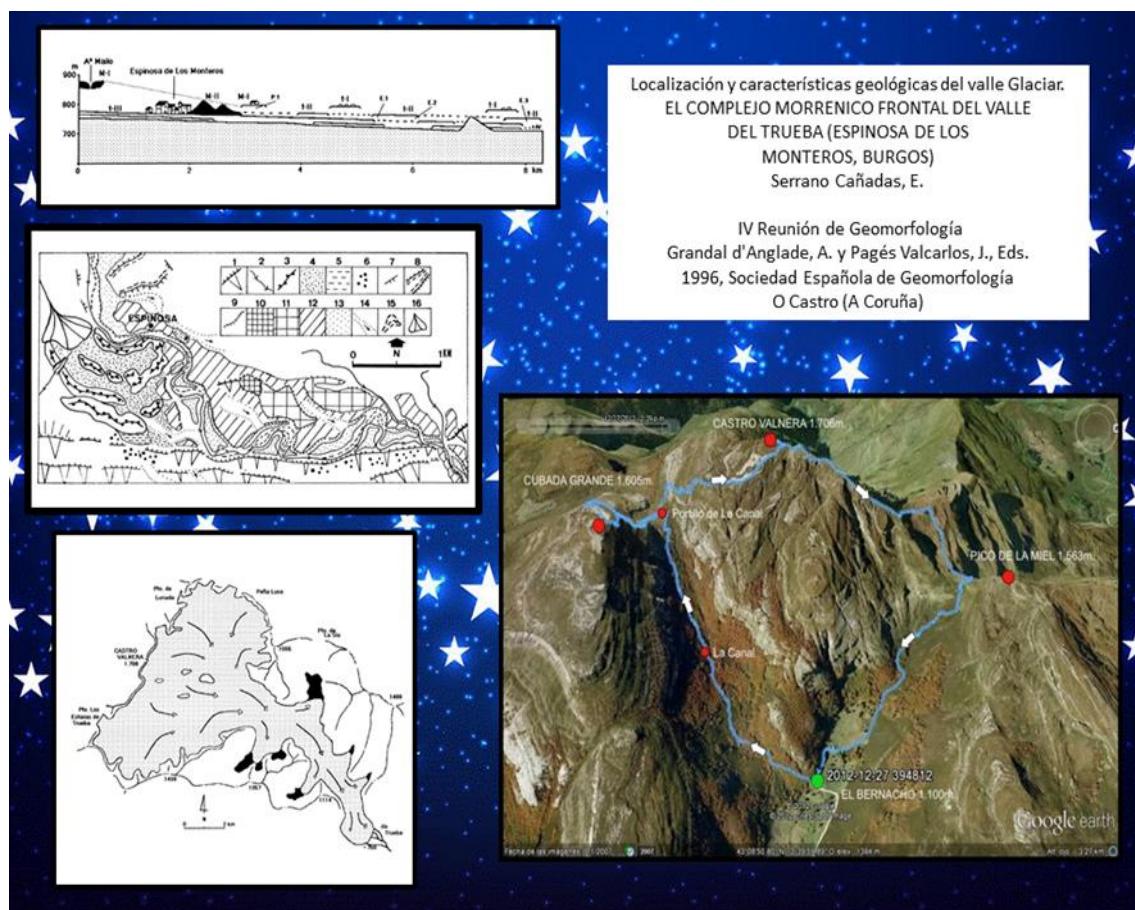
1.- MUESTREOS HIELO VS DATOS CLIMÁTICOS:

1.1.- DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y CLIMÁTICA DE LA ZONA A ESTUDIO:

En Espinosa de los Monteros se localiza el complejo morrénico frontal del glaciar Pleistoceno del Trueba. Se compone de cuatro arcos morrénicos bien conservados y cuatro niveles de terrazas. De ellas, los dos niveles intermedios (T-11 Y T-111) enlazan con los frentes morrénicos y se interpretan como fluvioglaciares. Las restantes se atribuyen a una dinámica fluvial. Se registran, pues, siete fases morfogenéticas mayores, cuatro de ellas en relación con la deglaciación del pleniglaciar pleistoceno.

En este relieve kárstico, se han ubicado gran cantidad de torcas de profundidades variables en las que se han encontrado y muestreado diversas acumulaciones de hielos fósiles de diferentes alturas y edades.

Esta curiosidad es posible gracias a que, pese a que su altura no es muy elevada (1718m en el punto más alto, Castro Valnera), el complejo morrénico se encuentra ubicado en una zona climática Tipo D según la clasificación climática de Köppen, donde la temperatura media del mes más frío es inferior a 0 °C y la temperatura media del mes más cálido es superior a 10 °C. Presenta a su vez una subclasiificación Dfb, propio de la Cordillera Cantábrica y el Sistema Ibérico.



1.2.- IMPORTANCIA HIELOS FÓSILES, DATACIÓN:

El estudio paleoclimático basado en el hielo requiere no solo de la obtención de información climática. Es fundamental también conocer la edad del hielo del cual se extrae esa información. Por ello, un reto fundamental reside en datar las muestras de hielo. Las acumulaciones de hielo estudiadas presentan una estratigrafía horizontal, lo que permite ordenar las muestras cronológicamente. Este ordenamiento permite saber qué muestras son más antiguas y cuáles son más modernas (datación relativa), pero no permite fijar la edad absoluta de ellas.

Para investigar edades absolutas se recurre normalmente a métodos r como el análisis de Carbono-14.

En los datos consultados se usa un método de datación alternativo, basado en los isótopos estables del plomo presente en el hielo con técnicas analíticas muy complejas.

El hielo presenta pequeñas proporciones de plomo, que es un metal no esencial y tóxico cuyo ciclo bio-geoquímico ha sido afectado en gran medida por la actividad humana. El origen del plomo contenido en el hielo es atmosférico y las fuentes naturales de plomo presentes en la atmósfera tienen un origen eólico (partículas minerales transportadas por el viento procedentes de la erosión de suelos y rocas) o volcánico.

Las fuentes antropogénicas del plomo presente en la atmósfera tienen su origen en diferentes procesos de extracción y producción (incluyendo la minería y la fundición), uso (baterías, pigmentos, cerámica, plásticos), reciclaje, eliminación de los compuestos de Pb, combustión de combustibles fósiles (carbón, antiguo uso de gasolina con plomo), uso de fertilizantes minerales, entre otros. Las estimaciones actuales sobre las fuentes individuales de emisiones de Pb indican que las fuentes antropogénicas son por lo menos 1-2 órdenes de magnitud mayores que las fuentes naturales.

La contaminación antropogénica atmosférica debida al Pb se estima que se inició hace 5.000 años con el empleo de tecnologías y la evolución de la concentración atmosférica de plomo ha hecho que sus isótopos se utilicen como "huellas digitales" de la contaminación ambiental, ya que la composición isotópica de Pb no se ve afectada significativamente por los procesos físico-químicos. Por ello, los isótopos de Pb proporcionan una herramienta eficaz para determinar las fuentes y vías de contaminación de Pb.

Conocer la edad del hielo es muy interesante para estimar cuánto tiempo lleva allí sin deshacerse y si ha variado mucho esta altura en los últimos años.

Las concentraciones de Pb encontrados en las torcas indican que la edad de estos hielos se encontraría posiblemente cercana al siglo XVIII lo que implicaría condiciones más frías que las actuales, necesarias para la acumulación y preservación del hielo en el fondo de la sima.

El siglo XIX corresponde con el final de la denominada Pequeña Edad de Hielo, y fue especialmente frío en el Hemisferio Norte. El norte de España no fue una anomalía, con temperaturas excepcionalmente frías. Temperaturas medias inferiores en más de un grado a las del siglo XX, y posiblemente varios grados inferiores a las actuales

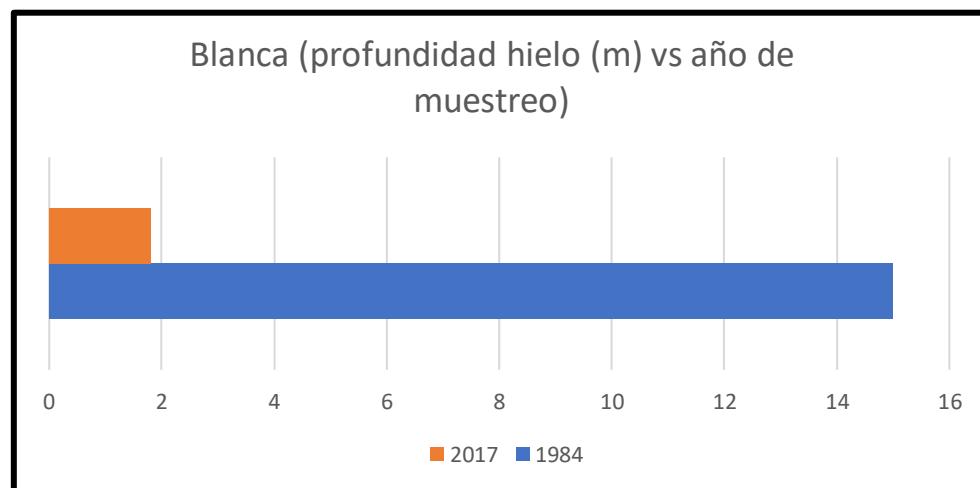
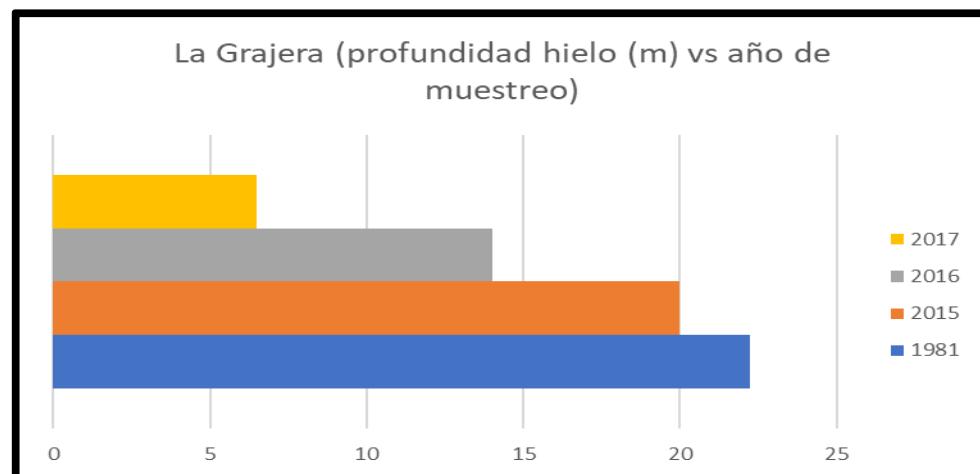
1.3.- MUESTREOS EN TORCAS:

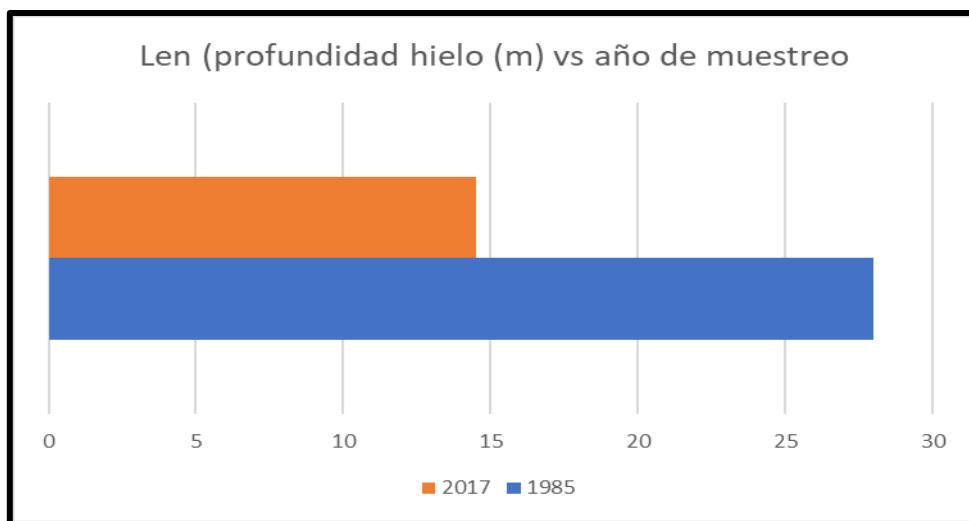
La estimación de la edad del hielo y la medida de sus alturas se ha realizado en diferentes torcas del complejo morrénico en los últimos años.

A continuación, recogemos el resumen de las principales catas y medidas realizadas por el Grupo Edelweiss y el CIEMAT en diversas cavidades:

Nombre de la Torca	Fecha de muestreo (verano de)	Profundidad Torca (m)	Altura del hielo (m)
La Grajera	1981	185	22.25
La Grajera	2015		20
La Grajera	2016		14
La Grajera	2017		6.5
Blanca o de la Nieve	1984	170	15
Blanca o de la Nieve	2017		1.80
Len	1985	55	28
Len	2017		14.5

En la tabla se observa claramente un descenso en las alturas de los conos de hielo, en algunos de los casos es más del 50%.





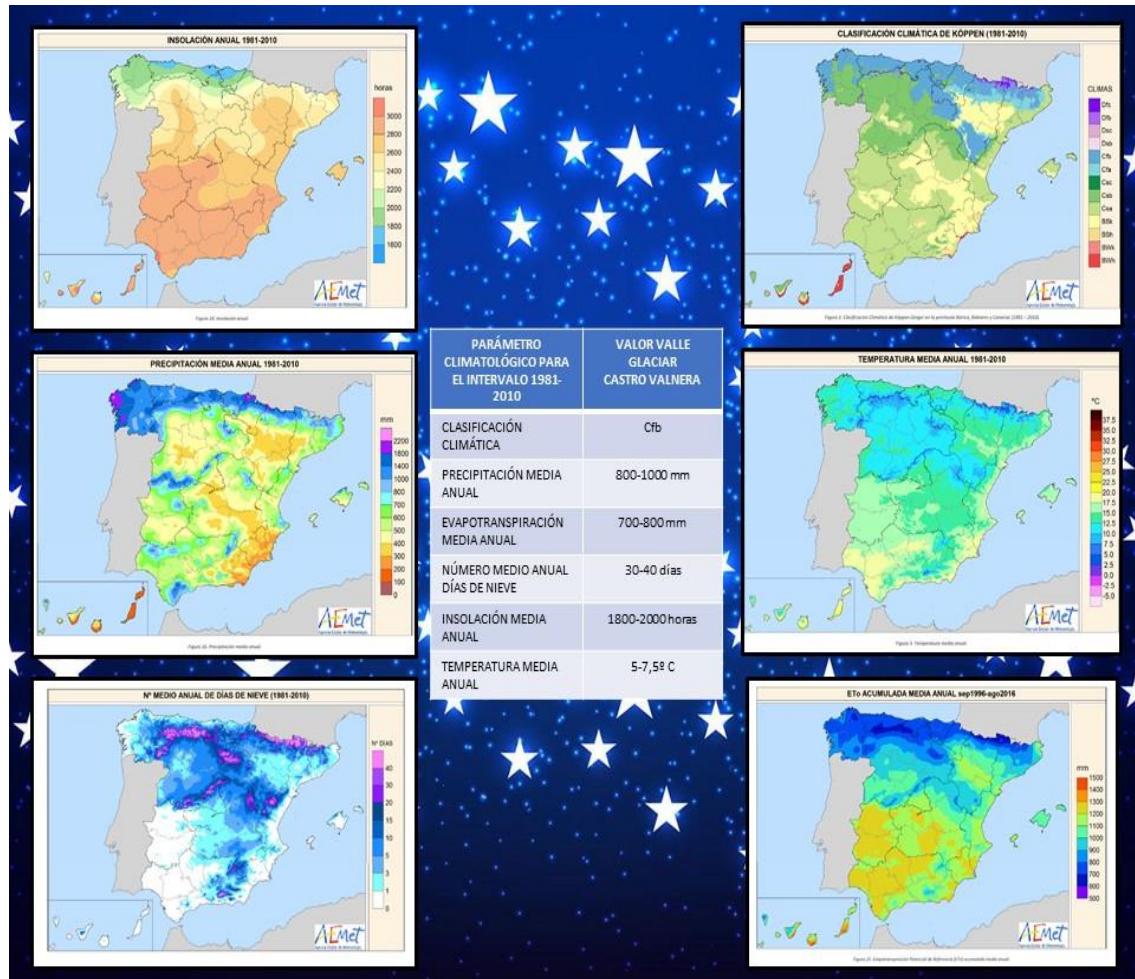
Figuras 1, 2 y 3.- Profundidad del hielo en las diferentes cavidades respecto del año de muestreo.

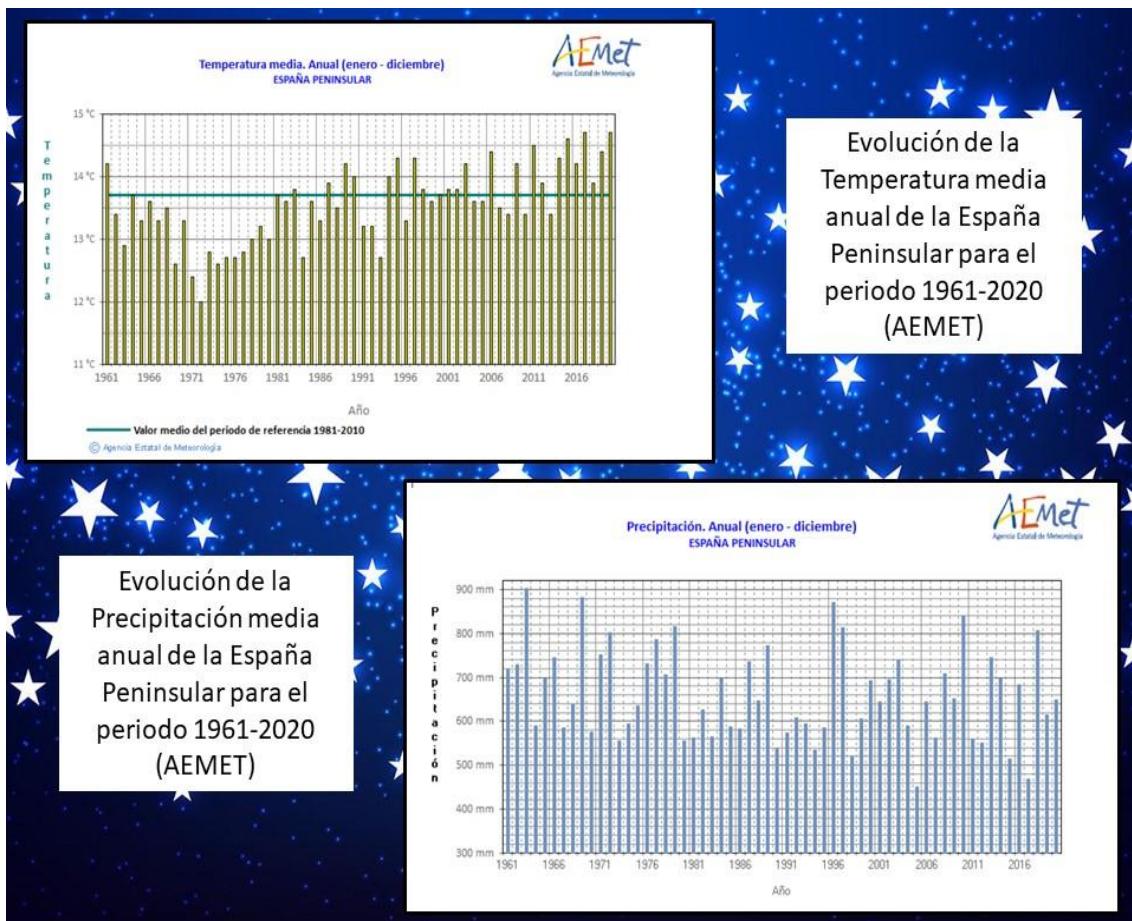
El mismo resultado queda patente en las gráficas superiores (Figuras 1, 2 y 3).

1.4.- DATOS CLIMÁTICOS:

Para poder confrontar los resultados anteriores con datos de temperatura, tuvimos que revisar bases de datos de diferentes fuentes. Comentar que tuvimos algunas dificultades para poder cotejar los datos, ya que surgieron diversas problemáticas con las fuentes con las que contabámos al inicio del estudio (no existencia de históricos, datos no públicos).

Los más interesantes los encontramos en la recopilación de los Mapas Climáticos y en el resumen climático del año 2020, ambos de AEMET. Las imágenes siguientes muestran las medias de las precipitaciones, temperaturas, evapotranspiración, nevadas, insolación y clasificación climática para el intervalo entre los años 1981 y 2010, así como la evolución de las temperaturas medias y precipitación media en la España Peninsular entre los años 1961 y 2020.





Nombre de la Torca	Fecha de muestreo (verano de)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	Altura del hielo (m)
La Grajera	1981	13.75	560	22.25
La Grajera	2015	14.60	520	20
La Grajera	2016	14.25	680	14
La Grajera	2017	14.75	460	6.5
Blanca o de la Nieve	1984	12.75	700	15
Blanca o de la Nieve	2017	14.75	460	1.80
Len	1985	13.60	580	28
Len	2017	14.75	460	14.5

En esta tabla se pueden observar las evoluciones de las temperaturas medias anuales y las precipitaciones a lo largo de los años de muestreos de las Torcas y su relación con la altura de hielo acumulado en ellas.

La tendencia es clara, un incremento de las temperaturas medias globales incurre en un descenso en la cantidad de hielo de las cavidades, un detrimiento que es muy acuciado en la última década, años en los que se han registrado los valores de temperatura media más elevados de los que se tiene registro.

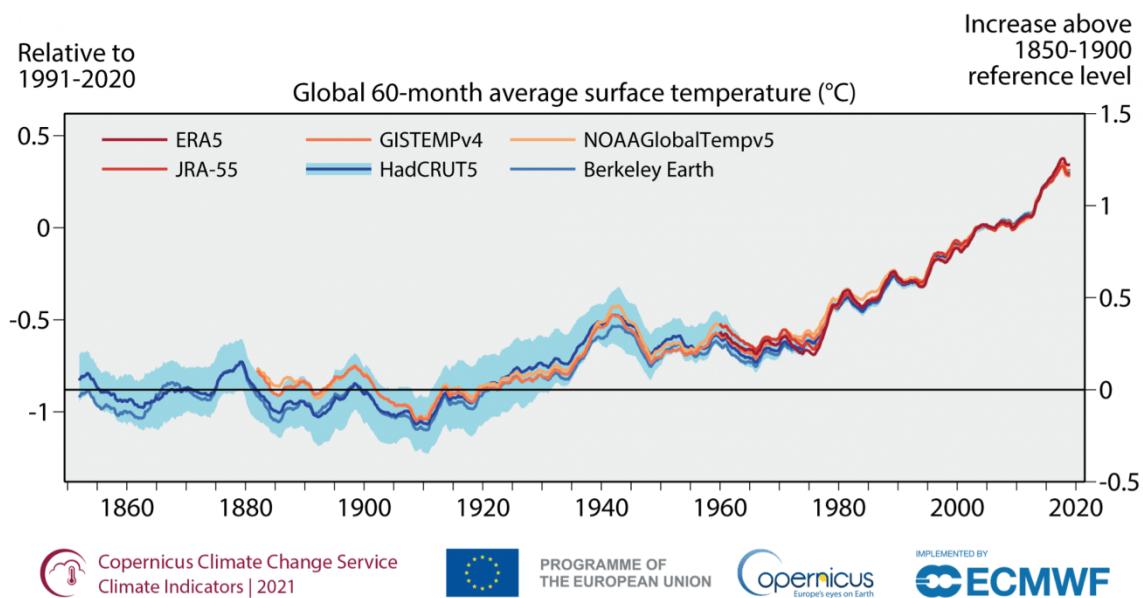


Figura 4.- Incremento de la temperatura media global desde 1860 hasta nuestros días.

2.- ESTUDIO ETNOGRÁFICO:

Según hemos constatado en la bibliografía, la Edad Moderna fue testigo de un cambio climático denominado “Pequeña Edad del Hielo” (François Matthes, 1939).

La Pequeña Glaciación o Pequeña Edad de Hielo (PEH) fue un período frío que abarcó desde comienzos del siglo XIV hasta mediados del XIX. Puso fin a una era extraordinariamente calurosa llamada óptimo climático medieval (siglo X al XIV). Hubo tres mínimos: uno en 1650, otro alrededor de 1770 y el último en 1850.

Este periodo se caracterizó por un incremento en la variabilidad y la irregularidad del clima, que se hizo más extremo, así como por un descenso significativo de las temperaturas y un sustancial aumento en las precipitaciones de rango extraordinario. Los inviernos fueron más fríos y secos, y los veranos tuvieron una duración más corta que los actuales. A su vez, hubo una mayor abundancia y frecuencia de las nevadas, incluso en cotas sorprendentemente bajas.

Estos cambios trajeron grandes problemas para la agricultura y la ganadería, pero también generaron nuevas oportunidades mediante las cuales se podía sacar un mayor beneficio sobre el negocio de la nieve.

La nieve y el hielo eran productos muy apreciados desde antiguo, ya que permitían conservar los alimentos, enfriar bebidas y remediar dolencias y enfermedades, por lo que durante la Edad Moderna se construyeron todo tipo de infraestructuras en las montañas, tales como pozos, fresqueras, neveras, ventisqueros y casas de nieve.

Nosotros hemos estado investigando sobre este tema y su implicación en nuestra zona y hemos encontrado algunos indicios de la importancia del hielo y la nieve en la zona de la montaña pasiega burgalesa, preguntando a nuestros mayores y rebuscando información documental:

- **Existencia de Neveros permanentes:** como el Tubo en la zona de Inmunía, la Loma entre los puertos de la Sía y Lunada, o del Polluelo en Rio Seco, algunos de ellos visibles aún en verano, pero cuyo tamaño ha ido descendiendo en los últimos años.
- **Usos del hielo y la nieve:** metiéndola en fresqueras para conservar la leche recién ordeñada de las vacas, así como otros derivados lácteos y bebidas.
- **Virgen de las Nieves:** la patrona de toda la zona es la Virgen de las Nieves, cuya devoción se remonta al siglo XVII. La Reina Isabel II regaló, a mediados del siglo XIX, un manto joya a la imagen venerada en el santuario de las Machorras.
- **Estación de esquí:** la existencia de nevadas persistentes y de un turismo interesado por los deportes de invierno, propició la construcción de una estación de esquí y varios refugios de montaña en torno a 1950 en el valle de Lunada, lindante con el circo glaciar del Castro Valnera. El descenso de las precipitaciones en forma de nieve y diferentes problemas de gestión han llevado a que permanezca cerrada desde hace unos años.
- **Restos de Osos.** - en las exploraciones de las torcas y otras cavidades de la zona del valle glaciar del Castro Valnera, se han encontrado gran cantidad de restos óseos de osos, animales propios de temperaturas más frías y paisajes helados.





3.- CONCLUSIONES:

EDAD DEL HIELO:

De acuerdo con la bibliografía consultada, la estimación de la edad del hielo de la torca de la Grajera entorno al siglo XVIII o XIX, implicaría condiciones netamente más frías que las actuales, necesarias para la acumulación y preservación del hielo en el fondo de la sima. El siglo XIX corresponde con el final de la denominada Pequeña Edad de Hielo, y fue especialmente frío en el Hemisferio Norte. El norte de España no fue una excepción, con temperaturas excepcionalmente frías.

Estudios paleoclimáticos anteriores del CIEMAT basados en el análisis de estalagmitas, encontraron temperaturas medias inferiores en más de un grado centígrado a las existentes en el siglo XX, y posiblemente varios grados inferiores a las actuales.

Otras evidencias como la localización de restos óseos del *Ursus arctos* en las cuevas colindantes, propios de temperaturas mucho más bajas que las actuales, apoyarían esta hipótesis.

DESCENSO DE LA ALTURA DEL HIELO VS DATOS CLIMÁTICOS:

Tal y como puede observarse en las tablas y gráficas aportadas en el estudio, existe una clara relación entre el incremento de la temperatura global y el descenso en la altura del hielo de las torcas investigadas, lo que evidencia los cambios ambientales que está produciendo el cambio climático en el que nos encontramos.

INVESTIGACIÓN ETNOGRÁFICA:

Tal y como hemos recogido en nuestras investigaciones, la nieve y el hielo han estado vinculados a nuestra zona desde antiguo (neveros, fresqueras, virgen, esquí...). El cambio en los patrones de precipitación y en incremento en las temperaturas medias, está ocasionando una pérdida de esta vinculación entre la naturaleza del frío y nuestras gentes.

CONCLUSIÓN FINAL:

Los cambios en el clima a los que estamos asistiendo en las últimas décadas son ya hoy evidentes e imposibles de negar. El estudio de aquellos ocurridos hace cientos y miles de años puede ayudarnos a descifrar y manejar los efectos de los actuales, a los que no podemos ser ajenos y que se manifiestan, ya en nuestro día a día, de diferentes formas y maneras.

Está claro que esta aceleración del deshielo de muchas de las torcas, que hasta hace pocos años mantenían conos perpetuos, es un hecho constatable y acelerado. Por tanto, no es difícil predecir que estamos asistiendo al final de las últimas acumulaciones de hielo en los Montes de Valnera, que los estudios preliminares datan en la Pequeña Edad de Hielo, periodo frío que abarcó desde comienzos del siglo XIV hasta mediados del siglo XIX.

• ACCIONES PARA CAMBIAR LAS COSAS Y AYUDAR A MITIGAR EL PROBLEMA:

Con nuestro trabajo, hemos podido evidenciar que el calentamiento global está aquí y que está cambiando nuestros patrones climáticos de una manera drástica. Se observa hasta en nuestros paisajes más cercanos.

Como personas que vivimos en los pueblos, a priori modelos de una forma de vida sostenible, queremos presentaros nuestras aportaciones desde la **VIDA RURAL BASADA EN LOS ODS**:

- **ODS 11Y 12 Transporte sostenible:** utilizamos el transporte público para muchos de nuestros desplazamientos (autobús, tren) y también compartimos nuestros vehículos para ir a trabajar o a hacer comprar a otras localidades mayores. Nosotros, acudimos andando o en bicicleta al colegio, así como para asistir a nuestras actividades extraescolares.
En nuestra comarca hay muchas vías verdes, así como rutas para hacer senderismo. Todo lo que necesitas está más cerca. Nos gusta disfrutar del camino hasta llegar a la meta.
- **ODS 7 Energías renovables:** nuestra comarca cuenta con gran cantidad de aerogeneradores que nos aportan energía limpia. El viento sopla asiduamente y nos proporciona electricidad para calentarnos y encender nuestras farolas. También disfrutamos de saltos de agua y pantanos, con turbinas para usar la energía hidráulica.
- **ODS 1 Economía circular:** nuestros pastos son nuestros cultivos y así los cuidamos. El ganado que nace en nuestras pequeñas explotaciones está alimentado con ellos y es, su propio estiércol, el que devuelve la materia orgánica al suelo para que crezca hierba sana y nutritiva.
La carne, la leche y sus productos derivados, se venden en los comercios locales, cerrando así una economía familiar, circular, de autoabastecimiento.
- **ODS 15 Reforestación, cuidado y uso sostenible de los bosques:** nuestros árboles son, con nuestras montañas, el emblema de nuestra comarca. El bosque es nuestro pulmón y el lugar donde reside nuestra gran diversidad biológica. Su manejo integrado y su cuidado con mimo es vital para nosotros. Nos proporcionan recursos directos como setas, hongos, resina o madera y muchos indirectos como todos los que atrae el ecoturismo.
- **ODS 4 Educación de calidad:** participando en iniciativas STEAM como esta, mejoramos nuestras competencias como la creatividad, comunicación, pensamiento crítico y cooperación. El medio rural es un ámbito en el que la educación científico-tecnológica tiene un papel imprescindible para el desarrollo.
- **ODS 15 Reutilización de las instalaciones:** Para evitar el deterioro y el desuso de la estación esquí proponer a las instituciones municipales y/o a las empresas de turismo, reinventar este recurso y proponer actividades de turismo de montaña sostenible, tales como senderismo, vías ferratas, visitas educativas a las cuevas, itinerarios didácticos de ornitología o geología...
- **ODS 4 Continuación con las investigaciones:** Instar a los institutos de investigación implicados para que continúen con sus estudios sobre le paleoclima, nuevas torcas, el uso antrópico de las mismas, etc.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Base de datos y publicaciones del grupo espeleológico Edelweiss sobre hielo fósil y glaciario:
 - <https://grupoedelweiss.com/web/index.php/base-de-datos>
 - <https://grupoedelweiss.com/web/index.php/publicaciones-mainmenu-48>
 - https://grupoedelweiss.com/pdf/Cronologia_glaciar_pleistocena_en_el_Vall_e_del_Trueba.pdf
 - EL COMPLEJO MORRENICO FRONTAL DEL VALLE DEL TRUEBA (ESPINOSA DE LOS MONTEROS, BURGOS) de Serrano Cañada, E.
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/6254>
- Paleoclima, bases de datos y publicaciones del CIEMAT:
 - <https://www.ciemat.es/portal.do?NM=1&IDM=23>
- Atlas y datos climáticos de Agencia Española de Meteorología:
 - <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos>
- Informe Copernicus sobre el estado del Clima:
 - <https://climate.copernicus.eu/esotc/2021>



AGRADECIMIENTOS:

- Grupo Espeleológico Edelweiss
- Dra. Ana Isabel Ortega, investigadora del CENIEH (Ojo Guareña y Castro Valnera)
- Excelentísimo Ayuntamiento de Espinosa de los Monteros
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)