

EXCEPCIONALIDAD TÉRMICA DEL VERANO DE 2022 EN LA CIUDAD DE ZARAGOZA

Saz, M.A. ⁽¹⁻²⁾, **Barrao, S.** ⁽¹⁻²⁾, **Cuadrat, J.M.** ⁽¹⁾, **Virto, A.** ⁽³⁾, **López-Marqués, N.** ⁽³⁾, **De Luis, M.** ⁽³⁾, **Campillos, M.** ⁽³⁾, **Serrano-Notivoli, R** ⁽¹⁾ y **Tejedor, E** ⁽⁴⁾

- (1) Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.
- (2) Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón.
- (3) Servicio de Medio Ambiente y Sostenibilidad. Ayuntamiento de Zaragoza.
- (4) Museo de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

1. INTRODUCCIÓN

Según la información publicada por AEMET en su resumen climatológico estacional (https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat_estacionales/2022/Est_verano_22.pdf) el verano de 2022, entendiendo por ese periodo el transcurrido entre el 1 de junio y el 31 de agosto, tuvo en la España peninsular un carácter extremadamente cálido, con una temperatura media de 24 °C, superior en 2,2 °C a la del periodo de referencia 1981-2010. Ha sido el verano más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, superando en 0,4 °C el anterior registro máximo datado en el verano de 2003.

En el caso de Aragón la temperatura media estival fue 3 °C superior a la del periodo de referencia, con un mes de junio extremadamente cálido, que registró una anomalía positiva en el caso de Zaragoza-Aeropuerto de +4 °C, de +4,3 °C en Huesca-Aeropuerto y de +4,1 °C en el observatorio de Teruel. En el mes de julio la media de Zaragoza superó en 2,5 °C la de la serie histórica, 2,6 °C en Huesca y 3,5 °C en Teruel, lo que llevó a calificar este mes de muy cálido en el observatorio de Zaragoza y extremadamente cálido en los de Huesca y Teruel. Mientras que, en el mes de agosto, las anomalías de la temperatura media mensual fueron de +3,0 °C en Zaragoza, +2,9 °C en Huesca y +2,7 °C en Teruel, calificándose como de extremadamente cálido en Zaragoza y Teruel y muy cálido en Huesca (https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?k=arn&w=1).

Estamos pues ante un verano excepcional desde el punto de vista térmico, acompañado de un marcado déficit pluviométrico en el tercio norte de la comunidad y una situación más cercana a lo normal en verano en el tercio central y lluvias por encima de la media en una parte importante de su tercio sur, animadas por la frecuencia de precipitaciones convectivas.

Los valores de temperatura suministrados por AEMET a partir de los datos del Aeropuerto de Zaragoza pueden constituir un buen indicador de la excepcionalidad térmica que nos deparó el verano del año 2022, pero no nos aproximan a conocer cuáles fueron las diferencias observadas en relación a la ciudad, ni tampoco entre distintas zonas de su entramado urbano. La ciudad modifica las características propias del clima regional y en función de las distintas coberturas, la presencia o no de vegetación y superficies permeables o la propia estructura urbana, también podemos encontrar diferencias significativas en la distribución espacial de las temperaturas dentro de ella.

En este sentido, disponer de una información detallada de las temperaturas a partir de los datos registrados por la red de sensores propios instalada por el Departamento de Geografía de la U. de Zaragoza y el Servicio de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Zaragoza, con la que se está monitorizando con una frecuencia horaria la temperatura y humedad relativa

del aire en distintos puntos de la ciudad y de su entorno rural, nos ha de permitir un examen más preciso de esta excepcionalidad y sus matices espaciales. A continuación, presentamos un avance de los resultados obtenidos sobre los datos de esa red en relación a los registros térmicos y a indicadores como el número de noches tropicales y tórridas, que dan una imagen más precisa de la excepcionalidad del verano de 2022.

2. DATOS

En la fig. 1 se puede ver la localización de los sensores termohigrométricos con los que se ha obtenido la información para este trabajo. La red se instaló en 2015 y tras su descarga los datos son sometidos a un riguroso control de calidad que puede consultarse en Barrao *et al* (2022).

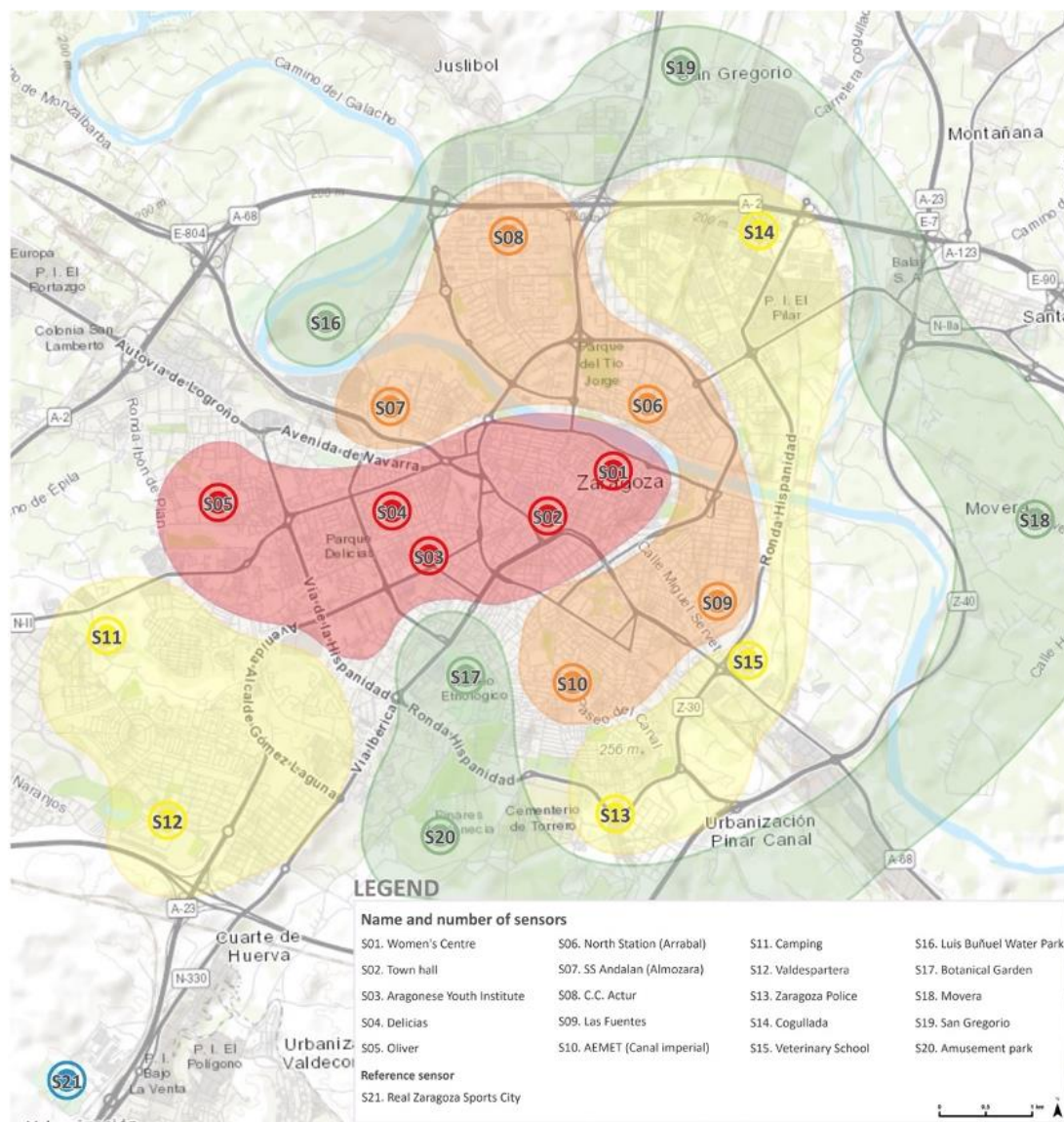


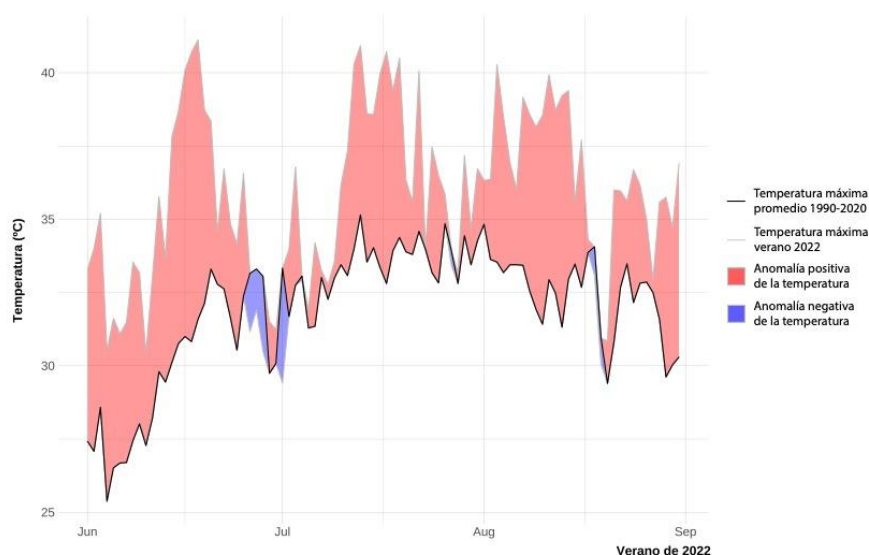
Fig 1. Red de sensores termohigrométricos de Zaragoza. Los colores indican distintas agrupaciones según la distancia al centro urbano. El sensor S21 es considerado como observatorio rural (Fuente: Barrao *et al*, 2022)

Para este trabajo se han utilizado los datos horarios del periodo que va entre el 1 de junio y el 31 de agosto de 2022, lo que se entiende como verano meteorológico, de los 21 sensores mostrados en la fig. 1.

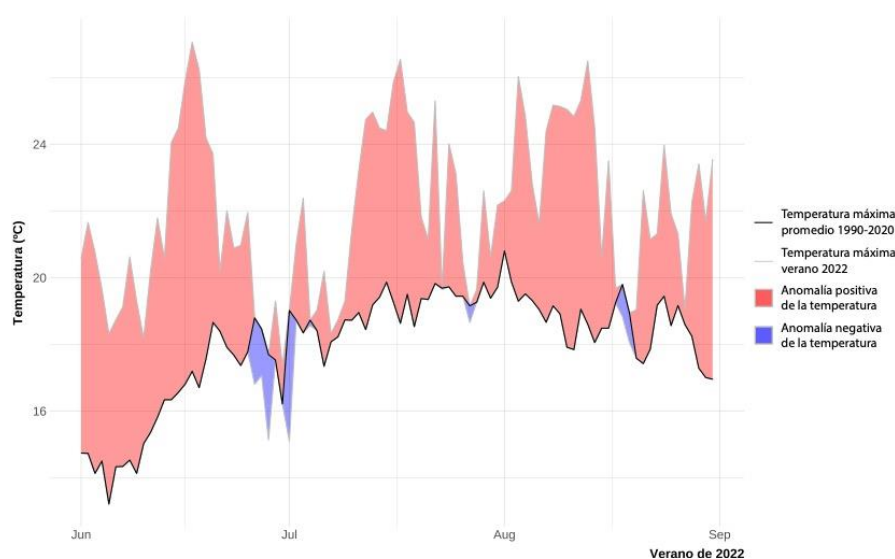
Para las mínimas encontramos situaciones espacialmente similares, si bien el mes que registró unas mínimas en promedio más altas fue agosto. En ese mes la media de las mínimas alcanzó los 23 °C en Delicias y los 22,7 °C en la Plaza Santa Marta, mientras que en el Parque del Agua fue de 21 °C o de 21,1 °C en el Parque Grande José A. Labordeta.

Atendiendo a su evolución temporal y si exceptuamos algunos días del tramo final de junio y principios de julio (26 de junio a 8 de julio) así como de los días posteriores al 15 de agosto (entre el 17 y el 28 de agosto) prácticamente en todo el verano se registraron en los sensores colocados en el entramado urbano de Zaragoza temperaturas en promedio más altas que las de la serie histórica correspondiente a ese día.

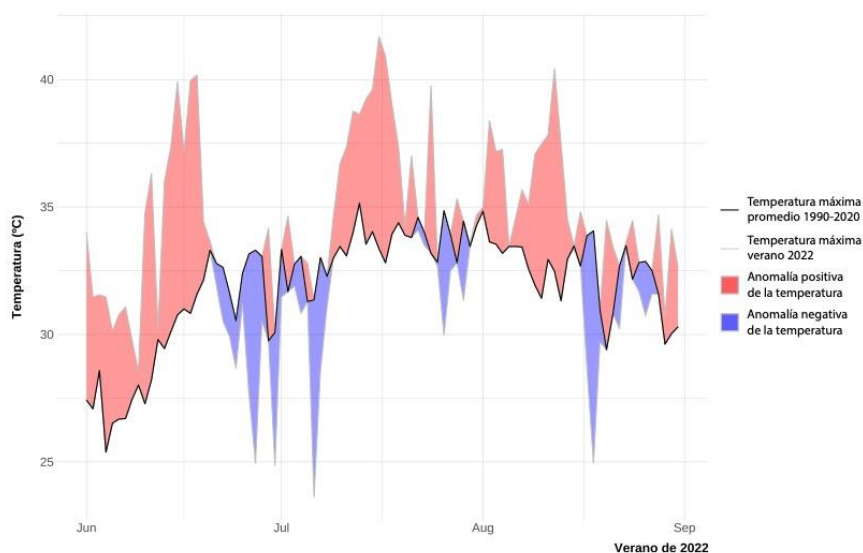
Anomalía de la temperatura máxima en la plaza Santa Marta.



Anomalía de la temperatura mínima en la plaza Santa Marta.



Anomalía de la temperatura máxima en el Parque del Agua.



Anomalía de la temperatura mínima en el Parque del Agua.

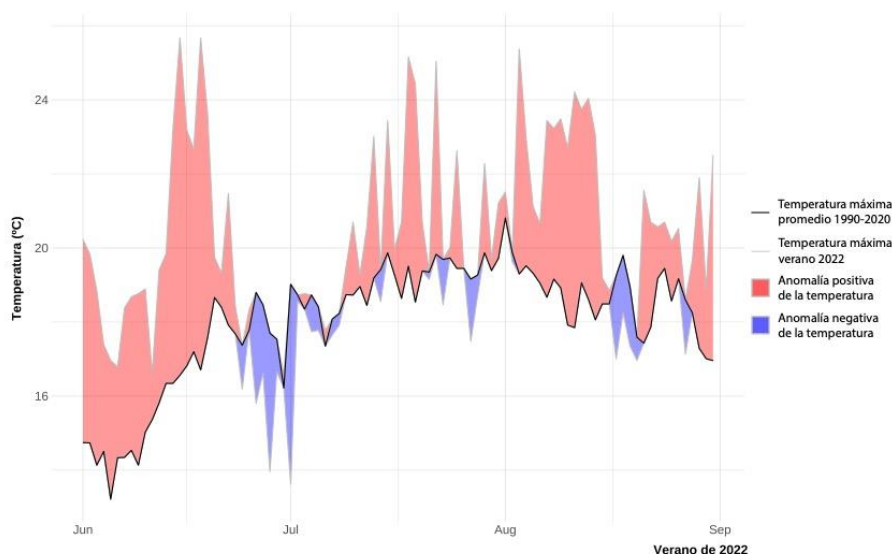


Fig 3, 4, 5 y 6. Anomalía de la temperatura máxima y mínima diaria en los sensores de Casa de la Mujer (Plaza Santa Marta, centro ciudad) y Parque del Agua en relación a la temperatura media de ese día en el observatorio de AEMET-Aeropuerto en el periodo 1990-2020.

Las figuras 3, 4, 5 y 6 muestran bien esta situación. En ellas se ha representado la anomalía de la temperatura máxima y mínima diaria en los sensores de Casa de la Mujer (Plaza Santa Marta, centro ciudad) y Parque del Agua, en relación a la temperatura media de ese día en el observatorio de AEMET-Aeropuerto en el periodo 1990-2020. En rojo se han señalado las anomalías positivas y en morado las negativas. Como decíamos antes, en prácticamente todos los días del verano de 2022 la temperatura ha sido en Zaragoza significativamente más elevada que la media histórica que marca el observatorio del Aeropuerto para el periodo 1990-2020, un periodo de referencia ya más cálido que otros periodos normales recomendados por la OMM. La jornada más cálida del verano se registró el 16 de julio, cuando la temperatura alcanzó los 42,6 °C en el sensor de Casa de la Mujer (9,2 °C por encima de la

media histórica en ese día) y los 41,7 °C en el Parque del Agua (8,3 °C por encima de la media histórica), si bien ha de destacarse que ya en el mes de junio encontramos hasta dos jornadas con máximas en el centro de la ciudad por encima de los 42 °C, los días 15 y 17 de junio, con 42,4 y 42,1 °C respectivamente, casi 12 °C por encima de la media histórica en ese día. En ambas jornadas en el sensor del Parque del Agua se alcanzaron los 40 °C.

En relación a las mínimas diarias los datos aún son más extremos. La noche más cálida en el centro de la ciudad se registró ese ya señalado día del 17 de julio, cuando en la Plaza Santa Marta el sensor registró una temperatura mínima de 27,1 °C. La diferencia con el Parque el Agua es notable, ya que allí la temperatura mínima, aunque elevada, ascendió a los 22,7 °C. La siguiente noche más cálida la encontramos el 17 de julio, tras el máximo térmico estival de la jornada del 16, cuando la mínima en el centro de la ciudad quedó en 26,6 °C, si bien en el Parque del Agua fue de 20,1 °C.

Estos datos sobre las mínimas de este verano nos llevan a la obligación de contabilizar el número de noches tropicales, aquellas en las que la temperatura mínima ha sido igual o superior a los 20 °C, así como el recientemente introducido concepto de noches tórridas, entendiendo como tales aquellas en las que la mínima fue igual o superior a los 25 °C.

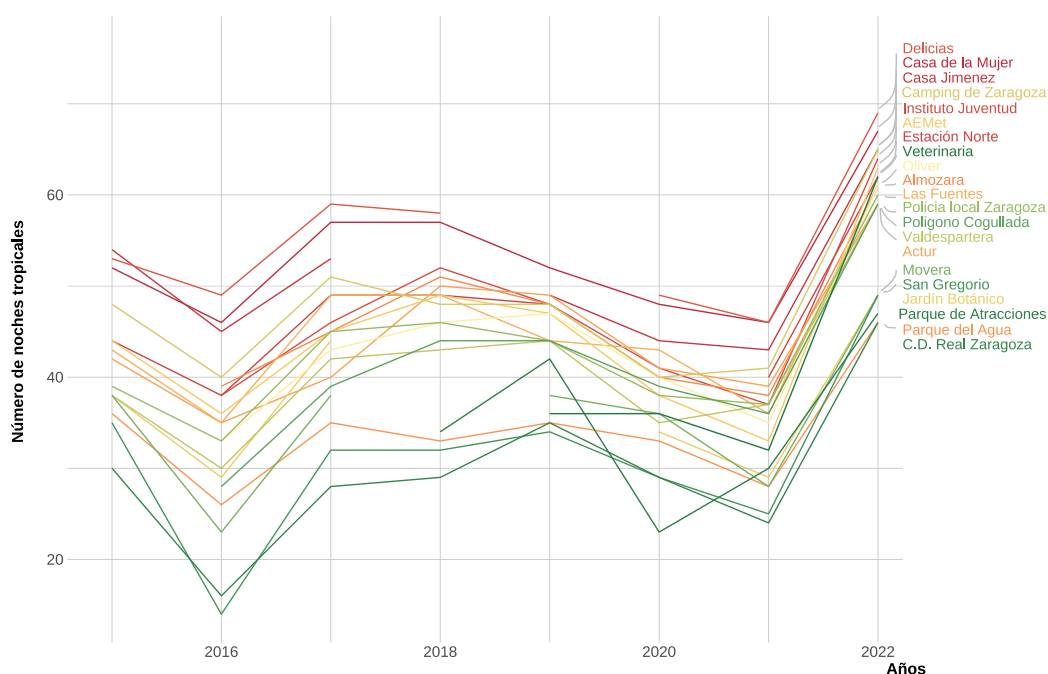


Fig 7. Número anual de noches tropicales en cada uno de los sensores de la red entre 2015 y 2022.

En relación con las primeras, en la figura 7 se ha señalado la evolución de su número, sensor por sensor, desde el comienzo de los registros en el año 2015. La gráfica deja bien a las claras la excepcionalidad de este verano, al menos si tenemos en relación a los últimos 8 años, a la vez que nos muestra algunas diferencias en este indicador entre distintos sectores de la ciudad. En todos los casos el año 2022 registra el mayor número de noches tropicales de nuestra serie. Sensores como el de Calle Delicias o Plaza Santa Marta registraron, respectivamente, 69 y 67 noches tropicales (sobre un total de 92 jornadas que tiene la estación estival), superando las 60 noches tropicales 12 de los 21 sensores. Los ubicados en las zonas

periféricas de la ciudad, como el de Valdespartera, Cogullada, Botánico, Movera, San Gregorio o el Parque de Atracciones, registraron entre 47 y 59, siendo los del Parque del Agua y la CD del Real Zaragoza, los que contabilizaron menos noches con temperaturas superiores a 20 °C, ambos con 46, valor que en cualquier caso nos señala que la mitad de las noches de este verano, aún en esas zonas más frescas, fueron noches tropicales.

Más espectaculares son si cabe los resultados obtenidos en relación a las noches tórridas. Este indicador se ha comenzado a utilizar recientemente en nuestro país debido al ya frecuente registro de mínimas nocturnas por encima de los 25 °C, en ciudades de la costa mediterránea. Este registro mínimo no se ha observado todavía en la estación de AEMET Zaragoza-Aeropuerto, y si bien ha sido puntual encontrarlo en las series de los sensores instalados en Zaragoza desde 2015 el número de las contabilizadas durante este año ha sido inusual, como puede observarse en la figura 8.

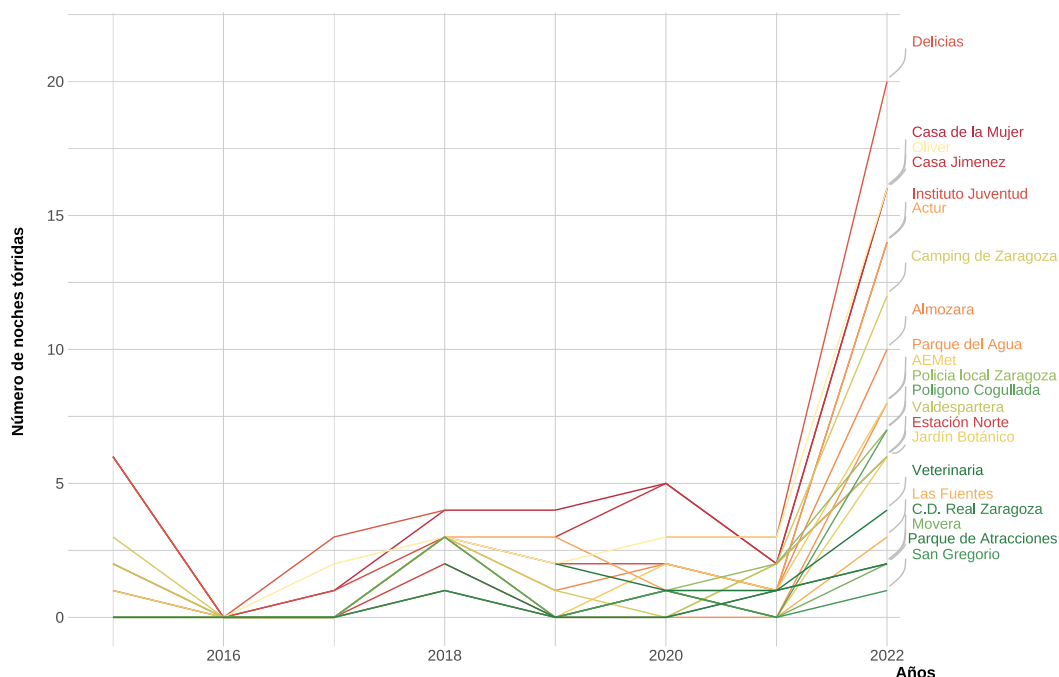


Fig 8. Número anual de noches tórridas en cada uno de los sensores de la red entre 2015 y 2022.

En los sensores localizados en la periferia de la ciudad, como San Gregorio, Parque de Atracciones, CD del Real Zaragoza o Movera, el número de noches tórridas ha sido de 1 o 2. Son valores bajos, pero no anecdóticos, puesto que como señalábamos antes en el observatorio del Aeropuerto no se ha registrado ninguna. Pero destacable es sin duda ese número de 20 noches tórridas que ha podido registrarse en el sensor de Delicias o los 16 de Plaza Santa Marta, Casa Jiménez y Oliver, que superan con mucho los alcanzados en ninguno de los años anteriores desde 2016. En el caso del sensor que podemos considerar como de referencia para el centro de la ciudad la mayor parte de noches tórridas se pudieron contabilizar en agosto, con 10, mientras que junio y julio registraron 3 (fig. 9).

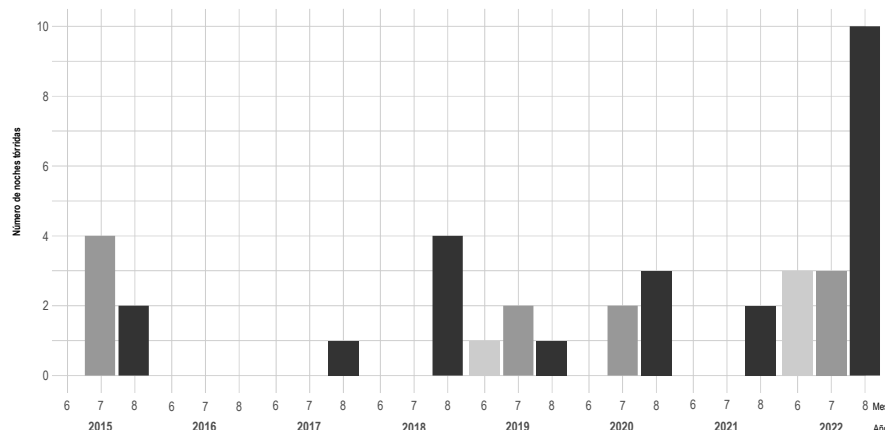


Fig 9. Frecuencia en el número mensual de noches tórridas entre 2015 y 2022 en el sensor localizado en la Plaza Santa Marta.

4. CONCLUSIONES

Prácticamente todas las jornadas estivales de 2022 fueron más cálidas que la media de la serie histórica del Aeropuerto (1990-2020). Los máximos se alcanzaron en julio, con 42,6 °C en el centro de la ciudad el día 17. Allí también se alcanzó la mínima más alta, la noche posterior a ese máximo, con 27,1 °C. Las diferencias centro-periferia, relacionadas además con la presencia de masas de agua y espacios verdes, pueden ser identificadas en el análisis de estos registros. En el Parque del Agua los valores alcanzados quedaron ligeramente por debajo en el caso de la máxima, alcanzándose los 40 °C, pero de forma más significativa en las mínimas, llegándose a los 22,7 °C esa jornada, 4,4 °C por debajo.

La zona centro de la ciudad y el Barrio de Delicias se configuran como los espacios más cálidos. En ellos se han observado las temperaturas medias más elevadas en cada uno de los tres meses de la estación estival. Pero también ha sido en ellos donde se han podido contabilizar un mayor número de noches tropicales, prácticamente 3 de cada 4, y de noches tórridas, no registradas en el observatorio del Aeropuerto, pero que han sido frecuentes (hasta 20 en Delicias) en este verano de 2022 en esas zonas más calurosas de la ciudad.

De esta forma, la información registrada por los sensores de la red instalada por al Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza y el Servicio de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento nos han permitido mostrar el carácter excepcional del verano de 2022, así como algunas diferencias espaciales en los valores extremos registrados entre distintos puntos de la ciudad relacionados con el efecto de la urbanización, la mayor o menor presencia de zonas verdes y la existencia de la isla de calor. Más allá del interés cuantitativo de estos datos, entendemos que esta información y su espacialización pueden contribuir al mejor conocimiento térmico de la ciudad y colaborar a unas mejores políticas de adaptación de Zaragoza al cambio climático antropogénico.

Referencias.

Barrao, S., Serrano-Notivoli, R., Cuadrat J.M., Tejedor, E. Saz, M.A. 2022. Characterization of the UHI in Zaragoza (Spain) using a quality-controlled hourly sensor-based urban climate network. Urban Climate 44(113):101207. DOI: 10.1016/j.uclim.2022.101207.