

Solución Taller 3 - Doing Economics

Integrantes: Natalia Rodríguez - Juan Rusinque - Gabriel Salcedo - Isaac Suárez

La parte 1 y la parte 2 fueron desarrolladas a partir de una base de datos de la NASA que contiene información de los datos de temperatura, medida como anomalías, en el hemisferio norte desde 1880 hasta 2016.

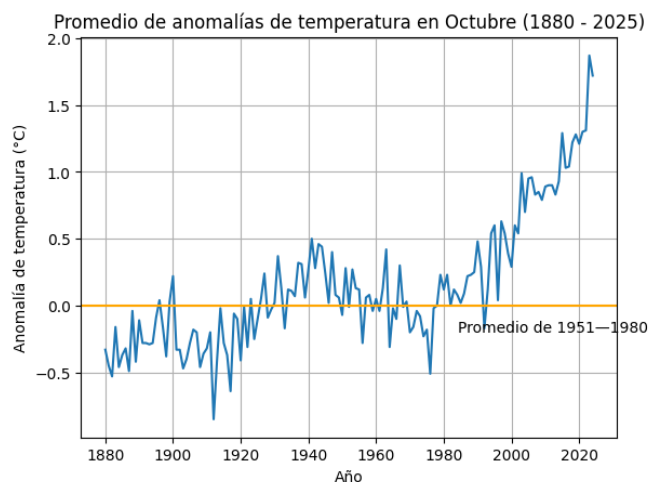
Parte 1.1

Pregunta 1.1.1

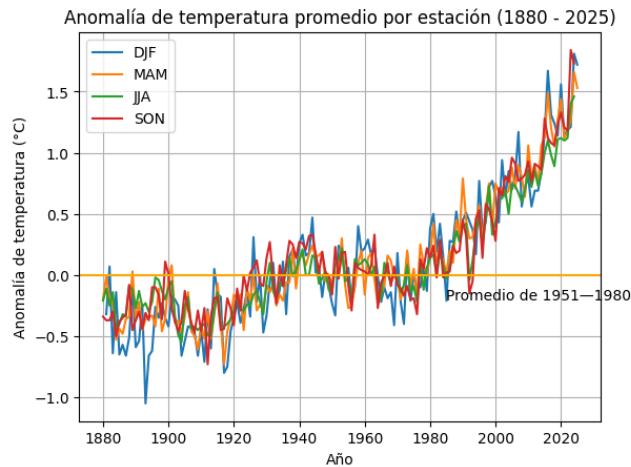
- Explica con tus propias palabras qué significa “anomalía de temperatura”.
- ¿Por qué los investigadores han preferido esta medida frente a otras (como la temperatura absoluta)?

Una anomalía de temperatura indica que tan caliente o que tan frío está de lo normal en un periodo de tiempo y un lugar en específico. La razón por la que los investigadores prefieren esta medida es porque encontrar la temperatura absoluta representa dificultades las cuales crean incertidumbre.

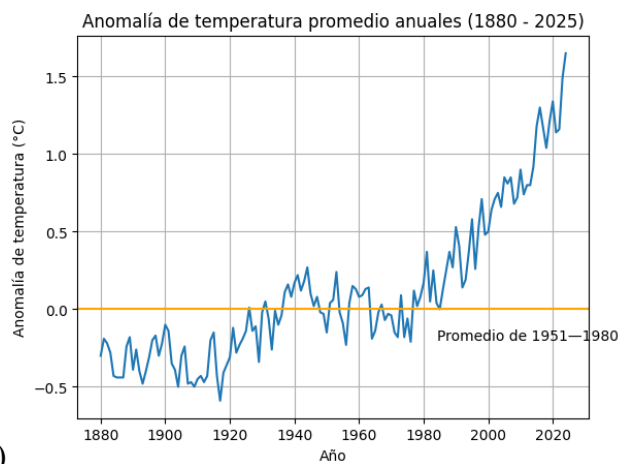
Pregunta 1.1.2, 1.1.3



(i)



(ii)



(iii)

Discute: ¿Qué sugieren tus gráficos acerca de la relación entre la temperatura y el tiempo?

- Los gráficos sugieren que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo y la anomalía de temperatura. Se puede observar que, desde 1880 hasta aproximadamente 1960, la anomalía se mantuvo relativamente estable, cercana a 0 °C, con un aumento lento y con pequeñas fluctuaciones, que podrían deberse a la variabilidad climática natural. Sin embargo, a partir de 1980 se evidencia un aumento sostenido y acelerado en las anomalías de temperatura, lo que podría indicar que en las últimas décadas el clima se ha vuelto más cálido en comparación con el promedio histórico. En conclusión, mientras más avanza el tiempo, mayor es la anomalía respecto al promedio, lo que refleja una tendencia evidente de calentamiento global.

Pregunta 1.1.5

- Para cada intervalo, ¿qué patrones en la temperatura podemos aprender que no se aprecian en los otros intervalos?

- En la gráfica por mes, se puede observar la evolución de un punto específico del año, lo que ayuda a detectar anomalías locales o propias de ese mes, en comparación con el promedio histórico. En el análisis por estaciones, se observa cómo han cambiado los patrones estacionales completos, mostrando fenómenos como veranos más cálidos/calientes e inviernos menos fríos, es decir, permite ver las dinámicas estacionales. Finalmente, el promedio anual elimina la variabilidad intra - anual y reduce el ruido, y permite ver con mayor claridad la tendencia global de aumento sostenido en la temperatura, aunque en la gráfica por mes, también permite ver esta tendencia.

Pregunta 1.1.6

Compara tu gráfico de la Pregunta 1.1.4 con la Figura 1.4 (a continuación), que muestra la evolución de la temperatura usando datos de la Academia Nacional de Ciencias.

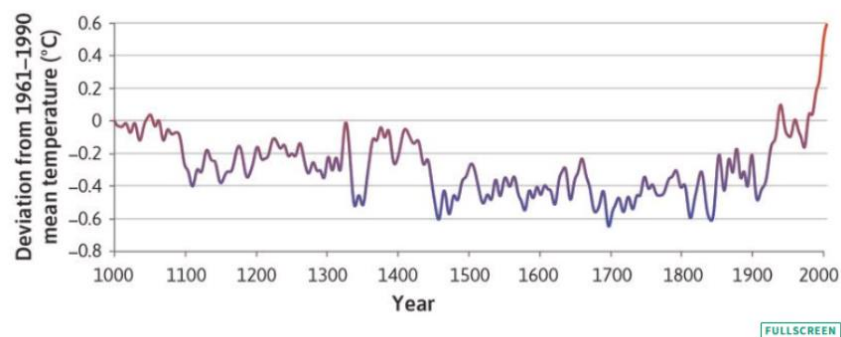


Figure 1.5 Northern hemisphere temperatures over the long run (1000–2006).

- ¿Qué similitudes y diferencias encuentras entre los gráficos?
- Al observar el periodo 1000–1900 en la Figura 1.4, ¿los patrones de tu gráfico son inusuales?
- Con base en tus respuestas, ¿crees que el gobierno debería preocuparse por el cambio climático?

Parte 1.2 Variación de la temperatura en el tiempo

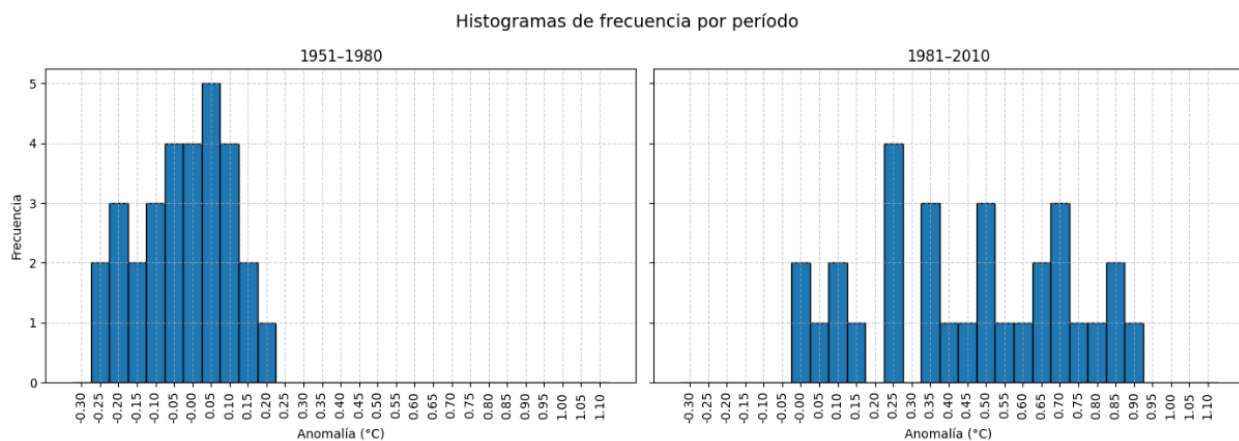
Pregunta 1.2.1

Tablas de frecuencia de cada rango de anomalía.

	Rango de anomalía (°C)	Frecuencia
0	-0.30	0
1	-0.25	0
2	-0.20	0
3	-0.15	0
4	-0.10	0
5	-0.05	0
6	-0.00	2

Pregunta 1.2.2

Histograma de frecuencia; distribución de anomalías de temperatura.



- Describe las similitudes y diferencias entre las distribuciones de estos dos periodos.

El periodo de 1951–1980, estuvo caracterizado por anomalías cercanas a cero o negativas. Las anomalías se concentraron en valores entre -0.25°C y 0.20°C , es decir, la temperatura en el hemisferio norte se mantuvo relativamente estable y los cambios probablemente fueron fruto de un aumento natural de temperatura, mientras que en 1981–2010 se evidencia un cambio, claramente las anomalías se desplazan hacia valores positivos, y se concentran en valores más altos, es decir, en este periodo hubo años más cálidos, confirmando la tendencia al calentamiento global. Una similitud entre las distribuciones es que en ninguno de los dos periodos hubo valores extremos, es decir, anomalías muy negativas (inferiores a -0.25°C) o anomalías muy altas (Superiores a 1.00°C).

Pregunta 1.2.3

Al utilizar la función `np.quantile` (numpy) en python para encontrar los valores correspondientes a los deciles 3 y 7, la respuesta obtenida es la siguiente: Decil 3 (1951–1980): $-0.063\text{ }^{\circ}\text{C}$; Decil 7 (1951–1980): $0.083\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pregunta 1.2.4

Durante 30 años se registraron 27 que estuvieron por encima de $0.083\text{ }^{\circ}\text{C}$ (percentil 7) de modo que el porcentaje de anomalías calientes en el periodo entre 1981 – 2010 es del 90%. De este modo, las anomalías positivas (años más cálidos) se han vuelto la norma en lugar de la excepción.

Pregunta 1.2.5

Cálculo de la media y la varianza de las temperaturas de cada estación:

	1921-1950		1951-1980		1981-2010	
	Media	Varianza	Media	Varianza	Media	Varianza
DJF	-0.042	0.057	-0.002	0.050	0.522	0.079
MAM	-0.056	0.031	0.000	0.025	0.509	0.075
JJA	-0.066	0.022	0.001	0.015	0.399	0.068
SON	0.068	0.028	-0.001	0.026	0.427	0.111

Con respecto a las medias: En los primeros dos periodos (1921-1950 y 1951-1980), las medias están cerca de 0 o negativas, lo que indica temperaturas relativamente estables o frías respecto al promedio de 1951-1980. En 1981-2010, las medias aumentan fuertemente en todas las estaciones (entre 0.399 y $0.522\text{ }^{\circ}\text{C}$), lo que muestra un claro calentamiento. Ahora, las varianzas, entre 1921-1950 y 1951-1980, las varianzas tienden a disminuir un poco. En 1981-2010, todas las estaciones muestran un salto en la varianza. En conclusión, no solo las temperaturas son más altas, sino también más variables, lo cual está asociado con mayor frecuencia de extremos climáticos.

Parte 1.3 CO₂ y su relación con la temperatura

La parte 3 fue desarrollada a partir de la base de datos de la NASA utilizada en las partes anteriores, y una base de datos del observatorio de Mauna Loa (Hawái) que contiene información respecto a emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Pregunta 1.3.1

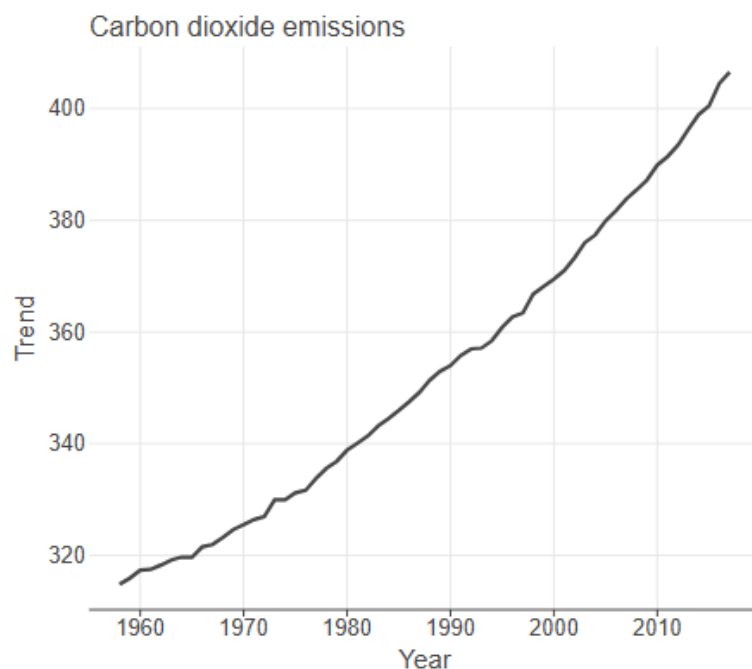
Los registros de CO₂ son considerados una representación confiable de la atmósfera global puesto que están ubicados lejos de centros urbanos e industriales y a gran altitud. Esto reduce la influencia de contaminación, reduciendo a su vez sesgos en la medición de emisiones de CO₂.

Pregunta 1.3.2

La variable *interpolated* muestra los datos de CO₂ ajustados mediante métodos matemáticos para eliminar “missings” de información. En cambio, la variable *trend* muestra las mediciones de CO₂ de manera que elimina las fluctuaciones a corto plazo, para resaltar la evolución de CO₂ las emisiones de a largo plazo. La variación estacional se debe principalmente a los ciclos naturales de absorción y liberación de CO₂ por parte de la vegetación. En el hemisferio norte, donde se concentra la mayor parte de la población mundial, durante cada estación del año, la actividad fotosintética de las plantas varía, de modo que los niveles también varían.

Pregunta 1.3.3

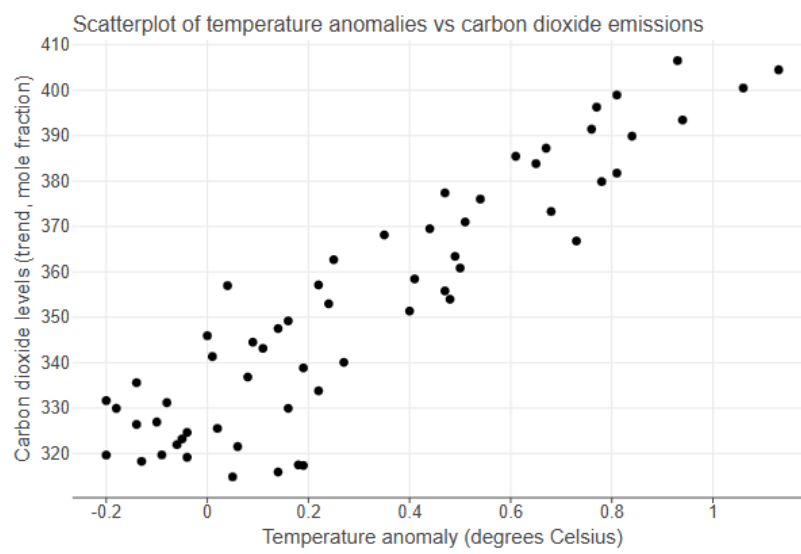
Gráfico tendencia emisiones CO₂ vs tiempo (años)



El gráfico evidencia un incremento constante de las emisiones de CO₂ desde 1960 hasta 2015. La tendencia es claramente ascendente y no presenta descensos significativos, lo que evidencia un crecimiento sostenido en el tiempo. Además, se observa que la pendiente de la curva se hace más pronunciada desde el 2000, lo que indica un aumento en las emisiones de CO₂ en este siglo.

Pregunta 1.3.4

Diagrama de dispersión emisiones CO₂ vs anomalías de temperatura.



El coeficiente de correlación de pearson para las variables de igual a 0.9145. Este fue calculado con la función `'corr'` en python. Este valor indica una relación positiva muy fuerte entre las emisiones de CO₂ y las anomalías de temperatura. Es decir, a medida que aumentan los niveles de CO₂, también incrementan las desviaciones en la temperatura respecto a su promedio histórico (1880-2016). Sin embargo, es importante señalar las limitaciones de esta medida. La más importante es que la correlación no implica causalidad, a pesar de que la relación es consistente con teorías científicas, por sí sola no demuestra que una variable cause la otra, además, existen factores climáticos que también influyen en la variación de las mismas. Adicionalmente, los datos de anomalías de temperatura y de emisiones de CO₂, provienen de diferentes metodologías de medición, lo cual puede inducir en sesgos.

Pregunta 1.3.6

Un ejemplo de correlación espuria relacionado con CO₂ y anomalías de temperatura podría ser el siguiente: tanto las concentraciones de dióxido de carbono como el número de incendios forestales registrados a nivel global tienden a aumentar con el tiempo. Si se grafican juntas, podrían mostrar una correlación positiva fuerte. Sin embargo, esto no significa que el aumento de CO₂ cause directamente los incendios, ni que los incendios sean la causa principal del incremento de CO₂ atmosférico. En realidad, ambos fenómenos están influenciados por un tercer

factor común: el crecimiento de la actividad humana (expansión industrial, deforestación, uso de combustibles fósiles), lo que genera la correlación, pero no una relación causal directa.

Fuente de datos

- NASA Goddard Institute for Space Studies. (2025). *GISTEMP Surface Temperature Analysis (GISTEMP v4)* [Conjunto de datos]. NASA. <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>
- CORE Economics. (2020). *CO₂ data recorded from the Mauna Loa Observatory* [Conjunto de datos]. En *Working in Excel Project 1*, CORE (Descargado desde <https://tinyco.re/3763425>)

Referencias

- NOAA Global Monitoring Laboratory. (2020) *How CO₂ is measured: Background CO₂ levels on Mauna Loa* [Página web]. NOAA. https://gml.noaa.gov/ccgg/about/co2_measurements.html
- The Learning Network. (2022, abril 28). *What's going on in this graph: May 4, 2022* [Artículo]. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2022/04/28/learning/whats-going-on-in-this-graph-may-4-2022.html>
- Smeets, I. (2012). *The Danger of Mixing Up Causality and Correlation* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8B271L3NtAw>