



UNIBA
Centro Universitario
Internacional
de Barcelona

Centro
adscrito  UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Movilidad ciclista y cambio climático: Retos y potencialidades del uso compartido de la bicicleta eléctrica en Madrid (2021)

Trabajo Fin de Máster

Universidad de Barcelona

Centro Universitario Internacional de Barcelona (UNIBA)

Máster en Planificación Territorial y Gestión Ambiental

2020-2021

Autora: Elisa María Silva Defilippi
Tutora: Verónica I. Quiroz López



Contenido

Resumen	5
Abstract	6
1. Introducción	7
1.1 Planteamiento del problema y justificación	8
1.2 Hipótesis y cuestiones iniciales	14
1.3 Objetivos	15
1.4 Delimitación área de estudio	16
1.5 Metodología	18
2. Estado de la cuestión	25
3. Caso de Estudio	36
3.1 Contexto de la movilidad en Madrid	36
3.2 Contextualización del área de estudio	41
3.3 Análisis del servicio de bicicletas eléctricas	43
4. Condiciones urbanas del servicio público de bicicletas eléctricas	50
5. Percepción de usuarios y opinión de expertos	56
5.1 Resultados de aplicación de encuestas a pie de calle y en línea	56
5.1.1 Respuestas de usuarios actuales	57
5.1.2 Respuestas de usuarios potenciales	67
5.2 Entrevistas a expertos	73
5.3 Huella de Carbono y emisiones de CO2 de las bicicletas eléctricas	82
5.4 Uso actual y potencial de la bicicleta eléctrica	85
5.5 Otros retos encontrados	86
6. Conclusiones y recomendaciones	86



7. Créditos	93
8. Referencias bibliográficas	93
9. Anexos	99
Anexo I. Diseño encuesta a usuarios actuales	99
Anexo II. Diseño encuesta a usuarios potenciales	101
Anexo III. Respuestas de usuarios actuales	103
Anexo IV. Respuestas a cuestionario usuarios potenciales (sin procesar)	105

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de las emisiones de GEI en España (1990-2020).....	9
Figura 2: Zonificación de la ciudad de Madrid según IEM.	12
Figura 3: Distribución de usuarios de BiciMAD por edades.	23
Figura 4: Distribución modal en Madrid en 2012 en comparación al 2004.	36
Figura 5: Evolución de las emisiones de GEI en Madrid (1990-2014).	39
Figura 6: Estación de bicicletas eléctricas del servicio de BiciMAD en Prosperidad.	44
Figura 7: Número de usuarios del abono anual de BiciMAD registrados actualmente.	46
Figura 8: Bicicleta del servicio BiciMAD go anclada en una estación de BiciMAD en Chamartín.	48
Figura 9: Ciclocarril en la calle Príncipe de Vergara (Chamartín).	50
Figura 10: Referencia de consumo relativo de energía por distintos modos de transporte.	84

Índice de mapas

Mapa 1: Plano y situación del Área Metropolitana de Madrid en el contexto nacional.	11
Mapa 2: Zona de estudio—Chamartín—dentro de la ciudad.	17
Mapa 4: Norte de la zona de estudio.....	52
Mapa 5: Sur de la zona de estudio.	53
Mapa 6:Mapa actualizado de estaciones activas de BiciMAD en los barrios seleccionados de Chamartín.....	54

Índice de tablas

Tabla 1: Consumo de energía aproximado según medio de transporte.	38
Tabla 2: Reparto de bicicletas eléctricas sin base fija que estarían disponibles en Madrid.....	49
Tabla 3: Estaciones de BiciMAD en Chamartín.	56



Listado de Acrónimos

BACC	Bicicleta Club de Catalunya
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CRT	Consorcio Regional de Transporte
DGT	Dirección General de Tráfico
EMT	Empresa Municipal de Transportes de Madrid
GEI	Gases de efecto invernadero
GESOP	Gabinet d'Estudis Socials i Opinió Pública
IEM	Informe sobre el Estado de la Movilidad
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ITDP	Institute for Transportation and Development Policy
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
OCU	Organización de Consumidores
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SER	Servicio de Estacionamiento Regulado
TTP	Tarjeta de Transporte Público
VMU	Vehículo de Movilidad Urbana
ZBE	Zona de Bajas Emisiones

Resumen

El presente trabajo de fin de máster se centra en la movilidad cotidiana de personas a través de las bicicletas eléctricas y su potencial como estrategia de mitigación del cambio climático.

Se exploraron los retos y oportunidades del uso masivo de las bicicletas eléctricas en una ciudad creciente como Madrid, suponiendo que el sistema compartido de bicis de pedaleo asistido puede incrementar la eficiencia, sostenibilidad, y aportación a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector del transporte en la capital española.

Se realizaron encuestas a usuarios actuales de la bicicleta del sistema público BiciMAD en barrios seleccionados de distrito de Chamartín, para conocer su experiencia y necesidades. También se distribuyeron cuestionarios online hacia potenciales usuarios de este servicio público y de oferta privada de bicicletas eléctricas sin base fija, para conocer sus hábitos de movilidad y predisposición a moverse con el medio de transporte de estudio. Entrevistas con expertos en las materias de movilidad urbana sostenible, planificación urbana, y ciclismo complementaron la búsqueda cualitativa de información.

Se encontró que efectivamente el uso de las bicicletas eléctricas supone una reducción significativa de las emisiones anuales de dióxido de carbono equivalentes por kilómetro, por lo que su uso masivo debería promoverse, especialmente para tramos de distancia media para los que de forma ineficiente se sigue empleando el automóvil. Sin embargo, quedan algunas barreras por superar, en relación a la disponibilidad de infraestructuras ciclistas cómodas y seguras, la calidad y estado de las estaciones y bicicletas de BiciMAD, la rentabilidad de las bicicletas eléctricas de alquiler, la promoción y accesibilidad para la intermodalidad y la falta de una microgobernanza efectiva, entre otras.

Abstract

This master's thesis focuses on the daily mobility of people, through the use of electric bicycles, and its potential as a climate change mitigation strategy.

This paper explored challenges and opportunities of mass use of electric bicycles in a city like Madrid, assuming that the pedal-assist bike-sharing system can increase efficiency, sustainability, and contribute to the reduction of greenhouse gas emissions from the transportation sector in the Spanish capital.

Surveys were conducted to learn about their experience and needs of current users of the public bicycle system found in the city (BiciMAD), particularly in selected neighborhoods of the Chamartín district. Online questionnaires were also shared to potential users of this public service, and of the private supply of free-floating electric bicycles, to find out their mobility habits and predisposition to use e-bikes as daily mode of transport. Interviews with experts in the fields of sustainable urban mobility, urban planning, and cycling activism complemented the qualitative research.

It was found that indeed the use of electric bicycles represents a significant reduction in annual carbon dioxide equivalent emissions per kilometer, therefore their massive use should be promoted, especially for medium distance stretches, for which the automobile is still inefficiently used. However, there are still some barriers to overcome, in relation to the availability of comfortable and safe cycling infrastructure, the quality and condition of BiciMAD stations and bicycles, the profitability of shared electric bicycles, the promotion and accessibility for intermodality, the lack of effective micro-governance, among others.

1. Introducción

El cambio climático ha tomado categoría de crisis climática reconocida a nivel mundial, son cada vez más evidentes sus efectos negativos sobre los sistemas terrestres y sociales. Tras la histórica firma del Acuerdo de París (2015), 197 países -que son partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)- se comprometieron a dedicar sus esfuerzos para luchar contra el cambio climático y migrar hacia otros modelos de desarrollo con bajas emisiones y resilientes al clima. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) los esfuerzos deberán dirigirse a limitar en este siglo el aumento de la temperatura global hasta 2°C por encima de los niveles previos a la industrialización, y por tanto, buscar los medios para limitar el aumento a 1,5°C (CMNUCC, 2015).

El problema del cambio climático se origina en un modelo de desarrollo que da uso indiscriminadamente a los recursos fósiles, cuya combustión emite a la atmósfera una importante cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), cuestión que es empeorada por los cambios en los usos de suelo y la consiguiente pérdida de sumideros de carbono¹, haciendo patente que poner mayor énfasis en el crecimiento económico a expensas de la explotación de los recursos naturales ha conllevado a la degradación medioambiental, así como a la disminución de la calidad de vida de nuestras sociedades presentes y futuras.

Sin embargo, los retos a los que se enfrenta la humanidad, entre ellos el cambio climático, pueden abordarse mediante los principios del desarrollo sostenible. En el 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030, definiendo los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS), con el propósito de fomentar el desarrollo social, la protección ambiental y el crecimiento económico respetuoso con los dos pilares anteriores (ONU, 2015).

¹ Los sumideros de carbono se refieren a procesos o sistemas que extraen de la atmósfera gases y los almacenan. El protocolo de Kioto determinó ciertas actividades de uso de suelo, cambios de uso del suelo, y silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés) como sumideros. Por ejemplo, la forestación, reforestación y deforestación son las actividades contempladas en el Protocolo de Kioto (artículo 3.3) (MITECO, s. f.).

En este sentido, el cambio climático y el desarrollo sostenible están interrelacionados. Dentro de la Agenda 2030, el ODS 13 se dedica a las acciones por el clima (PNUD, 2021). Y es que, si el cambio climático influye en las condiciones de vida y, por lo tanto, en el desarrollo económico y social de la humanidad, también las prioridades de la sociedad en materia de desarrollo influyen en las emisiones de GEI, coadyuvando al cambio climático, y por tanto a la vulnerabilidad de las sociedades. No obstante, se ha demostrado que las políticas climáticas desarrolladas por algunos países aumentan su eficacia cuando están integradas de forma coherente con estrategias diseñadas para alcanzar un desarrollo sostenible, ya que la consecución de objetivos más amplios puede influir en el éxito de las políticas climáticas a largo plazo (IPCC, 2007).

1.1 Planteamiento del problema y justificación

Del mismo modo, el crecimiento de las grandes ciudades a nivel mundial representa un verdadero reto para la actual crisis climática y para la movilidad sostenible en el futuro.

La movilidad humana y los modos de transporte predominantes impactan directamente sobre el crecimiento y el desarrollo social y económico de una ciudad, y esta realidad exige plantear la necesidad de proteger la salud del planeta, luchar contra el cambio climático y la contaminación con alternativas innovadoras que mejoren la calidad de vida de nuestras sociedades presentes y futuras. Afortunadamente, la concienciación de la necesidad de una movilidad urbana inteligente y sostenible ha incrementado la venta de los vehículos y bicicletas eléctricas y ubica a esta última como el medio de transporte del futuro por ser asequible y además saludable (Iberdrola, 2021).

El cambio climático en España

En particular, España es uno de los países europeos que se ha comprometido con el desarrollo sostenible y con la lucha contra el cambio climático.

La coyuntura de la pandemia de la COVID-19 en el 2020, que supuso fuertes restricciones a la movilidad, disminución del PIB y del empleo alrededor del mundo, también trajo consigo una

disminución sin precedentes de las emisiones de GEI (ver Figura 1). Las emisiones que en 2002 fueron de 258 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq); disminuyeron cerca de un 18% en relación a las emisiones del 2019. Tomando como referencia el año base 1990 (emisiones fueron de 290 millones ton.CO₂eq), y en el 2020 disminuyeron en un 11%, y hasta 42% tomando como año base el 2005 (442 millones ton. CO₂eq) (Observatorio de Sostenibilidad, 2020).

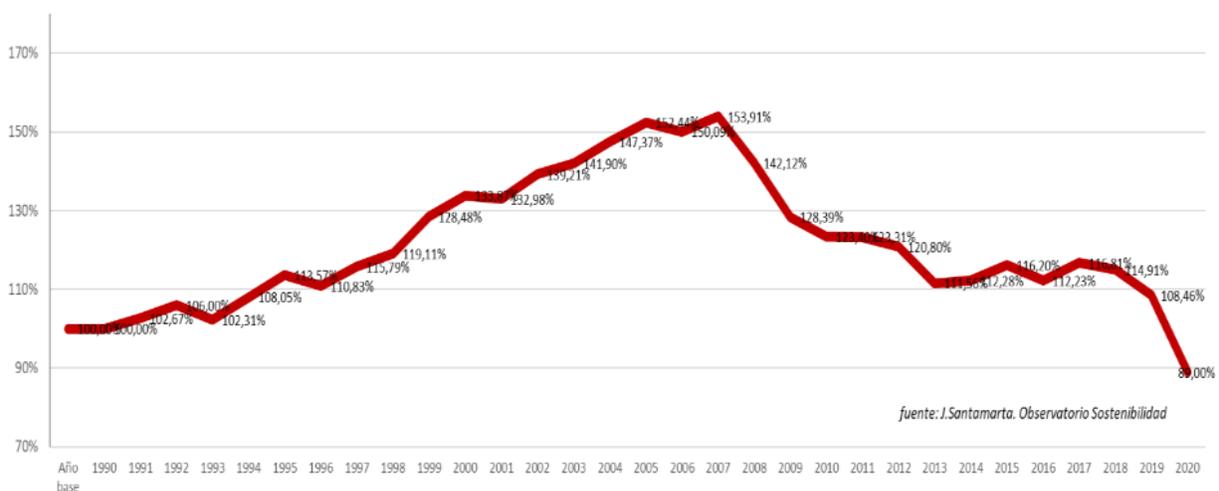


Figura 1. Evolución de las emisiones de GEI en España (1990-2020).

Fuente: Observatorio de Sostenibilidad (2020).

Los sectores difusos, entre los que se encuentra el transporte, representaron el 61% de las emisiones totales en el país (Observatorio de Sostenibilidad, 2020).

A pesar del visible descenso, sería lamentable que cuando se retomen las actividades en su ritmo previo a la pandemia, el desplazamiento en vehículos de energía térmica vuelva a ser predominante, aumentando consigo las emisiones de GEI, además de contaminantes atmosféricos.

Situación de la movilidad en Madrid

La Comunidad de Madrid es una de las comunidades autónomas más relevantes del país; como capital, es un importante centro social, cultural, de negocios e inversión, que ha acogido grandes eventos internacionales, entre los más recientes destaca la Cumbre del Clima (COP25) en el 2019.

En 2018, se registraron 6,55 millones de habitantes en la Comunidad de Madrid, de los cuales más de 3,2 millones se encuentran concentrados en la ciudad. Su área metropolitana es la más poblada del país y ocupando el tercer lugar en la Unión Europea (Instituto Nacional de Estadística, 2018).

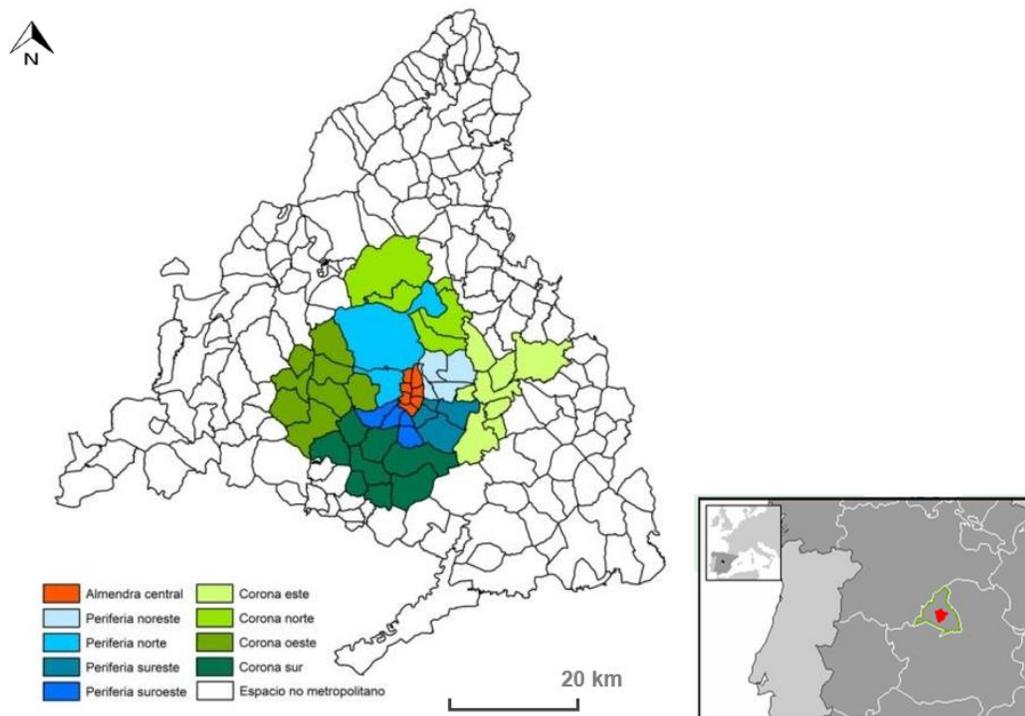
Madrid se ubica entre las diez regiones de Europa en las que el uso de transporte sostenible es más elevado; su población se desplaza habitualmente utilizando medios sostenibles. Los medios de transporte más utilizados son el Metro de Madrid (39%) considerado como el más veloz y eficaz para trasladarse en la ciudad, además de los autobuses de la Empresa Municipal de Transportes – EMT (29%), le siguen los autobuses interurbanos 14% y el tren de la red de Cercanías 13% (Comunidad de Madrid, 2020).

Asimismo, se ha constatado un crecimiento constante del uso de la bicicleta en la ciudad, especialmente en el interior de la M-30, multiplicándose su demanda por 2,5 en 2012 (en comparación al 2008) (Ayuntamiento de Madrid, 2014a). Pese a que en la ciudad representa un número bajo, en el contexto nacional, tras la pandemia se ha observado que más de 2,3 millones de españoles entre 16 y 65 años (10,9% de la población total del país) se plantean utilizar la bicicleta con más frecuencia el año próximo (GESOP, 2021).

Esto representa una oportunidad para impulsar aún más una movilidad sostenible, incentivando el uso de la bicicleta eléctrica como un medio de transporte eficiente, económico y ecológico, a través de estrategias adecuadas en la capital.

El área metropolitana de Madrid

El área urbana es donde se concentra la mayor densidad de población, e incluye tanto el centro de Madrid como municipios cercanos a este (por ejemplo, Alcorcón, Coslada, Getafe, entre otros). El área metropolitana (ver Mapa 1) comprende municipios más pequeños, un poco más distantes al centro (hasta 40 km aproximadamente) y con menor densidad de población, como es el caso de San Sebastián de los Reyes, Arganda del Rey, Las Rozas de Madrid, etc. Otras fuentes reconocen que existe un área aún más amplia, denominada Región Metropolitana, que comprende ciudades como Toledo, Segovia, Ávila, Guadalajara (Bahamonde Magro & Otero Carvajal, 1999), no por continuidad morfológica sino funcional (entrevista a Antonio Lucio Gil, 2021).

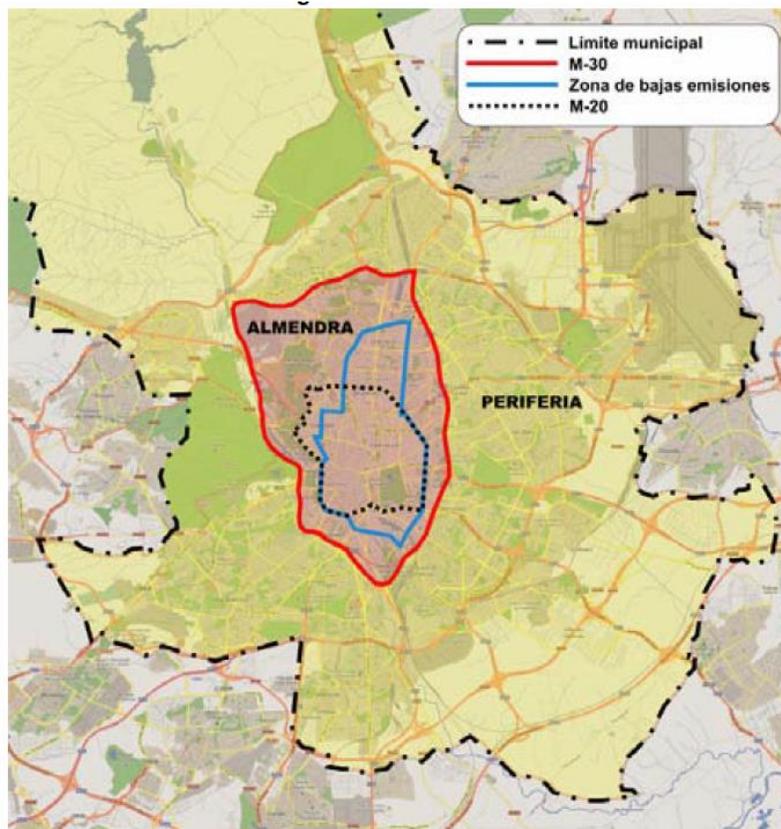


Mapa 1: Plano y situación del Área Metropolitana de Madrid en el contexto nacional.

Fuente: (Calvo et al., 2010)

La ciudad de Madrid se considera compacta, por su alta densidad y su mezcla de usos de suelo productivos, residenciales, etc. (Folch, 2003a), lo que permite que muchas calles sean transitables a pie. Sin embargo, la movilidad metropolitana no ha alcanzado a ser sostenible en su totalidad.

El Informe sobre el estado de la Movilidad (IEM) de la ciudad de Madrid (2014) reconoce varias zonificaciones (ver Figura 2), distinguiendo la *Almendra Central* (en rojo), la *Periferia* (en amarillo), y la *Zona de Bajas Emisiones* (ZBE) (contorno azul); también se incluye como referencia la carretera M-30, que separa a las dos primeras zonas, y la carretera M-20 (Ayuntamiento de Madrid, 2014a)



*Figura 2: Zonificación de la ciudad de Madrid según IEM.
Fuente: Ayuntamiento de Madrid, 2012.*

Por otro lado, existe una concentración de población joven en las afueras del área urbana que tiene fuertes implicaciones en la movilidad de Madrid, especialmente en cuanto al observado aumento de desplazamientos entre la ciudad central y la región metropolitana (Ayuntamiento de Madrid, 2014a). Por un lado, aproximadamente el 43% de los desplazamientos en la Comunidad de Madrid corresponden a trabajo y estudios (Comunidad de Madrid, 2020). Por otro lado, la

población de la capital con respecto a toda la comunidad autónoma representaba en 56% en 2004, pero bajó a 49% en 2012 (Ayuntamiento de Madrid, 2014a). Esto se explica en parte con la saturación del área urbana, que ha conllevado a que muchas personas deban trasladarse a vivir en la creciente periferia, pero conservando actividades cotidianas en el centro, lo que ha generado una dependencia del coche como medio de transporte habitual (entrevista a Antonio Lucio Gil, 2021).

Actualmente nos encontramos en una época atípica, en medio de una pandemia que ha tenido repercusiones en todas las esferas de la sociedad, incluyendo la movilidad cotidiana. Las condiciones actuales han desvelado el potencial que tiene la movilidad individual por medios como la bicicleta eléctrica para moverse por trayectos más o menos largos. De hecho, se ha podido ver que en algunas ciudades, como Barcelona, el uso de la bicicleta ha tenido un auge en este último año. Se propone aprovechar su auge para avanzar en la mitigación del cambio climático, mejorando la ambición y los resultados de la ciudad con respecto al ODS13: Acción por el clima.

En este contexto, las dimensiones centrales en este estudio son la movilidad cotidiana de personas, la mitigación del cambio climático, y el uso de energías renovables. Se propone centrar el objetivo de estudio en la movilidad cotidiana de personas, de forma individual, particularmente a través de bicicletas eléctricas. La movilidad cotidiana en Madrid es una actividad vital para el desarrollo de su población, y por ello representa un gran reto de sostenibilidad. Pese a que la ciudad ha estado incentivando el uso de vehículos eléctricos, cuyo uso actualmente es de intención particular; sería necesario manejar la movilidad eléctrica como una política pública de movilidad. Esta investigación explora la posibilidad de migrar de esta opción de movilidad sostenible particular (uso de bicicletas eléctricas) a una opción ofrecida como modo de transporte público, de uso individual, pero a la vez compartido.

Es necesario encontrar estrategias viables y eficaces para implementar en una ciudad creciente y diversa como Madrid para reducir su aporte al cambio climático. La movilidad eléctrica compartida representa una oportunidad como estrategia de mitigación del cambio climático, pero

es necesario analizar su verdadera aportación a la lucha por reducir emisiones. Analizar estos modos que se consideran de movilidad sostenible, revisando sus aportaciones reales al calentamiento global, permitirá darles un uso con más conciencia.

1.2 Hipótesis y cuestiones iniciales

Hipótesis de partida:

Dado que los patrones de movilidad cotidiana en la ciudad de Madrid están soportados en el modelo de uso individual de los vehículos, y aunque en los últimos años se ha incentivado un cambio de energía propulsora a formas más sostenibles como es el caso de los vehículos eléctricos, el objetivo de volver más eficiente su uso aún está lejos, especialmente bajo un patrón de consumo individual.

Es por ello que esta investigación supone que la promoción masiva del uso de las bicicletas eléctricas compartidas para la movilidad cotidiana puede aumentar la eficiencia de su uso, a la vez que reducir distancias en aquellas zonas de la ciudad que no tienen otra cobertura para la intermodalidad, sumándose a los esfuerzos de mitigación del cambio climático que dictan los ODS.

Preguntas iniciales

Algunas de las preguntas que se plantean para esta investigación son:

1. ¿Cuáles son las políticas públicas que el Ayuntamiento de Madrid ha implementado para mitigar el cambio climático en relación con la movilidad cotidiana de las personas hasta ahora?



2. ¿Cuáles son las oportunidades actuales de incluir nuevas acciones que incidan tanto en la mejora de la movilidad como en la utilización de energías limpias que aporten a la mitigación del cambio climático?
3. ¿Qué posibilidades existen de que los modos de transporte individual de uso compartido (bicicletas eléctricas) puedan ser recargados con fuentes de energía renovable?
4. ¿Se debería promover el uso masivo de estos medios de transporte como estrategia de mitigación del cambio climático?
5. ¿Qué políticas y acciones se necesitan para promover el uso de estos vehículos eléctricos compartidos?

1.3 Objetivos

Las preguntas suscitadas se abordaron a través de la definición de los objetivos expuestos a continuación.

Objetivo general:

Analizar las potencialidades que el uso intensivo de la bicicleta eléctrica para trayectos de mediana y larga distancia pueden tener para impactar favorablemente en el medio ambiente de la ciudad (reduciendo la concentración de partículas suspendidas y gases contaminantes), la salud y calidad de vida de los ciudadanos, la transición hacia el uso de energías renovables para mitigar el cambio climático, la liberación de espacio público en la ciudad, la mejora en la eficiencia y eficacia de la micromovilidad.

Objetivos particulares:

- Analizar las políticas, planes y ordenanzas actuales sobre movilidad sostenible y movilidad ciclista en Madrid.

- Analizar el impacto de los distintos modos de transporte eléctrico y su contribución a las emisiones de GEI.
- Determinar la huella de carbono de las bicicletas eléctricas para comprobar su verdadera contribución a la mitigación del cambio climático.
- Consultar con usuarios actuales las ventajas y desafíos que perciben por el uso de estos medios de transporte, así como indagar sobre la predisposición y necesidades de los usuarios potenciales.
- Analizar el potencial de que bicicletas eléctricas compartidas puedan ser recargadas con energías limpias (por ejemplo, árbol solar que se ha probado en Valencia²).
- Analizar la idoneidad de la planificación y gestión del sistema de bicicletas eléctricas compartidas en el distrito de Chamartín y proponer una serie de lineamientos para mejorar su servicio e incentivar su uso.

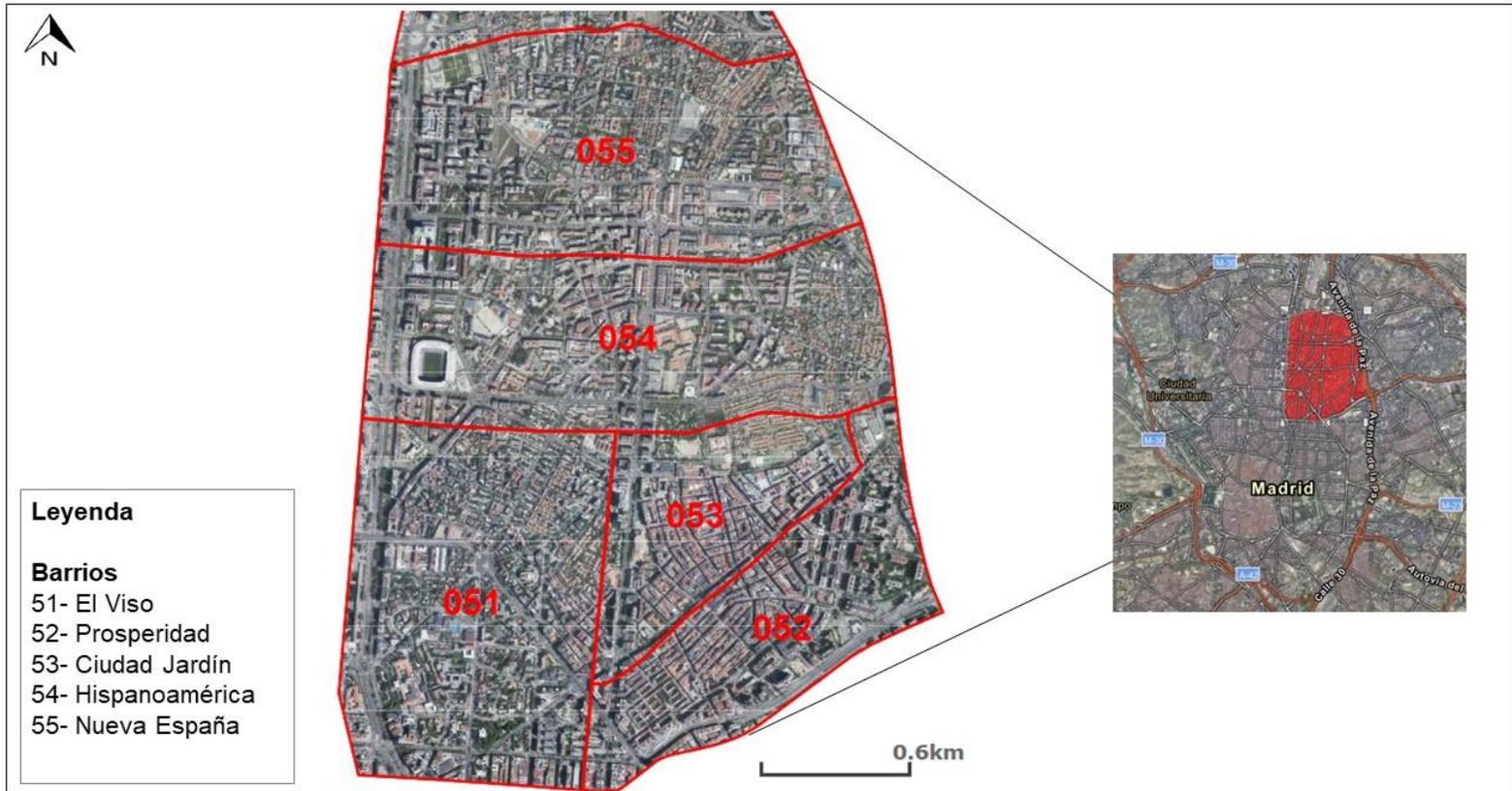
1.4 Delimitación área de estudio

Esta investigación se centrará en estudiar la situación del uso de esta modalidad de transporte, y determinar si el uso masivo y compartido de las bicicletas eléctricas para la movilidad urbana en Madrid puede aportar soluciones contundentes para mitigar el cambio climático.

² Para más información, ver «Así es el árbol solar para recargar bicis en Valencia», Energías Renovadas (2020).



Se ha planteado un caso de estudio, centrándose en el distrito 05: Chamartín (ver Mapa 2).



Mapa 2: Zona de estudio—Chamartín—dentro de la ciudad.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid e Instituto Geográfico Nacional.

El distrito está delimitado por el Paseo de la Castellana, la M-30 y la N-II (carretera de Barcelona) (Ayuntamiento de Madrid, 2005). A pesar de ser un distrito central, fue uno de los que tuvo un desarrollo tardío, ya que hasta después de la Guerra Civil, el barrio de Prosperidad era la zona con más desarrollo urbano, rodeado de pocos hoteles (Ayuntamiento de Madrid, 1997).

Dentro del distrito se encuentran muchos emplazamientos de interés, como el Estadio Santiago Bernabéu, la estación ferroviaria de Chamartín, parte de Paseo de la Castellana, que conecta con

centros comerciales y edificios con gran cantidad de oficinas y otros negocios. Abarca una superficie de unas 919 hectáreas, y está compuesto por los barrios de El Viso, Prosperidad, Ciudad Jardín, Hispanoamérica, Nueva España, y Castilla (Ayuntamiento de Madrid, 2017)

El distrito de Chamartín ha sido escogido porque la investigadora ha tenido acceso a este, siendo posible observar de primera mano el servicio de bicicletas eléctricas. Se ha estudiado la dinámica del uso de estas bicicletas, para conocer de primera mano las ventajas y las necesidades que sus actuales usuarios tienen, así como conocer qué se necesitaría para que más personas se sumen a la iniciativa de movilidad sostenible.

Por cuestiones de recursos personales, cercanía, y para la observación directa de la existencia de servicios de bicicletas eléctricas, se considerarán los barrios 51-55 del Distrito de Chamartín. Se ha excluido el barrio 56-*Castilla* (no se observa en el Mapa 2) ya que se encuentra dominado por la estación de Chamartín (trenes de cercanías y de largo recorrido de RENFE, pues estos modos de transporte exceden el alcance de este estudio).

1.5 Metodología

Para llevar a cabo este trabajo, se propuso una metodología mixta, con cinco fases descritas en las siguientes líneas:

Fase 1: Documental

Esta fase contempla la contextualización del área de estudio, es decir un análisis de la situación actual de Madrid con respecto a la movilidad sostenible y la acción por el clima. Se han estudiado documentos oficiales como el *Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Madrid* (Ayuntamiento de Madrid, 2014a) y otros instrumentos y políticas de planificación urbana para caracterizar la situación actual de la ciudad, analizar la gestión pública para impulsar el cambio

hacia combustibles alternativos y energía proveniente de fuentes renovables, así como sus riesgos y ventajas, entre otros.

También se buscaron estudios sobre la movilidad en tiempos de la pandemia de la Covid-19, para conocer los impactos que las restricciones de movilidad han tenido sobre los hábitos de las personas, por ejemplo, en cuanto al uso de transporte público.

Esta fase también contempló la búsqueda de artículos sobre análisis y conceptos clave en materia de sostenibilidad, movilidad, cambio climático y energías renovables, para conocer el estado de la cuestión de los conceptos. Esta información se encuentra distribuida en los capítulos 2. *Estado de la Cuestión*, así como el 3. *Caso de Estudio*.

Fase 2: Análisis cuantitativo

Durante esta segunda fase se recopilaron datos cuantitativos, provenientes de bases de datos del Ayuntamiento de Madrid, específicamente sobre el servicio de BiciMAD, ya que es la oferta que ha estado disponible en la zona de estudio.

Se ha obtenido información de fuentes primarias y secundarios sobre el número de bicicletas eléctricas que se proveen, el número de usuarios registrados, el gasto energético y emisiones aproximadas por cada persona transportada. Con base en estos datos, se han realizado la búsqueda y análisis pertinentes, determinando de forma estimada las emisiones de GEI que se ahorran gracias al uso de las bicicletas eléctricas, considerando su huella de carbono durante su ciclo de vida.

Fase 3: Análisis cualitativo

La fase de análisis cualitativo tiene el objetivo de conocer la opinión de distintos tipos de actores que intervienen en este proceso, a decir, los usuarios del servicio de bicicletas público, las

personas que podrían ser potenciales ciclistas, y los expertos en materia de movilidad sostenible, planificación urbana y ciclismo en Madrid.

Usuarios Actuales

Son aquellos que usan con cierta frecuencia las bicicletas eléctricas para sus desplazamientos cotidianos.

- **Tipo de estudio:** se realizó un muestreo a sujetos que cumplan con la característica de ser usuarios actuales de estos tipos de transporte. Para ello, se realizaron entrevistas a pie de calle (dentro de lo que permitían las restricciones por la Covid-19), en sitios donde se suelen alquilar las bicicletas y patinetes. Fueron entrevistas a profundidad a los usuarios que se mostraron dispuestos a colaborar en el estudio.
- **Objetivo de la información:** conocer de primera mano cómo funciona el servicio de bicicletas público, cuáles son las ventajas de emplear este tipo de transporte eléctrico, sus problemas percibidos/experimentados, razones por las que los usuarios se han incorporado a esta oferta, cómo se podría mejorar el servicio (por ejemplo, sobre la idoneidad de los ciclocarriles).

El diseño de la encuesta a este tipo de usuarios se encuentra en el **Anexo I**, y una muestra del registro de los resultados obtenidos se encuentra en el **Anexo III**.

Ya que la hipótesis principal de la investigación enfatiza que el uso masivo de las bicicletas eléctricas para que la movilidad urbana en Madrid pueda aportar soluciones para mitigar el cambio climático, se buscó conocer la disposición y opinión de personas que potencialmente usarían estos vehículos, los usuarios potenciales.

Usuarios Potenciales

Son las personas que usan con menos frecuencia o todavía no han empezado a hacer uso de las bicicletas eléctricas a su disposición en las calles de Madrid pero que podrían hacerlo en un futuro próximo.

- **Tipo de estudio:** cuestionarios a través de Google Form, que permiten ser compartidos a través de redes sociales.
- **Objetivo de la información:** obtener información sobre aquellos aspectos que se consideran necesarios para empezar a emplear estos modos de transporte, o emplearlos con más frecuencia en lugar del uso los automóviles particulares para viajar trayectos medios/largos.

El diseño del cuestionario en línea se encuentra en el **Anexo II**, y las respuestas se han incluido en el **Anexo IV**.

Expertos

Expertos en movilidad sostenible, planificación urbana y movilidad sostenible en la ciudad de Madrid o en otras ciudades españolas, como Barcelona.

- **Tipo de estudio:** Entrevistas semi-abiertas a expertos en materia de sostenibilidad urbana y movilidad sostenible. Se exploró una red de contactos personales y recomendaciones de los expertos.
- **Objetivo de la información:** conocer el estado actual de las investigaciones en este campo, cómo ha cambiado el uso de estos tipos de transporte, si las bicicletas eléctricas han tenido un papel importante a raíz de la pandemia y las políticas de movilidad urbana sostenible, cómo se prevé su uso en los próximos años, las principales problemáticas que han encontrado, y qué proponen para la mejora de la movilidad sostenible en la ciudad.

Las transcripciones de las entrevistas realizadas se encuentran a partir del **Anexo V**.

Fase 4: Análisis y discusión de la información obtenida

Tras recopilar la información de las fases previas, se filtraron las respuestas a las preguntas de los cuestionarios, y se realizaron análisis estadísticos y de contenido de la información obtenida, para analizar tendencias en las respuestas, y llegar a las conclusiones y propuestas de puntos de mejora en la gestión de este medio de transporte.

Cálculo del tamaño de la muestra

Para responder a las preguntas que han surgido en esta investigación, se planteó entrevistar a una muestra de individuos que representan a un colectivo más genérico, en este caso, los usuarios actuales de las bicicletas eléctricas ofrecidas por el Ayuntamiento de Madrid.

La población objetivo en esta primera etapa fueron los usuarios actuales de las bicicletas. No obstante, solo se pudo censar a una pequeña muestra de esta población, los hallazgos obtenidos se generalizaron al conjunto de individuos. Nos enfocamos sólo en aquellos usuarios que se encontraban alquilando o devolviendo una bicicleta en las estaciones de recarga que se encuentran distribuidas en los cinco barrios del distrito de Chamartín elegidos.

Para calcular el tamaño muestral, se escogió el muestreo probabilístico aleatorio simple, considerando que:

La población es finita y se conoce su tamaño (a 1 de enero de 2020). El tamaño de la población a considerar es aproximadamente de 81.867 habitantes en el rango de edad entre 16 a 64 años, residentes en los barrios de El Viso, Prosperidad, Ciudad Jardín, Hispanoamérica y Nueva España (Ayuntamiento de Madrid, 2020a). Este rango de edad se escogió puesto la franja de edad que más suele utilizar este medio está entre los 26-35 años (39,7% de los usuarios en 2016), y la siguiente franja representativa es de 36-45 años (26,5%) (Zisik, 2016). Para ampliar el rango se han incluido desde los 16 hasta los 64 años, al ser porcentajes significativos también (ver Figura 3).

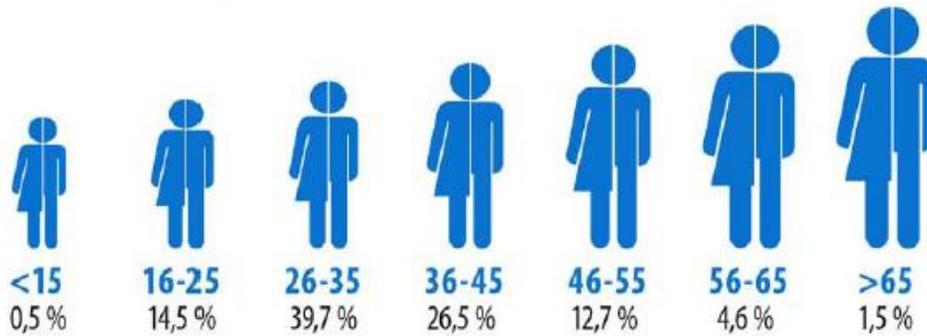


Figura 3: Distribución de usuarios de BiciMAD por edades.
Fuente: (Zisik, 2016)

El grado de confianza es del 95% con una probabilidad de éxito (p) del 0,5 y p=q.

La fórmula a aplicar es la fórmula de la muestra para poblaciones finitas, donde **n** es el tamaño muestral resultante:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

		Valor en este estudio
N	Tamaño de la población	81.867
Z²	Nivel de confianza	1,96
p	Probabilidad de éxito	0,5
q	Probabilidad de fracaso	0,5
e	Error máximo admisible	0,05

Por lo tanto, la ecuación queda de la siguiente manera:

$$n = \frac{(81.867) \times (1,96)^2 \times (0,5) \times (0,5)}{(0,05)^2 \times (81.867-1) + (1,96)^2 \times (0,5) \times (0,5)} = 195.53 = \mathbf{196}$$

Planificación de la recogida de información:

Se realizó una encuesta a 196 personas. Al encontrarse 22 estaciones de recarga de bicis eléctricas (BiciMAD) en los barrios estudiados de Chamartín, se planificó un mínimo de 8 o 9 encuestas por estación. Sin embargo, en muchas de las estaciones se observó que no había mucho movimiento, incluso en horas punta, atribuible a la reducción en desplazamientos causada por la pandemia. No obstante, los cuestionarios realizados proporcionaron información significativa para el análisis posterior.

Para capturar usuarios de las horas punta de demanda en cuanto a actividades de movilidad obligada, (hora de salida de las escuelas, y del trabajo), las horas más adecuadas se consideraron entre las 17h y 19h. Por ello, durante los días laborables (lunes a jueves) se realizaron encuestas durante la tarde, entre las 18h00 y 20h00 dados los recursos disponibles. En este caso, se pudieron censar usuarios que realizan movilidad obligada, es decir, saliendo del trabajo, así como por ocio u otras gestiones particulares. Los viernes, dadas las condiciones de flexibilidad laboral de la investigadora, se pudieron realizar encuestas por más horas.

Los fines de semana también se realizaron encuestas con mayor flexibilidad horaria, teniendo en cuenta que los usos durante el fin de semana probablemente tiene el objetivo principal de esparcimiento o compras mayoritariamente. No obstante, aún se podía tener respuestas sobre si se además las utilizan como medio de transporte cotidiano.

Método de recogida de la información: entrevista a pie de calle, sobre papel. Registro de respuestas en tablas de Excel; análisis estadístico y cualitativo según las respuestas de los informantes (ver **Anexo III**).

2. Estado de la cuestión

2.1 El desarrollo sostenible

En 1987 la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo describió un nuevo paradigma denominado Desarrollo Sostenible, plasmado en el Informe Brundtland (“*Our Common Future*”). Se refiere al “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (UNESCO, 2015).

La sostenibilidad responde a los límites naturales que condicionan a nuestro planeta, así como los recursos de los que podemos disponer. El funcionamiento como un circuito cerrado en cuanto a materia es un principio en el que se ha basado la Tierra durante millones de años. Por tanto, la sostenibilidad trata de rescatar la lógica de la naturaleza, internalizando procesos y propender hacia el funcionamiento como un sistema cerrado (Folch, 2003b). Pero adicional a un entendimiento meramente material, el desarrollo sostenible debe conllevar un cambio en la actitud y relaciones de los humanos entre sí y con el medio, forjando la expresión de una “cultura sostenibilista” (Folch, 2003b).

Los pilares en los que se basa este modelo de desarrollo son el progreso social, el crecimiento económico, y la protección ambiental. Este modelo de desarrollo conlleva una progresiva transformación de la sociedad, la economía, y la relación de estas con el medio ambiente. Para ello, es imprescindible que los gobernantes, en todos los niveles de administración, recurran a una planificación territorial que apunte hacia el cumplimiento de estas metas internacionales.

Para Folch (2003b), la planificación sostenible apela a una gestión territorial más sensible a un consumo de materiales y energía contenido, el vertido mesurado de sus residuos, el cuidado del medioambiente y la biodiversidad, así como la internalización de los costos y responsabilidades de uso.

2.1.1 El desarrollo sostenible en las ciudades

La tendencia hacia la urbanización está acompañada de un aumento en la presión sobre el medio ambiente, y una acelerada demanda de servicios básicos, infraestructura, trabajos, suelo, entre otros factores que garanticen la calidad de vida de los habitantes. Hoy en día, más del 55% de la población mundial vive en ciudades, y se espera que este porcentaje aumente hasta 68% de cara al año 2050 (ONU, 2018).

Europa tiene un nivel de urbanización del 74%, y en España, Madrid es la comunidad autónoma con el más alto grado de urbanización (Observatorio de la Sostenibilidad, 2017). Estas cifras representan un reto para la planeación y gestión urbana, que debe para satisfacer las crecientes demandas de las generaciones presentes y futuras, debe responder a un modelo territorial sostenible.

Según Folch (2003), un modelo territorial sostenible debe basarse en las premisas de favorecer el consumo de recursos renovable, sin sobrepasar su tasa de renovación; reducir el consumo de recursos no renovables (o su consumo por debajo de la tasa de sustitución de los mismos).

Adicionalmente, la planificación de áreas metropolitanas debería asumir la ordenación de los patrones de crecimiento urbano, así como la implementación de sistemas de transporte y movilidad eficientes (Folch, 2003b), que prioricen a los sistemas colectivos por encima de los individuales.

2.1.2 Interrelación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En el año 2015, se gestaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible, sucesores de los Objetivos del Milenio (2000), con el fin de plantear hitos mundiales para abordar los desafíos políticos, ambientales y económicos a los que se enfrentan las sociedades (PNUD, 2016). Los diecisiete objetivos establecidos están interrelacionados, por lo que los avances en uno de ellos pueden conllevar éxitos en otros.

En este sentido, el Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles, atiende a problemas encontrados en entornos urbanos, como son la contaminación, el consumo desproporcionado de

recursos naturales, y las emisiones de carbono, que exacerbaban el efecto invernadero y desembocan en cambio climático global. Esto último se relaciona con el Objetivo 13: Acción por el clima, que se discutirá en los párrafos posteriores.

2.2 Movilidad urbana y transporte

Uno de los patrones para organizar procesos sostenibles en las áreas urbanas es la movilidad. La movilidad urbana es un tema abordado ampliamente, desde muchas perspectivas y desde hace mucho tiempo. Puede entenderse como “la capacidad y/o posibilidad de moverse en la ciudad” (Mataix González, 2010) con distintos fines: acceder a bienes y servicios básicos (alimentación, sanidad), ir a trabajar, a estudiar, a sitios de ocio, etc., a través de diferentes medios o infraestructuras de transporte.

La configuración, constante expansión y densificación de las ciudades genera una demanda alta y variada de movilidad urbana para el desplazamiento cotidiano de personas. Asimismo, la movilidad urbana se enfrenta con retos de distinta índole, como ser económicamente eficiente, estar adaptada a las necesidades sociales (como la accesibilidad), y buscar cada vez un menor impacto ambiental (Jiménez, 2011). Es decir, ajustándose al paradigma de la sostenibilidad.

En este sentido, el modo de transporte elegido por las personas es de suma importancia para la sostenibilidad de la movilidad cotidiana. La elección se ve determinada factores como los usos del suelo, el diseño urbano, incluyendo la disponibilidad de infraestructuras de los distintos modos de transporte.

2.2.1 El papel del transporte motorizado

El uso del automóvil ha sido visto como esencial en muchas ciudades hasta ahora, especialmente en aquellas en que la planificación urbana ha favorecido el modelo de ciudad difusa, extensa

territorialmente hablando y con una baja densidad de población, con poca especialización del uso del suelo, que destina a grandes áreas residenciales o industrias, concentrando en el centro la mayoría de los servicios y las actividades culturales y comerciales. Estas características son las que determinan el tipo de transporte necesario, así como los hábitos de movilidad de la población.

Este es el caso en muchas ciudades alrededor del mundo. A día de hoy, el modelo de desarrollo de muchos países continúa siendo fuertemente dependiente de energías no renovables, a decir, de combustibles fósiles, cuya conversión en energía emite partículas y gases a la atmósfera, contaminándola. Varios sectores de la economía caben en esta descripción, pero particularmente el sector del transporte.

El sector del transporte es uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero a la atmósfera. En el 2010, el sector produjo 7 gigatoneladas de CO₂eq de emisiones de GEI directas (incluyendo otros gases además de dióxido de carbono), y por lo tanto ha sido responsable de aproximadamente 23% del total de emisiones de CO₂ relacionadas a la energía (Sims et al., 2014).

En el reparto modal de la movilidad urbana ha tenido primacía el vehículo privado con respecto a otros medios de transporte. Sin embargo, este medio predominante genera una variedad de problemas, como la contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias relacionadas con esta, congestión vehicular crónica, pérdida de tiempo (productivo y de ocio), ruidos, consumo de energía de forma ineficiente, accidentes, dificultad de desplazamiento, e incluso consecuencias psicológicas, como el estrés (Mataix González, 2010). Otros impactos incluyen una gran ocupación de suelo por las infraestructuras viales de las que depende, la fragmentación de hábitats (especialmente cuando se trata de carreteras), y transformación del paisaje urbano (Knörr et al., 2003)

Por ello, el sector de transporte, pese a ser una importante fuente de empleo para España, conlleva efectos perjudiciales en el medio ambiente, y la calidad de vida de los ciudadanos.

Actualmente, los impactos ambientales de los sistemas de transporte son una preocupación importante en la escala local y global (François et al., 2021). No obstante, la demanda de transporte continúa creciendo a la par con el desarrollo urbano, ya que las distancias para llegar a los centros de trabajo y actividades se alargan, acrecentando la necesidad de medios de transporte rápidos, cómodos y seguros.

2.2.2 Sistemas de transporte sostenibles

En los últimos años ha habido progreso en la búsqueda de medios de transporte más sostenibles y menos depredadores del hábitat urbano. Un transporte sostenible puede definirse como un sistema que permite satisfacer las necesidades básicas de acceso a la movilidad y desarrollo de los individuos, las empresas y la sociedad, de forma segura y coherente con la salud humana y el medio ambiente. El transporte sostenible apoya a una economía competitiva y un desarrollo regional equilibrado, promoviendo igualdad, incluyendo la igualdad de género, para las generaciones actuales y futuras.

Desde el punto de vista ambiental, un sistema de transporte sostenible minimiza el uso del suelo y las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero; minimiza los residuos, y el ruido. Usa recursos renovables al nivel o por debajo de sus tasas de generación; utiliza recursos no renovables al nivel o por debajo de las tasas de desarrollo de sustitutos renovables, y limita las emisiones y los residuos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos (Banco Asiático de Desarrollo, 2010).

Un sistema de transporte sostenible además tiene un importante papel en la reducción de los efectos del cambio climático, es un tema preocupante considerado dentro del concepto de desarrollo sostenible, y que requiere de esfuerzos intersectoriales y urgentes.

2.3 El cambio climático

El IPCC se ha referido al cambio climático como un cambio en el estado del clima que puede ser identificado por cambios en el promedio y/o variabilidad de sus propiedades, que persiste por un periodo de tiempo prolongado (CMNUCC, 2011). Estos cambios en el clima pueden deberse a variabilidad natural o como resultado de actividades antropogénicas. En cambio, la CMNUCC se refiere al cambio climático como un cambio atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas, que alteran la composición de la atmósfera global, y sus efectos son adicionales a la variabilidad natural que ha sido observada en periodos de tiempo comparables (CMNUCC, 2011).

Las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero han aumentado desde la era pre-industrial, debido, en gran medida, al crecimiento económico y demográfico, lo que ha llevado a altas concentraciones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (NO_x) en la atmósfera, a niveles sin precedentes en por lo menos los últimos 800.000 años (IPCC, 2014). La Organización Meteorológica Mundial (OMM) también ha descrito que el creciente uso de energía y la expansión de la economía mundial durante el siglo XX han conllevado a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera (CMNUCC, 2011).

Entre los gases responsables del calentamiento, destaca el CO₂, al permanecer en la atmósfera entre 300 y 1000 años (NASA, 2019). Por ello, muchas veces se habla de la “carbono-neutralidad” o estrategias de desarrollo bajo en carbono para contrarrestar los efectos del cambio climático.

La acumulación de GEI altera el forzamiento radiativo de la atmósfera, generándose un efecto neto de calentamiento de la superficie de la Tierra, ya que estos gases absorben parte de la radiación térmica saliente, y la devuelven a la superficie del planeta (CMNUCC, 2011). No sólo se experimenta un aumento global de la temperatura, sino que los impactos en los sistemas naturales y humanos pueden ser muy diversos. Entre ellos están los cambios en patrones de precipitación; derretimiento de nieve y casquetes polares, lo que altera los sistemas hidrológicos y podría afectar la calidad y cantidad de recursos hídricos; cambios en los patrones de migración de especies, en la abundancia e interacción entre especies; efectos negativos en el rendimiento de

los cultivos; acidificación de los océanos; aumento de frecuencia y severidad de eventos extremos (como las tormentas tropicales), entre otros (IPCC, 2014).

Los científicos a nivel mundial coinciden en que el cambio climático es resultado de la actividad humana, que es un fenómeno que traerá impactos devastadores especialmente en las regiones más vulnerables, y que el coste de actuar sobre el cambio climático es significativamente menor que el costo de la inacción (CMNUCC, 2011).

2.3.1 El cambio climático en las ciudades

Las emisiones antropogénicas de GEI se deben principalmente al tamaño de la población, las actividades económicas, el estilo de vida, el uso de energía, los patrones de uso del suelo, la tecnología, y las políticas climáticas (IPCC, 2014). El 18% de todas las emisiones mundiales proceden de sólo 100 ciudades (Moran et al., 2018). Por ello, las ciudades son causa de y sujetos vulnerables ante la emergencia climática. Debido a la alta concentración de personas, infraestructuras, viviendas y actividades económicas, las ciudades son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático y catástrofes naturales relacionadas (UNEP, 2016).

En las zonas urbanas se prevé que el cambio climático aumente los riesgos para la salud y bienestar de las personas, los bienes, las economías y los ecosistemas. Los riesgos incluyen estrés térmico, tormentas y precipitaciones extremas, las inundaciones, la sequía y escasez de agua, la contaminación atmosférica, subida del nivel del mar (IPCC, 2014), y se amplifican para las comunidades que carecen de infraestructuras y servicios esenciales o están más expuestas por sus circunstancias.

Para comprender mejor cómo podrían verse afectadas las ciudades, se han realizado varios estudios, con el ánimo de coadyuvar a los residentes a comprender cómo se verán afectadas sus condiciones de vida, y permitir a los gestores del territorio visualizar el futuro climático en sus urbes, para prepararse en consecuencia.

Un análisis en particular exploró las variables bioclimáticas de más de quinientas grandes ciudades, y los resultados mostraron que, incluso utilizando un escenario optimista, el clima de más del 77% de las ciudades principales cambiará a tal punto que se parecerán más a las condiciones de otras grandes ciudades, situadas en latitudes inferiores. En Europa, los veranos e inviernos serán más cálidos; las ciudades se volverán más calientes, las estaciones húmedas serán aún más húmedas, las estaciones secas se volverán más secas, y las sequías serán más severas. En cuanto al clima, Madrid se parecerá más a la actual Marrakech (Marruecos) (Bastin et al., 2019).

Para reducir los riesgos e impactos que presenta el cambio climático, se necesita de la mitigación y adaptación, enfoques complementarios que actúan en diferentes escalas de tiempo.

2.3.2 Estrategias de mitigación

La mitigación del cambio climático se refiere a los esfuerzos por reducir o prevenir la emisión de GEI (IPCC, 2014; UNEP, 2021). La mitigación, a corto plazo y a lo largo de este siglo, puede reducir de forma significativa los impactos en las últimas décadas del siglo XXI y posteriormente. Para ello, se requiere una reducción sustancial y sostenida de las emisiones de GEI, junto a la aplicación de medidas de adaptación, para limitar los riesgos asociados a este fenómeno.

Las estrategias de mitigación incluyen el uso de nuevas tecnologías, energías renovables, mejorando la eficiencia energética de aparatos más antiguos, cambiando prácticas de gestión y/o el comportamiento de los consumidores (UNEP, 2021). El cambio de comportamiento y hábitos es esencial, en todos los sectores de la sociedad.

De no realizarse esfuerzos adicionales de mitigación para reducir las emisiones de GEI, el IPCC alerta que se espera que el crecimiento de las emisiones persista, dado el aumento de la población mundial y las actividades económicas. Los escenarios de referencia muestran un posible aumento de la temperatura media global de entre 3,7 y 4,8 °C para 2100, en comparación con los niveles preindustriales, sin incluir cálculos de incertidumbre climática (UNEP, 2014).

2.3.3 La electrificación del transporte como estrategia de mitigación

El sector del transporte es muy importante para el desarrollo de las grandes ciudades, dada su alta participación en el reparto modal de la movilidad de los ciudadanos. Sin embargo, también es responsable de cerca del 25% de las emisiones de GEI en Europa (Aleasoft Energy Forecasting, 2021).

La Unión Europea estableció objetivos de reducción de emisiones para el 2030, en por lo menos un 55% con relación al nivel de 1990, con vistas a alcanzar la neutralidad climática para el año 2050 (Comisión Europea, 2020). Con base en este hecho, es indispensable que se creen políticas que coadyuven a bajar la intensidad de uso, para la movilidad en general, y en particular para el transporte de personas.

Además de reducir la intensidad del uso del vehículo privado, hace falta descarbonizar al sector del transporte, siendo la electrificación una alternativa que además puede favorecer al desarrollo de las energías renovables y la consiguiente descarbonización del sector de la electricidad (Aleasoft Energy Forecasting, 2021).

Los vehículos que utilizan de forma intensiva los combustibles fósiles deberían reemplazarse por coches eléctricos, bicicletas eléctricas, o bien bicicletas convencionales, y desplazamientos realizados a pie. Es decir, cambios de tecnología y de fuentes de energía, acompañados por cambios en patrones de movilidad. Algunos estudios apuntan que si 1 de cada 5 ciudadanos cambiara sus hábitos de movilidad en los próximos años, las emisiones de Europa podrían verse reducidas en un 8% (Brand, 2021).

En este contexto, se han realizado estudios y desarrollado una variedad de modos sostenibles de transporte, como por ejemplo los automóviles híbridos y eléctricos. Los vehículos que son propulsados con baterías eléctricas no generan emisiones por el tubo de escape, y las emisiones son potencialmente bajas cuando la electricidad generada es baja en emisiones de carbono.

Pese a que estos vehículos pueden reducir o eliminar la dependencia que tiene el sector de transporte con respecto al petróleo, su verdadero potencial de reducción de gases de efecto invernadero y de energía pueden verse limitados por la dependencia en combustibles fósiles para la producción de electricidad. Adicionalmente, existen limitaciones aún para el crecimiento de nuevas tecnologías en vehículos, y una lenta renovación de la flota implica que estos procesos podrían tardar décadas en producir cambios significativos (Kromer & Heywood, 2008). Por ello, se deben tomar acciones lo más pronto posible con tecnologías ya existentes, y fomentando un cambio de hábitos de movilidad.

Por otro lado, el aumento de la temperatura global no es dependiente únicamente de las emisiones generadas durante los últimos años. Más bien, muchos de los gases de efecto invernadero pueden durar en la atmósfera por periodos largos de tiempo, incluso cientos de años. Esto refuerza la importancia de disminuir cuanto antes y de forma decidida las emisiones, evitando añadir a la existente concentración de GEI.

2.4 Planificación urbana, movilidad y cambio climático

Dos de los ODS, el 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y 13 (Acción por el clima) están particularmente interrelacionados. La mitigación del cambio climático se vincula con la necesidad de un desarrollo urbano más sostenible, a través de una movilidad más eficiente, en la que se dé prioridad a las modalidades colectivas frente a las individuales, para aumentar la eficiencia de los vehículos en cuanto a fomento de la sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono.

La planificación urbana adquiere entonces un papel fundamental, al determinar los desplazamientos necesarios. Modelos de movilidad objetivo como la *Ciudad de los 15 minutos*, y el fomento de modelos de ciudad compacta deben adquirir más importancia en la agenda pública. La “ciudad de los 15 minutos” fue una propuesta desarrollada por el urbanista Carlos Moreno, y fue acogida por Anne Hidalgo, alcaldesa de París (LA.Network, 2020). La investigación de

Moreno describe las transformaciones que se necesitan en el ámbito urbano, enfocándose en la relación entre espacio y el tiempo, de forma que los residentes urbanos puedan disfrutar de la proximidad para satisfacer sus necesidades, sin que les tome muchas horas de transporte. La ciudad, por lo tanto, debe ser policéntrica, permitiendo las funciones sociales urbanas esenciales en distancias más cortas (LA.Network, 2020).

A este cambio en la planificación y gestión urbana, se suma la micromovilidad eléctrica, es decir, los medios de transporte pequeños y ligeros, alimentados con energía eléctrica, empleados especialmente para viajes de corta o media distancia, como las bicicletas y patinetes eléctricos (Estévez, 2020). Estas alternativas permiten a los ciudadanos independizarse de vehículos de baja ocupación propulsados por un motor térmico, los cuales representan viajes con altas emisiones por pasajero. Estos vehículos de micromovilidad eléctrica, de uso compartido, presentan el potencial de combinarse con el transporte público, especialmente para dar soluciones de primera y última milla (Estévez, 2020), e incluso para distancias medias en el caso de las bicicletas eléctricas, de pedaleo asistido, que facilitan el desplazamiento ya que reducen el esfuerzo que debe poner el ciclista.

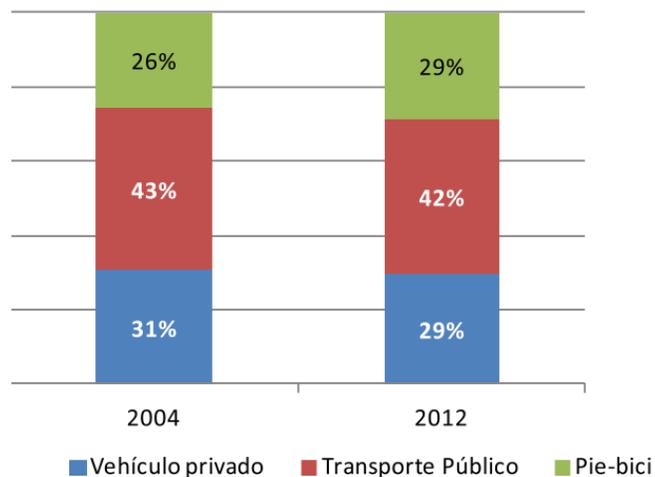
La micromovilidad, por lo tanto, puede ser un elemento importante del sistema de transporte público, siempre que se gestione de forma adecuada, para avanzar tanto en sostenibilidad como reducción de emisiones.

3. Caso de Estudio

En este capítulo se presenta una contextualización del ámbito de estudio, desde la ciudad en general a los barrios seleccionados del distrito de Chamartín, incluyendo información recopilada en la Fase 1 de la investigación (Análisis documental), sobre las políticas, planes y estrategias relevantes de la ciudad de Madrid en tema de movilidad sostenible y ciclismo.

3.1 Contexto de la movilidad en Madrid

En 2012, para los desplazamientos cuyo origen y destino eran fuera de la carretera M-30, el transporte público fue el modo más utilizado, para el 42% de desplazamientos, mientras que el 29% fue a pie o en bici (ver Figura 4). El uso del vehículo privado se situó en un porcentaje similar, probablemente a consecuencia de la crisis económica y por medidas como las políticas de disuasión de uso del coche (por ejemplo, el Servicio de Estacionamiento Regulado, SER) y un notable aumento de la oferta de transporte público (Ayuntamiento de Madrid, 2014a).



*Figura 4: Distribución modal en Madrid en 2012 en comparación al 2004.
Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2014c)*

A diario acceden cerca de 800.000 vehículos privados a la ciudad (Barahona Nieto, 2016). Además, en gran parte de Madrid, el diseño urbano está centrado en dar prioridad al coche. El predominio del vehículo privado alimentado por combustibles fósiles facilita el traslado de

personas que habitualmente deben moverse hacia el centro de la ciudad para trabajar, y se ha observado que, en los barrios periféricos, de menor densidad, son los más dependientes de los automóviles (Ayuntamiento de Madrid, 2013). Sin embargo, este medio mecanizado también ha generado problemas como enfermedades respiratorias por la contaminación atmosférica, ruidos, congestión, accidentes, y es una de las principales causas de la crisis climática y energética. Por otro lado, el transporte público como el Metro y Cercanías, si bien tienen grandes áreas de influencia, presentan una fragmentada accesibilidad a las redes ciclistas y peatonales. (Ayuntamiento de Madrid, 2013). Estas características conllevan exigencias y retos para conseguir una movilidad urbana verdaderamente sostenible.

La movilidad en Madrid debe por lo tanto abordar estos problemas anteriormente mencionados y maximizar la eficiencia en los desplazamientos. Entre las medidas destacadas que ha ideado el Ayuntamiento de Madrid, está el documento estratégico *Plan de Calidad del Aire*, del que provino la iniciativa del sistema público de bicicletas eléctricas (BiciMAD), y el *Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Madrid* (PMUS), como base y herramienta para estructurar las políticas de movilidad que permitan que la ciudad mejore su calidad ambiental, seguridad, y competitividad (Ayuntamiento de Madrid, 2014a).

Otros planes estratégicos que buscan responder a la necesidad de desarrollo sostenible de la ciudad incluyen (Barahona Nieto, 2016):

- Plan Director de Movilidad Ciclista (2008)
- Plan de Acción en Materia de Contaminación Acústica (2009)
- Plan de Calidad del Aire (2011-2015)
- Plan de Seguridad Vial (2012-2020)
- Plan de Uso Eficiente de la Energía y Prevención del Cambio Climático (2014-2020)

Queda pendiente que el Ayuntamiento apruebe completamente la nueva *Ordenanza de Movilidad Sostenible de Madrid*, en la que, entre otros temas, se actualizarán las regulaciones sobre el uso de vehículos de movilidad urbana, incluyendo patinetes y bicicletas.

3.1.1 Las emisiones de gases de efecto invernadero en Madrid

En materia de cambio climático, las emisiones de GEI de la ciudad, tanto directas como indirectas, han ido descendiendo de forma progresiva desde el 2005; no obstante, a raíz del Protocolo de Kyoto, España había establecido un objetivo de reducción de más del 15%, y para 2011, Madrid apenas había alcanzado un 9,4% con respecto al año base 1990 (Ayuntamiento de Madrid, 2014a).

El parque de vehículos que circulan por la ciudad constituye una de las mayores fuentes que contribuyen a la emisión de GEI y por lo tanto al cambio climático. El consumo de combustible del vehículo privado puede ser casi 1/6 del consumo total de energía en el país, es decir más de 20 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Vidasostenible, 2019). El consumo aproximado de cada medio de transporte se encuentra en la Tabla 1.

Medio de transporte	Consumo de energía (en litros de petróleo equivalente/100 km)
Avión (vuelo corto)	>17
Tren o autobús	1,5 - 3,5
Coche mediano	9 -15

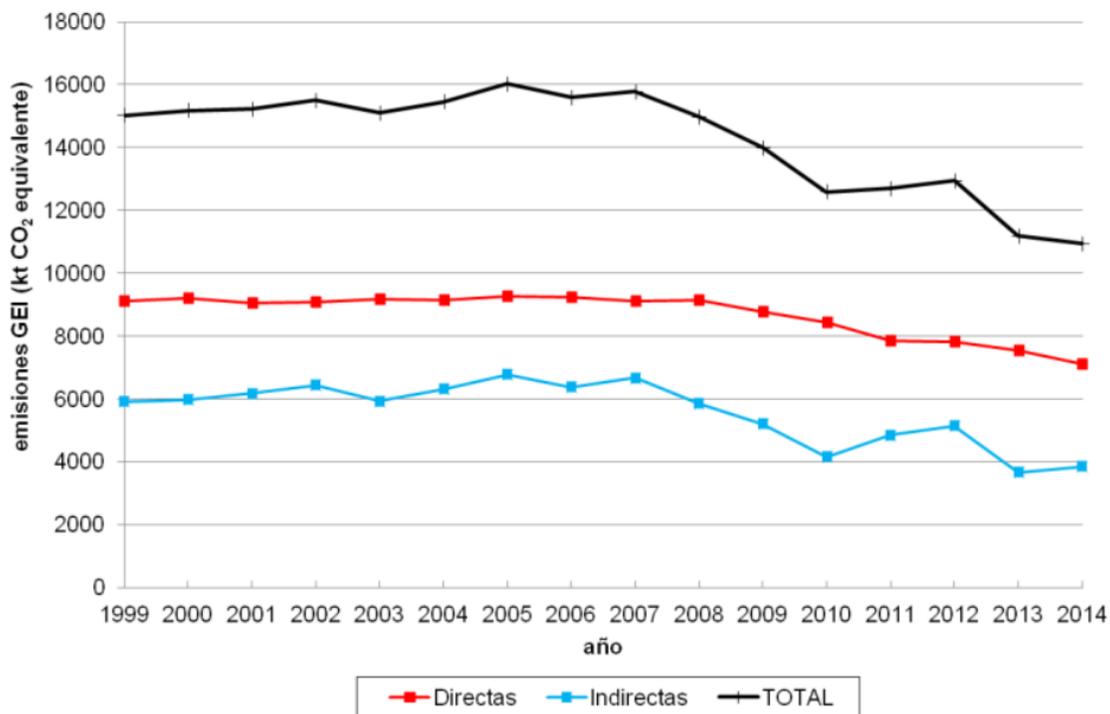
*Tabla 1: Consumo de energía aproximado según medio de transporte.
Fuente: Vidasostenible (2019)*

En 2014, el tráfico rodado supuso uno de los porcentajes más altos de los grupos de actividad contemplados en el Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera (Ayuntamiento de Madrid, 2013). En el área estudiada, se miden y registran las emisiones de GEI de forma diferenciada (Ayuntamiento de Madrid, 2013):

- Emisiones directas, que provienen de actividades del sector residencial/comercial, de la industria, el transporte por carretera, tratamiento de residuos, entre otros.

- Emisiones indirectas, que provienen del consumo de la energía eléctrica que es generada en el municipio.

El análisis de la evolución de las emisiones en el término municipal, si bien muestra un descenso en las emisiones totales, revela que el mayor volumen de las emisiones proviene del sector de transporte por carretera, llegando a representar el 31,5% en 2014 (ver Figura 5). Este mismo sector presentó un máximo en 2004, cuando sus emisiones directas subieron hasta 3602 kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente.



*Figura 5: Evolución de las emisiones de GEI en Madrid (1990-2014).
Fuente: (Ayuntamiento de Madrid, 2013)*

Sin embargo, es positivo mencionar que las emisiones indirectas se han reducido cerca del 40% en el periodo de 2006-2014, pues el mix de producción de electricidad ha tenido una reducción de emisiones a nivel nacional (Ayuntamiento de Madrid, 2013).

Cabe destacar los documentos estratégicos a los que Madrid se ha comprometido para afrontar el reto de limitar las emisiones de carbono: el *Plan A de Calidad del Aire y Cambio Climático* (Horizonte 2020), y una de sus contribuciones más recientes, la *Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática de la ciudad de Madrid* (Ayuntamiento de Madrid, 2020). Además, forma parte del Grupo de Liderazgo Climático C40, el Pacto de Alcaldes, y la Red de Ciudades por el Clima (Ayuntamiento de Madrid, 2018).

3.1.2 Cambio climático y los ODS en Madrid

El año pasado, IdenCity Consulting, la consultora de desarrollo e implantación de planes estratégicos sostenibles para los entornos urbanos, trabajó en los “índices ODS”. Tras analizar las iniciativas y resultados de las ciudades españolas, la entidad encontró que hay oportunidades de mejora en los objetivos de sostenibilidad ambiental, particularmente el ODS 13 “Acción por el clima” (IdenCity Consulting, 2020). Si bien no se han hecho públicos los indicadores que han definido para analizar el rendimiento de las ciudades sobre cada ODS, sí han publicado las “top 15” capitales que han tenido mejor desempeño. En particular, sus expertos determinaron que para el ODS 13, las ciudades que mejor rendimiento han tenido son Palma, Murcia y San Sebastián; ocupando Madrid el séptimo lugar.

En otras palabras, pese a las iniciativas que ha tomado la ciudad y su área metropolitana, aún hay oportunidades de mejorar los resultados. Dado el gran aporte de emisiones de GEI que proviene del sector de transporte, el uso de los medios de transporte sostenibles se considera una estrategia fundamental de mitigación del cambio climático.

Uno de los ejes en los que se está trabajando es la promoción de la sostenibilidad y mitigación del cambio climático a través de políticas públicas de movilidad. Una de las estrategias del Ayuntamiento para volver más sostenible a la ciudad disminuyendo su aporte al cambio climático, es la gestión de la movilidad a partir de bicicletas eléctricas. Además de la oferta

pública, un par de empresas más se han sumado a la oferta del servicio de alquiler de bicicletas eléctricas (con y sin base fija) en la ciudad.

Estas bicicletas de pedaleo asistido se alimentan de electricidad, y por ello no emiten GEI durante su uso. No obstante, su sostenibilidad se ha cuestionado, dado que se promocionan como “cero emisiones”, si bien su ciclo de vida y el proceso para obtener su fuente de energía (electricidad) sí tienen cierta Huella de Carbono.

Las condiciones actuales (2020-2021) de pandemia han desvelado el potencial de la movilidad individual a través de medios como la bicicleta, considerada un “modo blando”, que ya tiene una larga tradición en la ciudad de Madrid. La correcta gestión de la movilidad ciclista puede proveer beneficios para la calidad de vida de los ciudadanos, la cual se mide en cuanto a la adecuación de la estructura urbanística, “amplios espacios verdes, servicios completos, seguridad, escasa contaminación, buen transporte público, buenas actividades culturales y de ocio, limpieza viaria, circulación fluida.” (Ayuntamiento de Madrid, 2005). Además, se podría aprovechar el aumento de demanda para avanzar en la mitigación del cambio climático, mejorando la ambición y los resultados de la ciudad de Madrid con respecto al ODS13: Acción por el clima.

Dado el gran aporte de emisiones de GEI que proviene del sector de transporte, el uso de los medios de transporte sostenibles se considera una estrategia de mitigación del cambio climático fundamental. Aunque muchos vehículos se alimentan de electricidad, y no generan emisiones durante su uso.

3.2 Contextualización del área de estudio

Pese a que Madrid es una ciudad en su mayoría compacta, la continua expansión urbana, con el evidente crecimiento de la periferia, aleja considerablemente a las zonas residenciales de las zonas más centrales, donde se concentran los centros de trabajo, comerciales de ocio, y otros servicios (Mataix González, 2010). En otras palabras, la demanda de transporte para salvar estas distancias aumenta a la par del crecimiento urbano.

Como alternativa al vehículo privado dependiente de los combustibles fósiles, la bicicleta se presenta con gran potencial como modo de transporte sostenible. El Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de la ciudad de Madrid (Ayuntamiento de Madrid, 2014) destacó que el 82% de los ciudadanos trabajan en el mismo municipio, mientras que un 40% de los desplazamientos internos motorizados suelen ser de longitud menor a cinco kilómetros. Según el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (Ministerio de Industria), se podría ahorrar hasta el 60% del consumo de energía si se evitara el uso del automóvil para trayectos menores a 3 km (Fondo Social Europeo, 2010). Por lo tanto, cambiar de modo de transporte en estos trayectos representaría una oportunidad de volver más eficiente la movilidad en la ciudad de Madrid.

Durante la Mesa de la Movilidad que organizó el Ayuntamiento de Madrid en 2012, se concluyó que la movilidad eléctrica no es la única solución a los problemas encontrados con respecto a la movilidad urbana, por lo menos no a corto plazo. Sin embargo, puede ser una estrategia decisiva para reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente. La transición hacia una movilidad más limpia necesita de la reducción de barreras que empujen la decisión a favor de vehículos menos contaminantes. El diagnóstico que fue parte del PMUS reveló que se deben eliminar los altos costes de adquisición de vehículos eléctricos, mejorar el acceso a la red eléctrica para recargarlos, trabajar para disipar la desinformación de clientes potenciales entre otros (Ayuntamiento de Madrid, 2014). Si bien esto se refiere a coches eléctricos, algunas de estas medidas pueden también aplicarse a servicios que complementan al sistema de transporte público, tal como el alquiler de bicicletas eléctricas, con base fija (como BiciMAD) y sin base fija (otras empresas que han solicitado autorización).

Con respecto al uso de las bicicletas convencionales, para 2014, si bien la oferta y la demanda se habían triplicado con respecto al 2006, su utilización continuaba siendo “muy residual”, sin contar con una red suficiente cubriendo la ciudad (Ayuntamiento de Madrid, 2014a). En 2016, en Madrid había 292 km de infraestructuras ciclistas variadas (Ayuntamiento de Madrid, 2016); un estudio de la Organización de Consumidores (OCU) describió que representa 0,01 km de carril bici por cada kilómetro de carril convencional o vía abierta al tráfico (OCU, 2020).

3.2.1 La sostenibilidad de Chamartín

Un diagnóstico de sostenibilidad, realizado en 2005 por el Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios de Madrid, encontró que en el distrito de Chamartín la intensidad media diaria de vehículos era superior a la media municipal. Es decir, se encontró que existía congestión vehicular, ya que se concentran los empleos y otros negocios. Esto conlleva problemas ambientales, como contaminación atmosférica, y ruidos por la intensidad del tráfico. Además, hasta el 2005, existía un déficit de zonas verdes urbanas, pues el área que ocupaban era menor que la media municipal (Ayuntamiento de Madrid, 2005). Estas circunstancias tienen relación directa con el problema del cambio climático en relación a la movilidad cotidiana, pues por un lado se encuentra una alta emisión de gases de efecto invernadero generados por vehículos que consumen combustibles fósiles; y por otro lado, la deficiencia de infraestructura verde (parques, arbolado viario), los cuales, dependiendo de las especies vegetales, podrían absorber hasta el 80% de las emisiones del tráfico (Saracho, 2017).

Los usos del suelo se reparten entre escuelas, parques, zonas residenciales, comercios diversos, edificios destinados a las oficinas de las empresas más importantes del país. Es por ello también una de las zonas de más alta renta (Comunidad de Madrid, 2001).

A diario se realizan miles de desplazamientos en vehículo privado, porque muchas de las personas que se mueven por motivos laborales hasta algún punto de Chamartín provienen de otras zonas, algunas dentro de la almendra central, y en otros casos de la periferia.

3.3 Análisis del servicio de bicicletas eléctricas

3.3.1 Sobre BiciMAD

BiciMAD es un medio de transporte público de bicicletas eléctricas en la ciudad de Madrid. Fue lanzada en 2014, y fue un sistema pionero en Europa (Ciclosfera, 2014) ya que se trataba de un sistema de bicicleta pública con la característica de ser eléctrica (ver Figura 6). Se implantó con los objetivos de *“recuperar la escala humana de la ciudad y redescubrirla desde el punto de*

vista del ciclista (...) y al mismo tiempo reducir el número de desplazamientos en coche para aumentar la presencia de la bicicleta en las calles (...) en una ciudad que sufre graves problemas por sus inaceptables índices de contaminación”, en palabras de Ana Botella, la alcaldesa en ese año (Ciclosfera, 2014).

Las bicicletas proporcionan asistencia en el pedaleo a los usuarios, de forma que cuando el usuario pedalea, se activa un motor eléctrico que asume gran parte del esfuerzo. Esta característica permite salvar las pocas pendientes que se encuentran en Madrid, y pueden ser usadas por personas de la tercera edad, sin estar limitadas necesariamente por condición física. El límite de velocidad es de 25 km/h, es decir, se puede circular a mayor velocidad, pero a partir de esta, el motor ya no asiste al pedaleo (BiciMAD, 2021b; Ciclosfera, 2014).



*Figura 6: Estación de bicicletas eléctricas del servicio de BiciMAD en Prosperidad.
Fuente: Elisa Silva (2021)*

Suelen pesar alrededor de unos 26 kg, siendo más pesadas que una bicicleta convencional por la batería y el motor incluidos. Estas bicicletas no deben circular por la acera, sino siempre por la calzada, y siempre por el carril de la derecha. Los ciclocarriles que se encuentran en la ciudad no son de uso exclusivo para los ciclistas, pero los otros vehículos deben adaptar su velocidad a la de estas bicicletas, alrededor de 30 km/h.

La página web de este servicio describe las siguientes ventajas de uso (BiciMAD, 2021a):

- Estaciones equilibradas territorialmente, incluso en zonas con desnivel.
- Evita el transporte en vehículos motorizados que generan emisiones atmosféricas.
- Las bicis se pueden recargar en las estaciones. Con carga completa, su autonomía es de hasta 70 km.
- No es necesaria una condición física determinada (pedaleo asistido).
- El ejercicio es menos intenso que con una bicicleta convencional, por lo que la vestimenta adecuada al trabajo no es un impedimento.

Sin embargo, la EMT defiende que este servicio no perjudica a otras empresas de alquiler de bicicletas eléctricas, ya que su sistema tarifario está diseñado para evitar que se utilice una bicicleta durante todo el día, de forma que no está dirigida a turistas que tengan el plan de recorrer la ciudad con este servicio, dejando espacio para que alquilen bicicletas de otras empresas.

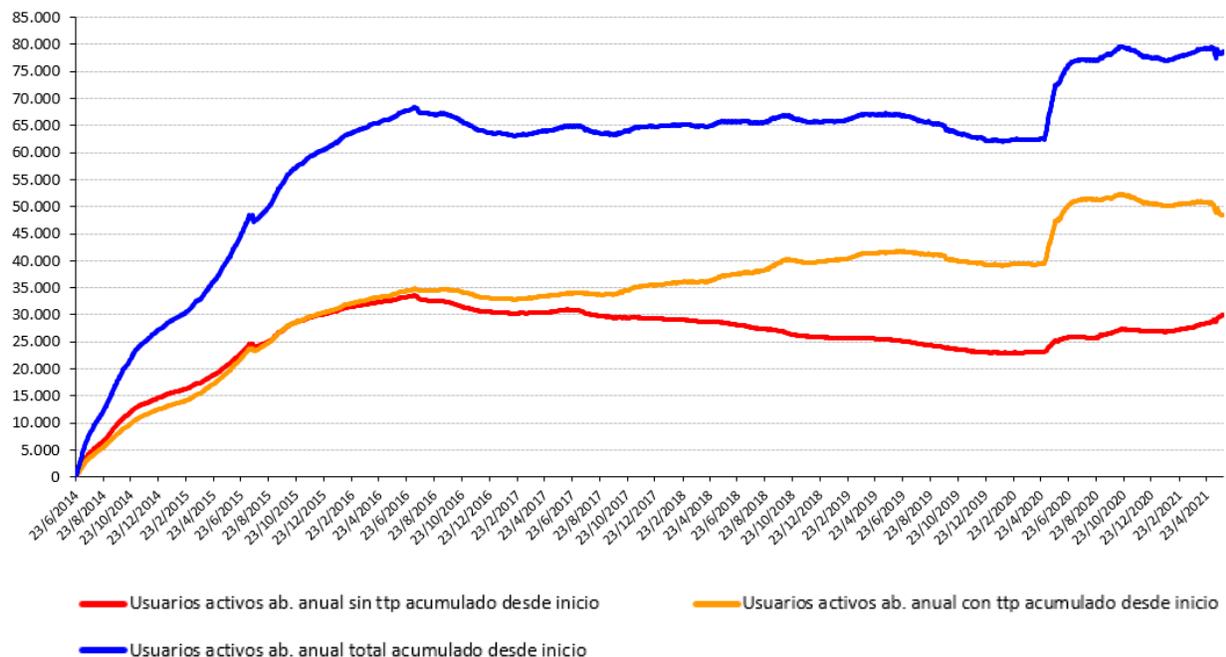
3.3.2 Información cuantitativa recopilada sobre BiciMAD

Bicicletas y estaciones

El servicio actualmente cuenta con 2964 bicicletas de pedaleo asistido, en 264 estaciones repartidas por la ciudad (BiciMAD, 2021b).

Usuarios activos registrados

La base de datos del Ayuntamiento de Madrid contiene información de los usuarios registrados en el servicio de BiciMAD hasta una fecha reciente, mostrando un pico a partir de la cuarta semana de abril del 2020, ya que el 22 de abril el sistema de bicicletas eléctricas del Ayuntamiento volvió a estar operativo, tras la abrupta suspensión de los servicios debido a la pandemia. Se muestra un nuevo máximo (78.610 usuarios activos) en octubre del mismo año, y luego se observa una tendencia hacia la estabilidad en los últimos meses, hasta finales de mayo de 2021 (ver Figura 7).



Usuarios activos ab. anual sin ttp desde inicio	Usuarios activos ab. anual con ttp desde inicio	Usuarios activos ab. anual total desde inicio
30.087	48.523	78.610

*Figura 7: Número de usuarios del abono anual de BiciMAD registrados actualmente.
Fuente: Ayuntamiento de Madrid, (2021)*

De esta cifra, los usuarios activos con abono anual, que hacen uso de la tarjeta de transporte público (TTP), corresponden al 62% de los usuarios totales (48.523 usuarios de BiciMAD), mientras que los usuarios activos con abono anual, pero sin TTP representan el 38% restante.

Usos diarios de BiciMAD

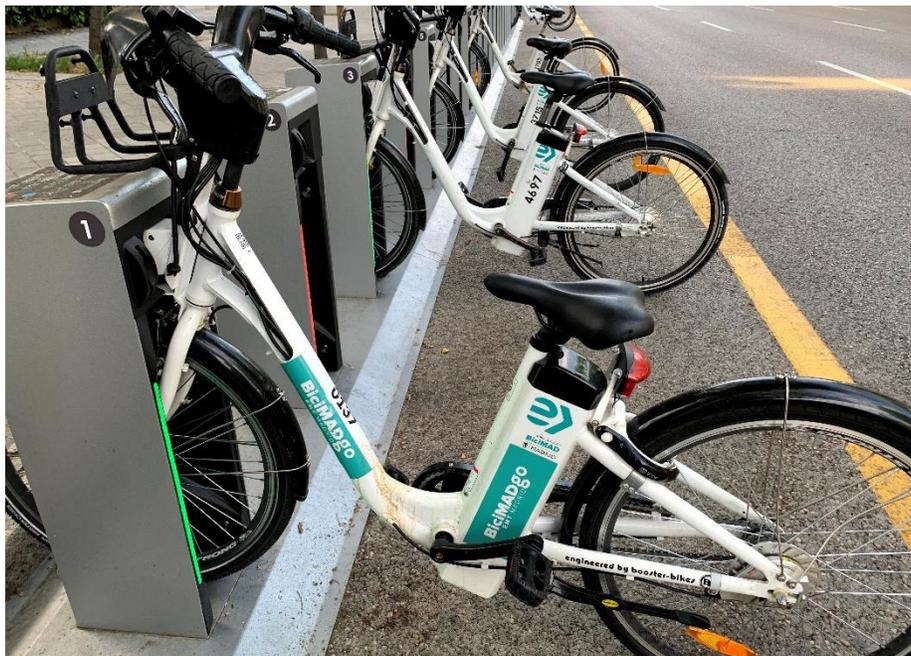
El sistema de bicicletas eléctricas del Ayuntamiento de Madrid volvió a estar operativo el 22 de abril, tras la abrupta suspensión de los servicios debido a la pandemia. En junio de 2020, se registró un crecimiento de hasta 15.092 usos en un día, lo que supuso un 48,65% más de usos que lo que se había registrado en un día habitual de 2019 (La Razón, 2020). Adicionalmente, en el 2020 se contaba con cincuenta estaciones nuevas y más de dos mil novecientos vehículos de pedaleo asistido. Pocos días después, se registró un nuevo récord: 17.338 desplazamientos de madrileños en BiciMAD (20minutos, 2019).

El delegado de Medio Ambiente y Movilidad, Borja Carabante, aseguró que en 2020 se autorizaría la circulación de hasta 4800 bicicletas de pedaleo asistido de otras empresas operadoras, conforme al límite que establece la Ordenanza de Movilidad Sostenible de Madrid (La Razón, 2020). Esto es parte de los esfuerzos de liberalizar el servicio de bicis eléctricas en el sector (20minutos, 2019).

3.3.3 Sobre BiciMAD go

En septiembre de 2020, la EMT desplegó un nuevo servicio, BiciMAD Go, bicicletas eléctricas sin base fija (free floating), complementarias al servicio ya ofrecido (ver Figura 8). El Ayuntamiento autorizó la operación de 454 bicicletas repartidas por toda la ciudad. Se han estado distribuyendo en 15 distritos, tanto en el interior de la almendra central (254 vehículos) como fuera de la M-30 (200 vehículos repartidos). Los distritos beneficiados son Arganzuela, Centro, Chamartín, Chamberí, Moncloa, Retiro, Salamanca, Tetuán; Carabanchel, Ciudad Lineal, Hortaleza, Latina, Moratalaz, Puente de Vallecas, y Usera (EMT Madrid, 2020). En algunos distritos mencionados, como Hortaleza, el servicio de BiciMAD no había llegado hasta esa fecha.

Este proyecto de movilidad compartida es parte de los esfuerzos de favorecer también la intermodalidad, pues preferentemente deben estar situadas alrededor de las estaciones de transporte público ofertado en Madrid, como parte de la Estrategia de Sostenibilidad Ambiental Madrid 360 (EMT Madrid, 2020).



*Figura 8: Bicicleta del servicio BiciMAD go anclada en una estación de BiciMAD en Chamartín.
Fuente: Elisa Silva (2021).*

A diferencia del bajo precio de BiciMAD, que cuesta 0,50 euros durante la primera media hora y 0,60 euros la siguiente fracción, la tarifa de *BiciMAD go* es de 0,19 euros/min, pero se aplica un descuento de 50% si los viajes terminan con la bicicleta anclada a una estación de BiciMAD (Ciclosfera, 2020).

3.3.4 Otras empresas de uso compartido de bicicletas

En agosto de 2020, el Ayuntamiento publicó la concesión de autorizaciones para el reparto de bicicletas con pedaleo asistido en la ciudad. Se esperaba que el número de bicicletas eléctricas disponibles en la ciudad fueran más de 7700, unas tres veces la cantidad que existía con el sistema público de la EMT. Finalmente, se autorizó una flota de 3900 bicis eléctricas para su despliegue en la ciudad (Ayuntamiento de Madrid, 2020b). También se espera ampliar la cobertura con alrededor de cincuenta estaciones de BiciMAD nuevas en trece distritos de Madrid (López de Benito, 2020).

Acatando las limitaciones de ocupación de plazas de las bicicletas, dispuestas en la Ordenanza de Movilidad Sostenible (art. 85), el reparto de bicicletas *free floating* (sin base fija) autorizadas para cada empresa solicitante se encuentra en la Tabla 2.

Nombre de la empresa	Número de bicicletas
Brikty	159 bicicletas dentro de M-30 (pidieron autorización para 500).
BiciMAD Go	254 en el interior de la M-30 y 200 en el exterior.
Ride On Consulting	317 en el interior de la M-30 (solicitaron inicialmente 1.000) y 500 en el exterior.
Idribk Spain (MOVI o Mobike)	317 dentro de M-30 (pidieron 1.000).
Secure Potential System SLU (GoTo Global Mobility)	317 en el interior (pidieron autorización para 1.000) y 700 en el exterior de la M-30.
Mobilitas Futurus S.L. (Cabify, con la marca MOVO)	635 en el interior (solicitaron 2.000) y 500 en el exterior.

*Tabla 2: Reparto de bicicletas eléctricas sin base fija que estarían disponibles en Madrid.
Fuente: (Ayuntamiento de Madrid, 2020b; López de Benito, 2020)*

Madrid tenía planificado desplegar 1950 bicicletas eléctricas sin base fija en septiembre de 2020, con más de la mitad en el interior de la M-30 y el resto en el exterior (áreas de la periferia, fuera de la almendra central). Las empresas que recibieron autorización del municipio fueron seis, pero la mitad de ellas no cumplieron con el plazo de desplegar “al menos el 50% de las bicicletas” el día siguiente a la autorización hasta principios de septiembre, por lo que la licencia les fue revocada (Honorato, 2020). Sólo Movi, Movo y BiciMAD go pudieron ser operativas. Dentro de la zona de estudio sólo se encontraron las del servicio público; por lo tanto, la investigación se ha centrado en BiciMAD.

4. Condiciones urbanas del servicio público de bicicletas eléctricas

En este capítulo se analizarán las condiciones urbanas en las que se presta el servicio público de alquiler de bicicletas eléctricas, BiciMAD.

4.1.1 Ciclocarriles – el impacto de BiciMAD

Tras el despliegue de BiciMAD en 2014, para la circulación de las bicicletas, el Ayuntamiento dispuso ciclocarriles, en donde los automóviles deben ir a una velocidad máxima de 30 km/h, permitiendo la circulación de las bicicletas en el centro del carril (ver Figura 9).



*Figura 9: Ciclocarril en la calle Príncipe de Vergara (Chamartín).
Fuente: Elisa Silva (2021)*

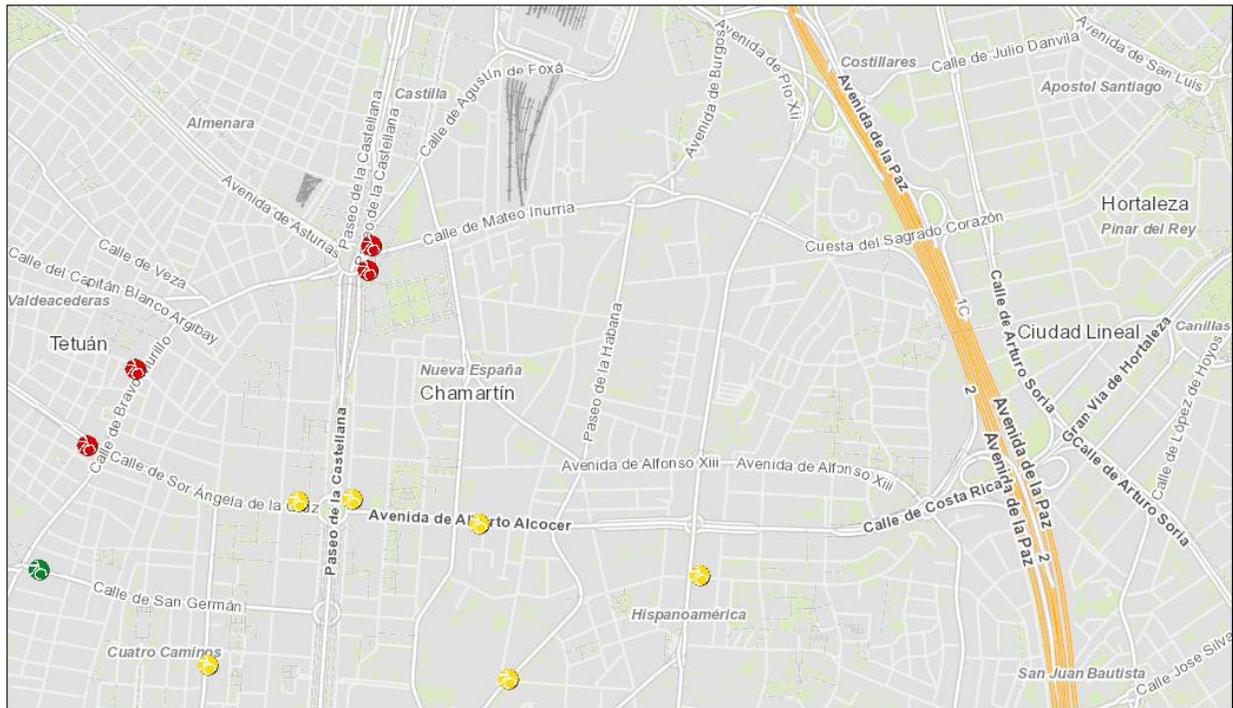
Zaragoza es una de las ciudades españolas que tiene una buena red ciclista, pero tras la pandemia se añadió a ciertas avenidas la limitación de 30 km/h para que compartan bicis y automóviles la vía pública. Sin embargo, el colectivo Pedalea, de la misma ciudad, ha expresado que esta medida no fomenta el uso de la bicicleta (El País, 2020).

En los barrios seleccionados del distrito de Chamartín, según el mapa interactivo³, se pudieron contabilizar 22 estaciones de recarga de bicicletas del servicio de la Empresa Municipal de Transportes (EMT), con un promedio de 24 bases por estación (excepciones: Calle Ma. Francisca nº1, que tiene 18; calle Dr. Fleming nº7, que tiene 21; Velázquez nº 130, con 27). Este mapa pretende mostrar el número de anclajes libres y de bicicletas libres en cada estación a tiempo real. Sin embargo, se fueron encontrando ciertas inconsistencias, que se describen a continuación.

En el Mapa 4 se observa el norte de los barrios estudiados de Chamartín. El Paseo de la Castellana al oeste, la calle de Mateo Inurria al norte, y la Avenida de la Paz al este limitan la zona de estudio.

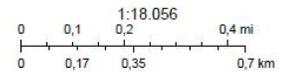
Al sur, tal como muestra el Mapa 5, el Paseo de la Castellana al oeste, la calle de María de Molina al sur, la Avenida de América al sudeste, y la Avenida de la Paz al este limitan la zona de estudio.

³ El mapa interactivo oficial de BiciMAD se encuentra en la dirección <https://u.bicimad.com/mapa>.

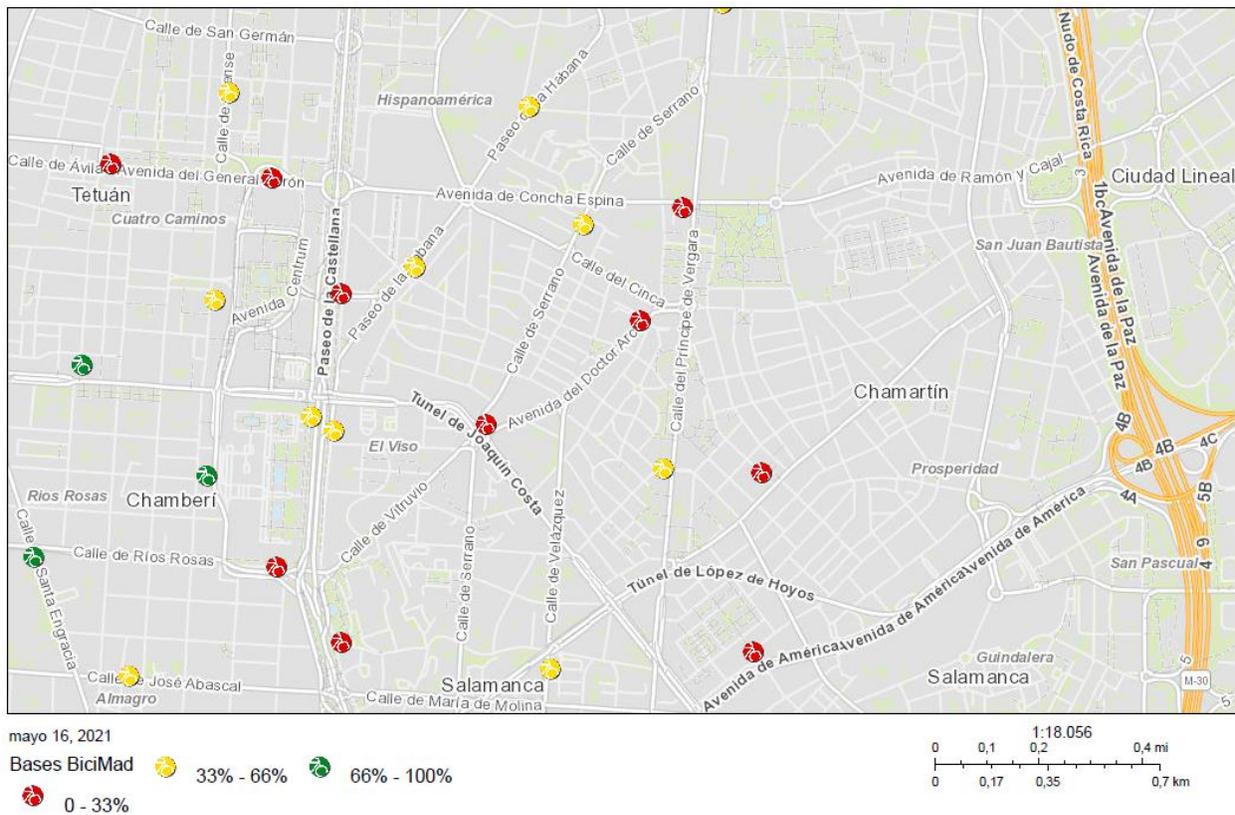


mayo 16, 2021

Bases BiciMad 33% - 66% 66% - 100%
 0 - 33%



Mapa 3: Norte de la zona de estudio.
Fuente: <https://u.bicimad.com/mapa>



*Mapa 4: Sur de la zona de estudio.
Fuente: <https://u.bicimad.com/mapa>*

Se encontró que el mapa interactivo en la página web de BiciMAD muestra más estaciones de las que se obtienen en estos mapas impresos (Mapas 4 y 5) desde la misma plataforma. Por lo tanto, se constató la existencia y condiciones de dichas estaciones de forma presencial, y se halló que la mayoría estaban funcionando correctamente, excepto la estación “Corazón de María” en la Calle de Santa Hortensia, 31. Las estaciones que funcionan correctamente en los barrios seleccionados del distrito de Chamartín se pueden observar en el Mapa 6.



	Nombre de la estación BiciMAD	Número	Dirección
1	Corazón de María	251	Calle Santa Hortensia nº 31
2	Avenida de América, 1	195	Calle de Padre Indalecio Hernández, 1
3	Prosperidad	196	Calle Suero de Quiñones, 2
4	Velázquez 130	140	Calle de Velázquez, 130
5	Serrano 113	250	Calle Serrano, 113B
6	José Gutiérrez Abascal	139	José Gutiérrez Abascal no. 2
7	María Francisca, 1	146	Calle María Francisca, 1
8	Plaza de la República Argentina	137	Plaza de la República Argentina no. 6-7
9	Castellana 106	136	Paseo de la Castellana, 160
10	Doctor Arce 45	147	Avenida del Doctor Arce, 45
11	Castellana frente a Hermanos Pinzón	150	Paseo de la Castellana, nº 124
12	Paseo de la Habana 42	149	Paseo de la Habana, 42
13	Serrano 210	148	Calle de Serrano, 210
14	Parque Berlín	197	Avenida Concha Espina, 34
15	Paseo de la Habana 63	159	Paseo de la Habana nº63
16	Doctor Fleming	253	Calle del Doctor Fleming, 7
17	Colombia	160	Calle Colombia nº7
18	Alberto Alcocer	158	Avenida de Alberto Alcocer, nº 22
19	Castellana 164	157	Paseo de la Castellana nº 164
20	Pío XII	254	Avenida Pío XII, 3

21	López Pozas	255	General López Pozas, nº2
22	Plaza de Castilla 2	209	Plaza de Castilla nº 2 (Fundación Canal)

Tabla 3: Estaciones de BiciMAD en Chamartín.

Fuente: Elaboración propia a partir de aplicación MADBIKE y comprobación en campo.

5. Percepción de usuarios y opinión de expertos

5.1 Resultados de aplicación de encuestas a pie de calle y en línea

En este apartado se registran las respuestas obtenidas a partir de la aplicación de cuestionarios a pie de calle y online, a usuarios actuales y potenciales, respectivamente.

Las encuestas a pie de calle se realizaron en el siguiente horario:

Días de la semana	Franja horaria
Lunes a viernes	8h00 – 9h00
	18h00 – 20h00
Sábado y domingo	17h00 -20h30

Observaciones

Los horarios para el levantamiento de encuestas fueron escogidos de esta manera porque, según un informe de la EMT, las horas punta de demanda en días laborales son entre las 8 y 9 am (coincidiendo con horario de entrada de la mayoría de los trabajos). Posteriormente, entre las 6 y 7 pm se produce un máximo diario (EMT, 2017), pero se dio margen hasta las 8 pm, con el propósito de llegar a más usuarios. Por cuestiones de horario laboral, esta fue la franja en la que la investigadora pudo realizar el mayor número de encuestas. Durante el fin de semana, las

encuestas se realizaron entre las 5 y 8:30 pm, ya que el mismo informe de la EMT destaca que la mayoría de los usos se realizan por la tarde y noche.

No obstante, es necesario acotar que la investigadora contaba con recursos limitados, al llevar pocos meses viviendo en la ciudad, a la vez que trabajaba a tiempo completo. Además, pese a que gran parte del trabajo de campo se realizó a finales de mayo-principios de julio, la afluencia de usuarios fue muy escasa en la mayoría de las estaciones, incluso en hora punta. Esta limitada participación puede atribuirse a una reducción general de desplazamientos por causa de la pandemia actual. Las medidas de restricción a la movilidad, toques de queda, regímenes de teletrabajo, miedo a contagiarse de COVID, entre otros factores han repercutido en la dinámica de movilidad observada en la ciudad de Madrid, particularmente en la zona de estudio.

Sin embargo, muchas de las personas que estuvieron dispuestas a contestar a las preguntas proporcionaron información de validez importante para los objetivos de esta investigación.

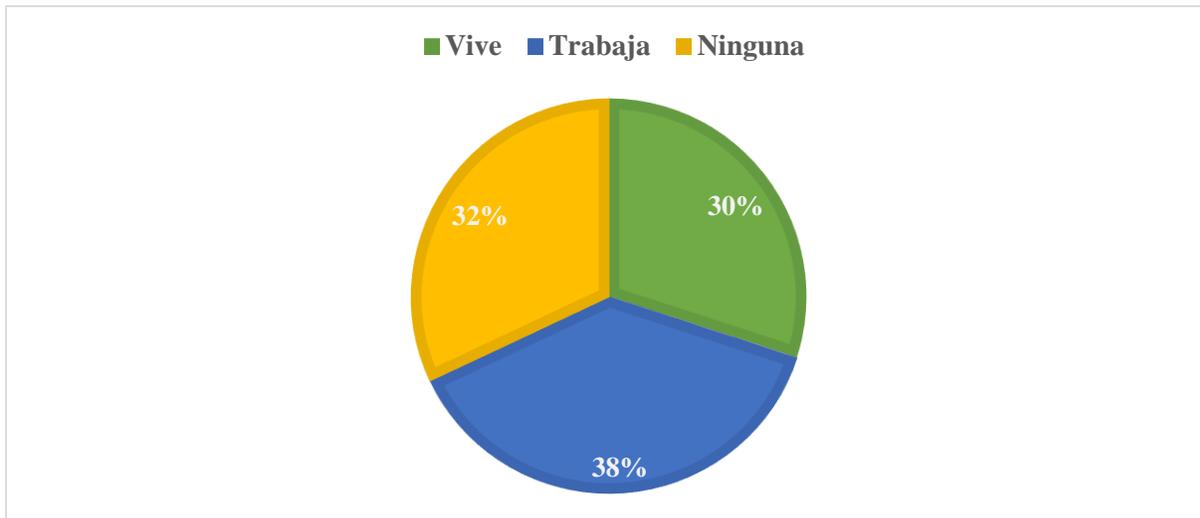
Al tratarse de un cuestionario cuyo análisis es más cualitativo que cuantitativo, las respuestas se han analizado a profundidad, comparando las características, necesidades y preocupaciones de usuarios actuales y potenciales. Posteriormente, se ha comparado y contrastado con la opinión de expertos en movilidad sostenible, y representantes de colectivos ciclistas urbanos.

5.1.1 Respuestas de usuarios actuales

Caracterización del perfil de los usuarios

Para caracterizar a los usuarios del servicio de bicicletas públicas, se les preguntó sobre su relación con el distrito estudiado, su género y edad, así como una pregunta abierta sobre sus ingresos, con rangos más bien subjetivos. Las respuestas obtenidas se ilustran a continuación.

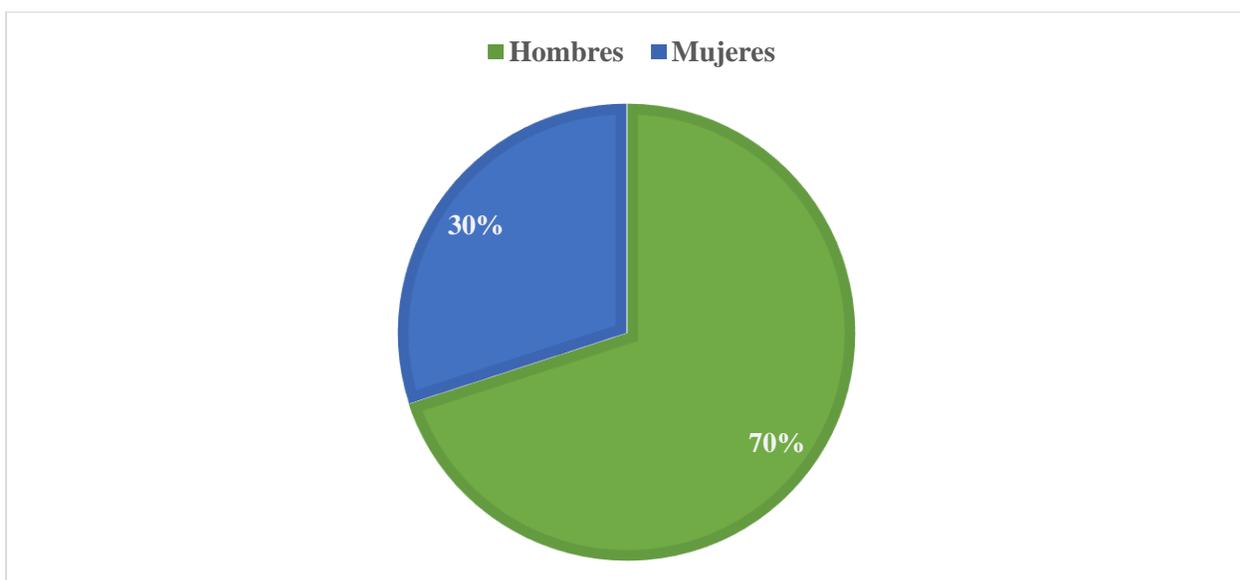
❖ Relación con el distrito de Chamartín



La mayoría de los usuarios que contestaron al cuestionario revelaron que trabajan en alguna zona dentro del distrito de Chamartín (38%). Muchos salían del trabajo y tomaban la bicicleta para regresar a sus domicilios, o realizar distintas actividades tras la jornada laboral.

No obstante, también es significativo el porcentaje que no vivía ni trabajaba en Chamartín (32%), y aun así llegaban a anclar o desanclar bicicletas de BiciMAD tras el horario laboral. Probablemente venían de y se dirigían a distritos aledaños.

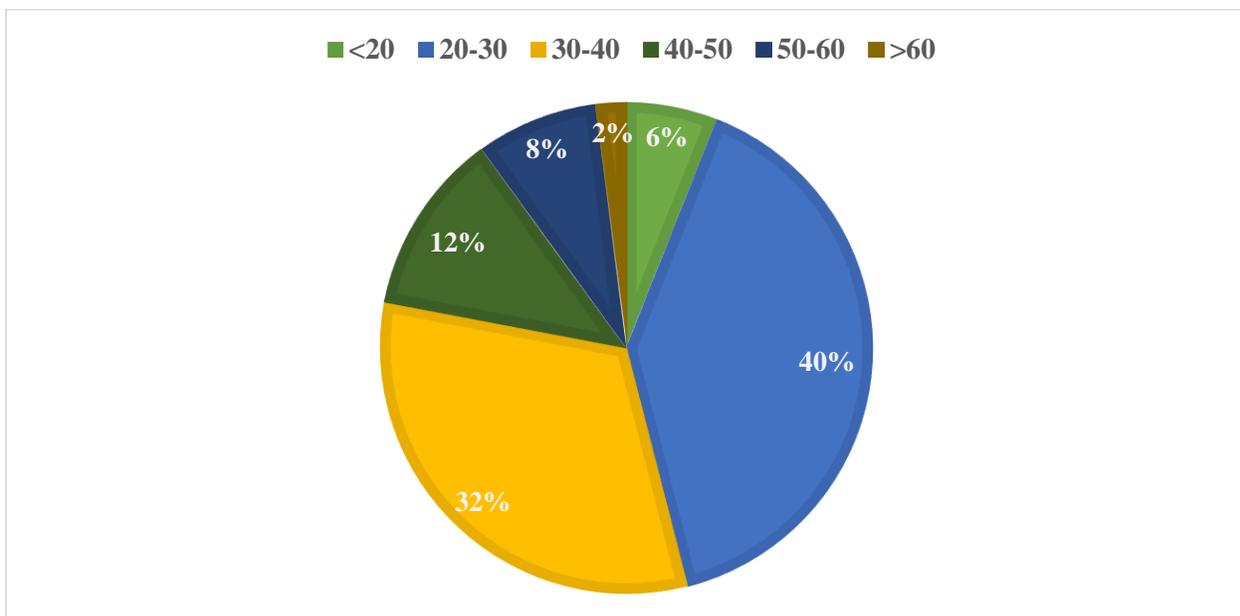
❖ Género de los usuarios



Se puede observar que la gran mayoría (70%) de los usuarios de las bicicletas eléctricas públicas son hombres.

Si bien es cierto que, en general, los hombres tuvieron más apertura para responder al cuestionario, esto no necesariamente se trataría de un sesgo, ya que se hizo un conteo de las personas que pasaban cerca de las estaciones, sin detenerse en la estación, y también se contó a las que se acercaban a dejar o retirar una bicicleta, pero no tenían tiempo para contestar al cuestionario. Es decir, considerando tanto a los usuarios que respondieron y a los que no, se llega a la misma conclusión.

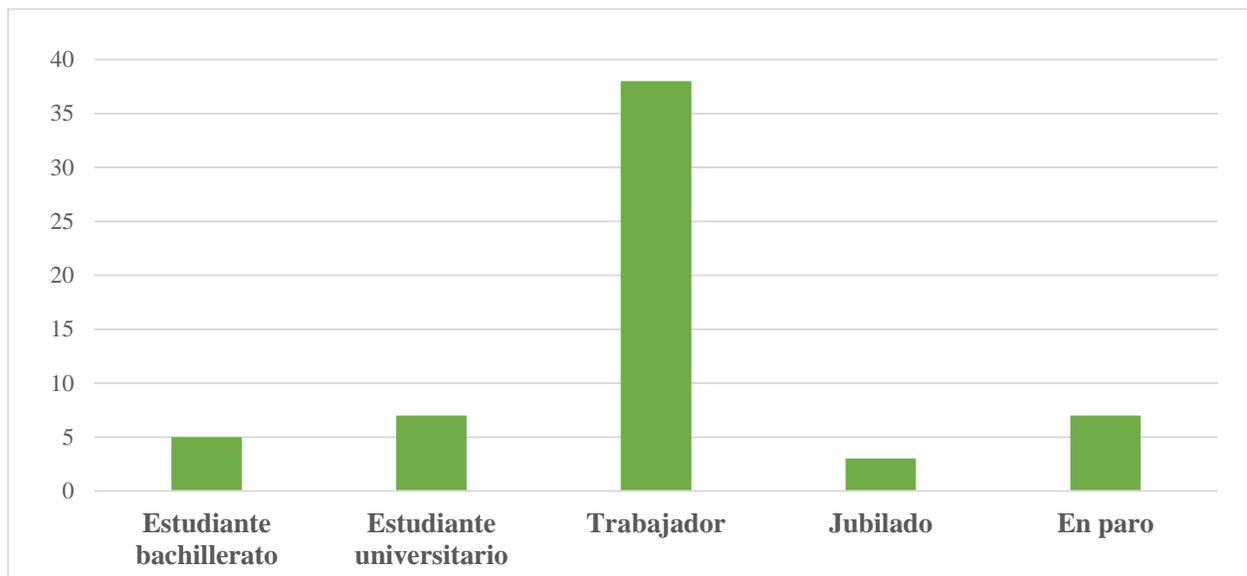
❖ Edad de los encuestados



El gráfico presenta el porcentaje por rango de edad de los usuarios actuales. La gran mayoría pertenecía al grupo entre 20 y 30 años (40%), pero el grupo entre 30 y 40 años (32%) es el siguiente grupo más representativo. Esta distribución está alineada con la distribución que se esperaba según un estudio de Zisik (2016), acerca de los usos de BiciMAD.

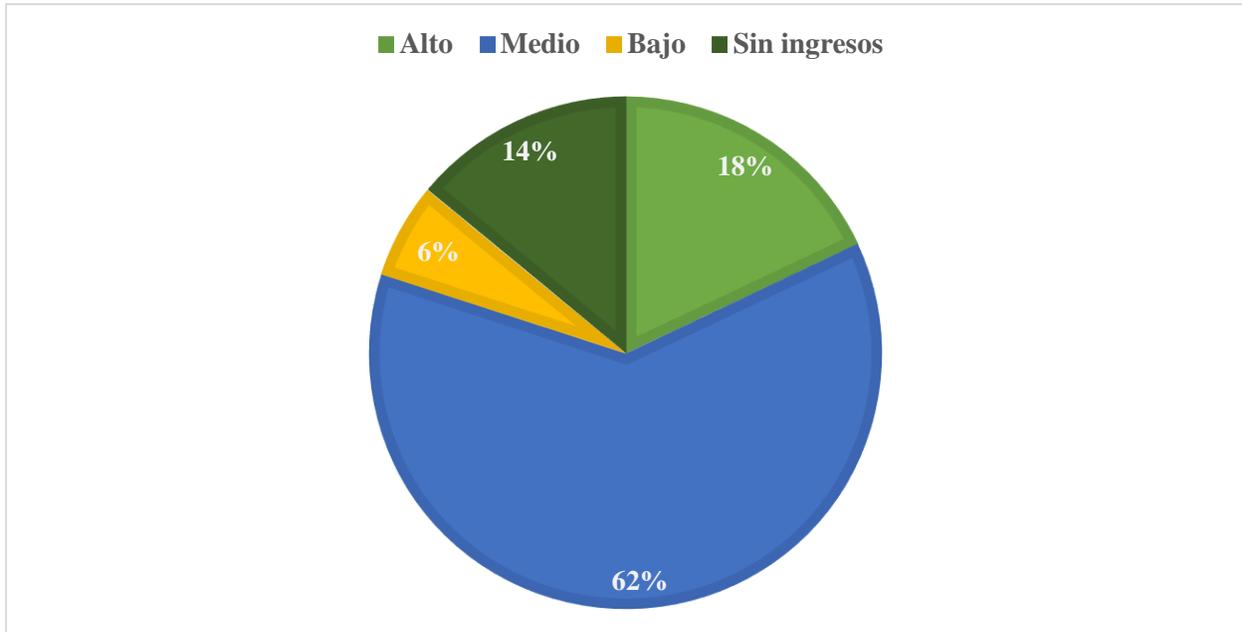
Los usuarios entre 40 y 60 años representan juntos el 20%, una cifra no despreciable, y relativamente mayor que el porcentaje que presentó Zisik (2016), alrededor de 17,3%, lo que podría señalar hacia un incremento del número ciclistas en esta franja de edad en el 2021.

❖ Ocupación



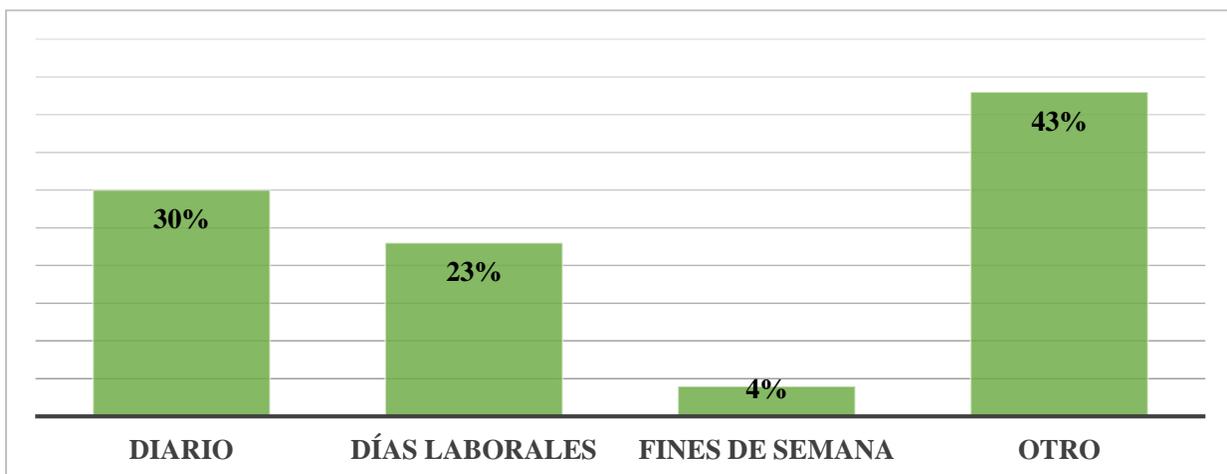
En línea con las respuestas a la primera pregunta, la mayoría de los encuestados eran trabajadores, seguidos de estudiantes universitarios e incluso usuarios que declararon estar en paro en el momento de la encuesta.

❖ Perfil económico de los usuarios (Ingresos)



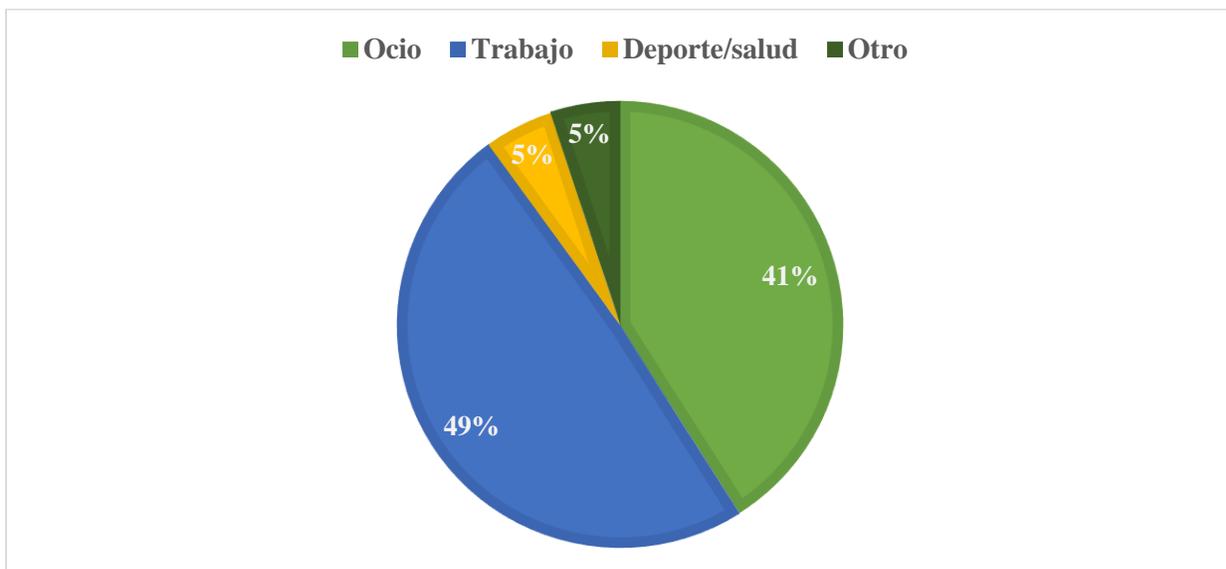
Más de la mitad de los encuestados respondieron que consideran que sus ingresos están en un rango medio, pero un porcentaje significativo (14%) no percibía ingresos dada la situación de paro, o bien se trataba de adolescentes menores de 20 años.

❖ **Frecuencia de uso de la bicicleta de pedaleo asistido**



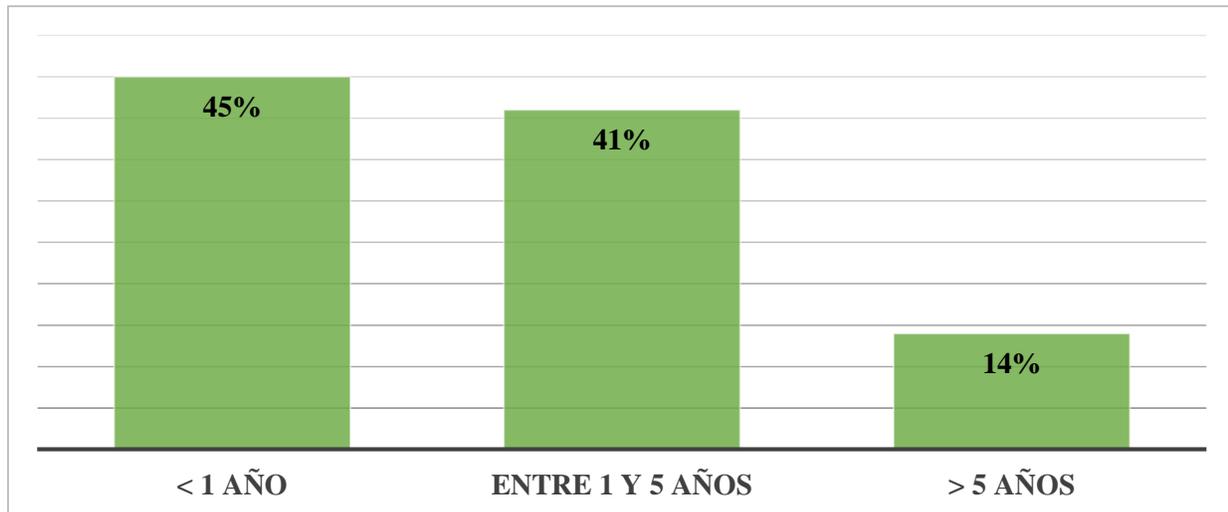
Con respecto a la frecuencia de uso de las bicicletas, destaca que cerca de la mitad respondió a la categoría de “otro”, que incluye respuestas de entre 1 a 3 días por semana, 1 vez al mes, o sólo durante el verano. Sin embargo, un porcentaje significativo (30%) respondió que las usaban a diario, es decir tanto en días laborales como fines de semana, para desplazamientos de distinta índole.

❖ **Principal objetivo del uso de estas bicicletas**



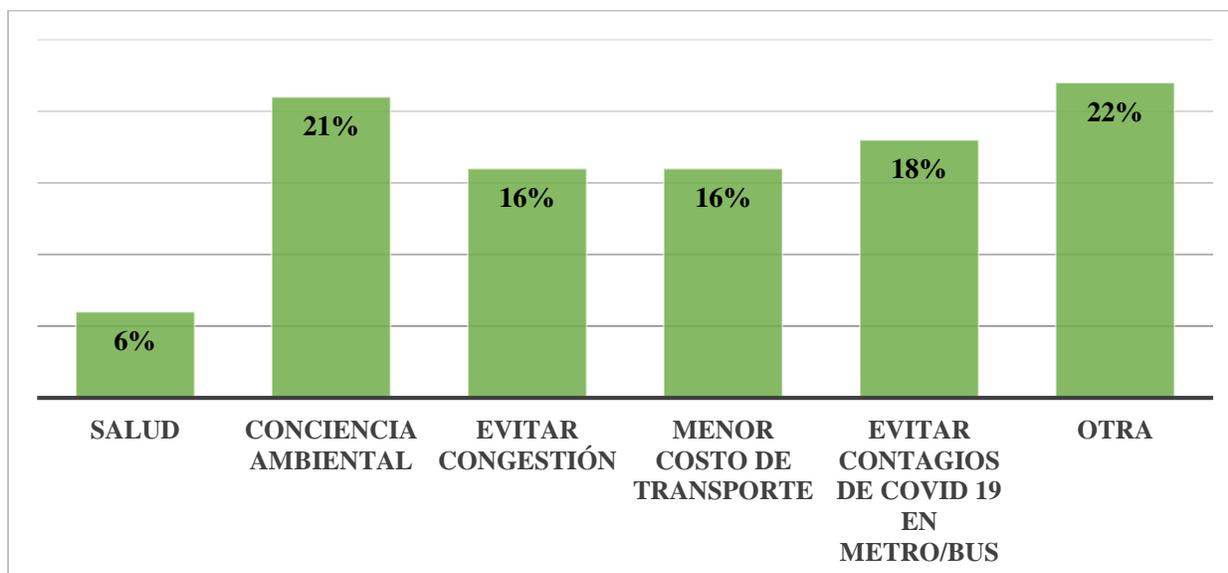
Consistente con la pregunta anterior, cerca de la mitad de los usuarios respondieron que usan la bicicleta para ir al trabajo y al salir de él; un gran porcentaje (41%) de ellos también la usaban con motivo de ocio/esparcimiento.

❖ **Tiempo que llevan usando el servicio de BiciMAD**



Cerca de la mitad de los usuarios llevaban usando la bicicleta por un tiempo menor o igual a un año, coincidiendo con los cambios suscitados por las restricciones a la movilidad que pretendían frenar la propagación del SARS-CoV-2. Otros llevaban más de un año empleándolas, y un pequeño porcentaje aseguraba que aprovechaban este servicio público desde que incursionó en las calles de Madrid.

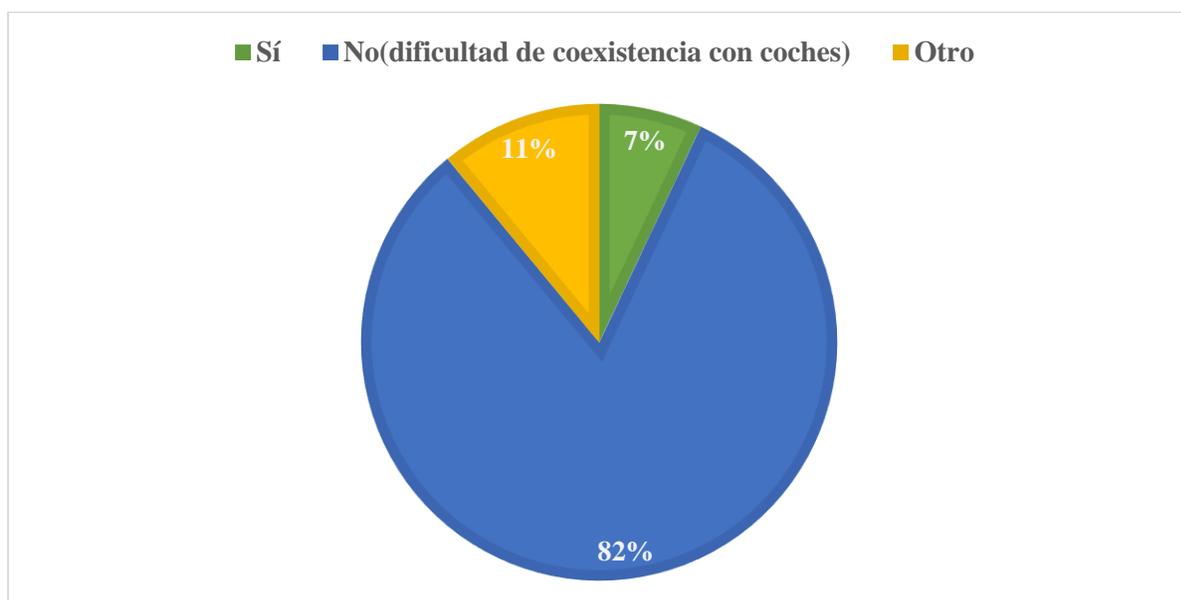
❖ **Razones por las que se incorporaron a esta oferta**



Un porcentaje importante (21%) considera que la protección del ambiente es motivación principal para usar la bicicleta. Sin embargo, la mayoría destacó otras razones de peso, como la rapidez de las bicicletas de pedaleo asistido, la mayor comodidad frente a otros medios de transporte público (Metro), por curiosidad, e incluso porque simplemente disfrutan pedalear hacia sus destinos.

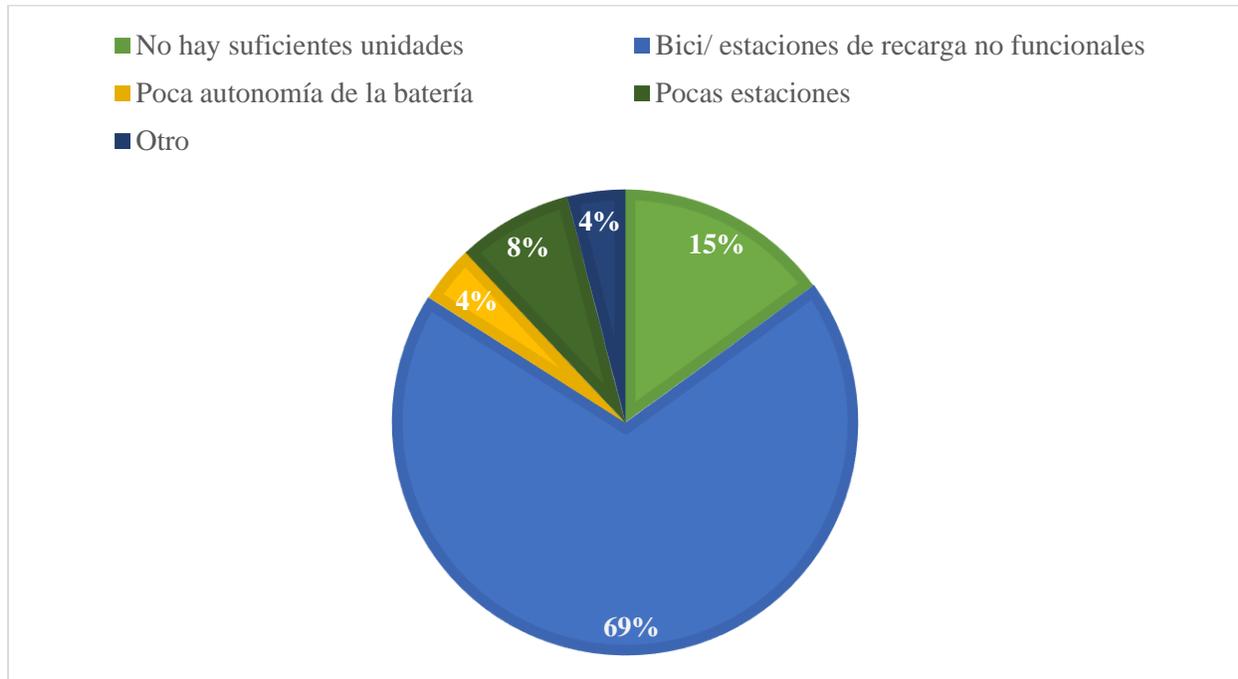
El 18% de los usuarios respondió que preferían usar la bici para evitar contagiarse de COVID-19 en el transporte público, una preocupación que surgió a raíz de la crisis sanitaria.

❖ **¿Considera que las infraestructuras habilitadas para circulación ciclista son adecuadas en Chamartín?**



La inmensa mayoría coincidió en que las infraestructuras ciclistas habilitadas para la circulación de la bici eléctrica en Chamartín, los ciclocarriles, no son adecuados. Algunos se mostraron más neutrales, esgrimiendo opciones distintas, como que la adecuación depende de las calles, generalmente si son calles principales; o que los taxistas son el principal problema al transitar por la calzada.

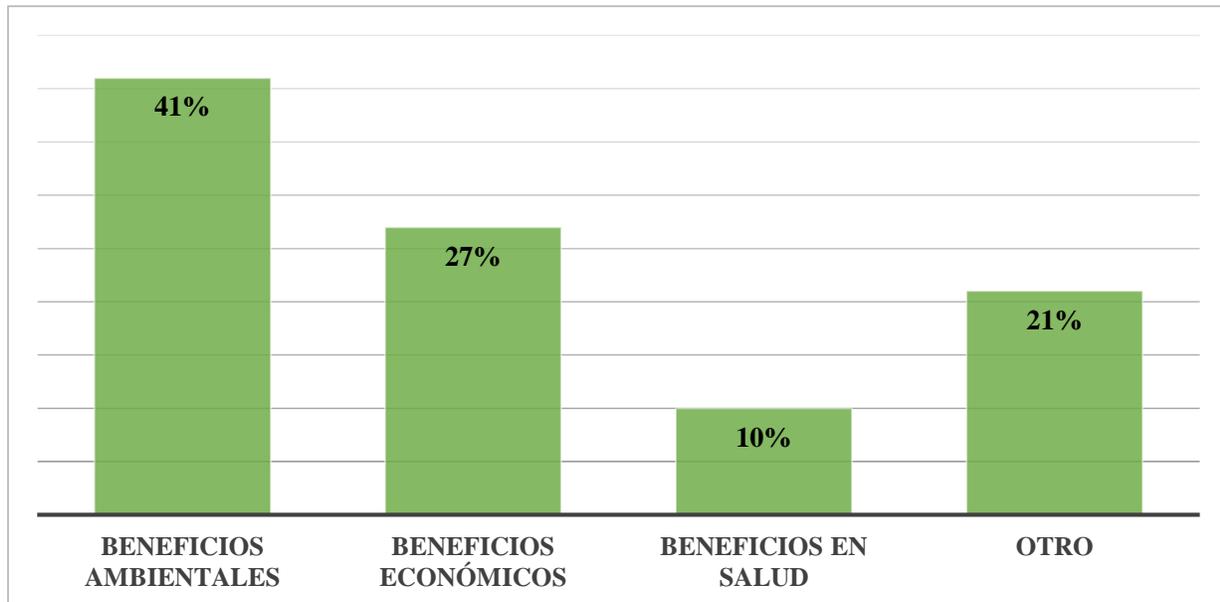
❖ **Problemas encontrados respecto servicio de bici eléctrica pública**



Nuevamente se encuentra que la gran mayoría de los usuarios encuestados encuentran bicicletas o anclajes defectuosos, lo que les hace perder tiempo, y en algunos casos falla la aplicación, así que también pierden dinero. Han expresado que muchas veces no se atienden las incidencias que abren.

Otro de los problemas encontrados que cobra importancia es la falta de unidades, en periodos de alta demanda, ya que muchas veces hay más de una bicicleta anclada que tiene algún desperfecto.

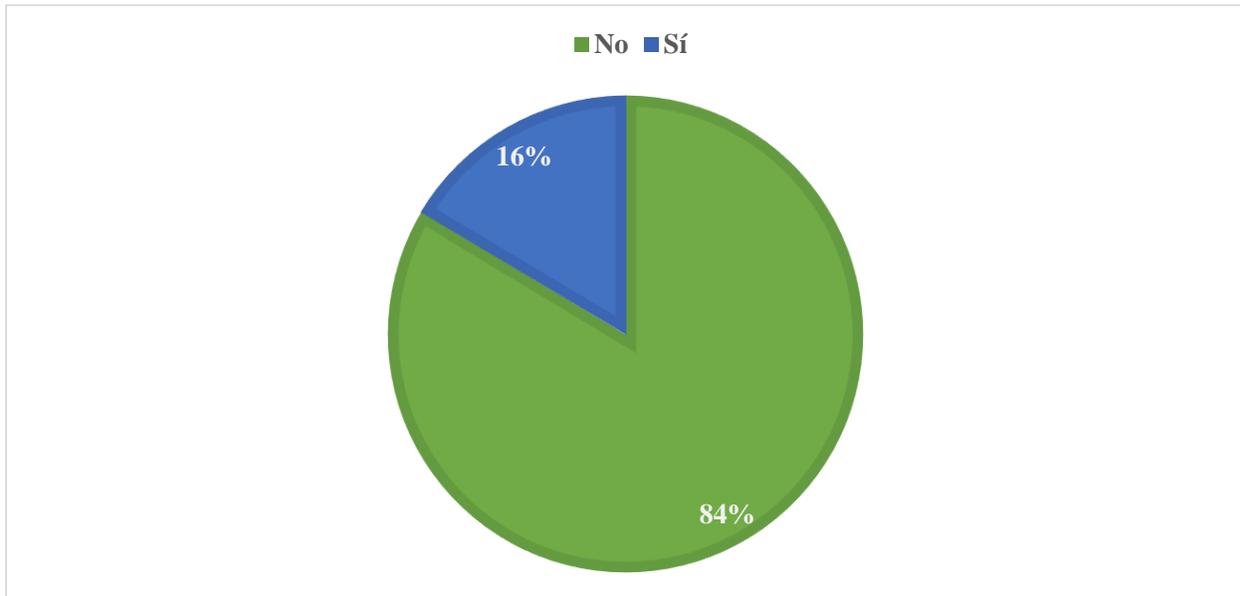
❖ **¿Cuál considera que es el beneficio más importante de emplear la bici eléctrica?**



Similar a la pregunta sobre la principal motivación para emplear las bicicletas eléctricas, los encuestados destacaron los beneficios sobre el ambiente que supone la movilidad ciclista (41%). Otros respondieron que el precio era asequible, por lo tanto, priorizaron los beneficios sobre la economía personal. Pocos mencionaron que el mantenimiento de la salud era uno de los beneficios por usar la bicicleta eléctrica. Una cantidad considerable (21%) mencionó diversas características que vuelven beneficioso al servicio público de bicicletas eléctricas, usando expresiones como “agilidad, rapidez, comodidad, ahorro de tiempo (al evitar atascos), flexibilidad, cercanía a destino, diversión, libertad”.

5.1.2 Respuestas de usuarios potenciales

1. ¿Sueles usar la bici eléctrica?



La encuesta dirigida a potenciales usuarios de las bicicletas eléctricas de alquiler, tanto de BiciMAD como de otras empresas que ofrecen bicicletas de alquiler en la ciudad, fue respondida por una gran mayoría (84%) que no las usa de forma habitual, y por lo tanto puede representar usuarios potenciales.

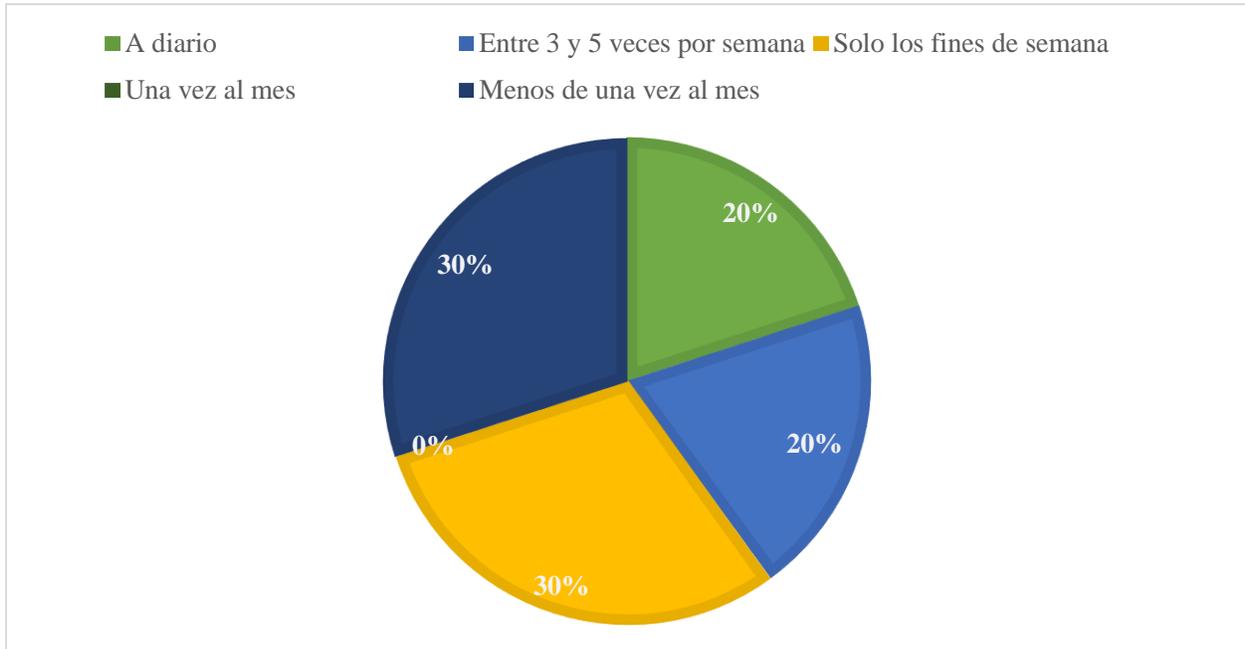
A. Si respondiste “sí” en la pregunta 1,

2. ¿En qué situaciones usas la bici eléctrica?



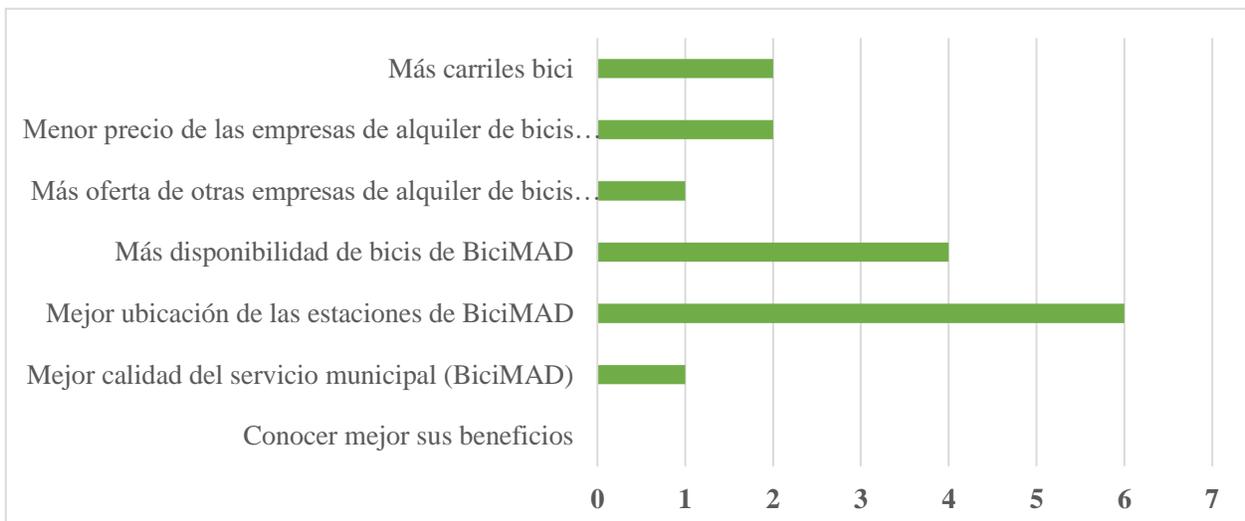
Entre los que respondieron que sí la usaban habitualmente (16%), se repartieron entre movilidad obligada (para ir al trabajo o universidad), y uso por conveniencia, cuando tienen una estación de BiciMAD o bicicleta de alquiler cerca, representando un 30% cada categoría. No obstante, esta pregunta incluye dos categorías que no revelan si se emplea para ir a trabajar o con motivo de ocio, pero sí tratan de determinar si la cercanía o evitar atascos son motivaciones suficientemente fuertes para moverse en bicicleta.

3. ¿Con qué frecuencia empleas la bici eléctrica?



Esta pregunta trató de determinar la frecuencia de uso, dando pistas del propósito de uso también. El 30% respondió que sólo las usaba los fines de semana, presumiblemente con motivo de ocio; el otro 30% contestó que las usaba menos de una vez al mes. Esto entra en conflicto con respuestas previas sobre “uso habitual”, cuya connotación es de un uso más frecuente que el que han expresado los encuestados.

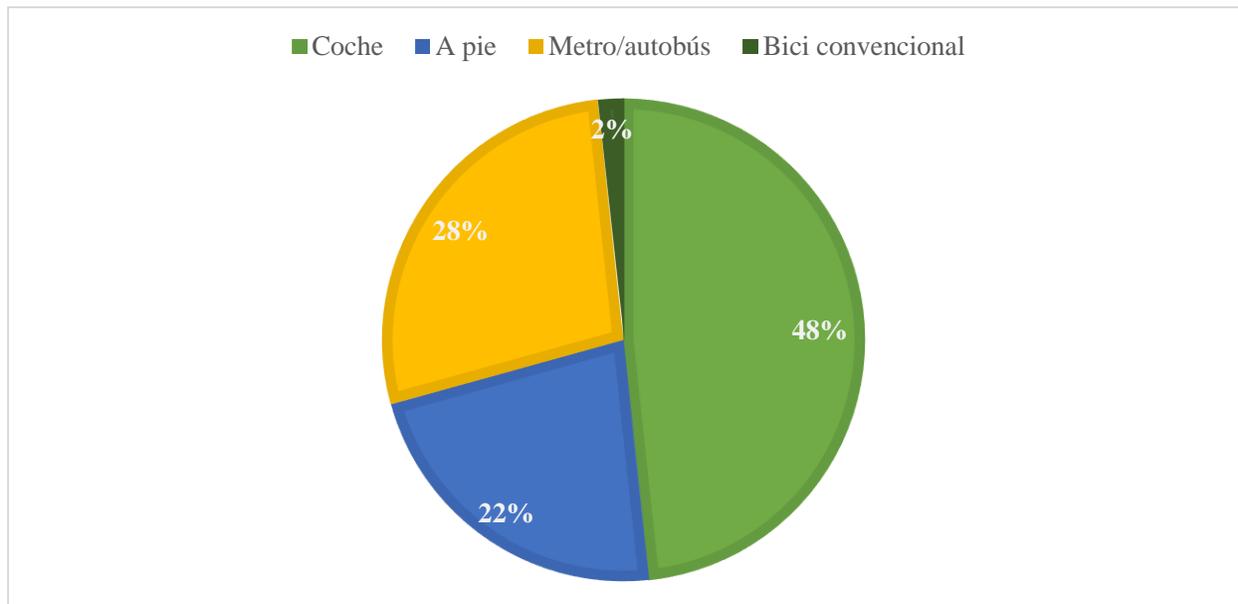
4. ¿Qué necesitarías para usar con más frecuencia la bici eléctrica?



Muchos de los encuestados respondieron que, para usar las bicicletas públicas con más frecuencia, necesitarían que estén mejor distribuidas en el territorio. Por ello, la siguiente opción más elegida fue una mayor disponibilidad de estas bicicletas. Hubo un empate entre las respuestas de “más carriles bici” y “menor precio de las empresas de alquiler de bicis eléctricas” que se encuentran repartidas en otros puntos de la ciudad.

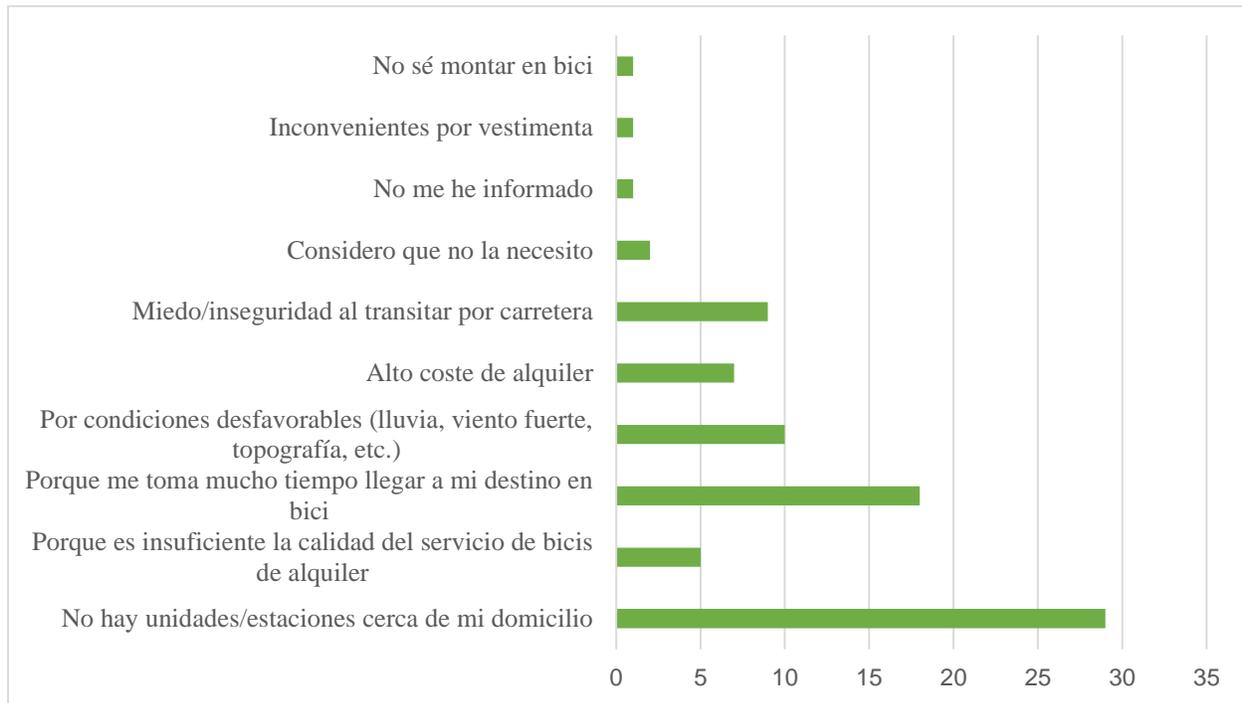
B. Si respondiste “no” en la pregunta 1,

2. ¿Cuál es el modo que utilizas habitualmente?



Cerca de la mitad de los usuarios potenciales respondió que su modo de transporte preferido es el automóvil. Otros (28%) respondieron que emplean más bien el transporte público como el metro o el autobús, modalidad que representa un porcentaje similar a ir a pie hasta el destino (22%).

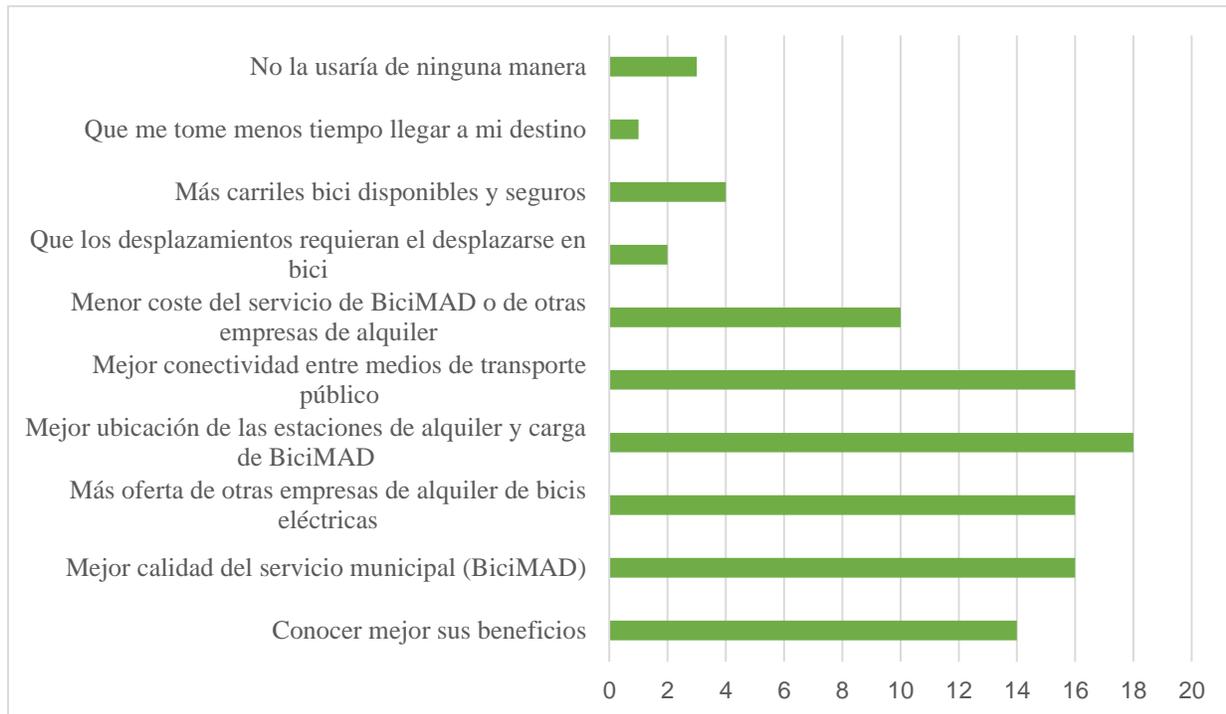
3. ¿Cuáles son las razones por las que no utilizas la bici eléctrica de forma habitual?



La gran mayoría de los participantes de la encuesta en línea dijeron que la falta de unidades y estaciones de BiciMAD cerca de sus domicilios es un factor condicionante. Le sigue la respuesta de que les toma mucho tiempo llegar a sus destinos habituales en este modo de transporte, es decir, perciben que les tocaría recorrer grandes distancias. El tiempo desfavorable también desincentiva su uso, además de la sensación de inseguridad de transitar en el mismo carril que los vehículos con motor térmico (coches).

Esta pregunta permitía escoger varias opciones y añadir sus propias razones, por lo que las categorías con menor cantidad de puntos son simplificaciones y agrupaciones de respuestas similares, como “no sé montar en bici”; “no es cómodo por el tipo de vestimenta que llevo (falda, vestido) al trabajo”; “no me he informado lo suficiente”; y “considero que no la necesito para desplazarme”. Por el género que usaban en sus respuestas abiertas, se dedujo que muchas de las personas encuestadas que no utilizan la bici de forma habitual son mujeres.

4. ¿Qué necesitarías para mudar tu modo de transporte habitual hacia la bici eléctrica?



De forma similar a las respuestas de las personas que usan las bicicletas con cierta frecuencia, los encuestados respondieron que se decantarían por usar bicicletas eléctricas (públicas o de empresas privadas) si existiesen estaciones cerca de sus domicilios o si fuera visible la oferta de otras empresas.

Resaltan también las respuestas que reclaman una mejor conectividad entre los distintos medios de transporte público (relacionado a la intermodalidad), y una mejora sustancial en la calidad del servicio municipal de BiciMAD.

Al igual que la pregunta anterior, se dejó la opción de respuesta múltiple y libre, se simplificaron y agruparon estas últimas contestaciones, de forma que algunas personas admiten una falta de información sobre sus beneficios, piden carriles bici exclusivos, o consideran que por su edad o por la ubicación de sus domicilios, usar la bicicleta eléctrica no es una opción de transporte que considerarían.

Principales conclusiones de la aplicación de las encuestas

Se puede concluir que la mayoría de los usuarios de la bicicleta eléctrica pública en Madrid son hombres, trabajadores, de ingresos medios, con edad entre 20 y 40 años, que trabajan en el distrito y/o viven en el mismo. El ocio es el segundo motivo más importante citado por los usuarios de estas bicicletas públicas.

Cerca de la mitad de usuarios se había incorporado a la oferta hace aproximadamente un año, coincidiendo con los meses iniciales de pandemia. Sin embargo, la otra mitad llevaba usándolas entre 1 y 5 años o más. Muchos citaron el despertar de la conciencia ambiental como principal motivo de incorporación a la oferta, destacando también la comodidad, la rapidez y el disfrute del ciclismo por parte de los usuarios actuales. Pero más del 90% aseguró que se sienten inseguros en los ciclocarriles habilitados para su circulación, y destacaron el problema de las bicicletas averiadas.

En cuanto a los usuarios potenciales, la gran mayoría se desplaza en automóvil privado. No se los distinguió por género, pero las preguntas abiertas evidenciaron que una parte importante de usuarios potenciales relictantes eran mujeres. Destacan la importancia de una buena distribución de estaciones del servicio público estudiado, así como de otras bicicletas *free floating*. El tiempo que les toma para llegar a destino, la sensación de inseguridad, y las condiciones desfavorables fueron otras razones de peso expresadas. Sin embargo, para sumarse a la oferta, además de la ubicación de las estaciones, subrayan la necesidad de facilitar la intermodalidad, una oferta más variada (también de empresas privadas), mejora de la calidad del servicio público, así como más campañas de información sobre el sistema y sus beneficios.

5.2 Entrevistas a expertos

Para conocer más a profundidad el estado, retos y oportunidades de la movilidad ciclista, particularmente de las bicicletas eléctricas en Madrid, se consultó con varios expertos, con

trayectoria en la movilidad urbana sostenible, ciclismo, y conocedores de primera mano del funcionamiento de las bicicletas eléctricas.

Las personas con quienes fue posible realizar una entrevista, por videollamada y por teléfono, fueron:

- **Experto 1**, experto en movilidad urbana sostenible. Tiene gran trayectoria en la gestión del medio ambiente en Madrid, como director del Proyecto Olímpico Madrid 2012. También ha sido profesor de planificación urbana y movilidad sostenibles en la EOI, y ha desempeñado otros cargos en temáticas similares.
- **Experto 2**, representante de Bicicleta Club de Catalunya (BACC). Activista, ha publicado varios artículos en línea sobre el ciclismo, las bicicletas eléctricas, y ha participado en varias entrevistas sobre estas temáticas.
- **Experto 3**, técnico urbanista, geógrafo y matemático. Ha realizado diversos estudios y consultorías en más de 30 ciudades españolas, en temas de movilidad y planificación urbanística.

Se ha tomado en cuenta la opinión de personas con experiencias en ciudades distintas a la estudiada, bajo el criterio que, al ser de las ciudades más importantes del país, su consideración da ejemplo para otras ciudades en España. Por ello, los cambios que se den en estas pueden extenderse por el territorio, con un “efecto de arrastre”, en palabras de uno de los expertos. Las ideas destacadas se presentan a continuación.

Ventajas de la bicicleta eléctrica

Según los expertos, las bicis eléctricas son un vehículo que puede llegar a sustituir al coche, especialmente cuando los ciclistas no tienen las condiciones físicas adecuadas para moverse en bicicleta convencional por largas distancias. Diversos estudios describen otras ventajas de las bicicletas eléctricas, como la asistencia de su motor para subir por cuestas, o reducir el esfuerzo

del usuario, de manera que este no llegue en mala forma y con manchas de sudor a su oficina, por ejemplo.

En cuanto a la sostenibilidad, más que comparar bicis eléctricas y convencionales, los especialistas consideran que el foco se debe poner en las ventajas que supone sustituir las motos o coches (con motor térmico) por las bicicletas eléctricas. Esta sustitución reduce los problemas de contaminación atmosférica, ruidos, entre otros impactos directos e indirectos, como el sedentarismo.

Dependiendo de los estudios que se consulten, los expertos aseguran que entre un 40 y 75% de los trayectos podrían hacerse con vehículos más ligeros que un coche, tanto térmico como eléctrico.

Efectos de la pandemia

Los expertos concuerdan en que se observó un repunte de la movilidad ciclista durante los primeros meses de la pandemia, cuando las restricciones de movilidad permitieron su circulación. Sin embargo, en los últimos meses ha perdido este impulso inicial, encontrándose el tráfico motorizado casi al mismo nivel en el que se encontraba antes de la pandemia.

Uno de los expertos asegura que se tienen pocos datos, pero se ha observado un incremento del uso de la bicicleta en Barcelona fruto de la pandemia, al igual que en otras ciudades europeas. Sin embargo, a diferencia de otras ciudades como París, Londres, y Múnich, el experto observa que en Barcelona, por ejemplo, no se ha aprovechado la coyuntura lo suficiente para fomentar el uso de las bicis o desplegar las infraestructuras necesarias. Algunas ciudades han establecido carriles temporales que luego se volverán permanentes, que brindan seguridad a las personas que se animan a usar la bicicleta, pero temen a compartir espacio con automóviles. Para paliar este inconveniente, se podría expandir la red, asegurando que esté bien conectada para permitir los

desplazamientos a diversos puntos de la ciudad, pero esto no ha ocurrido ni en Barcelona ni en Madrid.

Los especialistas en movilidad aseveran que la pandemia ha causado que las personas teman al transporte público, el cual está funcionando aproximadamente al 70% de su capacidad. En Asia se ha observado el efecto de epidemias similares a la pandemia actual, pero luego ha habido un gran retorno al transporte público. Sin embargo, no queda claro que este vaya a ser el caso en las ciudades españolas.

Un efecto positivo de la desescalada fue el cambio de mentalidad, “los cantos esperanzadores al *slow city*”, la necesidad suscitada de recuperar el aire puro en las ciudades. Sin embargo, ya llevar estos ideales a la práctica es una cuestión más complicada. Las políticas públicas actuales no promueven esto de forma contundente, y se requieren elementos operativos para facilitar el cambio hacia la sostenibilidad. Una forma en la que se pudo haber aprovechado el deseo de recuperar la calidad del aire en Madrid hubiese sido generar carriles bici confortables y seguros, segregados, para producir un punto de inflexión hacia el ciclismo. Otras cuestiones también deben tomarse en cuenta, como se aborda en los siguientes subtemas.

Problemas encontrados

La movilidad metropolitana en Madrid tiene un muy alto número de desplazamientos que se realizan en vehículos privados desde la corona metropolitana. El crecimiento de la periferia de Madrid ha supuesto un incremento de la movilidad privada en los últimos quince años, ya que el transporte público ha tenido una limitada capacidad para satisfacer las necesidades de desplazamiento de la población residente. El transporte público perdió ocho puntos en el 2019, en relación al vehículo privado en el conjunto de los viajes motorizados en la región madrileña. Es decir, algunos expertos consideran que ni la crisis económica ni la pandemia pueden considerarse como culpables del alto volumen de desplazamientos en coche privado.

Existe la percepción de un conflicto entre usuarios de la bicicleta, los “carrilistas” versus “calzadistas”. Los expertos consideran que no existe un debate real en este sentido, porque existe abundante evidencia de la necesidad de infraestructuras seguras para los desplazamientos ciclistas. Sugieren que algunos agentes tienen interés de presentar esta fragmentación en la comunidad ciclista, pero que no existe en realidad.

En cuanto a conflictos entre coches y ciclistas, se pueden atribuir a un mal diseño de infraestructuras en la calle, pues para permitir una coexistencia entre ellos, debe reducirse la cantidad y velocidad de los automóviles. Lo primero, a través de medidas disuasorias para los vehículos a motor, y lo segundo, con un calmado efectivo del tráfico (circulación a velocidad de 30 km/h o menos), y otras medidas como cambios culturales, restricciones de acceso, peajes urbanos, calles diseñadas para reducir la velocidad, y mayor concienciación sobre los cambios en las calles.

Otro problema nombrado por los especialistas en movilidad sostenible es la invasión de los espacios peatonales por parte de ciclistas que transitan en las aceras, alegando sentir mayor seguridad en estos espacios que en la calzada, junto a los coches. Por lo tanto, además de ser un problema de falta infraestructuras adecuadas, expertos apuntalan que se trata de un problema de conciencia, la cual se podría crear a base de mecanismos de discurso y disciplina, asegurando una comunicación clara de los riesgos de este tipo de comportamientos.

Medidas necesarias para impulsar el uso masivo de bicicletas eléctricas (y convencionales)

Algunos expertos señalan que las condicionantes principales para que haya un uso masivo de las bicicletas, en cualquier ciudad, son la existencia de vías seguras y aparcamientos seguros. Muchos edificios residenciales no tienen una planta o sitio común donde se puedan guardar las bicicletas eléctricas privadas, y las calles son inseguras debido a posible robo.

Por otro lado, los sistemas de bicicletas públicas eliminan el temor de robo de la bicicleta propia, ya que estos sistemas de préstamo permiten que los usuarios no pongan en riesgo sus propias bicicletas (Monzón et al., 2010). Esto a su vez, podría aumentar el número de ciclistas urbanos, incrementando la seguridad de los que temen circular junto a los coches, bajo el concepto de *masa crítica*. Por ello, BiciMAD presenta una oportunidad desde este punto de vista, y debería aprovecharse su potencial para generar un cambio hacia desplazamientos menos contaminantes.

Además, para fomentar el uso de las bicicletas deben de consolidarse las redes ciclistas urbanas y metropolitanas; en el caso de la bici convencional, para trayectos de hasta 8 kilómetros, y para la bici eléctrica, de hasta 12 kilómetros. El reconocimiento del Paseo de la Castellana como eje fundamental de la movilidad ciclista de la ciudad ha sido un avance hacia una política de protección de los ciclistas en dicho eje, pese a que según uno de los expertos, aún queda mucho por trabajar, pues la apuesta por el Plan Director de Movilidad Ciclista (PDMC) ha sido muy parcial.

La electrificación de la flota actual de vehículos es una medida, pero no más importante que enfocarse en reducir el tamaño y volumen de vehículos con motor térmico, tanto para transporte de mercancías como de personas. Se presenta una oportunidad de combinación, de crear cadenas logísticas (en el caso de transporte de mercancías) y trayectos multimodales, rescatando el concepto de intermodalidad. De esta forma, se puede lograr la reducción del consumo energético y emisiones de GEI en el sector de transporte.

Las redes de infraestructuras ciclistas deben quitar espacio al coche y la moto, modos de transporte que resultan perjudiciales para la sociedad por sus externalidades negativas. Uno de los expertos también destaca la falta de elementos efectivamente disuasorios para el vehículo privado.

En zonas residenciales, que tienen escaso acceso a infraestructuras de metro y autobús, es muy importante que la bici se vea como un medio para llegar al tren, fomentando la intermodalidad. Se está experimentando en algunas ciudades europeas el montar la bicicleta en los vagones del

tren o metro, para utilizarla al bajarse del tren y reducir la distancia que queda por transcurrir hasta el destino deseado. Otra opción es la presencia de aparcamientos de bicis cerca o en las estaciones de tren, especialmente en zonas residenciales de donde originan los viajes.

Necesidades en materia de gobernanza, planificación y gestión de la movilidad ciclista

La creación del Consorcio Regional de Transporte (CRT) de Madrid fue un hito en esta comunidad autónoma, al cual se atribuyeron competencias de planificación de los recursos del transporte público en el área metropolitana de Madrid. Destaca la integración tarifaria (o abono transporte), promovida por el CRT, facilitando la intermodalidad entre las distintas ofertas de transporte público.

Por otro lado, los especialistas resaltan que hace falta gobernanza metropolitana. El CRT planifica el transporte público, pero es insuficiente, porque también se requiere gestionar la demanda del vehículo privado, vinculado al modelo de desarrollo urbano, que provoca la generación de viajes en este modo de transporte.

Además de la gobernanza metropolitana, es necesaria la microgobernanza, o gobernanza de la micromovilidad eléctrica, a través de la cual se generen buenos diagnósticos, y los gobernantes sepan comprender y tener buena receptividad de las propuestas de la parte de la sociedad civil que maneja las bicicletas. Quienes están en la administración deben estar concienciados, tener una visión humanista, de forma que estén verdaderamente convencidos de los beneficios de la movilidad sostenible y el papel de la bicicleta dentro de esta, para paliar la incapacidad y mala gestión, que ha llevado al fracaso de muchas iniciativas sostenibles.

En línea con la necesidad de microgobernanza, para potenciar la movilidad ciclista es indispensable entender los diferentes perfiles de usuarios, con sus habilidades, experiencias y necesidades respectivas. Este es un enfoque que se planteó en el PDMC actualizado en 2016, planteándose un modelo dual, que no se ha extendido suficientemente en la ciudad. Este modelo

persigue el encuentro de una oferta que sea adecuada para dos extremos de usuarios: por un lado, una oferta con cierto grado de segregación que reduzca el estrés para nuevos usuarios y colectivos que precisen de una mayor percepción de seguridad; y una oferta para ciclistas más experimentados, que circulen a mayor velocidad combinados con el tráfico motorizado, pero también garantizando su seguridad.

Uno de los expertos expresa que el viario de la ciudad no tiene la misma capacidad para albergar una vía segregada ciclista en todas las calles. Uno de los planteamientos sobre el diseño viario consiste en reforzar el cumplimiento del límite de velocidad de 30 km/h que ha establecido la Dirección General de Tráfico (DGT) y también la Ordenanza de Movilidad Sostenible. Mientras siga vigente el modelo de movilidad actual, en algunos itinerarios es necesario segregar, a la vez que en otros hay que generar condiciones de compatibilidad entre conductores de medios motorizados y los ciclistas.

Reforzar el respeto del límite de velocidad en estas vías por parte de los conductores se traduciría en el respeto al ciclista también; se relaciona al fenómeno de la *masa crítica* de ciclistas, es decir que cuantos más ciclistas se encuentren transitando, más se respetará al ciclista y al régimen de velocidad.

Uno de los expertos, sin embargo, advierte que hay que tener cuidado con los privilegios que se le da a las bicicletas eléctricas, ya que comparadas a las bicicletas convencionales, tienen más impactos, más emisiones de CO₂ (ver subapartado 5.3 *Huella de Carbono*), el litio de las baterías es un recurso finito, entre otros. Sin embargo, estos vehículos, cada vez más presentes en los desplazamientos cotidianos, presentan ventajas de cara a un cambio de un modelo dominado por el automóvil a uno en el que peatones y ciclistas reclamen como suyas las calles de la ciudad.

También se debe tener cautela al nombrar las ventajas de la bicicleta eléctrica, analizando de dónde vienen sus usuarios. Es decir, resulta ventajoso cuando se trasvasan usuarios de automóvil o moto a las bicis de pedaleo asistido, pero sería una pérdida si en cambio ocurre que los usuarios dejan de caminar, de usar transporte público o incluso las bicicletas convencionales. El

trasvase ideal es de un modo insostenible a uno sostenible y activo. Por lo tanto, es clave atraer a usuarios del vehículo privado, cuidando que no se produzca un trasvase entre modos sostenibles y que se pierda la virtud de la movilidad activa.

Algunos expertos se muestran optimistas de que el impulso ciclista fruto de la pandemia va a continuar, pero que los cambios necesarios de movilidad serán en el largo plazo. Se requerirá un cambio cultural, de diseño viario, regulatorio, y de comportamiento, que no dependa únicamente de la coyuntura actual.

El papel de la electrificación y las energías renovables

En palabras de los expertos, no son suficientes los planes de gobierno que tratan de electrificar el transporte, pero que se limitan a cambiar motor térmico por eléctrico en automóviles. Esto representa un “desperdicio energético”; para reducir ese despilfarro, se debería fomentar una transición hacia desplazamientos con vehículos más ligeros, tanto para el transporte de personas como el de mercancías.

En el caso de las bicicletas eléctricas, una de las preguntas realizada a los expertos fue acerca de la posibilidad de carga únicamente con energías renovables. Algunos comentaron que, en lugar de instalar equipamientos como árboles solares, que necesitan ser mantenidos con cuidados específicos, se debería buscar generar balances, que la energía renovable se produzca en entornos urbanos para alimentar las redes eléctricas locales. Así, las universidades, centros deportivos o espacios residenciales con masa crítica de ciclistas podrían recibir marquesinas y techos que reciban energía fotovoltaica para instalar sitios de recarga *in situ*.

5.3 Huella de Carbono y emisiones de CO₂ de las bicicletas eléctricas

El uso de las bicicletas de pedaleo asistido no emite gases contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, su fabricación y carga emplean energía, que por su naturaleza emite dióxido de carbono, entre otros gases dependiendo de la fuente.

El cálculo de la huella de carbono se compone por un valor de consumo, es decir, cuánta electricidad consume una bicicleta en un año; se mide en kilovatios por hora (kWh). Para calcular las emisiones asociadas al uso de electricidad, es necesario buscar un factor de emisión que convierta los kWh a toneladas de CO₂ equivalente. Los factores de emisión suelen ser calculados y reportados por agencias de gobierno, la academia, principalmente. Conocer estos datos permitirá conocer de forma aproximada el nivel de emisiones de dióxido de carbono que genera la producción de electricidad para propulsar las bicicletas.

Con el objetivo de verificar los beneficios que aportaría el uso masivo de la bicicleta eléctrica frente a otras modalidades de transporte, se consideraron investigaciones previas que calcularon la huella de carbono por uso de bicicletas eléctricas en el desplazamiento diario, para estimar cuántas toneladas de emisiones se ahorrarían si aumentara la cantidad de personas usuarias de bicicletas eléctricas en Chamartín, y en Madrid en su conjunto.

Esta información no se encuentra disponible explícitamente en la página web de BiciMAD, pero en algunos estudios han abordado el cálculo de la huella de carbono de las bicicletas eléctricas.

En la investigación de Díez Sanz & Álvarez Gallego (2017) se halló que la huella de carbono de una bici eléctrica, considerando todo su ciclo de vida, es de aproximadamente 317,79 kg CO₂eq. Los principales impactos del ciclo de vida (60%) se corresponden con la extracción de materiales necesarios para ensamblar estas bicicletas; el consumo de electricidad para recargarla corresponde al 17% (Díez Sanz & Álvarez Gallego, 2017), por lo que tiene pocas repercusiones ambientales, que podrían reducirse mucho si el suministro de electricidad fuese enteramente renovable.

Las emisiones por kilómetro serían aproximadamente de 0,021 kg CO₂eq, las cuales son particularmente bajas en comparación a la huella del automóvil (0,345 kg CO₂eq/ km), y apenas un poco más altas que las de una bicicleta convencional (0,013 kg CO₂eq/km) (Díez Sanz & Álvarez Gallego, 2017). La batería de las bicicletas eléctricas es entre 70 y 100 veces más pequeña que la batería de un coche eléctrico (Jornet et al., 2020). Por lo tanto, se confirma que la sostenibilidad de la bicicleta eléctrica es evidente frente al coche.

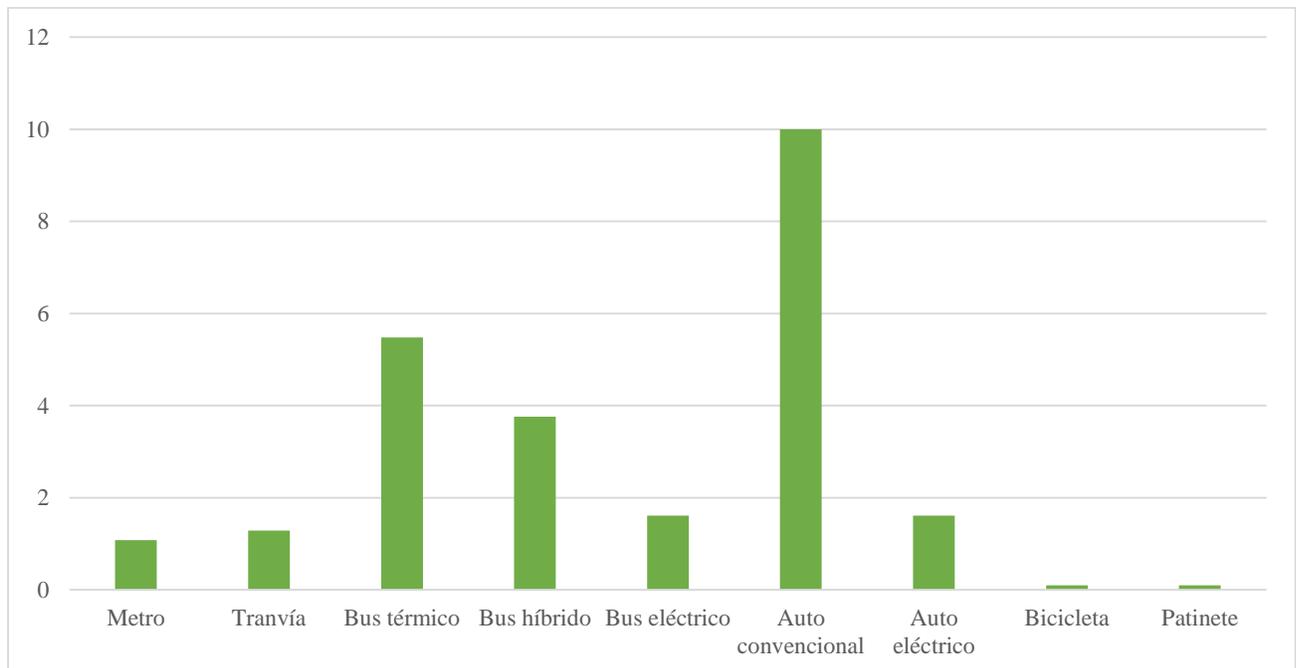
El mismo estudio concluyó que el despliegue de BiciMAD ha representado una reducción de cerca de 500 toneladas de dióxido de carbono equivalente por año (Díez Sanz & Álvarez Gallego, 2017), representando una estrategia significativa de mitigación del cambio climático, que podría ser aún mayor si más pasajeros del transporte privado se cambiaran hacia el sistema público de bicicletas eléctricas de Madrid.

Un estudio más reciente de la Universidad de Oxford también presenta argumentos a favor de la movilidad ciclista. Concluyó que la movilidad peatonal y ciclista generan huellas de carbono significativamente inferiores a las de los desplazamientos en automóvil en cuanto a desplazamientos diarios. El desplazamiento habitual en bicicleta podría significar una reducción de aproximadamente el 84% de la huella diaria de carbono. Además, el cambiar el automóvil por la bicicleta para desplazarse, tan solo un día a la semana, podría significar una reducción de cerca de 3,2 kilos de dióxido de carbono, y las emisiones podrían llegar a ser 10 veces menores que las producidas por los desplazamientos en coches eléctricos (Brand, 2021). Por lo tanto, el paso de más personas hacia la movilidad ciclista daría lugar a una gran reducción de emisiones de CO₂ en el sector del transporte.

5.3.1 Consumo de energía

Si se considera el consumo energético relativo, en una escala del 1 al 10 (diez siendo el coche y 1 el metro), y se cuantifica qué consume cada viajero dentro de estos tipos de transporte, se puede obtener una imagen del consumo relativo de energía, como se muestra en la Figura 10. El

consumo del automóvil convencional, como referencia, es de aproximadamente 0,93 kWh/viajero-km) (Noy, 2020).



*Figura 10: Referencia de consumo relativo de energía por distintos modos de transporte.
Fuente: Noy (2020)*

5.3.2 Reducción de emisiones de GEI

Según ITDP, un incremento de apenas 5% de viajes realizados en bicicleta eléctrica u otro vehículo de micromovilidad eléctrica, en vez de en automóvil, podría reducir las emisiones de GEI en un 7%, lo que equivaldría a retirar 134 millones de coches de las calles para 2030 (Estévez, 2020).

Las bicicletas suponen una estrategia más eficiente para la reducción de emisiones, incluso más que los coches eléctricos. Para renovar la flota de vehículos carbono-intensivos, se necesitarían

aproximadamente de 15 a 20 años (Brand, 2021), un ritmo que no es lo suficientemente rápido para enfrentar los problemas de contaminación atmosférica y la emergencia climática.

Por otro lado, para reducir la intensidad de carbono de las fuentes de energía, será necesario que el mix energético del país cuente con la generación mayoritaria de fuentes renovables, las cuales en los últimos años han tenido cada vez mayor presencia (Red Eléctrica de España, 2020).

5.4 Uso actual y potencial de la bicicleta eléctrica

Las encuestas se llevaron a cabo entre primavera y verano, épocas en teoría favorables en cuanto a que en años anteriores se ha observado estacionalidad elevada de la demanda de BiciMAD en estos meses; sin embargo, la situación excepcional de la pandemia también juega un papel fundamental, al verse reducido el número de desplazamientos, por lo que se ha encontrado menos usuarios actuales de los esperados en las horas punta en ciertas estaciones, incluso en el eje del Paseo de la Castellana.

Como han ido comentando los encuestados, existe la percepción que las estaciones están más concentradas en el centro de la ciudad. Un informe de la EMT en 2017 ya describía brevemente esta misma observación en cuanto a la cobertura de las estaciones en los barrios de Madrid.

Sin embargo, es importante destacar que desde la pandemia, surgieron más de 700.000 usuarios nuevos de la bicicleta a nivel nacional, mostrando una clara intención de cambiar sus hábitos hacia medios individuales más sostenibles (GESOP, 2021). El estudio realizado por GESOP y Red de Ciudades por la Bicicleta (2021) mostró que el vehículo privado motorizado está siendo sustituido por las bicicletas, según aseguró el 31,2% de los nuevos usuarios, pero además el 41,5% de estos cambiaron el caminar por usar este vehículo de dos ruedas (GESOP, 2021).

5.5 Otros retos encontrados

Las empresas públicas y privadas de micromovilidad se están abriendo paso en la ciudad de Madrid; aunque muchas ya existían hace algunos años, la pandemia de la COVID-19 ha impulsado una potencial consolidación del sector, y ha aumentado la demanda (GESOP, 2021), dado que los ciudadanos temen contagiarse en otros medios de transporte.

Por supuesto, esta oportunidad también encuentra retos, como la búsqueda de rentabilidad, la falta de regulación en la mayoría de las ciudades donde se han desplegado; el abandono, vandalismo y robo de los vehículos; y en algunos casos, malas condiciones atmosféricas (Asenjo, 2019).

6. Conclusiones y recomendaciones

Las ciudades tienen un papel fundamental en los esfuerzos contra el cambio climático. La pandemia, al traer consigo una crisis, representa una oportunidad para una recuperación verde, que atienda los pilares económico, social y ambiental. La descarbonización y electrificación de los sectores que más contribuyen al cambio climático son imperativos, fruto del Acuerdo de París, y cambios en los hábitos de movilidad podrían significar importantes reducciones de las emisiones de Europa. Por ello, modos alternativos y sostenibles deben ser impulsados en las estrategias locales de recuperación post-COVID.

En cuanto a los patrones de movilidad cotidiana, se ha observado en los últimos años una dependencia del coche como medio de transporte habitual para los ciudadanos de Madrid, dada la saturación del área urbana y consiguiente crecimiento de la periferia, aunque las actividades cotidianas se conservan en el centro. Siendo vital la movilidad para el desarrollo de la población, alcanzar la sostenibilidad y neutralidad climática de esta esfera representa retos y oportunidades.

Las emisiones de CO₂ en el término municipal estudiado han sido atribuidas en su mayoría al sector de transporte, a la vez que el mix de producción eléctrica ha registrado un moderado descenso en cuanto a emisiones. Por esto y como se ha desarrollado en apartados anteriores, la movilidad eléctrica compartida puede ser una estrategia para la mitigación del cambio climático en Madrid.

En este estudio se exploró la situación actual, la potencialidad y posibles soluciones para manejar la movilidad eléctrica como política pública de movilidad en la ciudad analizada, con un caso de estudio centrado en el distrito de Chamartín. En particular, se exploró el supuesto de que la promoción del uso masivo de bicicletas eléctricas compartidas para desplazamientos cotidianos podría ser un esfuerzo eficiente para la mitigación del cambio climático.

Uno de los objetivos fue analizar las políticas y planes sobre movilidad sostenible y ciclista en Madrid. Pese a que en teoría se cita la lucha climática como uno de los objetivos fundamentales, los planes y ordenanzas en materia de movilidad sostenible en la ciudad estudiada han dado una excesiva importancia a los automóviles, a su electrificación como medida anticontaminación y de mitigación del cambio climático, pero quedan cortas a la hora de buscar una transformación más profunda, que es precisamente lo que se necesita.

En cuanto a planes y actuaciones de movilidad ciclista, se encontró que Madrid no ha aprovechado al máximo la coyuntura para fomentar el uso de la bicicleta—tanto convencional como eléctrica—en el último periodo (2020-2021). Pequeñas actuaciones se han propuesto o llevado a cabo en los últimos meses, pero en general, la ciudad y su área metropolitana no han podido acoger las previsiones de diseño urbano, infraestructura ciclista, y otras contempladas en el PDMC actualizado en 2016. El potencial de las bicicletas eléctricas para favorecer la movilidad sostenible y mitigar los efectos del cambio climático apenas se ha desplegado, y se ha dado poca oportunidad a otras empresas privadas que solicitaban desplegar sus propias bicicletas.

Gran parte de los desplazamientos que se realizan en el Área Metropolitana de Madrid, y particularmente en Chamartín, pueden realizarse en bicicleta eléctrica, cuando se trata de viajes de pocos kilómetros. La situación se complica cuando usuarios de fuera de la almendra central, en zonas residenciales periféricas, intentan acceder al servicio de BiciMAD, ya que no hay muchas estaciones disponibles cerca de sus domicilios, las bicicletas que sí se encuentran (BiciMAD go) son mucho más caras, y las distancias son más grandes (y es mayor el tiempo que deben invertir), por lo que no se ven incentivados a usarlas como medio de transporte habitual.

En Chamartín se ha observado que, dada la concentración de escuelas, comercios, oficinas de diversas empresas con gran cantidad de empleados, se encuentra una intensidad media de vehículos que supera al promedio municipal, lo que deriva en importantes afectaciones al medio ambiente como la contaminación atmosférica y acústica, emisiones de GEI, sumadas a un déficit en infraestructuras verdes. Gran parte de los desplazamientos diarios desde y hacia el distrito de Chamartín se realizan en vehículo privado, y proviniendo de ubicaciones tanto dentro de la almendra central, como de la periferia, dado el crecimiento de zonas residenciales cada vez más dispersas y alejadas de los distritos centrales.

Por un lado, disminuir el tráfico en el distrito reduciría significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Por otro, si se libera espacio vial, se podría convertir en infraestructuras verdes, diseñadas de tal forma que ayuden a la absorción de cantidades importantes de dióxido de carbono (hasta un 80% según algunos estudios), además de otras funciones como disminuir el efecto isla de calor, correspondiendo a una medida de adaptación al cambio climático. Es decir, el cambio modal hacia el vehículo eléctrico compartido podría tener esta doble función, si se acompaña de los planes adecuados, siguiendo los lineamientos que se proponen más abajo.

Se consultó con usuarios actuales y potenciales acerca del servicio público de bicicletas eléctricas, hallándose que aún existen barreras que no logran convencer a gran parte de los madrileños a decantarse por la bicicleta como medio de transporte habitual. Entre los usuarios actuales de bicicletas convencionales y de pedaleo asistido, es clara la necesidad de carriles bici

seguros para sus trayectos habituales. Si bien la Administración aprovechó para pintar ciclocarriles cuando se desplegó el servicio de BiciMAD, no siempre se respetan las medidas de pacificación del tráfico en estos, o no suelen estar bien conectados con el resto de las infraestructuras ciclistas, distribuidas alrededor de la ciudad, de forma que sus usos se ven limitados.

Esta situación es una de las principales razones que disuaden a los potenciales usuarios. Muchos temen la coexistencia de automóviles y bicicletas en el mismo tramo de la calzada, siendo en su mayoría el género femenino el más afectado en este caso, y persisten creencias como que la condición física y la edad son limitantes para el uso de las bicicletas, cuando en realidad las bicicletas de pedaleo asistido pueden romper estas y otras barreras.

El actual sistema público de BiciMAD podría promocionarse de forma más eficiente, optimizando la calidad de sus instalaciones y vehículos, para que nuevos usuarios tengan la oportunidad de probar los beneficios de estas bicicletas. Es posible contar con cierta cantidad de ayuda del Ayuntamiento para adquirir bicicletas eléctricas privadas, pero sería más eficiente el uso masivo de un sistema público que esté ligado a otros modos de la red de transporte público de la ciudad.

Sin embargo, algunos expertos sugieren actuar con precaución a la hora de promocionar este modo de transporte. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, el aumento de su demanda y uso en la ciudad conlleva un impacto ambiental importante por la extracción de materiales necesarios para ensamblarlas, así como la eliminación de sus elementos al final de su vida útil. Sin embargo, como se ha discutido, las bicicletas eléctricas representan más beneficios frente a la electrificación de automóviles particulares, e incluso son más beneficiosas en relación a otro tipo de vehículos de movilidad urbana que no representan una movilidad activa.

Además, su éxito como medida sostenible y de mitigación radica en el tipo de usuarios potenciales a los que se atraiga, procurando que no se dé un fenómeno en que ciclistas convencionales o peatones pierdan los beneficios de una movilidad sin asistencia, o bien dejen

de lado por completo el transporte público. Por lo tanto, en una ciudad en la que domina el uso individual de vehículos con motor térmico, el uso masivo y compartido de bicicletas eléctricas representa una oportunidad para la transición hacia una movilidad sostenible si se logra atraer a los conductores de coche y moto, por lo que debe planificarse con cautela.

Pese a que en el mix energético del país las energías renovables van teniendo cada vez mayor presencia, la electricidad que alimenta a las bicicletas debería proceder íntegramente de fuentes de energía renovable, como la solar fotovoltaica. Los árboles solares o la instalación de paneles solares en los tejados de los edificios cercanos a las estaciones de carga podrían ser una inversión en un futuro próximo.

Por todo esto, se debería trabajar en una mejor gestión de la micromovilidad eléctrica compartida. A continuación, se enumeran algunas propuestas que contribuirán al cambio que se busca, en especial en cuanto a la oferta del distrito de Chamartín, con base en las opiniones de usuarios y expertos consultados.

Recomendaciones para mejorar el servicio e incentivar el uso de bicicletas eléctricas públicas en el distrito de Chamartín

Para verdaderamente fomentar el uso masivo de esta alternativa pública, es necesario que se integren varias medidas según las necesidades detectadas en la población ciclista y no ciclista, bajo una percepción integral, que contemple a la bicicleta como una alternativa real y parte del sistema de transporte público.

- Las estaciones del servicio de BiciMAD deberían atender a las necesidades de mejora de su distribución expresada por la población que vive en las zonas residenciales de la periferia de Madrid, que deben desplazarse a Chamartín para sus actividades cotidianas, y que de otra forma continuarán dependientes del vehículo privado basado en energía fósil.
- La calidad del servicio de las bicicletas eléctricas es una deuda pendiente, para la cual podrían buscarse opciones de financiación internacional promocionándose como una

estrategia de mitigación del cambio climático en la capital. De esta forma se asegurará que las unidades dañadas puedan ser reparadas en breve y estén disponibles para su uso masivo.

- Para fortalecer la intermodalidad entre medios de transporte público se deberá contemplar a la bicicleta como un elemento más, a través de mejores campañas publicitarias que también disipen la desinformación y prejuicios que detienen a muchos usuarios potenciales. Algunas estaciones de BiciMAD ya se encuentran cerca de estaciones de Metro, por ejemplo, pero se podría seguir el ejemplo de otras ciudades europeas en las que se puede llevar las bicicletas con mayor comodidad en el transporte público.
- La planificación y gestión de la movilidad urbana debe fomentar la participación, la gobernanza metropolitana y de la micromovilidad, atendiendo a las necesidades encontradas en este y otros estudios similares, así como consultas que se realicen a futuro. Para ello se deben establecer canales de participación que aseguren una buena representatividad.
- La transformación de la movilidad urbana debe ir de la mano de la planificación urbanística, a través de la que se debe procurar que se mantenga un diseño compacto de usos variados, en los que no se deba invertir demasiado tiempo para llegar de un sitio a otro, y que el coche no se vea como imprescindible.
- Se debe apostar con determinación por un modelo dual en el mediano plazo, en el que se proporcione una oferta como infraestructuras ciclistas segregadas en las vías que lo permitan, para dar más seguridad a los colectivos más vulnerables, incluyendo a las mujeres.
- En otros itinerarios para ciclistas más experimentados, en los que se mantenga la coexistencia con el tráfico motorizado, se deberá asegurar a través de ordenanzas que se respeten los límites de velocidad en ciclocarriles. Se debe consolidar la jerarquía ideal de



movilidad, en la que peatones y ciclistas sean prioridad, en lugar de que las calles pertenezcan a los coches.

- Campañas de concienciación deben reforzarse, para disminuir el rechazo de ciertos colectivos hacia las infraestructuras ciclistas (*bikelashing*), así como fomentar un comportamiento responsable de parte de los ciclistas de bicicletas eléctricas, para reducir al máximo posibles conflictos con peatones.
- La gestión pública puede combinarse con las empresas privadas, para encontrar juntos soluciones para el incentivo de la movilidad ciclista, por ejemplo, proporcionando beneficios a trabajadores que se desplacen a través de bicicletas públicas.

Líneas de investigaciones futuras

A pesar de haberse propuesto como objetivo de la investigación un análisis del impacto de distintos modos de transporte eléctrico, los distintos vehículos de movilidad urbana (VMU), incluyendo patinetes eléctricos, segways, e incluso las bicicletas eléctricas de empresas privadas, quedaron fuera del estudio, por restricciones de tiempo y disponibilidad de información. Por ello, esta es una línea de investigación a futuro, para analizar los retos y ventajas que proporcionan estos con respecto a la movilidad urbana sostenible y la lucha contra el cambio climático.

El análisis del potencial de recarga de las bicicletas eléctricas públicas con energías renovables podría profundizarse más, realizando esfuerzos conjuntos con expertos tanto en movilidad como planificación urbana, e ingenieros que lleven a cabo un estudio aplicado sobre estas energías más limpias.

La reducción de la huella ambiental de los materiales, especialmente las baterías de litio empleadas en las bicicletas de pedaleo asistido, es un tema pendiente por investigar. El incremento de la demanda privada y pública de este tipo de bicicletas, la mejora en la gestión



urbana, y el aumento de la ambición por mitigar el cambio climático, podrían ser catalizadores para impulsar la investigación de materiales más sostenibles y eficientes energéticamente.

También sería interesante realizar una investigación que analice la situación del transporte de mercancías, la transición de estos desplazamientos con vehículos más ligeros, en línea con el boom de las empresas de *delivery* como Uber Eats, Glovo, y supermercados “a oscuras”, entre otros, sus retos de sostenibilidad y formas de potenciar la mitigación y adaptación al cambio climático.

Por último, queda por conocer las percepciones a favor o en contra de usuarios actuales y potenciales frente a la nueva Ordenanza de Movilidad Sostenible de Madrid, así como de otras políticas y planes relacionados que se publicarán en breve.

7. Créditos

Agradezco a Antonio Lucio Gil, Alfonso Sanz, Rubén Carbonero y la organización BACC Bicicleta Club de Catalunya por su tiempo y sus aportaciones expertas durante la etapa de investigación de este trabajo de fin de máster.

8. Referencias bibliográficas

- 20minutos. (2019). *BiciMAD registró su récord de usos este viernes con 17.338 desplazamientos*. <https://www.20minutos.es/noticia/4298800/0/bicimad-registro-usuarios-record-bicicletas-madrid/?autoref=true>
- Aleasoft Energy Forecasting. (2021). *La electrificación del sector del transporte: el gran reto para la descarbonización y el desarrollo de las renovables*. El Periodico de la Energía. <https://elperiodicodelaenergia.com/la-electrificacion-del-sector-del-transporte-el-gran-reto-para-la-descarbonizacion-y-el-desarrollo-de-las-renovables/>

- Área de Gobierno de Obras y Equipamientos. (2020). *Superficie de los viales públicos de la ciudad de Madrid (m2) por Distritos*. Datos geográficos y administrativos. <http://www-2.munimadrid.es/CSE6/control/mostrarDatos>
- Asenjo, A. (2019). *Los 4 grandes retos que tiene por delante el sector de la micromovilidad*. Business Insider España. <https://www.businessinsider.es/4-grandes-retos-tiene-delante-sector-micromovilidad-685799>
- Así es el árbol solar para recargar bicis en Valencia*. (2020, noviembre). Energías Renovadas: Revista digital especializada en energías renovables. <https://energiasrenovadas.com/asi-es-el-arbol-solar-para-recargar-bicis/>
- Ayuntamiento de Madrid. (1997). *Datos Históricos Chamartín*. <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Chamartin>
- Ayuntamiento de Madrid. (2005). *Diagnóstico de Sostenibilidad del Distrito de Chamartín*.
- Ayuntamiento de Madrid. (2013). *Plan A. Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático de Madrid*.
- Ayuntamiento de Madrid. (2014a). *Plan de movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Madrid*.
- Ayuntamiento de Madrid. (2014b). *Resumen Diagnóstico. Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Madrid*. <https://www.madrid.es/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2016). *Plan Director de Movilidad ciclista de Madrid*. [https://doi.org/Expendiente n° 711/2016/14306](https://doi.org/Expendiente%20n%C3%BAmero%20711/2016/14306)
- Ayuntamiento de Madrid. (2017). *Mapa Distrito 05-Chamartín*. <https://www.madrid.es/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2018). *Cambio Climático - Energía y Cambio Climático*. <https://www.madrid.es/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2020a). *Distritos en cifras (Información de Barrios)*. <https://www.madrid.es/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2020b). *El Ayuntamiento da luz verde al despliegue de 3.900 bicis eléctricas sin base fija*. <https://www.madrid.es/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2021). *BiciMAD. Alta de usuarios y usos por día del servicio público de bicicleta eléctrica*. Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid. <https://datos.madrid.es/>
- Bahamonde Magro, A., & Otero Carvajal, L. (1999). Madrid, de capital imperial a región metropolitana. Cinco siglos de terciarización. *Papeles de Economía Española: Economía de las Comunidades Autónomas: Madrid. Madrid, Papeles de Economía Española, n° 18, 1999, págs. 18-30. ISSN: 1136-4777*. https://www.academia.edu/4675094/Madrid_de_capital_imperial_a_regi%C3%B3n_metropolitana_Cinco_siglos_de_terciarizaci%C3%B3n

- Banco Asiático de Desarrollo. (2010). *Sustainable Transport Initiative*. https://doi.org/ISBN_978-92-9092-101-1
- Barahona Nieto, E. (2016). Promoción de la movilidad ciclista en la ciudad de Madrid. *Jornadas en Madrid. Ciudades en Bicicleta. Red de Ciudades por la Bicicleta*.
- Bastin, J.-F., Clark, E., Elliott, T., Hart, S., van den Hoogen, J., Hordijk, I., Ma, H., Majumder, S., Manoli, G., Maschler, J., Mo, L., Routh, D., Yu, K., Zohner, C. M., & Crowther, T. W. (2019). Understanding climate change from a global analysis of city analogues. *PLoS ONE*, *14* (7). <https://doi.org/p.e0217592>
- BiciMAD. (2021a). *Preguntas Frecuentes. ¿Qué ventajas tiene la bicicleta eléctrica?* <https://www.bicimad.com/index.php?s=preguntas>
- BiciMAD. (2021b). *Qué es BiciMAD*. <https://www.bicimad.com/index.php?s=que>
- Brand, C. (2021). *La bicicleta es diez veces más importante que el coche eléctrico para reducir emisiones en las ciudades*. TheConversation . <https://theconversation.com/amp/la-bicicleta-es-diez-veces-mas-importante-que-el-coche-electrico-para-reducir-emisiones-en-las-ciudades-159063>
- Calvo, F., Arán, F., & De Oña, J. (2010). Efectos sobre la población y los usos del suelo de la red de Metro de Madrid. En *X Congreso de Ingeniería del Transporte*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4174.1127>
- Chamas, P. (2021). *Tendencias de sostenibilidad urbana para 2021*. Ciudades Sostenibles - BID. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/tendencias-de-sostenibilidad-urbana-para-2021/>
- Ciclosfera. (2014). *Nos subimos a BiciMad, la bicicleta pública (y eléctrica) de Madrid*. <https://ciclosfera.com/a/ana-botella-presenta-bicimad-la-bicicleta-publica-y-electrica-de-madrid>
- Ciclosfera. (2020). *Llega a Madrid BiciMAD Go, el servicio de bicis eléctricas sin estación*. <https://ciclosfera.com/a/bicimad-go>
- CMNUCC. (2011). *Climate change science - the status of climate change science today*.
- CMNUCC. (2015). *Key aspects of the Paris Agreement | UNFCCC*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement/key-aspects-of-the-paris-agreement>
- Comisión Europea. (2020). Marco sobre clima y energía para 2030 | Acción por el Clima. *Pacto Verde Europeo, Bruselas*. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es
- Comunidad de Madrid. (2001). *Población, Territorio y Renta*. www.madrid.org/iestadis/iiesparenta.htm
- Comunidad de Madrid. (2020). *Radiografiamos la movilidad de los madrileños en un día laborable*. [https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/02/26/radiografiamos-movilidad-madrilenos-dia-laborable#:~:text=Los más utilizados son Metro,red de Cercanías \(13%25\)](https://www.comunidad.madrid/noticias/2020/02/26/radiografiamos-movilidad-madrilenos-dia-laborable#:~:text=Los más utilizados son Metro,red de Cercanías (13%25))

- Díez Sanz, D., & Álvarez Gallego, S. (2017). *Huella de Carbono de la bicicleta eléctrica y modelización del ciclo de vida con datos primarios y adaptación a BiciMAD*.
- El País. (2020). *Carriles bici: la respuesta de las ciudades ante la pandemia* . El País Periódico Digital. Ecología | Clima y Medio Ambiente . <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2020-10-27/carriles-bici-la-respuesta-de-las-ciudades-ante-la-pandemia.html>
- EMT. (2017). *Informe de Diagnóstico Ampliación 2017 BiciMAD*. https://www.emtmadrid.es/Ficheros/Resumen-Ejecutivo_BiciMAD.aspx
- EMT Madrid. (2020). *BiciMAD Go: precios y cómo se usan las 454 bicis-e sin estación fuera y dentro de la M-30 | en bici por madrid*. <https://www.enbicipormadrid.es/2020/09/bicimad-go-precios-y-como-se-usan-las.html>
- Estévez, R. (2020). *¿En qué consiste la micromovilidad urbana?* . Ecointeligencia.com. <https://www.ecointeligencia.com/2020/01/micromovilidad/>
- Folch, R. (2003a). Glosario de terminología territorial. En Col. Territorio y Gobierno: Visiones 3 (Ed.), *El territorio como sistema. Conceptos y herramientas de ordenación* (pp. 271-291). Diputació de Barcelona, Xarxa de Municipis.
- Folch, R. (2003b). La aproximación sostenibilista. En *El territorio como sistema. Conceptos y herramientas de ordenación* (pp. 91-99).
- Fondo Social Europeo. (2010). *La generación de empleo en el transporte colectivo en el marco de una movilidad sostenible* (Fundación Conde del Valle de Salazar (Ed.)).
- François, C., Gondran, N., & Nicolas, J.-P. (2021). Spatial and territorial developments for life cycle assessment applied to urban mobility --case study on Lyon area in France. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01861-2>
- GESOP. (2021). La bicicleta y el patinete en tiempos de pandemia en las zonas urbanas españolas. Informe de resultados. *Red de Ciudades por la Bicicleta*.
- Honorato, V. (2020). *La mitad de las empresas de bicicletas sin base fija de Madrid fracasan antes de arrancar*. ElDiario.es. https://www.eldiario.es/madrid/mitad-empresas-bicicletas-base-fija-madrid-pinchan-arrancar_1_6216465.html
- Iberdrola. (2021). *Movilidad del futuro, ¿cómo será el transporte?* . <https://www.iberdrola.com/innovacion/movilidad-del-futuro>
- IdenCity Consulting. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible | Índice ODS*. <https://www.idencityconsulting.com/indiceods/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). *Población Comunidad de Madrid y Madrid ciudad*.

- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- Jornet, R., Carbonero, R., & Casorrán, S. (2020). *De la bicicleta mecánica a la eléctrica* . <https://opcions.org/es/consumo/de-la-bicicleta-mecanica-a-leelectronica/>
- Knörr, W., Borken-Kleefeld, J., Helms, H., & Jungk, N. (2003). *EcoTransIT: ecological transport information tool - environmental methodology and data.*
- Kromer, M., & Heywood, J. B. (2008). Electric powertrains : opportunities and challenges in the US light-duty vehicle fleet. *Laboratory fo Energy and the Environment, Massachuse(LFEE 2007-03 R).*
- LA.Network. (2020). Ciudad de los 15 minutos: ¿en qué consiste la propuesta de Anne Hidalgo para su segundo mandato? *LA Network - Hábitat y Desarrollo Urbano.* <https://la.network/ciudad-de-los-15-minutos-en-que-consiste-la-propuesta-de-anne-hidalgo-para-su-segundo-mandato/>
- La Razón. (2020). *Los usuarios de bicicletas municipales en Madrid aumentan cerca de un 50%.* <https://www.larazon.es/madrid/20200607/xxptm3464nchve2q2ws5totnru.html>
- López de Benito, J. (2020). *Así queda el reparto de las nuevas bicicletas eléctricas en Madrid.* [movilidadelectronica.com. https://movilidadelectronica.com/nuevas-bicicletas-electricas-en-madrid/](https://movilidadelectronica.com/nuevas-bicicletas-electricas-en-madrid/)
- Monzón, A., Rondinella, G., & PROBICI, E. investigador. (2010). PROBICI. Guia de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de la bicicleta en áreas urbanas. En *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Instituto).
- Moran, D., Kanemoto, K., Jiborn, M., Wood, R., Többen, J., & Seto, K. C. (2018). Carbon footprints of 13 000 cities. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064041. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AAC72A>
- NASA. (2019). *The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide – Climate Change: Vital Signs of the Planet. Sizing Up Humanity’s Impacts on Earth’s Changing Atmosphere: A Five-Part Series.* <https://climate.nasa.gov/news/2915/the-atmosphere-getting-a-handle-on-carbon-dioxide/>
- Noy, P. (2020). *Electromovilidad.* Ciclo de debates «Ciudad y Movilidad Sostenibles».
- Observatorio de la Sostenibilidad. (2017). Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad. *Universidad de Alcalá.* www.sostenibilidad-es.org
- Observatorio de Sostenibilidad. (2020). *Estimaciones de emisiones de gases efecto invernadero en España.* https://www.observatoriosostenibilidad.com/documents/NdP_2021_RESULTADOS_V01_emisiones_CO2_Espana.pdf
- OCU. (2020). *La ratio de carriles bici en Madrid es 15 veces menor que en Bilbao, Sevilla, Valencia y Barcelona.* <https://www.ocu.org/organizacion/prensa/notas-de-prensa/2020/bicicletas>

- ONU. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible – Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ONU. (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo . *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- PNUD. (2016). *Antecedentes de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background.html>
- Red Eléctrica de España. (2020). *Informe del Sistema Eléctrico Español 2020. Edición junio 2021*. <https://doi.org/Alcobendas, Madrid>.
- Saracho, R. (2017). *Por qué las zonas verdes son clave contra el cambio climático*. Green Globe. <https://www.greenglobe.es/zonas-verdes-clave-cambio-climatico/>
- Sims, R., Schaeffer, F., & Creutzig, X. (2014). Transport. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. A, Cambridge*.
- UNEP. (2014). *IPCC Presents Assessment on Measures to Mitigate Climate Change*. Climate Action - Press Release . <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/ipcc-presents-assessment-measures-mitigate-climate-change>
- UNEP. (2016). *GOAL 11: Sustainable cities and communities*. <https://www.unep.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-11>
- UNEP. (2021, enero). *Climate Action - Mitigation* . UN Environment Programme . <https://www.unep.org/explore-topics/climate-action/what-we-do/mitigation>
- UNESCO. (2015). *Sustainable Development*.
- Vidasostenible. (2019). *¿Cuánta energía utilizamos para desplazarnos?* <https://www.vidasostenible.org/motivos-de-viaje-y-medios-de-transporte-hablemos-de-medio-ambiente/>
- Zisik, T. (2016). La bicicleta pública en ciudades españolas: BiciMAD en Madrid. *Jornadas en Madrid. Ciudades en Bicicleta. Red de Ciudades por la Bicicleta*.

9. Anexos

Anexo I. Diseño encuesta a usuarios actuales

CUESTIONARIO USUARIOS ACTUALES

Perfil: Corresponde a los usuarios que usan con cierta frecuencia las bicicletas y patinetes eléctricos para sus desplazamientos cotidianos.

Tipo de estudio: se plantea realizar cuestionarios / entrevistas a pie de calle (dentro de lo que permitan las restricciones por la covid-19), en sitios donde se suelen alquilar las bicicletas eléctricas. Se buscará realizar entrevistas a profundidad a los usuarios que estén predispuestos a colaborar en el estudio.

Preguntas

1. **Edad**
2. **Género**
 - F
 - M
3. **Ocupación**
 - Estudiante de bachillerato
 - Estudiante universitario
 - Trabajador
 - Jubilado
 - En paro
4. **¿Cómo considera que es su nivel de ingresos?**
 - Alto
 - Medio
 - Bajo
5. **¿Vive o trabaja dentro de Chamartín?**
 - Vive
 - Trabaja
 - Ninguno
6. **¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta eléctrica?**
 - A diario
 - Días laborables
 - Fines de semana



- Otra frecuencia (especificar)
7. **Objetivo del uso de la bici (opción múltiple):**
- Ocio/ recreación
 - Desplazarse al trabajo/escuela
 - Deporte/salud
 - Otro
8. **¿Cuánto tiempo lleva utilizando la bici eléctrica como medio de transporte?**
- Menos de un año
 - Entre 1 y 5 años
 - Más de 5 años
9. **¿Cuáles son las razones que le llevaron a incorporarse a esta oferta? (opción múltiple)**
- Salud
 - Conciencia ambiental
 - Evitar la congestión
 - Menor costo de transporte
 - Temor a contagiarse de COVID-19 en el metro/bus
 - Otra: _____
10. **¿Considera que los ciclocarriles de Chamartín son adecuados/es fácil circular en ellos?**
- Sí, los ciclocarriles son adecuados para la circulación
 - No, siento que hay dificultad de coexistencia con coches, taxis, buses (inseguridad)
 - Otras razones _____
11. **¿Qué problemas ha encontrado con este servicio de alquiler de bicicletas eléctricas? (opción múltiple)**
- No hay suficientes unidades
 - Bicicletas / anclajes/ estaciones de recarga no funcionan bien
 - Poca autonomía de la batería
 - No son cómodas al subir cuestas / transitar por terrenos irregulares
 - Otros: _____
12. **En su opinión, ¿cuál es el beneficio más importante de emplear este tipo de transporte eléctrico? (opción múltiple)**
- Beneficios ambientales (reducción de la contaminación y el ruido)
 - Beneficios económicos (menor coste comparado al coche/metro/autobús)
 - Beneficios en la salud (hacer deporte)
 - Otros beneficios no enlistados: _____



Anexo II. Diseño encuesta a usuarios potenciales

CUESTIONARIO USUARIOS POTENCIALES

Perfil: Personas que usan con menos frecuencia o todavía no han empezado a hacer uso de las bicicletas y patinetes eléctricos a su disposición en las calles de Madrid.

Herramienta: cuestionarios a través de Google Form o plataformas similares, que permitan ser compartidos a través de redes sociales.

1. ¿Sueles usar la bicicleta eléctrica?

- Sí
- No

2. Si respondiste “sí” en la pregunta 1,

a. ¿En qué situaciones usas la bici eléctrica?

- Para moverme de forma habitual, hacia el trabajo/escuela/universidad
- Con motivo de ocio /esparcimiento
- Sólo cuando quiero evitar el tráfico de coches
- Cuando es conveniente por cercanía
- Otro: _____

b. ¿Con qué frecuencia empleas la bici eléctrica?

- A diario
- Entre 3 y 5 veces por semana
- Sólo los fines de semana
- Una vez al mes
- Menos de una vez al mes

c. ¿Qué necesitarías para usar con más frecuencia la bicicleta eléctrica? (opción múltiple)

- Conocer mejor sus beneficios
- Mejor calidad del servicio municipal (BiciMAD)
- Mejor ubicación de las estaciones de carga de BiciMAD
- Más disponibilidad de unidades de bicis de BiciMAD
- Más oferta de otras empresas de alquiler de bicis eléctricas
- Menor precio de la oferta de empresas de alquiler de bicis eléctricas

3. Si respondiste “no” en la pregunta 1,

a. ¿Cuál es el modo de transporte que utilizas habitualmente?



- Coche
- A pie
- Metro / Bus
- Bici convencional

b. ¿Cuáles son las razones por las que no utilizas la bicicleta eléctrica de forma habitual? (opción múltiple)

- No hay unidades/estaciones cerca de mi domicilio.
- Porque es insuficiente la calidad del servicio de bicis de alquiler
- Porque me toma mucho tiempo llegar a mi destino en bici
- Por condiciones desfavorables (lluvia, viento fuerte, topografía, etc.)
- Por alto costo de alquiler (sobre todo en el caso de otras empresas o de BiciMAD go)
- Otras razones: _____

c. ¿Qué necesitarías para mudar tu modalidad habitual de movilidad hacia la bicicleta eléctrica?

- Conocer mejor sus beneficios
- Mejor calidad del servicio municipal (BiciMAD)
- Más oferta de otras empresas de alquiler de bicis eléctricas
- Mejor ubicación de las estaciones de alquiler y carga de BiciMAD
- Mejor conectividad entre medios de transporte público
- Menor coste del servicio de BiciMAD / otras empresas de alquiler
- Otro: _____

Enlace a formulario de Google Docs: <https://forms.gle/wbznxcbXMQ2bahN96>



Anexo III. Respuestas de usuarios actuales

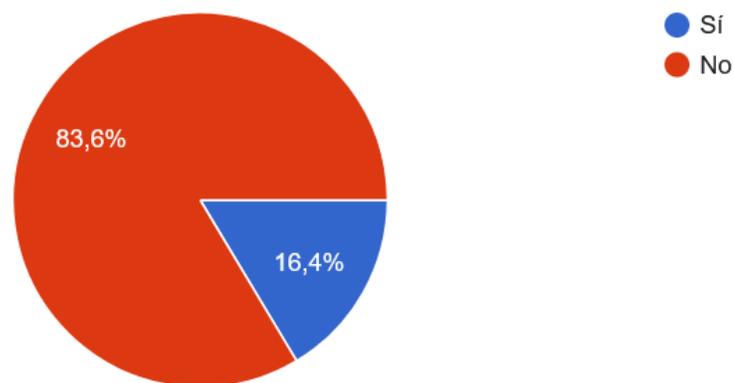
Ejemplo de formato de registro en Excel.

		Estaciones de Bici encuestadas																																			
Hora de encuestas entre 18:00 -20:00		María Francisca 146			Prosperidad 196			Doctor Arce 147			Parque Berlin 197			Plaza de Castilla 208			Avda. América, 1 194			Velázquez, 130 140																	
Encuesta de Calle		Respuestas de Encuesta																																			
Preguntas	Opciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33			
Estación de bici toma muestra #		35	28	59	23	50	25	30	25	27	15	35	34	27	31	24	16	16	27			34	41	29	44	54	40	45	64	35	34	34	28	27			
Genero/ Sexo	M	x				x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	F		x	x	x				x			x	x						x															x	x		
Ocupación	Estudiante bachillerato											x						x	x																		
	Estudiante universitario				x					x			x																								
	Trabajador	x	x	x			x																														
	Jubilado									x				x	paro	paro					x	x					x	x	x								
Nivel de ingresos	Otro																																			x	
	Alto									x																	x			x	x	x	x				
	Medio	x	x	x		x	x	x	x			x		x							x	x			x	x									x	x	
	Bajo				x							x																									
Relación con Chamartín	Vive		x		x		x	x	x		x	x					x	x				x		x													
	Trabaja				x	x	x						x									x		x													
	Ninguna	x			x											x	x																				
Frecuencia de uso de bicicleta	Diario	x	x																																		
	Días laborales						x	x	x	x																											
	Fines de semana										de 3/4																										
	Otro				verano 3 veces	1 vez semana	2 veces semana						2 veces	2 veces/día		verano	1 vez semana	1 vez semana																			
Principal objetivo de uso	Ocio	x		x				x			x	x	x	x	x	x	x	x																			
	Trabajo	x	x	x	x	x	x		x	x																											
	Deporte/salud																																				
	Otro																																				
Tiempo de uso de bici eléctrica	< 1 año				x	x		x	x	x	x																										
	Entre 1 y 5 años	x				x						x	x																								
	> 5 años			x																																	
Razones de incorporación de esta oferta	Salud																																				
	Conciencia ambiental			x	x																																
	Evitar congestión																																				

Anexo IV. Respuestas a cuestionario usuarios potenciales (sin procesar)

El siguiente anexo presenta las respuestas sin procesar. Es decir, en el caso de preguntas de respuesta múltiple, en las que el encuestado podía añadir su propia idea, las respuestas no han sido unificadas de temática similar. En el *Capítulo 5* se encuentra el análisis detallado.

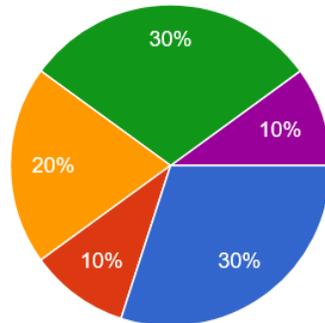
¿Sueles usar la bici eléctrica?



Si respondiste “sí” en la pregunta 1,

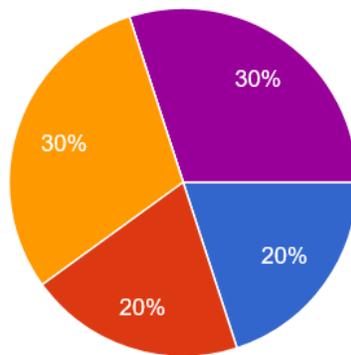
¿En qué situaciones usas la bici eléctrica?⁴

⁴ Nota: en esta pregunta, ocurrió un error en la encuesta: se consideraron separadas las opciones “por motivo de ocio/recreación” y “Por recreación o esparcimiento”, pero en realidad se refieren a lo mismo.



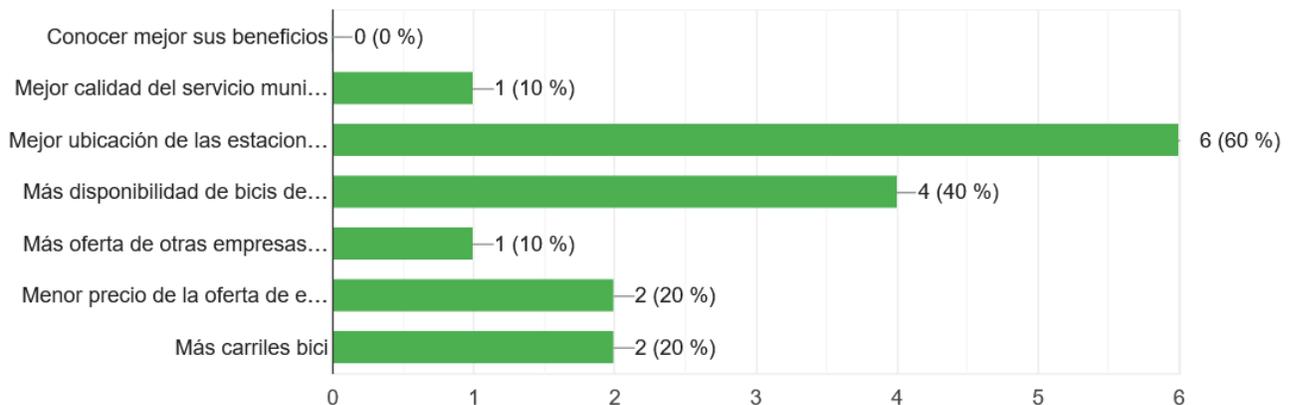
- Para moverme de forma habitual, hacia el trabajo/escuela/universidad
- Por motivos de ocio/recreación
- Solo cuando quiero evitar el tráfico de coches
- Cuando es conveniente por cercanía
- Por recreación o esparcimiento

¿Con qué frecuencia empleas la bici eléctrica?



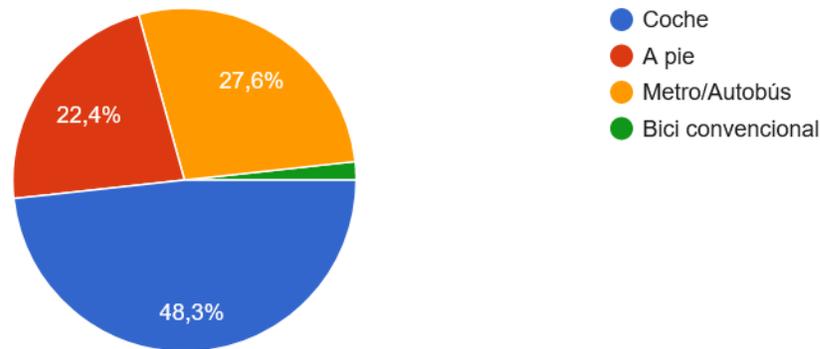
- A diario
- Entre 3 y 5 veces por semana
- Solo los fines de semana
- Una vez al mes
- Menos de una vez al mes

¿Qué necesitarías para usar con más frecuencia la bici eléctrica?

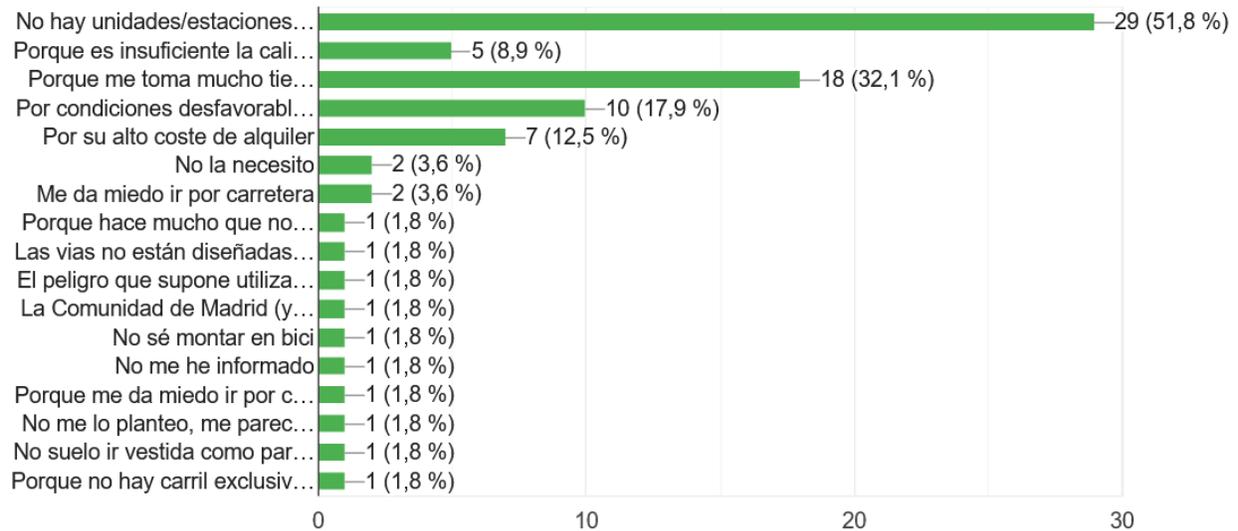


Si respondiste “no” en la pregunta 1,

¿Cuál es el modo de transporte que utilizas habitualmente?



¿Cuáles son las razones por las que no utilizas la bici eléctrica de forma habitual?





¿Qué necesitarías para mudar tu modo de transporte habitual hacia la bici eléctrica?

