ESTRATEGIAS AMBIENTALES PARA LA REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO



EDWARD ALEX RODÍGUEZ BARREDA

EDITORIAL NAVEGANTE

Edward Alex Rodríguez Barreda

Correo de contacto: edurodba1000@hotmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4942-2656

Afiliación: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa



ESTRATEGIAS AMBIENTALES PARA
LA REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EDWARD ALEX RODRÍGUEZ BARREDA

EDITORIAL
NAVEGANTE

Todas nuestras publicaciones son sometidas a revisión doble-ciego de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación cuenta con licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN 978-628-95261-3-4

© Edward Alex Rodríguez Barreda

© Editorial Navegante

Cra 22 N° 35-40 Oficina 217, Edificio Apolo, Bucaramanga, Colombia
www.editorialnavegante.com

Este libro es resultado de la investigación *Hacia la pequeña escala a través del análisis climático: el caso del parque principal de Son Oliva/Hostalets-Palma de Mallorca*, realizada en Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos

Diseño de carátula y composición: Rodrigo Medrano Serrano
Edición electrónica: Editorial Navegante

Editado en Colombia
Published in Colombia

ESTRATEGIAS AMBIENTALES PARA
LA REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

EDWARD ALEX RODRÍGUEZ BARREDA

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS 9

ÍNDICE DE FIGURAS 10

PRESENTACIÓN 13

CAPÍTULO I

EL CAMBIO CLIMÁTICO: UNA PROBLEMÁTICA GLOBAL ACTUAL 15

1.1. Cambio climático: una aproximación general 16

1.2. El fenómeno natural del efecto invernadero (EI) 20

1.3. Efecto invernadero (EI): factores antrópicos 22

1.4. Consecuencias del cambio climático 32

CAPÍTULO II

LA ISLA MALLORCA: RECEPTORA PRIMARIA DE LAS MANIFESTACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO 39

2.1. Aspectos generales sobre la isla Mallorca 41

2.2. Actualidad sobre los cambios climáticos en la isla Mallorca 47

2.3. Actualidad sobre los cambios climáticos en la isla Mallorca 55

2.4. Mecanismos de defensa contra el cambio climático 61

CAPÍTULO III
ESTRATEGIAS AMBIENTALES EN LAS ZONAS URBANAS PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO **65**

3.1. La gestión ambiental urbana en el marco del cambio climático **66**

3.3. La importancia de la sostenibilidad urbana **71**

3.4. Plan de ordenamiento territorial **73**

3.5. Creación y conservación de infraestructura verde en las zonas urbanas **79**

3.6. Influencia de los climatopes o mapas climáticos **83**

3.7. La búsqueda del confort térmico en las ciudades urbanas **85**

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS SOBRE LA INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ISLA DE MALLORCA Y PLAN DE ACCIÓN PARA CONTRARRESTARLO **89**

CAPÍTULO V
REFLEXIONES FINALES SOBRE EL IMPACTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ISLA DE MALLORCA 119

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud de la costa por islas 42

Tabla 2. Población residente por sexo. Serie de 1998 y 2020 44

Tabla 3. Categorías de estrés térmico según el índice UTCI 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales elementos naturales que componen la atmósfera **19**

Figura 2. Aumento de la población desde 1950 hasta 2050 **25**

Figura 3. Distribución porcentual del consumo energético mundial según la fuente de energía (2019) **27**

Figura 4. Mapa de las Islas Baleares **42**

Figura 5. Mapa y leyenda de la isla Mallorca **43**

Figura 6. Población residente por tipo de municipio. Series de 1998 a 2020 **44**

Figura 7. Evolución de la población por núcleo y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020 **45**

Figura 8. Evolución de la población por diseminado y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020 **46**

Figura 9. Evolución de la población por diseminado y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020 **46**

Figura 10. Número de turistas según comunidad autónoma de destino principal. Movimientos turísticos en fronteras, Balears, Illes, Tipo de dato **51**

Figura 11. Número de turistas según comunidad autónoma de destino principal. Movimientos turísticos en fronteras, Balears, Illes, Tipo de dato **51**

Figura 12. Calculador de carbono-vuelo **53**

Figura 13. Riesgos de los impactos climáticos en el turismo en las Islas Baleares **56**

Figura 14. Tendencias de las temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones en las Islas Baleares (1951-2018) **57**

Figura 15. Proyecciones sobre el incremento de temperaturas en la Isla de Mallorca **58**

Figura 16. Proyecciones sobre las precipitaciones en la Isla de Mallorca **59**

Figura 17. Escenarios futuros de temperatura, precipitación y evapotranspiración en AMPM **60**

Figura 18. Gestión ambiental mediante la reducción de residuos urbanos **69**

Figura 19. Jerarquía de los residuos **70**

Figura 20. Elaboración del plan de ordenamiento territorial (POT) **76**

Figura 21. Propuesta para la arborización del sector viario (1) **80**

Figura 22. Propuesta para la arborización del sector viario (2) **81**

Figura 23. Municipios de Palma de Mallorca, 2021 **92**

Figura 24. Modis 1st verano día **93**

Figura 25. Identificación de las tres posibilidades **94**

Figura 26. Mapa de la elección: Hostalets **95**

Figura 27. Modelado para envi_met **96**

Figura 28. Indicador de temperatura **98**

Figura 29. Niveles de comodidad de la humedad el 22 de julio **100**
Figura 30. Niveles de comodidad de la humedad el 22 de julio **102**
Figura 31. Climatopes ámbito de estudio y su entorno **103**
Figura 32. Climatopes ámbito de estudio y su entorno **104**
Figura 33. Simulación de la propuesta **106**
Figura 34. Olmo (Ulmus minor) **107**
Figura 35. Ficus (Ficus macrophylla) **107**
Figura 36. Temperatura del aire situación inicial **108**
Figura 37. Temperatura del aire luego de la simulación de la propuesta **109**
Figura 38. Velocidad del viento situación actual **110**
Figura 39. Velocidad del viento luego de la simulación de la propuesta **111**
Figura 40. Humedad relativa situación actual **112**
Figura 41. Humedad relativa luego de la simulación de la propuesta **113**
Figura 42. Temperatura de la superficie actual **114**
Figura 43. Temperatura de la superficie luego de la simulación de la propuesta **115**

PRESENTACIÓN

El calentamiento global es una realidad a la que el ser humano se enfrenta diariamente; sin embargo, no ha logrado solucionarlo o reducir su impacto sobre el planeta Tierra, sino que continúa realizando acciones que fomentan la destrucción de la capa de ozono y el calentamiento de la superficie terrestre. La emisión de los gases de efecto invernadero (GEI), la masiva industrialización, el incremento de la circulación de automóviles, la sobrepoblación, la contaminación del suelo y del agua, la construcción de infraestructuras urbanas y la reducción de los espacios verdes en zonas urbanas son factores que han generado y fortalecido las problemáticas del calentamiento global y el efecto invernadero (Paterson, 2017).

La consecuencia del desarrollo de ambos procesos es el cambio climático global. Este se figura como la variación brusca del clima en cualquier territorio, el cual puede durar un gran periodo de tiempo y ocasionar la modificación de las estaciones y desencadenar con mas fuerza los fenómenos naturales. El cambio climático continúa sacudiendo y destruyendo los ecosistemas del planeta, tales como los glaciares, los grandes bosques, las reservas acuíferas y demás (Salas y Maldonado, 2019). Sin embargo, las acciones humanas no ayudan a frenar este avance, sino que lo siguen alimentando.

Asimismo, cabe recalcar que algunas zonas del globo son las más golpeadas por el calentamiento global, debido a factores geológicos y ambientales que las convierten en zonas altamente vulnerables a las variaciones cli-

máticas. Una de ellas es la zona del Mediterráneo, específicamente, la isla de Mallorca, donde se ha evidenciado, en los últimos 20 años, el impacto negativo del cambio climático producto de la gran urbanización de sus ciudades, la falta de infraestructuras verdes y la gran presencia del turismo contaminante (Olcina, 2020).

En ese sentido, en el presente estudio se pretende analizar los factores que promueven la influencia negativa de las variaciones climáticas en Mallorca y crear un plan estratégico para contrarrestar el impacto de los fenómenos naturales en esta isla. Para ello, se utilizan dos herramientas: 1. El plan de ordenamiento territorial para distribuir equitativamente los espacios urbanos y no urbanizables, de modo que se logre arborizar a la urbe, y 2. Los climatopes o mapas climáticos para reconocer los microclimas de cada región y poder realizar una mejor gestión del territorio.

CAPÍTULO I
EL CAMBIO CLIMÁTICO: UNA PROBLEMÁTICA GLOBAL ACTUAL

El cambio climático se puede definir como la variación que presenta el clima a raíz de los cambios en la composición de la atmósfera producto de factores naturales y de actividades humanas (Arías *et al.*, 2021). No obstante, esta definición técnica no refleja el problema que implica hablar de cambio climático y tampoco enfatiza el factor o causa preponderante que alteraría significativamente la composición atmosférica de tal manera que genere un cambio notorio en el clima. El problema al que se alude consiste en señalar las consecuencias que desencadena la variación del clima en el planeta y el factor principal que provoca los cambios en la composición atmosférica es el ser humano a través de las actividades que desarrolla.

Actualmente, según Hermi (2021), el cambio climático que atraviesa el planeta se debe en gran medida al calentamiento global producto del aumento progresivo del efecto invernadero (EI). El deterioro de la criósfera, el aumento del nivel del mar, las olas de calor que se intensifican cada año, el aumento de los incendios forestales y el desarrollo más frecuente e intenso de fenómenos naturales, etc., son consecuencias que manifiesta la naturaleza ante las actividades que el ser humano desarrolla. Mientras que el aumento poblacional, el aumento de consumo de energía

de materiales fósiles, el desarrollo industrial, el sistema de transporte, el sistema agropecuario, etc., son algunas de las actividades que el hombre desarrolla a gran escala y que están causando un daño irremediable a la naturaleza. Sin embargo, antes de enfocarse en la problemática, las causas y las consecuencias que implica el cambio climático, es pertinente conocer algunas nociones básicas referentes al tema para, de esta manera, tener una mejor comprensión de las dimensiones que implica el cambio climático.

1.1. Cambio climático: una aproximación general

El par de conceptos que en la vida cotidiana suelen confundirse son los conceptos de clima y tiempo. Ejemplo de este revés son las afirmaciones "qué buen clima se tiene hoy" o "ayer el clima era muy caluroso". Usualmente estás afirmaciones pretenden describir o referirse, no al clima, sino al tiempo, específicamente al tiempo atmosférico. Además, una diferencia básica y elemental entre el tiempo y el clima es el intervalo de tiempo que se abarca (Organización de las Naciones Unidas, 2020). Entonces, se puede afirmar que con el concepto de clima se alude a las condiciones de variabilidad, durante periodos prolongados, de las precipitaciones, los niveles de temperatura, humedad, condiciones eólicas, etc., que presenta una región. En otras palabras, sería una evaluación de las condiciones atmosféricas, oceánicas e incluso terrestres dentro de un periodo significativo de tiempo (Gómez *et al.*, 2021). Mientras que el concepto de tiempo se refiere a las condiciones climáticas que se presentan

en un intervalo de horas durante el mismo día, un día o incluso durante varios días en una semana. Es decir, describe hechos tales como qué niveles de temperatura se presentarán durante el día, señala si ha de llover o si el día será nublado, etc.

Por otra parte, según Molina (2017), es pertinente señalar que los cambios climáticos no surgen a raíz exclusiva de factores antrópicos, puesto que como fenómeno de la naturaleza el clima también presenta factores naturales que condicionan su variación:

Cambios en la energía solar: es producto de las propias variaciones internas en la actividad del sol. Los cambios son apreciables en intervalos extremadamente largos de tiempo

Cambios en la órbita de la tierra: De igual manera son cambios en elipticidad, inclinación y precisión de la tierra que se producen en periodos largos de tiempo.

Inclinación del eje de la tierra: El eje de la tierra es de 23.5°, lo cual permite una mayor diversidad de climas.

Actividad Volcánica: La actividad volcánica produce, principalmente dióxido de carbono y dióxido de azufre que al oxidarse se transforman en gotas de ácido sulfúrico. Estos elementos se encargan de reflejar la

radiación solar hacia el exterior, regulando de esta manera la temperatura del planeta (De Morales *et al.*, 2020).

Presencia de aerosoles de origen natural: Gracias a los gases producto de la actividad volcánica en la estratósfera se forman algunos tipos de aerosoles, también se debe a las partículas de polvo que se encuentran en los grandes desiertos del mundo. El principal efecto que generan estos aerosoles es que permiten reflejar la radiación solar que entra a la tierra hacia el espacio exterior.

En segundo lugar, se tiene a la atmósfera, la cual es un elemento esencial para la tierra y para los seres que habitan en ella, puesto que la atmósfera es la que condición de posibilidad de los climas tanto a una escala global como regional. La atmósfera se puede definir, según Mendoza de Armas (2017), didácticamente, como una capa que presenta varios pliegues y elementos químicos que permite la protección y filtro de la radiación solar. En cuanto a sus características físicas se puede señalar que es en la troposfera donde ocurren los cambios más importantes que eventualmente condicionan las características que pueda presentar el clima. No obstante, cabe mencionar, que la estratósfera también influye en algún grado en las variaciones del clima, mientras que el resto de los estratos atmosféricos desempeñan un papel casi nulo en su desarrollo.

Figura 1. Principales elementos naturales que componen la atmósfera



Nota. Tomada de Molina (2017)

De los elementos que pueden visualizarse en la figura mostrada, cabe mencionar que el metano (CH4) y el óxido nitroso (N2O), dentro del conjunto de elementos que se retienen la radiación solar, son los que menor impacto generan, le siguen los clorofluorocarbonos (CFC), elementos que no aparecen en la Figura 1 puesto que no son elementos naturales de la atmósfera, sino que ha sido creado por el ser humano. Finalmente, el dióxido de carbono (CO2) junto al vapor de agua son los elementos que mayor capacidad de retención presentan, aunque estrictamente hablando, el vapor de agua tiene un poder de bloqueo sobre la radiación solar aún mayor. De ahí que las variaciones en cualquiera de los niveles de estos gases condicionan el estado del clima, así como la temperatura de la tierra (Ramón *et al.*, 2021).

La radiación solar, según la Agencia Estatal de Meteorología *et al.* (2018), es una forma de energía electromagnética que irradia el sol y que llega hacia la atmósfera del planeta tierra. En condiciones normales se asume que el 30% por ciento de aquella energía es reflejada de vuelta hacia el espacio gracias a la acción de las nubes, los nevados, glaciares y la nieve; mientras que el 70% restante es absorbida por la superficie terrestre y los océanos. Ahora bien, la manera de cómo impactan aquella radiación sobre la superficie de la tierra no es homogénea, puesto que la tierra al tener una forma ovalada genera que la radiación impacte perpendicularmente en la zona ecuatorial, produciendo mayores niveles de temperatura y fomentado el desarrollo de climas tropicales; por su parte, en la zona polares el impacto se realiza de manera tangencial , de tal manera que los niveles de temperatura son relativamente más bajos y, por ende, presente un clima marcadamente frío.

1.2. El fenómeno natural del efecto invernadero (EI)

El efecto invernadero (EI) es un fenómeno natural que lejos de ser perjudicial para la vida en la tierra, es uno de los fenómenos de la naturaleza que ha permitido el desarrollo y sostén de diversos organismos biológicos en el planeta. El EI consiste en la retención de la radiación térmica que desprende la superficie terrestre y oceánica del planeta con la finalidad de mantener la temperatura promedio de la Tierra. La radiación térmica que emana la superficie de la tierra es producto de la radiación solar que ha

penetrado a través de la atmósfera y cuando esta energía se refleja, parte de ella, queda atrapada en la atmósfera y es devuelta hacia la superficie por la acción de los gases de efecto de invernadero (GEI). Estos gases, justamente, son los responsables del equilibrio térmico de nuestro planeta. A continuación, se señalan su nombre, origen y nomenclatura (Agencia Estatal de Meteorología *et al.*, 2018):

De origen natural y antropogénico

- **Vapor de agua (H2O)**
- **Dióxido de carbono (CO2)**
- **Óxido Nitroso (N2O),**
- **Metano (CH4)**
- **Ozono (O3)**

De origen antropogénico

- **Hidrofluorocarbono (HFC)**
- **Perfluorocarbonos (PFC)**
- **Hexafluoruro de Azufre (SF6)**

De todos los gases mencionados, según Saynes (2016), el CO2 es el gas más relevante del EI, puesto que gracias a su acción el vapor de agua se condensa en cantidades estables, permitiendo el proceso continuo del

EI. Cabe señalar que, si el fenómeno natural no se daría en la naturaleza, la temperatura promedio de nuestro planeta sería de -18 C°; no obstante, ese no es el caso; por ello la temperatura promedio es de 14 o 15 C°.

Como se puede apreciar, el fenómeno del EI no es algo perjudicial o dañino en sí mismo; al contrario de lo que se supone, es un fenómeno intrínseco y beneficioso para el planeta Tierra, así como para todos los seres que habitan en ella. Sin embargo, tal como afirma Paricahua (2021), cuando los gases responsables del EI varían en su cantidad, entonces se torna perjudicial para la naturaleza en general. En la situación actual, los GEI han aumentado considerablemente, en especial, el CO2, debido principalmente a la enorme actividad industrial que el hombre ha desarrollado en poco más de dos siglos. Entonces, la pregunta que surge es: ¿Qué o cuáles son los factores que provocan o han provocado un aumento considerable de los GEI? A continuación, se tratará de responder a esta pregunta al señalar algunos factores que se han considerado relevantes para el caso, en tanto han generado un impacto directo y visible en el aumento de los GEI.

1.3. Efecto invernadero (EI): factores antrópicos

El factor antrópico es el responsable directo de generar un desequilibrio y aumento progresivo del EI, puesto que la cantidad de población aumenta exponencialmente, a tal grado que actualmente oscila

entre los 7,5 billones de habitantes. Además, se debe considerar el enorme desarrollo industrial que se ha producido en los últimos dos siglos, lo que ha generado un desarrollo económico y una mejora en la calidad de vida, sin embargo, también ha generado una fuerte dependencia por los recursos fósiles, a causa de satisfacer la gran demanda de energía que se ha intensificado. Asimismo, según Celi (2018), se debe considerar el desarrollo urbano y la modernización del sistema de transporte, los cuales han generado una modificación de los espacios naturales, producto del aumento poblacional, de tal manera que generado grandes cambios en los ecosistemas del planeta al afectar la biodiversidad y el hábitat de la fauna y la flora silvestre. No obstante, el mayor impacto que ha tenido la actividad antrópica en la naturaleza es el cambio climático que ha desencadenado producto de la contaminación ambiental y del calentamiento global que ha generado (Oficina Española de Cambio Climático, 2019).

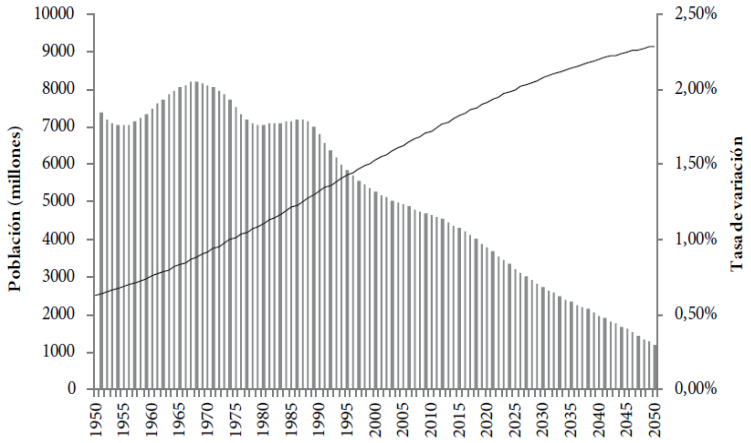
Aumento de la población

Aunque en primera instancia el aumento de población no se presente como una causa directa; sin embargo, se asume que es el factor que yace o está detrás de los otros factores que usualmente y con más claridad se relacionan con el aumento de los GEI. La razón se debe, según Alvarado *et al.* (2018), a una simple correlación de proporcionalidad directa: entre mayor es la cantidad de habitantes en el planeta; entonces mayor es la

cantidad de recursos que se necesitarán para mantener a la población. Además, se debe recordar un principio básico en economía que sostiene que los recursos de la naturaleza con los que el ser humano cuenta son, en su mayoría, limitados; mientras que las necesidades que los seres humanos manifiestan son ilimitadas. Entonces, como se puede inferir, el aumento de la población a largo plazo implica una demanda de recursos naturales que en un momento dado va a trascender las posibilidades de producción de nuestro planeta. Lamentablemente, este escenario ya ha llegado, puesto que, según Hermi (2021), en el año 2018 para satisfacer las necesidades de los individuos, empresas, gobiernos y la sociedad mundial en general, se necesitaría de los recursos de 1,7 planetas Tierras. Es decir, la especie humana consume casi el doble de recurso de lo que puede generar el planeta.

Como se ha mencionado, la causa de ello es la sobrepoblación, que en los últimos 70 se ha triplicado en número; por ejemplo, en el año de 1950 la población estimada era de 2.7 billones, mientras que en el año 2019 la población ascendió a 7.7 billones. Además, también se ha producido un cambio drástico en el aumento de la población urbana, ya que en el año de 1970 la población urbana ascendía a 1,3 billones, mientras que en el año 2019 el número se había triplicado, puesto que alcanzaba picos de 4.3 millones de habitantes urbanos (United Nations, 2019).

Figura 2. *Aumento de la población desde 1950 hasta 2050*



Nota. Tomado de Alvarado *et al.* (2018)

En la Figura 2 se puede observar como el número de la población a nivel mundial ha ido aumentando significativamente, además se visualiza una proyección alarmante, puesto que se calcula que para el año 2050 la población mundial alcanzará en promedio los 10 billones de habitantes.

Como se afirmó en líneas anteriores, la sobrepoblación es una causa subyacente del aumento de los GEI; puesto que, al aumentar la población, aumenta el consumo de recursos, el desarrollo agrícola, el desarrollo industrial, el desarrollo tecnológico; en otras palabras, aumenta la demanda de energía per cápita por persona (Bouroncle *et al.*, 2019). En los siguientes apartados se brindará un recuento de cómo estos factores originan un incremento de los GEI.

Aumento de la demanda de energía

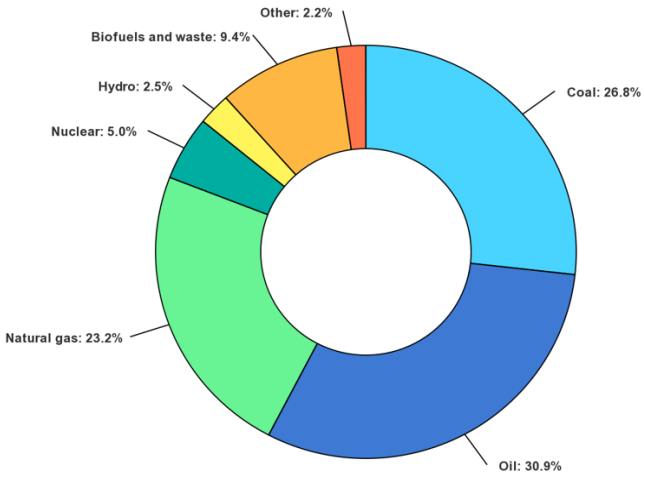
Se debe recordar que todos los bienes, servicios y recursos con los que se cuenta actualmente demandan un consumo de energía para su producción. Por ejemplo, para la elaboración de un bien, primero se debe obtener la materia prima, luego se debe procesar aquella materia en una fábrica y posteriormente trasladar aquel producto hacia el mercado, lugar donde será ofrecido para su consumo (Hernández, 2021).

No obstante, el proceso no culmina ahí, puesto que posiblemente aquel bien genere un residuo que tendrá que ser trasladado a un depósito para su almacén o reciclaje. Todo este proceso que se ha explicado de manera genérica y sucinta permite dar cuenta de que cada etapa demanda un consumo de energía, sobre todo el consumo de combustibles fósiles, tales como el petróleo, el carbón y el gas natural. Ahora bien, imagínese este escenario a una escala global, el nivel de energía que se necesita y consume para producir todos los bienes, servicios, así como recursos de nuestra sociedad es sumamente enorme.

Tal como señala Bouroncle *et al.* (2019), si el aumento de la población se triplicó en los últimos 60 años, los niveles de consumo de energía también han tenido un aumento significativo. Es así que el aumento de la demanda de los combustibles fósiles, ha provocado un aumento considerable de los GEI. Aunque, cabe precisar, que es el CO2 el que ha

presentado un aumento enorme en los últimos años, puesto que es el gas que más se libera con el uso del petróleo, el gas natural y el carbón.

Figura 3. *Distribución porcentual del consumo energético mundial según la fuente de energía (2019)*



Nota. Tomado de International Energy Agency (2019)

En la Figura 3 se puede apreciar que el petróleo es la fuente de energía más usada con un 30.9%, seguido del carbón con un 26.8 %, mientras que el gas natural ocupa el tercer lugar con un 23.2%.

La correlación entre el consumo energético y las emisiones de CO2 a nivel mundial tienen una relación de proporcionalidad directa, puesto que en los últimos 70 años se ha presentado un aumento de los niveles de CO2 en diversos países a raíz del sistema de transporte y del sector industrial, ya

que el primero de ellos representa el 26%, mientras que el segundo sector representa el 19% del volumen total de emisiones de GEI. Por otro lado, según la ONU (2020), los países que mayor cantidad de CO2 emiten son China y EEUU, puesto que son los países que mayor cantidad de petróleo importan anualmente. Es así que para el año 2019 solo el 65% de las emisiones de CO2 a nivel mundial, tenían su origen en China, EEUU, los 27 países de la Unión Europea y la India.

Además, según lo señala Molina et al., (2017), si se establece una comparación entre las emisiones de CO2, CH4 por ppm y N20 por ppb entre el año 1750 y el año 2016 se podrá notar el aumento alarmante de estos gases en la atmósfera terrestre. Por ejemplo, el N2O pasó de 280 ppb ha 330 ppb, el CH4 varió de 0,7 ppm a 1,8 ppm, mientras que el CO2 aumentó de 280 ppm a 400 ppm. Como se puede apreciar el aumento del CO2, es un problema alarmante, puesto que los niveles normales antes de la era industrial oscilaban entre los 200 ppm y los 280 ppm, pero desde el inicio de la Revolución Industrial los volúmenes de CO2 han alcanzado niveles históricos sin precedentes en poco más de 200 años.

Sector transporte

El sector transporte, según Lempert et al (2021), es el segundo sector después del sector energético que produce mayores tasas de CO2, puesto

que el combustible fósil por excelencia que se utiliza es el petróleo y sus derivados. Además, se debe recordar que el sector de transporte está inmerso en casi todas las actividades cotidianas, comerciales y sociales que el ser humano realiza (Celi, 2018). Se usa el transporte para el desplazamiento de la población en territorio nacional e internacional y también se utiliza el transporte para el desplazamiento de materias primas, alimentos, tecnología, artículos de lujo; en suma, para la movilización de todo tipo de productos y mercancías que el sistema económico comercial a escala global demanda. Según el IEA (2019), el año 2018 el sector transporte produjo 8258,0 Mt CO2, mientras que en el año de 1990 los niveles de emisión de carbono por parte de este sector oscilan los 4609,0 Mt CO2; es decir, en solo 28 años los niveles de emisión de CO2 se han duplicado.

Industria alimentaria

Otro sector que contribuye al aumento de los GEI, según Pazos et al (2016), es el sector de la industria alimentaria, puesto que representa el 14% de las emisiones de gases GEI. No obstante, pese a su porcentaje aparentemente bajo, es uno de los sectores que más impacto genera en el medio ambiente, puesto que los gases que emite son el N2O y el CH4. Ambos gases tienen mayor capacidad de retención de radiación infrarroja que el CO2, lo cual genera un aumento del efecto invernadero y, por ende,

un cambio global en el clima del planeta. Por ejemplo, el CH4 posee 28 veces más capacidad de retención que el CO2, mientras que el N2O tiene una capacidad de retención que es 265 veces superior. En la industria alimentaria el N20 ha aumentado a raíz del uso desmedido de fertilizantes. A tal grado que se estima que más de 100 Tg se están añadiendo a los suelos en términos anuales.

Todo este proceso empezó a partir de la década de los 50', aunque a inicios de los 60' recién se consolidaba lo que se ha denominado como la famosa Revolución Verde. Esta revolución contó con la participación de la Fundación Ford como la Fundación Rockefeller, así como el asesoramiento del científico Norman Bourlag (Chilón, 2017). La finalidad de esta revolución era aumentar la producción de alimentos de tal manera que pudiera satisfacer la demanda creciente de la población mundial. Para ello, era necesario implementar una serie de medidas; por ejemplo, para aumentar el rendimiento de las cosechas, se hizo necesario el uso de fertilizantes químicos, los cuales implican una mayor emanación de N2O y el CH4. Asimismo, se empleó herbicidas químicos, para el control de hierbas y plantas no deseadas, también se utilizó pesticidas e insecticidas para combatir a las plagas que amenazaban la cosecha y se intensificó considerablemente el consumo de agua para el sistema de riego. Todos estos, tal como lo remarca Gómez et al., (2021), estos cambios se suman a la transformación de la maquinaria y tecnología agrícola que necesitan de recursos energéticos no renovables para su operación, tales como el

petróleo y el gas. Por último, cabe señalar que el avance de la industria alimentaria ha implicado un deterioro de los suelos y una demanda por la expansión de terrenos para el consumo agrícola a gran escala, provocando serios desbalances en el ciclo del carbono, así como una pérdida de la biodiversidad del planeta.

Deforestación

Otro factor importante a señalar es la deforestación, aunque no desempeña un papel directo en el sentido de aumentar los niveles de GEI, sino que su efecto radica en que su actividad impide que el dióxido de carbono se absorba y, por ende, disminuye en el medio ambiente. Tal como remarca Saynes (2016), se debe recordar que las diversas especies de plantas en la naturaleza son las que se encargan de absorber el CO2 como parte de su proceso fotosintético; así como liberan cantidades ingentes de oxígeno al medio ambiente, de tal manera que las plantas se convierten en elemento esencial para la supervivencia de varias especies de seres vivos en el planeta. Por eso las grandes extensiones de áreas verdes que se encuentran en a lo largo de la superficie terrestre desempeñan un papel vital en la regulación del clima, de tal manera que cuando son afectado por procesos de deforestación, las consecuencias que se derivan en el medio ambiente son prácticamente irreparables (Chilón, 2017).

1.4. Consecuencias del cambio climático

El aumento de las emisiones de los GEI está provocando una continua elevación de la temperatura del planeta que, a su vez, está generando una serie de cambios drásticos en el clima. Por estas razones, desde la década del 60´ distintas organizaciones vienen desarrollando investigaciones, mediciones, pronósticos, etc., con la finalidad de informar y concientizar sobre los cambios que se están produciendo en el planeta, de tal manera que se pueda revertir este proceso de destrucción del hábitat global en el que se vive. Ejemplo de algunas de estas organizaciones, tal como muestra Hermi (2021), son el World Climate Research Programme (1980), Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fundado en 1988, World Wildlife Fund (WWF) fundado en 1961, Global Carbón Proyect (2001) y Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) fundada en 2010.

No obstante, a pesar de los esfuerzos de las distintas organizaciones por concientizar a la ciudadanía, los gobiernos de turno y a los sectores industriales, las actividades humanas que provocan alteraciones en el clima y sistema ecológico del planeta no cesan de realizarse. De ahí que las consecuencias que se derivan de este cambio climático se agudizan a tal grado que deterioran la biodiversidad de los ecosistemas, como la diversidad de fauna y flora silvestre. Asimismo, genera periodos de sequía y escasez de

agua que repercute en poblaciones en vías de desarrollo, también ocasiona la disminución de las superficies glaciares que provocan un aumento en el nivel del mar. Y, finalmente, se podría decir, que el cambio climático genera que los fenómenos naturales que se presentaban en ciclos regulares se intensifiquen tanto en su magnitud como su frecuencia generando miles de muertes y destrucción masiva de los hábitats tanto de animales, como de seres humanos (Rodríguez, 2018).

Puesto que las consecuencias que se derivan del cambio climático, producto del calentamiento global son múltiples y, por otro lado, repercuten en diversos ámbitos y planos, a continuación, se tratará de brindar un alcance sobre las consecuencias más alarmantes que provoca el calentamiento global en el deterioro del manto glaciar y en el impacto de la biodiversidad del planeta.

Deterioro de la criósfera y aumento del nivel del mar

Una de las consecuencias que origina el calentamiento global es el deterioro de la criósfera y el aumento del nivel del mar. La criósfera se refiere a la parte de la superficie terrestre del planeta tierra que está cubierta por glaciares y mantos de hielo. En términos de porcentaje, representa el 10% de la superficie del planeta. Este deterioro de la criósfera, según la Oficina Española de Cambio Climático (2019), tiene por causa el aumento de la temperatura ambiental y el aumento de la temperatura de la superficie

de los océanos. Ambos factores provocan un deshielo considerable sobre todo en las zonas de Groenlandia y la Antártida, lo que trae por resultado una reducción de los glaciares, mantos de hielo y una disminución de las capas de permafrost, el cual alude a una capa de tierra, hielo y material orgánico que permanece en temperaturas bajo cero por un periodo prolongado de tiempo.

Además, las grandes cordilleras del mundo, como los Alpes, el Himalaya o los Andes también se ven afectadas por el deshielo, lo que genera a corto plazo posibles inundaciones y, a largo plazo, una disminución de los recursos hídricos para las comunidades aledañas a las cordilleras. Y una de las consecuencias que se deriva de este deshielo, según acota Hernández (2021), es el aumento progresivo del nivel del mar lo que genera una gran preocupación en las comunidades costeras, puesto que al encontrarse próximas al mar se exponen a una serie de peligros naturales, tales como los ciclones tropicales, así como las inundaciones. También genera una preocupación en zonas como Bangladesh o Países Bajos, puesto que se encuentran situados a pocos metros del nivel del mar. Asimismo, la frecuencia de avalanchas, corrimientos de tierra y desprendimiento de los casquetes polares se darán con mayor frecuencia, afectando la distribución de las especies y la obtención de recursos hídricos. Finalmente, cabe acotar, que los lugares que se verán más afectados serán las zonas antárticas y las zonas de montaña alta, puesto que son más sensibles al cambio de temperatura producto de la variación del clima.

Disminución de la biodiversidad

Desde la revolución industrial, según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016), la actividad humana se convirtió en uno de los principales factores que afectó a la biodiversidad al arrasar con grandes superficies de bosques, praderas, humedales, etc. Sin embargo, actualmente el cambio climático, producto también del factor humano, ha empezado a dañar ecológicamente la biodiversidad de nuestro planeta. Es así que, en cada región del continente desde 1970 hasta el 2020 se ha presentado una disminución de las especies de flora y fauna silvestre. Por ejemplo, el Índice Planeta Vivo Global, el cual es una unidad de medida que la abundancia media de especies en una región, ha presentado una disminución del 68% a nivel mundial. En el caso de Norte América la reducción ha sido de 33%, en Europa es de 24%, Asía presentó una reducción del 45%, África del 65%, mientras que América del Sur presentó una reducción alarmante del 94% desde 1970 hasta el 2020.

Por otra parte, producto del incremento de la temperatura en la superficie del mar, se desencadena un proceso de acidificación del océano, es decir, una reducción del ph del agua y también está aumentando las zonas donde el oxígeno no es abundante (World Wildlife Fund, 2020). Todos estos cambios en el mar tienen consecuencias ecológicas considerables, tales como la muerte de corales debido a su blanqueamiento, migración de especies, lo cual provoca reestructuración o pérdida de hábitats, cambios en los ciclos

reproductivos y aparición o aumento de enfermedades.

En cuanto a las especies en extinción, según León et al., (2018), se calcula que una de cada cinco está en peligro a raíz del cambio climático, sobre todo por los aumentos de temperaturas que se registran en diversas zonas del planeta. Un caso resaltante es el de la colonia de zorros voladores de anteojos, puesto que está especie tolera el calor hasta un promedio de 42C°, sin embargo, debido al cambio climático, estos niveles de temperatura se han visto rebasados, de tal manera que aquella especie se ve en la necesidad de migrar desesperadamente en busca de refugio más frescos. En todo este proceso de cambio y adaptación a un nuevo hábitat se calcula que, entre 1994 y 2007, han muerto unos 30.000 zorros voladores de una especie que solo cuenta en promedio con 100 000 individuos, producto de las olas intensas de calor. Por el contrario, quien no ha sobrevivido, lamentablemente, a este proceso de cambio climático, es el Melomys rubicola de Cayo Bramble, un roedor que en el 2016 fue declarado extinto (WWF, 2020).

El impacto que las actividades antrópicas y las consecuencias del cambio climático producen en la naturaleza están produciendo enormes daños ecológicos que amenazan con acabar la vida en la tierra (Agencia Estatal de Meteorología,2018). No obstante, el ser humano parece hacer caso omiso a las advertencias, y se muestra lejos de tomar conciencia de la problemática y mostrar un cambio de actitud, así como desarrollar políticas de prevención que coadyuven a reducir en algún grado el impacto ambiental. Se debe recordar el valor que tiene la naturaleza tanto para la especie humana, como la vida

en general, puesto que la naturaleza es la que proporciona energía, alimentos, recursos medicinales y químicos, permite creación de hábitats, la protección y conservación de los suelos, regulación de la calidad de aire y la regulación del clima, entre otros. Por estas razones, según Paricahua (2021), el cuidado de la biodiversidad, el clima, el medio ambiente y la naturaleza son tareas imprescindibles que el ser humano tiene que empezar a realizar con mayor exhaustividad si desea tener un lugar sostenible donde poder habitar.

CAPÍTULO II
LA ISLA MALLORCA: RECEPTORA PRIMARIA DE LAS MANIFESTACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las diversas actividades económicas y humanas son dependientes, inevitablemente, de las condiciones climáticas, por lo que el cambio climático afecta de manera directa. Es de esta manera que se generan tanto inundaciones, subidas del nivel del mar, enfermedades, migraciones masivas, así como efectos adversos en los diversos sectores productivos (Espinosa, 2017). Así, el incremento de las temperaturas tiene consecuencias medioambientales, sociales y económicas.

Así, los cambios climáticos responden a la transformación del clima producto de la injerencia de la actividad humana, lo que ocasiona una alteración de la atmósfera y un marcado cambio de las condiciones normales del clima que se hacen evidentemente apreciables a través del tiempo a nivel comparativo (Heredia, 2018).

En relación a lo que se ha dilucidado a lo largo del presente trabajo de investigación, se encuentra el detrimento de la infraestructura. Además, así como las emisiones de los combustibles fósiles generan la mayor cantidad de concentración de dióxido de carbono en la atmósfera -lo que ha aumentado en un 30 % desde la era preindustrial- también están las

emisiones generadas por el cambio de suelo (Architector, 2019), por lo que la planificación urbana cumple un rol importante.

En este sentido, se genera un impacto negativo en la temperatura media global y en el crecimiento constante del nivel del mar, así como a la economía, por verse afectado el sector turismo, de transporte, energético, entre otros.

Concretamente, el mayor impacto que ejercen los cambios climáticos en España es la falta de agua y los considerables aumentos de temperatura, lo que desencadena, entre otras problemáticas, el aumento de la frecuencia de sequías (Espinosa, 2017).

Además, en los últimos años, se evidencia un fuerte impacto de un fenómeno denominado la *isla de calor urbana* que, parafraseando a Alomar *et al.* (2018), consiste en la variabilidad de la temperatura estable de los centros urbanos, en contraste con el entorno rural.

Los mencionados cambios climáticos generan gravitantes problemáticas en las Islas Baleares. Así, todas aquellas actividades concernientes a la emisión de gases de efecto invernadero merecen otro trato o un replanteamiento de su uso, ya que ocasionan el deterioro de las condiciones normales en las que se vive. Solo así se encontrará la posibilidad de hacer compatible tanto el

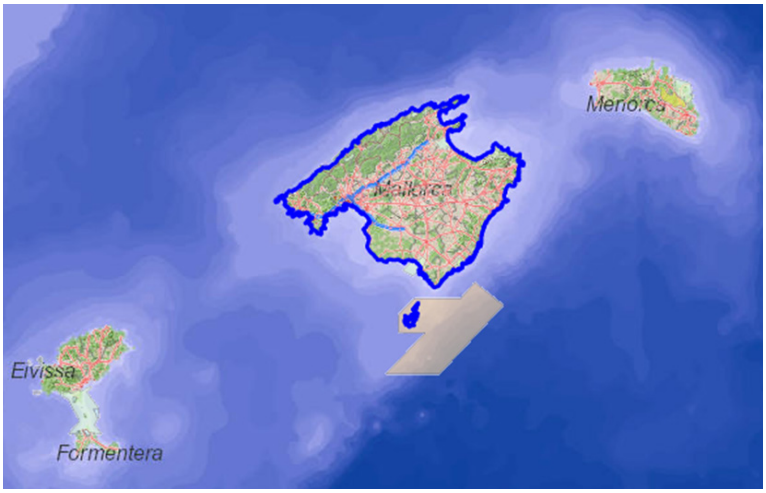
crecimiento económico como el poblacional y la preservación del medio ambiente (Architector, 2019).

2.1 Aspectos generales sobre la isla Mallorca

Mallorca es una isla perteneciente al archipiélago de las Islas Baleares, situada en el mar Mediterráneo. Tiene un área de 363 570 31 kilómetros cuadrados, lo que conlleva a que sea la más extensa de España. Es la isla más grande del archipiélago balear, la que en conjunto con la Menorca, Ibiza y Formentera forman parte de la Comunidad Autónoma Uniprovincial de las Isla Baleares (Batle, 2016).

En cuanto a su división política administrativa, la población de Mallorca se encuentra dividida en la actualidad en siete zonas geográficas denominadas comarcas y en 53 municipios, siendo los más importantes Palma (400 000 habitantes), Manacor (40 000 habitantes e Inca (30 000 habitantes). El turismo registra los más altos ingresos de la isla, sobre todo en temporadas de verano. Aumentando así la presión humana, así como, a su vez, se incrementa la presión inmobiliaria, debido a la renta turística (Architector, 2019). La isla se subdivide por motivos geográficos en cinco zonas: la Serra de Tramuntana, la Sierra de Llevant y el Raiguer i Migjorn (Batle, 2016).

Figura 4. *Mapa de las Islas Baleares*



Nota. Tomado de IBESTAT, citado por SIBITSA (2021)

Tabla 1. *Longitud de la costa por islas*

	Total	Isla	Islotes
Mallorca	841.80	771.83	69.97
Menorca	429.93	366.80	63.12
Eivissa	340.00	271.21	68.79
Formentera	114.99	89.75	25.24

Nota. Tomado de IBESTAT, citado por SIBITSA (2021)

Figura 5. *Mapa y leyenda de la isla Mallorca*



Nota. Tomado de IBESTAT, citado por SIBITSA (2021)

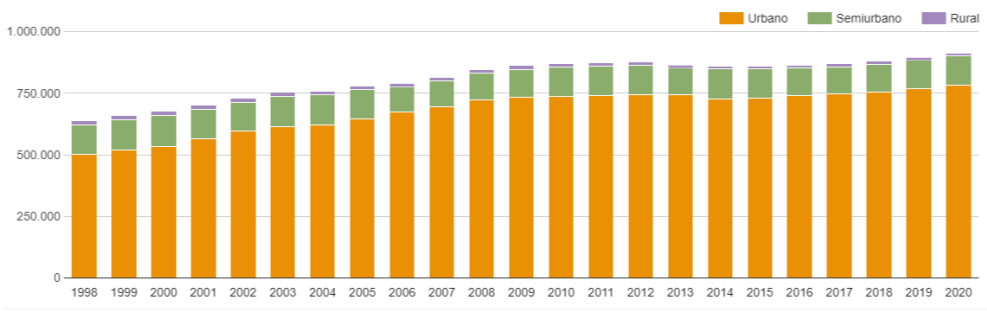
Su población asciende a los 859 289 de habitantes, de las más pobladas, luego de la isla Tenerife, con lo que su densidad poblacional es de 240 45 kilómetros cuadrados por habitante. Por otro lado, en cuanto a sus índices sociodemográficos, en la tabla 2 se podrá apreciar un crecimiento poblacional para el 2020, a comparación del año 1998 (Batle, 2016).

Tabla 2. *Población residente por sexo. Serie de 1998 y 2020*

Año	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
1998	637.510	313.279	324.231
2020	912.171	452.882	459.289

Nota. Adaptado de IBESTAT (2021)

Figura 6. *Mapa de las Islas Baleares*

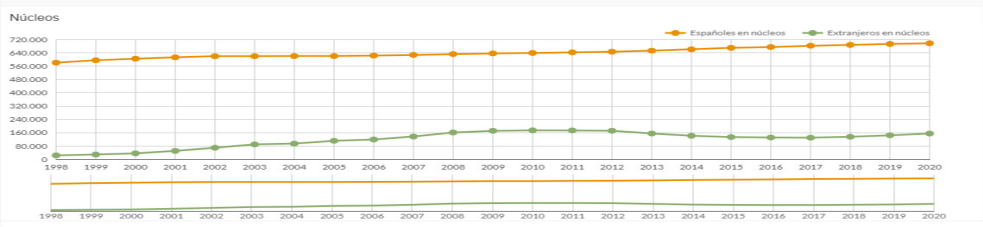


Nota. Tomado de IBESTAT, citado por SIBITSA (2021)

Asimismo, se observa en la Figura 6 una mayor cantidad de población urbana ubicada en la isla Mallorca, a comparación de la población pertenecientes a la zona semiurbana y rural.

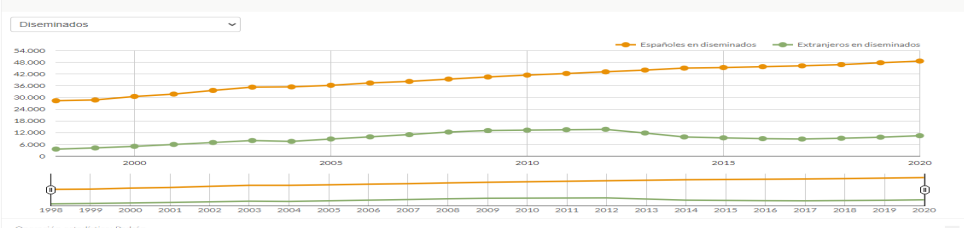
De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística (INE) (2021) de España, "las edificaciones o viviendas de una entidad singular de población que no pueden ser incluidas en el concepto de núcleo de población se consideran en diseminado" (s/p). Así, en concordancia con la misma fuente, se considera núcleo de población a un conjunto de diez o más edificaciones que forman calles, plazas y otros medios urbanos. En la actualidad, se evidencia en Mallorca una elevada cantidad de pobladores ubicados por núcleo en la zona, a comparación de diseminados. Se halla un total de 697 667 españoles, así como un total de 155 394 extranjeros por núcleo. Mientras tanto, por diseminados se encuentra un total de 48 641 españoles y un total de 10 469 extranjeros para lo que data del año 2020.

Figura 7. *Evolución de la población por núcleo y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020*



Nota. Tomado de IBESTAT (2021)

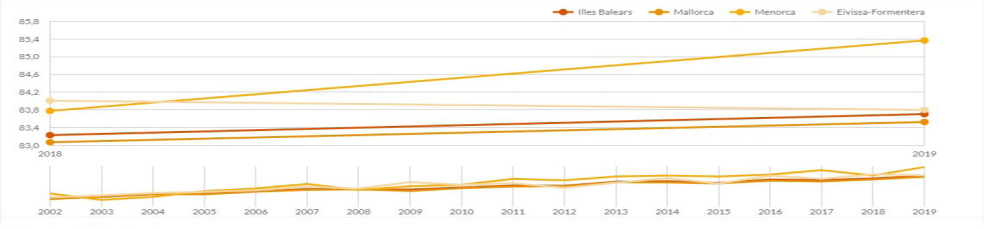
Figura 8. *Evolución de la población por diseminado y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020*



Nota. Tomado de IBESTAT (2021)

Por otro lado, si se hace un recuento detallado del índice de esperanza de vida, se obtienen cifras no muy alentadoras en lo que corresponde a la localidad de Mallorca. En el año 2019, la isla sigue siendo la que menor esperanza de vida tiene, hallándose un total de 83.53, a comparación de un 83.80 de las islas Ibiza y Formentera y un 85.37 de la isla Menorca.

Figura 9. Evolución de la población por diseminado y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020



Nota. Tomado del *Institut d`Estadística de les Illes Belears* (IBESTAT) (2021)

Asimismo, por lo que se refiere al ambiente paisajístico, Mallorca y en general, las Islas Baleares, cuentan con uno de gran valor y belleza, incluso forman parte de patrimonios de la humanidad reconocidos por la UNESCO en el año 2010 (Batle, 2016).

En otro supuesto, haciendo referencia al clima de la localidad, se encuentra que esta tiene un clima cálido y seco en verano, por lo que su temperatura media es de hasta 31º C durante los meses más calurosos y los 11º C en los más fríos (Architector, 2019).

2.2 Actualidad sobre los cambios climáticos en la isla Mallorca

Dentro de los riesgos más graves en España se encuentran las oleadas de calor, la falta de agua y el aumento de los niveles de mar, lo que, en particular en las islas Baleares, obedece a afecciones de las costas, playas e infraestructuras. Concretamente, debido a que las sequías generan riesgos de inundación y complicaciones en las diversas infraestructuras, la pérdida de atractivos turísticos y el desbaratamiento de cultivos y ecosistemas costeros (Sotelo, 2020).

Es así como se crea un nivel de riesgo frente al cambio climático alto a los sectores turismo, transporte y este, a su vez, relacionado al sector energético que generarán trabas en el mercado, en lo que corresponde a la oferta y la demanda (Espinosa, 2017). Esto, debido a que, en particular, el sector turismo es el que más aporta a la economía de la isla Mallorca.

Sector turismo

De acuerdo a lo estudiado por Batle (2016), los primeros lugares que fueron construidos con la finalidad de generar turismo se realizaron en el primer tercio del siglo XX, así como en 1960 se aperturó al comercio exterior el aeropuerto de la localidad de Mallorca. Es así que poco a poco el sector turismo, ya sea por sus veranos cálidos y secos que fue dando una cantidad significativa de ingresos a la isla. Sin embargo, durante los años noventa, hubo un periodo de tiempo en que no hubo tanta acogida, lo que resultó devastador para otros sectores económicos y para la mayoría de economías familiares mallorquines.

De este modo, se demuestra la importancia que ha tenido desde sus inicios la industria turística para la economía de las Islas Baleares.

En el año 2017, no obstante, el archipiélago Balear recibió 13 790 968 turistas y, particularmente, este espacio del Mediterráneo es el que más visitas obtuvo. De esta manera, Beatle (2016) hace alusión a que

> desde sus inicios, la industria turística ha crecido imparable, convirtiéndose en eje evidente y hegemónico de la vida económica de la isla. La evolución de su Producto Interior Bruto (PIB) viene ligada a la evolución del negocio turístico, por lo que su motor de crecimiento es la demanda turística. Si dicha demanda incrementa, el PIB aumenta ligeramente cuando crece el turismo. En cambio, cuando la demanda se

> estanca, la inversión se reduce ocasionando efectos negativos sobre los sectores en los ingresos y el empleo. (p. 11)

Si bien la industria turística ha aportado de manera significativa a la economía mallorquina, se han generado, lamentablemente, producto de ello, diversas problemáticas que responden a una falta de estrategia de parte de las autoridades, por lo que contribuye también, pero de manera negativa en cuanto al cambio climático. Esto, debido a las emisiones de CO2. Asimismo, los sectores que forman parte de la emisión de dichos componentes son el de transporte, alojamiento y el que corresponde a las actividades turísticas (Heredia, 2018).

Sector transporte

El sector transporte, refiere Heredia (2018), está íntimamente ligado al energético, debido a que más del 40 % del gasto energético de España es destinado a salvaguardar la demanda de transporte. Gran parte de los gases de efecto invernadero (GEI) de las emisiones internacionales son aportados por este sector, con más del 13 %, creciendo cada vez más y a mayor velocidad. España es de los países que más emisiones de CO2 genera.

En cuanto a las islas Baleares, alude Espinoza (2017), la industria del transporte es de gran importancia, debido a que es el turismo el sector de mayor relevancia que hace uso de este; las empresas que se dedican a llevar pasajeros sostienen, de alguna manera, dicha actividad realmente

productiva para la localidad. Así también, está la necesidad del transporte de los pobladores del pedazo del Mediterráneo.

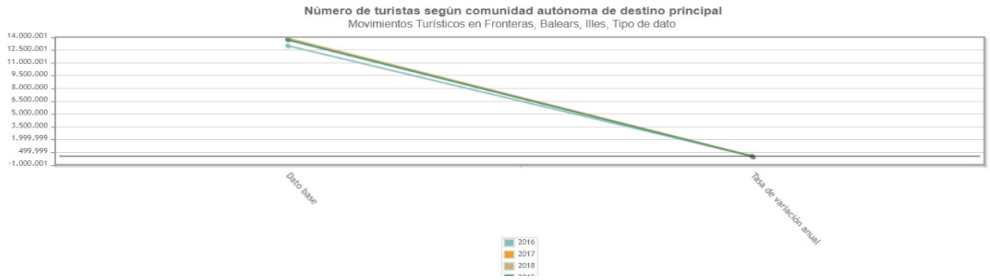
El transporte aéreo

De acuerdo a lo referido por Heredia (2018), en cuanto al transporte aéreo, es parte del sector que contribuye más significativa y negativamente al cambio climático. Esto, respecto a las emisiones de GEI, puesto que hay evidencias científicas de estudios que se han realizado. Se ha encontrado mayor presencia de compuestos de dichos elementos en la tropósfera, capa de la atmósfera donde ocurren los viajes. Dentro de los compuestos que se han encontrado se evidencia la presencia de CO2, óxido nitroso (N2O), metano (CH4) y estelas de condensación.

Por ejemplo, en el aeropuerto Palma de Mallorca, el tercer aeropuerto más representativo de España luego de Madrid-Barajas y el Internacional de Barcelona, ocurre gran parte de las emisiones de GEI debido a la gran concurrencia de pasajeros, contando con un aproximado de 27 970 555 de pasajeros durante el año 2017 y anotando un crecimiento anual cada vez más alto de asistencia de pasajeros (Heredia, 2018).

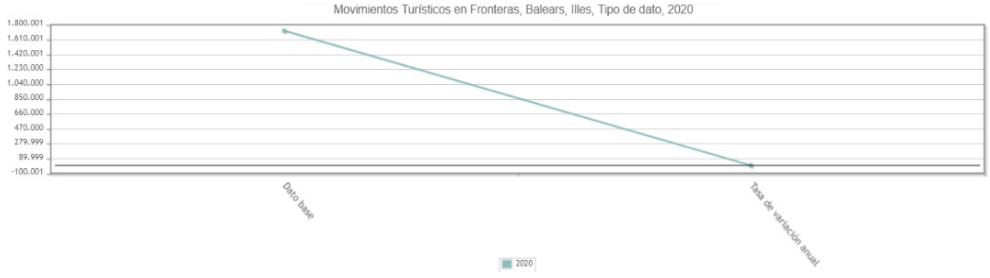
No obstante, en las Figuras 8 y 9 se podrá observar la variación que ha tenido la cantidad de turistas en la concurrencia de los vuelos en los últimos años, donde se aprecia un decrecimiento paulatino.

Figura 10. Evolución de la población por diseminado y tipo de nacionalidad. Series de 1998 a 2020



Nota. Tomado del INE (2021)

Figura 11. Número de turistas según comunidad autónoma de destino principal. Movimientos turísticos en fronteras, Balears, Illes, Tipo de dato

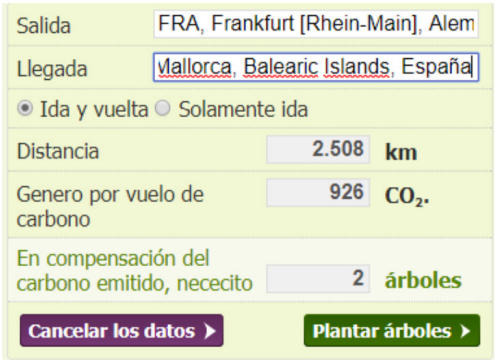


Nota. Tomado del INE (2021)

Mediante un análisis superficial, se podría afirmar que el decrecimiento de la cantidad de turistas de los viajes en avión se ha generado producto de la etapa de confinamiento; no obstante, en la Figura 10 se observan los números de turistas desde el año 2016 hasta el 2020, con lo que se evidencia que el decrecimiento empezó a partir del año 2016; por lo tanto, otros son los factores que han influido para que se termine por disminuir significativamente estos viajes. Sin embargo, aunque menos, la emisión generada de GEI por parte del sector transporte no se ha procurado, hasta la fecha, mitigar.

Se precisa mencionar que la mayor parte de los vuelos que llegan a la localidad estudiada provienen de Alemania y Reino Unido (Heredia, 2018). Así, en la Figura 11 se evidencian los resultados obtenidos por Heredia (2018) en la temporada de verano, cuando más tráfico de viajes hay producto del incremento en demanda turística a la isla Mallorca, lo que contemplan los meses contabilizados desde mayo hasta agosto. El viaje que se ha simulado es desde Frankfurt, Alemania hasta Mallorca. En cuanto a ello, en un solo viaje se necesitarían 2 árboles para recompensar el daño causado al medio ambiente por el carbono emitido.

Figura 12. *Calculador de carbono-vuelo*



Nota. Tomado de Heredia (2018)

De esta manera, es implacable el daño ambiental generado producto de los vuelos. Debido a ello, no sorprende las manifestaciones sociales generadas por activistas ambientales que invitan a dejar de viajar en este medio de transporte, proponiendo medios alternativos como el tren. Asimismo, se detalla que, en las Islas Baleares, el 75 % del transporte aéreo es internacional, con lo que se obtienen cifras alarmantes para el 2050 debido a que las emisiones de CO2 se podrían cuadriplicar (Moneo, M., 2019). Dichas manifestaciones explicarían, en parte, la reducción de la concurrencia de pasajeros extranjeros en los vuelos generados los últimos años.

Hasta antes de la pandemia, se esperaba contar con una cantidad mayor de turistas por año, lo que implica un alza en la frecuencia de los vuelos, cada vez; por lo tanto, a un aumento de la contribución negativa por parte del sector de transporte. En específico, del transporte aéreo, el cual produce

el efecto negativo más significativo a la huella de carbono de Mallorca. Se entiende por la huella de carbono un nivel de contaminación mayor al de regeneración (Heredia, 2018).

Sector energético

El sector energético, en la localidad de Mallorca, está relacionado estrechamente al sector turismo, ya que de acuerdo a estudios realizados -a decir de González et al. (2019)- se ha evidenciado que el consumo de energía eléctrica en las empresas hoteleras de la isla es mayor que el consumo generado por los propios residentes de dicho pedazo del Mediterráneo frecuentado por los turistas. En este sentido, el consumo de energía de cada residente "sería de 3,95 KWh/hab/día, frente a 14,7 KWh/hab/día de un turista. Dependiendo del tipo de alojamiento, hay un mayor consumo en de los turistas alojados en diferentes establecimientos no hoteleros, 19,28 7 KWh/hab/día, frente a 12.31 KWh/hab/día de turistas alojados en hoteles" (González et al., 2019, p. 19). Con lo cual, es posible afirmar que el segundo tipo de alojamiento indicado es más eficiente en cuanto a la contribución negativa del cambio climático.

Al hilo de lo advertido, el sector energético es una pieza clave del sector turístico, considerado uno de los más asiduos consumidores de energía. Se relaciona a ello, los coches de alquiler, el transporte aéreo y la infraestructura de los mencionados alojamientos turísticos (Heredia, 2018).

2.3 Actualidad sobre los cambios climáticos en la isla Mallorca

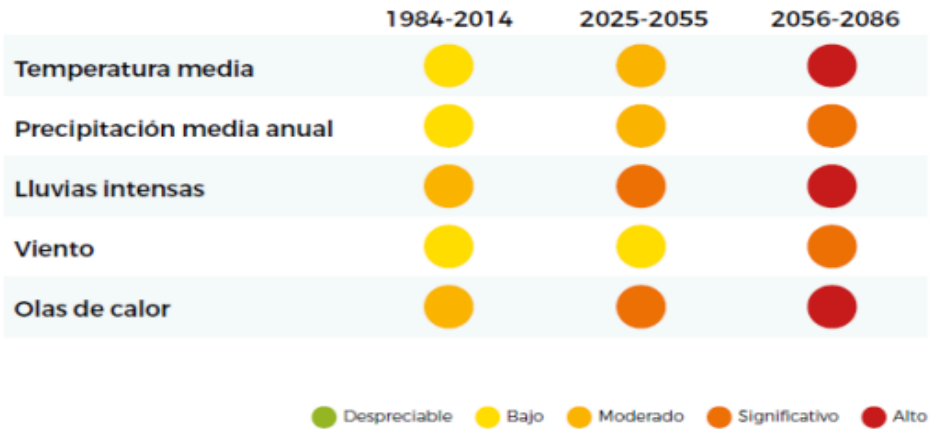
Para empezar, es importante hacer hincapié en lo referente al cambio climático, el cual se considera, en palabras de González *et al.* (2019), como una variación del clima generado de manera directa o indirecta por el ser humano, lo que termina por cambiar la composición de la atmósfera y se evidencia en la transformación del clima en periodos de tiempo que es posible comparar. Además, el hecho de que se genere el cambio climático en la región estudiada implica la afección de manera negativa a sectores económicos diversos.

Principales efectos producidos por el cambio climático en la isla Mallorca

Debido al uso excesivo e intensivo de gas y petróleo, es decir, de productos fósiles, es que se genera, fundamentalmente por la actividad humana, el CO2 (Heredia, 2018). En ese mismo sentido, se logra evidenciar y es necesario resaltar el papel fundamental que cumple el ser humano en el cambio climático, ya que las actividades que se realizan y están estrechamente vinculadas a la consecución de ello, son las que influyen significativamente. De esta manera, se obtienen efectos adversos antropogénicos, los cuales median entre el incremento de la temperatura media, la disminución de la precipitación media y el aumento de eventos extremos, tales como las olas de calor y las lluvias intensas (Architector, 2019).

Las cifras obtenidas (González *et al.* 2019) respecto a las tendencias del clima de las Islas Baleares muestran datos relevantes en cuanto a que se evidencia un riesgo cada vez más evidente. Dichas evidencias deberían servir de orientación para adecuar toda actividad económica que se vea afectada de manera directa por los cambios climáticos, tales como las infraestructuras de la zona. Esto, debido a que el comportamiento del mercado será cada vez más variable y se verán afectados aspectos socioeconómicos.

Figura 13. *Riesgos de los impactos climáticos en el turismo en las Islas Baleares*

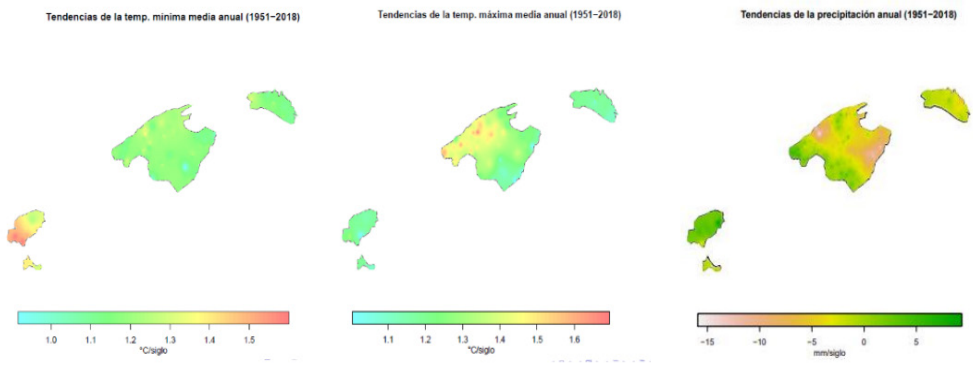


Nota. Tomado de Heredia (2018)

Las Islas Baleares muestran un cambio en los datos obtenidos en las tendencias de su clima a nivel anual, donde se reportan incrementos de 1º a 2º C por siglo. La Isla de Mallorca, en concreto, muestra temperaturas

mínimas medias anuales, no muy grave, pero en aumento. González *et al.* (2019). Respecto a las variaciones en las precipitaciones de la isla, referirá que "indican un máximo de disminución de - 15 mm/siglo, tendencias que han afectado a la Sierra Tramuntana y de Levante" (p.14). Mientras tanto, en cuanto a la primera, se muestra una tendencia negativa, lo cual implica una variación de importancia en el recurso hídrico, debido a que es la localidad que, principalmente, abastece de agua natural a la isla.

Figura 14. *Tendencias de las temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones en las Islas Baleares (1951-2018)*



Nota. Tomado de Heredia (2018)

Respecto a los escenarios RCP 8.5 (pesimista) y RCP 4.5 (optimista), en palabras de González *et al.* (2019), se evidencian condiciones cambiantes de una manera más o menos marcada, debido a que se ha comenzado a dilucidar variaciones de las temperaturas y noches cálidas en cuanto al

clima. Esto es, a una velocidad mayor cada vez, por lo que las predicciones no muestran cambios favorables, sino más bien probablemente devastadores en referencia a las temperaturas en aumento veloz y constante. En la misma línea, las proyecciones climatológicas, a decir de los estudios realizados por Architector (2019), debido a los efectos del cambio climático, no son las mejores.

Figura 15. *Proyecciones sobre el incremento de temperaturas en la Isla de Mallorca*

TENDENCIA 2100	RCP 8.5 (PESIMISTA)	RCP 4.5 (OPTIMISTA)
Incremento de las temperaturas máximas	▲ 5.5 °C	▲ 2 °C
Incremento de las noches cálidas	▲ 60%	▲ 25%

Nota. Tomado de González *et al.* (2019)

Las precipitaciones, en lo referente a lo estudiado por González *et al.* (2019) son un factor importante en cuanto al problema que arrecia en la infraestructura de la localidad de Mallorca, debido a que en se configuran intensas en ciertos periodos del año, generando así inundaciones en la isla. La intensidad de estas llega hasta más de 10 % en ciertos años. Por otro lado, durante determinada temporada del año, sobre todo en la estival, se da una reducción significativa del factor lluvia, lo que ocasiona una manera de disponer del recurso hídrico cada vez más distinta.

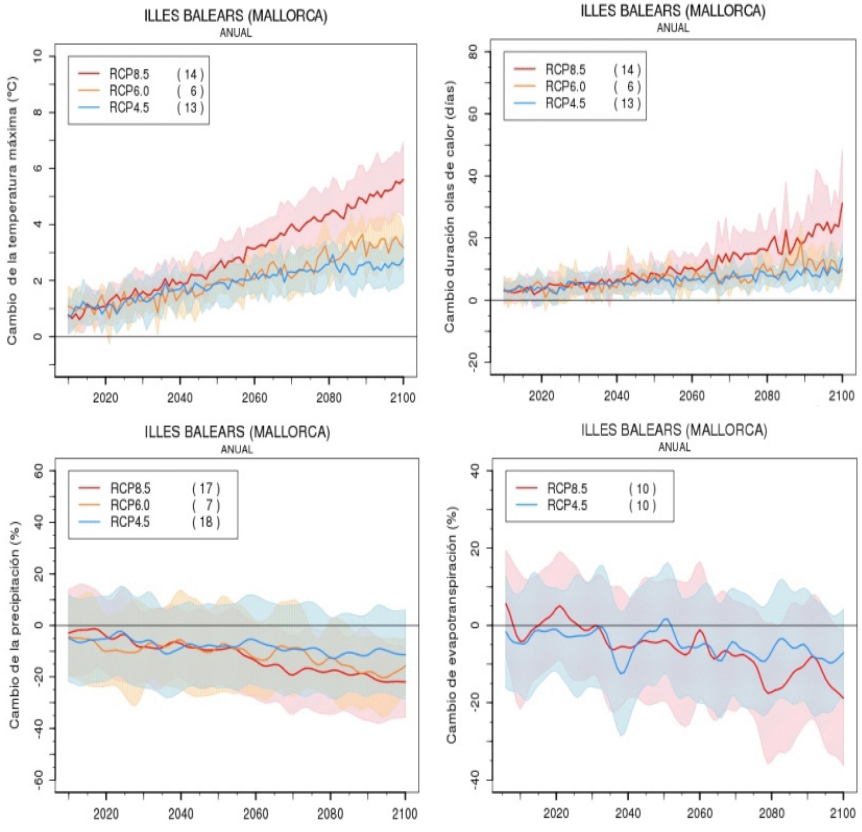
Figura 16. *Proyecciones sobre las precipitaciones en la Isla de Mallorca*

TENDENCIA 2100	RCP 8.5 (PESIMISTA)	RCP 4.5 (OPTIMISTA)
Cambio de precipitaciones	▼ 25% a final de siglo	▼ 5% - 10%
Cambio de precipitaciones intensas	▼ 10% en algunos años	▼ 10% en algunos años

Nota. Tomado de González *et al.* (2019)

Por ejemplo, en la localidad de Palma, uno de sus principales municipios, se evidencian aumentos de temperaturas máximas y mínimas de hasta 6º C: un aumento que llega al 50 % en cuanto a los días cálidos, la duración de las olas de calor, la reducción de los días que tienen lluvia y en la reducción de la precipitación anual. Durante las temporadas de verano, por el contrario, se evidencia una reducción del 20 % en lo que corresponde a la desertificación (Architector, 2019), con lo que se obtiene los siguientes escenarios futuros de temperatura, precipitación y evapotranspiración, mostrados en la Figura 16.

Figura 17. *Escenarios futuros de temperatura, precipitación y evapotranspiración en AMPM*



Nota. Tomado de Architector (2019)

Por último, se tiene a la isla de calor urbana, la cual es un fenómeno que ocurre producto de los cambios en el balance calorífico y cambios en la reflectividad de la superficie terrestre en cuanto a la energía reflejada desde la Tierra hasta el Universo o también llamado *albedo*. También puede

ser causado por la producción interna de calor debido a la calefacción o refrigeración doméstica o a las actividades industriales, entre otros factores. Por ello, se correlaciona el hecho de que existe una relación directamente proporcional entre el incremento térmico y el tamaño de la localidad que se hable (Alomar *et al.,* 2018).

Con relación a ello, por ejemplo, en cuanto a la ciudad de Palma de Mallorca, se han realizado investigaciones (Alomar *et al.,* 2018) que concluyen la presencia del fenómeno en la localidad.

2.4 Mecanismos de defensa contra el cambio climático

En caso continúen las emisiones de gases de efecto invernadero en la isla Mallorca -tal como advierte Heredia (2018)- afectando directamente la atmósfera de la localidad, será imposible para la isla concentrar todos esos los componentes. Con ello, se acelerará el cambio climático y todas las problemáticas que acarrea este.

En esa misma línea, es necesario comprender cuál es la gravedad del asunto para proponer soluciones y con ello políticas, alternativas o medidas que palien el cambio climático en proceso acelerado. Esto, debido a que afecta significativamente la sociedad, economía y el medio ambiente de todo el mundo y, en particular, a la isla Mallorca, por las características de la localidad (Heredia, 2018).

Es muy importante y ya ha llegado a ser necesario reducir las emisiones de GEI sustancial y sostenidamente, y así se dejen de emitir GEI en estos momentos, a esta altura la temperatura media global y el aumento del nivel del mar es imparable, por lo que se debe que adecuar las ciudades. Es por ello que en la actualidad se habla de "mitigación" al cambio del clima. La planificación de la urbe, en estos casos, cumple un papel muy importante (Architector, 2019).

Durante el 2015, González *et al.* (2019), la Convención de las Naciones Unidas estableció objetivos que viran a la mitigación o contención del calentamiento global, llamado Acuerdo de París.

Desde ya se hacía necesario reducir la producción de gases de efecto invernadero por causas antrópicas, debido a la necesidad de promover iniciativas que contrarresten el cambio climático (Batle, 2016).

En relación al sector energético, en las islas baleares, de acuerdo al diario Press (2017), se ha establecido una ley que fija para el 2030 a toda la flota de coches de alquiler obligatoriamente eléctricas, con un aumento progresivo del 10 % anual, indica, a partir del 2020, según lo referido por el conseller de Territorio y Movilidad, Marc Pons. En cuanto al sector turismo, por ejemplo, si sigue en aumento, afirma Heredia (2018) y no se toman medidas al respecto, su contribución negativa al cambio climático va a seguir en aumento.

Parte de la problemática ambiental en la isla Mallorca que no se ha contemplado, pero que influye en gran medida es también la contaminación que generan los cruceros, debido a ello, activistas ambientalista denunciaron en el Diario de Mallorca (2017) que los cruceros aportan un aproximad de 80 000 a 100 000 partículas de metales pesados y azufre en el aire, lo que les puede llegar a causar una enfermedad mortal.

Aunque, tal como indica Heredia (2018), los cruceros aportan un aproximado de 256 millones (1.04 %) del Valor Agregado Bruto (VAB), así como también proporcionan puestos de trabajo de manera directa e indirecta.

No obstante, toman como ejemplo a un crucero llamado ‘Aida Perla’ que se presentó en Palma como parte de un proyecto que busca mitigar dichas cifras alarmantes al generar energía vía gas licuado y contar con su propia planta incineradora, por lo que indican que todos deberían seguir tal ejemplo.

CAPÍTULO III
ESTRATEGIAS AMBIENTALES EN LAS ZONAS URBANAS PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El incremento de la población urbana en el globo influencia de manera directa en la sobreproducción de bienes y servicios, el cual se figura como un proceso sin retorno ni fin que promueve la sobreexplotación de los recursos del planeta, tales como la energía, el agua, los minerales, la fauna, entre otros (Páez, 2020). Asimismo, el aumento de la población urbana significa un continuo crecimiento de las ciudades, es decir, mayor construcción de casas, puentes, hospitales y demás, y mayor circulación de autos. Todo ello implica la apropiación de terrenos con gran biodiversidad o de alto riesgo para su urbanización, y, por tal motivo, el desarrollo de una problemática climática más grave en el territorio.

En ese sentido, una de las formas que se ha implementado para la reestructuración de los espacios urbanos, en el marco del cuidado ambiental y la creación de ciudades sostenibles, es la planificación y ordenamiento del territorio, donde se pretende la recuperación de áreas urbanas, en su mayoría con gran vulnerabilidad ambiental, para su transformación en espacios verdes que contrarresten la contaminación. Esto último se logrará en base a la evaluación de las características de los suelos no urbanizados y sus variaciones microclimáticas. Asimismo, se busca la preservación de las zonas que

ya son infraestructuras verdes naturales y se figuran como ambientes de gran biodiversidad. Por tal motivo, en los siguientes acápites, se pretende revisar los avances de la gestión ambiental en la problemática de la contaminación y cambio climático, la importancia de la sostenibilidad de las ciudades y las estrategias de organización territorial.

3.1. La gestión ambiental urbana en el marco del cambio climático

El crecimiento masivo e incontrolable de la ciudad, el fortalecimiento de las estructuras urbanísticas y el desarrollo de la industria son eventos que han desencadenado la inestabilidad, decadencia y degradación del espacio natural, donde los grandes edificios, las fábricas, los grandes puentes y los centros comerciales reemplazaron a los parques, los pequeños jardines, las reservas vegetativas y las zonas con de gran diversidad (Gómez, 2018).

En la mayoría de casos, las áreas urbanas responden a una planificación del espacio que se realiza por factores monetarios, mas no se evalúa el riesgo de provocar y aumentar la contaminación atmosférica, del suelo y sonora. Por tal motivo, Páez (2020) explica que la decisión de ocupar un territorio y convertirlo en una infraestructura urbana y desnaturalizada es la consecuencia principal de la pérdida la biodiversidad del planeta, la emisión constante y masiva de gases de efecto invernadero y de la exposición ante los cambios climáticos como producto del calentamiento global.

La gestión ambiental urbana tiene una función muy importante dentro de las diferentes esferas sociales, políticas, económicas, laborales y culturales, porque se encarga de la identificación de los elementos que generan la contaminación, sea en un país entero, en una escuela o centro laboral; asimismo, planifica, promueve y ejecuta las estrategias para la reducción de la contaminación y ayuda a fortalecer la cultura de la sostenibilidad ambiental (Cerati y Queiroz, 2016).

En ese sentido, la gestión ambiental urbana surge como repuesta a la necesidad de planificar, administrar, distribuir y ejecutar los recursos de un territorio al igual que sus infraestructuras y espacios urbanos, ello con el fin de mejorar la sostenibilidad y sustentabilidad de una ciudad; debido a que, ante la problemática global del aumento en la temperatura de la Tierra, se deben crear estrategias para detener este incremento y lograr una estabilidad de la temperatura. De esta manera, se logrará reducir el impacto del cambio climático en las ciudades, ya que, como se mencionó anteriormente, el factor climático influye en la fuerza de los fenómenos naturales, repercute en la aparición de incendios forestales y sequías, y incide en la desglaciación y desertificación. Dicho esto, a continuación, se presentan tres formas de contaminación:

Contaminación del aire

La industrialización es uno de los factores que ocasiona la contaminación en el aire, porque emite la mayor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales son los principales causantes de la problemática del calentamiento global y la variación climática (Gómez, 2018). Por tal motivo, los mandatarios de diferentes naciones decidieron reducir la emisión de estos gases; sin embargo, justamente los países que presentan una mayor expulsión de los GEI, EE.UU. y China, son los que continúan realizando estas acciones.

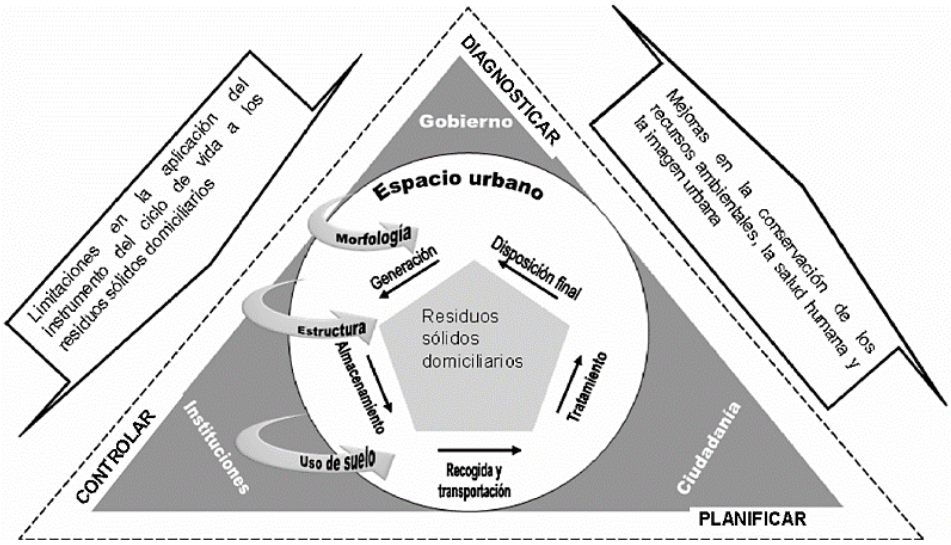
Contaminación sonora

La gran circulación de autos a lo largo del día tiene una gran repercusión en el ambiente, pues se figura como un elemento de contaminación que altera la confortabilidad de un territorio diariamente; asimismo, afecta en la salud y capacidad auditiva de las personas (Amable *et al.*, 2017). En ese sentido, de acuerdo a los autores anteriores, el control del ruido es esencial para mejorar el confort urbano; por ello, algunas estrategias para disipar la contaminación por el sonido son las plantaciones de árboles, porque se ha comprobado que las plantas funcionan como escudos que aíslan el ruido. Además, en algunos países, ya se ha iniciado el control del ruido emitido por los autos mediante las papeletas.

Contaminación del suelo

El cuidado del suelo debe englobar las estrategias en el control de la recolección de los desechos tóxicos, la mejora en el sistema hídrico, el control de la deforestación y dese4rtificaicón a causa de incendios forestales, sequías y acción humana, la revisión de la salinidad y contaminación del suelo y la planificación de actividades para la reforestación de las zonas afectas y para la recuperación de aquellos espacios urbanos perdidos (Angeoletto *et al.*, 2016).

Figura 18. *Gestión ambiental mediante la reducción de residuos urbanos*



Nota. Tomada de Urbina-Reynaldo y Zúñiga-Igarza (2016)

De acuerdo a la Figura 18, la gestión ambiental del suelo consiste en la disminución de residuos urbanos. Para ello, en primer lugar, se requiere el diagnóstico del espacio urbano y de la cantidad de residuos que se arrojan al día. Posterior a ello, se realiza la planificación del almacenamiento, recolección, transporte y tratamiento de los residuos. Cabe mencionar que, en todos los procedimientos, se realiza la supervisión y el control de las operaciones correspondientes, ya que se requiere un trabajo de calidad que garantice la reducción de residuos (Urbina-Reynaldo y Zúñiga-Igarza, 2016).

Figura 19. *Jerarquía de los residuos*



Nota. Tomado de Peláez y Hernández (2019)

Por tal motivo, una de las estrategias de gestión ambiental para la minimización de residuos tóxicos y no renovables del suelo es el procedimiento de las tres "r": reciclar, reutilizar y reducir. Esta estrategia es una de las más aplicadas a nivel global y local, pues puede ser implementada en las escuelas, las universidades, hospitales, calles y centros laborales (Peláez y Hernández, 2019). Asimismo, de acuerdo a la Figura 19, una de las principales e iniciales acciones para la gestión de los residuos es la prevención de su uso, es decir, por ejemplo, evitar el uso del plástico, pero, si se utiliza, hacerlo mínimamente y reutilizarlo más tiempo.

3.2. La importancia de la sostenibilidad urbana

Según indica Cerati y Queiroz (2016), en la mayoría de países, existen algunas viviendas que se encuentran a la periferia o margen de la ciudad, en zonas inestables por la erosión del suelo, marcadas por la inestabilidad de terreno y expuestas a la contaminación ambiental. Cabe mencionar que estas áreas no poseen ningún tipo de vegetación, porque, al encontrarse en estado de degradación por la acción humana, no pueden ser reforestadas y, por tal motivo, ocasionan la pérdida de la biodiversidad de la zona poblada. En evidencia, esto también repercute en la vida cotidiana de las personas, pues, al vivir en espacio con residuos contaminantes, falta de agua y expuesto a enfermedades respiratorias, la probabilidad de mortalidad es alta.

Asimismo, el urbanismo del centro también representa un factor negativo que permite la prolongación de la contaminación ambiental, pues alberga dentro de sí a todas las actividades humanas negativas para el suelo, los mares y la atmósfera. De acuerdo a Giraud-Herrera y Morantes-Quintana (2017), la construcción de ciudades y la infraestructura de estas debe estar en relación a las necesidades del planeta y no con los deseos de los seres humanos o intereses de un sector económico; en ese sentido, la planificación urbana requiere de políticas ambientales que promuevan la sostenibilidad y sostenibilidad de las ciudades para continuar con la restauración de los ecosistemas naturales.

La sostenibilidad urbana se refiere a las estrategias que implementa un Estado para lograr la disminución efectiva de los residuos sólidos y de los recursos externos, de modo que se mejore la calidad de vida de las familias y se obtenga un cambio significativo en el ambiente (Morales-Cerdas *et al.*, 2018). En base a los autores anteriores, se reconoce que la infraestructura y dinámicas urbanísticas influencian en la calidad ambiental de un territorio; es decir, las avenidas, puentes, fábricas, edificios, parques, complejos deportivos, etc. afectan directamente en el crecimiento y preservación de las zonas con vegetación.

Por tal motivo, Angeoletto *et al.* (2016) indican que, en los últimos años, la urbanización se ha figurado como el principal enemigo de la sostenibilidad ambiental, ya que tiene una injerencia directa en los fenómenos am-

bientales. Por ejemplo, el aumento de las estructuras urbanas ha reemplazado las zonas con vegetación; a su vez, el incremento de la población mundial significa la construcción de más hogares y la eliminación de espacios verdes. De igual manera, el aumento de los autos particulares, la intensificación de la industria y la constante explotación de materias para sobresatisfacer a la población afectan en los ecosistemas y en las bases de recursos renovables y no renovables.

3.3. Plan de ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial se puede definir como la distribución de la infraestructura urbana y los recursos para fomentar la descentralización urbana, la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía, la evaluación y solución de los factores de riesgo, y la creación de espacios amigables para el ambiente; es decir que, en la planificación del orden del territorio, se conjuga el orden político, económico, social y ambiental (Calderón y Frey, 2017). Además, de acuerdo a la investigación de Therán *et al.* (2019), para el ordenamiento equilibrado de un territorio se deben considerar los siguientes factores multidimensionales: climáticos (temperatura, velocidad del viento y humedad), geomorfológicos, lumínicos, paisajísticos, ambientales, sociales, culturales y psicológicos

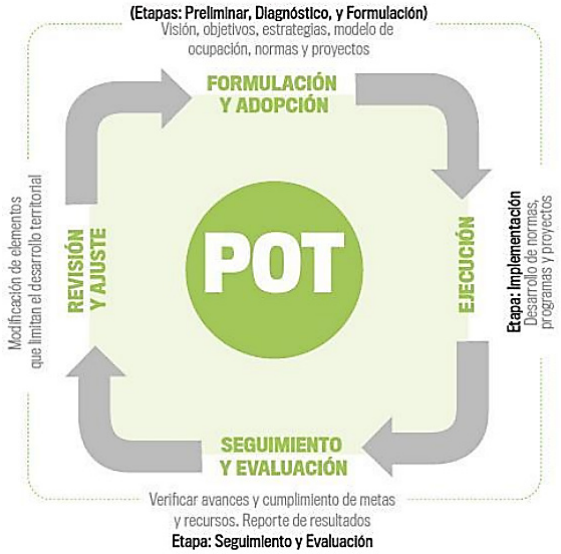
Para Páez (2020), el ordenamiento territorial tiene como objetivo la reorganización o el rediseño espacial de una ciudad o país en relación a sus problemáticas o variaciones climáticas, las necesidades sociales y culturales, y la estabilidad económica. En ese sentido, el plan de ordenamiento territorial debe equilibrar los factores ecológicos, económicos y humanos, donde se logre fortalecer una cultura de desarrollo sostenible y, asimismo, se continue con el crecimiento de la sociedad. No obstante, parecer ser que la productividad y el rendimiento, características primordiales del formato capitalista, se oponen a la necesidad de reducción de la contaminación; ya que, en ese modelo, se promueve la sobreexplotación de los recursos energéticos, naturales, no renovables y renovables mediante actividades que perjudican el suelo y la atmósfera.

Asimismo, se puede decir que el ordenamiento territorial se preocupa por la reutilización y metamorfosis del territorio y de su ocupación para lograr la sostenibilidad ambiental. En ese sentido, el plan de ordenamiento territorial es el instrumento que establece las normativas teóricas y técnicas para la ejecución de los proyectos de transformación general, urbana y rural, y que fiscaliza su cumplimiento. En el ámbito general, se realiza la identificación de las actividades a realizar en el territorio, de modo que se pueda aprovechar el suelo y sus recursos naturales, en evidencia, tomando en cuenta los factores de riesgo y características de cada suelo (Procuraduría General de la Nación de Colombia, 2016).

Una de las herramientas para lograr el ordenamiento territorial es el plan de adaptación urbana (PAAU), donde se evalúa la capacidad de adaptación de la población y su vulnerabilidad frente a los cambios climáticos, de modo que se puedan establecer lineamientos para enfrentar las consecuencias de un fenómeno climático desastroso y poder alcanzar la recuperación posterior a estos eventos (Pérez *et al.* 2017). Para ello, se debe realizar la planificación de las estrategias para contrarrestar la magnitud de los efectos climáticos pronosticados.

Por otro lado, en el caso específico del ordenamiento territorial urbano, la Procuraduría General de la Nación de Colombia (2016) explica que, en primer lugar, se deben implementar políticas que regulen y reglamenten el uso de los suelos, la construcción de las redes viales y de los servicios públicos; en segundo lugar, se requiere la planificación y ejecución de proyectos que garanticen los espacios libres de escala urbana y que promuevan la arborización.

Figura 20. *Elaboración del plan de ordenamiento territorial (POT)*



Nota. Tomado de Procuraduría General de la Nación de Colombia (2016)

De acuerdo a lo observado en la Figura 20, se evidencia que la planificación del ordenamiento territorial requiere de los siguientes procedimientos de trabajo: 1. formulación y adopción de los lineamientos para lograr los objetivos ambientales y de infraestructura, 2. Implementación y ejecución de los proyectos y programas de ordenamiento territorial, 3. Seguimiento y evaluación del plan para garantizar su cumplimiento y reportar las anormalidades, y 4. Revisión y modificación de aquellos programas que no funcionaron o presentaron deficiencias (Procuraduría General de la Nación de Colombia, 2016).

Asimismo, de acuerdo a López y Etulain (2018), otras estrategias para lograr el ordenamiento del territorio en base a la problemática ambiental son las siguientes: 1. Control hídrico de las aguas cercanas a la urbe, 2. Gestión de riesgo ambiental de las construcciones, 3. Fiscalización sobre aquellas obras que quieren ser edificadas en zonas con alta vulnerabilidad ambiental, 4. Conservación de los recursos hídricos mediante la protección de las cuencas para evitar su población, 5. Reubicar las viviendas que se encuentran en espacios de alto riesgo, 6. Planificar y ejecutar la arborización de las zonas urbanas, 7. Mejorar el drenaje de las zonas urbanas para evitar filtraciones, y 8. Crear políticas públicas que sustenten legalmente estos lineamientos y aplicarlas en la cotidianidad.

En base a lo anterior, se entiende que la construcción de infraestructuras urbanas no debe realizarse en zonas de gran riesgo ambiental, tales como áreas propensas a desastres naturales como huaycos, inundaciones, avalanchas, erosiones o explosiones volcánicas, y zonas vulneradas por la actividad humana que contengan componentes tóxicos en el suelo, el agua y el aire (Barton y Irarrázaval, 2016). Además, se debe evitar la desterritorialización de las áreas verdes que son parte de la biodiversidad del planeta y, también, de aquellas que se comportan como mitigadoras de los gases del efecto invernadero.

Por otro lado, de acuerdo al estudio de Benabent y Vivanco (2019), el ordenamiento territorial en el marco de la problemática ambiental por la expansión de la urbanización debe establecer los mecanismos para resolver los siguientes aspectos: 1. Reconocer y definir el uso de los suelos, 2. Identificar los riesgos ambientales y los causales de estos, y 3. Realizar la clasificación de los suelos de en relación a su afectación climática.

El uso y la protección de los suelos es uno de los problemas principales dentro de la ordenación de un territorio, porque, en los últimos años, la planificación y ejecución de obras en zonas urbanas han sido deficientes y antiecológicas. Esto debido a la falta de una evaluación y diferenciación entre las zonas urbanizables y las no urbanizables, y a la constante sobreexplotación y sobrepoblación de estos últimos. En ese sentido, de acuerdo a Goyas *et al.* (2016), para lograr cuidar el suelo, en primer lugar, se debe realizar su clasificación en suelos urbanos, suelos rurales, suelos urbanizables y no urbanizables. En segundo lugar, aquellas zonas no urbanizables, usualmente, están constituidas por espacios con flora y fauna silvestres, complejos fluviales, zonas acuíferas subterráneas, zonas de gran erosión y salinidad, zonas vulnerables antes desastres naturales, espacios desertificados e inhabitables por acción humana, entre otros (Pauta-Calle, 2019).

En ese sentido, se demuestra la importancia de la planificación del ordenamiento territorial urbano y de los sistemas ecológicos para la creación

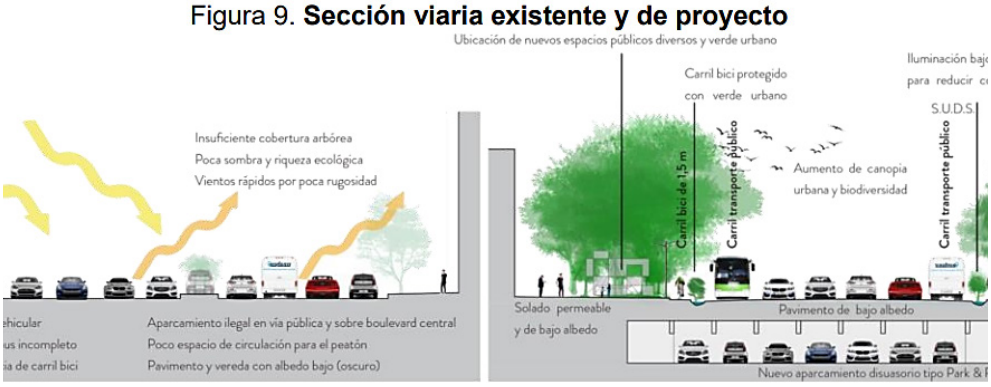
de espacios con gran vegetación y la reducción considerable de desechos tóxicos; de esta forma, se busca brindarle a la ciudad y a las personas una mayor calidad de vida en relación a su ambiente, pero, principalmente, se pretende contribuir en la mitigación de los gases de efecto invernadero, en el control y reducción de la contaminación en todas su variantes, y en la resistencia frente a la influencia negativa de los cambios climáticos en los territorios (Angeoletto *et al.*, 2019).

3.4 Creación y conservación de infraestructura verde en las zonas urbanas

La sostenibilidad ambiental urbana, como se explicó, es una característica imprescindible para la formación de ciudades que se logra a partir de la planificación y ordenamiento del territorio, el cual debe estar en función a las características de suelo. En el caso de las zonas no urbanizables, las estrategias de mayor aceptación es la creación y conservación de infraestructura verde. De acuerdo a Eguia y Baxendale (2019), la infraestructura verde se diferencia del concepto "áreas verdes", porque es mucho más dinámica, global, multijurisdiccional y multifucional. Dentro de sus objetivos de mejora ambiental se encuentra la protección de la biodiversidad, el incremento de la biocapacidad, control de la salinidad y erosión de suelo, control sobre las actividades agrícolas, mejorar la calidad de agua y aire, reducción de la contaminación del suelo, y mitigación de gases y de polución.

Asimismo, de acuerdo a la investigación de Angeoletto *et al.* (2019), la plantación de árboles en la zona urbana, sobre todo las especies arbóreo-arbustivas, ayudan a la reducción de las islas de calor en las ciudades más vulnerables a los efectos del cambio climático, pues absorben los gases tóxicos emitidos por los autos, las fábricas, la quema de productos y demás, y otorgan oxigenación al territorio. Por tal motivo, se considera imprescindible la implementación de estrategias y políticas públicas que garanticen la plantación y el crecimiento de la flora urbana en parques, urbanizaciones, plazas, hogares y jardines.

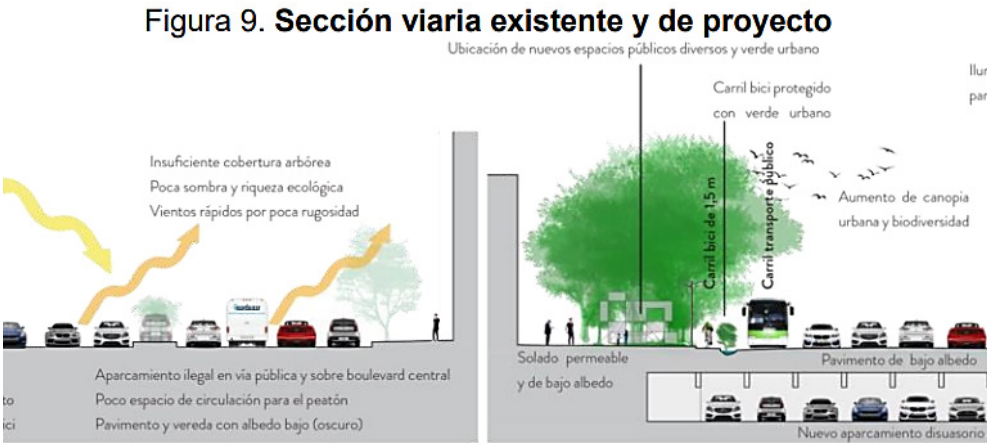
Figura 21. *Propuesta para la arborización del sector viario (1)*



Nota. Tomada de Architector (2019)

En Figura 21, se observó un espacio lleno de autos, pero sin árboles, donde prima la polución y la emisión de CO2 que afecta directamente a la atmósfera y a los ciudadanos; asimismo, se identifica la ausencia de espacios para los peatones y la vía cíclica para evitar aumento del uso de autos que contaminen el aire, generen ruido y caos, y ocupen todo el espacio.

Figura 22. *Propuesta para la arborización del sector viario (2)*



Nota. Tomada de Architector (2019)

En la Figura 22, se reconoce el cambio del espacio, donde se ha administrado el territorio de manera equilibrada, donde, a pesar poseer la misma cantidad de autos, el espacio utilizado no es el mismo y, por ello, se permite la recuperación de terrenos. De acuerdo a la propuesta, se plantarán árboles en los laterales de las pistas para reducir la emisión de CO2, evitar la conta-

minación lumínica y reducir la contaminación sonora. Además, se pretende implementar una ciclovía para la reducción del uso de autos y, en esa medida, el uso de menos combustible y la emisión de gases tóxicos.

Según Eguia y Baxendale (2019), otras expresiones de las infraestructuras verdes, aparte del arbolado en las vías públicas, son los jardines privados, los techos verdes, los parques urbanos y periféricos, las plazas en las ciudades, los jardines botánicos, las áreas naturales protegidas y las reservas de agua (lagunas, ríos, pantanos manantiales, etc.). Las primeras infraestructuras mencionadas tienen un carácter global, porque pueden ser implementadas en los hogares, los centros laborales, las escuelas, las universidades, los centros de salud, las instituciones del Estado y demás, solo es necesario que se establezcan políticas que obliguen a estas infraestructuras a crear estos espacios verdes.

Por último, la infraestructura verde está en relación con el control y la mejora de la salud ecológica de un territorio, porque la flora favorece a la regulación de la temperatura de los suelos y la atmósfera, contribuyen en la reducción de las inundaciones y en la limpieza del agua pluvial, ayudan en la producción de oxígeno y son mitigadores de CO2, y promueven el cuidado de la fauna silvestre que habita en estos espacios naturales y los construidos por el ser humano (Barrantes-Sotela, 2020). Asimismo, de acuerdo al estudio de Therán *et al.* (2019), se demostró que la arborización de la zona urbana es una

estrategia esencial para el aumento del confort térmico en las ciudades, pues ayuda en la regulación de la humedad en el aire, la temperatura atmosférica y la velocidad del viento.

3.5 Influencia de los climatopes o mapas climáticos

El territorio o espacio donde se desarrolla y convive una comunidad supera la noción limitada de ser un soporte o factor físico; debido a que, dentro de la búsqueda de estrategias para convertir a la ciudad en un espacio sostenible, el territorio se configura, de acuerdo a Estupiñán *et al.* (2017), como un agente de transformación y mejora de los espacios para la reducción de contaminación y, en sentido, de los efectos negativos del calentamiento global y la variación climática. En ese sentido, para fortalecer el ordenamiento correcto del territorio y lograr la reducción del impacto de los cambios ambientales, se utilizan mecanismos que ayudan a medir, categorizar y solucionar estas problemáticas, tales como los climatopes.

Los climatopes o mapas climáticos son definidos como los instrumentos principales para lograr la planificación y ordenamiento territorial mediante el análisis y la clasificación de las variaciones microclimáticas de cada área urbana, donde se tome en cuenta la evaluación de los valores de la temperatura atmosférica y la del suelo (Rodríguez, 2020). En ese sentido, son herra-

mientas que buscan contrarrestar el avance del calentamiento global y sus consecuencias climáticas irreparables en los ecosistemas mundiales.

De acuerdo a Therán *et al.* (2019), los microclimas son el conjunto de condiciones y variaciones de un espacio específico en el planeta, es decir, una pequeña escala, donde se confluyen las medidas de la temperatura, los vientos, la humedad, las precipitaciones, la radiación solar sobre el territorio, la salinidad y demás. En base a lo autores, la medición de estos factores es importante porque se evidenciará la problemática de la urbanización en el territorio, ya que se considera que la forma de las infraestructuras (altura de los edificios y puentes, orientación de las vías y la falta de arborización) afecta directamente en los cambios de las condiciones ambientales.

En ese sentido, de acuerdo a lo explicado por Zambrano *et al.* (2019), el proceso del climatope consiste en la comparación e interacción de territorios urbanos donde haya problemas ambientales y de infraestructura, de modo que se puedan reconocer las características climáticas similares. De esta forma, se pretende ayudar en la reducción de la temperatura de los suelos y las consecuencias adversas dentro del territorio, tales como las islas de calor.

Sumado a ello, el estudio de Architector (2019) indica que el análisis del suelo es de vital relevancia dentro de los climatopes y se debe dividir según su densidad, la cantidad de espacios verdes, el total de áreas forestales,

arenosas y arbóreas, la red hídrica, los puertos adyacentes, fábricas, aeropuertos y todas aquellas áreas que impliquen un alto riesgo de contaminación.

3.6. La búsqueda del confort térmico en las ciudades urbanas

En los últimos años, ante el aumento de la temperatura de la Tierra y la aparición de las islas de calor en los territorios urbanos, el confort térmico es un elemento que ha tomado gran relevancia en los estudios sobre la sostenibilidad ambiental y la problemática del cambio climático. En ese sentido, el confort térmico se define como un periodo o momento de estabilidad y equilibrio en las condiciones ambientales de un territorio o, también, como la ausencia de incomodidad por el ambiente térmico. Esto permite a los ciudadanos sentirse en total armonía con su espacio físico, lo cual tiene una gran repercusión en las actividades que realizan diariamente y en el uso de los espacios e infraestructuras urbanas (Kurbán y Cúnsulo, 2017; Therán *et al.*, 2019). Asimismo, cabe mencionar que el confort térmico se mide o se reconoce a partir de las variaciones climáticas de tres elementos fundamentales: la velocidad del viento, la temperatura media del aire y la humedad relativa del aire.

Velocidad del viento

La medición del viento se realiza para determinar las variaciones entre la presión y la temperatura atmosféricas; debido a que, ante una mayor presencia de turbulencias, se advierte un mayor enfriamiento en el viento. Asimismo, la circulación del viento para la ventilación del territorio y de los ciudadanos es afectado por la topografía y por la infraestructura urbanística, a mayores y más altos edificaciones, mayor bloqueo de los vientos (Therán *et al.*, 2019).

Temperatura media del aire

La variación en la temperatura del aire es uno de los factores más problemáticos en las ciudades, porque, ante la absorción desmedida de las grandes cantidades de calor, genera las llamadas islas de calor en las zonas urbanas. Asimismo, esto produce que haya una mayor concentración de GEI incapaz de ser disipada o controlada y, por tal motivo, ocasiona el fortalecimiento de la contaminación ambiental. De igual manera, las grandes olas de calor influencian negativamente en la salud humana, porque producen agotamiento, dificultades respiratorias, otras afecciones y, por supuesto, la muerte (Guillén-Mena y Orellana, 2016).

Tabla 3. *Categorías de estrés térmico según el índice UTCI*

RANGOS DE UTCI (°C)	CATEGORÍA DE ESTRÉS
Sobre +46	Estrés térmico extremo
+38 a +46	Estrés térmico muy severo
+32 a +38	Estrés térmico severo
+26 a +32	Estrés térmico moderado
+9 a +26	Sin estrés térmico
+9 a 0	Estrés térmico por frío leve
0 a -13	Estrés térmico por frío moderado
-13 a -27	Estrés térmico por frío fuerte
-27 a -40	Estrés térmico por frío muy fuerte
Debajo de -40	Estrés térmico por frío extremo

Nota. Tomada de Architector (2019)

De igual manera, en base a la Tabla 3, se observa que el aumento de la temperatura está en relación con la incomodidad o malestar de la población, porque el calor genera estrés y, como se indicó, repercute en la salud de las personas (Martínez y Aguilar, 2020). Asimismo, la reducción considerable de la temperatura también ocasiona la desestabilización térmica de los ciudadanos y provoca enfermedades en su sistema, sobre todo las de carácter respiratorio.

Humedad relativa

La humedad relativa se puede entender como la cantidad de vapor de agua en el aire, el cual afecta directamente en la humedad de la piel humana, es decir, perjudica la evaporación del sudor; asimismo, el aumento de este factor ocasiona el desarrollo de enfermedades en las vías respiratorias por la gran absorción de agua en los pulmones (Therán *et al.*, 2019).

En conclusión, se puede evidenciar que la gestión ambiental de cada país o ciudad debe considerar la planificación del ordenamiento del territorio en base al análisis de las características y variaciones de los microclimas de cada región. Ello con el fin de lograr el confort térmico para los ciudadanos, ayudar a contrarrestar el avance del calentamiento global, fortalecer el sistema de sostenibilidad urbana y mejorar la respuesta ante las consecuencias negativas del cambio climático.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS SOBRE LA INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ISLA DE MALLORCA Y PLAN DE ACCIÓN PARA CONTRARRESTARLO

En el presente acápite, se presenta el análisis realizado en la isla de Mallorca en base a la evaluación de los climatopes para la mejora del ordenamiento territorial. De esta forma, se busca crear un plan de acción que ayude a contrarrestar el avance desmedido del cambio climático en este territorio; puesto que, como se evidenció en el segundo capítulo, Mallorca es uno de los lugares más afectados por el calentamiento global y los fenómenos climáticos.

Metodología

La estructura metodológica del presente estudio fue de carácter híbrido, donde se combinó los supuestos teóricos de ONU-Hábitat (2020) y los del investigador. Se desarrolló en tres etapas: diagnóstico estratégico, propuesta de soluciones y transformaciones de propuestas en acciones. Estas buscaron identificar de manera conjunta nuevas formas de administración, planificación y gestión de la zona de borde, fundamentados en las nociones de cooperación e integración.

Asimismo, fue un modelo de planificación participativa, basado en la interpretación de territorio y sus conflictividades a partir de mapas de la zona de borde y de un concepto evolucionado de articulación de visiones de los residentes en la zona y de los que la gestionan: "quien habita el territorio es quien lo conoce" y "quien gestiona el territorio es quien conoce los desafíos de administrarlo". A continuación, se describe cada etapa del análisis:

- Etapa 1: el diagnóstico estratégico tuvo como objetivo la presentación de los temas relevantes que generaron conflictividad y oportunidades en el contexto en estudio.
- Etapa 2: la propuesta de soluciones consistió en propiciar la presentación de las propuestas de solución a las conflictividades y las propuestas de activación de las oportunidades del asunto objeto de planificación, ello basado en su conocimiento del territorio.
- Etapa 3: la transformación de las propuestas en acciones consistió en la presentación de propuestas para la implementación de estrategias, programas, y proyectos; de modo que, mediante ellas, se pueda abordar la problemática objeto de la planificación con una estimación o valoración de la mejora.

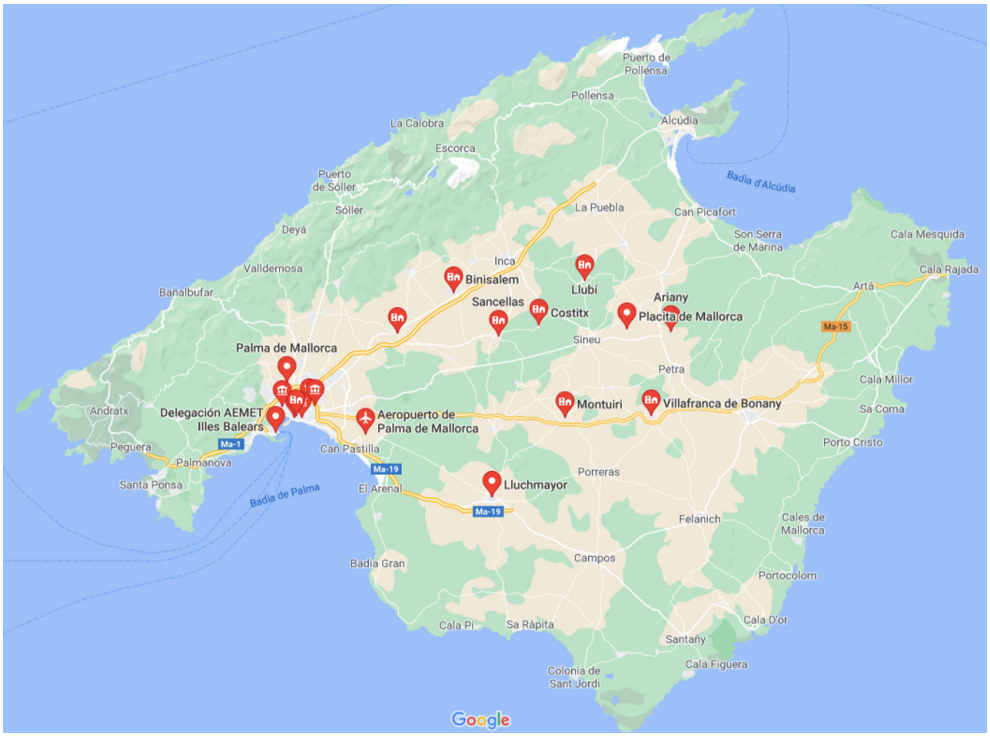
En relación a los análisis de resultados, se emplearon varios softwares especializados. Entre ellos destaca Global Climate Monitor, sistema creado para la visualización y descarga de datos climáticos a escala global, fundamentado íntegramente en aplicaciones de código abierto para la elaboración

de mapas climáticos o climatopes; en ese sentido, se considera uno de los mecanismos más eficaces para la introducción del clima en la planificación territorial y urbana a gran escala.

Actualmente, existen distintas metodologías desarrolladas con el fin de introducir el estudio y análisis del clima en la planificación territorial y urbana. Si bien se diferencian en la denominación o porque han sido desarrolladas para áreas geográficas específicas, la relación entre los factores climáticos y los usos de suelo son parecidos a los denominados climatopes que agrupan áreas con características microclimáticas similares. No obstante, se diferencian en la curva de temperatura diaria, la rugosidad vertical (perturbaciones del campo de viento), la posición topográfica y la exposición y, sobre todo, en el tipo de uso del suelo real.

De igual manera, se empleó el software especializado en la simulación de climas en zonas urbanas ENVI-met, el cual facilita la generación de condiciones de vida sostenibles en un entorno que cambia permanentemente; así, crea modelos interactivos para analizar de modo científico los impactos de los diferentes escenarios de planificación.

Figura 23. *Municipios de Palma de Mallorca, 2021*

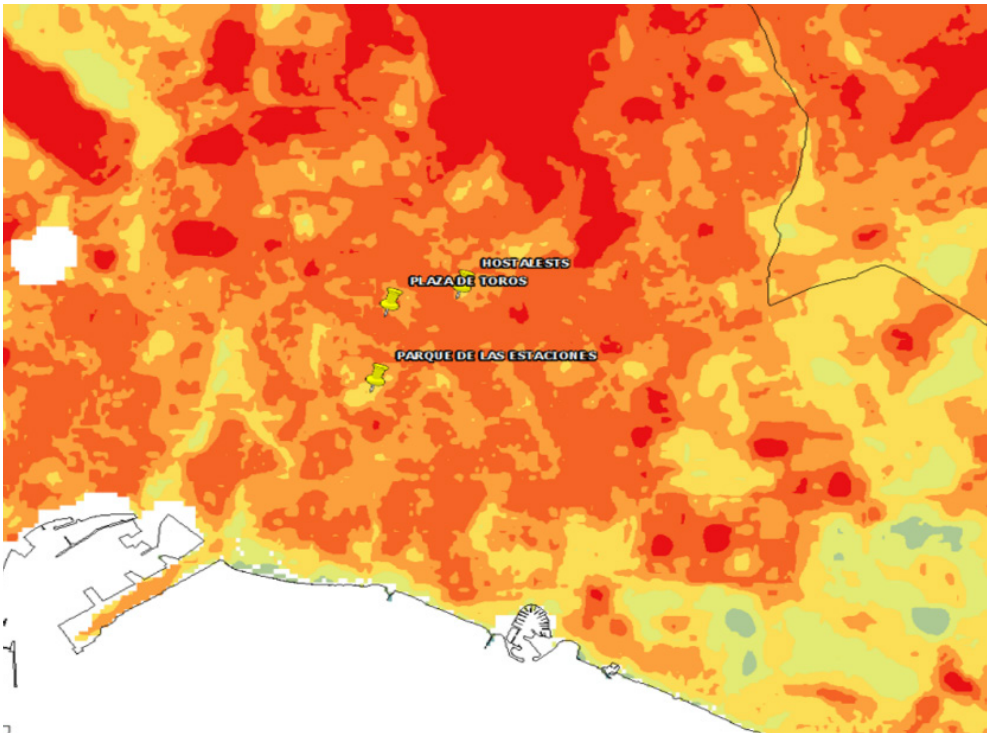


Nota. Tomado de Google Maps (2020)

La población de estudio estuvo determinada por el área metropolitana de Palma conformado por Palma de Mallorca, Calvia, Lluchmayor, Marrachí, Andrach, Algaida, Esporlas, Valldemosa, Puigpuñent, Bañalbufar; Buñola y Estellenchs (Valadés *et al.*, 2021). Asimismo, se excluyó a los municipios de Santa María del Camino y Santa Eugenia por tener muy poco valor de interacción (vi de 0.0026 y 0.0006 respectivamente). Por último, se agregó

al municipio pequeño de Deyá dentro del estudio, ya que tuvo características similares, físicas y geográficas, correspondientes a la Sierra de Tramontana, tal como se observó en la Figura 23.

Figura 24. *Modis 1st verano día*



En línea con lo anterior, la muestra o zona elegida para el estudio fue establecida, en primer lugar, por Moderate-Resolution Imaging Spectro-radiometer (Modis), de días y a las 14 horas. De acuerdo a la Figura 24, se aproximaron tres posibilidades en relación a la mayor temperatura. Cabe re-

saltar que Modis es un instrumento científico lanzado en órbita terrestre por la NASA en 1999, el cual permite capturar imágenes a diario de la superficie de la tierra. Luego de una semana, estas imágenes son trasladadas a una galería web de la NASA, la cual es un repositorio accesible para los científicos e investigadores.

Figura 25. *Identificación de las tres posibilidades*



Nota. Tomada de Google Earth (2020)

En la Figura 25, se observaron tres puntos de color amarillo en tres posiciones distintas, las cuales fueron tomadas de Modis y, posteriormente, trasladadas a la imagen mediante Google Earth.

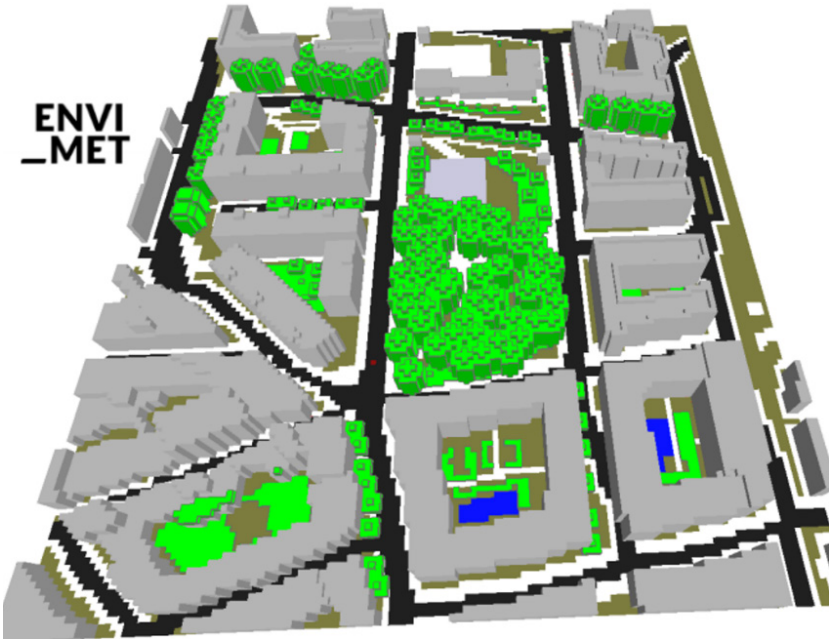
Figura 26. *Mapa de la elección: Hostalets*



Nota. Tomada de Google Earth (2020)

De acuerdo a la Figura 26, se descartaron las opciones: parque de las estaciones y plaza de toros, y se seleccionó la tercera posición en el Olivo-Hostalets. Esta última es una zona con dos tipologías de casco urbano multifamiliar, uno denso y otro disperso, pero con un parque central.

Figura 27. *Modelado para envi_met*



En base a lo anterior, se seleccionó como centro piloto de la investigación a la ciudad de Palma de Mallorca. Esta es una de las ciudades con mayor índice de presión humana en el mundo y, asimismo, con más alto nivel de temperatura, sobre todo en los meses de verano. En ese sentido, se deter-

minó como punto específico de concentración al parque de Son Oliva en el ayuntamiento de Palma de Mallorca, pues su microclima fue el que más se adaptó al presente estudio, tal como se identificó en los resultados extraídos de envi_met en la Figura 27.

Resultados

Se entendió por confort térmico a la falta de sensaciones de calor y frío; dicho de otro modo, cuando las condiciones de humedad, temperatura y movimiento de aire son adecuadas para realizar alguna actividad. Por ello, la complejidad de evaluar el confort térmico es porque, generalmente, se interpretan sensaciones con valores subjetivos, lo cual conlleva al análisis de variables como la temperatura del aire, suelos, humedad del aire y velocidad del viento.

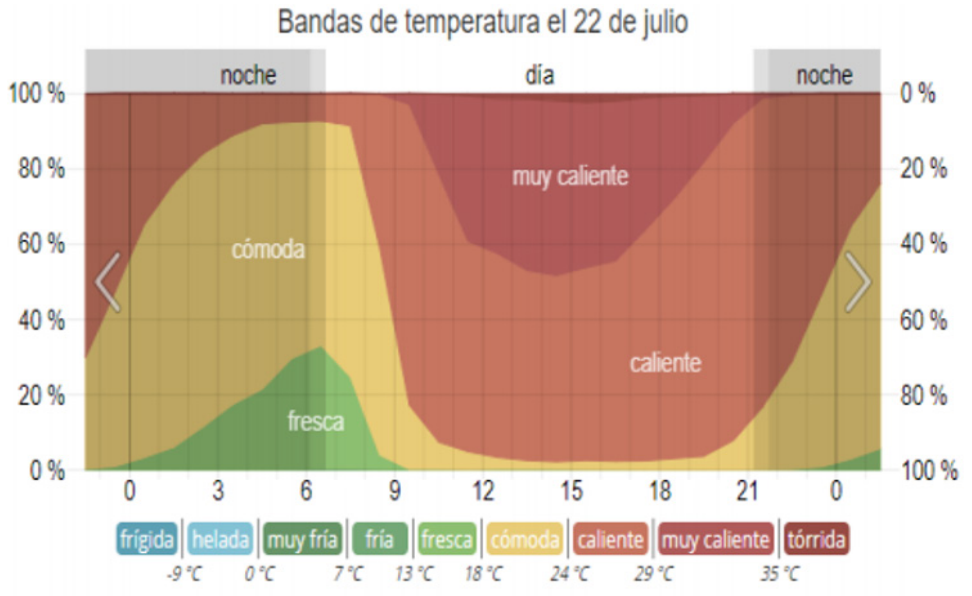
Para obtener los resultados de la etapa 1 de diagnóstico, se consideró el estudio microclimático del sector denominado San Oliva-Hostalets en la ciudad de Palma en la isla de Mallorca. Esta ciudad presentó, en el momento de la investigación, los siguientes valores:

- Temperatura media del aire

Para obtener estos resultados se consideró lo siguiente el 22 de julio la temperatura en Palma de Mallorca varía de 18°a 38°c y rara vez sube más de

esta medida, como referencia el día 4 de agosto (el día más caluroso del año), las temperaturas oscilan entre 19°c hasta los 35°c, mientras que el 27 de enero (el día más frío del año) va desde los 5°c a los 15°c., el período más frío del día es de las 2.15 a las 8.00 y siendo la hora más fría las 6.30 cuando la temperatura de tres de cada cuatro días e inferior a 23°c nueve de cada diez días. El período más caluroso del día es de las 10.15 a las 20.00 siendo la hora más calurosa las 14.30 cuando supera los 30°c tres de cada cuatro días y superior a 26°c nueve de cada diez días.

Figura 28. Indicador de temperatura



En la Figura 28, se visualizó una ilustración compacta de la gama de temperaturas del 22 de julio en todos los registros históricos. El eje horizontal es la hora del día y las áreas de colores apiladas indican el porcentaje de horas pasados en varias bandas de temperatura.

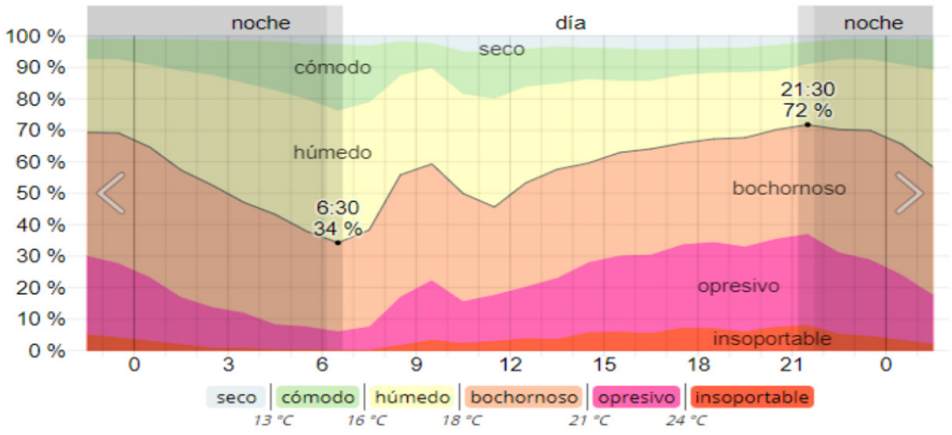
En Palma de Mallorca, los veranos son muy cortos, bochornosos, calientes, secos y principalmente despejados; sin embargo, los inviernos son extremadamente largos, fríos, tempestuosos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °c a 31°c, rara vez baja de 1°c o sube a más de 34°c. Con base en la puntuación playa/piscina, que es una herramienta orientada en evaluar los mejores índices de confort/temperatura, para visitar la isla de Mallorca y disfrutar de las actividades relacionadas con el calor y al verano es desde finales de junio hasta finales de agosto. Por ende, los hallazgos confirman un valor mínimo de confort en invierno de 20º c y en verano un valor máximo de 25º c.

- Humedad

Se basó en el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que este determina si el sudor se evapora de la piel y enfría el cuerpo. Cuando los tanteos de rocío son relativamente bajos, se siente más seco; pero, cuando son altos, se aprecia más húmedo. A diferencia de la temperatura que, usualmente varía de manera considerable entre la noche y el día, el punto

tiende a cambiar más lentamente; por tal motivo, aunque la temperatura sea baja en la noche, habitualmente, en un día húmedo, la noche también es húmeda.

Figura 29. *Niveles de comodidad de la humedad el 22 de julio*



De acuerdo a la Figura 29, la probabilidad de noches bochornosas, opresivas o insoportables en la Palma de Mallorca el 22 de julio varió en el transcurso del día, con una probabilidad promedio diaria de 56%. La hora más bochornosa el 22 de julio fue alrededor de las 21:30 p.m., con condiciones bochornosas en un 72% del tiempo. La hora menos bochornosa fue alrededor

de las 6:30 a.m., con condiciones bochornosas en un 34% del tiempo. Asimismo, como referencia, el 12 de agosto, el día más bochornoso del año, se presentaron condiciones bochornosas el 67% del tiempo; mientras que el 1 de enero, el día menos bochornoso del año, se manifestaron condiciones bochornosas en un 0% del tiempo.

En ese sentido, los resultados demostraron niveles de humedades entre el 40% y 70%, las cuales crearon una sensación de confort. Cabe mencionar que el vínculo entre humedad y temperatura puede influir en nuestro bienestar; puesto que, sí se mantienen humedades no tan altas, con temperaturas superiores a 25º, se pueden alcanzar sensaciones de confort efectivas.

Velocidad del viento

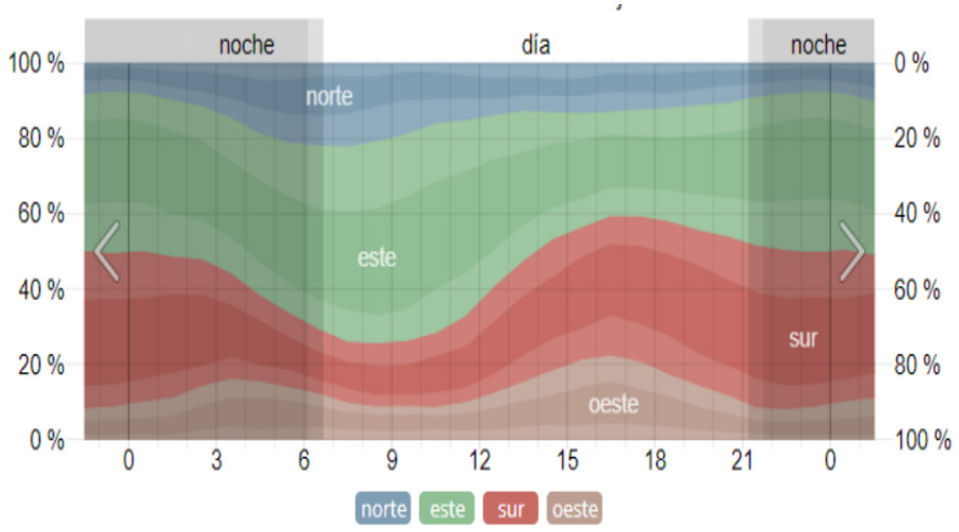
Esta sección se centró en el vector de viento promedio por hora del área ancha; vale decir, velocidad y dirección a 10m sobre el suelo. El viento de cada ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; asimismo, la velocidad instantánea y la dirección del viento varían de manera más amplia que los promedios por hora.

La velocidad promedio por hora en Palma de Mallorca, el 22 de julio, varió en el transcurso del día con un promedio diario de 11,8 km/h.

La hora más ventosa del día fue, aproximadamente, a las 9:00 a.m., con una velocidad promedio del viento de 13.5 km/h. Asimismo, el viento, usualmente, permaneció entre 8.3 km/h y 17.3 km/h, rara vez disminuyó a menos de 4.9 km/h o subió a más de 19.1 km/h.

Cabe recalcar, como referencia, que el 16 de diciembre, el día más ventoso del año, la velocidad promedio del viento fue de 21.1 km/h, mientras que, el 23 de julio, el día más calmado del año, la velocidad promedio diaria del viento fue 11.6 km/h.

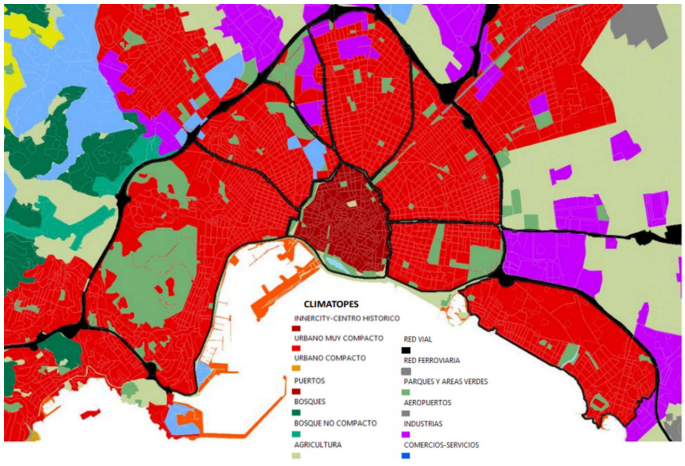
Figura 30. *Niveles de comodidad de la humedad el 22 de julio*



En la Figura 30, se observó el porcentaje de horas en las cuales la dirección del viento provino de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en las que velocidad del viento osciló alrededor de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites representaron el porcentaje de horas transcurridas en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noreste), mientras que las áreas umbrosas superpuestas demostraron el crepúsculo civil y el nocturno.

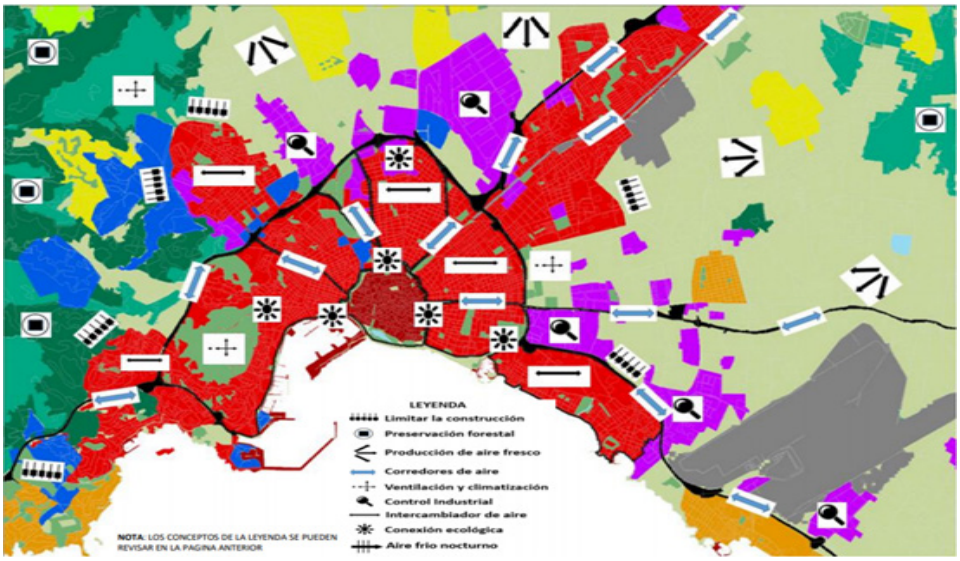
Asimismo, según los especialistas, la velocidad del aire sobre un espacio no debería ser mayor a 2 m/s, de modo que se pueda alcanzar el confort térmico y mantener las medidas anteriores en equilibrio. De igual manera, se presentó en esta etapa diagnóstica el estudio de los climatopes, el cual se visualiza a continuación:

Figura 31. *Climatopes ámbito de estudio y su entorno*



En la Figura 31, se presentó la clasificación universal trasladable con base en las características locales y definidas como regiones de cobertura superficial uniforme, estructura, material y actividad de la muestra en estudio.

Figura 32. Climatopes ámbito de estudio y su entorno



En base en lo anterior, de acuerdo a la Figura 32, se puede visualizar el mapa de recomendaciones con su respectiva leyenda y con las especificaciones necesarias para la preservación de las condiciones climáticas.

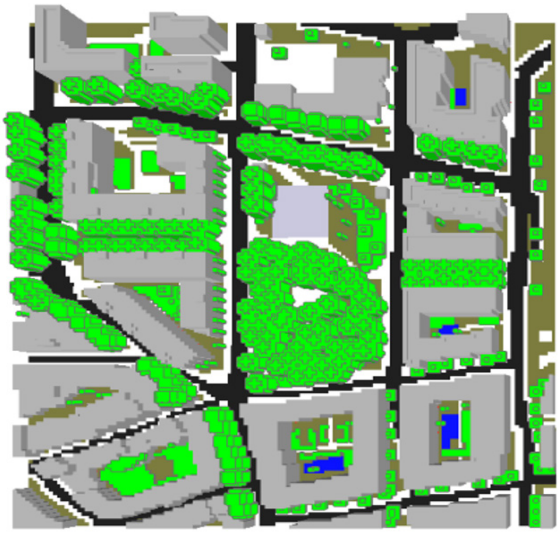
Etapa 2

Luego de analizar el estudio microclimático, se determinó que el sector se ubicó dentro de los límites orientados a configurar el confort urbano. Por tal motivo, se elaboró la siguiente propuesta de mejora:

- Proponer que el bolsón de estacionamiento, ubicado perpendicularmente en el parque principal y entre las calles Eusebi Estada y Julián Garrae, y el bolsón ubicado entre las calles Emilio Serrano y Miguel Fleta se conviertan en estacionamientos subterráneos y su techo sea utilizado como plazas y parques de uso público. De esta forma, se mejorarán las condiciones microclimáticas del sector. Asimismo, se tendrá que arborizar adecuadamente y se deberá utilizar materiales de alto albedo para la reducción de la absorción de calor de las superficies y la isla de calor en los mismos.

- De igual manera, se determinó una alta concentración de temperatura sobre la av. Eusebi Estada por su baja cantidad de arborización a lo largo del trayecto. Por tal motivo, se plantea la arborización de la misma, respetando los árboles ya existentes.

Figura 33. *Simulación de la propuesta*



- En base a la Figura 33, se debería arborizar parte de la losa deportiva existente en el parque principal, pues no cuenta con una cobertura adecuada para la práctica de los deportes previstos, ya que su superficie es de concreto y tiende a retener altas temperaturas en el día y la noche. Se estima la colocación de Albedo, cubiertas y fachadas verdes.

Figura 34. Olmo (Ulmus minor)



Nota. Tomada de Google Earth (2020)

Figura 35. *Ficus (Ficus macrophylla)*



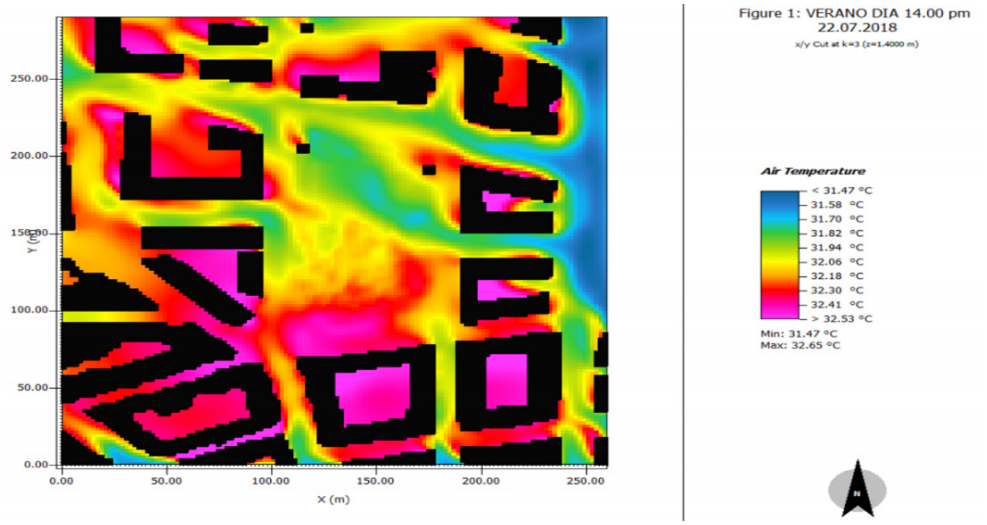
Nota Google Imágenes (2021)

De acuerdo a la propuesta, una mayor cantidad de arborización ayudaría significativamente a la mejora de las condiciones microclimáticas del sector, sobre todo en la Av. Eusebi Estada, la cual presentó las condiciones microclimáticas más desfavorables. En ese sentido, se considera que los árboles a utilizar son el Olmo (Figura 34) y el Ficus (Figura 35).

Etapa 3

Posterior a la simulación, se ejecutó un análisis comparativo de situación real frente a la situación luego de la propuesta, y se tuvieron los siguientes resultados:

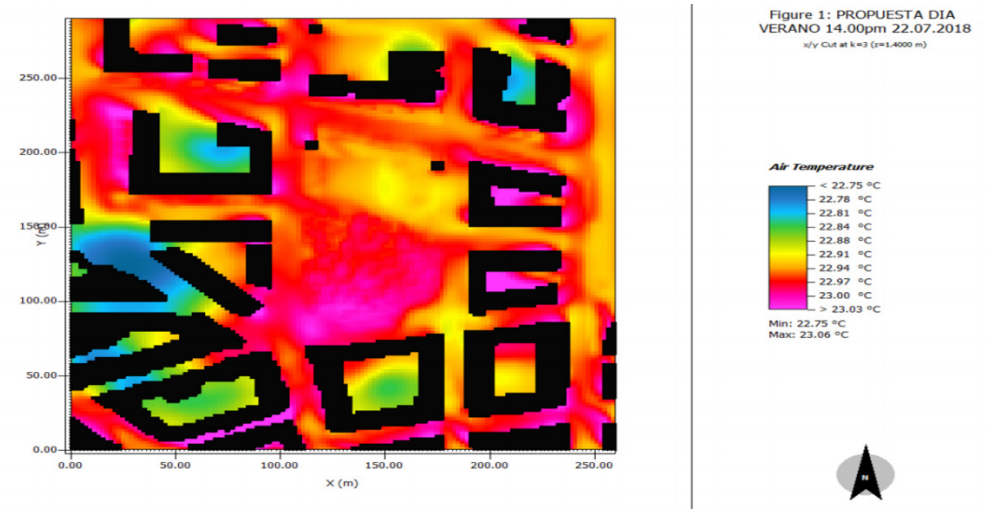
Figura 36. *Temperatura del aire situación inicial*



Temperatura del aire

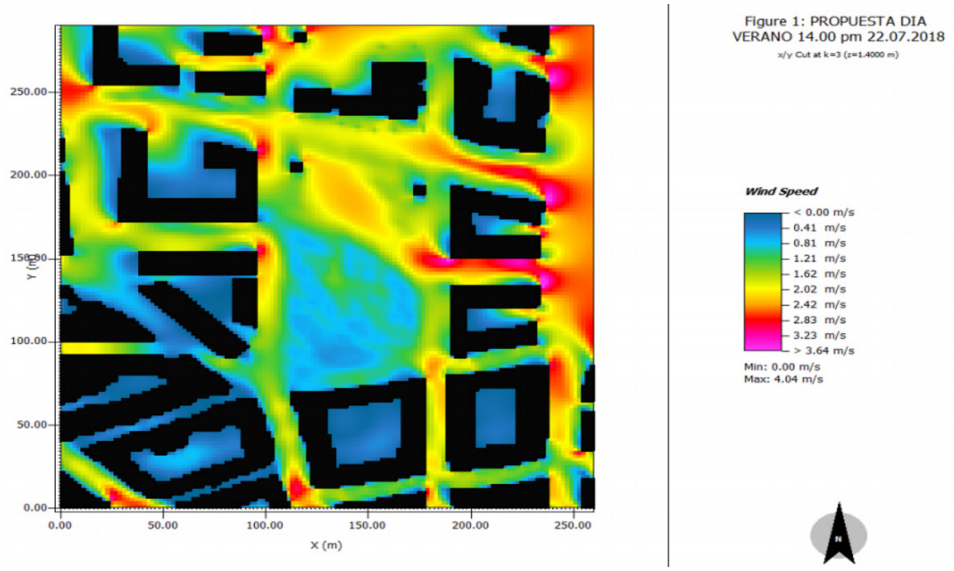
En la Figura 36, se observó el mapa de la situación inicial con las temperaturas oscilando entre los 31.47°C y 32.53°. Tal como se visualizó, fueron temperaturas muy altas.

Figura 37. *Temperatura del aire luego de la simulación de la propuesta*



En la Figura 37, se detalló el mapa de la simulación efectuada a las 14:00 pm el día 22 de julio del 2018. Se pudo distinguir claramente la mejora dada, donde se obtuvieron los siguientes valores: con la mejora temperaturas mínimas de 22.75°c y máximas de 23.06° c, se interpretó que la mejora fue sustancialmente evidente.

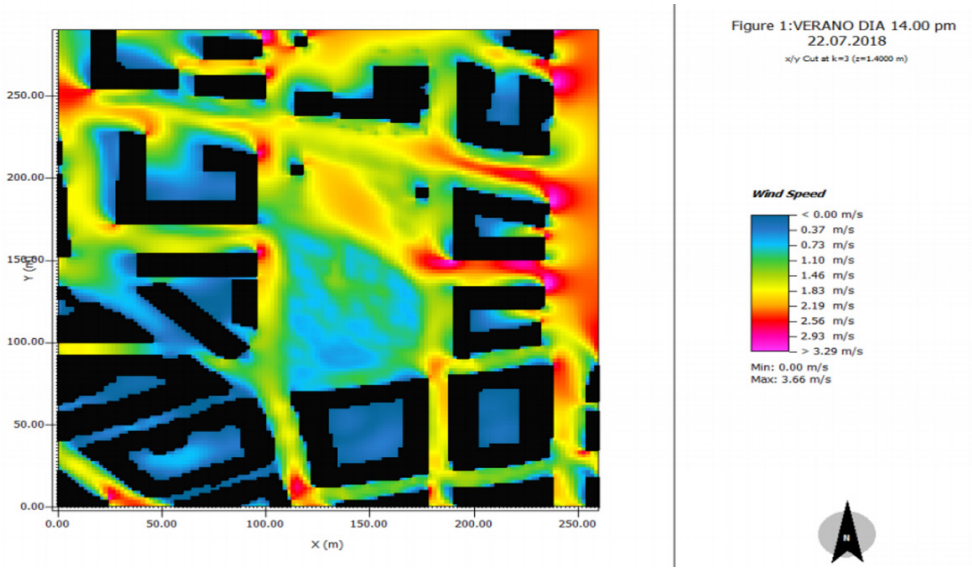
Figura 38. *Velocidad del viento situación actual*



Velocidad del viento

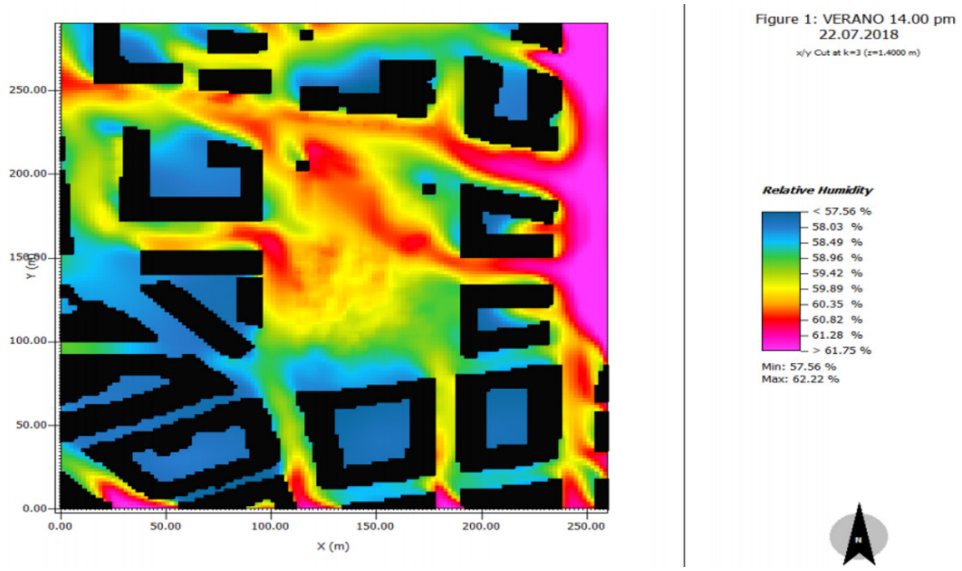
De acuerdo a la Figura 38, se identificó que la velocidad máxima del viento fue de 4.04 m/s.

Figura 39. *Velocidad del viento luego de la simulación de la propuesta*



En la Figura 39, se visualizó la reducción de los valores máximos de la velocidad del viento. En ese sentido, se demostró que, al realizar el arbolado en la vía principal, a pesar del calor en el día, estos se comportaron como una barrera natural que disminuyó la velocidad del viento desde los 4.04 m/s hasta 3.66 m/s, luego de la intervención.

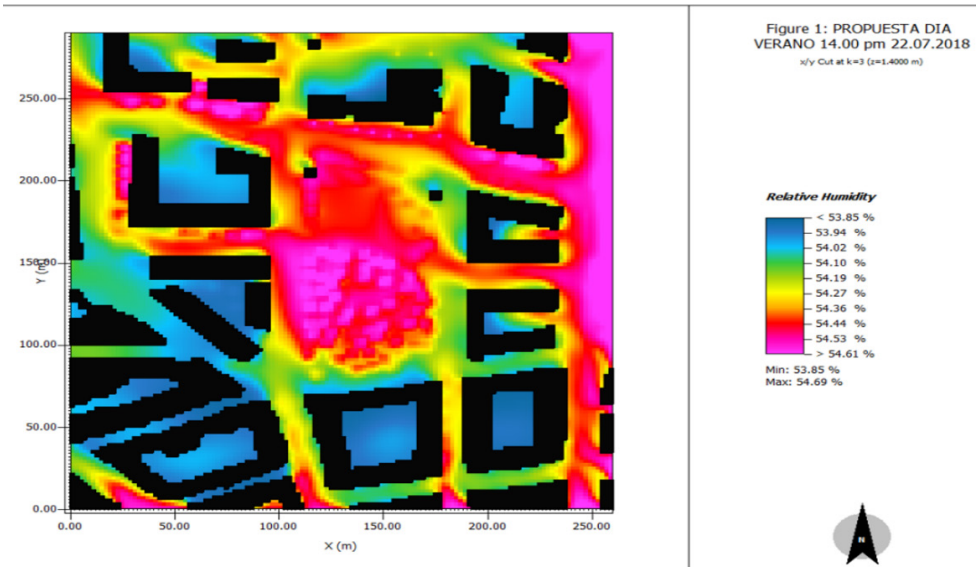
Figura 40. *Humedad relativa situación actual*



Humedad relativa

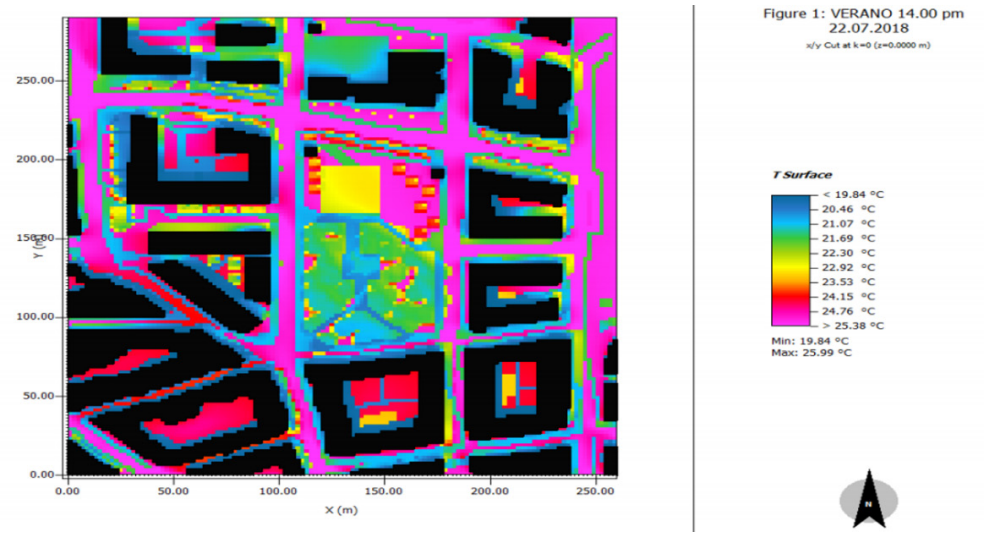
Al analizar el mapa de la Figura 40, se evidenciaron los valores de 57.56% como mínima y de 62.22% como máximo en la situación inicial.

Figura 41. *Humedad relativa luego de la simulación de la propuesta*



De acuerdo a la Figura 41, con la mejora de la propuesta, se alcanzaron valores de 53.85% en la mínima y de 54.69% en la máxima, es decir, se mejoró el índice climático; ello porque se lo redujo respecto a los valores de la situación inicial. En ese sentido, se interpretó que la intervención fue efectiva desde el punto de vista climático.

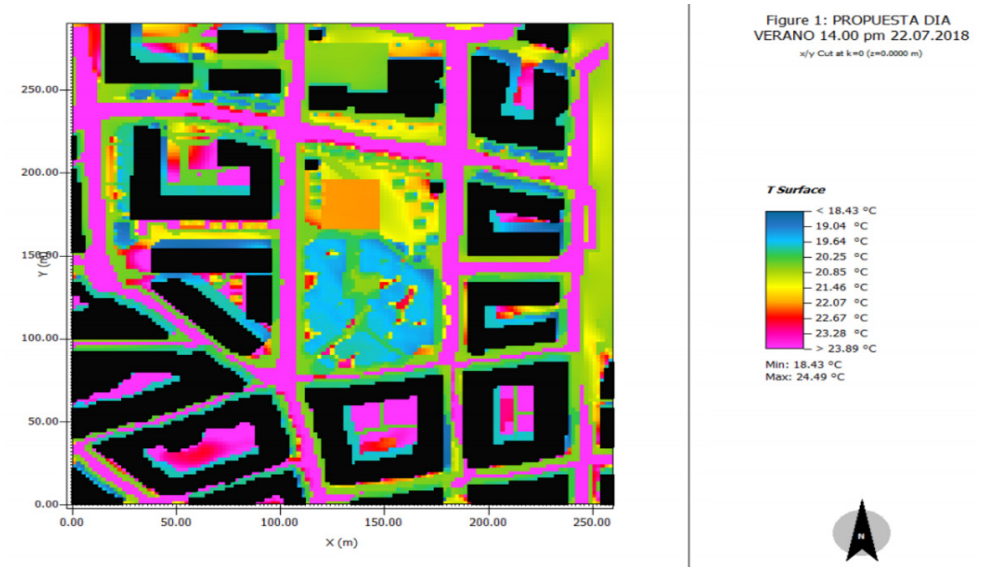
Figura 42. *Temperatura de la superficie actual*



Temperatura de la superficie

La temperatura de la superficie es un indicador del confort térmico, tanto para la noche como para el día. De acuerdo a la Figura 42, en la situación inicial, se generaron valores de casi 26°C como máximo y de 19.84°C.

Figura 43. *Temperatura de la superficie luego de la simulación de la propuesta*



En base a la Figura 43, luego de la propuesta, la simulación arrojó como mínimo de las temperaturas máximas y mínimas procesadas de 18.43°C y 24.49°C; es decir, 1°C en promedio dentro los rangos anteriores.

Discusión

Al confrontar los resultados con estudios similares, se encontró congruencia con lo expuesto por Marchante y González (2020), donde se aseveró que, aunque una persona tenga la sensación de neutralidad térmica, puede que algunas partes del cuerpo estén expuestas a condiciones de disconfort térmico, el cual puede evitarse levantando o bajando la temperatura del entorno. Asimismo, Chan y Belitskaya (2020) y Mirzaei *et al.* (2020) obser-

van el fenómeno de la isla de calor como un reto para la gestión humana que aumentan con el tamaño de la ciudad. Esto es concisamente proporcional al tamaño de la muestra urbana (Wicki *et al.*, 2018) y ocasiona enfermedades y complicaciones de salud, las cuales se relacionan geográficamente con las islas de calor de las magnas urbes.

Asimismo, se destaca el aporte de Neres *et al.* (2021) y Barbieri *et al.* (2018) en relación a la influencia de la vegetación en el confort térmico y urbano, donde se evidenció que el entorno urbano debe ser un lugar donde se logre la comodidad del usuario. En muchos casos, sin embargo, los entornos urbanos no ofrecen las condiciones adecuadas de confort, ya sea térmico, acústico, luminoso o visual. La ciudad en sí es un gran cambio climático, debido a las grandes áreas pavimentadas y la disminución de espacios verdes, la capa de aire en las áreas urbanas tiende a ser más cálida que en las áreas rurales. Además, la actividad humana desarrollada en las ciudades genera profundos cambios en el clima local, alterando de esta manera la temperatura y las precipitaciones en la región y afectando la calidad de vida de los ciudadanos.

De igual manera, Wald *et al.* (2021) evalúan la relación entre las variables de microclima urbano con respecto a los parámetros de morfología urbana, donde se indicó que los parámetros de morfología urbana, inherentes al H/W y al factor de cielo visible (SVF), tuvieron mayor impacto sobre la sensación térmica en esta zona en estudio. No obstante, la sensación térmica

se mantuvo homogénea en toda el área, lo que demostró la existencia de una relación lineal directa entre las variables micro climática, temperatura y las morfológicas H/W y SVF.

Otro aporte relevante fue realizado por Balter *et al.* (2021) y Chatzinikolaou *et al.* (2018), cuyo estudio confirmó el uso de la herramienta Envi-met para la generación de datos climáticos, la cual también se empleó en la presente investigación. Además, los resultados revelaron los beneficios de contar con una densa forestación urbana, clasificándose en dos estratos: bajo y sobre copa de los árboles. De esta forma, se analizó la manera en la que el comportamiento térmico afecta a las viviendas y por ende a sus ocupantes.

Lo anterior es reforzado por la investigación de Domínguez (2021), quien presentó el uso de la vegetación en barreras verticales como estrategia bioclimática, evaluando los beneficios y el desempeño, y empleando softwares de simulación térmica para demostrar el aporte a la optimización de la calidad ambiental en favor del confort térmico.

Por otro lado, en relación a los estudios realizados sobre las islas de calor, destacan las aportaciones de Zabaleta *et al.* (2020), Rubiano (2019), Soto (2019) y Moreira *et al.* (2019), donde se señala la importancia de proteger y conservar las áreas verdes, debido al cambio en el uso de los suelos como parte del crecimiento urbano, lo cual debe considerarse en la planeación

territorial. Asimismo, se asevera que las islas de calor (ICU) se presentan por las características ambientales propias de cada ciudad y se discurre sobre la cobertura vegetal como estrategia fundamental para mitigar las condiciones adversas; de esta forma, se coincidió con los hallazgos de la presente investigación.

Finalmente, los mencionados investigadores afirmaron que las ICU describen el aumento de temperatura superficial y atmosférica, relacionado con el desarrollo urbanístico, el incremento del consumo energético, la contaminación atmosférica, la contaminación térmica de cuerpos de agua y, en general, la disminución de la calidad de vida de los pobladores.

CAPÍTULO IV
REFLEXIONES FINALES SOBRE EL IMPACTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ISLA DE MALLORCA

Mallorca es una isla situada en el Mediterráneo, cuya geografía se destaca por la presencia de montañas y llanuras bajas. Asimismo, por su cercanía al mar, posee una gran humedad, precipitaciones medias y, sobre todo en verano, temperaturas hasta de 30°C (Biere, 2019). De acuerdo al autor anterior, el impacto del calentamiento global y el cambio climático afectan, primordialmente, las costas de Mallorca, porque son territorios que presentan mayor vulnerabilidad ante las olas de calor y la erosión del suelo. Asimismo, el autor comenta que, en los últimos casi cuarenta años (1980-2018), la isla reportó un gran aumento en las temperaturas medias, cuyo mínimo fue de 2°C y su máximo de 3°C a 5°C.

Cabe mencionar que, según el estudio de Olcina (2020), la cuenca del Mediterráneo presenta tres características que permiten y ocasionan que haya un mayor calentamiento en el territorio y, por ello, mayores fenómenos meteorológicos que afecta toda esta zona: 1. El cambio intenso de las precipitaciones estacionales, donde se advierte la reducción de la cantidad e intensidad de las lluvias y nevadas, 2. Aumento de la temperatura media hacia más

de 3°C e incremento de calor en las noches, ocasionando que haya un menor confort térmico en la zona, y 3. El calentamiento desmedido en las aguas del Mediterráneo con un pico máximo de 30°C, lo cual provoca el aumento de la humedad relativa y de la temperatura. Todo ello produce el fenómeno conocido como las islas de calor urbanas.

Asimismo, específicamente, existen diversos factores que han desencadenado que haya una mayor afectación climática en la isla de Mallorca, tales como la construcción masiva de infraestructuras, la ausencia de zonas arbóreas, el turismo desmedido en los ecosistemas, el fortalecimiento de la isla de calor. De acuerdo a Alomar y Llop (2018), las islas de calor son ciudades que presentan un aumento en la temperatura anual media; por ello, en su investigación, analizaron la situación de la ciudad de Palma en Mallorca, donde se evidenció la presencia de una isla de calor, esto por la presencia de barriadas sobrepobladas, calles muy estrechas que perjudican la circulación de vehículos y ausencia de zonas arborizadas.

Definitivamente, la congestión vehicular es un factor determinante en la contaminación ambiental, porque perjudica el aire con la emisión de los GEI y el sonido de los cláxones produce ruido innecesario. Asimismo, la falta de árboles repercute en la incapacidad de secuestrar la mayor cantidad de CO2 y disipar el ruido emitidos por los vehículos. De igual manera, la desequilibrada organización de las vías públicas influye negativamente en

los elementos mencionados, porque inmoviliza el tránsito y reduce el espacio para la construcción de infraestructuras verdes que ayuden a contrarrestar la contaminación sonora y del aire; para ello, se requiere el plan de organización territorial con enfoque ambiental.

De acuerdo a Olcina (2020), para frenar el avance del calentamiento global y de las consecuencias negativas del cambio climático, se deben realizar diferentes estrategias de planificación. Por ejemplo, sostiene que, en el caso del ordenamiento territorial, se tienen que considerar las variaciones en las temperaturas, las precipitaciones y los vientos, es decir, los cambios de los microclimas. Por tal motivo, en el análisis realizado, se utilizó la herramienta de los climatopes, lo cual permitió evidenciar la problemática climática y desarrollar un plan para reducirla.

En ese sentido, la planificación de un territorio tiene como objetivo la distribución equilibrada de los espacios urbanos y naturales de una ciudad, a fin de hallar un término medio que satisfaga las necesidades de la población, promueva el confort térmico y, sobre todo, ayude a controlar y reducir los fenómenos climáticos. Ello mediante la preservación de los mitigadores de GEI y reguladores de temperatura y humedad, es decir, de las especies arbóreas (Therán *et al.*, 2019).

De acuerdo a Ramírez *et al.* (2016), este proceso se inserta en el lla-

mado ordenamiento territorial ecológico, definido como una herramienta que ayuda a la protección y cuidado de los espacios naturales, la flora, la fauna y los recursos renovables y no renovables, a fin de contrarrestar la sobreexplotación y extinción de estos. Asimismo, los autores indican que, ante la gran problemática de desterritorialización, se requiere de una gestión territorial que cree, planifique, ejecute y controle políticas públicas que garanticen las siguientes acciones:

- Aprovechamiento de los recursos naturales de manera consciente y moderada, donde no se perjudiquen los ecosistemas. Para ello, se debe priorizar la sanción de aquellas actividades ilegales que dañan el suelo y su vegetación.

- Protección de las reservas naturales, especies de fauna y flora en extinción, y de las zonas vulnerables para evitar la deforestación, desertificación, erosión, incendios forestales y demás. Asimismo, crear políticas que sancionen la caza de animales.

- Conservación de las zonas con biodiversidad que se figuran como reservas acuíferas y de vegetación.

- Restauración de los espacios naturales que las actividades humanas dañaron y contaminaron, tales como los suelos y ríos con residuos tóxicos, y el aire con partículas de plomo.

De igual manera, tal como se indicó, el reordenamiento de una ciudad urbana busca la recuperación de aquellas zonas vulnerables que fueron pobladas o explotadas por los seres humanos y que son fuente de una gran diversidad biótica. Además, la planificación del territorio también se encarga de la creación de estrategias para mejorar la confortabilidad del ambiente y de los ciudadanos. Por ejemplo, la arborización urbana es uno de los mecanismos esenciales para contrarrestar el avance negativo del calentamiento global y crear ciudades sostenibles.

La implementación de grandes espacios verdes en los parques, las plazas, a los laterales de las pistas, en los techos de los edificios, en las escuelas, las universidades, los centros de trabajo y hospitales demuestra el dinamismo de esta estrategia y su globalidad. Las llamadas "áreas verdes" son territorios que permiten luchar contra la contaminación producida por las grandes infraestructuras urbanas, la industrialización, la circulación diaria de autos, la contaminación sonora, la emisión de GEI, la contaminación del mar y del suelo con plástico, etc. (Barrantes-Sotela, 2020). Asimismo, de acuerdo a Saavedra-Romero *et al.* (2019), la plantación de árboles posee repercusión directa en estos elementos:

- Disminuye la temperatura del aire

- Reduce la velocidad del viento

- Es una fuente de absorción del CO2
- Funcionan como escudos contra el ruido
- Reduce las olas de calor
- Mejora el paisaje urbano
- Mejora la calidad de vida de las personas a través del fortalecimiento del confort térmico
- Contribuye en el cuidado ambiental y en el control del calentamiento global

Por otro lado, en el caso específico del turismo, se posiciona como uno de los factores con mayor influencia en la contaminación ambiental de Mallorca, porque produce la perdida de la biodiversidad, altera la estructura de los ecosistemas, incrementa la aridez y la erosión, afecta a la flora y fauna silvestre, contamina las aguas y el suelo (Gómez *et al.*, 2017). Aunque el turismo es una parte esencial en la economía, lamentablemente, se considera muy riesgoso para el territorio, sobre todo si es realizado ilegalmente. Por tal motivo, Olcina (2020) considera que debe realizarse una planificación que regule el turismo en Mallorca, ello con el fin de mejorar la planificación urbana.

Dicho eso, en el análisis se demostró que la planificación en el ordenamiento de la ciudad urbana influencia positivamente en la creación de nuevos espacios verdes que ayuden a la mitigación de los GEI y que reduzcan los factores de contaminación en el territorio de Mallorca. Debido a que, en esta isla del Mediterráneo, confluyen diversos factores externos (calentamiento de las aguas del mediterráneo, aumento de temperatura atmosférica y variación climática global) e internos (aumento de las infraestructuras urbanas, falta de arborización, contaminación general y turismo) que producen que haya un mayor impacto climático en sus costas y en las zonas urbanizadas. En ese sentido, se demostró que la creación e implementación de proyectos de arborización, correctamente distribuida en el territorio, favorece en el control de las temperaturas, la humedad relativa y la velocidad de los vientos, y, en base a ello, el confort térmico de la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Estatal de Meteorología y Oficina Española de Cambio Climático. (2018). *Cambio Climático: Calentamiento Global de 1,5ºC*. Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/ipcc_informe_especial_15pdf_tcm30-485656.pdf

Alomar G. y Llop J. (2018). La isla de calor urbana de Palma (Mallorca, Islas Baleares): avance para el estudio del clima urbano en una ciudad litoral mediterránea. *Boletín de la asociación de geógrafos españoles*, (78), 392-418. https://doi.org/10.21138/bage.2404

Alvarado R., Posso Z., M., y Posso L., M. (2018). El crecimiento poblacional y los bienes de propiedad común. *Revista Economía*, *70*(112), 71-86. https://doi.org/10.29166/economia.v70i112.2047

Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., de Armas, J. y Rivero, L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, *39*(3), 640-649. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1684-18242017000300024

Angeoletto, F., Correa, J., Ruiz, J., Fonseca, F. y Massulo, R. (2016). Tipología socio-ambiental de las ciudades medias de Brasil: aportes para un desarrollo urbano sostenible. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, *8*(2), 272-287. https://doi.org/10.1590/2175-3369.008.002.AO08

Angeoletto, F., Fellowes, M., Essi, L., Santos, J., Johann, J., da Silva, D. y Moraes, N. (2019). Ecología urbana y planificación: una convergéncia ineludible. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, *23*, 1-8. https://doi.org/10.5902/2236117032452

Architector, N. (2 al 4 de octubre del 2019). Proyecto urbano climático en Palma de Mallorca: Eje Alomar-Rosselló. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*. CPSV. http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8922

Balter, J., Alchapar, N., Correa, E., y Ganem, C. (2021). Modelado urbano microclimático para la simulación termo-energética de viviendas en edificios en altura en Mendoza, Argentina. Integración del software ENVI-met y EnergyPlus. *Informes de la Construcción*, *73*(561), e382. https://doi.org/10.3989/ic.76749

Barbieri, LR, Riboldi, L., Sekine, ES y Bueno, P., (2018). Influência da vegetação no conforto térmico da UTFPR Campus-Campo Mourão – PR. *Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino*, *8*(3), 40-49. http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/view/1689

Barrantes-Sotela, O. (2020). Aportes desde la conservación genética al mejoramiento de las áreas verdes en la ciudad. *Revista Geográfica de América Central*, *64*(1), 26-40. http://dx.doi.org/10.15359/rgac.64-1.2

Barton, J. y Irarrázaval, F. (2016). Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana. *Revista de Geografía Norte Grande*, (63), 87-110. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100006

Batle, E. (2016). *Plan estratégico de promoción de enoturismo en Mallorca*. [Tesis de grado, Universitat de les Illes Balears]. Repositorio Institucional UIB. https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/3051

Benabent, M. y Vivanco, L. (2019). La experiencia de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonales en Ecuador. *Estoa*, *8*(15), 133-144. https://doi.org/10.18537/est.v008.n015.a11

Biere, R. (2019). *Breve análisis preliminar de temperaturas en Mallorca* (Reports de recerca). CPSV-Centre de Política de Sòl i Valoracions. http://hdl.handle.net/2117/188849

Bonametti, J. (2020). Forestación urbana. *Revista Terra & Cultura: Cuadernos de docencia e investigación*, *19*(36), 51-55, http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1412

Bouroncle, L., Felix, J. y Heracles, L. (2019). La sobrepoblación: efectos. *Rev. Investigaciones ULCB*, *5*(2), 119-132. https://doi.org/10.36955/RIULCB.2018v5n2.010

Calderón, D. y Frey, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Territorios*, (36), 239-264. http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4795

Celi, S. (2018). Análisis del comportamiento del transporte público a nivel mundial. Revista Espacios, *39* (18), 10-24. https://www.revistaespacios.com/a18v39n18/a18v39n18p10.pdf

Cerati, T. y Queiroz, A. (2016). Participación social en la gestión ambiental: estudio de caso en una unidad de conservación urbana en el municipio de São Paulo, Brasil. *Estudios Demográficos y Urbanos*, *31*(1), 87-113. http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v31n1/0186-7210-educm-31-01-00087.pdf

Chan, D., y Belitskaya, V. (2019). Isla de calor y confort térmico en la Zona Metropolitana de Guadalajara. *Revista Ecorfan*, *1*(1), 75-63. http://www.ecorfan.org/collections/Collection_Biotecnologia_y_Ciencias_Agricolas_TI/Collection_Biotecnolog%C3%ADa_y_Ciencias_Agr%C3%ADcolas_TI.pdf

Chatzinikolaou, E., Chalkias, C., y Dimopoulou, E. (2018). Urban microclimate improvement using envi-met climate model. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, *42*(4), 59-76 https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-69-2018

Chilón E. (2017). "Revolución Verde" Agricultura y suelos, aportes y controversias. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA, Apthapi*, *3*(3), 844-859. http://www.ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/174

De Morales, M., Lara, C., Paredes, A., Broitman, B. (2020). Efecto del cambio climático sobre los glaciares del complejo volcánico nevados del Chillán. Revista Geográfica de Chile Terra Australis, *56*, 5-13. https://doi.org/10.23854/07199562.2020561.DeMoraes5

Diario de Mallorca (19 de agosto de 2017). Ecologistas denuncian en Palma "la muerte silenciosa" que provocan los cruceros. *Diario de Mallorca.* https://www.diariodemallorca.es/mallorca/2017/08/19/ecologistas-denuncian-palma-muerte-silenciosa-3359879.html

Domínguez, C. (2021) Evaluación del desempeño de las barreras verticales con vegetación implementando herramienta de simulación. *Revista de Ciencias Tecnológicas-Eventos Recit, 3er Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño (Ciad 2021)*, *1*(1), 1-10 https://recit.uabc.mx/eventos/index.php/CIAD2021/CIAD2021/paper/view/63

Eguia, S. y Baxendale, C. (2019). "Infraestructura verde" concepto y enfoque integrador en la práctica del ordenamiento territorial. *Fronteras*, *17*(17), 25-32. https://acortar.link/KQ2iWx

Espinosa, S. (2017). *Turismo y Cambio Climático: Medidas de Mitigación*. [Tesis de grado, Universitat de les Illes Balears]. Repositorio Institucional UIB. https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/3038/Espinosa_Cantos_Silvia.pdf?sequence=1

Estupiñán, J., Batista, N., Torres, R. y Toapanta, V. (2017). La perspectiva ambiental en el desarrollo local. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, *4*(2), 1-23. https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/177

Giraud-Herrera, L. y Morantes-Quintana, G. (2017). Aplicación del análisis multivariante para la sostenibilidad ambiental urbana. *Bitácora Urbano Territorial*, *27*(1), 89-100. https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n1.52110

Gómez, B., Armesto, X. y Cors, M. (2017). Percepción del cambio climático y respuestas locales de adaptación: el caso del turismo rural. *Cuadernos de Turismo*, (39), 287-310. http://dx.doi.org/10.6018/turismo.39.290571

Gómez, J. (2018). Administración de residuos una política de gestión ambiental en la generación de valor empresarial. *Enfoque Disciplinario*, *3*(1), 72-85. http://enfoquedisciplinario.org/revista/index.php/enfoque/article/view/13

Gómez, P., Escobar, J., Tabares M., y Espinosa, P. (2021). Cambio climático. Documentos de Trabajo-INER, (20), 5-36. https://revistas.udea.edu.co/index.php/iner/article/view/345361/20804734

González, A., Tonazzini, D. y Klarwein, S. (2019). *Coherencia Política del Turismo de Costa y el Cambio Climático: Calvià (Mallorca, Islas Baleares).* http://www.ecounion.eu/wp-content/uploads/2019/08/Informe_Final_Pol%C3%ADticasTurismoyCC_Calvi%C3%A0_junio2019.pdf

Goyas, L., Cabanes, I. y Zambrano, S. (2016). Análisis jurídico del ordenamiento territorial y el uso del suelo como recurso natural insustituible. *Universidad y Sociedad*, *8*(3), 6-12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300001

Guillén-Mena, V. y Orellana, D. (2016). La influencia de la vegetación arbórea urbana para disminuir el nivel de polución y alcanzar el confort climático. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (Ed. Especial, septiembre), 65-75. https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1625

Heredia, S. (2018). *El turismo como contribuyente al cambio climático en Mallorca.* [Tesis de grado, Universitat de les Illes Balears]. Repositorio Institucional UIB. https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/148152

Hermi M. (2021). Cambio climático antropogénico y decrecimiento. *Revista electronica de recursos en internet sobre geografía y ciencia sociales*, *25*(250).https://doi.org/10.1344/ara2021.250.33232

Hernández P. (2021). El cambio climático y las implosiones del ser humano. *Con-Ciencia Serrana publicación semestral*, *3*(5), 11-14. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/issue/archive

Institit d`Estadística de les Illes Balears [IBESTAT]. (2021). *Isla en cifras Mallorca*. Recuperado de https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/illa-xifres

Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2020). Glosario de conceptos. Núcleo de población. https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=4930&tf=&op=30261

International Energy Agency (2021) Global share of total energy supply by source, 2019. Consultado el 18 de setiembre del 2021. https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-share-of-total-energy-supply-by-source-2019

Kurbán, A. y Cúnsulo, M. (2017). Confort térmico en espacios verdes urbanos de ambientes áridos. *Revista Hábitat Sustentable*, *7*(1), 32-43. https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.03

Lempert R., Miro M. y Prosdocimi, D. (2021). *Una guía de DMDU para la planificación del transporte en un escenario de cambio climático*. Banco Interamericano de Desarrollo. http://dx.doi.org/10.18235/0003042

León J., Gómez A., Sánchez H., Leal G. y Infante F. (2018). La salud ambiental: algunas reflexiones en torno a la biodiversidad y al cambio climático. *Revista de Enfermedades Emergentes*, *17*(1), 26-36. http://www.enfermedadesemergentes.com/articulos/a690/ENF2018-17 01_especial_Sanchez.pdf

López, I. y Etulain, J. (2018). El ordenamiento territorial como medida no estructural. Adaptación al cambio climático en el mediano y largo plazo. Caso: Gran La Plata. (glp). En *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, (52), 300-305. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/123251

Marchante, G., y González, A. (2020). Evaluación del confort y disconfort térmico. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, *41*(3), 21-40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181559282020000300021&lng=es&tlng=es

Martínez, J. y Aguilar, B. (2020). Arbolado Urbano y Confort Térmico en el Hábitat Pozarricense. *UVSERVA*, (10), 83-93. https://doi.org/10.25009/uvserva.v0i10.2708

Mendoza de Armas, C. y Jiménez, G. (2017). Relación entre el efecto invernadero y el cambio climático desde la perspectiva del sector agrario. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *70*(2), pp. 8120-8122. https://www.redalyc.org/journal/1799/179951188001/html/

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2016, febrero). Cambio Climático: Informe de síntesis. Guía resumida del Quinto informe de evaluación del IPCC. https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/guia-sintesis-resumida_tcm30-376937.pdf

Mirzaei, M., Verrelst, J., Arbabi, M., Shaklabadi, Z., Lotfizadeh, M. (2020). Monitoreo e impacto de la isla de calor urbano en el estado general de salud de los ciudadanos en la metrópolis de Isfahan: un enfoque de encuesta de campo y detección remota. *Percepción remota*, *12*(8), 1350. https://doi.org/10.3390/rs12081350

Molina, M., Sarukhan, J. y Julia Carabias. (2017). *Cambio climático: causas, efectos y soluciones*. México: FCE. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=YF8yDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=actividad+volc%C3%A1nica+y+cambio+clim%C3%A1tico&ots=Fcnbf19Uep&sig=8Cji1wK08lyiJukLsOHs-lML4wI#v=onepage&q=actividad%20volc%C3%A1nica%20y%20cambio%20clim%C3%A1tico&f=false

Moneo, M. (2019). Crece la vergüenza de volar. *Diario de Mallorca*. https://www.diariodemallorca.es/mallorca/2019/07/13/crece-vergueenza-volar-2859679.html

Morales-Cerdas, V., Piedra, L. y Romero, M. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, *66*(4), 1421-1435. http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32258

Moreira, J., Amorim, M., y García, F. (2019). Análisis de la intensidad y evolución horaria de las islas de calor y seca en ambiente tropical, Brasil. *GOT. Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, (17), 151-178. https://dx.doi.org/10.17127/got/2019.17.007

Neres, D., Silva, L., Pereira, M. (2021) Influencia de la vegetación en el confort térmico y urbano de un municipio del sur de Tocantins. *Investigación, Sociedad y Desarrollo*, *10*(6), e47810615999. 10.33448 / rsd-v10i6.15999

Oficina Española de Cambio Climático. (2019). *Cambio Climático, Océano y Criósfera. Oficina Española de Cambio Climático*. Ministerio para la transición ecológica. Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/guia-informe-especial-ipcc-oceanosycriosfera_tcm30-504683.pdf

Olcina, J. (2020). Clima, cambio climático y riesgos climáticos en el litoral mediterráneo. Oportunidades para la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, *66*(1), 159-182. https://doi.org/10.5565/rev/dag.629

ONU-Hábitat (2020). Herramientas de metrohub: metodologías gestión y planificación metropolitana. Nairobi: ONU-Habitat.

Organización de las Naciones Unidas. (2020). Informe sobre la brecha en las emisiones del 2020 resumen. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34438/EGR20ESS.pdf?sequence=35

Páez, A. (2020). Agroecología urbana frente al cambio climático. Aporte al ordenamiento territorial agroecológico en las ciudades. *Revista Ciudades, Estados y Política*, *7*(3), 35-50. https://doi.org/10.15446/cep.v7n3.82189

Paricahua, M. (2021). Cambio climático y desarrollo sostenible. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 1(1), 82-90. Https://doi.org/10.53595/rlo.2021.1.008

Paterson, P. (2017). Calentamiento global y cambio climático en Sudamérica. *Política y Estrategias*, (129), 153-188. https://doi.org/10.26797/rpye.v0i130.133

Pauta-Calle, F. (2019). ¿Son técnicamente viables los planes de uso y gestión de suelo previstos por la ley ecuatoriana de ordenamiento territorial? Eídos. Revista Científica en Arquitectura y Urbanismo, (13), 39-54. https://doi.org/10.29019/eidos.v13i1.543

Pazos L., Marín V., Morales Y., Baez A., Villalobos M., Pérez M., y Muñoz J. (2016). Uso de microorganismos benéficos para reducir los daños causados por la revolución verde. *Revista Iberoamericana de ciencias*, *3*(7), 72-85. http://www.reibci.org/publicados/2016/dic/2000114.pdf

Pelaez, M. y Hernández, S. (8, 9 y 10 de mayo del 2019). *Accionando las 3R. Propuesta de educación ambiental*. Actas V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Ensenada, Argentina. http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/v-jornadas-2019/actas/Pelaez.pdf/at_download/file

Pérez-Muñoz, C., Chales, P. y Agudelo, L. (2017). Planes de acción de adaptación urbana y análisis de vulnerabilidad para Medellín: una propuesta para reducir los efectos del cambio climático desde la planificación territorial. *Gestión y Ambiente*, *20*(2), 155-166. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6687519

Press, E. (16 de noviembre de 2017). La Ley de cambio climático fijará para el 2030 que toda la flota de coches de alquiler sea eléctrica. *Europa Press*. https://www.europapress.es/illes-balears/noticia-ley-cambio-climatico-fijara-ano-2030-toda-flota-coches-alquiler-sea-electrica-20171116121017.html

Procuraduría General de la Nación de Colombia. (2016). *ABC de los POT: plan de ordenamiento territorial*. Procuraduría General de la Nación de Colombia. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18532/El_ABC_de_losPOT.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramírez, A., Cruz, A. Morales, N. y Monterroso, A. (2016). El ordenamiento ecológico territorial instrumento de política ambiental para la planeación del desarrollo local. *Estudios sociales*, *26*(48), 71-99. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572016000200069&script=sci_arttext

Ramón, J. y Lailolo, P. (2021). Cambio climático y variación de los ciclos vitales con la altitud. Ecosistemas, *30*(1). https://doi.org/10.7818/

Ríos, V., Marquet O. y Miralles, C. (2016). Estimación de las emisiones de CO2 desde la perspectiva de la demanda de transporte en Medellín. *Revista Transporte y Territorio*, *15*, 302-322. https://doi.org/10.34096/rtt.i15.2862

Rodríguez A. (2018). Ciencia y divulgación sobre la sexta extinción masiva de biodiversidad, ¿es realmente el cambio climático el principal responsable? En *La comunicación de la mitigación y la adaptación al Cambio Climático* (pp. 177-204). Sevilla: Egregius

Rodríguez, I. (28 al 30 de setiembre del 2020). Repensar el urbanismo como solución al cambio climático: caso de estudio: Área Metropolitana Asturiana. En C. Llop., M. Cervera. y F. Peremiquel (Eds.), *IV Congreso ISUF-H: Metrópolis en recomposición: prospectivas proyectuales en el Siglo XXI: Forma urbis y territorios metropolitanos* (pp. 1-12). DUOT. http://hdl.handle.net/2117/328891

Rubiano, K. (2019). Distribución de la infraestructura verde y su capacidad de regulación térmica en Bogotá, Colombia. *Colombia Forestal*, *22*(2), 83-100. https://doi.org/10.14483/2256201x.14304

Saavedra-Romero, L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T. (2019). Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica*, (47), 25-37. https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3

Salas, E. y Maldonado, E. (24 al 28 de junio del 2019). Breve historia de la ciencia del cambio climático y la respuesta política global: un análisis contextual. En L. Flores (Ed.), *VI Congreso Internacional de la Ciencia, Tecnología* (pp. 717-738)*, Emprendimiento e Innovación*. https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/6294/11662

Saynes V., Etchevers J., Paz F., y Alvarado L. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México, *Terra Latinoamericana*, (34), 83-96. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57344471006

Sotelo, I., Sotelo M. y Febles, J. (2020). Las políticas del agua en España: bases para un desarrollo turístico equilibrado, en el contexto de la desglobalización. *Cuadernos de Turismo*, (45), 427-460. DOI: https://doi.org/10.6018/turismo.426201

Soto, E. (2019). Estimación de la isla de calor urbana en Medellín, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, *35*(2), 421-434. https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.13

Therán, K., Rodríguez, L., Mouthon, S. y Manjarres, J. (2019). Microclima y Confort Térmico Urbano. *Módulo Arquitectura*, *23*(1), 49-88. https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.04

United Nations, (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. ST/ESA/SER.A/423. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf

Urbina-Reynaldo, M. y Zúñiga-Igarza, L. (2016). Modelo conceptual para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. *Ciencias Holguín*, *22*(3), 1-12. https://www.redalyc.org/pdf/1815/181546432004.pdf

Valadés, A. Rigla, F., y Ferrer, J. (2021). La distribución espacial de hogares perceptores de prestaciones económicas individualizadas: una comparación de casos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (89). https://doi.org/10.21138/bage.3007

Wald, O., Sánchez, A., Ayarza, G., Barranco, N., y Perén, J. (2021). Influencia de la morfología urbana en el microclima de los alrededores de calle 50, en ciudad de panamá. *SusBCity*, *3*(1), 16-24. https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/2007

Wicki, A., Feigenwinter, C. y Parlow, E. (2018). Evaluación y modelado de la intensidad de las islas de calor urbano en Basilea, Suiza. Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Basilea, CH-4056 Basilea, Suiza. Climate, 6, 55. 10.3390/cli6030055

World Wildlife Fund. (2020). Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen. Almond, R., Grooten M. y Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suiza. https://wwfar.awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2020_resumen_ejecutivo.pdf

Zambrano, F., Rodríguez, I. y Durango, S. (2 al 4 de octubre del 2019). Girona sistema urbano: análisis del clima urbano de un sistema de ciudades medias catalanas usando remote sensing. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIIIInternational Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*. CPSV. http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8623

Zavaleta, M., Díaz, E., Vázquez, W., Morales, H., y Narcizo, G. (2020). Urbanización y su relación con la isla de calor en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ecosistemas y recursos agropecuarios, *7*(2), e2485. https://doi.org/10.19136/era.a7n2.2485