

## **Paisaje urbano, infraestructura ecológica y regulación de la temperatura. El caso de la ciudad de Mar del Plata, Argentina**

## **Urban landscape, ecological infrastructure and temperature regulation. The case of Mar del Plata City, Argentina**

Camila Magali Mujica\*

Instituto de Hábitat y Ambiente. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
[camilamagalimujica@gmail.com](mailto:camilamagalimujica@gmail.com)

Clara María Karis\*\*

Instituto de Hábitat y Ambiente. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
[clarakaris@hotmail.com](mailto:clarakaris@hotmail.com)

Rosana Ferraro\*\*\*

Instituto de Hábitat y Ambiente. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
[rosanaferraro\\_2@hotmail.com](mailto:rosanaferraro_2@hotmail.com)

Fecha de envío: 28/02/2019 Fecha de aceptación: 30/05/2019 | Fecha de publicación: JUNIO 2019



Licencia Creative Commons Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial - Compartirlgual 4.0 Internacional.

---

\*Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental por la Universidad Nacional del Centro. Actualmente realiza el Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud en la misma Universidad, con el financiamiento de una beca interna doctoral CONICET, con lugar de trabajo en el Instituto del Hábitat y del Ambiente de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

\*\* Arquitecta por la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Realizando el Doctorado en Arquitectura y Urbanismo en la misma Universidad, con el financiamiento de una beca interna doctoral CONICET. Desarrolla sus actividades de investigación en el Instituto del Hábitat y del Ambiente de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

\*\*\*Lic. en Ecología y Conservación de los Recursos Naturales Renovables (UNLP) y Magister Science en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (UNMDP). Docente-investigadora en el Instituto del Hábitat y del Ambiente de la FAUD (UNMDP)

## Resumen

La infraestructura ecológica en un paisaje urbano ofrece numerosos servicios ecosistémicos que pueden incorporar mejoras al bienestar humano. Uno de estos servicios es la regulación de la temperatura urbana. Su reconocimiento resulta un insumo necesario para la planificación de estrategias que permitan aumentar la resiliencia ante los posibles efectos del cambio climático. En este artículo, se propone analizar la distribución espacial de temperaturas en la estación de verano (2018) y explorar la capacidad de la infraestructura ecológica para regular la temperatura en Mar del Plata y su periurbano. Para esto, se utilizaron técnicas de procesamiento digital sobre imágenes satelitales, lo que resultó en la identificación del fenómeno de isla de frío urbana en el centro de la ciudad. Así mismo, se pudo conocer que las diferencias halladas en la distribución de temperaturas entre el área urbana y periurbana, se deben principalmente a la heterogeneidad espacial propia del paisaje urbano.

**Palabras claves:** Paisaje urbano; Infraestructura ecológica; Servicios ecosistémicos urbanos; Regulación de la temperatura; Resiliencia.

## Abstract

Ecological infrastructure within urban landscapes delivers a wide range of ecosystem services that improves in habitants well-being, one of which is the regulation of temperature. The knowledge of this service is a tool for developing planning strategies that improve resilience to the possible effects of global climate change. This paper proposes to analyze the spatial distribution of temperatures in the summer season and to explore the capacity of ecological infrastructure to provide the service of temperature regulation in Mar del Plata and its peri-urban. To this end, we consulted satellite information, and analyzed it with geographic information systems. The results indicate that there are differences in the distribution of temperatures between urban and peri-urban areas, which is due to the spatial heterogeneity of the urban landscape.

**Keywords:** Urban Landscape; Ecological infrastructure; Urban ecosystem services: Temperature regulation; Resilience

## Introducción

El concepto paisaje es utilizado en distintos campos del arte y la ciencia, por lo que tiene numerosas acepciones. Sin embargo, se advierte que en cualquiera de ellas se hace referencia a la relación entre cultura y naturaleza.

En base a los principios de la Ecología del Paisaje, estos representan un conjunto de atributos y dinámicas que permiten estudiarlos como sistemas complejos de múltiples interacciones a diversas escalas espaciales y temporales entre la sociedad y la naturaleza (Matteucci, 2006). En este sentido, los paisajes urbanos pueden ser entendidos como sistemas socio-ecológicos, que dependen tanto de patrones y procesos sociales, como ecológicos y biofísicos (Pickett et al., 2011); y están constituidos tanto por el conjunto de elementos y fenómenos específicamente urbanos, como por aquellos fenómenos bio-geo-climáticos que en los que se sitúa (Antequera, 2004).

A su vez, los paisajes podrían ser considerados un recurso en la medida en que son percibidos por la población como bienes o como elementos destinados a satisfacer una necesidad (Zubelzu Mínguez & Allende Álvarez, 2014). Del mismo modo, las redes naturales, semi-naturales y artificiales de los sistemas ecológicos presentes en los paisajes urbanos pueden ser entendidas como una infraestructura ecológica (Tzoulas et al., 2007) debido al rol que tienen en la provisión de beneficios al servicio de los habitantes urbanos (European Environment Agency, 2011).

De esta manera, en áreas urbanas y periurbanas los elementos de la infraestructura ecológica son los principales proveedores de Servicios Ecosistémicos Urbanos (SEU), es decir, de los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas urbanos y sus componentes (Gómez-Baggethun et al., 2013).

La infraestructura ecológica puede ser planificada persiguiendo objetivos de sustentabilidad que permitan enfrentar -a través de procesos y estrategias naturales- (Revi, et al., 2014; European Environment Agency, 2011; Foster,

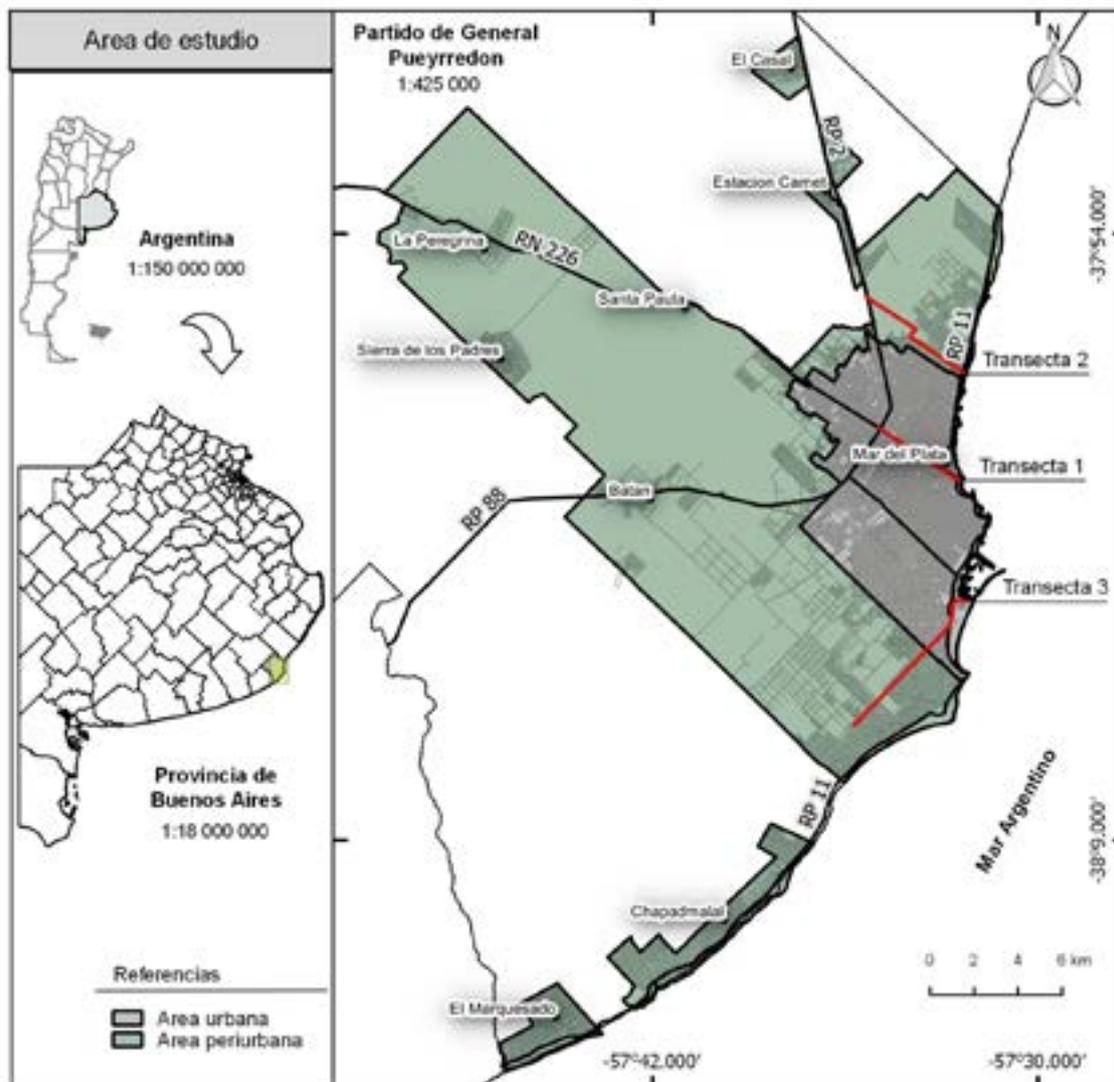
Lowe, & Winkelman, 2011) problemas ambientales urbanos, entre ellos, los asociados al cambio climático en la escala local.

En este contexto, la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015) indica que, tanto para el futuro cercano (2015-2039) como el lejano (2075-2099) y bajo distintos escenarios de emisión de gases de efecto invernadero, la Región Húmeda<sup>1</sup> de Argentina debería esperar un aumento de los eventos extremos de precipitación junto al aumento de la temperatura media y el número de olas de calor. Sin embargo, el escenario planteado no es preciso para la escala local. Por lo que, es a este nivel donde más se necesita aportar al conocimiento, con el propósito de generar paisajes urbanos resilientes (Holling, 1973; Adger, 2000; Folke, Carpenter, Elmqvist, Gunderson, & Walker, 2002; Folke, Carpenter, Walker, Scheffer, & Chapin, 2010).

Sin embargo, el cambio climático está ocurriendo a la par de otros procesos de cambio, como por ejemplo, el crecimiento y la expansión de los sistemas urbanos (Norton et al., 2015). Estos procesos, han reemplazado ecosistemas naturales por edificaciones con fines relacionados directa o indirectamente a funciones urbanas, lo que cual ha resultado en una disminución respecto de la provisión de servicios ecosistémicos (MEA, 2005). Sin embargo, algunos autores (Civeira, Lado Liñares, Vidal Vázquez, & Paz González, 2018) destacan que, en los paisajes urbanos y periurbanos aún existen oportunidades para proveer de SEU a una gran cantidad de habitantes, y de esta manera, volver a las comunidades más resilientes. Es pos de esto, la infraestructura ecológica podría contribuir de varias maneras, entre ellas, amortiguando los extremos térmicos a través del SEU de regulación de temperatura. El cual es requerido especialmente es situaciones anormales como con los eventos de olas de calor.

1. La región Húmeda está conformada por las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Misiones.

Figura 1: Área de estudio v transectas de análisis



Fuente: Elaboración propia en base a Zulaica y Ferraro, 2013.

En este contexto, el presente trabajo se encuadra dentro de la escala urbana/periurbana de la ciudad de Mar del Plata y tiene como objetivos: 1) Analizar la distribución espacial de temperaturas en la estación de verano y, 2) Explorar la influencia de la infraestructura ecológica sobre la capacidad del paisaje urbano para brindar el SEU de regulación de la temperatura en la ciudad de Mar del Plata y su periurbano.

### Área de estudio

La ciudad de Mar del Plata se encuentra ubicada dentro del partido de General Pueyrredón,

en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Figura 1). Según el último censo realizado en el año 2010 la población del partido era de 618.989 habitantes, de los cuales el 98,35% de las viviendas era de carácter urbana<sup>2</sup>.

Estimaciones más recientes (INDEC, 2015), indican que la población del partido para el año 2018 rondaría en aproximadamente los 650.332 habitantes. Se destacan dentro del partido la ciudad de Mar del Plata como prin-

2. Datos obtenidos del procesador estadístico REDATAM, en base a resultados del Censo Nacional 2010. Disponible en: <https://redatam.indec.gov.ar>

cipal centro urbano y localidades menores como El Marquesado, Chapadmalal, Santa Paula, Sierra de los Padres, La Peregrina, Estación Camet, El Casal y la ciudad de Batán.

El área de estudio comprende el área urbana de la ciudad de Mar del Plata y su periurbano. Los límites se tomaron siguiendo los criterios utilizados en trabajos antecedentes (Ferraro, Zulaica, & Echechuri, 2013; Zulaica & Ferraro, 2013) de modo tal que, el espacio urbano queda definido por la presencia de amanzanamiento, agua de red y red cloacal. El periurbano queda delimitado por un lado por el borde rígido de lo urbano y por otro por uno más difuso que lo separa del territorio netamente rural, caracterizado por la presencia de agricultura y ganadería extensiva. A los límites del periurbano (Zulaica & Ferraro, 2013) se agregaron los Barrios ubicados sobre la ruta 11, que en la actualidad constituyen uno de los ejes de expansión de la ciudad e incluye las localidades de El Marquesado y Chapadmalal.

El clima posee rasgos típicos de la zona pampeana, de tipo templado con una marcada influencia oceánica (Massone & Martínez, 2017). Durante la estación de verano (21 de

diciembre a 21 de marzo), las temperaturas máximas medias oscilan entre los 26°C de enero y febrero; y las mínimas medias entre los 13°C de marzo y diciembre (SMN, 2019). Durante el verano, puede tener lugar episodios extremos de temperatura, conocidos como olas de calor. Su conceptualización se basa principalmente en un factor climático, como es la superación de un determinado umbral térmico, que le confiere al registro concreto el carácter de extremo (Fernández García & Rasilva Álvarez, 2008).

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) define como ola de calor al período en el cual las temperaturas máximas y mínimas igualan o superan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, el percentil 90, calculado a partir de los datos diarios durante los meses de octubre a marzo (semestre cálido en el hemisferio sur) del período 1961-2010 (SMN, 2019). La definición de una ola de calor es sitio específica (Herrera et al., 2018), por tanto los umbrales son calculados para cada una de las localidades alcanzadas por el SMN. Para la ciudad de Mar del Plata, las temperaturas que pueden significar ola de calor son 17.7°C de temperatura mínima y 30.5°C de temperatura (SMN, 2019).

Tabla 1: Olas de calor observadas en el semestre cálido octubre 1961-marzo 2018 en Mar del Plata (Partido de General Pueyrredon)

Duración (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin	Temperatura máxima absoluta	Temperatura mínima absoluta
3	17/3/1980	21/3/1980	36.3	24
5	22/2/1981	24/2/1981	34.3	21.9
3	5/1/1984	7/1/1984	34.6	23.2
3	3/1/2001	5/1/2001	37.2	23
3	10/2/2004	12/2/2004	34.4	18.9
4	10/3/2015	13/3/2015	33.4	20.5
3	22/2/2016	24/2/2016	31.7	20.8
3	2/3/2018	4/3/2018	33.5	19.3

Fuente: Elaboración propia en base a información brindada por el Departamento Centro de Información Meteorológica, perteneciente al SMN.

En la Tabla 1 se muestran las olas de calor ocurridas en el semestre cálido octubre 1961-marzo 2018 para Mar del Plata. En este periodo se han registrado nueve eventos de olas de calor. Los más destacables, por su duración, han sido registrados en marzo de 1980 (5 días) y en marzo de 2015 (4 días).

Otra característica importante a destacar es que la ciudad de Mar del Plata, es uno de los principales destinos turísticos de la costa atlántica argentina, motivo por el cual recibe una a gran cantidad de turistas durante la estación de verano. Según datos del Ente Municipal de Turismo, los meses de mayor arribo de turistas son enero y febrero superando el millón de visitantes, luego le siguen los meses de diciembre y marzo con un promedio que ronda en entre los 750 y 800 mil (Ente Municipal de Turismo, 2018).

Esta característica de estacionalidad en la cantidad de población influye sobre la demanda de energía dado que esta aumenta en los periodos estivales (Gareis & Ferraro, 2014, 2017). Esta situación de mayor dependencia energética, aleja a la ciudad de Mar del Plata de la sustentabilidad (Gareis & Ferraro, 2017) ya que el incremento en la demanda de energía produce emisiones de CO<sub>2</sub> que contribuyen a ampliar las emisiones totales de GEI y con ello, al cambio climático.

Por estos motivos, el SEU de regulación de temperatura resulta un factor esencial a tener en cuenta en instancias de planificación urbana ya que debe estar considerado en los planes de prevención ante fenómenos de aumento de días cálidos y olas de calor, y de esta manera prevenir y hacer un uso más eficiente de la energía utilizada para refrigeración.

## Metodología

El trabajo se ha subdividido en dos partes: en la primera, se analizó la distribución espacial de temperaturas en el área urbana/periurbana de la ciudad de Mar del Plata durante la estación de verano y en la segunda, se explo-

ró la influencia de la infraestructura ecológica para brindar el SEU de regulación de temperatura.

Para ambas partes, se utilizaron datos provenientes de una imagen satelital Landsat 8 (Path/Row 224-86), en sus bandas 4, 5 y 10. La imagen corresponde al día 22/02/2018 (13:39 UTC-3), la elección de la misma se debe a que representa las condiciones medias de temperatura de la estación de verano en la ciudad de Mar del Plata<sup>3</sup> y se encuentra con condiciones de nubosidad menos a 1%.

Las mismas se procesaron con en el software ENVI 4.5. En este, lo primero que se realizó fue convertir los valores expresados en Números Digitales (ND) a valores radiométricos. Luego se corrigieron las bandas en el espectro solar y en el espectro térmico. A partir de las bandas 4 y 5 se obtuvo el Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada (NDVI). El cual permitió conocer el estado de la vegetación y su cobertura. El mismo se obtuvo siguiendo la fórmula (Donde Infrarrojo cercano = banda 5 y Rojo = Banda 4)

$$NDVI = \frac{\text{Infrarrojo cercano} - \text{Rojo}}{\text{Infrarrojo cercano} + \text{Rojo}}$$

Este índice fue utilizado como indicador de la infraestructura ecológica, el mismo toma valores que van desde -1 a 1. Los valores negativos corresponden principalmente a la presencia de nubes y/o agua. Los valores cercanos a cero corresponden principalmente a afloramientos rocosos, construcciones y terrenos desnudos o sin vegetación. Valores moderados (0,4 a 0,7) representan terrenos con arbustos y prados, y finalmente valores altos indican vegetación frondosa y en buen estado, asociada principalmente a forestaciones (> a 0,7).

La determinación de la temperatura de superficie (Ts) terrestre se realizó a partir de las

3. Temperaturas absolutas 22/02/2018: 25°C de máxima y 13° de mínima, según SMN.

Temperaturas medias de febrero: 26°C de máxima y 14° de mínima, según SMN (Período 1961-2010).

medidas de la radiación terrestre que llegan al satélite (Band 10). La Ts posee corrección atmosférica y muestra la distribución de la temperatura a nivel del suelo. Esta ha sido calculada a partir de la temperatura de brillo (sobre la banda 10-térmica), aplicando correcciones según el método monocanal (Jiménez-Muñoz & Sobrino, 2003; Bayala, Rivas, & Scavuzzo, 2011). Los valores obtenidos, expresados en temperaturas kelvin han sido convertidos a grados centígrados (°C). Los productos resultantes fueron llevados al software Qgis 2.18, donde han sido interpretados para la obtención de la cartografía final.

Finalmente, para explicar la relación entre la temperatura urbana y la presencia de infraestructura ecológica, se compararon los valores de Ts y de NDVI sobre tres transectas (Figura 1), que atraviesan una diversidad de situaciones representativas dentro del área de estudio. Este análisis se representó en gráficos de doble eje, que fueron realizados en Microsoft Excel (Versión 2016) y editados con el software CorelDRAW.

## Resultados

### Distribución espacial de las temperaturas

El efecto isla de calor urbano es un típico impacto producido por las edificaciones verticales, ubicadas generalmente en la zona central de una ciudad. Este fenómeno consiste principalmente en una diferencia positiva de temperatura entre el área urbana más densamente edificada y su entorno, ya que estas áreas, impiden el flujo de corrientes de aire de refrigeración a los puntos más cercanos a la superficie, causando que el transporte de aire disminuya y se produzcan incrementos en la temperatura, debido a que las masas de aire quedan atrapadas (Anzola, 2014).

Sin embargo esta distribución de temperaturas no es uniforme a lo largo del día (Capelli de Steffens, Piccolo, & Campo de Ferreras, 2005) ya que generalmente, la isla de calor puede modificarse a la inversa, debido a las condiciones físicas de la ciudad. De esta manera,

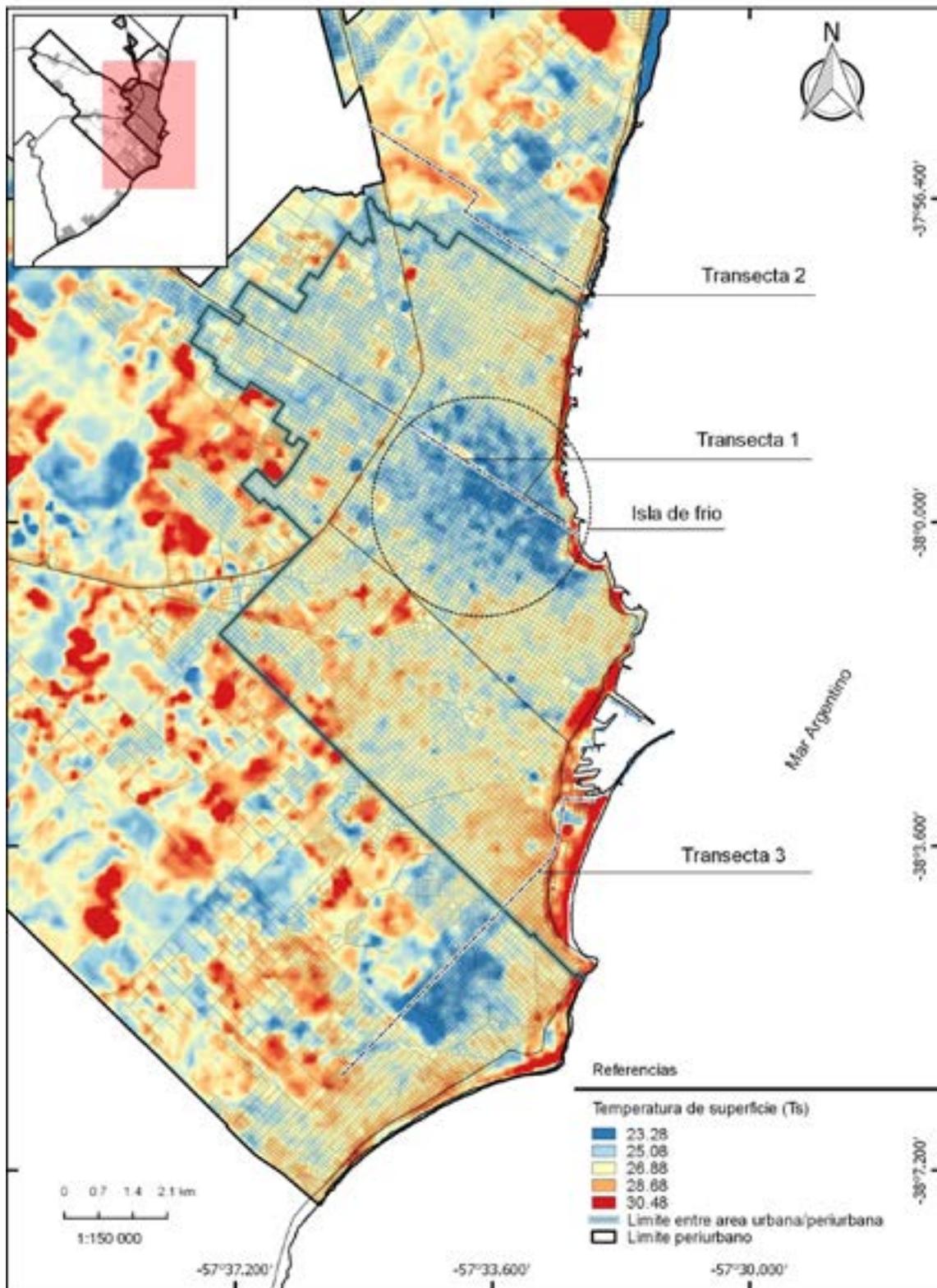
durante las primeras horas del día, se observa que el centro de la ciudad es más frío que su periferia. Esto se debe a que, por la mañana, la estructura de las calles y de los edificios provoca que el centro de la ciudad se mantenga a la sombra mientras que sus alrededores ya están siendo calentados por el sol, fenómeno conocido como isla de frío (Pérez González, García Rodríguez, & Guerra Zeballos, 2003; Ferrelli, Bustos, Huamantínco-Cisneros, & Piccolo, 2015). Esta anomalía térmica diurna responde al distinto ritmo de calentamiento-enfriamiento de los materiales (Pérez González et al., 2003) ya que el centro de la ciudad manifiesta más lentamente el calentamiento, dado que la misma radiación debe calentar un mayor volumen (espacio construido), por lo que la temperatura media máxima en el centro es menor que en la periferia.

Al analizar la distribución de la Ts en la ciudad de Mar del Plata (Figura 2), se puede conocer que la misma responde al fenómeno de isla de frío. De este modo, el centro presenta temperaturas entre los 23°C a los 25°C, coincidiendo con el área de menos vegetación, es decir, con menores valores de NDVI. Sobre la costa y en el área periurbana se observan Ts más altas (entre 26°C a 30°C) que en centro. Por lo tanto, se puede deducir que el área urbana acumula la energía durante el día y luego, la libera por la noche. Es decir que, para poder observar si se manifiesta –o no- la tradicional isla de calor se debería poder contar con imágenes satelitales nocturnas.

Esta situación de isla de frío también ha sido observada en otras ciudades argentinas como Rosario (Chiarito & Chiarito, 2015), y Bahía Blanca (Ferrelli et al., 2015). Los resultados obtenidos en estas ciudades, al igual que en el caso de estudio, han sido producto de registros obtenidos con imágenes satelitales en horarios cercanos al mediodía y durante la estación de verano.

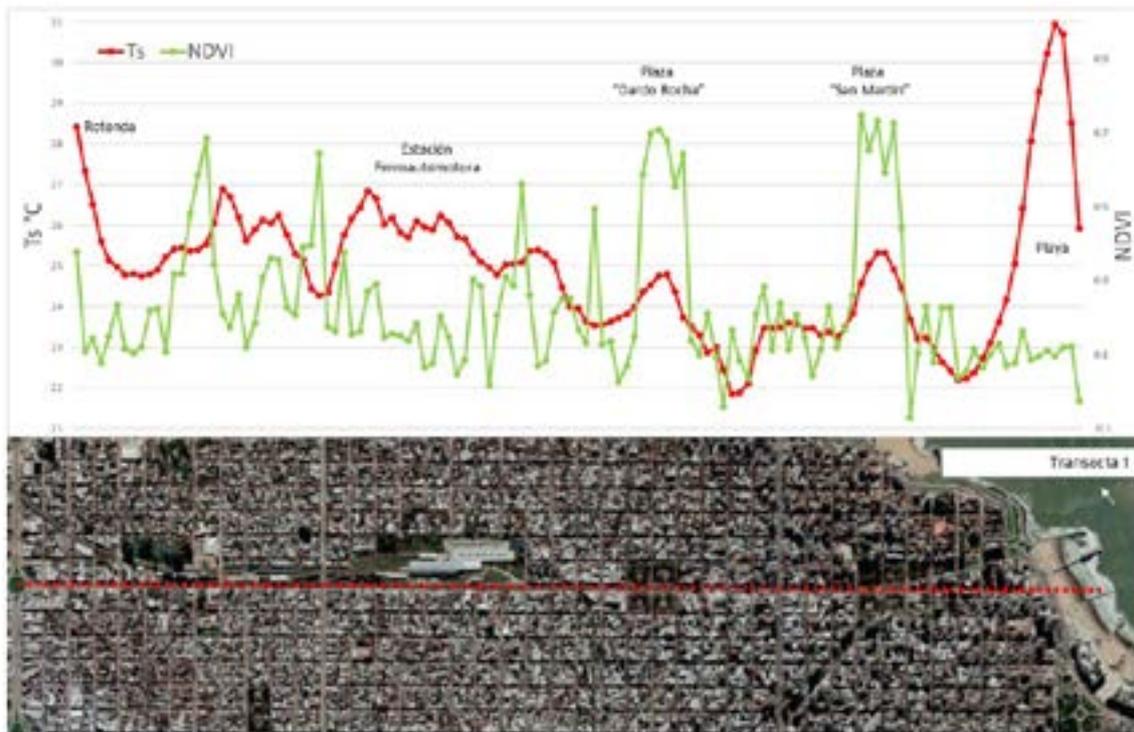
Por otro lado, las diferencias térmicas al interior tanto del área urbana, como del área periurbana pueden ser atribuidas a las diferentes coberturas y usos del suelo, los cuales constituyen un factor determinante a la hora de

Figura 2: Distribución espacial de la Temperatura de superficie en la ciudad de Mar del Plata.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3: Valores de Ts y NDVI para la Transecta 1. Área Urbana Mar del Plata.



Fuente: Elaboración Propia

explicar las diferencias espaciales de la distribución de temperaturas (Fernández García & Rasilla Álvarez, 2008). En términos generales, los espacios con elementos propios de la infraestructura ecológica, se caracterizaron por tener valores más bajos de Ts en comparación con su entorno inmediato; lo cual está relacionado con la presencia de árboles, ya que estos reducen la emisividad de onda larga proveniente de las zonas construidas.

Para poder ejemplificar esta situación dentro del área de estudio, se han realizado 3 transectas, que en su recorrido atraviesan distintos elementos del paisaje urbano, y a través de las cuales se han comparado los valores de NDVI y Ts.

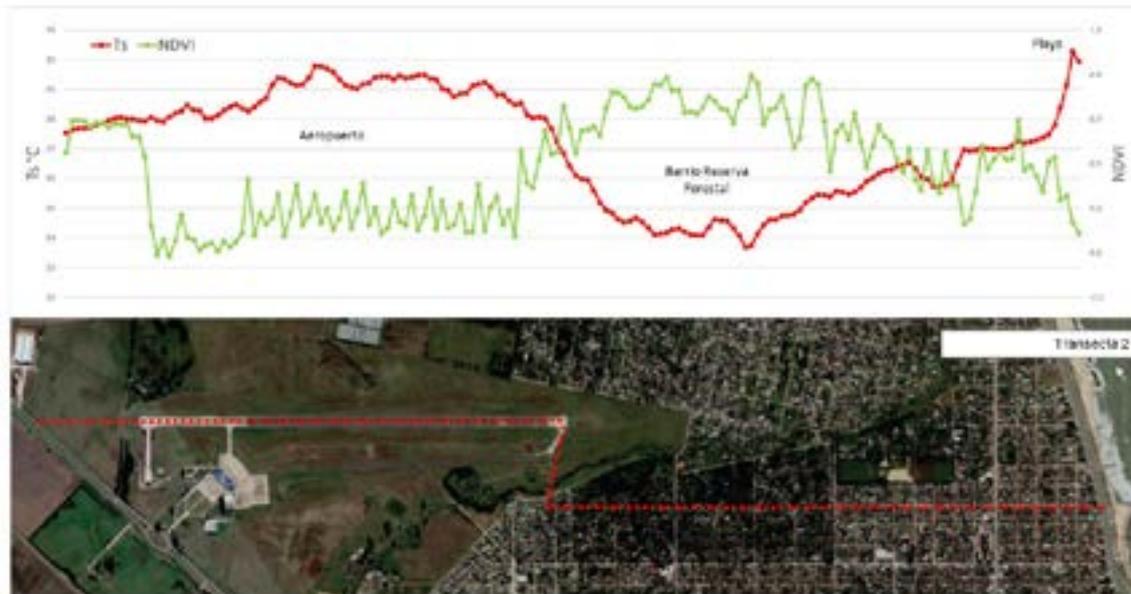
#### Influencia de la infraestructura ecológica en la temperatura

Las tres transectas realizadas que se presentan a continuación han permitido analizar el comportamiento de la Ts en distintos usos

urbanos, mostrando las diferencias que impone la infraestructura ecológica. De esta forma, la Ts se comporta de diferente manera según el tipo de cobertura y la densidad de la vegetación (NDVI).

La transecta 1 (Figura 3), se emplaza en su totalidad dentro del área urbana. Esta zona se trata de un paisaje caracterizado por una relativa homogeneidad espacial, donde los valores moderados a altos de vegetación (NDVI) se encuentran principalmente en coincidencia con los espacios verdes públicos. Estos espacios, se corresponden principalmente con la Plaza Dardo Rocha, la Plaza San Martín y los espacios verdes situados en el predio perteneciente a la Estación Ferroautomotora. Estos componentes de la infraestructura ecológica introducen variaciones positivas en el servicio de amortiguación de temperaturas (reduciéndola). Sin embargo, otros componentes como la rotonda, la Estación Ferroautomotora, la cobertura de playa, introducen variaciones negativas en la regulación de temperaturas (aumentándola).

Figura 4: Valores de Ts y NDVI para la Transecta 2.



Fuente: Elaboración Propia

Las diferencias en la magnitud de la temperatura dentro de la transecta 1 ha sido como máximo de 9.1°C. Esta diferencia se debe al extremo valor de Ts que toma la cobertura arena en la playa. Si se comparan coberturas sin presencia de arena, pero con diferencia en la presencia de infraestructura ecológica, como, por ejemplo, la Ts en la Rotonda (28.4°C) y la del punto Plaza “Dardo Rocha” (24.8°C), se pueden observar que la vegetación puede modificar la Ts, disminuyéndola hasta en 3.7°C.

Para explorar las zonas de interfase urbano rural se trazaron dos transectas: una al norte de la ciudad (Transecta 2) emplazada íntegramente en el periurbano (Figura 4), y otra al sur (Transecta 3), que en su recorrido atraviesa tanto el área urbana como periurbana (Figura 5).

A diferencia de lo observado en el centro de la ciudad, se trata de territorios sumamente dinámicos y heterogéneos, sujetos a transformaciones constantes que constituyen un paisaje fragmentado, con baja densidad de ocupación y de escasa consolidación (Ferraro, Zulaica, & Echechuri, 2013).

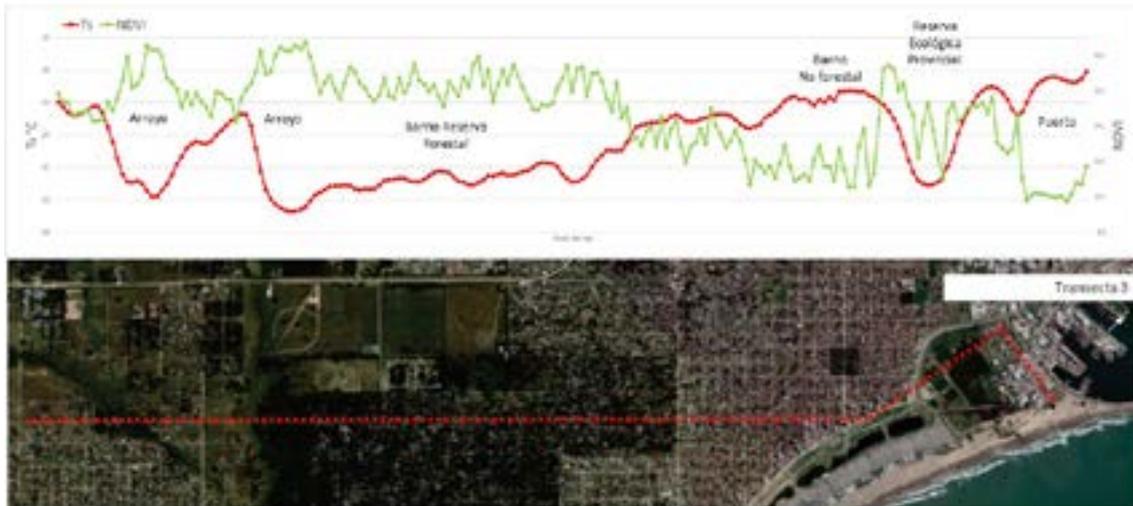
En estos casos, los suelos que no presentan cobertura vegetal coinciden generalmente con

afloramientos rocosos, lagunas, arroyos, suelos desnudos o a la presencia de equipamientos para usos específicos, como el aeropuerto.

En cambio, los sectores cubiertos con vegetación coinciden con zonas agrícolas o barrios residenciales de baja densidad, algunos de ellos protegidos como reservas forestales por la Ordenanza N° 13.410 de la Municipalidad de General Pueyrredon. En estos casos, los valores del NDVI varían de acuerdo al estado y densidad de la vegetación y los cultivos, lo cual varía considerablemente a lo largo de un año. Esta situación advierte que en el periurbano el SEU no sólo es brindado por los espacios verdes públicos, sino que en esta área cobran importancia otros usos de suelo, muchos de ellos con carácter de propiedad privada.

Las diferencias en la magnitud de la Ts en el área periurbana han sido hasta 6.1°C para la transecta 2 y hasta 8.3°C en la transecta 3. Las mayores Ts dentro del paisaje urbano se corresponden con infraestructura construida, como el Puerto (30.6°C), el Aeropuerto (29.8°C) y Barrios no forestales (29.7°C). Por el contrario, las menos Ts están asociados a barrios forestales (24.0°C), reservas ecológicas (23.9°C) y arroyos (22.3°C).

Figura 5: Valores de Ts y NDVI para la Transecta 3



Fuente: Elaboración Propia

### Conclusiones:

El uso de imágenes satelitales permitió conocer la distribución de la temperatura en la ciudad de Mar del Plata en un día típico de la estación de verano. A través de este estudio se logró constatar la presencia del fenómeno de isla de frío en el área urbana y la provisión del SEU de regulación de temperatura brindado por la infraestructura ecológica que forma parte del paisaje urbano.

Dentro de paisaje, se notaron diferencias entre el área urbana y el periurbano. Mientras que, en la primera, se destacan los espacios verdes públicos como el principal elemento que brinda el SEU; en el área periurbana, existe una mixtura de elementos que configuran diferencias en la temperatura. Los suelos desnudos destinados a producción agrícola/ganadera, la playa, y los suelos impermeabilizados por construcciones tienden a aumentar la temperatura superficial. Mientras que, por el contrario, los barrios forestales, reservas ecológicas, arroyos y lagunas tienden a disminuir la temperatura.

La Ts y el NDVI resultaron parámetros útiles para detectar la isla de frío y los cambios al interior de la ciudad. Sin embargo, esta información proveniente de imágenes satelitales no contempla el efecto topográfico, ni las variaciones a lo largo del día lo que resulta en dificultades para comparar situaciones diurnas/nocturnas y extraer conclusiones de mayor precisión.

El conocimiento de este fenómeno podría contribuir como insumo base para procesos de planificación urbana y, en la toma de decisiones tendientes a la sustentabilidad. Contar con información acerca de las características socio-económicas y las condiciones de habitabilidad de la población más vulnerable a las temperaturas extremas permitirá aproximarse con mayor profundidad a la comprensión del sistema y de esta manera, desarrollar estrategias que aumenten la resiliencia del sistema urbano ante los posibles efectos del cambio climático sobre la ciudad de Mar del Plata.

### Bibliografía:

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience : are they related ? *Progress in Human Geography*, 3, 347-364.
- Antequera, J. (2004). *El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos*. Recuperado de <http://www.eu-med.net/libros-gratis/2005/ja-sost/index.htm>

- Anzola, J. P. (2014). Detección e Identificación de islas de calor : un acercamiento desde el estado del arte. *Revista VFnuclos*, 11(2), 127-139. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4384.3924>
- Bayala, M. I., Rivas, R. E., & Scavuzzo, M. (2011). *Generación de mapas de temperatura radiativa de superficie utilizando datos de baja resolución espacial mediante técnicas de remuestreo*. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2005.11.012>
- Capelli de Steffens, A. M., Piccolo, M. C., & Campo de Ferreras, A. M. (2005). *Clima Urbano de Bahía Blanca* (1a ed.). Buenos Aires: Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur.
- Chiarito, G., & Chiarito, E. (2015). Evaluación de temperaturas urbanas de acuerdo al uso del suelo: Rosario. *Revista AVERMA*, (Memorias ASADES. XXXVIII Reunión De Trabajo).
- Civeira, G., Lado Liñares, M., Vidal Vázquez, E., & Paz González, A. (2018). Las áreas vegetadas en las ciudades y su aporte para mejorar la sustentabilidad ambiental. *Perspectivas: Revista Científica de la Universidad de Belgrano*, 1, 74-84.
- Ente Municipal de Turismo. (2018). Arribos de turistas 2007-2017.
- European Environment Agency. (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. EEA Technical Report*. <https://doi.org/10.2800/88266>
- Fernández García, F., & Rasilla Álvarez, D. (2008). Olas de calor e influencia urbana en Madrid y su área metropolitana. *Estudios Geográficos*, LXIX(265), 495-518. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.0440>
- Ferraro, R., Zulaica, L., & Echechuri, H. (2013). Perspectivas de abordaje y caracterización del periurbano de Mar del Plata , Argentina. *Revista Letras Verdes*, 13, 19-40.
- Ferrelli, F., Bustos, M. L., Huamantínco-Cisneros, M. A., & Piccolo, M. C. (2015). Utilización de imágenes satelitales para el estudio de la distribución térmica en distintas coberturas del suelo de la ciudad de Bahía Blanca (Argentina). *Revista de Teledetección*, 44, 31-42.
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., & Walker, B. (2002). Resilience and Sustainable Development : Building Adaptive Capacity in a World of. *Ambio*, 31(5), 437-440.
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*. <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- Foster, J., Lowe, A., & Winkelmann, S. (2011). *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation. Centre For Clean Air Policy*.
- Gareis, M. C., & Ferraro, F. (2014). Actividad turística y emisiones de CO2. El caso de Mar del Plata. *Revista de Estudios Ambientales*, 2(1), 43-58.
- Gareis, M. C., & Ferraro, R. (2017). Variación en el consumo energético en el partido de general Pueyrredon entre los años 2010 y 2015. *it+a - investigación + acción*, 19, 27-40.
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Á., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'farrell, P., ... Kremer, P. (2013). Urban ecosystem services. En *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_11)
- Herrera, N., Skansi, M. de los M., Berón, M. Á., Campetella, C. M., Cejas, A., Chasco, J., ... Suaya, M. (2018). Sistema de Alerta Temprana por Olas de Calor y Salud (SAT-OCS). *Nota Técnica SMN 2018-50*.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- INDEC. (2015). *Estimaciones de población por sexo , departamento y año calendario* (1.a ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos Estimaciones.
- Jiménez-Muñoz, J., & Sobrino, J. (2003). A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *Journal of Geophysical Research*, 108, 2-9. <https://doi.org/10.1029/2003JD003480>
- Massone, H. E., & Martínez, D. E. (2017). *Proyecto WATERCLIMA LAC 2015-2017. Compilación de informes técnicos producidos en el Área Piloto Mar del Plata*. (Universidad Nacional de Mar del Plata, Ed.) (1.a ed.). Mar del Plata.
- Matteucci, S. D. (2006). Ecología De Paisajes: Filosofía, Conceptos Y Métodos. En S. D. Matteucci, J. Morello, & G. Buzai (Eds.), *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecorregión pampeana* (pp. 1-12). Orientación Gráfica.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well Being* (1.a ed.). Washington: Island Press.

Norton, B. A., Coutts, A. M., Livesley, S. J., Harris, R. J., Hunter, A. M., & Williams, N. S. G. (2015). Landscape and Urban Planning Planning for cooler cities : A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 134, 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.018>

Pérez González, M. E., García Rodríguez, M. P., & Guerra Zeballos, A. (2003). Análisis del clima urbano a partir de imágenes de satélite en el centro peninsular español. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 23, 187-206.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Boone, C. G., Groffman, P. M., Irwin, E., ... Warren, P. (2011). Urban ecological systems: scientific foundations and a decade of progress. *Journal of environmental management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.022>

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2015). *Tercera comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático* (1.a ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Servicio Meteorológico Nacional. (2019). Caracterización: Estadísticas de largo plazo.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-pelkonen, V., Ka, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure : A literature review. *Landscape and urban planning*, 81, 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social – ecological Systems. *Ecology and Society*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.95.258101>

Zubelzu Mínguez, S., & Allende Álvarez, F. (2014). El concepto de paisaje y sus elementos constituyentes: requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n1.41369>

Zulaica, L., & Ferraro, R. (2013). Lineamientos para el ordenamiento del periurbano de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), a partir de la definición de sistemas territoriales. *Geografía em Questão*, 06(1), 202-230.