

05-024

**SUNNERBOX: RENEWABLE PARKING AND RECHARGING UNITS FOR ELECTRIC SCOOTERS AS A RESOURCE FOR PERSONAL MOBILITY AND INTERMODALITY.**

Cloquell-Ballester, V.A. <sup>(1)</sup>; Martínez-Navarro, A. <sup>(2)</sup>; Pacheco-Blanco, B. <sup>(1)</sup>; Artacho-Ramírez, M.A. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> PRINS (Centro de Investigación en Dirección de Proyectos, Innovación y Sostenibilidad). Universitat Politècnica de València, <sup>(2)</sup> SunnerBOX

Currently, urban mobility evolving towards models with lower energy consumption and low emissions of polluting gases is one of the main objectives of large cities. Since the transport sector is one of the most polluting, it has become one of the great current challenges in terms of sustainability. Sustainable mobility implies responding to the economic, social and environmental needs of cities, trying to make it as appropriate and respectful as possible. The SunnerBOX micromobility project proposal aims to provide a novel solution, in an orderly manner in urban infrastructures, which makes it possible to promote the use of personal  $\mu$ mobility vehicles with electric traction, mainly the electric scooter. Furthermore, this type of parking and recharging units for  $\mu$ mobility vehicles (V $\mu$ MP), strategically arranged in a municipality and at those intermodal points, enhances sustainable mobility in a territory. The Sunnerbox system incorporates the recharge of renewable energy, providing a greater degree of sustainability to the solution. It should be noted that the project is aligned with the different existing strategies, both national and European, that seek solutions that allow, among other things, to increase the degree of intermodality of the different means of public or private transport.

Keywords: Micromobility; sustainable mobility; recharging point: electric scooter.

**SUNNERBOX: UNIDADES DE ESTACIONAMIENTO Y RECARGA RENOVABLE PARA PATINETE ELÉCTRICO COMO RECURSO A LA MOVILIDAD PERSONAL Y A LA INTERMODALIDAD.**

Actualmente, que la movilidad urbana evolucione hacia modelos con menor consumo energético y bajas emisiones de gases contaminantes es uno de los principales objetivos de las grandes ciudades. Siendo que el sector del transporte es de los más contaminantes, se ha convertido en uno de los grandes retos actuales en materia de sostenibilidad. La movilidad sostenible implica responder a las necesidades económicas, sociales y medioambientales de las ciudades, intentando que sea lo más adecuada y respetuosa posible. La propuesta del proyecto SunnerBOX micromobility pretende aportar una novedosa solución, de manera ordenada en las infraestructuras urbanas, que posibiliten fomentar el uso de vehículos de  $\mu$ movilidad personal de tracción eléctrica, principalmente el patinete eléctrico. Además, este tipo de unidades de estacionamiento y recarga para vehículos de  $\mu$ movilidad personal (V $\mu$ MP), dispuestos de manera estratégica en un municipio y en aquellos puntos intermodales, potencia la movilidad sostenible en un territorio. El sistema Sunnerbox incorpora la recarga de energía renovable, aportando un mayor grado de sostenibilidad a la solución. Destacar que el proyecto está alineado con las diferentes estrategias existentes, tanto nacionales como europeas, que buscan soluciones que permitan, entre otras cosas, aumentar el grado de intermodalidad de los diferentes medios de transportes públicos o privados. Palabras claves: Micromovilidad; movilidad sostenible; punto recarga: patinete eléctrico.

Correspondencia: Víctor Cloquell Ballester vacloque@upv.es

Agradecimientos: El trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de movilidad sostenible de la empresa SunnerBOX.



©2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción.

Actualmente, la evolución en materia de movilidad urbana, hacia modelos con menor consumo energético y bajos en emisiones de gases contaminantes, es uno de los principales objetivos de muchas grandes ciudades (Aguilera-García et al, 2020) . Siendo que el sector del transporte es uno de los más contaminantes, se ha convertido en uno de los grandes retos actuales en materia de sostenibilidad. La movilidad sostenible implica responder a las necesidades económicas, sociales y medioambientales, intentando que sea lo más respetuosa con el medioambiente posible. Existen diferentes y muy variados sistemas movilidad urbanos e interurbanos, cuyo funcionamiento y organización están vinculados directamente al transporte en un alto grado. Sus configuraciones, pautas, ritmos, horarios, etc., configuran una demanda de movilidad muy compleja, en este sentido es muy importante conseguir el mayor grado de compatibilidad entre ellos, con el objetivo de aumentar su grado de intermodalidad.

Como se indica en el PNACC 2021-2030, (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático [PNACC], 2021) el urbanismo de proximidad, la reorganización de la movilidad urbana, dando prioridad al transporte público y la movilidad activa, permite aumentar la calidad del aire y reducir el efecto isla de calor, y mejorando la calidad del aire en los núcleos de población. Es por ello que a la hora de abordar posibles soluciones al problema de la movilidad, la resiliencia de las infraestructuras del transporte deben incluir redes, sistemas y equipos asociados a las TIC's, yendo más allá de los componentes físicos tradicionales (Peceli et al, 2018) (Amini et al, 2019)

Por otro lado, Horizonte Europa (Unión Europea [UE], 2021), próximo programa de inversión en investigación de la Unión Europea 2021-2027, dentro del Pilar II de Horizonte Europa, de Desafíos mundiales y competitividad industrial europea, cabe destacar el Clúster 5 que aborda el “Clima, energía y movilidad”, establece la necesidad de que el sistema movilidad deberán ser climática y ambientalmente respetuosos, más resilientes, seguros, inteligentes, eficientes e inclusivos.

Los principales problemas que afectan a la movilidad y micromovilidad en áreas urbanas y en especial, las periurbanas, donde se encuentran localizados distintos núcleos de población e industriales se inicia con la deficiencia en la calidad de la red intermodal y de conexión por vías alternativas a las tradicionales, lo cual incide en el aumento de desplazamientos mediante el uso de diferentes vehículos. Este uso intensivo de vehículos, tanto para el transporte de mercancías como de personas, nos lleva entre otros a los siguientes impactos: la energía consumida por el sector de transporte represente más de un 40% del total del consumo en España, y sus emisiones de gases efecto invernadero asociadas, al deterioro de la salud de la población por ruido afectando a un 27% de los hogares asociados al tráfico urbano, la siniestralidad con víctimas en vías urbanas ascendió en el año 2007 a 50.600 accidentes con afección de un alto número de heridos y muertes, pérdidas de tiempo por atascos, la fuerte concentración geográfica y estacional de la actividad turística en periodos estivales, provoca el aumento de las escalas de las infraestructuras viales y que a su vez afectan con generación de grandes presiones por fraccionamientos y afectación de ecosistemas naturales, así como la cobertura de espacios urbanos para aparcamiento de vehículos que superan el 50% entre otros.

Lo que se busca es consolidar un sistema de transporte público más sostenible en áreas urbanas-periurbanas y disminuir el 40% de generación de emisiones por el transporte privado a fin de mejorar la calidad del aire de las ciudades. Su solución parte por desarrollar estrategias diferentes a escala nacional, autonómico-estadal y municipal para solventar esos problemas ambientales con alto calado cultural; abordar la ordenación del tráfico, la peatonalización de las calles, introducción de nuevas formas de movilidad no motorizadas, mejoras de infraestructuras de transporte público, nodos de conexión de aparcamiento y acceso a la red urbana de transporte, concienciación y sensibilización ciudadana que procuren la mejora de la calidad del aire, reducción de ruido y emisiones. Por ello, como una medida técnica para la toma de decisiones, en el caso de Valencia, se expone plano urbano de la ubicación de distintas estaciones de la red de vigilancia de control de emisiones, identificación y evolución que propician tomar medidas por adoptar en materia de movilidad sostenible y la evolución del tráfico en la ciudad.

Existen estudios que muestran la capacidad del e-scooter para reemplazar a los vehículos privados convencionales en trayectorias urbanas cortas (Masoud et al, 2019) (McKenzie 2020). Las ciudades españolas han visto como, en muy poco tiempo, nuevos modos de transporte sostenibles, entre los que destacan los Vehículos de Movilidad Personal (MVP) tanto de alquiler como de uso personal. Destacar que la demanda de los MVP's ha subido en un 1021,81% desde enero de 2019 hasta enero de 2020 (movilidadelectrica 2020).

Por todo lo anterior y para dar una respuesta adecuada al problema de movilidad sostenible en las ciudades hay planificar no solo las redes de movilidad urbana sino también las interurbanas y aquellas novedosas y necesarias infraestructuras que faciliten la intermodalidad y aseguren la capacidad de recarga (Martínez-Navarro et al., 2020) y por ende de autonomía a lo largo de las mismas.

## **2. Objetivos.**

### **2.1. Objeto del proyecto.**

La propuesta de proyecto SunnerBOX micromovility (ver figura1), pretende aportar una nueva solución, que permita incorporar, de una forma ordenada en las infraestructuras urbanas existentes, los elementos que posibiliten fomentar el uso de vehículos de movilidad personal de tracción eléctrica, principalmente patinete eléctrico o e-bikes, resolviendo de manera adecuada la ocupación del espacio público.

Se pretende por lo tanto dotar de unidades de estacionamiento y recarga de este tipo de vehículos de movilidad personal ( $V_{\mu}MP$ ), cuya fuente de energía primaria sea de origen renovable, dotando de un mayor grado de sostenibilidad a la solución. Su implantación se encuentra alineada con las diferentes estrategias existentes tanto nacionales como europeas, que buscan soluciones que permitan entre otras cosas aumentar el grado de intermodalidad de los diferentes medios de transportes públicos o privados, para lo que se procederá al desarrollo de rutas ecosostenibles que conecten el área metropolitana de Valencia con la ciudad y su red interna actual.

**Figura 1. Módulo de recarga SunnerBOX. Fuente Sunnerbox, S.L.**



La unidad de recarga está concebida como un sistema fotovoltaico autónomo que incluye los siguientes componentes montados en una plataforma móvil: módulo fotovoltaico; Regulador de carga PWM; Batería de ácido sólido; y un inversor siendo el fabricante de la unidad la empresa SunnerBox, S.L.

## **2.2. Objetivos de movilidad sostenible.**

Actualmente desde las instituciones nacionales y europeas son objetivos prioritarios la búsqueda de soluciones que ayuden en mitigar los efectos contra el cambio climático donde la movilidad urbana tiene una gran importancia. En la tabla 1 se muestra de forma resumida y esquemática aquellas directrices, necesidades y áreas de afección identificadas en la Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS), enumerando aquellas que tienen una relación directa con el proyecto de estaciones de recarga para la μmovilidad y el diseño de eco-rutas.

**Tabla 1: Necesidades para la implantación de la movilidad sostenible.**

Área afección	Directriz	Necesidad
Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras	Integrar la movilidad sostenible en la ordenación del territorio, en la planificación urbanística y en las nuevas áreas industriales, desarrollando los mecanismos de coordinación y cooperación administrativa necesarios, especialmente en los ámbitos urbanos y su entorno.	Diseñar y gestionar las infraestructuras lineales considerando la seguridad como aspecto preferente, pero cuya implementación esté directamente relacionada con la permeabilidad de estas infraestructuras al paso de fauna, garantizando una adecuada ejecución y mantenimiento de las medidas que favorezcan su efectividad. Optimizar la utilización de las infraestructuras existentes.
	Promover un urbanismo de proximidad, que facilita el uso de los medios de transporte alternativos al automóvil, y potenciar el espacio público multifuncional, equilibrando la preponderancia actual del uso del vehículo privado hacia modos de transporte sostenibles.	Coordinar la planificación urbanística y la movilidad de cara a la consecución de un urbanismo que disminuya las necesidades de desplazamiento, especialmente de los desplazamientos motorizados, y promueva el uso de los modos de transporte más eficientes y sostenibles. Estudio de evaluación de la movilidad generada.  Implantación de planes de movilidad sostenible (PMUS).  Implantación de planes de movilidad de transporte sostenible a centros de trabajo.  Implantación de planes de movilidad sostenible a centros educativos, comerciales y de ocio.  Accesos y servicios de transporte público a las terminales de los diferentes medios de transporte.  Fomento de los modos de transporte no motorizados.
Cambio climático y reducción dependencia energética	Utilización eficiente de los modos de transporte, favoreciendo el trasvase hacia modos más sostenibles y el desarrollo de la intermodalidad.	Impulsar la formación, difusión y sensibilización, especialmente entre las nuevas generaciones en materia de movilidad sostenible, mostrando los beneficios en términos de salud y bienestar derivadas de la misma.  Fomentar la intermodalidad, hacia modos más sostenibles y favoreciendo la implantación de Planes de Transporte Para los

		Trabajadores. En Mercancías igualmente fomentar el uso de los modos más sostenibles.
	Nueva dirección de la innovación tecnológica, que apueste especialmente por la reducción de la potencia, la velocidad y el peso de los vehículos y la introducción del conocimiento en la gestión de la movilidad sostenible.	Aplicar las nuevas tecnologías en la mejora de la eficiencia, calidad y seguridad del transporte, especialmente, para prevenir y reducir los impactos de los desplazamientos motorizados.
Calidad de aire y ruido	Evaluación de la calidad del aire y ruido.	Reducir los impactos de los desplazamientos motorizados, disminuyendo sus consumos y emisiones locales y globales así como sus niveles de ruido. Áreas con limitación de velocidad. Creación zonas bajas de emisiones (ZBE)
Seguridad y salud	Reforzar las actuaciones dirigidas a una mejora de la salud pública.	Promover todas aquellas actuaciones que conlleven la reducción de la contaminación atmosférica y acústica y el fomento del transporte no motorizado para reducir la sedentarización
Gestión de la demanda	Incentivar los modos de transporte más sostenibles, en especial los colectivos y no motorizados.	Iniciativas de carácter normativo o regulatorio. Utilización de instrumentos económicos de diverso tipo. Campañas informativas de concienciación, de formación y/o divulgación etc. Iniciativas de impulso de la movilidad ciclista.
	Racionalizar el número de desplazamientos motorizados.	Medidas disuasorias (peajes, actuaciones sobre aparcamientos, accesos reservados...). Flexibilidad laboral y teletrabajo. Generalización de las nuevas tecnologías para tramitación administrativa, teleasistencia, etc.

Fuente: Elaboración propia

En vista de los objetivos anteriormente enumerados, el proyecto a desarrollar deberá aportar una novedosa e innovadora solución a partir de la adecuada disposición de las unidades SunnerBOX, permitiendo incorporar los VMP en la ciudad de Valencia y conectando con su área Metropolitana, de tal suerte que esta nueva infraestructura se pueda incluir en los planes de movilidad sostenible y el fomento de zonas de bajas emisiones como así se propone también en el actual Proyecto de Ley de cambio climático y transición energética (PLCCTE).

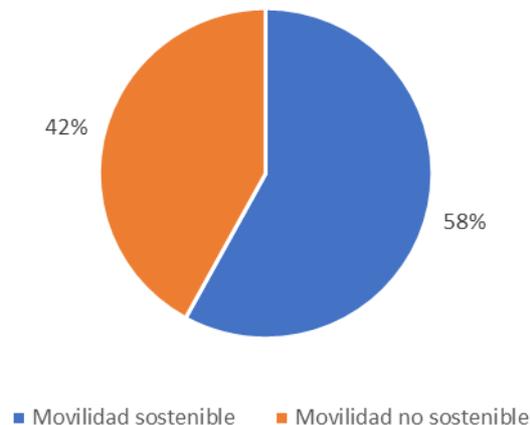
### 3. Caso de estudio.

Este proyecto desarrolla la propuesta de aplicación de las unidades de estacionamiento y recarga renovable SunnerBOX, para patinete eléctrico, como recurso a la movilidad personal y a la intermodalidad, se propone el diseño de un anillo perimetral en la ciudad de Valencia.

#### 3.1. Situación actual.

Tomando como referencia los datos del Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (PBMAMV), donde se indica que el número de desplazamientos al día, en media, es cercano a los 5 millones, lo que equivale a un ratio de 3,30 desplazamientos por persona y día. La mayoría de los desplazamientos se realizan en vehículo privado (poco más de 2 millones), aunque es muy relevante la gran cantidad de desplazamientos que se hacen a pie (casi 2 millones, también). Destacan, también, los casi 120.000 desplazamientos diarios en bicicleta y los más de 660.000 viajes diarios en transporte público. En su conjunto reporta que la movilidad valenciana representa un 58% sostenible respecto al 42% de movilidad no sostenible (figura 2).

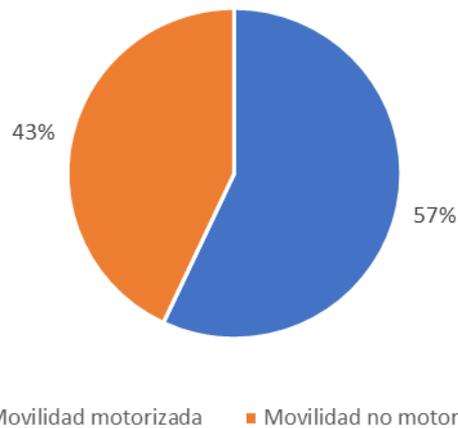
**Figura 2: Movilidad sostenible/no sostenible.**



Fuente: Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València

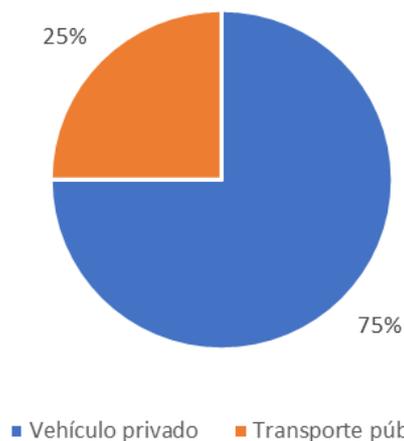
La movilidad motorizada representa un 57% respecto al 43% de movilidad no motorizada (figura 3) y representando el uso del vehículo privado el 75% respecto al 25% del uso del transporte público (figura 4):

**Figura 3: Movilidad motorizada/no motorizada.**



Fuente: Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València

**Figura 4: Uso Vehículo privado/uso transporte público.**

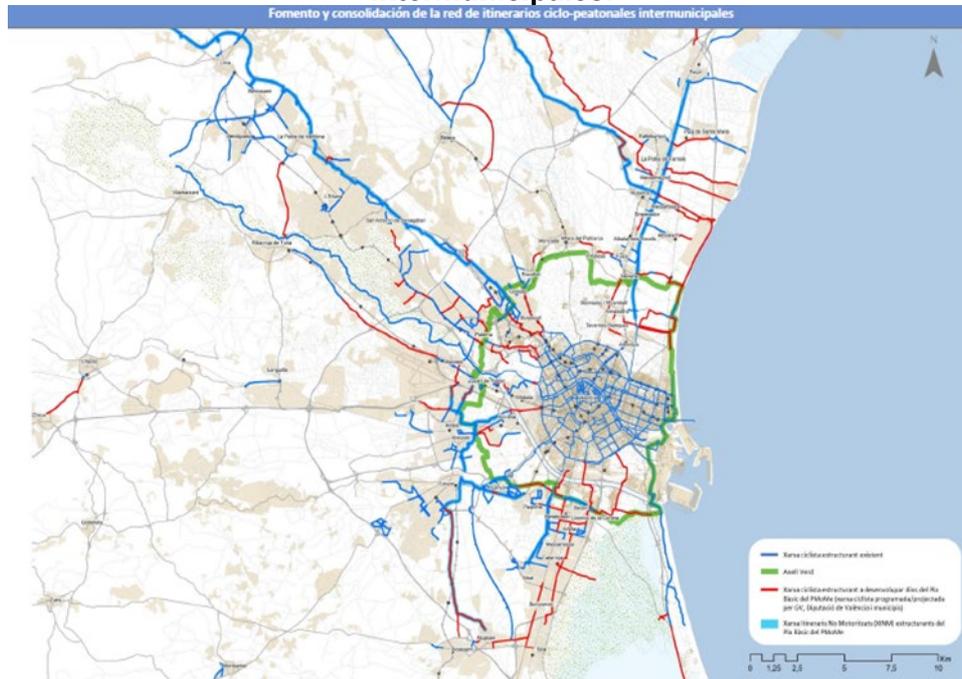


Fuente: Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València

### 3.2. Análisis del problema.

Actualmente no existe una red de transporte no motorizado de ámbito metropolitano y conectado a la ciudad de Valencia, sólo existe dentro de su ámbito urbano algunas redes de canal bici. Se presenta, dentro del Plan Básico del AMV, una propuesta existente de una red de rutas peatonales y ciclo-peatonal (figura 5) de canales de movilidad que interconecta la ciudad de Valencia con sus áreas periféricas intermunicipales siendo escasa y limitante desde el punto de vista de interconexión con la ciudad de Valencia y que fomente la intermodalidad.

**Figura 5: Fomento y consolidación de la red de itinerarios ciclopeatonales intermunicipales.**



Fuente: Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València

Como se puede observar las conexiones interurbanas existentes están desligadas e incluso sin conexión con las redes municipales, lo que no permite el cumplimiento de los objetivos anteriormente expuestos.

El Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (PBMAMV) recoge en su Programa de propuestas dentro de su apartado de fomento de la movilidad no motorizada la siguiente línea de actuación:

#### **NM08.- Regulación del uso e implantación de los nuevos modos de transporte eléctrico (PMD).**

Cuyas actuaciones a realizar se despliegan en las siguientes:

- Los Dispositivos de Movilidad Personal ("PMD") son nuevos modos de transporte de propulsión eléctrica diseñados para transportar normalmente a una persona y de dimensiones menores que la bicicleta tradicional y con rangos de batería que pueden alcanzar los 40km.
- Vehículos como los Segways o patinetes eléctricos son solo dos de los más extendidos, con proyección de mayor disponibilidad de diseños y modelos en un futuro cercano.

- Es por ello por lo que se debe considerar y regular su utilización por la ciudadanía en el entorno metropolitano de València, tanto en sus desplazamientos urbanos como de conexión con el transporte público, mejorando la intermodalidad.
- De esta forma se asegura a la ciudadanía la posibilidad de utilizar los dispositivos sin importar el lugar donde se encuentre ni el destino.
- Por otro lado, se debe complementar la instalación del estacionamiento con soluciones de carga y guardado de vehículos eléctricos, en especial de patinetes y similares. **(Acción resuelta por las unidades SunnerBOX)**
- Las localizaciones deberían situarse, principalmente, en estaciones de transporte público, centros educativos, espacios de oficinas tanto públicos como privados (o polígonos industriales), y centros comerciales o áreas con actividad terciaria elevada (ver propuesta en siguiente apartado). Complementariamente, se puede valorar la implantación de sistemas de alquiler de patinetes o segways, tal y como se ha desarrollado en otras ciudades del mundo (con anclaje o “dockless”).

### 3.3. Propuesta de solución.

En la siguiente tabla, (tabla 2), se muestran cada una de las poblaciones a interconectar con la ciudad de Valencia, considerando la población total y la superficie afectada y a su vez se indican las unidades de recarga SunnerBOX a ubicar en cada población, así como la capacidad máxima de patinetes simultáneos en modo recarga (aparcados) en la red y en cada localización.

**Tabla 2: Poblaciones a interconectar y unidades SunnerBOX**

Población	Unidades	Capacidad máx.		Población	Superficie
			patinetes		
Puzol	16		96	19500	18000
Rafelbuñol	12		72	8941	4200
Puebla de Farnals	8		48	7840	3600
Massamagrell	9		54	15950	6200
Musseros-Massalfasar-Emperador-Albuixec	20		120	12638	49300
Albalat dels Sorells-Foios-Meliana-Vinalesa	24		144	24853	15950
Bonrepós i Mirantvell-Tabernes Blanques-Alboraya-Almacera	22		132	44584	191000
UPV	14		84	20000	15000
Moncada-Alfara del Patriarca-Massarrojos	17		102	272137	19900
CEU	14		84	15000	15000
Rocafort-Godella-Burjassot	18		1908	44584	19100
UV	17		102	15000	15000



- VμMP simultáneos en el sistema: 1626 patinetes.
- Área de afección directa: 305.000 km<sup>2</sup>.
- Población directamente afectada: 499.000 personas.

#### 4. Resultados.

El impacto de la propuesta en los planes de movilidad urbana es directa ya que aporta una solución racional para el aparcamiento y permite aumentar la autonomía y las distancias a recorrer por los usuarios. La ubicación de las estaciones de recarga se prevé en zonas de afluencia y por otro lado maximizando las infraestructuras existentes como son los carriles bici, los colegios, centros comerciales, y nodos intermodales de transporte (metro, ferrocarril y autobuses). Es importante destacar en este sentido que la solución propuesta permite de una forma fácil y rápida modificar las ubicaciones en función del uso de la red o cualquier otro motivo temporal o de cualquier índole o bien por optimización de los puntos estimados inicialmente.

Como se puede observar en la figura 7, partiendo de la capacidad de kilómetros al mes que una estación de recarga SunnerBOX es capaz de aportar (Martínez et al., 2020) se procede al cálculo de los kilómetros de la red (recordar que hay 271 unidades), aportando un total de 20327 km de capacidad de autonomía al año. Si adoptamos una distancia media de 19 km por vehículo en desplazamientos diarios, el número total de vehículo que se evitan y retiran de la circulación al año sería de 1070. Por lo tanto y estimado un consumo medio de 8 litros/100 km el ahorro en combustible anual sería de 1626 litros. Por último, tomando un valor medio de emisiones de gasoil y gasolina para el año 2018 de 2,325 kgCO<sub>2</sub>/litro según factores de emisión del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), el ahorro de emisiones directas anuales de la RED asciende a 3.780, 82 kgCO<sub>2</sub>.

**Figura 7: Cálculo ahorro emisiones directas por uso de la RED**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Km posibles Unidad SunnerBOX	35,10	44,60	61,90	81,10	96,50	109,90	104,30	94,50	71,30	47,30	37,30	31,20	<b>815</b>
Km posibles RED	1661,10	1670,60	1687,90	1707,10	1722,50	1735,90	1730,30	1720,50	1697,30	1673,30	1663,30	1657,20	<b>20327</b>
Nº vehículos retirados	87,43	87,93	88,84	89,85	90,66	91,36	91,07	90,55	89,33	88,07	87,54	87,22	<b>1069,84</b>
Ahorro litros combustible	132,89	133,65	135,03	136,57	137,80	138,87	138,42	137,64	135,78	133,86	133,06	132,58	<b>1626,16</b>
Ahorro emisiones directas (kgCO <sub>2</sub> )	308,96	310,73	313,95	317,52	320,39	322,88	321,84	320,01	315,70	311,23	309,37	308,24	<b>3780,82</b>

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la figura 8 se presentan los resultados del cálculo de las emisiones indirectas del uso de la RED, debidas a la capacidad máxima de generación eléctrica útil para la recarga completa de patinetes eléctricos, (recordar que al ser la recarga renovable sus emisiones son cero, por lo que el cálculo del se realiza teniendo en cuenta la energía generada por el factor de emisión del año 2019 publicado por el MITECO el cual es 0,31 kgCO<sub>2</sub>/kWh, correspondiente a las comercializadoras sin GdO). Como se observa la producción mensual corresponde de adoptar que con una batería media de un patinete es de 0,3276 kWh se pueden recorrer 18 km/día, por lo tanto y a partir de los kilómetros al día de cada unidad SunnerBOX se puede establecer los resultados mensuales adjuntos. A partir de los kWh producidos por la RED al día se procede a su cálculo mensual, obteniendo un total anual de 11.253 kWh lo que corresponde a un ahorro de emisiones anuales de 3.488,5 kgCO<sub>2</sub>. Por lo tanto, el ahorro de emisiones totales del proyecto asciende a 7.268,5 kgCO<sub>2</sub>/año.

**Figura 7: Cálculo ahorro emisiones indirectas por uso de la RED**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
kWh/día recarga completa SunnerBOX	0,64	0,81	1,13	1,48	1,76	2,00	1,90	1,72	1,30	0,86	0,68	0,57	<b>14,833</b>
kWh/día recarga completa RED	30,23	30,40	30,72	31,07	31,35	31,59	31,49	31,31	30,89	30,45	30,27	30,16	<b>369,9514</b>
kWh/mes recarga completa SunnerBOX	19,80	22,73	34,92	44,28	54,45	60,01	58,85	53,32	38,93	26,69	20,37	17,60	<b>451,93512</b>
kWh/mes recarga completa RED	937,19	851,34	952,31	932,08	971,83	947,80	976,24	970,71	926,73	944,08	908,16	934,99	<b>11253,453</b>
Nº Patinetes recarga completa/día	92,28	92,81	93,77	94,84	95,69	96,44	96,13	95,58	94,29	92,96	92,41	92,07	<b>1129,2778</b>
Nº Patinetes recarga completa/mes	2860,78	2598,71	2906,94	2845,17	2966,53	2893,17	2979,96	2963,08	2828,83	2881,79	2772,17	2854,07	<b>34351,2</b>
Ahorro emisiones indirectas (kgCO2)	290,53	263,91	295,22	288,94	301,27	293,82	302,63	300,92	287,28	292,66	281,53	289,85	<b>3488,5705</b>

Fuente: Elaboración propia

## 5. Conclusiones.

La propuesta combinada de las unidades SunnerBOX y la interconexión de las poblaciones metropolitanas e interurbanas a la ciudad de Valencia es capaz de aunar los siguientes aspectos:

- Potenciar el uso ordenado de V $\mu$ MP (Vehículo de micromovilidad personal) como es el patinete eléctrico u otros modos eléctricos de transporte.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes (carril bici) y conexión de tramos inconexos entre poblaciones.
- Uso de la energía solar fotovoltaica como fuente de recarga renovable.
- Elemento móvil de ordenación y ocupación del espacio público y estacionamiento racional de los V $\mu$ MP personales como de alquiler.

Además, otras de las principales ventajas relacionadas con el uso de las unidades SunnerBOX (Martínez-Navarro et al., 2020) que serían incorporadas en este proyecto son las siguientes:

- Aumento de la vida útil de la batería debido a las recargas de oportunidad que evitan estados bajos de carga de la batería indeseados.
- Ampliación de las distancias recorridas durante los viajes diarios entre recargas domiciliarias. Según Martínez et al (2020), teniendo en cuenta los componentes seleccionados para el prototipo experimental y las características estacionales de la región de Valencia, la autonomía adicional proporcionada por la base de recarga SunnerBOX varía de 31. 2 km en diciembre a 109,9 km en junio. El cálculo se ha realizado considerando las especificaciones técnicas de los patinetes más vendidos en la región y considerando un consumo promedio de 12 Wh/km.)
- Incrementar el cambio de los vehículos motorizados tradicionales a un nuevo transporte limpio (Nocerino et al. 2016).
- Resolver el problema de la falta de aparcamiento en los destinos

La presente propuesta pretende fomentar el patinete como modo de transporte poblacional e interpoblacional mediante el aprovechamiento de la infraestructura existente, intentando con ello reducir el uso intensivo de vehículos de combustión en trayectos diarios habituales. El aporte de nuevas soluciones en línea con las directrices marcadas (ver tabla 3) en el ámbito de movilidad sostenible en el marco de la estrategia española de movilidad, es un aspecto muy destacable de la presente propuesta.

**Tabla 3: Soluciones vs directrices**

Solución Propuesta SunnerBOX	Directriz Relacionada
Aporta un modo de ordenación urbana para este tipo de vehículos de micromovilidad personal como es el patinete.	Integrar la movilidad sostenible en la ordenación del territorio, en la planificación urbanística y en las nuevas áreas industriales, desarrollando los mecanismos de coordinación y cooperación administrativa necesarios, especialmente en los ámbitos urbanos y su entorno.
El aprovechamiento de la infraestructura existente como es el carril bici de las poblaciones.	Promover un urbanismo de proximidad, que facilita el uso de los medios de transporte alternativos al automóvil, y potenciar el espacio público multifuncional, equilibrando la preponderancia actual del uso del vehículo privado hacia modos de transporte sostenibles.
La colocación de estas unidades al igual que la capacidad de rectificar las ubicaciones establecidas.	Utilización eficiente de los modos de transporte, favoreciendo el trasvase hacia modos más sostenibles y el desarrollo de la intermodalidad.
La apuesta por una solución innovadora y tecnológica.	Nueva dirección de la innovación tecnológica, que apueste especialmente por la reducción de la potencia, la velocidad y el peso de los vehículos y la introducción del conocimiento en la gestión de la movilidad sostenible.
La posibilidad de disponer de unidades de medición de diferentes valores medioambientales como son CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>2,5</sub> y PM <sub>10</sub> , permite evaluar la calidad del medioambiente mediante diferentes puntos y dispersos entre si en una población incluso en la unión entre ellas, esto pretende contribuir mediante la disposición de datos reales de medidas de actuación.	Evaluación de la calidad del aire
Medidas que permitan el fomento de este tipo de modo de transporte, contribuye en la mejora de salud pública en la reducción de niveles acústicos, reducción de contaminación provocada por otros medios y evitando el sedentarismo de las personas.	Reforzar las actuaciones dirigidas a una mejora de la salud pública.
La incorporación de modos de transporte sostenibles y personales como pueden ser los patinetes con la infraestructura adecuada que permita su implantación de una forma ordenada.	Incentivar los modos de transporte más sostenibles, en especial los colectivos y no ser los patinetes con la infraestructura motorizados. Racionalizar el número de desplazamientos motorizados

Fuente: Elaboración propia

La creación de una red como la propuesta permitirá además la incorporación de empresas sharing del sector de la micromovilidad que incrementaría el uso de este tipo de modo de transporte a la vez que aumentaría la intermodalidad de los modos existentes tanto públicos como privados.

En futuros desarrollos, cada una de estas unidades se prevé equiparlas con la sensórica necesaria para poder obtener los datos principales de salud y contaminación ambiental de forma que permita a la administración local poder gestionar la situación de estos

parámetros en su área de afección, del mismo modo el conjunto de datos de todas estas unidades permitirá obtener datos para su evaluación y refuerzo.

## 6. Referencias.

Á. Aguilera-García, J. Gomez, and N. Sobrino, "Exploring the adoption of moped scooter-sharing systems in Spanish urban areas," *Cities*, vol. 96, pp. 1–13, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.cities.2019.102424.

M. H. Amini, J. Mohammadi, and S. Kar, "Distributed holistic framework for smart city infrastructures: Tale of interdependent electrified transportation network and power grid," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 157535–157554, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950372.

A. Martínez-Navarro, V. -A. Cloquell-Ballester and S. Seguí-Chilet. "Photovoltaic Electric Scooter Charger Dock for the Development of Sustainable Mobility in Urban Environments", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 169486-169495, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3023881>

Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS), Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/estrategia\\_esp\\_movilidad.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/estrategia_esp_movilidad.aspx)

FACTORES DE EMISIÓN REGISTRO DE HUELLA DE CARBONO, COMPENSACIÓN Y PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO, Junio 2020, Versión 15. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores\\_emision\\_tcm30-479095.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf)

G. McKenzie, "Movilidad urbana en la economía colaborativa: una comparación espacio-temporal de los servicios de movilidad compartida", *Computación. Reinventar. Urban Syst.*, vol. 79, enero de 2020. (movilidadelectrica, 2020).

Horizonte Europa (UE-2021-2027). Horizonte Europa: desarrollar la investigación y la innovación en la UE. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/politicas/horizon-europe/>

M. Masoud, M. Elhenawy, MH Almannaa, SQ Liu, S. Glaser y A. Rakotonirainy, "Enfoques heurísticos para resolver el problema de asignación de patinetes eléctricos", *IEEE Access*, vol. 7, págs. 175093-175105, 2019.

B. Peceli, G. Singler, Z. Theisz, C. Hegedus, Z. Szepessy, and P. Varga, "Integrated infrastructure for electro mobility powered by the arrow-head framework," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 73210–73222, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2881498.

Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia (PBMAMV), Noviembre 2018, Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad, Generalitat Valenciana. Disponible en: <http://politicaterritorial.gva.es/es/web/movilidad-urbana/supramunicipales/>

/asset\_publisher/F3LkVyYiHFLR/content/plan-basico-de-movilidad-del-area-metropolitana-de-valenc-1

PNACC (2020). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030, Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), ISBN: 978-84-18508-32-5. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>

Proyecto de Ley de cambio climático y transición energética (PLCCTE), Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/proyecto-de-ley-de-cambio-climatico-y-transicion-energetica.aspx>

R. Nocerino, A. Colorni, F. Lia y A. Luè, "E-bikes y E-scooters para una logística inteligente: Sostenibilidad ambiental y económica en pilotos italianos pro-E-bike", *Transp. Res. Procedia*, vol. 14, págs.2362-2371, enero de 2016.

**Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible**

