



ANALYTICAL STUDY OF VARIABLES AFFECTING CLIMATE CHANGE IN RURAL AREAS

Students: Cárdenas Martín, Beatriz
García-Rojo González, Carlota
Martín Sánchez, Alba

Teacher: Salvado Muñoz, Manuela

2º Bachillerato
IES Gredos
Piedrahíta Ávila
SPAIN

Report in English and Spanish

1. Abstract

The students of 2nd of bachillerato of the IES Gredos (Piedrahíta, Avila, Spain) have developed the analytical study of temperature and precipitation, to see whether; Could the effects of climate change also be visible in rural areas? For this purpose, through the integrated one-day atmosphere protocol of the GLOBE project, we have compared several graphs obtained from temperature and precipitation data with a five-year periodicity. After analyzing the graphs, with the data collected over the last 16 years, we have managed to observe a temperature increase pattern that coincided with the data observed in other urban and rural areas of our country. Regarding precipitation we have observed a decrease in our area, but we have not observed a pattern similar to the other comparison zones. Therefore, we can conclude by stating that rural areas will also be able to suffer the effects of climate change. Finally, we propose an increase in information based on simple actions that the entire population can take to mitigate the effects of climate change.

Keywords: temperature, precipitation, rural area, climate change

2. Research Question

Since climate change is a topical issue, we believe it is important to analyze the climate-determining variables in rural areas as they can contribute with more information to this global problem.

The motivation of this study was based on the observation of warmer and longer summers and less cold and dry winters. In this way, we raise the following hypothesis: Significant changes in climate variables can also be seen in rural areas.

3. Introduction

Climate change is the biggest obstacle with which society currently encounters. Their results are being globally visible³, affecting all sectors. We must be aware of this and act accordingly.

The IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) last report⁴ has proposed a new scientific evidence of changes in the climate system and the associated impacts on natural and human systems, with a specific focus on the magnitude and pattern of risks linked for global warming of 1.5°C above temperatures in the pre-industrial period.

There is also (*high confidence*) global warming has resulted in an increase in the frequency and duration of marine heatwaves⁴. Further, there is substantial evidence that human-induced global warming has led to an increase in the frequency, intensity and/or amount of heavy precipitation events at the global scale (*medium confidence*), as well as an increased risk of drought in the Mediterranean region (*our school*).

This problem is of such magnitude that we have developed this study to raise public awareness of how the effects of climate change can also be felt in poorly industrialized rural areas.

Therefore, we believe that we need to provide the population with all the information necessary to be able to raise awareness of the change and to be able to implement measures to slow it down or adapt to its impact. Especially true for the child and adolescent population, which will be the future population facing the severe changes that are coming.

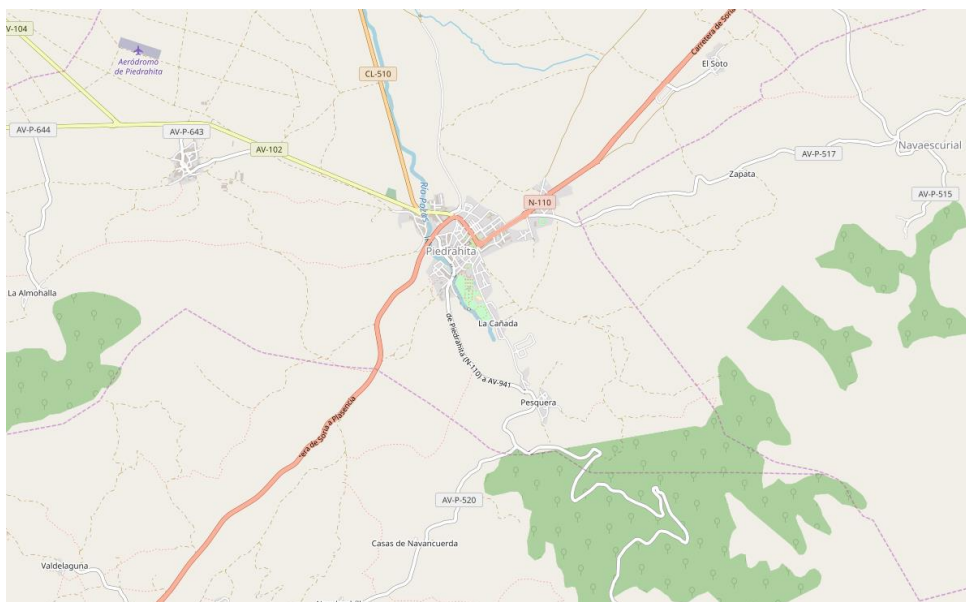
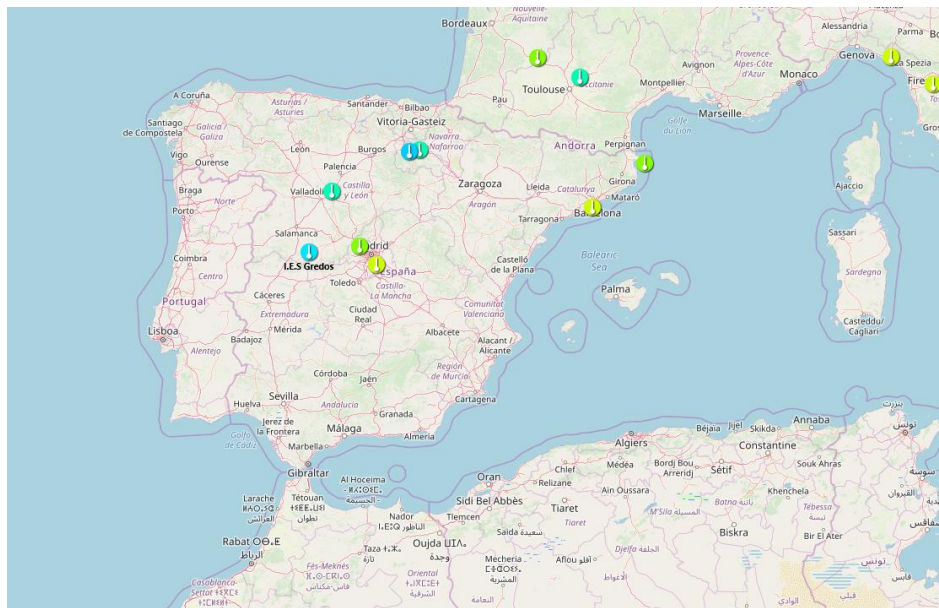
4. Research Methods

Based on NASA's built-in atmosphere protocol:

The place from which we took the data is the Weather Booth SITE_ID:4226. Latitude 40.4557, longitude -5.3215, elevation 1,103 meters.

Our educational center is located near the port of Peñanegra (1,909 m) and is a transition zone between two ecosystems, Mediterranean mountains, formed by oaks and holm oaks and high mountain with herbaceous and shrubs, highlighting the piorno (*Cytisus purgans*).

- Daily data collection of: air temperature (maximum, minimum and current), atmospheric pressure (pressure station), relative humidity of Sling Psychrometer (dry bulb and wet bulb), precipitation (accumulation days and type of precipitation, in addition to its amount sky state, cloud type, and percentage of visibility. To do this we used the instruments of the weather shed, which are a digital thermometer of maximums and minimums (°C), an altimeter (mb), hygrometer (% of humidity) and rainmeter (mm).
- Share the data with the GLOBE program.
- Obtaining Rain Depth and Temperature (Solar Noon Temperatures Dailies) graphs, with the application of GLOBE.
- Analysis of the graphs obtained.



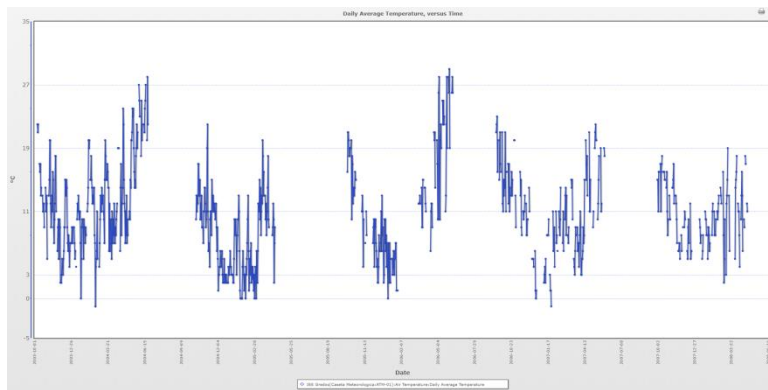


5.Results

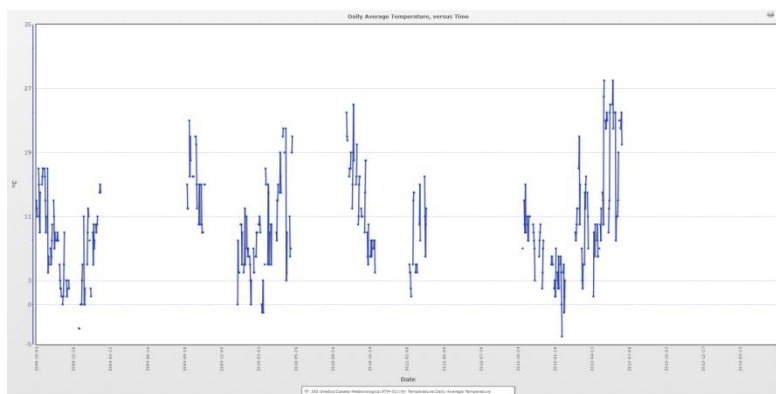
Below are the charts showing the data recorded from 2003 to 2019. We've divided them into two groups; the first three show the temperature data and the last two precipitation data. Finally, we have taken into account that the data between 2017 and 2018 were not registered on a regular basis, in order to perform an adequate analysis.

Temperature

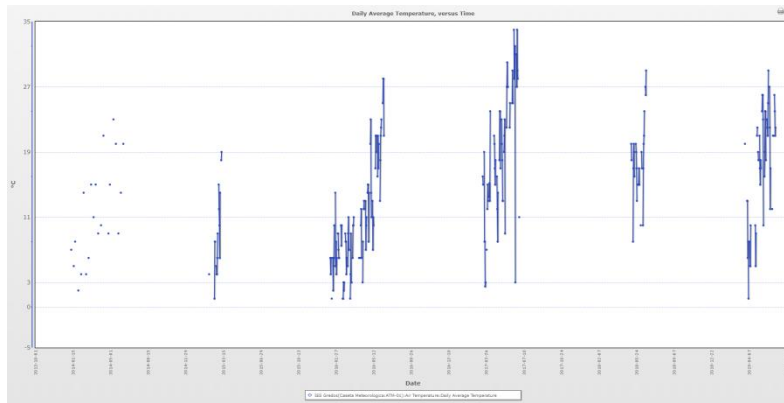
Attached charts (1, 2, and 3) show daily average temperature data recorded during school years (September-June) grouped into five years. Absences of data are due to summer holidays. The "v" pattern of each school year is typical of Mediterranean climate, characterized by mild autumns, cold winters and warmer springs.



1. This graph shows the temperature data recorded between 2003 and 2008. From this data, we observed a more marked temperature increase from 2006.



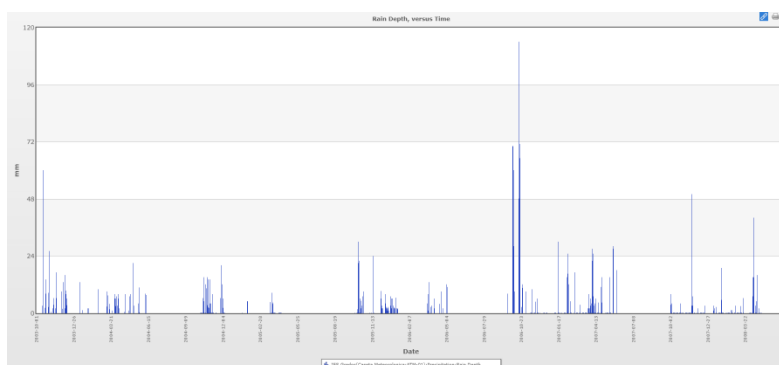
2. This chart represents the temperatures recorded between 2008 and 2012. Although measurements were scarce during this period, we can see higher temperatures from 2012 .



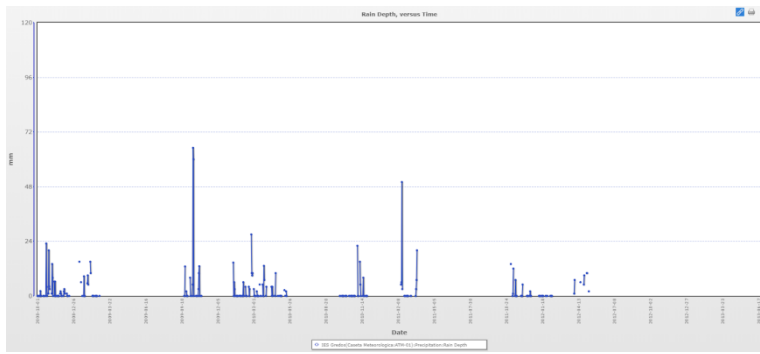
3. This graph shows the temperature dates from 2013 to 2019. There is a clear rise in temperatures mainly from 2009 on, highlighting a very hot year in 2017 with an average temperature of 34°C recorded in June.

Precipitation

Precipitation, despite having been studied for the same period of time as the previous variable, has been the only data that has provided us with relevant information are those recorded between 2003 and 2013 due to the shortage of rainfall from 2013.

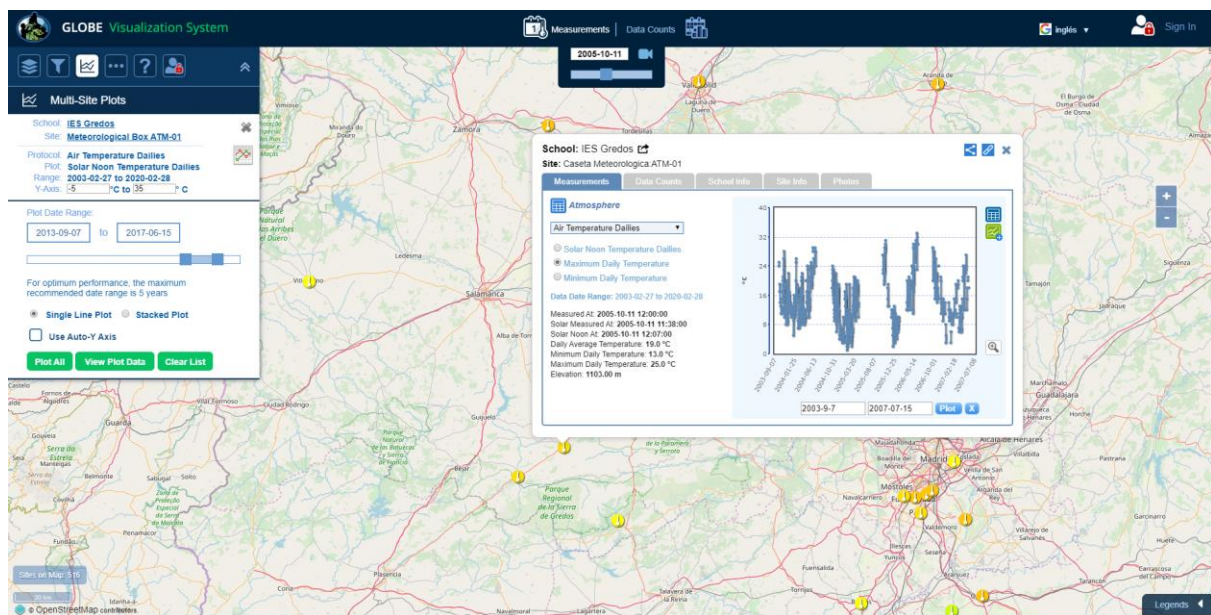


4. This graph shows the rainfall recorded between 2003 and 2008. Although we note that rainfall is scarce in October 2006, 115 mm of precipitation is reached.



5. This graph shows the rainfall recorded between 2008 and 2013. As in the temperature chart for this period, measurements are scarce. However, the highest recorded precipitation data are for October 2009 and February 2011, although they do not reach 70 mm of precipitation.

The graphs note that the change in precipitation is not as noticeable as that observed in temperatures. However, by analyzing the data in detail, periods of prolonged drought are detailed considering that in this area precipitation is not abundant.



6. Discussion

Despite the short period of time that covers our analysis (16 years) and not having recorded the data in the summer period, we can see that the data are consistent with those provided by the IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change) of 2007. We have chosen two schools to compare the data; one from a rural area (IES Juana de Pimentel, Arenas de San Pedro) and another from an urban area (IES Los Enlaces, Zaragoza). In both we observe a similar pattern of temperature increase as reflected in our graphs. However, regarding precipitation data, they do not agree to belong to localities with different rainfall regimes.

After the qualitative analysis of the graphs, we have been able to respond in the affirmative to the initial hypothesis since we observe a pattern of temperature increases that corresponds to the characteristics that describe climate change.

7. Conclusions

This project has not only served as a means of verifying that our initial hypothesis was correct, but has shown us the alarming situation where we are.

Precipitation data was recorded by previous colleagues for the last 16 years and by us for the last 6 years since arriving at this school. Then we started analyzing the annual charts without obtaining relevant information. Then we compared the annual temperature and precipitation with similar results. Finally, thanks to the ideas provided by our teacher, we started to group the data into charts from 2 years on. Through this, we could observe a pattern in the behavior of temperatures, which formed a concave structure, beginning with the September data and ending with the June ones. This logical pattern, with average temperatures in autumn, winter and mid-high lows at the end of spring, showed an upward evolution mainly in the last 10 years with a clear hottest year in 2017.

This methodological study has allowed us to analyze the variables that affect global warming and especially climate change. Firstly, we have seen in all centres an increase in temperature and so we can conclude that this increase not only affects to urban industrialized areas¹, but also to rural areas. On the other hand, we would like to emphasize that none of the studied centres showed a clear pattern of precipitation. Therefore, we can

say that this increase complicates the prediction of rainfall. As a result, major disasters are caused not only by the meteorological phenomenon but also by the lack of forecast. It alerts the population to reduce human and material damage.

We have also consulted several projects^{2.5} related to this topic but none of them suggests a real and plausible solution for this great problem that affects worldwide, so we believe that the realization of this work can help to the local as well as the educational community to understand the magnitude of the problem, since we have made public the project in various ways. On the one hand, this report will be published on the center's website and we have already developed several environmental awareness campaigns, which can be consulted in the following links:

- ¿Nosotros reciclamos y tú? <https://youtu.be/Vs7GXjNjuCQ>
- Piensa antes de actuar <https://youtu.be/YZQZpvLxLdY>
- ¿Te apetece? <https://youtu.be/ITg6nDCSpGE>

After the completion of this project we want to continue with the analysis of other variables that also describe climate change. Since the water has a high heat capacity, the analysis of this variable through the GLOBE program's water temperature protocol can give us an approximate and quantitative idea about the increase in temperature in our locality.

Finally, we want to provide a new study protocol, which consists of sampling lichen as air quality Bioindicators⁶.

8. Bibliography

1. Antonio Ceballos Barbancho - Enrique Morán Tejeda - Manuel Quirós Hernández. Departamento de Geografía - Universidad de Salamanca. evolución de las temperaturas y precipitaciones en las capitales de CASTILLA Y LEÓN en el período 1961-2006. Polígonos. Revista de Geografía 2007, nº 17, pp. 59-81.
2. Francisco Heras, María Sintés, Araceli Serantes, Carlos Vales. Educación ambiental y cambio climático Respuestas desde la comunicación, educación y participación ambiental. Edita Celda, Centro de extensión Universitaria e divulgación ambiental de Galicia 2010.
3. Javier Eduardo Mendoza Sabogal, Jorge Enrique, Gutiérrez Valderrama , Marcela Rodríguez Salguero, Ana Derly Pulido, Clemencia Gómez González. Tercera comunicación nacional de cambio climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, "Conocer: El primer paso para adaptarse. Guía básica de conceptos sobre el cambio climático" 2016.
4. Ove Hoegh-Guldberg (Australia), Daniela Jacob (Germany), Michael Taylor (Jamaica).Special report: Global warming OF 1.5 °C. Chapter 03 Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems.
5. Sara del Río González. El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). Itinera geobotánica, Nº. 16, 2005, págs. 5-534.
6. Vicent Calatayud Lorente, María J. Sanz Sánchez. Guía de líquenes epífitos. Editorial Parques Nacionales (2000).



ESTUDIO ANALÍTICO DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN UNA ZONA RURAL

Estudiantes: Cárdenas Martín, Beatriz
García-Rojo González, Carlota
Martín Sánchez, Alba
Profesora: Salvado Muñoz, Manuela

2º Bachillerato
IES Gredos
Piedrahíta Ávila
SPAIN

1. Resumen

Las alumnas de 2º de bachillerato del IES Gredos (Piedrahíta, Ávila, Spain) hemos desarrollado el estudio analítico de temperatura y precipitación, para comprobar si; ¿los efectos del cambio climático podrían ser también visibles en zonas rurales? Para este fin, a través del protocolo de atmósfera integrada de un día del proyecto GLOBE, hemos comparado varios gráficos obtenidos a partir de los datos de temperatura y precipitación con una periodicidad de cinco años. Tras analizar los gráficos, con los datos recogidos durante los últimos 16 años, hemos conseguido observar un patrón de aumento de temperatura, que coincidía con los datos observados en otras zonas urbanas y rurales de nuestro país. Con respecto a la precipitación hemos observado un descenso en nuestra zona, pero no hemos observado un patrón similar a las otras zonas de comparación. De modo que podemos concluir afirmando que también las zonas rurales podrán sufrir los efectos del cambio climático. Por último, proponemos un aumento de la información basada en acciones sencillas que pueda realizar toda la población para mitigar los efectos del cambio climático.

Palabras clave: temperatura, precipitación, zona rural, cambio climático.

2. Preguntas de investigación

Puesto que el cambio climático es un tema de actualidad, y la mayoría de los estudios utilizan datos promedio tomados en grandes ciudades, creemos que es importante analizar¹ las variables que determinan el clima también en el medio rural ya que pueden aportar más información a este problema global.

La motivación de este estudio partió de la observación de veranos más cálidos y prolongados e inviernos menos fríos y secos en el lugar donde vivimos. De esta manera planteamos la siguiente hipótesis: En las zonas rurales también se puede observar un cambio significativo en las variables climáticas.

3. Introducción

El cambio climático es el mayor obstáculo con el que se encuentra actualmente la sociedad. Sus efectos están siendo visibles a escala mundial³ afectando a todos los sectores. Por tanto, debemos ser conscientes de ello y actuar en consecuencia.

Los últimos informes del IPCC⁴ (Panel intergubernamental para el cambio climático) muestran una modificación en la tasa de incremento de temperatura media global ante la cual se podrán contemplar los efectos del cambio climático. Según el informe de 2007, con un aumento de 3°C ya se observarían modificaciones en los sistemas naturales y humanos, pero en el último informe de 2019 solo el incremento de 1.5°C será suficiente para dichas observaciones. Por eso creemos que con un mayor número de estudios tanto a nivel global como local, se pueden aportar más datos a la comunidad científica a la hora de establecer predicciones más precisas.

Este problema es de tal magnitud que hemos desarrollado el presente estudio para concienciar a la población sobre cómo los efectos del cambio climático también pueden sentirse en las zonas rurales poco industrializadas. De modo que queremos resaltar la importancia de facilitar a la población toda la información necesaria para poder concienciar sobre el cambio y poder implantar medidas para frenarlo o adaptarnos a sus impactos. En especial a la población infantil y adolescente que será la población futura que deba enfrentarse a los severos cambios que se avecinan.

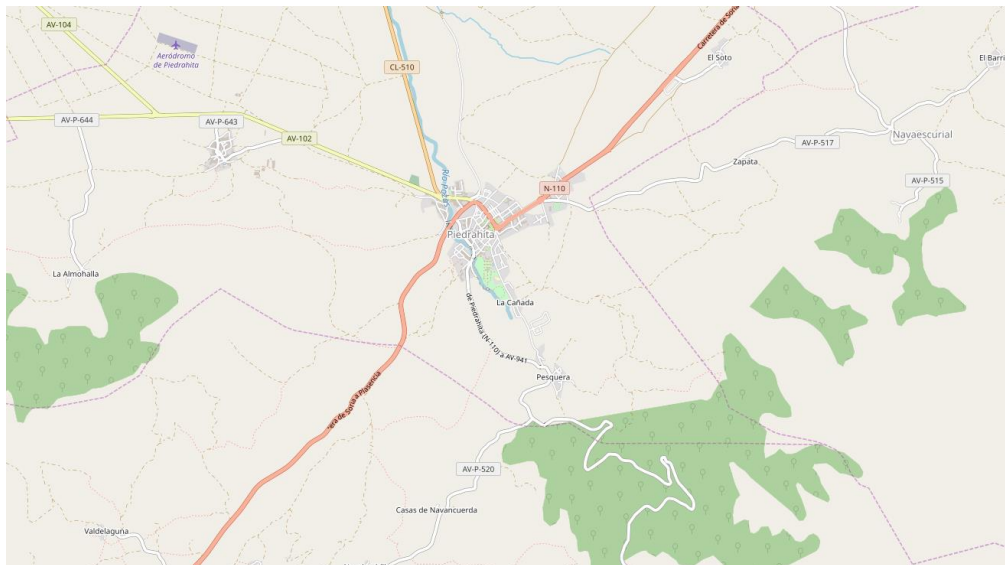
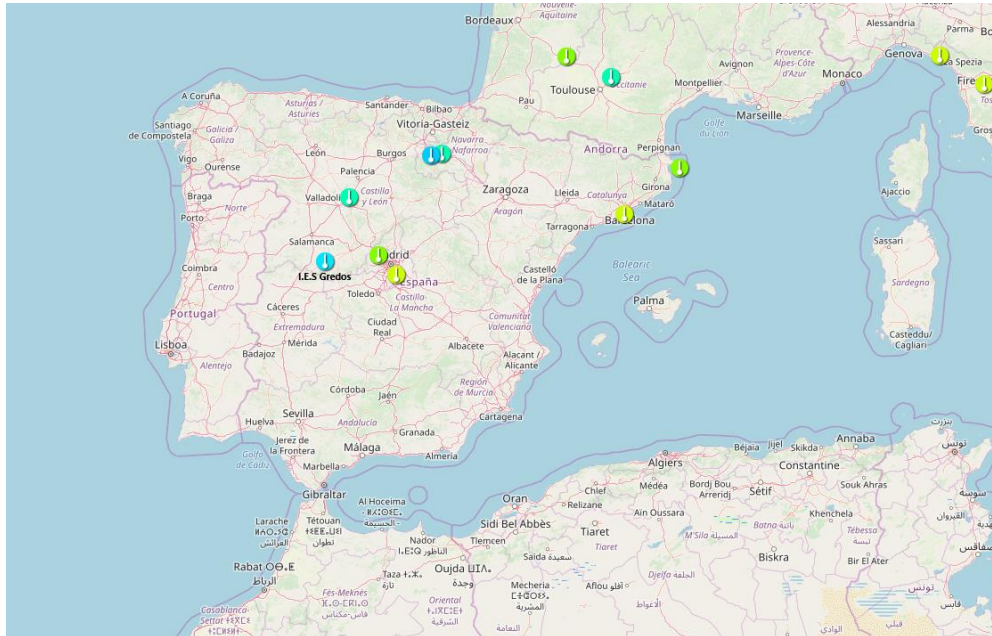
4. Método de investigación

Basándonos en el protocolo de atmósfera integrada en un día de la NASA:

El lugar del que tomamos los datos es la Caseta Meteorológica SITE_ID:4226. Latitud 40.4557, longitud -5.3215, elevación 1103 metros. Nuestro centro educativo está situado cerca del puerto de Peñanegra (1909 m) y se trata de una zona de transición entre dos ecosistemas, monte mediterráneo, formado por robles y encinas y alta montaña con herbáceas y arbustos, destacando el piorno (*Cytisus purgans*).

- Toma de datos diarios de: temperatura del aire (máxima, mínima y actual), presión atmosférica (estación de presión), humedad relativa de Sling Psicrómetro (bulbo seco y bulbo húmedo), precipitación (días de acumulación y el tipo de precipitación, además de su cantidad acumulada), estado del cielo, tipo de nubes y porcentaje de visibilidad. Para ello usamos los instrumentos de la caseta meteorológica, que son un termómetro digital de máximas y mínimas (°C), un altímetro (mb), higrómetro (% de humedad) y pluviómetro (mm).

- Compartir los datos con el programa GLOBE.
- Obtención de gráficos de precipitación (Rain Depth) y temperatura (Solar Noon Temperatures Dailies), con la aplicación de GLOBE.
- Análisis de los gráficos obtenidos.



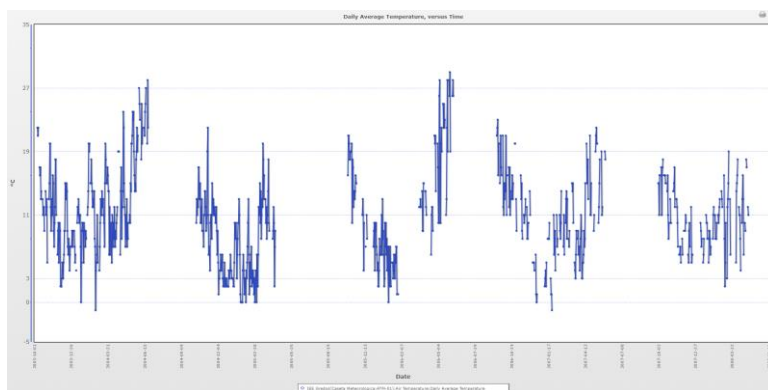


5. Resultados

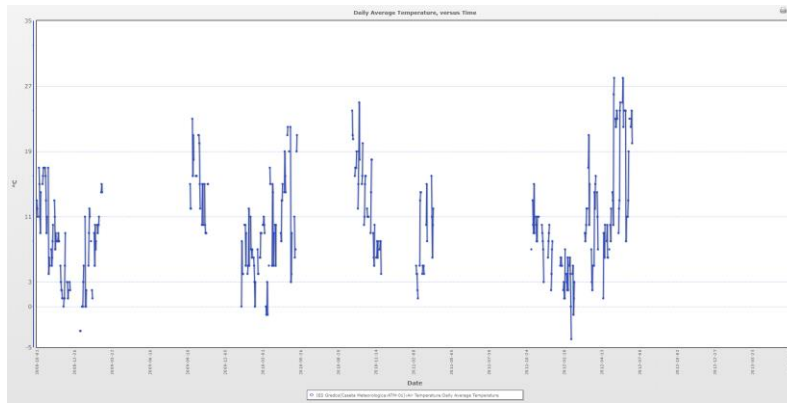
A continuación, se pueden observar los gráficos que muestran los datos registrados desde 2003 a 2019. Los hemos dividido en dos grupos, los tres primeros muestran los datos de temperatura y los dos últimos los de precipitación. Por último, hemos tenido en cuenta que los datos entre 2017 y 2018 no fueron registrados de manera regular, para poder realizar un adecuado análisis.

Temperatura

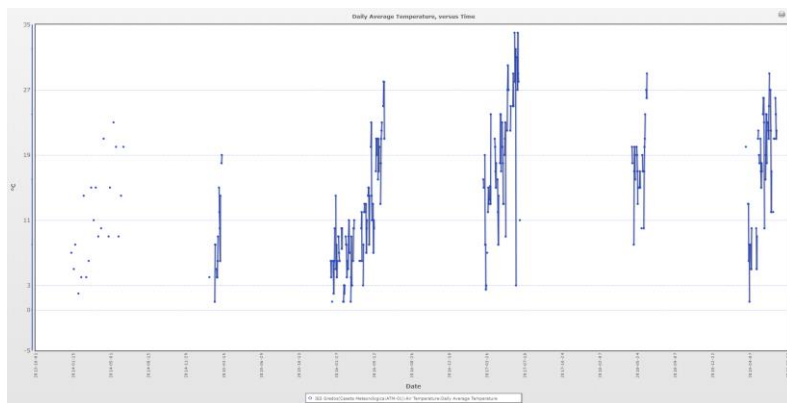
Los gráficos adjuntos (1, 2 y 3) muestran los datos de temperaturas medias diarias registradas durante los curso escolares (septiembre-junio) agrupados en cinco años. Las ausencias de datos se deben a las vacaciones estivales. El patrón en “V” de cada año escolar es propio de clima mediterráneo, caracterizado por otoños suaves, inviernos fríos y primaveras más cálidas.



1. Este gráfico muestra los datos de temperatura registrados entre 2003 y 2008. A partir de estos datos, observamos un aumento de temperatura más marcado a partir de 2006.



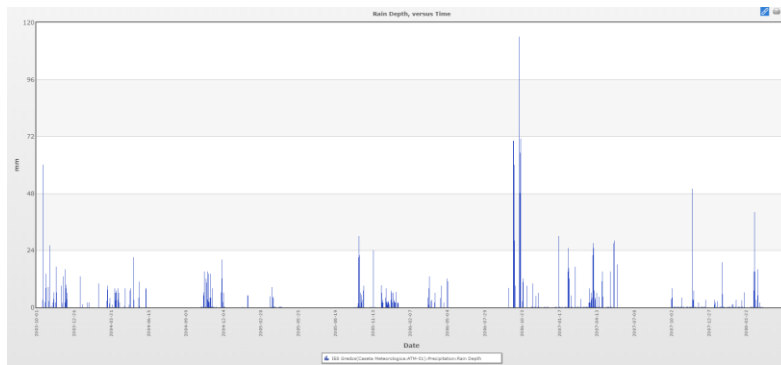
2. Este gráfico representa las temperaturas registradas entre 2008 y 2012. Aunque en este periodo las mediciones fueron más escasas, observamos una temperaturas más elevadas a partir de 2012.



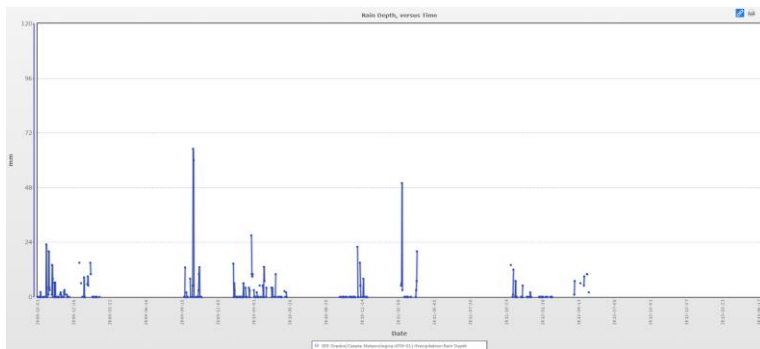
3. Este gráfico muestra las temperaturas registradas entre 2013 y 2019. Se aprecia un claro ascenso de las temperaturas fundamentalmente a partir de 2009, destacando un año muy caluroso en 2017 con una temperatura media de 34°C registrados en junio.

Precipitación

La precipitación, a pesar de haber sido estudiada durante el mismo periodo de tiempo que la variable anterior, los únicos datos que nos han aportan información relevante son los registrados entre 2003 y 2013 debido a la escasez de precipitaciones a partir de 2013.

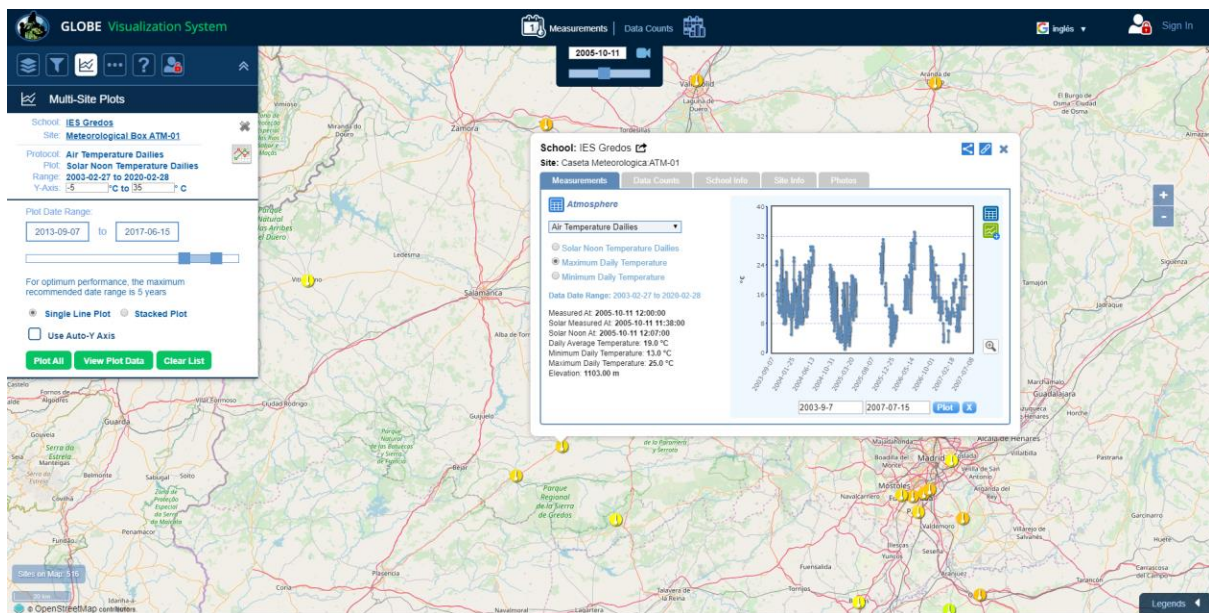


4. Este gráfico muestra las precipitaciones registradas entre 2003 y 2008. Aunque observamos que las precipitaciones son escasas, en octubre de 2006 se alcanzan 115 mm de precipitación.



5. Este gráfico muestra las precipitaciones registradas entre 2008 y 2013. Al igual que en el gráfico de temperaturas de este periodo, las mediciones son escasas. No obstante, los datos registrados de precipitación más elevados corresponden a octubre de 2009 y a febrero de 2011, aunque no llegan a los 70 mm de precipitación.

En los gráficos se observa que el cambio en la precipitación no es tan notable como el observado en las temperaturas. Sin embargo, analizando detalladamente los datos, sí llaman la atención los periodos de sequía prolongada teniendo en cuenta que en esta zona no abundan las precipitaciones.



6. Discusión

A pesar del corto periodo de tiempo que abarca nuestro análisis (16 años) y de no haber registrado los datos en el periodo estival, podemos observar que los datos concuerdan con los proporcionados por el IPPC (Panel intergubernamental para el cambio climático) de 2007.

Hemos elegido dos centros educativos de nuestro país, (con clima Mediterráneo), para comparar los datos; uno de zona rural (IES Juana de Pimentel, Arenas de San Pedro) y otro de zona urbana (IES Los Enlaces, Zaragoza). En ambos observamos un patrón similar de aumento de temperatura como el reflejado en nuestros gráficos, sin embargo, los datos de precipitaciones no concuerdan por pertenecer a localidades con distinto régimen de pluviosidad.

Tras el análisis cualitativo de los gráficos, hemos logrado responder de modo afirmativo a la hipótesis inicial ya que observamos un patrón de aumento de temperaturas que corresponde con las características que describen el cambio climático. Y además no observamos diferencias significativas entre localidades rurales y urbanas de zonas que presentan el mismo tipo de clima.

7. Conclusiones

Este proyecto no solo ha servido como medio para comprobar que nuestra hipótesis inicial era correcta sino que nos ha mostrado la alarmante situación en la que nos encontramos.

Tras estudiar los datos de temperatura y precipitación de los últimos 16 años, que fueron tomados tanto por anteriores compañeros como por nosotras desde hace 6 años cuando llegamos a este centro educativo, empezamos a analizar los gráficos anuales sin obtener información relevante. Después fuimos comparando la temperatura y precipitación anual, con resultados similares. Por último, gracias a las ideas aportadas por nuestra profesora, comenzamos a agrupar los datos en gráficos de 2 años en adelante y entonces sí pudimos observar un patrón en el comportamiento de las temperaturas, el cual dibujaba una estructura cóncava, que comenzaba con los datos de septiembre y acababa con los de junio. Este patrón lógico, con temperaturas medias en otoño, bajas en invierno y medio altas al final de la primavera, mostraba una evolución ascendente con los años fundamentalmente en los últimos 10 con un claro año más caluroso en 2017.

Esta metodología de estudio nos ha permitido analizar las variables que afectan al calentamiento global y sobre todo al cambio climático. En primer lugar hemos observado en todos los centros un aumento de temperatura y así podemos concluir que este aumento no solo afecta a zonas urbanas industrializadas¹, sino también a zonas rurales. Por otro lado, queremos destacar que ninguno de los centros estudiados mostraba un claro patrón de precipitación. Por tanto podemos afirmar que cada vez resulta más complicado predecir las precipitaciones, como consecuencia se pueden producir grandes desastres causados no solo por el fenómeno meteorológico sino también por la falta de previsión que impide a la población la posibilidad de disminuir los daños, ya sean humanos o materiales.

También hemos consultado varios proyectos^{2,5} relacionados con este tema pero ninguno de ellos plantea una solución real y plausible para este gran problema que afecta a nivel mundial, por lo que creemos que la realización de este trabajo, aunque no plantea una solución, puede ayudar a que nuestra localidad así como la comunidad educativa pueda comprender la magnitud del problema, puesto que hemos divulgado el proyecto de diversas maneras. Por un lado, este informe será publicado en la página web del centro y además ya hemos desarrollado varias campañas de sensibilización ambiental, que pueden ser consultadas en los siguientes link:

- ¿Nosotros reciclamos y tú? <https://youtu.be/Vs7GXjNjuCQ>
- Piensa antes de actuar <https://youtu.be/YZQZpvLxLdY>
- ¿Te apetece? <https://youtu.be/ITg6nDCSpGE>

Tras la realización de este proyecto queremos continuar con el análisis de otras variables que también describen el cambio climático. Puesto que el agua tiene una elevada capacidad calorífica, el análisis de esta variable a través del protocolo temperatura del agua del programa GLOBE, puede darnos una idea más aproximada y en este caso cuantitativa del aumento de la temperatura en nuestra localidad.

Finalmente, queremos aportar un nuevo protocolo de estudio, que consiste en el muestreo de líquenes como Bioindicadores⁶ de calidad del aire.

8. Bibliografía

1. Antonio Ceballos Barbancho - Enrique Morán Tejeda - Manuel Quirós Hernández. Departamento de Geografía - Universidad de Salamanca. evolución de las temperaturas y precipitaciones en las capitales de CASTILLA Y LEÓN en el período 1961-2006. Polígonos. Revista de Geografía 2007, nº 17, pp. 59-81.
2. Francisco Heras, María Sintés, Araceli Serantes, Carlos Vales. Educación ambiental y cambio climático Respuestas desde la comunicación, educación y participación ambiental. Edita Celda, Centro de extensión Universitaria e divulgación ambiental de Galicia 2010.
3. Javier Eduardo Mendoza Sabogal, Jorge Enrique, Gutiérrez Valderrama, Marcela Rodríguez Salguero, Ana Derly Pulido, Clemencia Gómez González. Tercera comunicación nacional de cambio climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, "Conocer: El primer paso para adaptarse. Guía básica de conceptos sobre el cambio climático" 2016.
4. Ove Hoegh-Guldberg (Australia), Daniela Jacob (Germany), Michael Taylor (Jamaica). Special report: Global warming OF 1.5 °C. Chapter 03 Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems.

5. Sara del Río González..El cambio climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León (España). Itinera geobotanica, Nº. 16, 2005, págs. 5-534.
6. Vicent Calatayud Lorente, María J. Sanz Sánchez. Guía de líquenes epífitos. Editorial Parques Nacionales (2000).