Variabilidad microclimática en Barrio 20: análisis de temperatura y humedad a partir de una red de sensores de base comunitaria

Informe analítico de consultoría – Proyecto Coaliciones Urbanas Transformadoras (TUC), Barrio 20 Urban Lab, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Adrián H. Irurzun

Citar como:

Irurzun, A. H. (2026). Variabilidad microclimática en Barrio 20: análisis de temperatura y humedad a partir de una red de sensores de base comunitaria. Informe analítico de consultoría elaborado para UNU-EHS en el marco del proyecto Coaliciones Urbanas Transformadoras (TUC), Barrio 20 Urban Lab. Buenos Aires: IIED-América Latina.

Informe elaborado por A. H. Irurzun por encargo y con financiamiento del Instituto de la Universidad de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Seguridad Humana (UNU-EHS). Los datos analizados provienen de la red de monitoreo del Barrio 20 Urban Lab, coordinada localmente por IIED-América Latina, institución que publica este informe.

Índice

1. INTRODUCCIÓN 3

2. CARACTERÍSTICAS DEL SET DE DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE..... 4

3. SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE 6

4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE 8

5. METODOLOGÍA PARA LA ELECCIÓN Y CÁLCULO DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS Y DE CONFORT TÉRMICO 15

6. RESULTADOS..... 18

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 32

8. AGRADECIMIENTOS: 37

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se analizan, sintetizan e interpretan datos meteorológicos de temperatura y humedad relativa del aire (en adelante: T&HR) de 9 sensores ubicados en diferentes sitios urbanos del Barrio 20 – Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina (Figura 1). El detalle de los sitios analizados se presenta junto a sus metadatos en el ANEXO 1 que acompaña al presente en su carpeta compartida en Drive disponible en el siguiente enlace: *Estudio T&HR Barrio 20 - CABA - ARG*.

Figura 1: *sitios de muestreo de temperatura y humedad en el Barrio 20. (1) Escuela, (2) Patio, (3) CESAC, (4) Teresa, (5) Chilavert, (6) Polideportivo, (7) 8 de marzo (8) Comedor, y (9) Manzana 15*

El objetivo es identificar patrones de comportamiento de la T&HR que describen diversos microclimas dentro del Barrio 20 con el fin de poder llevar a cabo acciones de mejora del ambiente urbano para el bienestar de sus habitantes. Con la información presentada se pretende:

- Identificar el rol de la vegetación en la regulación de la T&HR,
- Analizar la relación entre el impacto de materiales físicos de la infraestructura urbana respecto de la ubicación y registro de la T&HR,
- Identificar el impacto de las Olas de Calor, y Olas de Frío analizando índices climáticos y de confort térmico, y
- Generar datos y evidencia científica que permita la ejecución de políticas públicas basadas en evidencia, a fin de llevar a cabo la toma de decisiones desde el análisis de datos concretos.

A tal fin, se recibieron distintos archivos con sets de datos de T&HR por parte de la Gerencia de Datos Territoriales del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, con los que a partir de su compilación y posterior validación, formaron una base de datos con la que se llevó adelante el presente estudio.

Adicionalmente, se realizó una visita y recorrido dentro del Barrio 20 que permitieron describir y analizar la infraestructura urbana y presencia de la vegetación para luego evaluar su influencia en los registros de T&HR.

También se contó para el período estudiado (julio de 2023 a agosto de 2025) con registros horarios de T&HR provenientes de la estación meteorológica Observatorio Central Buenos Aires (OCBA) perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que fue tomada como estándar en cuanto a la descripción de dichas variables en la Ciudad de Buenos Aires.

Por otro lado, más allá de hallazgos de discontinuidad en la serie de datos de T&HR de los sensores ubicados en el Barrio 20, salvo casos excepcionales, esto no invalida los resultados aquí presentados pues se priorizó la inclusión de determinados períodos seleccionados especialmente así como los sitios que mejor describen cada microclima y condición climática con un adecuado historial de datos y consistencia estadística.

Es así como los resultados de este informe deben entenderse como una adecuada y certera aproximación a los objetivos basándonos en la identificación y comprensión de la micro-climatología urbana que caracteriza al Barrio 20 dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

2. CARACTERÍSTICAS DEL SET DE DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE

A fin de realizar el presente estudio se recibió de la Gerencia de Datos Territoriales del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires un set de datos de los 9 sitios de monitoreo de T&HR ubicados dentro del Barrio 20, los que se comparten en la carpeta “Datos crudos originales ubicada” dentro del carpeta compartida en Drive: “Estudio T&HR Barrio 20 - CABA – ARG”. Dichos sitios y serie histórica se muestran en la Tabla 1:

Sitio	Ubicación	Inicio de la serie	Fin de la serie
Escuela	34°40'18.9"S 58°27'40.7"W	23/07/2023	08/08/2025
Patio	34°40'17.0"S 58°27'45.6"W	23/07/2023	08/08/2025
CESAC	34°40'29.2"S 58°27'47.8"W	11/10/2023	08/08/2025
Teresa	34°40'26.5"S 58°27'39.4"W	23/01/2024	08/08/2025
Chilavert	34°40'29.4"S 58°27'51.6"W	29/01/2024	08/08/2025
Polideportivo	34°40'37.71"S 58°27'57.80"W	29/01/2024	08/08/2025
8 de marzo	34°40'33.3"S 58°27'45.5"W	14/02/2024	08/08/2025
Comedor	34°40'28.1"S 58°27'50.7"W	14/02/2024	08/08/2025
Manzana 15	34°40'26.01"S 58°28'1.62"W	20/02/2024	08/08/2025

Tabla 1: *nombre de cada sitio de monitoreo junto a su ubicación e inicio y final de su serie de datos*

De un primer estudio de disponibilidad de datos, se determinaron los meses y períodos a considerar para el estudio, los que junto a dicha disponibilidad se presentan en la Tabla 2:

MES	OCBA	ESCUELA	PATIO	CESAC	TERESA	CHILAVERT	POLIDEPORTIVO	8_MARZO	COMEDOR	MANZANA15
jul-23	D	FD	FD							
ago-23	D	D	D							
sept-23	D	D	D							
oct-23	D	D	D	FPD						
nov-23	D	D	D	D						
dic-23	D	D	D	D						
ene-24	D	D	D	D						
feb-24	D	D	D	D	D	D	D	FPD	FPD	FPD
mar-24	D	D	D	D	D	D	D	D	D	FD
abr-24	D	FD	D	D	D	D	D	D	D	FD
may-24	D	D	D	D	D	D	D	D	D	FD
jun-24	D	D	D	D	D	FD	D	D	D	FD
jul-24	D	D	FPD	D	D	D	D	D	D	D
ago-24	D	FD	D	FD	D	D	D	D	D	D
sept-24	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
oct-24	D	D	D	FD	D	D	D	D	D	D
nov-24	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
dic-24	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
ene-25	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
feb-25	D	D	D	D	FPD	FD	D	D	D	D
mar-25	D	D	D	D	FPD	FD	D	D	D	D
abr-25	D	D	D	D	FPD	FPD	D	D	D	D
may-25	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
jun-25	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
jul-25	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
ago-25	D	FD	FD	FD	FD	FD	FD	FD	FD	FD

Referencias: D= Datos OK | FPD= Falta parcial de datos hasta 15 días | FD= Falta de datos > 15 días

Tabla 2: *extensión de la serie de datos (meses) junto a la disponibilidad de los mismos para cada sitio monitoreado*

Al analizar la Tabla 2, se notan importantes discontinuidades en los datos de algunos sensores, como por ejemplo los de Teresa, Chilavert y Manzana 15, así como otros de menor importancia en el resto de los sitios.

Estos faltantes de datos limitan la extensión de algunos períodos bajo estudio a los detallados en la Tabla 3, como por ejemplo el invierno de 2024. A nivel general, causaron que a lo largo de 24 meses de monitoreo de la T&HR en el Barrio 20, haya solo 2 períodos de 3 meses de extensión (el primero entre noviembre de 2024 y enero de 2025, y el restante entre mayo a julio de 2025), en los que hay total disponibilidad de datos para las 9 estaciones bajo estudio.

Luego se eligieron los siguientes períodos de estudio (Tabla 3) a fin de comparar valores de T&HR como de otros indicadores climáticos y de confort térmico entre los distintos sitios:

Período de estudio	Meses y fechas disponibles
Invernal 2023	Agosto y septiembre 2023
Invernal 2024	Mayo a julio de 2024
Invernal 2025	Mayo a julio de 2025
Ola de Frío (OF) # 1	8 al 10/07/24
Ola de Frío (OF) # 2	30/06 al 02/07/25
Estival 2023-24	Octubre de 2023 a marzo de 2024
Estival 2024-25	Octubre de 2024 a marzo de 2025
Ola de Calor (OC) # 1	30/1 al 03/02/24
Ola de Calor (OC) # 2	6 al 8/02/24
Ola de Calor (OC) # 3	14 al 17/01/25
Ola de Calor (OC) # 4	1 al 4/02/25
Ola de Calor (OC) # 5	5 al 7/03/25

Tabla 3: *períodos de estudio junto a su extensión temporal según disponibilidad de datos*

Continuando con el análisis del set de datos disponible para este estudio, se han observado anomalías como:

- En todos los sitios, y con distintos niveles de significancia, la ausencia de datos está ligada a cambios en la configuración de la frecuencia de muestreo del dispositivo (sensor de T&HR), encontrándose archivos con frecuencias de 30 minutos, 5 minutos, y de hasta de 1 minuto, cuando la frecuencia estándar y acordada para el muestreo es de 1 hora.
- Mismo set de datos en distintos archivos del mismo sitio, o sea: 2 archivos de distinto nombre con similares datos de T&HR así como de los registros y configuración del dispositivo. Anomalía hallada en la estación Patio, archivos 21486598 2024-07-05 10-02-10 Argentina Standard Time (Data Argentina Standard Time).xlsx y 21486598 2024-07-11 10-18-58 Argentina Standard Time (Data Argentina Standard Time).xlsx; infiriendo que se ha renombrado del archivo violando la integridad registral del mismo, y
- Diferencia entre la cantidad de datos de un registro (hoja “fecha” de un archivo) vs. la cantidad de datos o muestras indicada en la configuración (hoja “detalles”) del mismo, hallado en el archivo 21486599 2024-09-24 09_39_54 Argentina Standard Time (Data Argentina Standard Time).xlsx del sitio Escuela; infiriendo que se han eliminado celdas o filas con datos y por lo tanto violando la integridad registral del mismo.

Una causa muy probable de estas anomalías, es la carencia de acciones regidas por un protocolo normalizado de gestión y toma de datos o registros meteorológicos, así como de la implementación de una cadena de custodia de los datos (en sus correspondientes archivos informáticos) que asegure la inviolabilidad de los mismos.

3. SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE

Los sensores de temperatura y humedad utilizados para el presente estudio fueron instalados en el Barrio 20 desde julio de 2023 en adelante por la Gerencia de Datos Territoriales del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en los 9 sitios detallados en la Tabla 1. Se trata de sensores de T&HR marca Hobo modelo MX2301A (Figura 2) cuyas características son las siguientes:

Temperature Sensor			
Range	MX2301A and MX2305 internal sensors: -40 to 70°C (-40 to 158°F) MX2302A external temperature sensor: -40 to 70°C (-40 to 158°F) MX2303 and MX2304 external sensors: -40 to 100°C (-40 to 212°F), with tip and cable immersion in fresh water up to 50°C (122°F) for one year		
Accuracy	±0.25°C from -40 to 0°C (±0.45 from -40 to 32°F) ±0.2°C from 0 to 70°C (±0.36 from 32 to 158°F) ±0.25°C from 70 to 100°C (±0.45 from 158 to 212°F), MX2303 and MX2304 only		
Resolution	MX2301A and MX2302A: 0.02°C (0.036°F) MX2303, MX2304, and MX2305: 0.04°C (0.072°F)		
Drift	<0.01°C (0.018°F) per year		
Relative Humidity Sensor* (MX2301A, MX2302A only)			
Range	0 to 100% RH, -40° to 70°C (-40° to 158°F); exposure to conditions below -20°C (-4°F) or above 95% RH may temporarily increase the maximum RH sensor error by an additional 1%		
Accuracy	±2.5% from 10% to 90% (typical) to a maximum of ±3.5% including hysteresis at 25°C (77°F); below 10% RH and above 90% RH ±5% typical		
Resolution	0.01%		
Drift	<1% per year typical		
Response Time (typical, to 90% of change)			
Temperature	**Without Solar Radiation Shield**	**With RS1/M-RSA Solar Radiation Shield**	**With RS3-B Solar Radiation Shield**
MX2301A internal sensor	17 minutes in air moving 1 m/sec	24 minutes in air moving 1 m/sec	NA
RH	**Without Solar Radiation Shield**	**With RS1/M-RSA Solar Radiation Shield**	**With RS3-B Solar Radiation Shield**
MX2301A internal sensor	30 seconds in air moving 1 m/sec	40 seconds in air moving 1 m/sec	NA

Figura 2: *sensor de temperatura y humedad Hobo modelo MX2301A con sus características*

Estos sensores fueron instalados dentro de un protector contra la radiación solar, comúnmente llamado “abrigo meteorológico” o garita, del mismo fabricante Hobo modelo RS1 (Figura 3).

Figura 3: *protector contra la radiación solar marca Hobo modelo RS1*

Cabe destacar que según la norma OMM-N° 8 (https://library.wmo.int/idurl/4/41613), Vol 1, Capítulo 2, 2.5: "Protección contra las radiaciones" de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se debe garantizar una correcta ventilación del sensor de temperatura ubicado dentro de la garita o abrigo meteorológico (en especial evitando velocidades de ventilación < a 1m/s) a fin de minimizar la influencia del calentamiento o enfriamiento de las caras del abrigo o protector contra la radiación, dado que si esto sucede el sensor de temperatura puede sobreestimar la misma en hasta +2,5ºC o subestimar en hasta -0,5ºC respectivamente.

También es importante el conocimiento del retardo o tiempo de respuesta en la medición de la T&HR que posee el sensor, dado que esto guiará la elección de la frecuencia de monitoreo, la cual debe evitarse que sea inferior al tiempo de respuesta mencionado. En este caso, el mayor tiempo de respuesta lo tiene la medición de la temperatura que, según el fabricante, con una tasa de ventilación de 1m/s llega a ser de 24 minutos, por lo que la frecuencia de monitoreo sugerida al utilizar estos sensores nunca debe ser inferior a los 30 minutos.

4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE

Antes de iniciar el estudio de los cambios en la T&HR así como del cálculo de diversos índices climáticos y de confort térmico, se procedió a la validación de cada set de datos de los 9 sitios de monitoreo aplicando diversas metodologías descriptas en el Manual Técnico MT-DRD-002 Versión: 02 del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI - https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00711SENA-95.pdf). En el mismo se detallan y compilan de manera organizada y por etapas las distintas pruebas de validación y control de datos meteorológicos originalmente normados por la OMM (Organización Meteorológica Mundial) en la publicación "Guías de Prácticas Climatológicas" - OMM-N° 100 - Capítulo 3: Ítem 3.3: Control de Calidad.

A partir de dicha metodología, se seleccionaron una serie de pruebas de validez para aplicar a los datos de T&HR, asignando la letra "C" a cada dato que cumple con la prueba asignada, y la letra "D" al que no la cumple, considerándose en adelante como "dato discutible" que requiere de una comprobación extra no automatizada para considerarse válido o no.

Las pruebas de validación realizadas en cada set de datos fueron las siguientes:

- Límites duros para T&HR
- Límites blandos para la temperatura, y
- Pruebas de consistencia temporal de:
    - paso para la temperatura respecto a sus valores precedentes: n-1, n-2, n-3, n-6 y n-12
    - paso para la humedad respecto a su valor anterior n-1,
    - persistencia para la T&HR:
        - respecto de la repetición de sus últimos 4 valores,
        - respecto de la coherencia al comparar cada valor con una función del desvío estándar y promedio de sus 5 valores precedentes, y
        - respecto de la diferencia con su valor anterior y con el triple del desvío estándar de sus 24 valores anteriores

Los resultados de todas estas pruebas de validación se ubican en Control de calidad de T&HR, destacándose que luego de la comprobación extra no automatizada, todos los datos inicialmente discutibles fueron reclasificados como válidos y aceptados para su estudio.

Del análisis de los datos inicialmente discutibles, se pudieron detectar algunas causas de los mismos, como por ejemplo bruscos descensos de hasta 10ºC en 1 hora producidos por el paso de frentes fríos, como así también frecuentes y marcados cambios en la temperatura de al menos +/-4ºC respecto de su valor precedente producidos por la rápida presencia o ausencia de radiación solar directa sobre el abrigo meteorológico del sensor de T&HR. Seguidamente en la Tabla 4 se brinda un resumen de los resultados de la validación de cada set de datos en los siguientes sitios de monitoreo de la T&HR.

Sitio	Nro. de datos de T&HR	Prueba de límites duros	Prueba de límites blandos	Prueba de consistencia temporal	Observaciones
Escuela	17004	C=100%	D= 2 sobre 17004	*) D~1,3% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,14% para diferencias en la T, y *) D=0,12% para diferencias en la HR	Se detectaron 99 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos, 73▲ durante las mañanas, y 26▼ en horarios variables asociados a frentes fríos
Patio	17708	C=100%	C=100%	*) D~0,3% para pruebas de paso de	Se detectaron 30 casos discutibles por diferencias de T respecto

				T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,14% para diferencias en la T, y *) D=0,12% para diferencias en la HR	de su valor precedente. De ellos solo 5▲, y 25▼ mayormente durante el inicio de la noche
CESAC	14994	C=100%	D=0,18%	*) D~1,37% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~12% para coherencia en T&HR *) D=0,03% para diferencias en la T, y *) D=0,12% para diferencias en la HR	Se detectaron 96 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos solo 2▲, y 94▼ mayormente durante el inicio de la noche

Sitio	Nro. de datos de T&HR	Prueba de límites duros	Prueba de límites blandos	Prueba de consistencia temporal	Observaciones
Teresa	12907	C=100%	D= 2 sobre 12907	*) D~0,5% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,05% para diferencias en la T, y *) D=0,15% para diferencias en la HR	Se detectaron 38 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos 21▲ hacia el final de la mañana, y 17▼ en horarios variables asociados a frentes fríos
Chilavert	12040	C=100%	C=100%	*) D~0,04% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR	Se detectaron sólo 2 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente, ambos por descenso de la misma.

				*) C=100% para persistencia en T&HR *) D~12% para coherencia en T&HR *) D=0,1% para diferencias en la T, y *) D=0,19% para diferencias en la HR	Se concluye que los cambios en el tiempo no influyen sobre este sensor (No cumple con Norma OMM-N° 8, Vol 1, Capítulo 2, 2.5)
Polideportivo	13368	C=100%	D= 2 sobre 13368	*) D~2,7% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,19% para diferencias en la T, y *) D=0,28% para diferencias en la HR	Se detectaron 115 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos 113▲ entre las 10 y las 13hs., y solo 12▼ en horarios variables asociados a frentes fríos
8 de marzo	12983	C=100%	C=100%	*) D~0,3% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,04% para diferencias en la T, y *) D=0,12% para diferencias en la HR	Se detectaron 23 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos solo 4▲, y 19▼ en horarios variables asociados a frentes fríos
Comedor	12983	C=100%	C=100%	*) D~2,8% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,16% para diferencias en la T, y *) D=0,22% para diferencias en la HR	Se detectaron 168 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos 153▲ entre las 08hs y el mediodía, y 15▼ en horarios variables asociados a frentes fríos

Sitio	Nro. de datos de T&HR	Prueba de límites duros	Prueba de límites blandos	Prueba de consistencia temporal	Observaciones
Manzana 15	10140	C=100%	C=100%	*) D~0,4% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~13% para coherencia en T&HR *) D=0,06% para diferencias en la T, y *) D=0,17% para diferencias en la HR	Se detectaron 24 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos solo 8▲, y 16▼ en horarios variables asociados a frentes fríos
OCBA_SMN	17853	C=100%	C=100%	*) D~1,2% para pruebas de paso de T, y C=100% para la HR *) C=100% para persistencia en T&HR *) D~12% para coherencia en T&HR *) D=0,11% para diferencias en la T, y *) D=0,13% para diferencias en la HR	Se detectaron 83 casos discutibles por diferencias de T respecto de su valor precedente. De ellos, 56▲ entre las 08 y las 14hs., y 27▼ en horarios variables asociados a frentes fríos

Tabla 4: *resultados de pruebas de validación de datos meteorológicos, la letra "C" refiere a los que pasan las pruebas, la letra "D" refiere a datos "discutibles" que no pasaron alguna de las pruebas*

Al analizar el comportamiento de los datos ante las diversas pruebas de validación se encuentran los siguientes patrones que están muy ligados a la ubicación de los sensores de T&HR así como a la elección del sitio de instalación:

- En general todos los sets de datos pasan total a muy eficazmente las pruebas de límites duros y de límites blandos
- Respecto a las pruebas de consistencia temporal se nota lo siguiente:
    - Todos los datos de T&HR pasan perfectamente las pruebas de persistencia
    - Entre el 11 y 13% de los datos de T&HR se clasifican como discutibles luego de efectuar la prueba de coherencia, dicho comportamiento se evidencia como natural dado que ocurre por igual en todos los sitios estudiados por lo que se los validó como correctos

- Menos del 0,2% de los datos de T&HR se clasifican como discutibles luego de efectuar la prueba de diferencia respecto de su dato anterior comparando dicho resultado con 3 veces el desvío estándar de los 24 datos precedentes
- En particular, analizando los casos discutibles por diferencia de temperatura respecto de su dato horario anterior: |T(n)-T(n-1)| >= 4°C se observa lo siguiente (Figuras 4a, 4b, y 4c):
    - La estación OCBA_SMN considerada como estándar climático posee 83 casos discutibles (0,46% del total de sus datos). De ellos, aproximadamente 1/3 es por descenso brusco de la temperatura y el restante 2/3 por aumentos bruscos de la misma.
    - Las estaciones Escuela, CESAC y Polideportivo poseen aproximadamente entre un 20 a un 30% de más datos discutibles por diferencia de temperatura que OCBA_SMN (99, 96 y 115 casos respectivamente), pero se diferencian mucho entre sí.
        - En Escuela, el 73% de dichos datos discutibles es por brusco ascenso de temperatura durante la mañana, y en Polideportivo también lo es el 98% de sus datos, mientras que
        - En CESAC el 98% es a causa del brusco descenso de la temperatura por la tarde.
        - La causa de estos comportamientos es la orientación y la influencia de la infraestructura cercana sobre los sensores de T&HR durante períodos de rápido cambio en la radiación solar directa sobre los sensores.

    - Patio, Teresa, 8 de marzo y Manzana 15 poseen entre 23 y 38 datos discutibles por cambios en la temperatura, o sea, entre la mitad y menos de la mitad de lo normal (OCBA_SMN). Comportamiento debido especialmente a la poca o muy baja ventilación que poseen los sensores en dichos sitios.
    - Comedor se destaca por ser el sitio con mayor cantidad (168) de datos discutibles por cambios en la temperatura, relacionados en un 97% a un brusco ascenso de la misma en horas de radiación solar directa a causa de la acumulación y emisión calórica de la infraestructura cercana (cortina metálica de grandes dimensiones).
    - Chilavert posee solo 2 datos discutibles por cambios en la temperatura, esto indica la total ausencia de ventilación e influencia de bóveda que posee sobre dicho sensor la infraestructura que lo rodea, por lo que no puede seguir teniéndose en cuenta para el presente estudio.

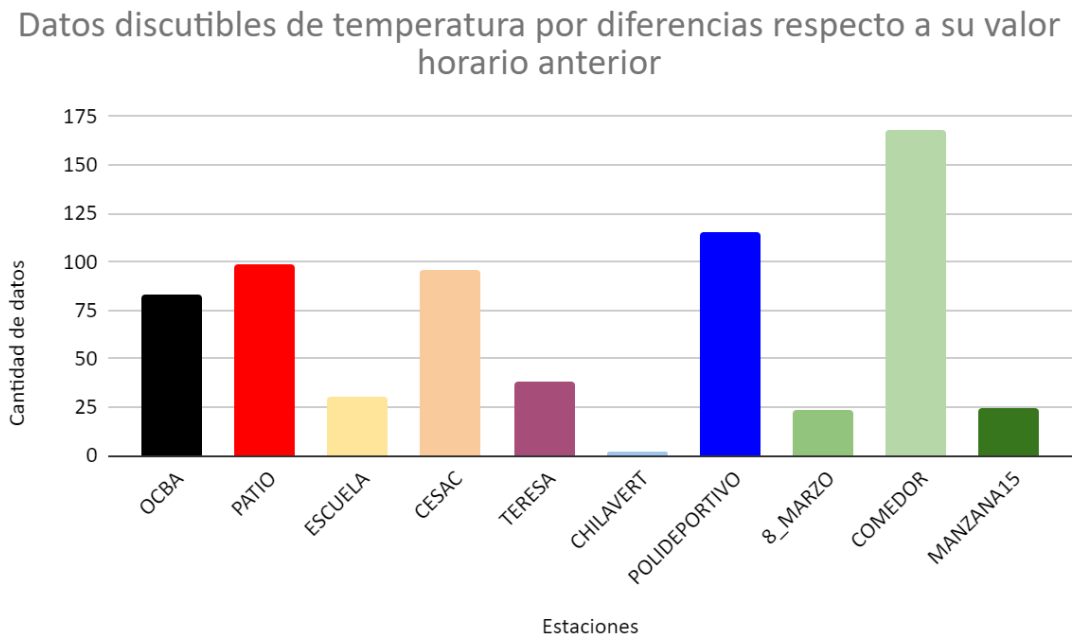

Figura 4 a): *casos discutibles en la temperatura luego de la prueba de coherencia temporal |T(n)-T(n-1)| >= 4°C*

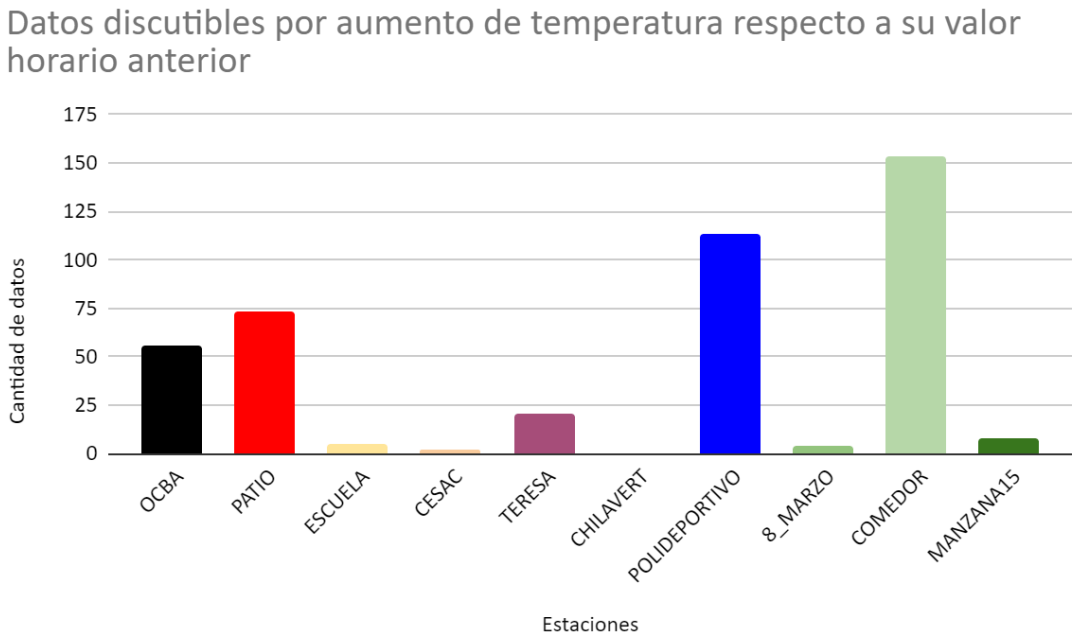

Figura 4 b): *casos discutibles por ascensos bruscos en la temperatura*

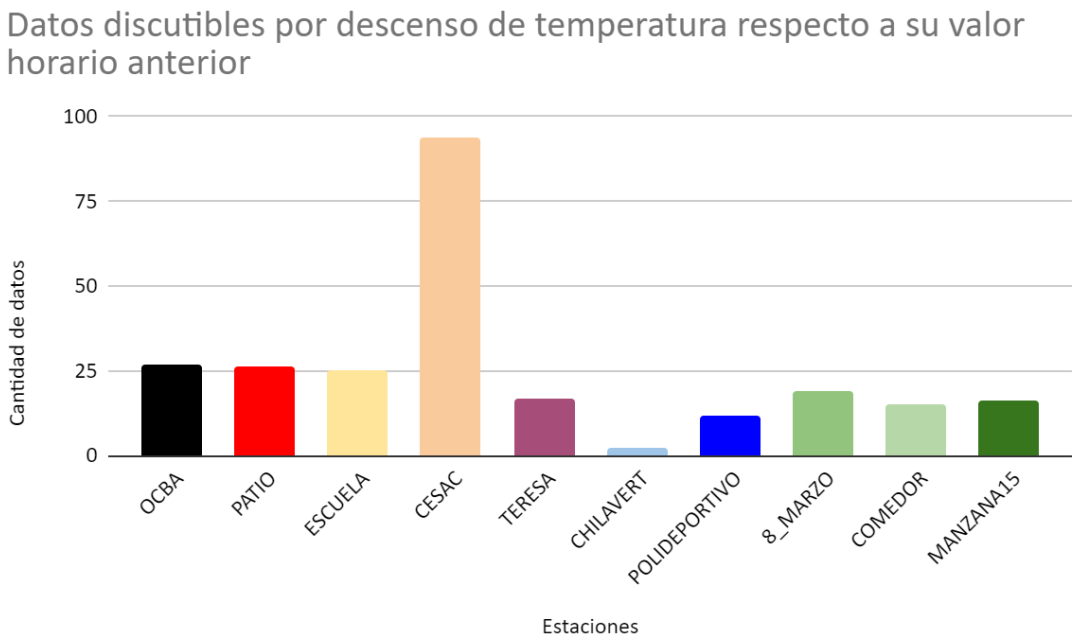

Figura 4 c): *casos discutibles por descensos bruscos en la temperatura*

5. METODOLOGÍA PARA LA ELECCIÓN Y CÁLCULO DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS Y DE CONFORT TÉRMICO

A fin de describir las características microclimáticas de cada sitio bajo estudio, y a partir de ellas identificar patrones de variación y sus causales, se seleccionaron y calcularon los siguientes índices climáticos y de confort térmico descritos en la Tabla 5:

Índice	Detalle
EC	Cálido extremo: la temperatura es > al percentil 95 de la serie considerando un período anual. Según Nota Técnica SMN 2023-135.
EF	Frío extremo: la temperatura es < al percentil 5 de la serie considerando un período anual. Según Nota Técnica SMN 2023-135.
Tn10	La temperatura es <= al percentil 10 de la serie considerando el período invernal (T<=3,8°C) tomando como estándar la estación OCBA del SMN (serie 1961-2010). Índice de extremo climático definido por el ETCCDI-IPCC (https://etccdi.pacificclimate.org/)
Tx90	La temperatura es >= al percentil 90 de la serie considerando el período estival (T>=32,3°C) tomando como estándar la estación OCBA del

	SMN (serie 1961-2010). Índice de extremo climático definido por el ETCCDI-IPCC. (https://etccdi.pacificclimate.org/)
EHI (*)	Extended Heat Index (EHI): índice de calor que calcula la temperatura aparente que sentiría un ser humano bajo ciertas condiciones de exposición; y que tiene en cuenta los efectos de la humedad relativa del aire mediante un modelo de termorregulación humana. Según reciente actualización publicada por Lu y Romps en el año 2022.
TR	Noches tropicales: son aquellos días en que la temperatura mínima diaria es > 20°C. Índice de extremo climático definido por el ETCCDI-IPCC. (https://etccdi.pacificclimate.org/)

Tabla 5: *índices climáticos y de confort térmico (*)*

Los índices Tn10 y Tx90 se conocen comúnmente como “noches frías” y “días cálidos”, respectivamente. Estos índices de temperatura extrema se utilizan a nivel mundial y fueron definidos por el Equipo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC); éstos se calculan a partir del percentil 10 de las temperaturas del período invernal y del percentil 90 de las temperaturas del período estival de cada año, sobre una serie de 50 años comprendida entre 1961 y 2010 para la estación OCBA_SMN que es tomada como referencia climática de la Ciudad de Buenos Aires.

Por otro lado, los índices EC y EF corresponden a la definición de días cálidos extremos y días fríos extremos dada por el SMN de Argentina (Nota Técnica SMN 2023-135), y a diferencia de los anteriores se calculan sobre los percentiles 5 y 95 respectivamente sobre la totalidad de las temperaturas anuales de la misma serie considerada anteriormente.

Respecto del índice de confort térmico EHI (Extended Heat Index), se considera utilizar el mismo dado que además de incorporar información sobre la temperatura y la humedad relativa del aire para evaluar los riesgos sobre la salud humana durante períodos de calor, este índice es una versión corregida y extendida del índice “Heat Index” ampliamente utilizado por el National Weather Service (NWS) de los Estados Unidos desde 1979.

Además se estudió la ocurrencia de “noches tropicales” (índice TR), para identificar aquellos días en que la temperatura mínima diaria supera los 20°C, provocando un malestar fisiológico al impedir que la temperatura corporal descienda durante la noche y se recupere del calor diurno, resultando en mayor estrés cardiovascular y trastornos del sueño (https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/indicators/tropical-nights).

Luego de realizar el cálculo de todos los índices mencionados anteriormente, y a partir del estudio de la habilidad de cada uno de ellos para describir las características micro-climáticas de cada sitio, se descartó utilizar los índices EC y EC dado que sus percentiles calculados sobre el total de las temperaturas anuales

resultan en temperaturas menos extremas que el Tn10 y el Tx90 para describir climáticamente la ocurrencia de períodos de frío y calor extremo, por lo que se seleccionaron:

- El índice climático Tn10 para describir el período invernal y las Olas de Frío,
- El índice climático Tx90 para describir el período estival y las Olas de Calor,
- El índice de confort térmico EHI para describir el impacto sobre la salud humana de la T&HR durante el período estival y las Olas de Calor. A su vez, a este índice de confort térmico se lo clasificó en 4 clases (Tabla 6), según su impacto sobre la salud humana de acuerdo a lo descripto por la US-NOAA (https://www.weather.gov/ama/heatindex), y

- El índice climático TR para describir el impacto en la salud humana de las noches tropicales con temperatura mínima superior a los 20°C

Clasificación del EHI	Temperatura aparente (°C)	Efectos sobre la salud humana
Leve	26,6 a 32,2°C	Es posible experimentar fatiga con la exposición prolongada y/o la actividad física.
Moderado	32,2 a 39,4°C	Es posible sufrir un golpe de calor, calambres por calor o agotamiento por calor con una exposición prolongada y/o actividad física intensa.
Intenso	39,4 a 51,1°C	Es probable que se produzcan calambres o agotamiento por calor, y un golpe de calor es posible con la exposición prolongada y/o la actividad física.
Extremo	51°C o más	Golpe de calor muy probable

Tabla 6: *índice de confort térmico EHI con su clasificación según los efectos sobre la salud*

Más allá del cálculo de los índices precedentes, para cada sitio además se han calculado la temperatura media, la temperatura máxima extrema y la temperatura mínima extrema, así como el promedio de la humedad relativa del aire para cada período de estudio considerado (Tabla 3), teniendo en cuenta que al expresar los resultados de este estudio se considera:

- Período invernal: a aquel comprendido entre los meses de abril a setiembre de cada año, según definición del SMN para el período de Olas de Frío (https://www.smn.gob.ar/estadisticas), y
- Período estival: a aquel comprendido entre los meses de octubre de un año y marzo del año siguiente, según definición del SMN para el período de Olas de Calor (https://www.smn.gob.ar/estadisticas).

6. RESULTADOS

Para analizar el comportamiento de los índices climáticos (Tn10 y Tx90) y del índice de confort térmico (EHI), en base a la disponibilidad de datos se seleccionaron los 12 períodos de estudio oportunamente mostrados en la Tabla 3. Ellos comprenden parcial o totalmente:

- 3 períodos invernales, de abril a setiembre de cada año (2023, 2024 y 2025),
- 2 Olas de Frío según la definición del SMN (https://www.smn.gob.ar/estadisticas), una en 2024 y la otra en 2025,
- 2 períodos estivales, de octubre de un año hasta marzo del año siguiente (2023/24 y 2024/25),
- 5 Olas de Calor, también según la definición del SMN (mismo link que el ítem anterior), producidas 2 de ellas durante 2024 y las 3 restantes en 2025.

Como ya se expresó al analizar el proceso de validación de datos, la total ausencia de ventilación e influencia de la infraestructura semejante a una bóveda que rodea al sensor de T&HR de la estación Chilavert (Figura 5), hace que el comportamiento de la temperatura y humedad en dicho sitio, no responda adecuadamente a los cambios en las variables meteorológicas de la atmósfera a causa de la elección del lugar de instalación. Por lo que en adelante, si bien se muestran los resultados de los cálculos de índices y estadísticas de variables meteorológicas, Chilavert no puede tenerse en cuenta para sacar conclusiones en el presente estudio.

Siguientemente se muestran los valores medios y extremos de la temperatura y promedio de la humedad relativa del aire, así como la cantidad de ocurrencias horarias de los índices Tn10, Tx90, EHI (moderado a extremo) y TR durante los 12 períodos de estudio seleccionados (según corresponda) para cada uno de los 9 sitios de monitoreo de T&HR del Barrio 20 y para la estación meteorológica oficial OCBA_SMN (Tabla 7).

Inicialmente mostraremos resultados de los períodos invernales con sus correspondientes Olas de Frío y luego los 3 períodos estivales con sus Olas de Calor.

Figura 5: *sensor de temperatura y humedad de la estación Chilavert ubicado en pasillo de acceso a una vivienda*

Períodos invernales de 2023, 2024 y 2025:

Durante dichos períodos, la temperatura y humedad relativa media, junto a las temperaturas máximas y mínimas extremas se muestran en la Tabla 7 junto al índice climático Tn10 (recordar que no se tiene en cuenta la estación Chilavert ni el invierno de 2023 por haber pocos datos y estaciones disponibles).

INV_2023 (AGO/SET)	OCBA	PATIO	ESCUELA	CESAC	TERESA	CHILAVERT	POLIDEPORTIVO	8_MARZO	COMEDOR	MANZANA15
Tmed	**14,4**	**14,3**	**15,0**							
Tmin	**3,1**	2,9	**5,8**							
Tmax	**30,1**	**30,5**	**30,1**							
HRmed	**64**	66	**61**							
hs TN10	**4**	7	0							
INV_24 (MAY a JUL)	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**12,4**	12,4	13,4	13,2	12,7		**13,8**	**12,2**	12,5	
Tmin	**-1**	0,5	0,4	2,6	0,8		2,0	**-1,2**	0,5	
Tmax	**27,7**	27,3	27,7	26,7	27,2		**28,5**	27,3	26,5	
HRmed	**73**	**76**	67	68	71		**66**	73	72	
hs TN10	**111**	61	37	**14**	47		19	**91**	52	
INV_25 (MAY a JUL)	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**13,1**	**12,5**	13,9	13,8	13,4	14,1	**14,4**	12,9	13,1	13
Tmin	**-1,4**	**-1,2**	1,1	2,4	1,5	3,5	1,9	0	1	1,3
Tmax	**27,7**	26,9	28,2	26,4	26,7	24,4	**29,2**	27,3	26,4	27,2
HRmed	**75**	**78**	69	71	73	71	**67**	72	74	74
hs TN10	**45**	**57**	22	**14**	23	2	15	31	24	31

Tabla 7: *estadísticos de T&HR y del índice climático Tn10 para períodos invernales de 2023, 2024 y 2025*

La temperatura media invernal de 2024 y 2025 (mayo a julio) del total de los 8 sitios dentro del Barrio 20 considerados fue de 13,1ºC (+0,3ºC que OCBA_SMN), registrándose una temperatura máxima extrema de 29,2ºC en Polideportivo (+1,5ºC respecto a OCBA_SMN) durante 2025, y una temperatura mínima extrema de -1,2ºC registrada en Patio (2025) y 8 de marzo (2024).

En cuanto al índice climático Tn10 (Figura 6), este registró muchas variaciones, tanto anuales dada por la intensidad de los inviernos, como intra-barriales dada por la ubicación y características de la infraestructura que rodea a las 8 estaciones del Barrio 20 consideradas.

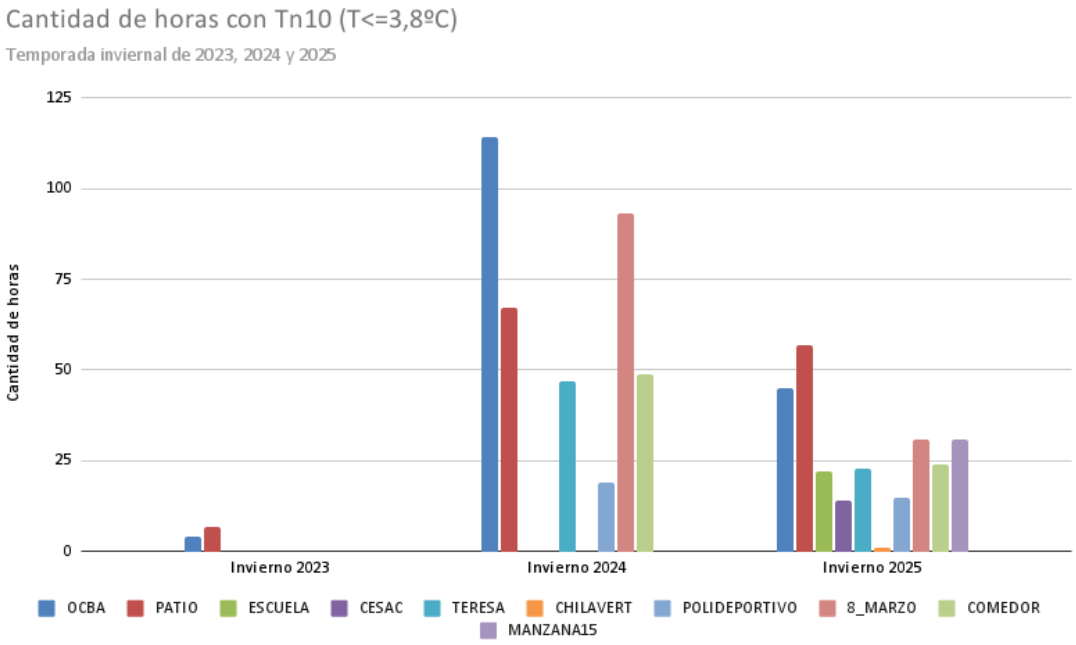

Figura 6: *horas acumuladas del índice climático Tn10 (T<=3,8°C) durante los períodos invernales de 2023, 2024 y 2025*

Respecto de las variaciones anuales de Tn10 registradas entre 2024 y 2025, las mismas responden a la intensidad de los inviernos en la Ciudad de Buenos Aires (estación OCBA_SMN); siendo el invierno de 2024 el tercero más frío en cuanto a la acumulación de horas con Tn10 desde 1981, y estando el invierno de 2025 por debajo de la media de días con Tn10 para dicho período (60 días por año), lo cual se puede visualizar en la ocurrencia de horas con Tn10 entre mayo y julio en OCBA_SMN que se muestra en la Figura 7.

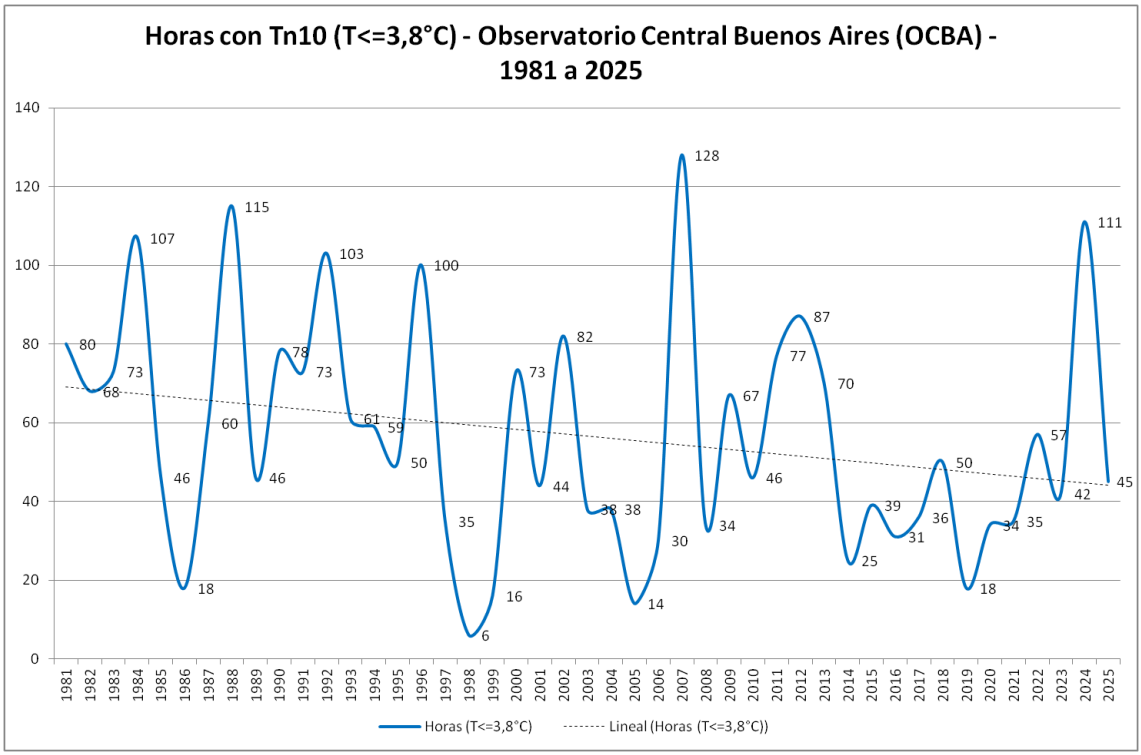

Figura 7: *horas acumuladas del índice climático Tn10 (T<=3,8°C) durante los meses de mayo a julio entre 1981 y 2025 en la estación OCBA_SMN*

Período invernal de 2023: para este período se contó con datos de 2 meses (agosto y septiembre), representando la etapa final del período invernal de 2023, dichas estaciones son Patio y Escuela, dado que a esa fecha eran las únicas instaladas.

La temperatura media en Patio resultó ser inferior a la de Escuela (14,3 vs. 15ºC respectivamente) y casi igual a la de OCBA_SMN (14,4ºC). Los valores extremos de temperatura fueron para la máxima de 30,5ºC en Patio y de 30,1ºC en Escuela y OCBA_SMN; y para la mínima de 2,9ºC en Patio vs. 5,8ºC en Escuela, mientras que en OCBA_SMN se registraron 3,1ºC. En cuanto a la humedad relativa media hubo pocas variaciones entre las estaciones, siendo la de Patio del 66% y la de Escuela del 61%, mientras que en OCBA_SMN llegó al 64%.

Respecto del índice climático Tn10, durante dicho invierno se acumularon 4 hs en OCBA, 7 en Patio y ninguna en Escuela.

Analizando este período invernal se observa que:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda, muy probablemente a causa de la vegetación que la rodea, sumado a la proyección de las sombras que es casi total durante horas diurnas. Incluso al contabilizar las hs con Tn10 casi duplica a las de OCBA_SMN. Sus valores medios de T&HR son muy similares a los de OCBA_SMN excepto el mencionado índice Tn10.
- Escuela posee un típico comportamiento ligado a la presencia de alta insolación y efectos emisivos de calor de la infraestructura que la rodea, sumada a la casi ausencia de vegetación. Así, se posiciona como la estación más cálida de ese período invernal, comprobado especialmente por la ausencia de ocurrencia de horas con T<=3,8°C (Tn10).

Período invernal de 2024: para este período se contó con datos de 3 meses (mayo, junio y julio), los restantes fueron descartados por falta significativa de datos o para comparar mismos meses durante 2025, respecto de 2023 se sumaron las estaciones CESAC, Teresa, Polideportivo, 8 de marzo y Comedor, contando ahora con 7 sitios de monitoreo dentro del Barrio 20.

La temperatura media considerando las 7 estaciones de Barrio 20 fue de 12,9ºC (0,5ºC más que OCBA_SMN), entre estas, 8 de marzo resultó ser la de menor temperatura media (12,2ºC) casi igualando a las de Patio y OCBA_SMN (ambas estaciones con 12,4ºC de temperatura media), mientras que Polideportivo tuvo el mayor valor medio alcanzando los 13,8ºC.

Respecto de los valores extremos de temperatura, la máxima fue alcanzada en Comedor y llegó a los 28,5ºC, mientras que la mínima se registró en 8 de marzo con -1,2ºC. Al comparar estos valores con los de OCBA_SMN observamos que la temperatura máxima extrema de Comedor fue 0,8ºC mayor y la temperatura mínima extrema registrada en 8 de marzo fue 0,2ºC menor.

En cuanto a humedad relativa (HR) media del aire, considerando las 7 estaciones esta fue de 70% vs. el 73% registrado en OCBA_SMN, entre estas estaciones Polideportivo registró el menor promedio de HR con un 66%, mientras que en Patio se registró el mayor promedio con un 76%.

Respecto del índice climático Tn10, durante dicho este período de 2024 se acumularon 111 hs en OCBA_SMN, mientras que el promedio de hs con Tn10 en las 7 estaciones de Barrio 20 fue de 46 hs., notándose una importante diferencia en cuanto a los valores de este índice. Dentro de Barrio 20 CESAC obtuvo el menor registro con solo 14 hs. con Tn10, seguido por Polideportivo con 19 hs., mientras que los sitios que más hs. de Tn10 acumularon fueron 8 de marzo con 91 hs. y Patio con 61 hs.

Analizando este período invernal se observa que:

- 8 de marzo resulta ser la estación más fría y la segunda más húmeda dentro de Barrio 20; seguida muy de cerca por Patio que es la segunda más fría pero la más húmeda del Barrio 20.
- Respecto a la ocurrencia de horas con Tn10, las estaciones de Barrio 20 en su conjunto poseen en promedio un 41% menos de hs. con Tn10 que OCBA_SMN, lo que evidencia un mayor calentamiento invernal en el Barrio 20. Dentro de este grupo de estaciones, observamos que CESAC obtiene el menor acumulado con solo 14 hs con Tn10, mientras que por el contrario 8 de marzo alcanza el mayor valor con 91 horas. Esta gran variabilidad puede estar condicionada además por su orientación respecto del entorno, dado que CESAC se encuentra casi en el centro de Barrio 20, y 8 de marzo se encuentra sobre su límite Sur estando más expuesta a vientos fríos provenientes de esa dirección.
- Escuela, CESAC, y Polideportivo poseen en conjunto una temperatura media invernal de 13,5ºC (+1,1ºC respecto de OCBA_SMN), y entre estas Polideportivo se posiciona como la estación más cálida de este período invernal.

Período invernal de 2025: para esta temporada se eligió tomar en cuenta los mismos meses que el año anterior a fin de poderlos comparar, por lo tanto se contó con datos de mayo, junio y julio; respecto de 2024 se sumó la estación Manzana 15, contando ahora con 8 sitios de monitoreo dentro del Barrio 20.

La temperatura media considerando las 8 estaciones fue de 13,4ºC (+0,3ºC que OCBA_SMN), entre estas Patio resultó ser nuevamente la de menor temperatura media (12,5ºC) resultando 0,6ºC más fría que OCBA_SMN (13,1ºC), mientras que Polideportivo tuvo el mayor valor medio alcanzando los 14,4ºC.

Respecto de los valores extremos de temperatura, la máxima fue alcanzada en Polideportivo y llegó a los 29,2ºC, mientras que la mínima se registró en Patio con -1,2ºC. Al comparar estos valores con los de OCBA_SMN observamos que la temperatura máxima extrema de Polideportivo fue 1,5ºC mayor y la temperatura mínima extrema registrada en Patio fue 0,2ºC mayor que OCBA_SMN (ambas por debajo de 0°C).

En cuanto a humedad relativa (HR) media del aire, considerando las 8 estaciones, esta fue de 72% vs. el 75% registrado en OCBA_SMN; la estación Polideportivo fue la de menor promedio de HR con un 67%, mientras que en Patio se registró el mayor promedio con un 78%.

Respecto del índice climático Tn10, durante el período invernal de 2025 se acumularon 45 hs. en OCBA_SMN, mientras que el promedio de hs con Tn10 en las 8 estaciones de Barrio 20 fue de 27 hs., un 40% menos que en OCBA_SMN, registrándose una importante diferencia en cuanto a los valores medios de este índice que indica un calentamiento invernal en el Barrio 20. En particular, CESAC obtuvo el menor registro con solo 14 hs. con Tn10, seguido por Polideportivo con 15 hs., mientras que el sitio que más hs. de Tn10 acumuló fue Patio con 57 hs. (12 hs. más que OCBA_SMN)

Analizando este período invernal se observa que:

- Patio resulta la estación más fría y húmeda dentro de Barrio 20. En este período (al igual que en 2023 y 2024), Patio posee mayor cantidad de horas con Tn10 que OCBA_SMN, lo que evidencia un mayor enfriamiento extremo en Patio.

- Escuela, CESAC, y Polideportivo poseen en conjunto una temperatura media invernal de 14ºC (+0,9ºC respecto de OCBA_SMN), siendo Polideportivo la estación más cálida del período invernal 2025.
    - Dentro de este grupo de estaciones, y al analizar la ocurrencia de horas con Tn10, observamos que CESAC obtiene el menor acumulado con solo 14 hs., seguido muy de cerca por Polideportivo con 15 hs., mientras que Escuela acumula 22 hs..

Olas de Frío de 2024 y 2025:

OF Nº1: 1 8,9y10/7/24	OCBA	PATIO	ESCUELA	CESAC	TERESA	CHILAVERT	POLIDEPORTIVO	8_MARZO	COMEDOR	MANZANA15
Tmed	**4,6**		6,3	6,3	5,2	6,7	**7,5**	**4,1**	5,2	5,4
Tmin	**-1**		0,5	2,6	0,8	3,4	2	**-1,2**	0,5	1,7
Tmax	**10,9**		12,2	9,4	9,8	8,9	**14,4**	9,3	8,9	9,1
HRmed	**66**		57	57	62	56	**52**	**66**	62	58
hs TN10	**35**		21	**10**	25	2	15	**36**	23	22
OF Nº2: 30/6+1y2/7/25	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**4,3**	**4,1**	5,8	5,8	5,2	6,6	**6,5**	4,6	5	4,9
Tmin	**-1,4**	**-1,2**	1,1	2,4	1,5	3,5	1,9	0	1	1,3
Tmax	**10,6**	10,8	12,4	10,7	11	9,4	**13,4**	10,1	9,8	9,8
HRmed	**67**	**69**	60	61	63	60	**58**	64	65	64
hs TN10	**34**	**36**	19	**14**	23	1	15	28	22	28

***Tabla 8**: estadísticos de T&HR y del índice climático Tn10 para Olas de Frío de 2024 y 2025*

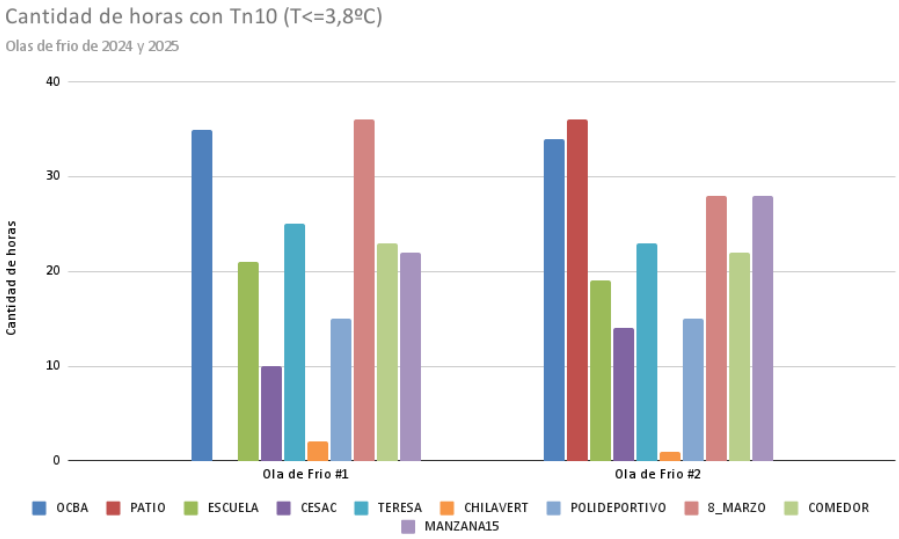

Figura 8: *horas acumuladas del índice climático Tn10 (T<=3,8°C) durante las Olas de Frío de 2024 y 2025*

Ola de Frío Nº1: 8, 9 y 10 de julio de 2024: para este período de 3 días se contó dentro del Barrio 20 con datos de las estaciones Escuela, CESAC, Teresa, Polideportivo, 8 de marzo, Comedor y Manzana 15.

La temperatura media considerando las 7 estaciones fue de 5,7ºC (+1,1ºC que OCBA_SMN), entre estas, 8 de marzo resultó ser la de menor temperatura media (4,1ºC) resultando 0,5ºC más fría que OCBA_SMN (4,6ºC), mientras que Polideportivo tuvo el mayor valor medio alcanzando los 7,5ºC.

Respecto de los valores extremos de temperatura, la máxima fue alcanzada en Polideportivo con 14,4ºC, mientras que la mínima se registró en 8 de marzo con -1,2ºC. Al comparar estos valores con los de OCBA_SMN observamos que la temperatura máxima extrema de Polideportivo fue 3,5ºC mayor y la temperatura mínima extrema registrada en 8 de marzo fue 0,2ºC inferior a la de OCBA_SMN.

En cuanto a humedad relativa (HR) media del aire, considerando las 7 estaciones, esta fue de 59% vs. el 66% registrado en OCBA_SMN; la estación Polideportivo fue la de menor promedio de HR con un 52%, mientras que en 8 de marzo se registró el mayor promedio con un 66%.

Respecto del índice climático Tn10, durante esta Ola de Frío se acumularon 35 hs. en OCBA_SMN, mientras que el promedio de hs con Tn10 en las 7 estaciones de Barrio 20 fue de 22 hs., notándose nuevamente una importante diferencia en cuanto a los valores medios de este índice. Dentro de Barrio 20 CESAC obtuvo el menor registro con solo 10 hs. con Tn10, mientras que el sitio que más hs. de Tn10 acumuló fue 8 de marzo con 36 hs. (1 más que OCBA_SMN)

Analizando esta Ola de Frío se observa que:

- 8 de marzo resulta la estación más fría y húmeda del Barrio 20, muy probablemente a causa que se encuentra sobre su límite Sur, estando más expuesta a la masa de aire frío en esa dirección.

- Escuela, CESAC, y Polideportivo poseen en conjunto una temperatura media durante la Ola de Frío de 6,7ºC (+2,1ºC respecto de OCBA_SMN), siendo Polideportivo la estación más cálida durante esta Ola de Frío.

Ola de Frío Nº20: 30 de junio y 1 y 2 de julio de 2025: para este período de 3 días se contó dentro del Barrio 20 con datos de las estaciones Patio, Escuela, CESAC, Teresa, Polideportivo, 8 de marzo, Comedor y Manzana 15.

La temperatura media considerando estas 8 estaciones fue de 5,2ºC (+0,9ºC que OCBA_SMN), entre estas, Patio resultó la de menor temperatura media (4,1ºC) resultando 0,2ºC más fría que OCBA_SMN (4,3ºC), mientras que Polideportivo tuvo el mayor valor medio alcanzando los 6,5ºC.

Respecto de los valores extremos de temperatura, la máxima fue alcanzada en Polideportivo con 13,4ºC, mientras que la mínima se registró en Patio con -1,2ºC. Al comparar estos valores con los de OCBA_SMN observamos que la temperatura máxima extrema de Polideportivo fue 2,8ºC mayor y la temperatura mínima extrema registrada en Patio fue 0,2ºC superior a la de OCBA_SMN.

En cuanto a humedad relativa (HR) media del aire, considerando las 8 estaciones, esta fue de 63% vs. el 67% registrado en OCBA_SMN; la estación Polideportivo fue la de menor promedio de HR con un 58%, mientras que en Patio se registró el mayor promedio con un 69%.

Respecto del índice climático Tn10, durante esta Ola de Frío se acumularon 34 hs. en OCBA_SMN, mientras que el promedio de hs con Tn10 en las 8 estaciones de Barrio 20 fue de 23 hs., notándose nuevamente una importante diferencia en cuanto a los valores medios de este índice. Dentro de Barrio 20 CESAC obtuvo el menor registro con 14 hs. con Tn10, mientras que el sitio que más hs. de Tn10 acumuló fue Patio con 36 hs. (2 más que OCBA_SMN)

Analizando esta Ola de Frío se observa que:

- Patio resulta la estación más fría y húmeda dentro del Barrio 20, muy probablemente a causa de la vegetación que la rodea, sumado a la proyección de las sombras que es casi total durante horas diurnas.
- Escuela, CESAC, y Polideportivo poseen en conjunto una temperatura media durante la Ola de Frío de 6ºC (+1,7ºC respecto de OCBA_SMN), siendo Polideportivo la estación más cálida durante esta Ola de Frío.

Períodos estivales 2023-24 y 2024-25:

Durante dichos períodos, la temperatura y humedad relativa media del aire, junto a las temperaturas máximas y mínimas extremas se muestran en la Tabla 9. Respecto de los índices, durante el período estival analizaremos el comportamiento del índice climático Tx90, del índice de confort térmico EHI en sus niveles moderado, intenso y extremo, y de las noches tropicales (TR).

VER_23-24 (OCT_23 a MZO_24)	OCBA	PATIO	ESCUELA	CESAC	TERESA	CHILAVERT	POLIDEPORTIVO	8_MARZO	COMEDOR	MANZANA15
Tmed	**22,8**	**22,5**	23,4	**24,0**						
Tmin	**5,1**	**5,9**	7,4	7,8						
Tmax	**37,7**	37,0	39,2	**41,5**						
HRmed	**65**	**67**	**61**	**61**						
hs TX90	**74**	**51**	100	**215**						
hs EHI_Mod	**218**	192	244	**279**						
hs EHI_Int	**6**	2	5	**14**						
hs EHI_Extr	**0**	0	**2**	0						
TR (tropical nights)	**86**	80	**92**	100						
VER_24-25 (OCT_24 a MZO_25)	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC(*)**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**23,3**	**22,9**	23,9	**24,6**			24,5	23,7	24,1	23,3
Tmin	**8,5**	**8,6**	10,5	11,5			11,3	9,3	10,4	10,5
Tmax	**38,5**	37,4	37,9	**40,8**			39,4	38,5	38,3	37,9
HRmed	**65**	**68**	**61**	**61**			63	63	63	64
hs TX90	**104**	78	166	**274**			242	181	237	185
hs EHI_Mod	**185**	205	208	276			259	249	**286**	251
hs EHI_Int	**0**	18	21	37			29	31	**42**	35
hs EHI_Extr	**23**	0	0	**1**			0	0	0	0
TR (tropical nights)	**88**	75	88	**99**			102	86	88	88

***Tabla 9**: estadísticos de T&HR, del índice climático Tx90, del índice de confort término EHI y de las noches tropicales (TR) para los períodos estivales 2023-24 y 2024-25*

La temperatura media de ambos períodos estivales del total de los sitios con disponibilidad de datos dentro del Barrio 20 (recordar que no se tiene en cuenta la estación Chilavert y que además no se contaron con datos de la estación Teresa) fue de 23,7ºC (+0,6ºC que OCBA_SMN), registrándose una temperatura máxima extrema de 41,5ºC en CESAC (+3,8ºC respecto a OCBA_SMN) durante el verano de 2023-24, y una temperatura mínima extrema de 5,9ºC registrada en Patio también durante 2023-24 (+0,8ºC respecto de OCBA_SMN).

En cuanto al índice climático Tx90 (T>=32,3ºC), el mismo se muestra en la Figura 9 y registró muchas variaciones, tanto anuales dada por la intensidad de los veranos, como intra-barriales dada por la ubicación y características de la infraestructura que rodea a las estaciones del Barrio 20. En general se observa un claro patrón de comportamiento entre Patio que resulta el sitio más fresco durante los veranos y Escuela junto a CESAC que le siguen en orden creciente en calentamiento, este patrón se repite durante ambos veranos. Luego, durante 2024-25 se agregan las estaciones Polideportivo, 8 de marzo, Comedor y Manzana 15 variando en sus horas acumuladas entre las registradas en Escuela y CESAC.

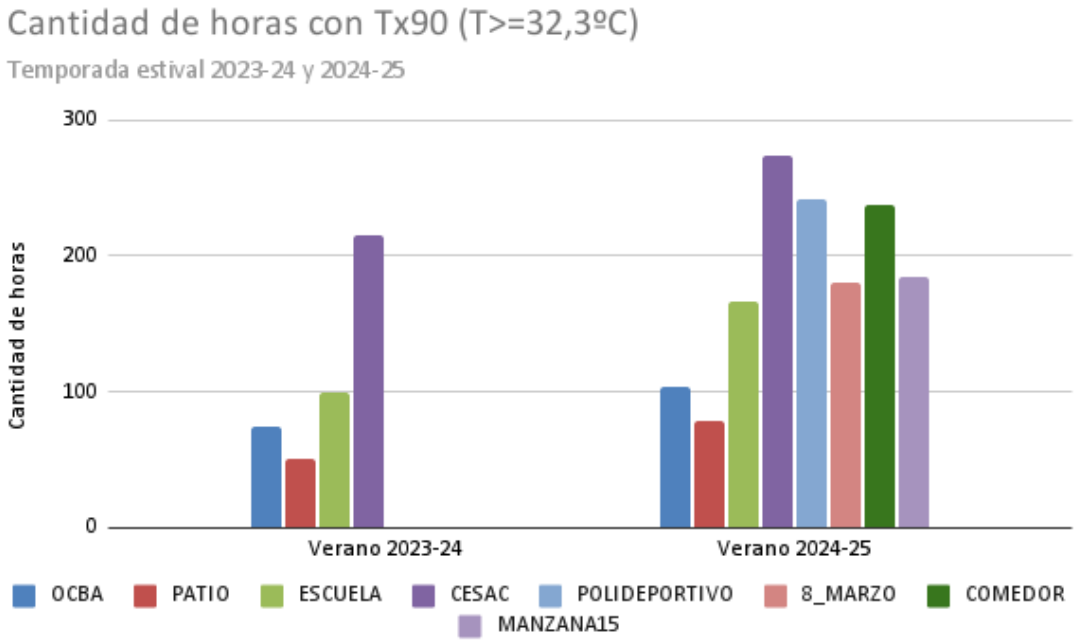

Figura 9: *horas acumuladas del índice climático Tx90 (T>=32,2°C) para los períodos estivales 2023-24 y 2024-25*

Para estos dos períodos estivales además se calcularon y analizaron resultados del índice de confort térmico EHI en sus niveles moderado, intenso y extremo, el que se muestra en la Figura 10 para su nivel moderado. Allí se observa un comportamiento bastante homogéneo tanto a nivel anual como intra-barrial, manteniendo en general el orden creciente en cuanto a calentamiento descrito por el índice Tx90, excepto en Comedor que para el índice EHI resulta ser la estación con mayor acumulación de horas durante el verano 2024-25, indicando que en sus alrededores las personas poseen un mayor estrés para la salud humana provocado por la combinación de altas temperaturas del aire y humedad del orden del 60 a 70%.

Finalmente, respecto de la ocurrencia de noches tropicales, descritas por el índice TR que se muestra en la Figura 11, se observa un comportamiento bastante homogéneo con ocurrencias entre 75 a 100 de días con noches tropicales por temporada estival, tanto en la Ciudad de Buenos Aires (OCBA_SMN) como en el Barrio 20. También se nota un patrón de gradual calentamiento para las estaciones Patio, Escuela y CESAC durante el verano 2023-24 que se repite durante el verano 2024-25 en que se agregan otras 4 estaciones. En dicho verano (2024-25), la estación Polideportivo pasa a encabezar el ránking de ocurrencias de noches tropicales ubicándose por sobre CESAC (102 y 99 noches tropicales respectivamente), mientras que el resto de las estaciones poseen comportamientos muy similares a Escuela y OCBA_SMN, teniendo entre 86 a 88 noches tropicales, excepto Patio que con 75 noches tropicales se destaca como el sitio de mayor frescor dentro del Barrio 20.

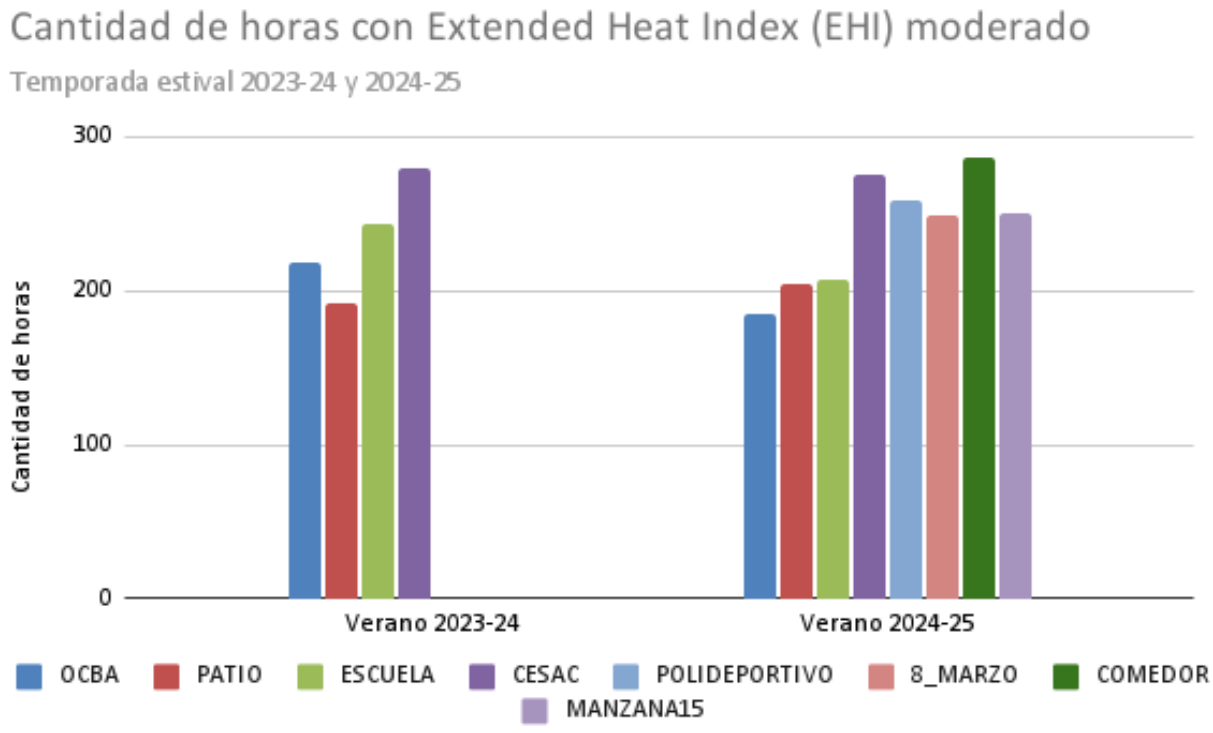

Figura 10: *horas con índice de confort térmico Extended Heat Index moderado para los períodos estivales 2023-24 y 2024-25*

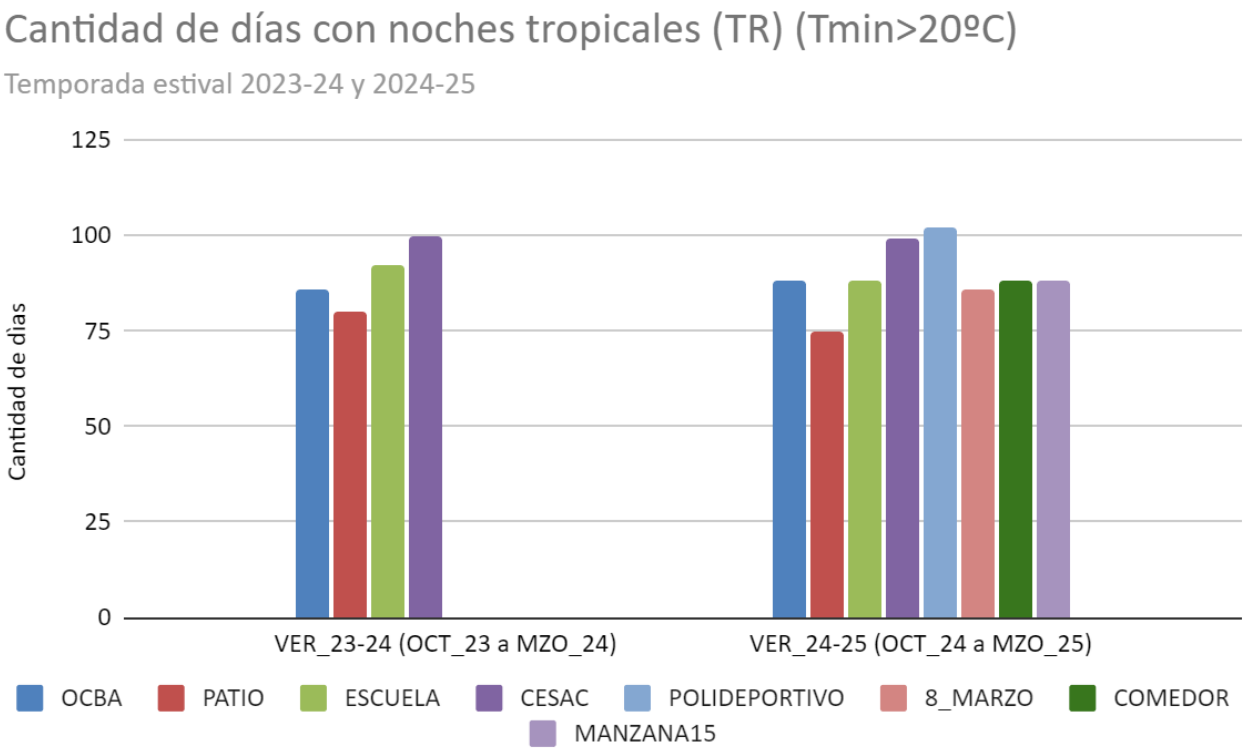

Figura 11: *número de días con noches tropicales (TR=Tmín>20°C) para los períodos estivales 2023-24 y 2024-25*

Período estival 2023-24: para este período se contó con datos de todos sus meses (octubre de 2023 a marzo de 2024), de las estaciones Patio, Escuela y CESAC, dado que hasta la mitad de dicho período eran las únicas 3 instaladas.

La temperatura media estival considerando estas 3 estaciones fue de 23,3ºC (+0,5º respecto de OCBA_SMN). Dentro del Barrio 20, Patio resultó la de menor valor de temperatura media (22,5ºC), seguida por Escuela (23,4ºC) y CESAC, que con 24ºC resultó la de mayor valor medio. Los valores extremos de temperatura fueron para la máxima de 41,5ºC en CESAC, y para la mínima de 5,9ºC en Patio, mientras que en OCBA_SMN se registraron 37,7 y 5,1ºC respectivamente. En cuanto a la humedad relativa media hubo pocas variaciones entre las estaciones, registrando Patio un 67% y Escuela y CESAC un 61%, mientras que en OCBA_SMN llegó al 65%.

La ocurrencia del índice climático Tx90 presentó marcadas diferencias entre las estaciones, con un máximo de 215 casos en CESAC, seguido por Escuela y Patio con 100 y 51 casos respectivamente, vs. los 74 casos ocurridos en OCBA_SMN.

Por otro lado, el EHI moderado (temperatura aparente entre 32,2 y 39,4ºC) resultó ser más homogéneo, con 279 casos registrados en CESAC, mientras que en Escuela y Patio dichos valores fueron de 244 y 192 casos, vs. los 218 casos que tuvo OCBA_SMN en igual período. Respecto del EHI intenso CESAC acumuló 14 hs seguido por Escuela y Patio con 5 y 2 casos, vs. los 6 casos de OCBA_SMN; mientras que para el EHI extremo solo se registraron 2 horas en Escuela.

En cuanto a la ocurrencia de noches tropicales (TR=Tmín>20°C), CESAC nuevamente se identificó como el sitios con mayor ocurrencia de TR con 100 casos, seguida de Escuela y Patio con 92 y 80 casos respectivamente, mientras que en OCBA_SMN se registraron 86 casos de noches tropicales.

Analizando el período estival de 2023-24 se observa que:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda del Barrio 20. Incluso al contabilizar las horas con ocurrencias del índice Tx90, EHI y TR.
- CESAC resulta claramente la estación más cálida y seca del Barrio 20, situación que repite al contabilizar las horas con Tx90 y EHI y la cantidad de noches tropicales TR.

Período estival 2024-25: para este período se contó con datos de todos sus meses (octubre de 2023 a marzo de 2024), de las estaciones Patio, Escuela, Polideportivo, Comedor, 8 de marzo y Manzana 15 dado eran las únicas con sets de datos disponibles para todo este período. Posteriormente se incluyó también a CESAC, que a pesar de tener un faltante de 20 días, al ocurrir el mismo entre el 3 y el 23 de octubre de 2024 se consideró apropiado sumarla dado que esto sucedió al principio del período estival. Totalizando así 7 estaciones para su estudio dentro del Barrio 20.

La temperatura media estival considerando estas 7 estaciones fue de 23,8ºC (+0,5º respecto de OCBA_SMN). Dentro del Barrio 20, Patio resultó la de menor valor de temperatura media (22,9ºC), mientras que los mayores valores de temperatura media se registraron en CESAC y Polideportivo con 24,6 y 24,5ºC respectivamente. Los valores extremos de temperatura fueron para la máxima de 40,8ºC en CESAC, y para la mínima de 8,6ºC en Patio, mientras que en OCBA_SMN se registraron 38,5 y 8,5ºC respectivamente. En cuanto a la humedad relativa media hubo pocas variaciones entre las estaciones, registrando Patio un 68% y Escuela y CESAC un 61%, mientras que en OCBA_SMN llegó al 65%.

La ocurrencia de horas del índice climático Tx90 presentó marcadas diferencias entre las estaciones, con un máximo de 274 horas en CESAC y un mínimo en Patio de 78 horas, vs. los 104 casos ocurridos en OCBA_SMN. Dentro de esa variabilidad, CESAC, Polideportivo y Comedor ocupan los 3 primeros lugares del ránking de ocurrencia de horas con Tx90 registrando entre 237 y 274 horas, en un nivel intermedio se ubican Escuela, 8 de marzo y Manzana 15 registrando entre 166 y 185 horas con Tx90, mientras que Patio resulta la de menor acumulación de horas con Tx90 (indicando un mayor frescor durante el verano) con 78 horas.

El EHI moderado (T aparente entre 32,2 y 39,4ºC) fue más homogéneo durante este verano, con 286 casos registrados en Comedor vs. los 205 de Patio, mientras que en OCBA_SMN se registraron 185 casos. Respecto del EHI intenso, mientras que no se registraron casos en OCBA_SMN, sí los hubo en todas las estaciones del Barrio 20, siendo Comedor la más afectada por este indicador con 42 horas vs. las 18 ocurridas en Patio. Finalmente, el EHI extremo tuvo un comportamiento inverso al EHI intenso, ya que OCBA_SMN registró 23 horas mientras que en Barrio 20 solo hubo 1 hora registrada en CESAC.

En cuanto a la ocurrencia de noches tropicales (TR=Tmín>20°C), la estación Polideportivo pasa a encabezar el ránking de ocurrencias de noches tropicales ubicándose por sobre CESAC (102 y 99 noches tropicales respectivamente), mientras que el resto de las estaciones poseen comportamientos muy similares a Escuela

y OCBA_SMN, teniendo entre 86 a 88 noches tropicales, seguidas en orden descendiente por Patio que al registrar 75 noches tropicales se destaca como el sitio de mayor frescor dentro del Barrio 20.

Analizando el período estival de 2024-25 se observa, al igual que el período 2023-24 que:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda del Barrio 20. Incluso al contabilizar las horas con ocurrencias del índice Tx90 y EHI así como en la cantidad de días con noches tropicales (TR).
- CESAC resulta ser la estación más cálida (mayor temperatura media) y seca (menor humedad) del Barrio 20, situación que repite al contabilizar las horas con Tx90.
- Al tomar en cuenta el índice EHI y a las noches tropicales TR Comedor y Polideportivo resultan los sitios más expuestos y afectados por el estrés térmico, seguidos muy de cerca por CESAC.

Olas de Calor de 2024 y 2025:

Durante los años 2024 y 2025 se registraron 5 Olas de Calor, las primeras 2 ocurrieron durante enero y febrero de 2024 y las restantes entre enero y marzo de 2025.

Valores de temperatura y humedad relativa media, junto a las temperaturas máximas y mínimas extremas se muestran en la Tabla 10 junto al índice climático Tx90 (Figura 12) y al índice de confort térmico EHI en sus niveles moderado, intenso y extremo, del cual su nivel moderado se presenta en la Figura 13. Aquí no se tiene en cuenta el índice TR puesto que todo día incluido en una Ola de Calor también es una noche tropical.

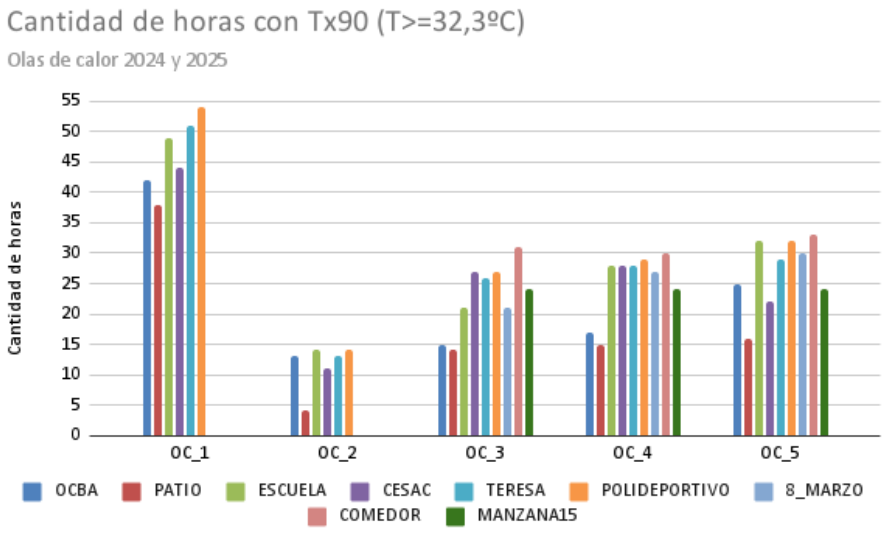

Figura 12: *horas acumuladas del índice climático Tx90 (T>=32,2°C) para los períodos las Olas de Calor durante 2024 y 2025*

OC Nº1: 30,31/1+1,2y3/2/24	OCBA	PATIO	ESCUELA	CESAC	TERESA	CHILAVERT	POLIDEPORTIVO	8_MARZO	COMEDOR	MANZANA15
Tmed	**30,4**	**30,1**	31,5	31,6	31,6	30,8	**32,2**			
Tmin	**23,3**	**23,7**	24,1	24,5	24	26,3	**26**			
Tmax	**37,7**	37	39,2	**41,5**	39,9	34,5	39,4			
HRmed	**53**	**54**	48	49	49	51	**46**			
hs TX90	**42**	38	49	44	51	24	**54**			
hs EHI_Mod	**40**	**41**	33	32	37	70	33			
hs EHI_Int	**1**	0	0	1	**2**	0	1			
hs EHI_Extr	**0**	0	0	0	0	0	0			
OC Nº2: 6,7y8/2/24	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**29**	**28,5**	29,4	28,9	29,2	28,9	**29,7**			
Tmin	**24,6**	24,5	24,5	24,3	24,3	26,2	**25,6**			
Tmax	**35**	34	35,5	34,8	35,5	32,2	**35,7**			
HRmed	**69**	**71**	65	67	66	68	**65**			
hs TX90	**13**	4	**14**	11	13	0	**14**			
hs EHI_Mod	**30**	27	**31**	28	30	34	28			
hs EHI_Int	**4**	2	4	3	4	0	**6**			
hs EHI_Extr	**0**	0	0	0	0	0	0			
OC Nº3: 14,15,16y17/1/25	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**28,6**	**28,3**	29	**29,8**	29,4	28,9	**29,8**	29,1	29,7	29
Tmin	**23,3**	23,5	23,5	24	23,8	25,4	24,2	**23,3**	23,8	23,5
Tmax	**36,1**	35,1	37,1	**40,8**	37,5	32,4	37,4	36,1	37,1	36,4
HRmed	**57**	**60**	56	55	56	57	**54**	57	55	58
hs TX90	**15**	14	21	**27**	26	1	**27**	21	31	24
hs EHI_Mod	**10**	16	18	19	18	20	17	20	22	**24**
hs EHI_Int	**0**	0	**1**	0	**1**	0	0	**1**	**1**	**1**
hs EHI_Extr	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OC Nº4: 1,2,3y4/2/25	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**28,9**	**28,4**	29,6	30,1	29,7	29,2	30,3	29,7	**30,4**	29,4
Tmin	**23,6**	**22,1**	23,9	24,7	24,5	25,3	24,9	22,7	23,9	24
Tmax	**37,2**	35,8	37,1	**40**	37,6	33,1	37,9	38	38,3	37,4
HRmed	**57**	**60**	**52**	54	55	57	**52**	55	55	56
hs TX90	**17**	15	28	28	28	10	29	27	**30**	24
hs EHI_Mod	**18**	**26**	10	24	21	33	20	22	20	24
hs EHI_Int	**0**	0	0	**2**	**2**	0	0	0	0	1
hs EHI_Extr	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OC Nº5: 5,6y7/3/25	**OCBA**	**PATIO**	**ESCUELA**	**CESAC**	**TERESA**	**CHILAVERT**	**POLIDEPORTIVO**	**8_MARZO**	**COMEDOR**	**MANZANA15**
Tmed	**30,6**	**29,4**	31,2	30,5	31	29,5	**31,4**	31,1	31,1	30,3
Tmin	**24,9**	**23,9**	25,1	24,9	25,3	25	25,1	25,1	24,6	24,3
Tmax	**35,8**	34,1	36,9	**39,2**	36,8	32,5	37,7	37,7	36,6	35,8
HRmed	**70**	**76**	65	70	68	76	**64**	66	69	71
hs TX90	**25**	16	32	22	29	3	32	30	**33**	24
hs EHI_Mod	**33**	**36**	35	28	34	53	29	29	25	26
hs EHI_Int	**17**	11	16	18	18	1	21	21	**26**	21
hs EHI_Extr	**0**	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0

Tabla 10: *estadísticos de T&HR, del índice climático Tx90 y del índice de confort térmico EHI para las Olas de Calor durante 2024 y 2025*

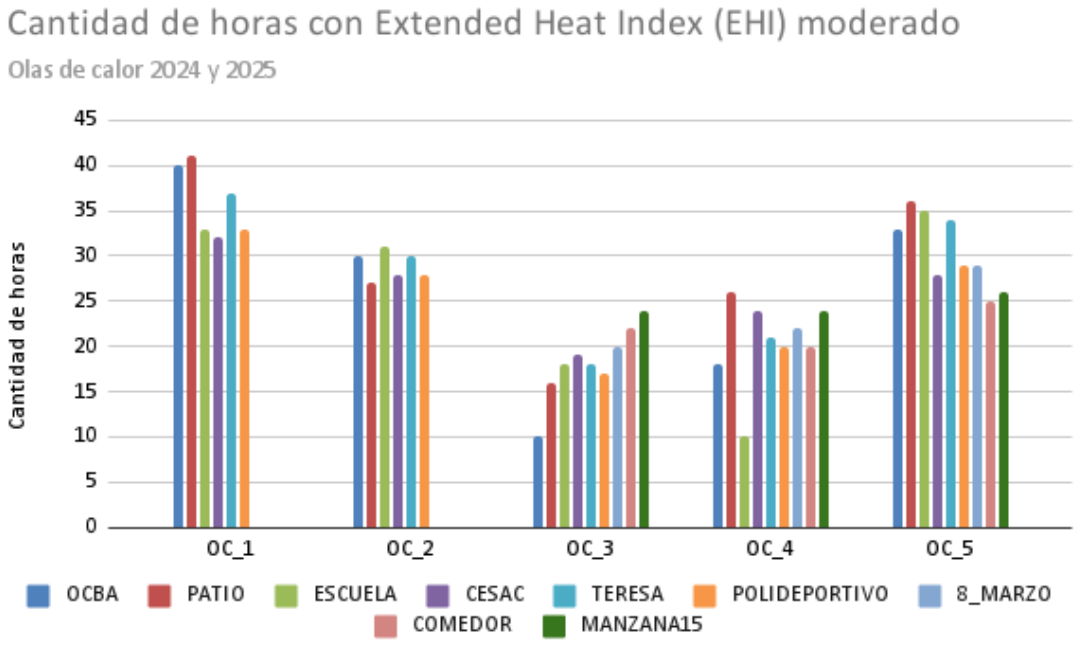

Figura 13: *horas acumuladas del índice de confort térmico EHI moderado para las Olas de Calor de 2024 y 2025*

Durante el año 2024 se registraron 2 Olas de Calor (OC Nº 1 y 2), la primera de ellas duró 5 días entre el 30

de enero y el 3 de febrero, y fue la más extensa de las 5 consideradas en este estudio. La Ola de Calor restante ocurrió apenas 3 días después, entre el 6 y el 8 de febrero.

Para ambas Olas de Calor se contó con datos de 5 de las estaciones del Barrio 20: Patio, Escuela, CESAC, Teresa y Polideportivo.

Durante el año 2025 se registraron las 3 Olas de Calor restantes (OC Nº 3, 4 y 5), la primera de ellas duró 4 días entre el 14 y el 17 de enero; la segunda Ola de Calor también se extendió durante 4 días y ocurrió a inicios de febrero entre los días 1 y 4. Finalmente la tercera Ola de Calor de 2025 se registró entre los días 5 y 7 de marzo con una duración de 3 días.

Para estas 3 Olas de Calor se contó con la totalidad de las 8 estaciones del Barrio 20 consideradas para este estudio: Patio, Escuela, CESAC, Teresa, Polideportivo, 8 de marzo, Comedor y Manzana 15.

A fin de analizar en conjunto estas 5 Olas de Calor se calcularon estadísticos (Tabla 11) correspondientes a las temperaturas medias y extremas, la humedad relativa media del aire, y los acumulados de horas con Tx90 y EHI en sus 3 niveles (moderado, intenso y extremo).

Estadísticos de las 5 Olas de Calor	OCBA	PATIO	ESCUELA	CESAC	TERESA	CHILAVERT	POLIDEPORTIVO	8_MARZO	COMEDOR	MANZANA15
Tmed	**29,5**	**28,9**	30,1	30,2	30,2	29,5	**30,7**	30,0	30,4	29,6
Tmin	**23,3**	**22,1**	23,5	24,0	23,8	25,0	24,2	22,7	23,8	23,5
Tmax	**37,7**	37,0	39,2	**41,5**	39,9	34,5	39,4	38,0	38,3	37,4
HRmed	**61**	**64**	57	59	59	62	**56**	59	60	62
hs TX90	**112**	87	144	132	147	38	**156**	78	94	72
hs EHI_Mod	**131**	**146**	127	131	140	210	127	71	67	74
hs EHI_Int	**22**	13	21	24	27	1	**28**	22	27	23
hs EHI_Extr	**0**	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0

Tabla 11: *estadísticos de T&HR, del índice climático Tx90 y del índice de confort término EHI considerando las 5 Olas de Calor durante 2024 y 2025*

Al analizar los mismos observamos los siguientes patrones:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda del Barrio 20 durante las Olas de Calor, con una temperatura media de 28,9ºC y una humedad media del aire del 64%. Además es la que acumula menor cantidad de horas del índice Tx90 (87 casos). Respecto al índice EHI moderado, es la estación que más horas acumula; esto quizás se deba al comportamiento de este índice durante las Olas de Calor, cosa que requiere de un estudio específico.

- Polideportivo es la estación más cálida y seca del Barrio 20 durante estas 5 Olas de Calor, con una temperatura media de 30,7ºC y una humedad media del aire del 56%. Además es la que más horas del índice Tx90 acumula, aunque respecto al índice EHI, solo se destaca en su nivel intenso, acumulando en total 28 horas bajo esta condición.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras analizar la ubicación, metadatos, validar los sets de datos y analizar el comportamiento térmico, de la humedad relativa del aire, de los índices climáticos (Tn10, Tx90 y TR), y del índice de confort térmico (EHI) en las 8 estaciones de monitoreo de T&HR del Barrio 20, estamos en condiciones de inferir conclusiones y

recomendaciones respecto de:

- el rol de la vegetación en la regulación de la T&HR,
- el impacto de materiales físicos de la infraestructura urbana respecto de la ubicación y registro de la T&HR, y
- el impacto de las Olas de Calor y Olas de Frío dentro del Barrio 20, y
- el comportamiento térmico general del Barrio 20 durante períodos invernales y estivales

Todo esto con el fin de generar datos y evidencia científica que permitan la ejecución de políticas públicas basadas en evidencia.

Cabe destacar que al analizar los resultados de la validación de datos tuvimos un importante hallazgo, al notar la excelente aptitud de una de las pruebas de validación que detecta casos discutibles por diferencia de temperatura (|T(n)-T(n-1)|>=4°C), para describir el comportamiento térmico de las estaciones del Barrio 20 respecto de la influencia de la vegetación, insolación, ventilación e impacto de la infraestructura urbana. Lo cual nos da una importante herramienta para aplicar a futuro como indicador de mejoras en dichos aspectos.

Luego de esto, pasamos a destacar las conclusiones y recomendaciones finales de este estudio.

Conclusiones:

Set de datos de temperatura y humedad relativa del aire:

- Se hallaron importantes discontinuidades en los datos de algunos sensores, como por ejemplo los de Teresa, Chilavert y Manzana 15.
- Los faltantes de datos limitan la extensión de los períodos de estudio a los detallados en la Tabla 3. Causaron además que a lo largo de 24 meses de monitoreo de la T&HR, haya solo 2 períodos de 3 meses de extensión en los que hay total disponibilidad de datos para todas las estaciones del Barrio 20.
- En general la ausencia de datos está ligada a cambios en la configuración de la frecuencia de muestreo del dispositivo (sensor de T&HR).
- Se halló un mismo set de datos en distintos archivos del mismo sitio, o sea: 2 archivos de distinto nombre con similares datos de T&HR así como de los registros y configuración del dispositivo; infiriendo que se ha renombrado el archivo violando la integridad registral del mismo.
- Se halló una diferencia entre la cantidad de datos de un registro (hoja “fecha” de un archivo) vs. la cantidad de datos o muestras indicada en la configuración (hoja “detalles”) del mismo; infiriendo que se han eliminado celdas o filas con datos y por lo tanto violando la integridad registral del mismo.

Validación de los datos de temperatura y humedad relativa del aire:

- Todos los datos de T&HR pasan total a muy eficazmente las pruebas de límites duros y de límites blandos.
- Todos los datos de T&HR pasan las pruebas de persistencia

- Entre el 11 y 13% de los datos de T&HR resultan discutibles luego de efectuar la prueba de coherencia, dicho comportamiento se evidencia como natural dado que ocurre por igual en todos los sitios estudiados por lo que se los validó como correctos.
- Menos del 0,2% de los datos de T&HR resultan discutibles luego de efectuar la prueba de diferencia respecto de su dato anterior comparando dicho resultado con 3 veces el desvío estándar de los 24 datos precedentes
- Al analizar los casos discutibles por diferencia de temperatura respecto de su dato horario anterior: |T(n)-T(n-1)|>=4°C se concluye que:
    - Las estaciones Escuela, CESAC y Polideportivo poseen aproximadamente entre un 20 a un 30% más de datos discutibles por diferencia de temperatura que OCBA_SMN, pero se diferencian mucho entre sí.
        - En Escuela, el 73% de los datos discutibles es por brusco ascenso de temperatura durante la mañana, y en Polideportivo también lo es el 98% de sus datos, mientras que
        - En CESAC el 98% es a causa del brusco descenso de la temperatura por la tarde.
        - La causa de estos comportamientos es la orientación y la influencia de la infraestructura cercana sobre los sensores de T&HR durante períodos de rápido cambio en la radiación solar directa sobre los sensores.
    - Patio, Teresa, 8 de marzo y Manzana 15 poseen entre 23 y 38 datos discutibles por cambios en la temperatura, o sea, entre la mitad y menos de la mitad de lo normal (OCBA_SMN). Comportamiento debido especialmente a la poca o muy baja ventilación que poseen los sensores en dichos sitios.
    - Comedor se destaca por ser el sitio con mayor cantidad (168) de datos discutibles por cambios en la temperatura, relacionados en un 97% a un brusco ascenso de la misma en horas de radiación solar directa a causa de la acumulación y emisión calórica de la infraestructura cercana (cortina metálica de grandes dimensiones).
    - Chilavert posee solo 2 datos discutibles por cambios en la temperatura, esto indica la total ausencia de ventilación e influencia de bóveda que posee sobre dicho sensor la infraestructura que lo rodea, por lo que no puede seguir teniéndose en cuenta para el presente estudio.

Impacto de la vegetación e infraestructura:

- Se ha descartado de este estudio a la estación Chilavert a causa de la total ausencia de ventilación e influencia de la infraestructura (semejante a una bóveda) que rodea al sensor de T&HR, lo que causa que el comportamiento de la temperatura y humedad en dicho sitio no responda adecuadamente a los cambios en las variables meteorológicas de la atmósfera.
- Solo 2 estaciones del Barrio 20 están rodeadas de distintos tipos y densidades de vegetación: Patio y Teresa. La influencia de la misma se nota especialmente en Patio dada su mayor cobertura vegetal, aunque con la desventaja de proyectar sus sombras casi durante la totalidad del día sobre el sensor de T&HR por lo que resulta ser la más fría durante los inviernos.

- El resto de las estaciones (Escuela, CESAC, Polideportivo, 8 de marzo, Comedor y Manzana 15) no poseen vegetación alguna y se encuentran muy influenciadas por la infraestructura que rodea a los sensores de T&HR, haciendo que los mismos posean una pobre ventilación y estén muy influenciados por la emisión calórica de muros u otras superficies, o posean una pobre o nula insolación como en el caso de Manzana 15.

Comportamiento durante períodos invernales y Olas de Frío:

Temporadas invernales:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda durante los inviernos, muy probablemente a causa de la frondosa vegetación que la rodea, sumado a la proyección de las sombras que es casi total durante horas diurnas. Al analizar el índice Tn10 se concluye que frecuentemente resulta ser la estación más expuesta a frío extremo dentro del Barrio 20, incluso superando a OCBA_SMN.
- Escuela, CESAC, Polideportivo, 8 de marzo y Comedor se posicionan como las estaciones más cálidas durante los inviernos. Todas poseen un típico comportamiento ligado a la presencia de alta insolación y efectos emisivos de calor de la infraestructura que la rodea, sumada a la casi ausencia de vegetación. Entre ellas:
    - CESAC posee el menor acumulado de horas con T<=3,8°C (Tn10), mientras que por el contrario 8 de marzo posee los mayores valores de este índice. Esta gran variabilidad puede estar condicionada por su orientación respecto del entorno, dado que CESAC se encuentra casi en el centro de Barrio 20, y 8 de marzo se encuentra sobre su límite Sur estando más expuesta a vientos fríos provenientes de esa dirección.

Olas de Frío:

- Patio y 8 de marzo resultan las estaciones más frías y húmedas del Barrio 20.
- Escuela, CESAC, y Polideportivo resultan las estaciones más cálidas y secas del Barrio 20, siendo Polideportivo la estación más cálida durante ambas Olas de Frío.
- Durante las Olas de Frío se acumularon en promedio dentro del Barrio 20, el 47% de las horas con Tn10 correspondientes al invierno de 2024, y el 85% de las horas con Tn10 del invierno de 2025.

Temporadas estivales:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda del Barrio 20. Incluso al contabilizar las horas con ocurrencias del índice Tx90 y EHI así como en la cantidad de días con noches tropicales (TR).
- CESAC resulta ser la estación más cálida (mayor temperatura media) y seca (menor humedad) del Barrio 20, situación que repite al contabilizar las horas con Tx90.
- Al tomar en cuenta el índice EHI y a las noches tropicales TR Comedor y Polideportivo resultan los sitios más expuestos y afectados por el estrés térmico, seguidos muy de cerca por CESAC.

Olas de Calor:

- Patio resulta ser la estación más fría y húmeda del Barrio 20 considerando las 5 Olas de Calor estudiadas. Además es la que acumula menor cantidad de horas del índice Tx90. Respecto al índice

EHI moderado, es la estación que más horas acumula; esto quizás se deba al comportamiento de este índice durante las Olas de Calor, cosa que requiere de un estudio específico.

- Polideportivo es la estación más cálida y seca del Barrio 20 durante estas 5 Olas de Calor. Además es la que más horas del índice Tx90 acumula, aunque respecto al índice EHI, solo se destaca en su nivel intenso al ser la que más horas acumula bajo esa condición.
- Durante los días de Olas de Calor, dentro del Barrio 20 se acumulan en promedio el 41% de las horas con Tx90 y el 27% de las horas con EHI moderado de cada período estival

Recomendaciones:

- Respecto a la gestión de datos de sensores de temperatura y humedad relativa del aire, se recomienda llevar a cabo acciones regidas por un protocolo normalizado de gestión y toma de datos o registros meteorológicos, así como implementar una cadena de custodia de los mismos (en sus correspondientes archivos informáticos) que asegure su inviolabilidad.
- Acerca de la instalación de los sensores de temperatura y humedad relativa del aire se recomienda cumplir con la Norma OMM-N° 8, Vol 1, Capítulo 2 a fin de evitar mayores impactos de la vegetación e infraestructura urbana y mejorar la representatividad de los datos. Esto se puede hacer reinstalando los sensores de las siguientes estaciones a unos pocos metros dentro de su lugar actual de instalación: Escuela, Patio, CESAC, Teresa, Polideportivo, 8 de marzo y Comedor
- Reinstalar el actual sensor de temperatura y humedad relativa del aire de la estación Chilavert en otro sitio dentro del Barrio 20 que resulte representativo de los cambios de dichas variables en la atmósfera.
- Planificar fuertes acciones de forestación en Escuela, CESAC, Comedor y Polideportivo ya que son sitios con gran afluencia de niños, y personas que pueden ser afectadas por los impactos de Olas de Calor, y carecen del efecto reparador de las especies vegetales durante dichos períodos. En Escuela incluso hay infraestructuras diseñadas para el crecimiento de especies vegetales trepadoras que pueden sumar proyección de sombras sobre el patio de la misma.
- Sumar a Patio a la Red de Refugios Climáticos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, adaptando su uso actual al de Refugio Climático sólo durante los días con ocurrencia de Olas de Calor. Esto resultará en brindar un nuevo espacio dentro del Barrio 20 donde los vecinos puedan refrescarse y resguardarse por un momento durante los días de Olas de Calor, dado que es el sitio con mayor frescor dentro del Barrio 20 considerando las 5 Olas de Calor estudiadas.
- Se sugiere contar con el asesoramiento y colaboración de distintas instituciones dentro del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires respecto de planes de forestación y la introducción y producción de especies vegetales de rápida adaptación y crecimiento, como ser el Jardín Botánico Carlos Thays.

8. AGRADECIMIENTOS:

A todo el personal de la Gerencia de Datos Territoriales del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires por haber brindado los datos para el presente estudio.

A Franco L. Visconti C. y a Micaela Carrozza, estudiantes avanzados de la Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires) y participantes del Voluntariado en Clima del Jardín Botánico Carlos Thays, quienes contribuyeron activamente y Ad Honorem en el presente estudio.

AUTOR: Lic. Adrián Horacio Irurzun – Lic. En Enseñanza de Cs. del Ambiente (UTN) y Bach. Universitario en Cs. de la Atmósfera (FCEN-UBA) – Octubre de 2025 – Buenos Aires - Argentina