

**PROPUESTA DE EMPLAZAMIENTO
Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA
ESTACIONES DE MICROMOVILIDAD
EN MADRID NUEVO NORTE Y SU
ÁREA DE INFLUENCIA**

Autora: Carmen Paulina
Romo de Vivar Arriaga
Tutor: Alejandro García

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO
MÁSTER EN DISEÑO URBANO Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Índice general

Resumen ejecutivo	1
Capítulo 1. Fundamentos	
1.1 Introducción	2
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivo	3
1.3.1 Objetivos específicos	3
1.4 Marco teórico	3
1.5 Marco normativo de la micromovilidad en Madrid	6
Capítulo 2. Zona de estudio	
2.1 Delimitación de la zona de estudio	8
2.2 Usos del suelo	9
2.3 Transporte público	11
Capítulo 3. Metodología	
3.1 Enfoque metodológico	13
3.2 Variables territoriales	13
3.3 Índice de potencial	16
3.4 Resultados	16
Capítulo 4. Propuesta	
4.1 Pabellón Docente	20
4.2 Paseo de la Castellana	24
4.3 Chamartín	28
4.4 Fuencarral	31
4.5 Mateo Inurria	35
4.6 Ronda de las Comunicaciones	39
4.7 Fuente de la Mora	43
4.8 Sanchinarro	46
Conclusiones	51
Referencias	52

Índice de mapas

Mapa 1. Delimitación del proyecto MNN	8
Mapa 2. Usos de suelo	10
Mapa 3. Sistema de transporte público	12
Mapa 4. Estaciones del SBC BiciMAD	14
Mapa 5. Paradas de autobús	15
Mapa 6. Usos atractores	15
Mapa 7. Zonas potenciales para implantar estaciones de micromovilidad	17
Mapa 8. Propuesta de ubicación de las estaciones de micromovilidad	19
Mapa 9. Usos de suelo Estación 1	20
Mapa 10. Transporte público Estación 1	21
Mapa 11. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 1	23
Mapa 12. Usos de suelo Estación 2	24
Mapa 13. Transporte público Estación 2	25
Mapa 14. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 2	27
Mapa 15. Usos de suelo Estación 3	28
Mapa 16. Transporte público Estación 3	29
Mapa 17. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 3	30
Mapa 18. Usos de suelo Estación 4	31
Mapa 19. Transporte público Estación 4	32
Mapa 20. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 4	34
Mapa 21. Usos de suelo Estación 5	35
Mapa 22. Transporte público Estación 5	36
Mapa 23. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 5	38
Mapa 24. Usos de suelo Estación 6	39
Mapa 25. Transporte público Estación 6	40
Mapa 26. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 6	42
Mapa 27. Usos de suelo Estación 7	43
Mapa 28. Transporte público Estación 7	44
Mapa 29. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 7	45
Mapa 30. Usos de suelo Estación 8	46
Mapa 31. Transporte público Estación 8	47
Mapa 32. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 8	49

Índice de imágenes

Imagen 1. Mapa de la Zona de Bajas Emisiones de Madrid	4
Imagen 2. Uso de scooters eléctricos compartidos en Madrid	5
Imagen 3. Vehículos de micromovilidad y otros modos	6
Imagen 4. Distribución porcentual de usos del suelo en MNN	9
Imagen 5. Emplazamiento de la Estación 1	22
Imagen 6. Situación actual de la Estación 1	22
Imagen 7. Propuesta de la Estación de micromovilidad 1	22
Imagen 8. Emplazamiento de la Estación 2	26
Imagen 9. Situación actual de la Estación 2	26
Imagen 10. Propuesta de la Estación de micromovilidad 2	26
Imagen 11. Emplazamiento de la Estación 5	35
Imagen 12. Situación actual de la Estación 5	36
Imagen 13. Propuesta de la Estación de micromovilidad 5 fase 1	36
Imagen 14. Propuesta de la Estación de micromovilidad 5 fase 2	36
Imagen 15. Emplazamiento de la Estación 6	40
Imagen 16. Situación actual de la Estación 6	40
Imagen 17. Propuesta de la Estación de micromovilidad 6	40
Imagen 18. Emplazamiento de la Estación 7	44
Imagen 19. Situación actual de la Estación 7	44
Imagen 20. Propuesta de la Estación de micromovilidad 7	44
Imagen 21. Emplazamiento de la Estación 8	48
Imagen 22. Situación actual de la Estación 8	48
Imagen 23. Propuesta de la Estación de micromovilidad 8	48

Índice de tablas

Tabla 1. Ponderación de criterios	16
Tabla 2. Tabla de atributos de la capa de zonas potenciales para implantar estaciones de micromovilidad	18
Tabla 3. Tabla resumen de las estaciones de micromovilidad y sus principales características	50

Resumen ejecutivo

Madrid Nuevo Norte constituye una de las mayores operaciones de regeneración urbana en Europa y representa una oportunidad estratégica para replantear los modelos de movilidad urbana hacia sistemas más sostenibles, accesibles e intermodales. La transformación del entorno de la estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor implicará la incorporación de nuevos desarrollos residenciales, terciarios y dotacionales que generarán una elevada demanda de desplazamientos de corta y media distancia.

En este contexto, la micromovilidad —entendida como el conjunto de modos de transporte ligeros destinados a desplazamientos urbanos de corta distancia, como bicicletas, bicicletas eléctricas y vehículos de movilidad personal— puede desempeñar un papel clave en la resolución de los desplazamientos de primera y última milla, facilitando la conexión entre los nodos de transporte público y los destinos finales.

El presente Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo definir criterios de localización estratégica y lineamientos de diseño urbano para estaciones de micromovilidad en el ámbito de Madrid Nuevo Norte y su área de influencia, con el fin de reforzar la intermodalidad con el sistema de transporte público y mejorar la accesibilidad urbana.

Para ello se desarrolló una metodología basada en análisis espacial multicriterio implementada en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que integra variables territoriales relacionadas con la proximidad a infraestructuras de transporte público, estaciones del sistema de bicicleta pública, paradas de autobús y usos urbanos generadores de viajes.

Los resultados permitieron identificar ocho zonas estratégicas para la implantación de estaciones de micromovilidad, configurando una red orientada a mejorar las conexiones de primera y última milla entre la estación de Chamartín, los nuevos desarrollos urbanos de Madrid Nuevo Norte y los barrios colindantes.

Palabras clave: micromovilidad, intermodalidad, movilidad sostenible, Madrid Nuevo Norte, última milla.



Capítulo 1. Fundamentos

1.1	INTRODUCCIÓN
1.2	JUSTIFICACIÓN
1.3	OBJETIVOS
1.4	MARCO TEÓRICO
1.5	NORMATIVA

1.1 Introducción

Los grandes proyectos de regeneración urbana representan una oportunidad estratégica para transformar los modelos de movilidad de las ciudades contemporáneas, orientándolos hacia sistemas más sostenibles, eficientes y accesibles para la ciudadanía. En este contexto, Madrid Nuevo Norte (MNN) se configura como una de las intervenciones urbanísticas de mayor escala en Europa y como uno de los proyectos de transformación urbana más relevantes en España en las últimas décadas.

El ámbito de Madrid Nuevo Norte se articula en torno al nodo ferroviario de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor, un punto de gran relevancia dentro del sistema de transporte metropolitano y nacional. Históricamente, la infraestructura ferroviaria ha funcionado como una barrera física y funcional entre distintos tejidos urbanos, generando problemas de conectividad territorial y fragmentación urbana. La transformación prevista en el ámbito ofrece la posibilidad de superar estas limitaciones mediante una reorganización del espacio urbano y del sistema de movilidad asociado.

La magnitud del desarrollo proyectado implica una elevada generación de desplazamientos cotidianos, particularmente de corta y media distancia, entre la estación de Chamartín, los nuevos desarrollos urbanos y los barrios consolidados del entorno. En este tipo de contextos urbanos, caracterizados por una alta concentración de actividades y una fuerte presencia de infraestructuras de transporte público, la eficiencia del sistema de movilidad no depende únicamente de la capacidad de los modos de transporte de alta demanda, sino también de la calidad de las conexiones locales que permiten articular los desplazamientos entre los nodos intermodales y los destinos finales.

En este sentido, la resolución de los desplazamientos de primera y última milla adquiere un papel fundamental para garantizar una accesibilidad urbana eficiente y coherente con los principios de movilidad sostenible y ciudad de proximidad. La micromovilidad —entendida como el conjunto de modos de transporte ligeros destinados a desplazamientos urbanos de corta distancia, como bicicletas, bicicletas eléctricas y vehículos de

movilidad personal— emerge como una herramienta estratégica para mejorar la accesibilidad en entornos urbanos densos y altamente conectados.

No obstante, la experiencia reciente en diversas ciudades ha demostrado que la expansión de estos sistemas también plantea retos significativos en relación con la organización del espacio público, los conflictos de convivencia con peatones y la ausencia de criterios claros para la implantación de estaciones o áreas de estacionamiento. En ausencia de una planificación adecuada, estos sistemas pueden generar externalidades negativas que afectan la calidad y funcionalidad del espacio urbano.

En este contexto, el presente Trabajo Fin de Máster se orienta a desarrollar un marco técnico de criterios de localización y lineamientos de diseño urbano para estaciones de micromovilidad en el ámbito de Madrid Nuevo Norte y su entorno inmediato. La propuesta busca contribuir a una integración ordenada de estos sistemas en el espacio público y reforzar su papel como complemento funcional del transporte público dentro de una estrategia más amplia de movilidad urbana sostenible.

1.2 Justificación

El proyecto Madrid Nuevo Norte se desarrolla en torno a la estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor, uno de los nodos de transporte más relevantes del sistema ferroviario español. La elevada concentración de infraestructuras de transporte público, junto con la incorporación de nuevos desarrollos residenciales, terciarios y dotacionales, configura un entorno urbano caracterizado por una intensa generación de desplazamientos.

En este tipo de contextos urbanos de alta accesibilidad, una parte significativa de los desplazamientos cotidianos corresponde a trayectos de corta distancia entre estaciones de transporte público, áreas de empleo, equipamientos y zonas residenciales. Estos desplazamientos constituyen el eslabón final del sistema de movilidad y condicionan en gran medida la eficiencia global del transporte público.

La micromovilidad se presenta como una herramienta especialmente adecuada para resolver estos desplazamientos de proximidad, ampliando el radio efectivo de captación de los sistemas de transporte masivo y facilitando la intermodalidad entre distintos modos de transporte. Sin embargo, la implantación de estos sistemas requiere una planificación cuidadosa que garantice su integración con el espacio público y evite conflictos con otros usos urbanos.

En la práctica, la expansión de la micromovilidad en numerosas ciudades se ha producido de forma relativamente rápida y, en muchos casos, sin criterios claros de localización y diseño de estaciones o áreas de estacionamiento. Esta situación ha generado problemas relacionados con la ocupación desordenada del espacio público, la interferencia con itinerarios peatonales y la falta de integración con las infraestructuras de transporte existentes.

Ante este escenario, resulta necesario desarrollar criterios técnicos que orienten la localización estratégica de estaciones de micromovilidad y su adecuada integración en el espacio urbano. En el caso de Madrid Nuevo Norte, la escala y complejidad del proyecto urbano ofrecen una oportunidad única para incorporar estos criterios desde las primeras fases de planificación, evitando problemas detectados en otros contextos urbanos.

1.3 Objetivo

Definir la localización estratégica de una red de estaciones de micromovilidad en el ámbito de Madrid Nuevo Norte y su entorno inmediato, estableciendo lineamientos de diseño urbano y criterios técnicos de emplazamiento orientados a reforzar la intermodalidad con la estación de Chamartín.

1.3.1 Objetivos específicos

- Elaborar una matriz de criterios de emplazamiento de estaciones.
- Proponer una red de estaciones y priorizar ubicaciones mediante evaluación multicriterio.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Movilidad sostenible y accesibilidad en Madrid

En la ciudad de Madrid, la movilidad urbana sostenible ha evolucionado desde un paradigma centrado en la capacidad viaria y la fluidez del tráfico hacia un enfoque estructurado en torno al concepto de accesibilidad.

Este cambio implica que el objetivo principal del sistema de transporte ya no es maximizar desplazamientos motorizados, sino garantizar que la población pueda acceder a oportunidades urbanas como empleo, educación, servicios y equipamientos en condiciones de seguridad, equidad, eficiencia temporal y bajo impacto ambiental.

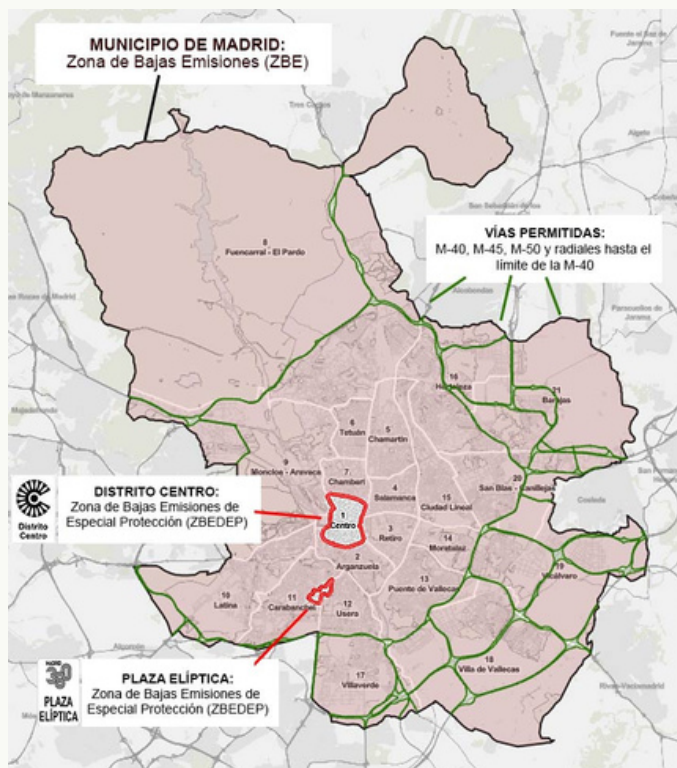
La implementación progresiva de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE), especialmente a partir de Madrid Central, ha representado un punto de inflexión en esta transición.

La evidencia empírica muestra que estas políticas pueden reducir significativamente el tráfico dentro del área regulada, aunque también pueden generar desplazamientos espaciales del flujo vehicular hacia áreas limítrofes si no se acompañan de medidas estructurales complementarias (Tassinari, 2024).

Asimismo, se ha observado que este tipo de políticas puede inducir cambios en el reparto modal, favoreciendo modos más sostenibles cuando existen alternativas competitivas (Tarriño-Ortiz et al., 2022).

Desde una perspectiva socioespacial, la accesibilidad sostenible no puede evaluarse únicamente en términos ambientales. Navarro-Ligero et al. (2025) evidencian que la forma urbana, la dependencia previa del automóvil y la localización residencial condicionan los efectos sociales de las restricciones al tráfico, lo que subraya la necesidad de integrar criterios de equidad territorial en la planificación de la movilidad.

Imagen 1. Mapa de la Zona de Bajas Emisiones de Madrid. Fuente: Ayuntamiento de Madrid. (2023).



En MNN, este marco adquiere gran relevancia, Chamartín funciona como nodo intermodal metropolitano y nacional, concentrando flujos ferroviarios de larga distancia, Cercanías y Metro. En este contexto, la sostenibilidad no depende exclusivamente de la reducción de emisiones, sino de la capacidad del sistema para garantizar la intermodalidad eficiente y accesos de calidad.

Por ello, la planificación en este entorno debe priorizar la continuidad peatonal, la conectividad ciclista y la reducción de fricciones en los intercambios modales, midiendo el rendimiento del sistema en términos de tiempos puerta-a-puerta, seguridad y legibilidad espacial (Tarrío-Ortiz et al., 2022; Tassinari, 2024).

1.4.2 Micromovilidad en Madrid

La micromovilidad engloba modos ligeros — bicicletas, bicicletas eléctricas, patinetes eléctricos y otros Vehículos de Movilidad Personal — orientados principalmente a desplazamientos de corta distancia, generalmente inferiores a cinco kilómetros, y con alto potencial de integración con el transporte público. En Madrid, su desarrollo ha sido particularmente visible a través de sistemas compartidos, consolidándose progresivamente como componente estructural del ecosistema de movilidad urbana.

El primer gran hito en este proceso fue la implantación del sistema público de bicicleta eléctrica BiciMAD, que supuso una innovación relevante al incorporar asistencia eléctrica en una ciudad con pendientes pronunciadas. La evaluación longitudinal del sistema demuestra que su consolidación como alternativa cotidiana depende de factores como la fiabilidad operativa, la densidad de estaciones y su integración con la red urbana y el transporte público (Julio & Monzón, 2022).

Actualmente, BiciMAD cuenta con una red extensa de estaciones distribuidas por la ciudad, incluyendo el entorno de Chamartín, donde actúa como conector de última milla hacia estaciones ferroviarias y nodos de actividad.

En paralelo, el despliegue de patinetes eléctricos compartidos marcó una segunda fase en la expansión de la micromovilidad en Madrid. A partir de 2018 se produjo una rápida entrada de operadores privados bajo un modelo predominantemente “free-floating” (sin base fija), en el que los vehículos podían estacionarse en el espacio público dentro de áreas autorizadas. Entre las empresas que han operado en la ciudad se encuentran Lime, Tier, Dott y otras compañías que, con el tiempo, han visto modificadas sus condiciones de operación mediante procesos de licitación y autorización municipal.

La evolución del modelo ha estado marcada por una transición desde un esquema inicialmente más flexible hacia un sistema progresivamente regulado.

La administración municipal introdujo limitaciones en el número de operadores, exigencias de redistribución territorial, control de estacionamiento y obligaciones de retirada de vehículos mal estacionados. Este proceso respondió a problemas detectados en la fase inicial de expansión, tales como ocupación indebida de aceras, acumulación desordenada de vehículos y conflictos con peatones, especialmente en áreas de alta intensidad urbana.

A diferencia de BiciMAD, los patinetes eléctricos compartidos en Madrid no operan mediante estaciones físicas obligatorias en toda la ciudad, sino mediante un sistema mixto que combina estacionamiento en reservas específicas con delimitaciones digitales (geocercas).

En determinadas zonas se han establecido áreas obligatorias de estacionamiento señalizadas, pero el modelo no constituye una red estructurada de estaciones con anclajes fijos comparables al sistema de bicicleta pública. Esta diferencia es relevante desde el punto de vista del diseño urbano, ya que el modelo sin base fija genera mayor dispersión espacial y exige mecanismos de control más intensivos para evitar externalidades negativas.

En el entorno de Chamartín, la presencia de patinetes eléctricos ha sido significativa debido a la concentración de actividad terciaria, nodos de transporte y flujos laborales. Sin embargo, no existe actualmente una red formalizada de estaciones específicas de patinetes en el ámbito inmediato del intercambiador ferroviario. La operativa se basa principalmente en estacionamiento regulado dentro de áreas permitidas, lo que puede generar tensiones en zonas de alta densidad peatonal si no se acompaña de delimitaciones físicas claras.

Desde el punto de vista técnico y normativo, la introducción masiva de patinetes eléctricos ha planteado desafíos de seguridad vial y convivencia modal. La coexistencia de vehículos con distintas velocidades y masas en infraestructuras originalmente concebidas para bicicletas o tráfico calmado incrementa el potencial de conflicto si no se adapta la sección viaria y el control de velocidad (Anaya-Boig, 2022).

Asimismo, investigaciones recientes sobre el uso de patinetes eléctricos en Madrid muestran que su adopción está condicionada por factores espaciales y actitudinales, y que su capacidad para sustituir viajes en automóvil depende de la calidad de la infraestructura y de su integración efectiva con el transporte público (Aguilera-García et al., 2024).

Imagen 2. Uso de scooters eléctricos compartidos en Madrid.
Fuente: Banco de imágenes de micromovilidad (Shutterstock/iStock), s.f.).



1.4.3 Sistemas de última milla y función estructurante

El concepto de primera y última milla describe los tramos que conectan el origen o destino final con un modo troncal de transporte. En nodos de alta intensidad como Chamartín, estos tramos concentran las principales fricciones de accesibilidad: discontinuidades peatonales, barreras infraestructurales, cruces complejos y largos tiempos de acceso.

La literatura reciente sobre localización de “mobility hubs” destaca que la implantación de puntos de intercambio basados en micromovilidad debe sustentarse en determinantes espaciales medibles —proximidad al transporte público, centralidad funcional, intensidad de actividad urbana y capacidad física del espacio— con el fin de maximizar eficiencia y minimizar conflictos (Arias Molineros et al., 2023).

Aplicado a Chamartín–MNN, esto implica que la red de estaciones de micromovilidad debe concebirse como infraestructura de intermodalidad, diseñada explícitamente para reducir tiempos de acceso a andenes y distribuir flujos de viajeros hacia ambos lados de posibles barreras urbanas. En este sentido, la micromovilidad actúa como sistema de última milla siempre que esté integrada física y funcionalmente al nodo ferroviario y a su entorno urbano inmediato.

1.4.4 Diseño urbano, espacio público y convivencia modal

La integración de la micromovilidad en Madrid se produce en un espacio público caracterizado por alta competencia entre usos. La evidencia académica subraya que, en ausencia de adaptación geométrica y control efectivo de velocidad, la convivencia entre bicicletas y patinetes puede incrementar conflictos y percepción de inseguridad (Anaya-Boig, 2022).

Por ello, el diseño urbano en el ámbito Chamartín–MNN debe estructurarse según una jerarquía funcional clara:

1. Prioridad peatonal absoluta, garantizando itinerarios continuos, accesibles y libres de obstáculos, especialmente en accesos a la estación de micromovilidad.
2. Conectividad ciclista segura y coherente, vinculando estaciones a infraestructuras protegidas o calles calmadas.
3. Gestión ordenada del estacionamiento, evitando invasiones del espacio peatonal.
4. Integración visual y funcional, mediante señalética clara, materiales coherentes e iluminación adecuada que refuerce seguridad y legibilidad.

En desarrollos urbanos de nueva generación como Madrid Nuevo Norte, existe la oportunidad de establecer estándares de calidad desde el diseño inicial, evitando la acumulación posterior de soluciones improvisadas. Así, la micromovilidad puede consolidarse como componente estructural del sistema de accesibilidad metropolitano, siempre que su implantación responda a criterios técnicos, espaciales y de equidad coherentes con la estrategia de movilidad sostenible de la ciudad.

Imagen 3. Vehículos de micromovilidad y otros modos estacionados en acera en Madrid, evidenciando la competencia por el espacio público y los conflictos de convivencia modal. Fuente: El País (2023).



1.5 Marco normativo de la micromovilidad en Madrid

El marco normativo que regula la micromovilidad en Madrid constituye un elemento estructurante para cualquier propuesta de implantación de estaciones de bicicletas y vehículos de movilidad personal (VMP). Si bien la normativa vigente establece con claridad las condiciones de circulación y estacionamiento en el espacio público, no desarrolla estándares técnicos específicos para el diseño y localización estratégica de estaciones formales de micromovilidad. Esta situación genera un contexto regulado en términos de uso del espacio urbano, pero con vacíos operativos relevantes que inciden directamente en la planificación de infraestructuras en ámbitos de alta intensidad como Chamartín–Madrid Nuevo Norte (MNN).

En el ámbito municipal, la regulación de la movilidad sostenible define el régimen general de utilización del espacio público, priorizando la protección del peatón y estableciendo reglas claras sobre dónde y cómo pueden circular y estacionar bicicletas y VMP. Esta normativa consolida un principio fundamental para el diseño urbano contemporáneo: la jerarquía del espacio

público sitúa al peatón como usuario prioritario, condicionando cualquier intervención que implique ocupación de acera o zonas estanciales. En consecuencia, la implantación de estaciones de micromovilidad debe garantizar la continuidad peatonal, respetar anchos libres mínimos y evitar interferencias con itinerarios accesibles, pavimentos táctiles o áreas sensibles como paradas de transporte público.

En materia de estacionamiento, la regulación favorece la utilización de reservas específicas y señalizadas, limitando el estacionamiento informal en aceras y estableciendo condiciones estrictas cuando este se permite de manera excepcional. Esta orientación normativa refuerza la necesidad de infraestructura formal de anclaje y ordenación espacial, lo que constituye un argumento sólido para el desarrollo de estaciones estructuradas en lugar de esquemas dispersos o desorganizados. Sin embargo, aunque la normativa delimita el “dónde no”, no establece con precisión el “cómo”: no define dimensiones mínimas de estación, criterios de capacidad, parámetros de integración urbana ni estándares de diseño que aseguren coherencia territorial.

En relación con la circulación, el marco regulador delimita los espacios habilitados para los VMP, restringiendo su presencia en aceras y vías de alta velocidad, y orientando su uso hacia carriles bici y calles calmadas. Esta delimitación introduce un condicionante espacial directo para la localización de estaciones: su implantación debe vincularse necesariamente a una red ciclable funcional o a entornos viarios con velocidades reducidas.

La mera disponibilidad de espacio no resulta suficiente si no existe continuidad segura para la entrada y salida de los usuarios. En el entorno de Chamartín, caracterizado por grandes ejes viarios, flujos peatonales intensivos y barreras infraestructurales asociadas al ferrocarril, este criterio adquiere especial relevancia, ya que la seguridad y la legibilidad del itinerario condicionan la viabilidad operativa del sistema.

A nivel estatal, la definición técnica de los VMP establece parámetros claros en cuanto a velocidad máxima por diseño y tipología del vehículo, lo que

contribuye a homogeneizar el marco de seguridad vial. Desde la perspectiva del diseño urbano, estos parámetros implican la necesidad de infraestructuras compatibles con velocidades moderadas y refuerzan la exigencia de separación funcional respecto al peatón. No obstante, al igual que ocurre en el ámbito municipal, la normativa estatal no aborda estándares específicos para estaciones ni criterios de integración intermodal, dejando un margen técnico significativo para el desarrollo de propuestas proyectuales.

El análisis conjunto del marco normativo permite identificar una situación paradójica: existe una regulación clara sobre comportamiento y uso del espacio, pero no sobre infraestructura estratégica. Esta ausencia constituye, al mismo tiempo, una limitación y una oportunidad. Es una limitación porque puede generar soluciones heterogéneas o improvisadas en ausencia de criterios técnicos unificados; pero es también una oportunidad porque habilita el desarrollo de estándares propios adaptados a contextos específicos como Madrid Nuevo Norte, donde la planificación urbana de nueva generación permite anticipar necesidades futuras de movilidad.



Capítulo 2. Zona de estudio

2.1 DELIMITACIÓN

2.2 USOS DE SUELO

2.3 TRANSPORTE PÚBLICO

2.1 Delimitación de la zona de estudio

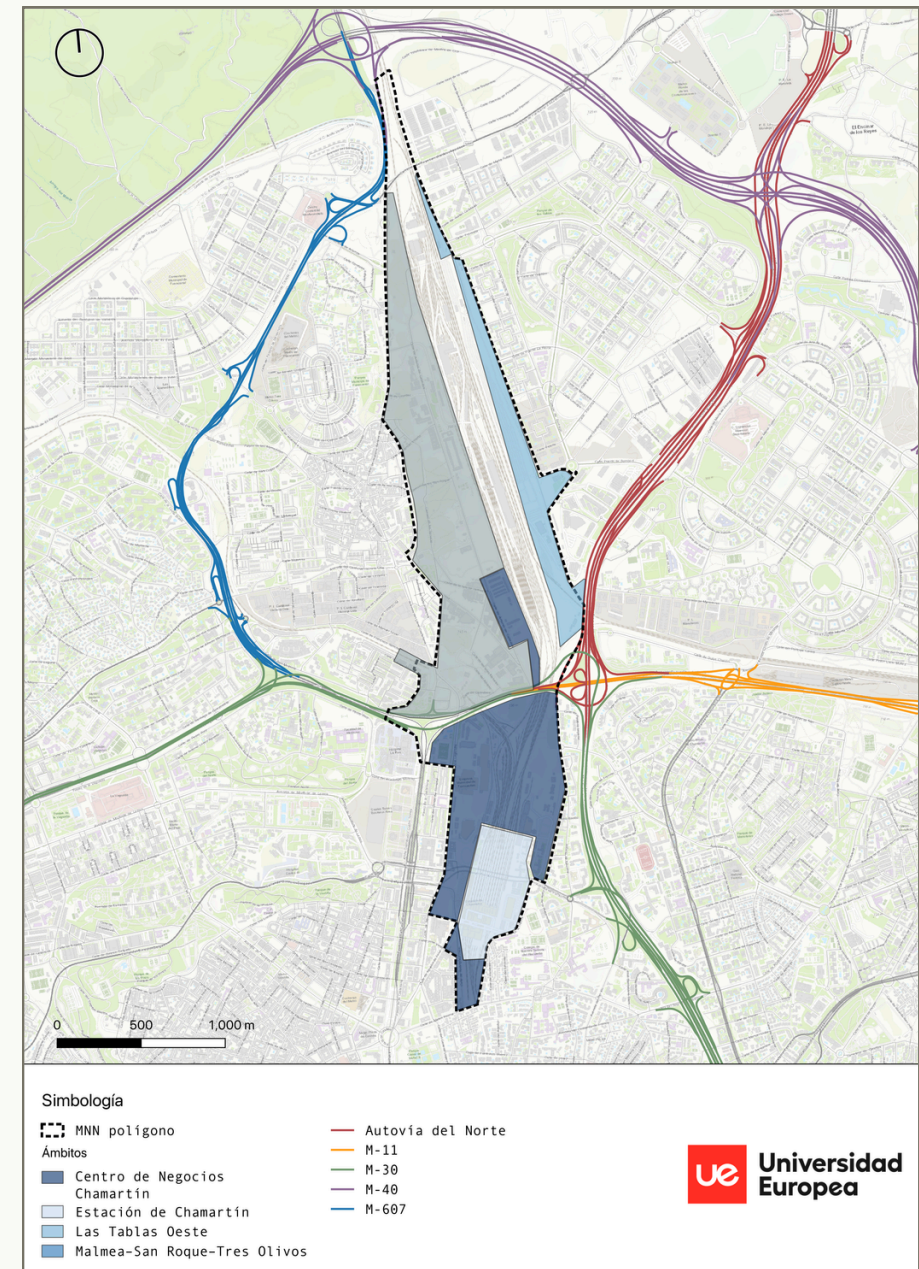
Madrid Nuevo Norte (MNN) se configura como la principal operación de regeneración urbana en curso en la ciudad de Madrid y una de las intervenciones estratégicas de mayor escala en el contexto europeo contemporáneo. El ámbito se localiza en el sector norte del municipio, estructurado longitudinalmente en torno al corredor ferroviario de Chamartín y al eje de prolongación del Paseo de la Castellana. Su posición territorial no es periférica, sino intermedia: conecta tejidos urbanos consolidados —como Chamartín, Tetuán y Fuencarral— con áreas de expansión reciente como Las Tablas y Sanchinarro, desempeñando un papel articulador dentro del sistema urbano metropolitano.

El ámbito abarca aproximadamente 2,3 millones de metros cuadrados de superficie, distribuidos en sectores funcionales diferenciados que incluyen a la estación, el Centro de Negocios Chamartín y las áreas residenciales y mixtas de Malmea-San Roque-Tres Olivos y Las Tablas Oeste. Esta escala territorial no solo implica una transformación física del suelo, sino una reconfiguración estructural del eje norte de Madrid, reforzando la centralidad económica y funcional del corredor Castellana.

Desde el punto de vista metropolitano, el área presenta una localización estratégica asociada a infraestructuras de alta capacidad: la M-30 y la M-40 como anillos de distribución regional, la A-1 como corredor de acceso norte, y el sistema ferroviario nacional y de cercanías con epicentro en la estación de Chamartín. Esta estación constituye uno de los nodos ferroviarios más relevantes del país, integrando servicios de alta velocidad, media y larga distancia, así como red de Cercanías y varias líneas de Metro.

La literatura en planificación urbana señala que la proximidad a nodos de transporte de alta capacidad incrementa significativamente la eficiencia de los sistemas de movilidad complementarios, especialmente aquellos asociados a la última milla (Cervero & Kockelman, 1997; Bertolini, 1999). En este sentido, la posición estratégica de MNN lo convierte en un entorno idóneo para el desarrollo de infraestructuras de micromovilidad articuladas con sistemas masivos.

Mapa 1. Delimitación del proyecto MNN. Fuente: elaboración propia

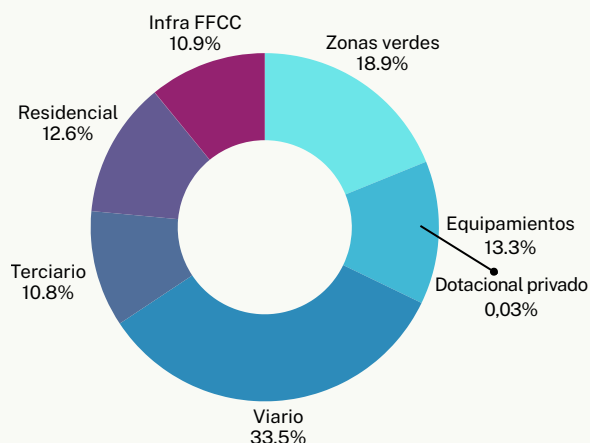


2.2 Usos del suelo

La estructura funcional de Madrid Nuevo Norte debe analizarse en una doble escala: interna —correspondiente al ámbito delimitado por el planeamiento— y externa —vinculada al tejido urbano circundante—, dado que los patrones de movilidad no responden a límites administrativos sino a lógicas metropolitanas integradas. La dinámica de desplazamientos diarios en este sector del norte de Madrid se configura por la interacción entre áreas residenciales, nuevas centralidades terciarias, infraestructuras ferroviarias de carácter nacional y desarrollos urbanos recientes.

El ámbito proyectado presenta una superficie total de 2.357.443 m², cuya distribución revela un modelo urbano estructuralmente equilibrado entre funciones públicas y privadas. El 76,56 % del suelo se destina a usos públicos, mientras que el 23,44 % corresponde a usos lucrativos.

Imagen 4. Distribución porcentual de usos del suelo en MNN. Fuente: Dossier informativo Distrito Castellana Norte, 2023).



Esta proporción es significativa, ya que evidencia que la operación no se limita a una transformación inmobiliaria, sino que incorpora una fuerte componente estructurante vinculada a infraestructuras, espacio público y dotaciones colectivas.

Dentro del conjunto de usos públicos, el viario representa el 33,51 % del total, constituyendo el elemento dominante en términos de superficie. Este dato no solo refleja la magnitud de la intervención infraestructural, sino que tiene implicaciones directas sobre la configuración de la movilidad. Una proporción de viario superior al 30 % indica una red extensa que articula tanto conexiones metropolitanas como distribución interna. Desde la perspectiva de la micromovilidad, esta condición supone una doble oportunidad: por un lado, posibilita la integración de infraestructura ciclista y zonas calmadas; por otro, requiere una planificación precisa para evitar que la jerarquía viaria favorezca la primacía del vehículo privado en detrimento de modos activos.

Las zonas verdes alcanzan el 18,86 % de la superficie, consolidando una red de espacios abiertos de escala significativa. En términos urbanos, esta proporción supera la de muchos desarrollos tradicionales y se alinea con estándares contemporáneos de calidad ambiental y sostenibilidad. Los corredores verdes y parques proyectados no solo cumplen una función ambiental y paisajística, sino que pueden estructurar itinerarios seguros y atractivos para bicicletas y vehículos de movilidad personal.

Los equipamientos ocupan el 13,30 % del ámbito, lo que implica una dotación sustancial de servicios públicos y colectivos. La presencia de equipamientos educativos, sanitarios y administrativos introduce patrones de movilidad diversificados a lo largo del día, con flujos menos concentrados que los asociados exclusivamente al empleo terciario. Esta distribución temporal de la demanda favorece la viabilidad operativa de sistemas de micromovilidad, al evitar una dependencia excesiva de los picos horarios.

En cuanto a los usos lucrativos, el uso residencial representa el 12,60 % de la superficie total, mientras que el uso terciario alcanza el 10,81 %. Aunque estos porcentajes puedan parecer moderados respecto al total, su análisis debe realizarse considerando que la superficie restante corresponde en gran medida a infraestructuras y espacio público estructurante. En términos edificables, la concentración de vivienda y oficinas se traduce en tejidos de intensidad media-alta.

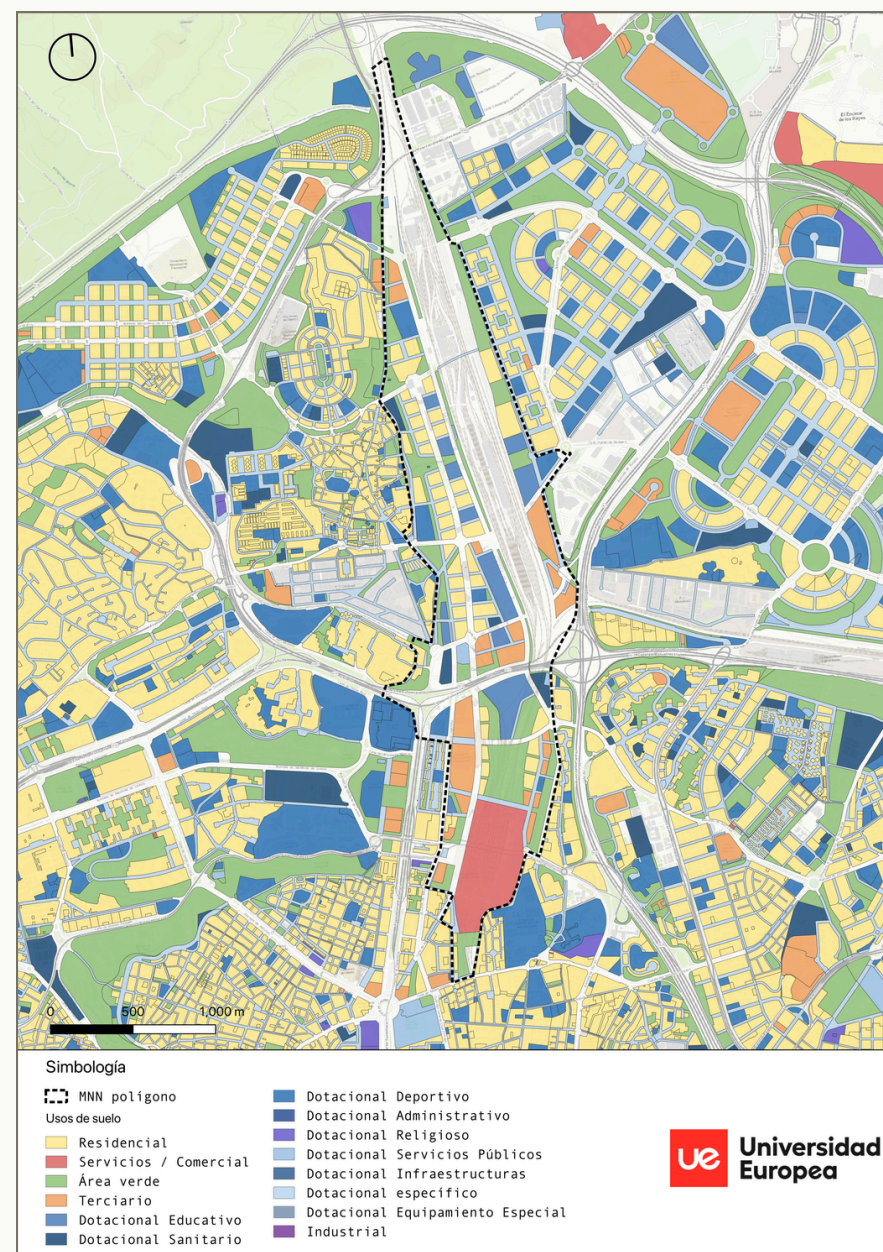
La previsión de más de 10.000 viviendas permite estimar densidades residenciales significativas en las parcelas edificables. Si se considera una ocupación media de 2,5 personas por vivienda, el desarrollo podría albergar una población residente superior a 25.000 habitantes en su fase consolidada. En sectores centrales, las densidades podrían situarse en el rango de 100 a 150 viviendas por hectárea, lo que implica densidades poblacionales superiores a 250 habitantes por hectárea en determinadas áreas. Estas magnitudes son coherentes con entornos urbanos compactos orientados al transporte público, donde la proximidad entre vivienda, empleo y servicios favorece la reducción de distancias medias de viaje y el incremento de la cuota modal de modos sostenibles.

Por su parte, el 10,81 % destinado a uso terciario adquiere una relevancia estratégica particular, ya que se concentra principalmente en el entorno inmediato de la estación de Chamartín. La implantación de un centro de negocios de escala metropolitana implica una elevada densidad de empleo y una intensa atracción diaria de población flotante. En distritos financieros consolidados, las densidades pueden superar los 300 empleos por hectárea en áreas núcleo, generando flujos bidireccionales en horas punta vinculados a la red ferroviaria y metropolitana. Este patrón es determinante para la planificación de infraestructuras de última milla, dado que las distancias entre nodos intermodales y destinos finales suelen situarse entre 1 y 3 km.

El mapa de usos del suelo y vialidades incluido en este capítulo permite visualizar la interacción entre el ámbito proyectado y los tejidos circundantes, evidenciando gradientes de intensidad funcional y áreas de transición. Esta representación identifica las zonas de mayor generación y atracción de viajes, así como corredores estratégicos donde la implantación de estaciones podría maximizar su eficiencia territorial y operativa.

No obstante, el análisis funcional no puede limitarse al ámbito proyectado. El entorno inmediato desempeña un papel fundamental en la generación y distribución de viajes. Al sur y suroeste se localizan barrios consolidados como Chamartín y Tetuán, caracterizados por tejido residencial continuo, comercio de proximidad y equipamientos consolidados.

Mapa 2. Usos de suelo. Fuente: elaboración propia



Estas áreas presentan densidades medias-altas y una estructura viaria tradicional que favorece desplazamientos peatonales y ciclistas de corta distancia: hacia el norte y noreste se sitúan desarrollos más recientes como Las Tablas y Sanchinarro, con una morfología más abierta, mayores secciones viarias y una mezcla funcional menos intensa que en los barrios históricos. Sin embargo, estos sectores concentran importantes áreas empresariales y equipamientos que generan desplazamientos diarios hacia Madrid Nuevo Norte, ampliando su área funcional efectiva.

Asimismo, la proximidad al Hospital Universitario La Paz y a complejos administrativos y educativos de escala metropolitana introduce flujos adicionales. Estos desplazamientos no responden exclusivamente a patrones laborales convencionales, sino que incorporan viajes por motivos de salud, formación y gestión administrativa, incrementando la diversidad temporal de la demanda.

Desde un punto de vista cuantitativo, la combinación de población residente estimada, empleo terciario proyectado y equipamientos del ámbito y su entorno inmediato puede generar un volumen de desplazamientos diarios que se sitúe en el orden de varias decenas de miles de viajes. Si se considera una tasa media de 2,5 a 3 desplazamientos por persona residente, junto con los viajes asociados a población laboral y usuarios de equipamientos, el sistema de movilidad deberá absorber una carga significativa de movimientos cotidianos, especialmente en horas punta.

La literatura especializada en morfología urbana y generación de viajes ha demostrado que la densidad y la mezcla funcional constituyen variables determinantes en la reducción de la dependencia del vehículo privado y en la promoción de modos sostenibles (Ewing & Cervero, 2010).

En este contexto, la estructura cuantitativa de Madrid Nuevo Norte, caracterizada por una elevada proporción de espacio público estructurante y una mezcla equilibrada de usos residenciales y terciarios, ofrece condiciones favorables para la implantación planificada de estaciones de micromovilidad.

2.3 Transporte Público

El sistema de transporte público constituye el principal elemento estructurante de la movilidad en el ámbito de Madrid Nuevo Norte. La configuración territorial del área se encuentra profundamente condicionada por el corredor ferroviario de Chamartín, que históricamente ha actuado tanto como infraestructura articuladora a escala metropolitana como barrera física entre tejidos urbanos. La transformación proyectada no solo reconfigura este espacio desde el punto de vista urbanístico, sino que consolida su papel como nodo intermodal de máxima jerarquía dentro del sistema regional.

El mapa de transporte público incorporado en este capítulo evidencia una elevada densidad de infraestructuras y estaciones en el área de influencia. Además del nodo principal de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor, se identifican múltiples estaciones de Metro, como Plaza de Castilla, Begoña, Fuencarral, Las Tablas y Tres Olivos, así como estaciones de Cercanías que refuerzan la conectividad regional del eje norte.

A ello se suma una red extensa de autobuses urbanos e interurbanos, cuyos recorridos enlazan tanto los barrios consolidados como las áreas de expansión reciente. En conjunto, esta concentración nodal genera un elevado potencial de intermodalidad, aunque también implica una fuerte presión sobre el espacio público en puntos específicos, especialmente en accesos a estaciones y áreas de intercambio modal.

Desde la perspectiva de la accesibilidad, la eficiencia de los nodos intermodales no depende únicamente de la oferta de transporte masivo, sino también de la calidad de las conexiones de primera y última milla. La literatura especializada ha señalado que la reducción del tiempo de desplazamiento puerta a puerta constituye un factor determinante en la elección modal, de modo que la competitividad del transporte público se ve reforzada cuando existen opciones complementarias que facilitan el acceso final al destino. En este contexto, la incorporación planificada de estaciones de micromovilidad en proximidad a accesos ferroviarios y

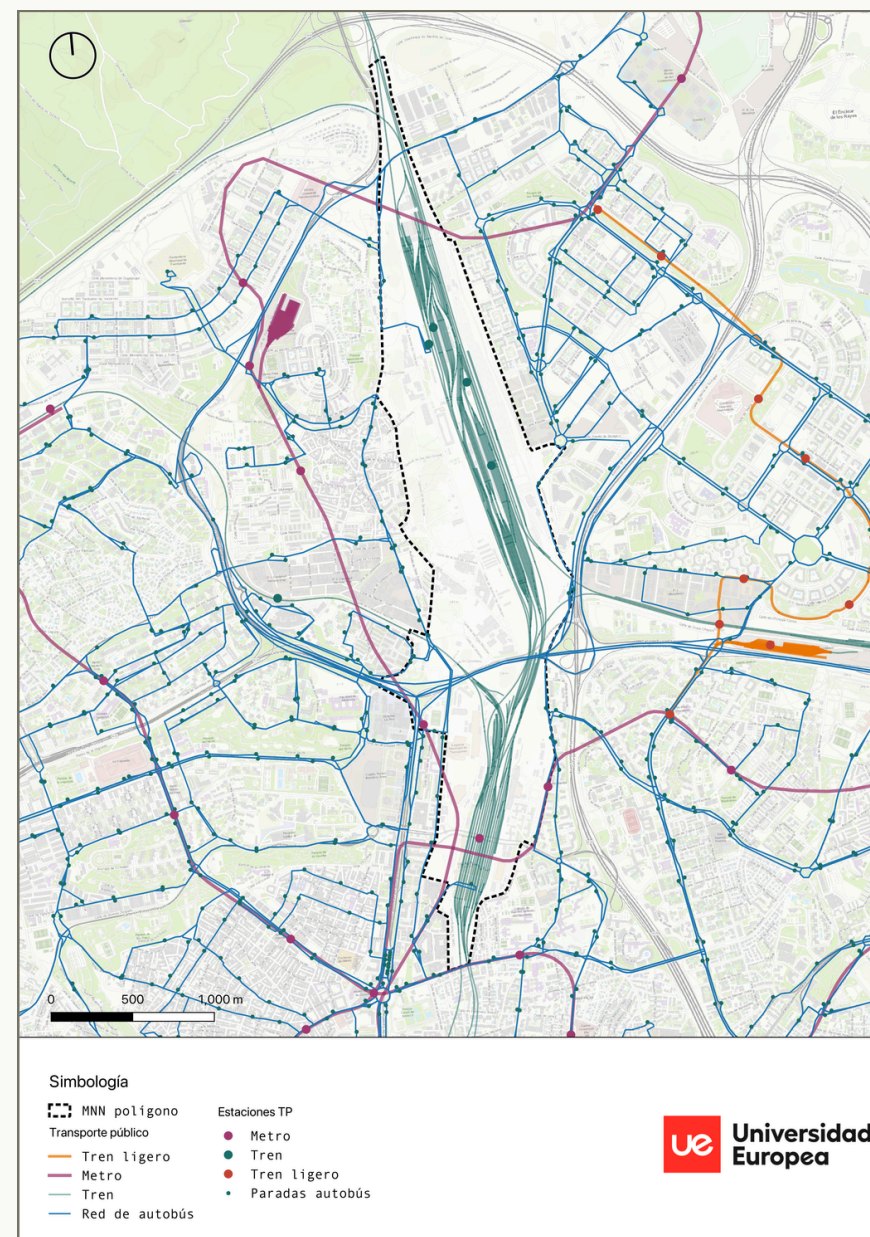
estaciones de Metro permite ampliar el área efectiva de captación del transporte público y mejorar su desempeño frente al vehículo privado.

El análisis espacial permite identificar gradientes de accesibilidad diferenciados dentro del ámbito. Mientras que el entorno inmediato de Chamartín presenta una accesibilidad estructural elevada debido a la concentración de servicios de alta capacidad, otras subáreas muestran mayores distancias peatonales respecto a estaciones de transporte masivo. Estas áreas intermedias resultan especialmente estratégicas para la implantación de estaciones de micromovilidad, ya que pueden reducir de forma significativa los tiempos de conexión y mejorar la continuidad de los desplazamientos intermodales.

En términos operativos, si se considera una distancia peatonal media aceptable de entre 400 y 600 metros para acceder a estaciones de Metro o tren, aquellas zonas que superan este umbral pueden experimentar una disminución en la probabilidad de uso del transporte público. En cambio, la micromovilidad permite ampliar el radio efectivo de captación hasta aproximadamente 1,5 o incluso 2 kilómetros, sin incrementar de manera sustancial el tiempo total de viaje, especialmente en entornos urbanos compactos y con una red viaria permeable. Esta capacidad resulta particularmente relevante en un ámbito como Madrid Nuevo Norte, donde conviven nodos metropolitanos de alta jerarquía con áreas de nueva urbanización y sectores en transformación.

En consecuencia, la concentración de estaciones de transporte público en puntos específicos del ámbito, particularmente en el eje ferroviario central y en los intercambiadores periféricos, sugiere la necesidad de diseñar estaciones de micromovilidad diferenciadas según la jerarquía y función de cada nodo. En nodos de alta intensidad, como Chamartín o Plaza de Castilla, será necesario prever soluciones de mayor capacidad, con criterios de gestión dinámica de ocupación, rotación y ordenación del espacio. En cambio, en estaciones secundarias o en áreas de soporte barrial, podrá adoptarse un modelo más distribuido y de menor escala, orientado a captar viajes locales y reforzar la conexión con la red principal.

Mapa 3. Sistema de transporte público. Fuente: elaboración propia





Capítulo 3. Metodología

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

3.2 VARIABLES TERRITORIALES

3.3 ÍNDICE DE POTENCIAL

3.4 RESULTADOS

3.1 Enfoque metodológico

La localización de estaciones de micromovilidad en MNN se abordó mediante un modelo de análisis espacial multicriterio (Multi-Criteria Spatial Analysis, MCSA) implementado en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este enfoque permite integrar variables territoriales heterogéneas — infraestructurales, funcionales y nodales — dentro de un marco cuantitativo estructurado para la toma de decisiones espaciales (Malczewski, 2006).

El modelo parte de una premisa central: la eficiencia territorial de una estación de micromovilidad no depende únicamente de la densidad urbana o de la proximidad a un nodo aislado, sino de la convergencia simultánea de varios factores de accesibilidad estructural y generación potencial de viajes. En este sentido, la metodología se apoya conceptualmente en los modelos de accesibilidad acumulativa (Geurs & van Wee, 2004), en los principios de planificación de estaciones de sistemas compartidos (NACTO, 2015) y en la literatura sobre intermodalidad micromovilidad-transporte público (Shaheen & Cohen, 2019).

El procedimiento se estructuró en cuatro fases:

1. discretización espacial del territorio;
2. modelización de proximidades diferenciales según tipo de atractor;
3. construcción de un índice de potencial;
4. selección estratégica final bajo criterios espaciales adicionales.

Para evitar decisiones puntuales arbitrarias y permitir una evaluación homogénea del territorio, el ámbito de estudio fue discretizado mediante una malla regular de celdas hexagonales. La elección del hexágono frente a cuadrículas ortogonales responde a fundamentos geométricos y analíticos ampliamente documentados en análisis espacial (Birch et al., 2007).

Las celdas hexagonales presentan tres ventajas relevantes:

- Mantienen equidistancia constante entre centroides adyacentes.
- Reducen el sesgo direccional inherente a las mallas rectangulares.
- Mejoran la representación de fenómenos espaciales continuos.

Cada hexágono funciona como unidad mínima de análisis territorial, permitiendo evaluar la presencia o proximidad de infraestructuras estratégicas sin depender de límites administrativos. Esto responde también a la necesidad de construir un modelo replicable y escalable, en lugar de seleccionar ubicaciones de manera puntual, el territorio completo es evaluado bajo los mismos parámetros.

3.2 Variables territoriales

El modelo integra cuatro variables espaciales diferenciadas, cada una tratada según su naturaleza funcional y su lógica de influencia territorial.

3.2.1 Estaciones de Metro y Cercanías

Para las estaciones de Metro y Cercanías no se aplicó buffer radial. En su lugar, se consideró un criterio binario: si el hexágono contenía físicamente una estación, se asignaba valor positivo; en caso contrario, valor nulo.

Esta decisión metodológica responde a la naturaleza altamente concentrada y jerárquica de los nodos ferroviarios. A diferencia de paradas de autobús, las estaciones ferroviarias funcionan como puntos nodales cuya influencia inmediata es extremadamente localizada.

La literatura sobre intermodalidad indica que la integración óptima entre modos debe producirse en distancias inferiores a 200 metros para garantizar fluidez modal (Bertolini & Spit, 1998). Por tanto, asignar valor únicamente al hexágono que contiene la estación responde a una lógica de proximidad directa e inmediata, priorizando estaciones que puedan funcionar como auténticos nodos intermodales. Esta variable adquiere el mayor peso en el modelo, dado que el objetivo estratégico del trabajo es reforzar la intermodalidad en la zona del proyecto.

3.2.2. Estaciones del SBC BiciMAD

En el caso de estaciones de SBC se aplicó un buffer de 400 metros. Esta distancia se fundamenta en estándares internacionales de cobertura peatonal de sistemas de bicicleta pública (ITDP, 2018; NACTO, 2015), donde

donde se establece que una estación resulta accesible si se encuentra a menos de 5 minutos caminando, equivalente a 350–400 m.

El uso de un buffer de 400 m permite capturar la lógica de red existente sin limitarse a la coincidencia geométrica exacta. De esta forma, el modelo reconoce continuidad operativa y potencial sinergia con estaciones ya consolidadas. La inclusión de esta variable no busca duplicar infraestructura, sino reforzar conectividad, generando densificación estratégica en áreas con comportamiento probado de movilidad activa.

3.2.3 Paradas de autobús

Para las paradas de autobús se aplicó un buffer más reducido de 100 metros. Esta decisión responde a la alta densidad y distribución lineal de la red de autobuses urbanos. Si se hubiese aplicado un radio mayor, el territorio habría quedado saturado de influencia, perdiendo capacidad discriminativa. El buffer de 100 m permite identificar hexágonos con contacto directo con corredores de transporte superficial.

La literatura sobre accesibilidad de transporte público indica que la calidad de transferencia depende de la proximidad inmediata (Geurs & van Wee, 2004). En este sentido, el buffer reducido permite capturar oportunidades reales de integración modal sin sobre estimar la influencia del autobús.

3.2.4 Usos atractores

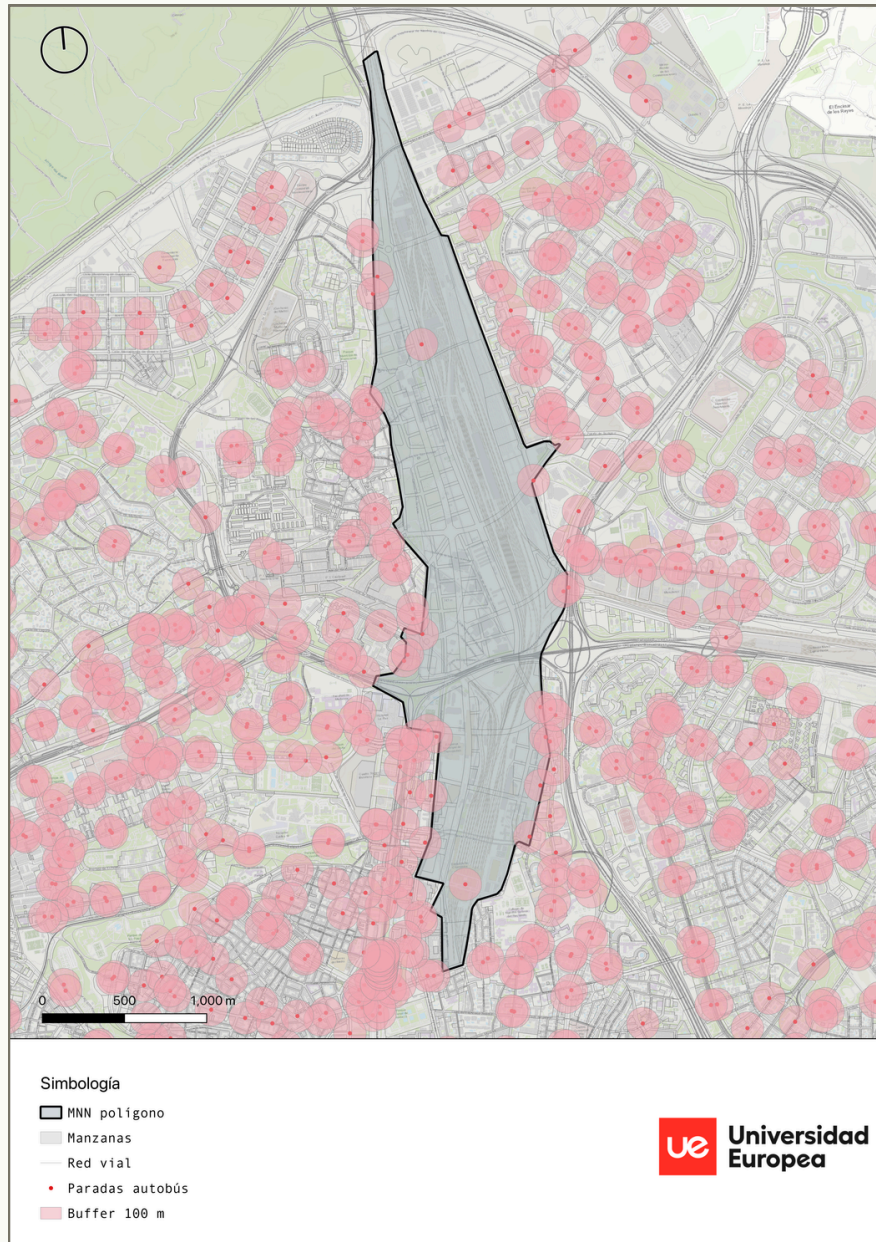
Los usos atractores —equipamientos, áreas terciarias, polos de actividad— fueron modelizados mediante un buffer de 300 metros a partir de un centroide que se generó en cada polígono. Este valor responde al radio estándar de accesibilidad peatonal en entornos (Ewing & Cervero, 2010). En el mapa 6 se puede observar los usos atractores identificados en la zona.

La lógica aplicada es acumulativa: si un hexágono se encuentra dentro de la zona de influencia establecida de usos intensivos, se considera con mayor probabilidad de generación y atracción de viajes de corta distancia. Este enfoque se alinea con la evidencia que demuestra que la proximidad a destinos cotidianos incrementa significativamente el uso de modos activos.

Mapa 4. Estaciones del SBC BiciMAD. Fuente: elaboración propia.



Mapa 5. Paradas de autobús. Fuente: elaboración propia.



Mapa 6. Usos atractores. Fuente: elaboración propia.



3.3 Índice de potencial

Una vez definidas y espacializadas las variables territoriales, se construyó un índice sintético de potencial con el fin de comparar homogéneamente los hexágonos del ámbito de estudio. El índice permite identificar aquellas celdas donde converge una mayor combinación de condiciones favorables para la implantación de estaciones de micromovilidad, entendiendo que su viabilidad no depende de un único factor aislado, sino de la superposición de atributos de accesibilidad, intermodalidad y atracción de viajes.

La construcción del índice se realizó mediante una suma ponderada de variables normalizadas. Cada variable recibió una ponderación diferenciada según su relevancia funcional respecto del objetivo central del trabajo: reforzar la intermodalidad de primera y última milla en el ámbito de Madrid Nuevo Norte. En consecuencia, la mayor ponderación se asignó a la presencia de estaciones de Metro y Cercanías, al tratarse de nodos estructurantes del sistema de transporte y de los principales puntos de intercambio modal.

Las paradas de autobús recibieron una ponderación intermedia, ya que, aunque presentan menor jerarquía que los nodos ferroviarios, sí contribuyen a la capilaridad del sistema y pueden reforzar la accesibilidad local. Por su parte, la proximidad a estaciones del sistema de bicicleta pública y a usos atractores se incorporó con una ponderación menor, pero significativa, debido a su capacidad para consolidar sinergias operativas, captar viajes de proximidad y reforzar la lógica de red.

Tabla 1. Ponderación de criterios . Fuente: elaboración propia

Criterio	Ponderación
Estación Metro/Cercanías	56 %
Paradas de autobús	22 %
Estaciones SBC	11 %
Usos atractores	11 %

Como se muestra en la tabla anterior, la ponderación final fue la siguiente: 56 % para estaciones de Metro y Cercanías, 22 % para paradas de autobús, 11 % para estaciones del sistema de bicicleta compartida y 11 % para usos atractores. Esta distribución busca reflejar una jerarquía funcional coherente con el marco teórico y con la lógica territorial del ámbito de estudio, en el que la intermodalidad con transporte público de alta capacidad constituye el principal criterio estratégico de implantación.

3.4 Resultados

La aplicación del índice de potencial permitió obtener una clasificación espacial del ámbito a partir de la puntuación acumulada de cada hexágono. Los valores más altos se concentraron en aquellos sectores donde coincidían nodos de transporte público, proximidad a usos intensivos y condiciones favorables de conexión territorial, especialmente en el eje central vinculado a Chamartín y en ciertos bordes con fuerte relación funcional con el área de influencia de Madrid Nuevo Norte.

No obstante, la clasificación cuantitativa no se tradujo de manera automática en una selección final de estaciones. Dado que el objetivo del trabajo no era únicamente identificar máximos estadísticos, sino proponer una red operativa y territorialmente equilibrada, fue necesario complementar el resultado del modelo con una fase de validación cualitativa en SIG y a escala urbana. Esta validación permitió descartar localizaciones con alta puntuación pero baja viabilidad física o poca coherencia funcional.

Los criterios de validación final fueron cinco. En primer lugar, la distribución territorial equilibrada, para evitar la concentración excesiva de estaciones en un único sector del ámbito. En segundo lugar, la no duplicación innecesaria de cobertura respecto del sistema BiciMAD ya existente. En tercer lugar, la coherencia con la estructura viaria, priorizando calles secundarias, bordes de nodos e itinerarios con potencial ciclable frente a entornos dominados por glorietas complejas o vías rápidas. En cuarto lugar, la viabilidad física de implantación, evaluando disponibilidad de espacio,

posibilidad de reconversión de estacionamiento y compatibilidad con itinerarios peatonales accesibles. Finalmente, se consideró el potencial de crecimiento futuro, especialmente en áreas sujetas a transformación urbana.

Como resultado de este proceso se seleccionaron ocho zonas estratégicas. Estas no deben interpretarse como puntos aislados, sino como piezas de una red de micromovilidad orientada a resolver desplazamientos de primera y última milla entre la estación de Chamartín, otros nodos de transporte público, áreas residenciales, polos terciarios y equipamientos relevantes del entorno ampliado. De esta forma, la metodología combina robustez analítica y criterio proyectual, permitiendo pasar de una lectura abstracta del territorio a una propuesta de implantación territorialmente coherente.

Con el fin de sustentar técnicamente la selección, a continuación se presenta la tabla de atributos generada en QGIS a partir de la malla hexagonal utilizada en el modelo. Esta tabla recoge, la suma de las variables consideradas en el índice de potencial territorial, ya mencionadas.

La columna “Total” refleja la puntuación acumulada resultante de la combinación de dichas variables, A partir de esta clasificación, se seleccionaron inicialmente los hexágonos que alcanzaban la mayor puntuación posible dentro del modelo (valor total igual a 9), al representar aquellos puntos donde coincidían simultáneamente las condiciones favorables de accesibilidad e intermodalidad. Posteriormente, se aplicó un filtro adicional relacionado con la presencia de estaciones del sistema de bicicleta pública (columna “si/no”). Esto permitió depurar los resultados del modelo y concentrar la selección en las ocho áreas.

Mapa 7. Zonas potenciales para implantar estaciones de micromovilidad. Fuente: elaboración propia.

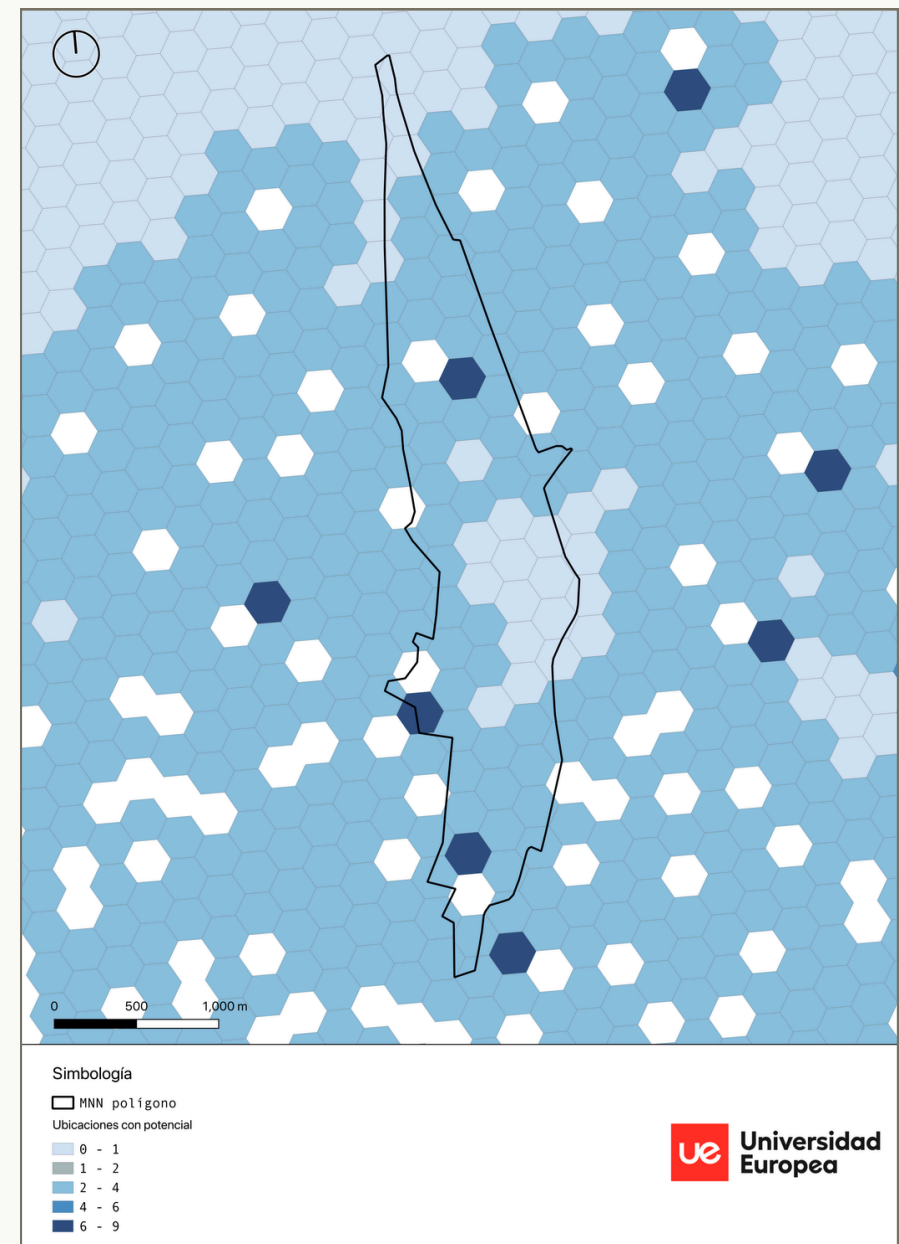


Tabla 2. Tabla de atributos de la capa de zonas potenciales para implantar estaciones de micromovilidad. Fuente: elaboración propia en el programa QGIS

	id	left	top	right	bottom	Bus	Equipamien	Metro/cerc	si / no	Total	zonas
2410	1403	442408.757924598816317	4475191.590499999932945	442697.433059193601366	4474941.590499999932945	NULL	NULL	5	NULL	5	NULL
2411	1559	443058.276977437140886	4475066.590499999932945	443346.952112031925935	4474816.590499999932945	NULL	NULL	5	NULL	5	NULL
2412	1773	444140.808732167701237	4486691.590499999932945	444429.4838667624862...	4486441.5904999999329...	NULL	NULL	5	NULL	5	NULL
2413	2183	445656.353188790497370	4475066.590499999932945	445945.0283233852824...	4474816.590499999932945	NULL	NULL	5	NULL	5	NULL
2414	2239	446089.365890682674944	4487066.590499999932945	446378.041025277459994	4486816.590499999932945	NULL	NULL	5	NULL	5	NULL
2415	566	438944.656309461104684	4476441.590499999932945	439233.331444055889733	4476191.590499999932945	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2416	826	440027.188064191606827	4476316.590499999932945	440315.863198786391877	4476066.5904999999329...	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2417	828	440027.188064191606827	4475816.590499999932945	440315.863198786391877	4475566.5904999999329...	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2418	1397	442408.757924598816317	4476691.590499999932945	442697.433059193601366	4476441.590499999932945	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2419	1452	442625.264275544905104	4475816.590499999932945	442913.939410139748361	4475566.5904999999329...	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2420	1557	443058.276977437140886	4475566.590499999932945	443346.952112031925935	4475316.590499999932945	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2421	1949	444790.327785006025806	4481566.590499999932945	445079.002919600810856	4481316.590499999932945	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2422	2074	445223.340486898261588	4476316.590499999932945	445512.015621493046638	4476066.5904999999329...	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2423	2128	445439.846837844350375	4475941.590499999932945	445728.521972439135425	4475691.590499999932945	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2424	2229	445872.859539736586157	4476691.590499999932945	446161.534674331371207	4476441.590499999932945	NULL	1	5	NULL	6	NULL
2425	875	440243.694415137753822	4477191.590499999932945	440532.369549732538871	4476941.590499999932945	2	1	5	SI	9	NULL
2426	1388	442408.757924598816317	4478941.590499999932945	442697.433059193601366	4478691.590499999932945	2	1	5	SI	9	NULL
2427	1600	443274.783328383287881	4477941.590499999932945	443563.4584629780729...	4477691.590499999932945	2	1	5	SI	9	NULL
2428	1955	444790.327785006025806	4480066.590499999932945	445079.002919600810856	4479816.590499999932945	2	1	5	SI	9	NULL
2429	2012	445006.834135952172801	4478941.590499999932945	445295.5092705469578...	4478691.590499999932945	2	1	5	SI	9	NULL
2430	1010	440893.213467976078391	4482316.590499999932945	441181.888602570863441	4482066.5904999999329...	2	1	5	NO	9	1
2431	1221	441759.238871760491747	4481566.590499999932945	442047.914006355218589	4481316.590499999932945	2	1	5	NO	9	2
2432	1277	441975.745222706638742	4480691.590499999932945	442264.420357301423792	4480441.5904999999329...	2	1	5	NO	9	3
2433	1317	442192.251573652727529	4483566.590499999932945	442480.926708247512579	4483316.590499999932945	2	1	5	NO	9	4
2434	1331	442192.251573652727529	4480066.590499999932945	442480.926708247512579	4479816.590499999932945	2	1	5	NO	9	5
2435	1675	443707.796030275523663	4485191.590499999932945	443996.471164870308712	4484941.590499999932945	2	1	5	NO	9	6
2436	1740	443924.302381221612450	4481816.590499999932945	444212.977515816397499	4481566.590499999932945	2	1	5	NO	9	7
2437	1840	444357.315083113848232	4482816.590499999932945	444645.990217708575074	4482566.5904999999329...	2	1	5	NO	9	8



Capítulo 4. Propuesta

4.1	ZONA PABELLÓN DOCENTE	4.5	ZONA MATEO INURRIA
4.2	ZONA PASEO DE LA CASTELLANA	4.6	ZONA RONDA DE LAS COMUNICACIONES
4.3	ZONA CHAMARTÍN	4.7	ZONA FUENTE DE LA MORA
4.4	ZONA FUENCARRAL	4.8	ZONA SANCHINARRO

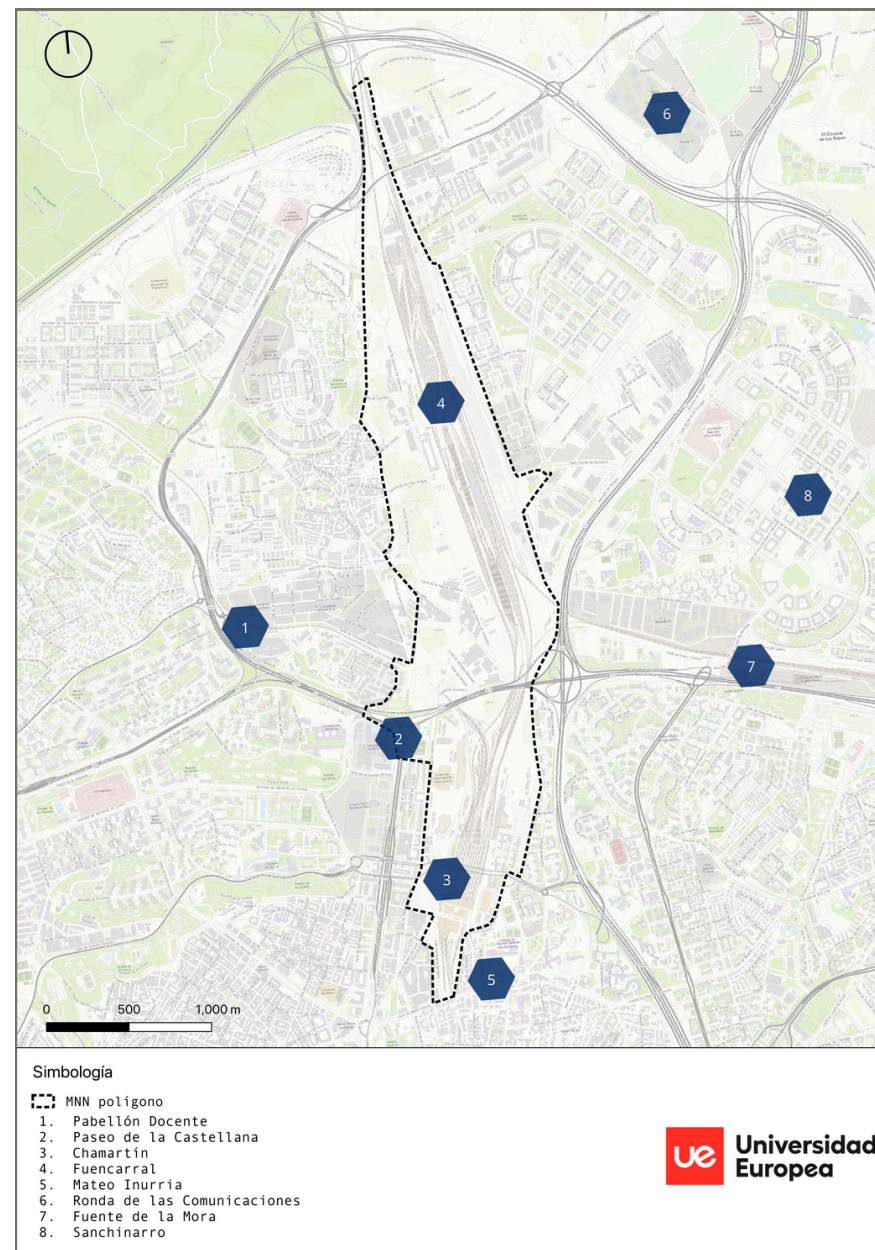
Introducción

El presente capítulo desarrolla la fase propositiva del trabajo a partir de los resultados obtenidos en el análisis espacial multicriterio expuesto en el capítulo anterior. Mientras que la metodología permitió identificar las áreas con mayor potencial territorial para localizar estaciones de micromovilidad, en este apartado se desciende a una escala microterritorial con el fin de evaluar las condiciones específicas de cada zona seleccionada y traducir el diagnóstico en decisiones de proyecto.

La propuesta se estructura en ocho zonas estratégicas distribuidas dentro del ámbito de Madrid Nuevo Norte y su área de influencia. Para cada una de ellas se realiza un análisis integrado que considera la estructura urbana, los usos del suelo, la relación con el transporte público, la morfología viaria, la accesibilidad peatonal, la seguridad vial, la disponibilidad física de espacio y la conectividad ciclista existente o potencial. Este enfoque permite superar una visión exclusivamente cartográfica y situar la propuesta dentro de una lógica funcional de intermodalidad y accesibilidad de primera y última milla. El objetivo de este capítulo no es solo ubicar estaciones sobre el plano, sino justificar por qué determinados emplazamientos resultan más adecuados que otros en términos de operación, integración urbana y capacidad de captar demanda. Por ello, cada estación se valora no únicamente por su proximidad a nodos de transporte o áreas de actividad, sino también por las condiciones reales del entorno para la entrada y salida segura de usuarios, la permanencia ordenada de vehículos y la conexión efectiva con destinos cotidianos.

Asimismo, conviene señalar que no todas las zonas presentan el mismo grado de certidumbre urbana. En ámbitos consolidados, la propuesta puede avanzar hasta una definición puntual del emplazamiento. En cambio, en sectores sometidos a futuras transformaciones urbanísticas de gran escala — particularmente en los entornos de Chamartín y Fuencarral — resulta más adecuado definir áreas prioritarias y criterios de localización, evitando fijar posiciones definitivas que podrían verse alteradas por la evolución del proyecto urbano.

Mapa 8. Propuesta de ubicación de las estaciones de micromovilidad. Fuente: laboración propia.



4.1 Pabellón Docente

4.1.1 Análisis territorial y funcional

La Zona 1 se localiza en el entorno del Pabellón Docente, en el ámbito norte de Madrid, en proximidad inmediata al eje estructurante de la M-607 y al complejo hospitalario Ramón y Cajal. Se trata de un área con fuerte presencia de usos dotacionales, principalmente educativos y sanitarios, complementados por usos terciarios y tejido residencial en su entorno inmediato. Esta configuración urbana genera un sistema de relaciones funcionales intensas que la convierten en un punto estratégico para la implantación de infraestructura de micromovilidad.

Desde el punto de vista morfológico, el área se caracteriza por la presencia de grandes edificios asociadas a equipamientos públicos, acompañadas de espacios libres y zonas verdes perimetrales. La estructura viaria está compuesta por una infraestructura de alta capacidad que articula el territorio en sentido norte-sur, complementada por vías colectoras secundarias que canalizan los accesos locales hacia los equipamientos.

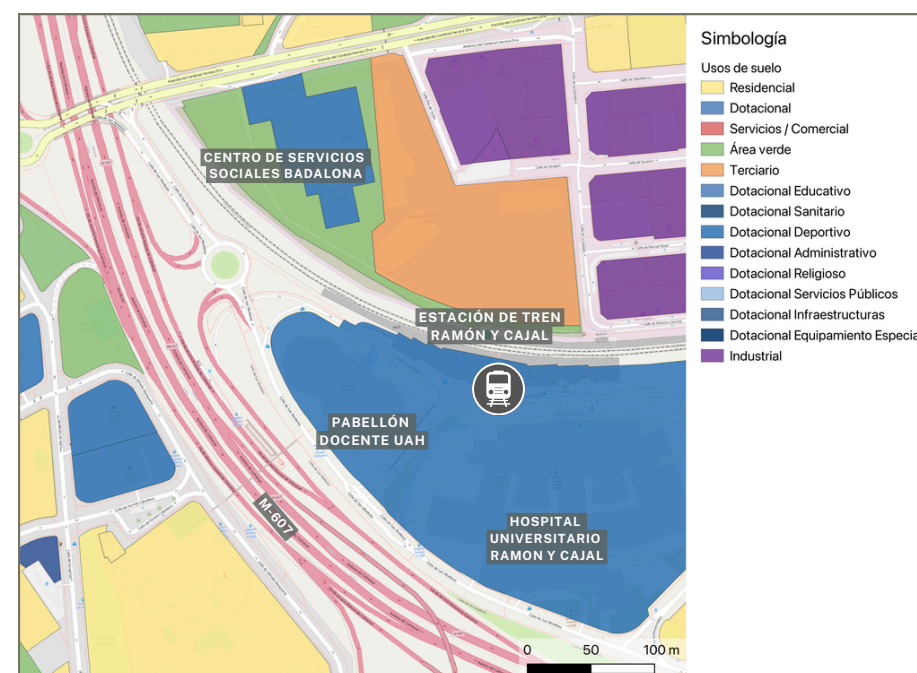
Esta combinación de grandes infraestructuras y calles de escala intermedia configura un entorno con elevada intensidad de desplazamientos, pero también con oportunidades claras para intervenciones puntuales en vías de menor jerarquía.

El análisis de usos del suelo, con base en la cartografía del PGOUM, muestra un predominio del uso dotacional educativo y sanitario en el ámbito inmediato del Pabellón Docente. Estos usos se ven reforzados por la proximidad del hospital y por la existencia de actividades terciarias de servicios, comercio y oficinas. En el entorno próximo se identifica también tejido residencial consolidado, que actúa como generador de viajes cotidianos hacia los equipamientos y servicios de la zona. Esta mezcla funcional favorece la aparición de flujos constantes a lo largo del día, con especial concentración en horarios de entrada y salida académica, así como en las franjas laborales y asistenciales vinculadas al hospital.

Desde la perspectiva de generación y atracción de viajes, el área presenta un comportamiento dinámico y diverso. El equipamiento educativo genera desplazamientos pendulares de estudiantes, personal docente y administrativo, concentrados principalmente en horas punta.

El complejo sanitario, por su parte, produce una demanda más distribuida a lo largo del día, derivada tanto de personal sanitario como de pacientes y visitantes. A ello se suma la actividad terciaria que aporta viajes laborales adicionales, así como desplazamientos asociados a servicios complementarios. El tejido residencial cercano contribuye con viajes de proximidad que pueden ser fácilmente captados por sistemas de micromovilidad, especialmente en recorridos de corta distancia hacia nodos de transporte público o equipamientos.

Mapa 9. Usos de suelo Estación 1. Fuente: elaboración propia.



En relación con la infraestructura de transporte público, la zona cuenta con una posición estratégica al encontrarse próxima a la estación de Cercanías Ramón y Cajal y a la estación de Metro con el mismo nombre y a múltiples paradas de autobuses urbanos e interurbanos. Esta proximidad refuerza el potencial intermodal del ámbito, ya que la implantación de una estación de micromovilidad puede facilitar la conexión de primera y última milla entre los equipamientos y la red de transporte estructurante. La presencia de la M-607, aunque supone una barrera física en determinados tramos, también configura un eje de accesibilidad regional que incrementa la relevancia estratégica del sector.

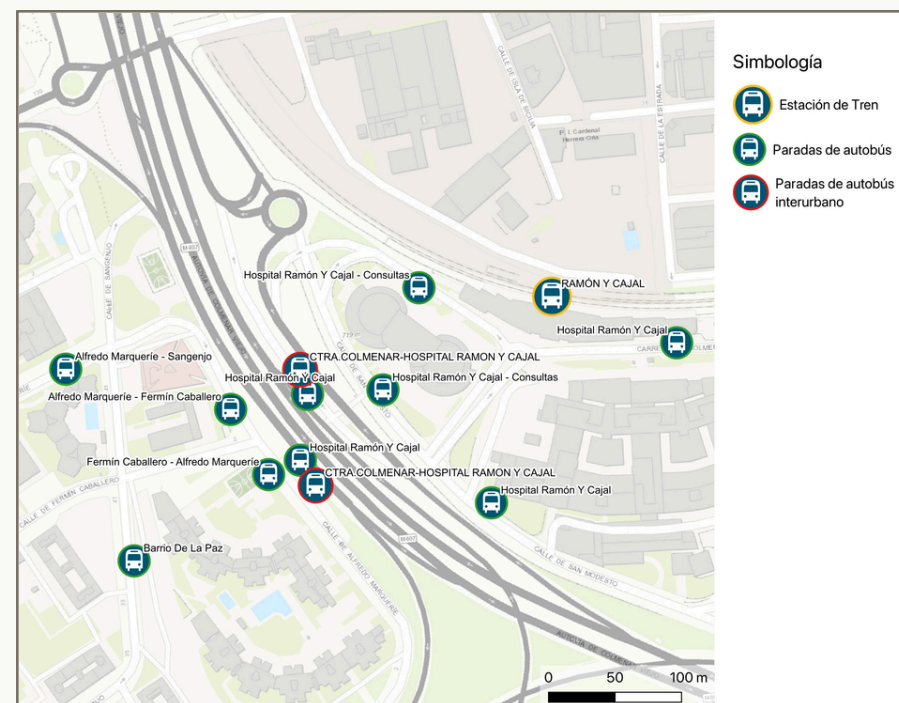
Las condiciones de accesibilidad peatonal en el entorno inmediato son favorables, dado que se observan aceras de sección amplia en las vías secundarias y una red de pasos peatonales que conectan los principales equipamientos. No obstante, la infraestructura de alta capacidad exige un tratamiento cuidadoso en la selección del emplazamiento puntual, evitando proximidades directas a glorietas o carriles de aceleración, y priorizando tramos rectos con adecuada visibilidad y menor intensidad vehicular.

4.1.2 Emplazamiento de la estación

Una vez delimitada y caracterizada la Zona 1 como ámbito estratégico de intervención, se procede a analizar el emplazamiento puntual seleccionado para la implantación de la estación de micromovilidad, localizado en la Calle San Modesto casi esquina con Calle Antonio Robles (coordenadas 40.487143, -3.692249). Este punto se sitúa en un tramo de vía secundaria adyacente al Hospital Universitario, actualmente destinado a estacionamiento en superficie, lo que permite plantear una reconversión del espacio viario sin afectar la sección peatonal existente.

Desde el punto de vista morfológico, el emplazamiento se ubica en un tramo recto de la calle, con adecuada visibilidad longitudinal y sin interferencias inmediatas derivadas de radios de giro o accesos vehiculares complejos. La sección viaria está compuesta por una acera de anchura de 3 metros, una banda de estacionamiento en batería y dos carriles de circulación, lo que permite intervenir el estacionamiento sin reducir el ancho libre peatonal.

Mapa 10. Transporte público Estación 1. Fuente: elaboración propia.

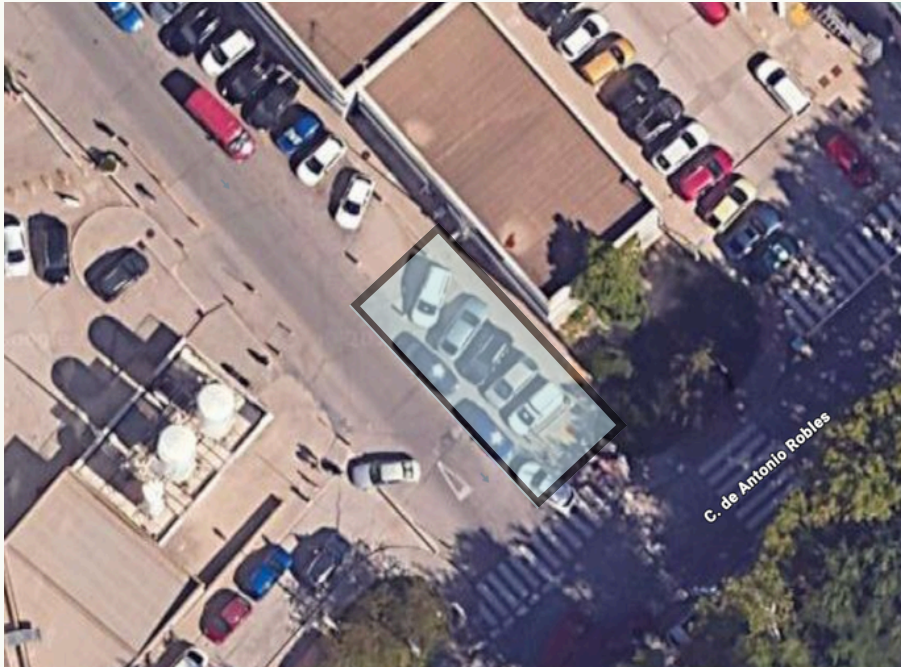


En relación con la dinámica peatonal, el emplazamiento presenta una ventaja significativa: se encuentra próximo al acceso al equipamiento de salud y a las oficinas pero no interfiere directamente con el flujo principal de entrada y salida de los edificios. Esto permite captar demanda potencial sin generar obstáculos en los momentos de mayor intensidad peatonal. Asimismo, al mantenerse íntegra la sección de acera, se garantiza un ancho libre continuo superior de tres metros, conforme a los criterios establecidos en la normativa vigente.

La reconversión de cuatro o cinco plazas de estacionamiento en superficie no supone una alteración sustancial de la oferta global de aparcamiento en el entorno inmediato. El ámbito se encuentra vinculado a equipamientos de gran escala — particularmente el complejo hospitalario y las instalaciones docentes — que disponen de estacionamientos estructurados y áreas de

rotación formalmente habilitadas. En este contexto, la sustitución de un número reducido de plazas en vía pública representa una redistribución cualitativa del espacio viario más que una pérdida funcional significativa.

Imagen 5. Emplazamiento de la Estación 1. Fuente: google maps (vista satélite).



La estación se plantea como una plataforma organizada de aproximadamente 60 m², destinada al estacionamiento ordenado de bicicletas y patinetes eléctricos, diseñada para garantizar condiciones adecuadas de accesibilidad, seguridad y operatividad.

Para su dimensionamiento se considera un módulo funcional aproximado de 2 m² por vehículo, que incluye tanto el espacio de estacionamiento como el margen necesario para la manipulación del vehículo por parte de los usuarios. Bajo este criterio, la estación podría albergar entre 18 y 24 vehículos de micromovilidad, dependiendo del sistema de anclaje empleado.

Imagen 6. Situación actual de la Estación 1. Fuente: google maps (vista de calle).



Imagen 7. Propuesta de la Estación de micromovilidad 1. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.



La organización espacial propuesta se estructura en dos franjas funcionales: una zona destinada al estacionamiento de los vehículos y una franja paralela de circulación y maniobra, con un ancho aproximado de entre 1,5 y 2 metros, que permite el acceso y retirada de los vehículos sin interferencias entre usuarios.

En términos geométricos, la estación puede configurarse mediante una disposición longitudinal de aproximadamente 17-18 metros de longitud y entre 3 y 3,5 metros de anchura, permitiendo una distribución ordenada de los vehículos y una adecuada visibilidad del espacio.

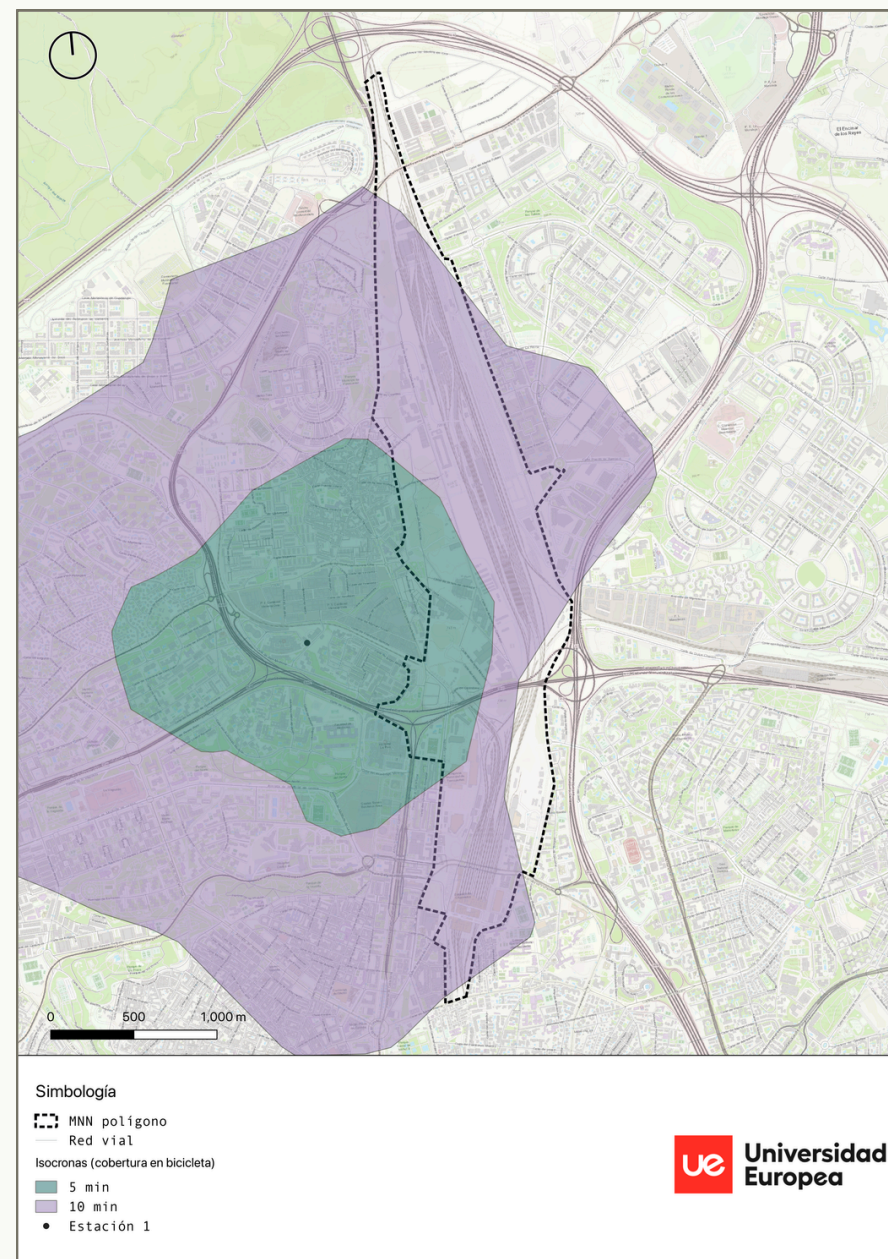
4.1.3 Análisis de isocronas

El análisis de isocronas de la Estación 1 muestra una capacidad de captación especialmente eficaz para viajes de corta y media distancia vinculados al complejo Ramón y Cajal, al Pabellón Docente y a la estación Ramón y Cajal. En el horizonte de 5 minutos, la cobertura se concentra sobre los principales equipamientos sanitarios, docentes y administrativos del entorno inmediato, lo que confirma la idoneidad de la estación para resolver desplazamientos internos y de conexión con Cercanías y Metro.

En 10 minutos, la accesibilidad se amplía hacia sectores más extensos del borde norte de Madrid Nuevo Norte, reforzando la conexión con corredores de actividad y tejidos residenciales próximos. Sin embargo, la lectura del mapa no debe interpretarse solo en términos de superficie cubierta: la viabilidad real de los recorridos depende de la posibilidad de utilizar vialidades secundarias y cruces seguros en un entorno condicionado por la M-607.

Por ello, la utilidad de la estación resulta mayor en trayectos que aprovechan calles locales, accesos hospitalarios y conexiones de baja complejidad, mientras que pierde competitividad en movimientos que exigen atravesar infraestructuras de alta capacidad sin acondicionamiento específico. En este caso, la estación funciona sobre todo como nodo de articulación intermodal con el sistema ferroviario y como apoyo a desplazamientos de proximidad de carácter sanitario y universitario.

Mapa 11. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 1. Fuente: elaboración propia.



4.2 Zona Paseo de la Castellana

4.2.1 Análisis territorial y funcional

La Zona 2 se localiza en el entorno de Begoña, en la intersección del Paseo de la Castellana con la M-30, uno de los nodos viarios más relevantes del norte de Madrid. Se trata de un ámbito fuertemente condicionado por infraestructuras de alta capacidad y por la presencia de grandes equipamientos sanitarios y dotacionales, que estructuran tanto la morfología urbana como los patrones de movilidad.

Desde el punto de vista territorial, el área se articula en torno al eje norte-sur del Paseo de la Castellana y su conexión con la M-30, configurando un espacio de transición entre la ciudad consolidada y las infraestructuras metropolitanas. La presencia del nudo viario genera una estructura fragmentada, con glorietas, ramales y pasos a distinto nivel que priorizan la circulación motorizada y condicionan la conectividad peatonal transversal.

En términos morfológicos, predominan grandes piezas edificatorias asociadas a equipamientos públicos y sanitarios, con parcelas de gran tamaño y espacios libres perimetrales. Destaca en el ámbito inmediato el Hospital Universitario La Paz, que constituye uno de los polos sanitarios más relevantes a escala regional por lo que genera una intensa dinámica diaria de desplazamientos. Asimismo, se identifica el Parque de Begoña, como principal espacio verde del entorno, que actúa como elemento de amortiguación ambiental frente a la infraestructura viaria.

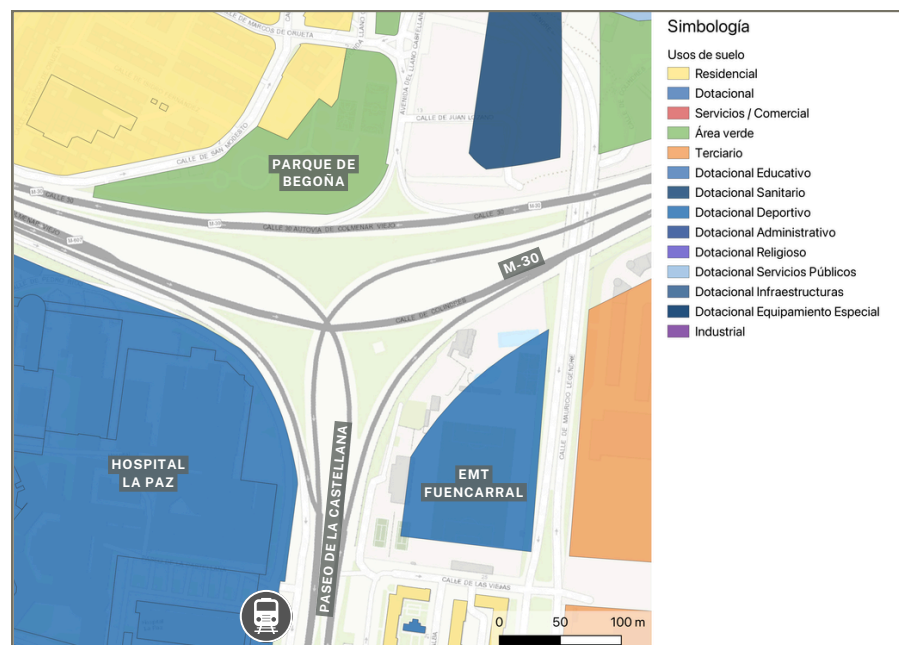
El mapa de usos de suelo evidencia un claro predominio de uso dotacional sanitario, acompañado de dotaciones educativas y administrativas, así como algunas piezas terciarias vinculadas a servicios de apoyo (clínicas, oficinas médicas, comercios de proximidad). En sectores colindantes se localizan bolsas de tejido residencial consolidado, que aportan viajes cotidianos de corta distancia hacia los equipamientos.

La infraestructura viaria de gran escala garantiza alta accesibilidad regional, facilitando la llegada desde distintos puntos de la zona

metropolitana. Sin embargo, esta misma condición introduce barreras físicas que limitan la permeabilidad urbana y reducen la calidad del espacio público en ciertos puntos, especialmente en los cruces asociados al nudo con la M-30.

Adicionalmente, en este ámbito se localizan calles y ejes secundarios que funcionan como conexiones directas hacia el desarrollo de Madrid Nuevo Norte, lo que posiciona estratégicamente a la zona como punto de transición hacia el nuevo frente urbano. Esta condición abre una oportunidad clara para la implantación de infraestructura ciclista segregada y continua que permita generar rutas directas, seguras y eficientes hacia el futuro desarrollo. La consolidación de estos itinerarios no solo reforzaría la conectividad hacia Madrid Nuevo Norte, sino que también contribuiría a reequilibrar el reparto modal en un entorno actualmente dominado por la infraestructura viaria de alta capacidad.

Mapa 12. Usos de suelo Estación 2. Fuente: elaboración propia.

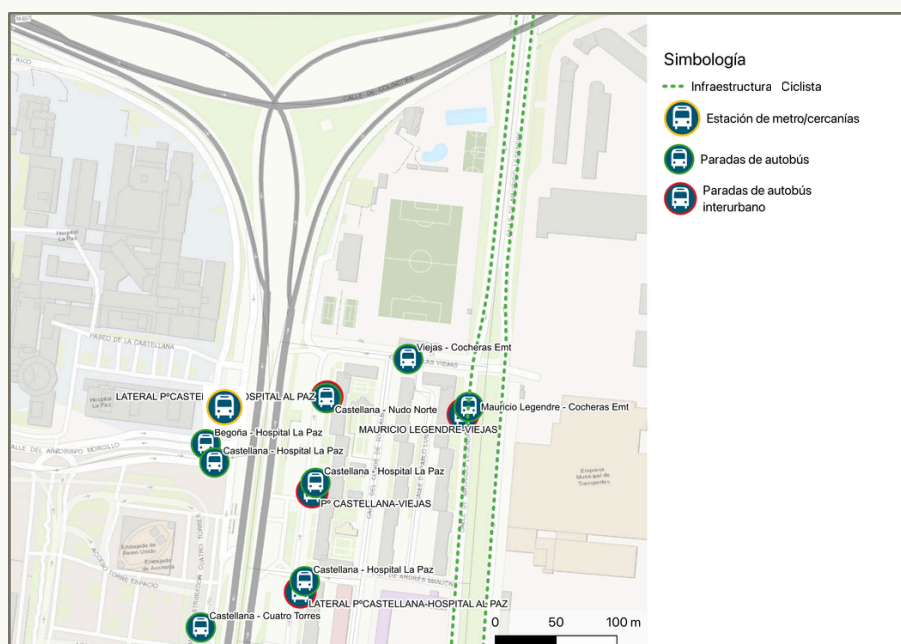


En relación con la infraestructura de transporte público, el ámbito presenta una condición estratégica consolidada. De acuerdo con el mapa y su simbología, se identifica una alta concentración de paradas de autobús urbano e interurbano a lo largo del Paseo de la Castellana y sus vías laterales, lo que garantiza cobertura directa a los equipamientos del entorno.

La zona mantiene una conexión directa con la Estación de Begoña (Línea 10 de Metro), situada a escasa distancia peatonal, lo que permite una vinculación rápida con el eje norte-sur metropolitano y con nodos estratégicos como Plaza de Castilla y Nuevos Ministerios.

Asimismo, se refuerza la conectividad regional mediante la proximidad a la Estación Ramón y Cajal, perteneciente a la red de Cercanías Madrid, facilitando desplazamientos desde municipios del norte metropolitano.

Mapa 13. Transporte público Estación 2. Fuente: elaboración propia.



Esta doble condición —metro urbano y cercanías regional— convierte al ámbito en un punto de alta accesibilidad multimodal. No obstante, para que esta accesibilidad potencial se materialice, es necesario garantizar condiciones adecuadas de seguridad y continuidad para la circulación ciclista, especialmente a lo largo de la calle de las Viejas.

4.2.2 Emplazamiento de la estación

El emplazamiento propuesto se localiza en la Calle Viejas, entre la lateral del Paseo de la Castellana y la Calle de Conde de Torralba (coordenadas 441973.4, 4481306.3), concretamente frente al acceso a las instalaciones de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT). Esta localización presenta diversas ventajas urbanas y operativas para la implantación de una estación de micromovilidad.

En primer lugar, el punto se sitúa frente a un acceso institucional claramente identificado, lo que aporta una referencia espacial clara y mejora la percepción de seguridad para los usuarios. Asimismo, se ubica en una vía secundaria con menor intensidad vehicular en comparación con el eje principal del Paseo de la Castellana, reduciendo posibles conflictos con el tráfico de paso y favoreciendo un entorno más adecuado para la movilidad activa.

El espacio disponible incluye una banda de estacionamiento en superficie susceptible de reconversión, lo que permite implantar la estación sin afectar la continuidad del espacio peatonal. El análisis visual del entorno muestra una acera amplia, presencia de arbolado y buena visibilidad longitudinal, condiciones que favorecen la accesibilidad universal y facilitan las maniobras de los usuarios.

La intervención podría realizarse mediante la transformación de varias plazas de aparcamiento en batería, manteniendo íntegra la franja peatonal y evitando interferencias con los accesos rodados a las instalaciones cercanas. Desde una perspectiva estratégica, la ubicación junto al acceso a EMT refuerza el carácter intermodal del emplazamiento, consolidándolo como un punto de transición entre diferentes modos de transporte.

Además, su posición intermedia entre el complejo hospitalario y el eje estructurante del entorno permite captar flujos tanto laborales como asistenciales, sin interferir directamente en los accesos de mayor intensidad peatonal.

La superficie estimada para la estación es de 70 m², dimensión suficiente para albergar un número significativo de vehículos de micromovilidad manteniendo condiciones adecuadas de ordenamiento y maniobrabilidad. Bajo criterios habituales de dimensionamiento, la estación puede organizarse en dos bandas funcionales: una destinada al estacionamiento de bicicletas y patinetes, mediante anclajes o áreas delimitadas, y otra paralela destinada a la circulación y maniobra de los usuarios.

Si se destinan aproximadamente 50-55 m² al área efectiva de estacionamiento y el resto a circulación y espacios de seguridad, la estación podría albergar entre 22 y 28 vehículos de micromovilidad, dependiendo del sistema de anclaje utilizado.

Imagen 8. Emplazamiento de la Estación 2. Fuente: google maps (vista satélite).

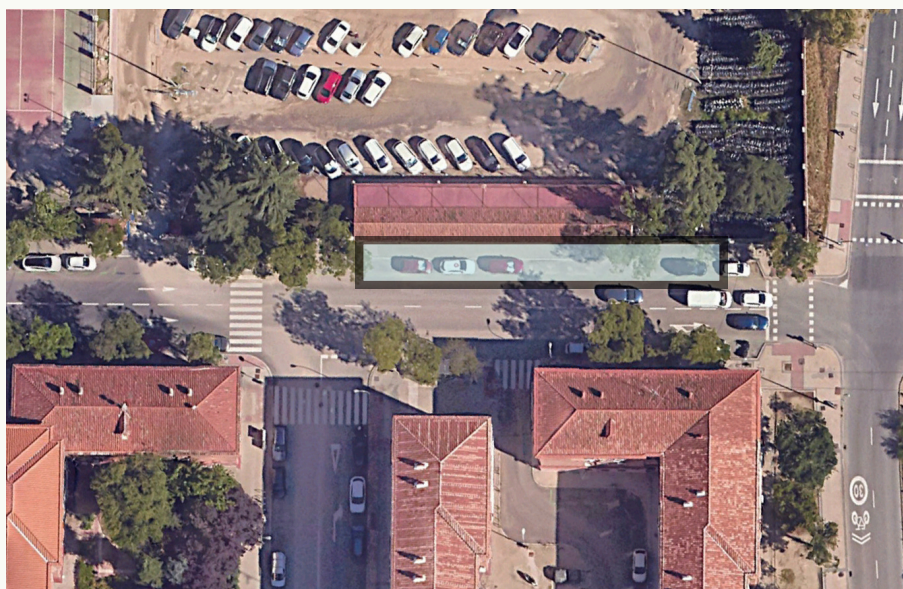


Imagen 9. Situación actual de la Estación 2. Fuente: google maps (vista de calle).



Imagen 10. Propuesta de la Estación de micromovilidad 2. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.



En términos de configuración espacial, la estación podría materializarse mediante una plataforma longitudinal de aproximadamente 20–22 metros de longitud y entre 3 y 3,5 metros de anchura, dimensiones compatibles con la ocupación de varias plazas de estacionamiento existentes.

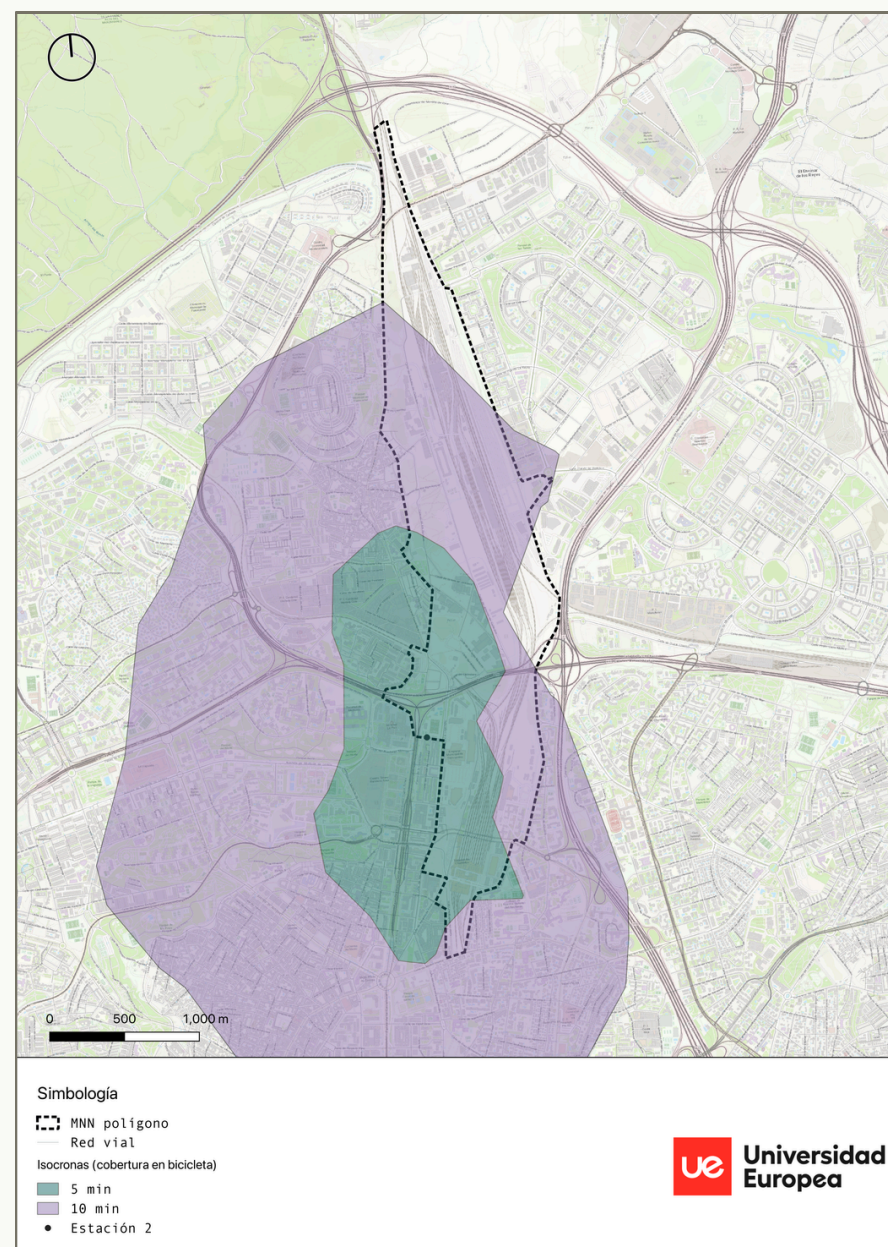
4.2.3 Análisis de isocronas

En la Estación 2, el análisis de isocronas evidencia un potencial elevado, pero fuertemente condicionado por la estructura viaria del entorno de Begoña. En 5 minutos se alcanza una cobertura eficaz sobre los principales equipamientos sanitarios y sobre los accesos al transporte público del sector, especialmente a lo largo del eje de la Castellana y de las calles secundarias que conectan con el ámbito hospitalario.

En 10 minutos, la estación puede integrarse funcionalmente con una porción amplia del borde occidental de Madrid Nuevo Norte, pero la lectura debe matizarse: la presencia de la M-30 y de enlaces de alta capacidad reduce la continuidad efectiva de algunos itinerarios, por lo que la accesibilidad no depende solo de la distancia-tiempo sino de la calidad de los cruces y de la posibilidad de circular por calles calmadas o corredores protegidos.

El eje de la calle Viejas adquiere aquí un papel estratégico como corredor de distribución de primera y última milla, ya que permite conectar el nodo hospitalario con Metro, Cercanías y autobús sin obligar a los usuarios a incorporarse directamente a vías de tráfico intenso.

Mapa 14. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 2. Fuente: elaboración propia.



4.3 Chamartín

4.3.1 Análisis territorial y funcional

La Zona 3 se estructura en torno a la Estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor, uno de los principales nodos ferroviarios del sistema metropolitano y nacional. De acuerdo al mapa de usos de suelo, se observa una clara predominancia del uso dotacional infraestructural asociado al complejo ferroviario, acompañado por piezas terciarias (oficinas y hoteles), áreas residenciales consolidadas y equipamientos administrativos.

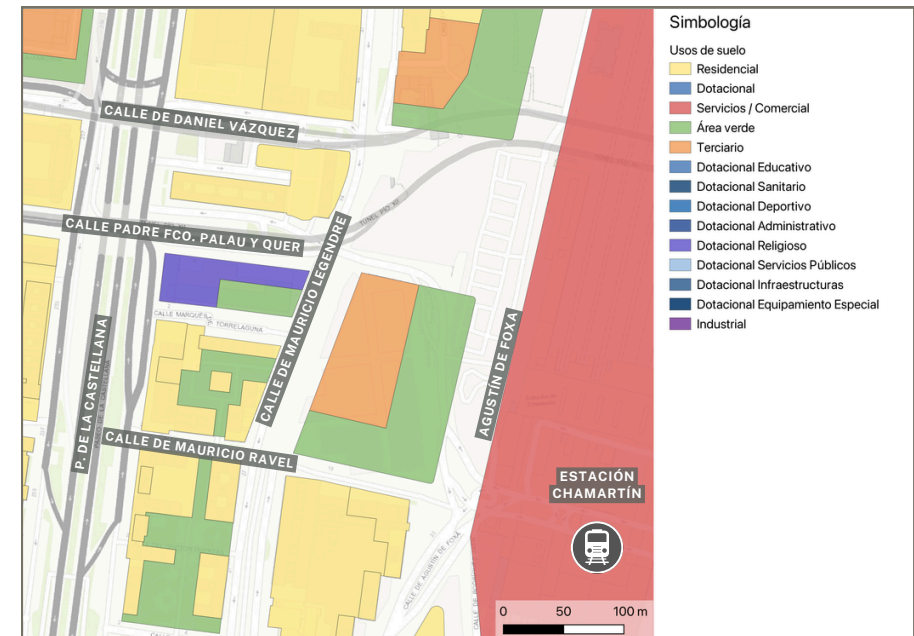
Desde el punto de vista territorial, el área actúa como bisagra entre el tejido urbano consolidado del distrito de Chamartín y el futuro desarrollo de Madrid Nuevo Norte. En este contexto, el entorno inmediato de la estación constituye el acceso más directo hacia la futura plaza sur del proyecto, lo que refuerza su papel estratégico como puerta de entrada al nuevo ámbito urbano.

Morfológicamente, el sector presenta grandes infraestructuras ferroviarias que generan discontinuidades físicas, acompañadas de una red viaria metropolitana (Agustín de Foxá, Paseo de la Castellana, Mauricio Legendre). Las parcelas muestran heterogeneidad funcional: mientras el lado este está dominado por la infraestructura ferroviaria, el lado oeste combina usos residenciales y terciarios que generan actividad continua.

Desde la perspectiva de generación y atracción de viajes, el ámbito de la Estación de Chamartín presentará una dinámica altamente intensa y diversificada. Actualmente, la estación concentra flujos de viajeros de larga distancia y a usuarios de Metro y Cercanías con movilidad pendular metropolitana. A estos desplazamientos se les sumarán los viajes asociados a oficinas y sedes corporativas del futuro proyecto, así como flujos vinculados a los equipamientos proyectados.

Lo anterior, generará una alta rotación de movilidad peatonal durante todo el día, con picos marcados en horas punta, consolidando aún más el área como uno de los nodos intermodales más relevantes del norte de Madrid.

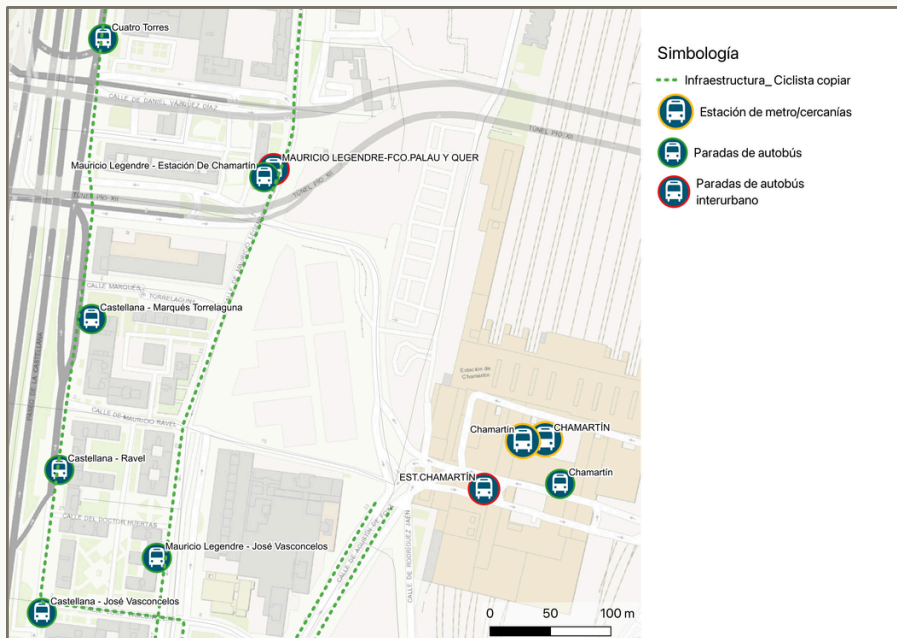
Mapa 15. Usos de suelo Estación 3. Fuente: elaboración propia.



En cuanto al sistema de transporte público, la zona cuenta con una posición excepcional, ya que la estación de Madrid-Chamartín-Clara Campoamor integra servicios de Alta Velocidad, Media y Larga Distancia, así como múltiples líneas de Cercanías Madrid. A ello se suma la conexión con la Estación de Chamartín, que enlaza con varias líneas de Metro, consolidando un nodo multimodal de escala metropolitana y nacional.

El mapa 16 muestra además una concentración significativa de paradas de autobús urbano e interurbano en el perímetro de la estación, reforzando la capilaridad territorial del nodo. Esta combinación de modos posiciona al ámbito como punto óptimo para implantar infraestructura de micromovilidad orientada a resolver la primera y última milla. Dada esta intensidad, se considera imprescindible la implantación de un carril específico para micromovilidad que conecte la salida de la estación con los ejes principales (Agustín de Foxá y Paseo de la Castellana), evitando conflictos con peatones y tráfico motorizado.

Mapa 16. Transporte público Estación 3. Fuente: elaboración propia.



4.3.2 Emplazamiento de la estación

En el caso de Chamartín, no se establece una ubicación puntual definitiva para la estación de micromovilidad, sino un área prioritaria de implantación. Esta decisión responde a que el entorno inmediato de la estación se encuentra sujeto a una transformación urbana de gran escala asociada a Madrid Nuevo Norte, por lo que la configuración final del viario, de los accesos peatonales y de los espacios públicos todavía no está completamente definida. En consecuencia, fijar desde ahora un punto exacto introduciría una rigidez metodológica poco compatible con la evolución real del ámbito.

No obstante, sí es posible definir con claridad los criterios que deberán guiar la implantación futura. La estación deberá localizarse en el entorno inmediato de la salida principal de Metro y Cercanías, priorizando la captación directa del flujo peatonal procedente del vestíbulo ferroviario.

Desde una perspectiva funcional, este emplazamiento resulta especialmente relevante porque permitiría articular desplazamientos hacia tres direcciones estratégicas: el Paseo de la Castellana, el tejido residencial consolidado del distrito de Chamartín y el nuevo desarrollo de Madrid Nuevo Norte a través de la futura plaza sur y de sus ejes interiores.

De manera preliminar, el área más adecuada se sitúa sobre el eje de Agustín de Foxá, ya que este corredor articula el frente sur de la estación y funcionará como espacio de transición entre el nodo ferroviario existente y la nueva estructura urbana proyectada. La implantación en este sector permitiría captar flujos inmediatos de salida de estación, facilitar una lectura espacial clara del punto de intercambio modal e integrar la micromovilidad dentro de la nueva jerarquía viaria prevista para el desarrollo.

Asimismo, dada la elevada intensidad peatonal del ámbito, el diseño de la estación deberá coordinarse con una solución de plataforma diferenciada o carril segregado para garantizar seguridad, continuidad operativa y compatibilidad con los movimientos peatonales más intensos.

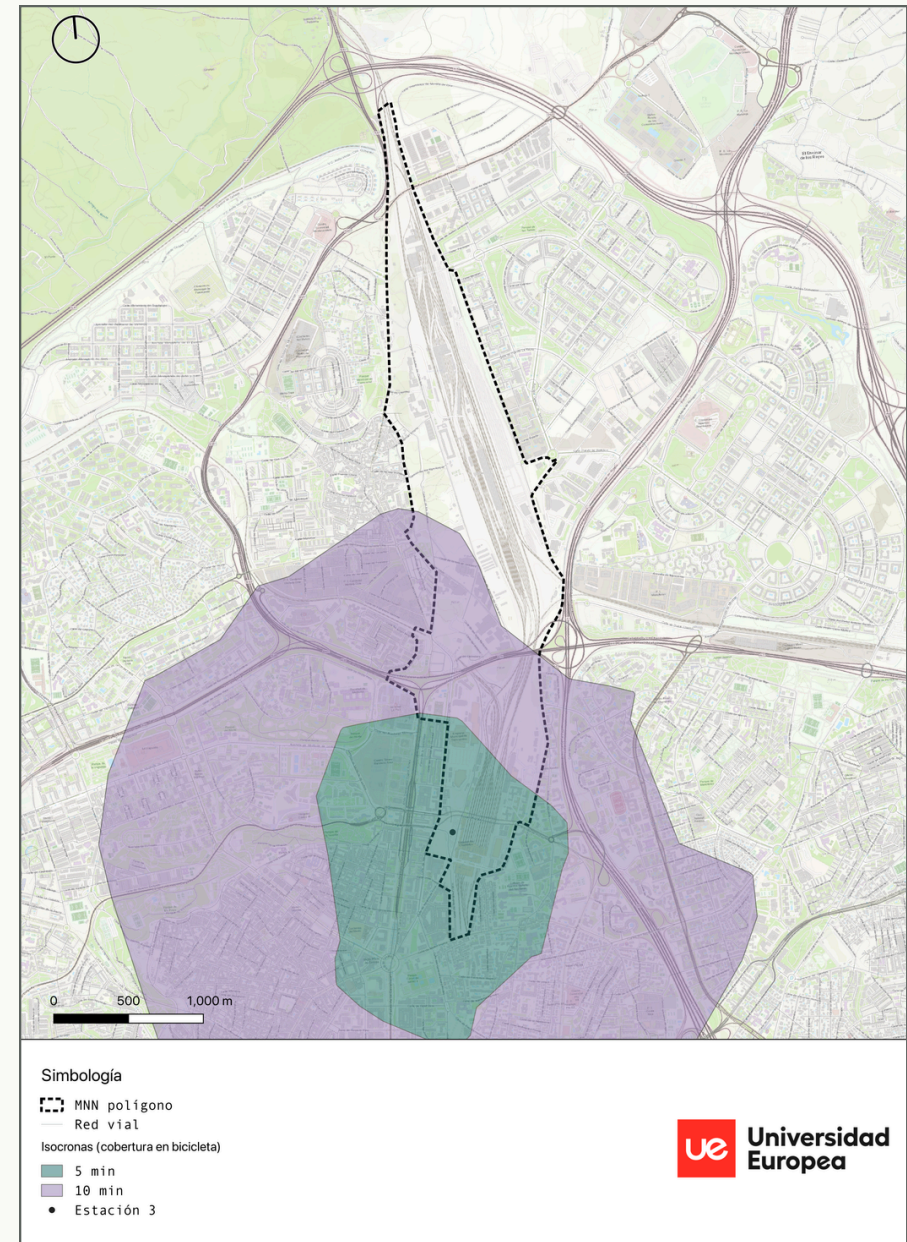
4.3.3 Análisis de isocronas

El análisis de isocronas confirma que se trata del punto con mayor capacidad potencial de irradiación territorial dentro del sistema, pero también del más dependiente de la futura configuración urbana del sector. En 5 minutos, los recorridos viables se concentran en los accesos inmediatos a la estación, al frente de Agustín de Foxá y a las áreas terciarias y residenciales adyacentes.

En 10 minutos, el alcance se extiende hacia una parte significativa del entorno de Madrid Nuevo Norte y de Chamartín consolidado, lo que refuerza la condición del nodo como puerta de entrada al nuevo desarrollo. Sin embargo, esta cobertura potencial no justifica fijar hoy una ubicación definitiva, porque la operatividad real de los trayectos dependerá de la resolución futura de la plaza sur, de la continuidad entre ambos lados del ámbito ferroviario y de la jerarquía final de las nuevas vialidades. .

Por tanto, más que hablar de cobertura cerrada, conviene interpretar las isocronas como indicación de centralidad y de capacidad distribuidora: la futura estación deberá localizarse donde mejor intercepte los flujos de salida ferroviaria y donde exista conexión directa con los corredores ciclistas y peatonales que estructuren el nuevo tejido urbano. En este caso, la isocrona sirve para justificar una zona prioritaria de implantación y no un punto único.

Mapa 17. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 3. Fuente: elaboración propia.



4.4 Fuencarral

4.4.1 Análisis territorial y funcional

La Zona 4 se estructura en torno a la Estación de Fuencarral, configurándose como un nodo ferroviario de carácter metropolitano en el extremo norte del sistema Chamartín-Madrid Nuevo Norte. Según el mapa de usos de suelo, el área presenta una combinación de tejido residencial consolidado, dotaciones educativas y amplias superficies asociadas a infraestructura ferroviaria.

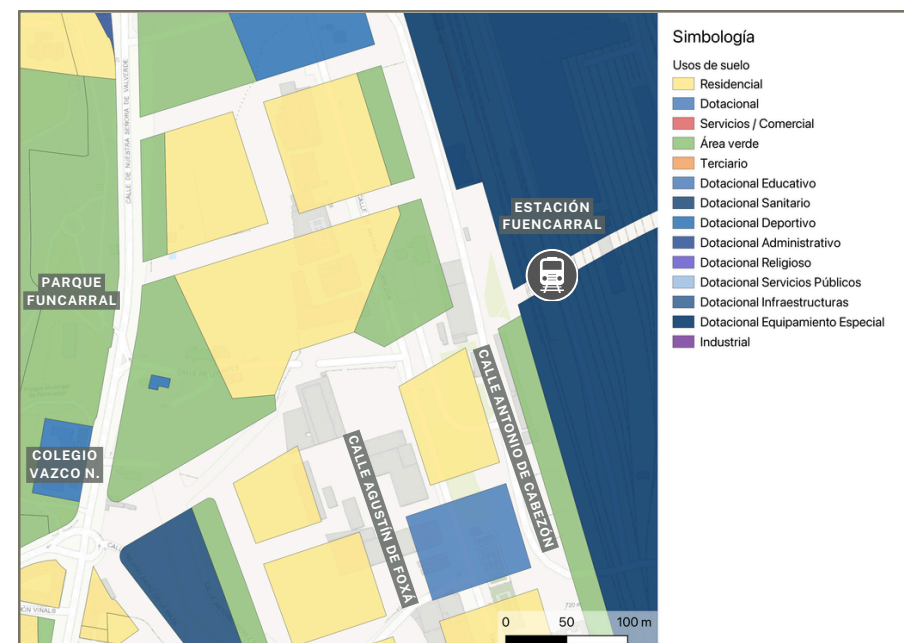
Actualmente, el entorno inmediato de la estación está marcado por la presencia dominante de playas de vías y suelos ferroviarios, que actúan como barrera física entre sectores urbanos. En el lado oeste se identifican áreas residenciales y equipamientos como el Parque de Fuencarral, que aportan actividad cotidiana y flujos peatonales locales. El lado este se encuentra mayormente ocupado por infraestructura ferroviaria, con baja permeabilidad transversal.

Desde la perspectiva funcional, el comportamiento del área es menos intenso que Chamartín, pero presenta una dinámica relevante asociada a movilidad pendular de cercanías y a desplazamientos de proximidad generados por el tejido residencial y equipamientos educativos. Esta condición la posiciona como nodo estratégico de conexión entre el barrio consolidado y el futuro desarrollo de Madrid Nuevo Norte.

En el escenario proyectado, el desarrollo de Madrid Nuevo Norte transformará significativamente este ámbito, integrando los suelos ferroviarios en una nueva estructura urbana con mayor mezcla de usos, nuevas vialidades y continuidad peatonal. La estación de Fuencarral pasará de ser un punto periférico condicionado por infraestructuras a convertirse en acceso estructurante al nuevo tejido urbano.

La Estación de Fuencarral forma parte de la red de Cercanías Madrid, permitiendo conexión directa con Chamartín, Atocha y el corredor norte metropolitano.

Mapa 18. Usos de suelo Estación 4. Fuente: elaboración propia.



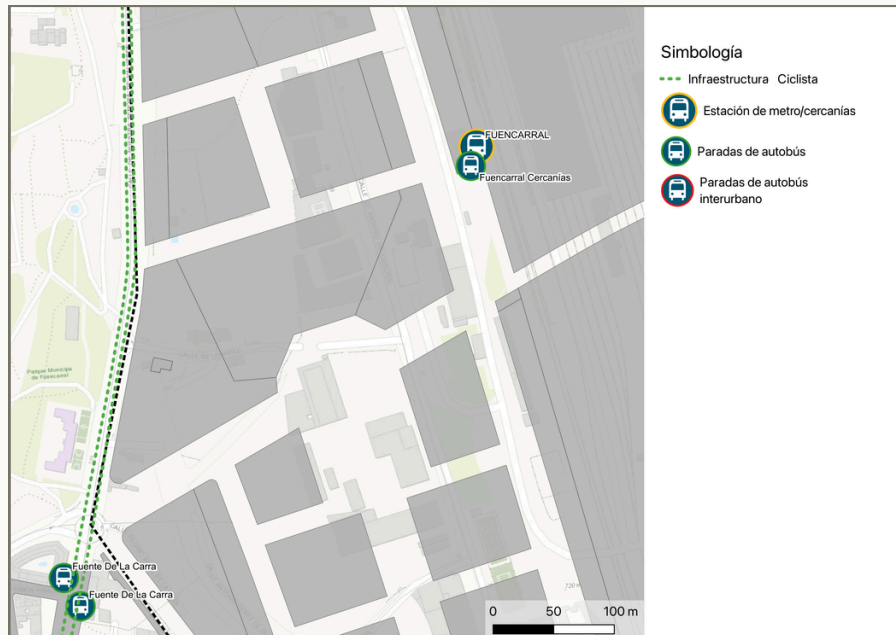
En el mapa de transporte público, se identifican paradas de autobús urbano en el entorno inmediato, lo que refuerza la accesibilidad local.

Actualmente, el flujo principal está compuesto por:

- Usuarios de Cercanías con movilidad pendular.
- Residentes del barrio que acceden a la estación a pie.
- Usuarios de autobús con conexión barrial.

Con la consolidación de Madrid Nuevo Norte, se prevé un incremento significativo de la demanda, al integrarse nuevos usos terciarios, residenciales y dotacionales en el entorno inmediato. La estación pasará a funcionar como punto de acceso estructurante al sector norte del desarrollo, incrementando los intercambios modales y la intensidad peatonal.

Mapa 19. Transporte público Estación 4. Fuente: elaboración propia.



4.4.2 Emplazamiento de la estación

En Fuencarral, al igual que en Chamartín, no se plantea una ubicación puntual definitiva para la estación, sino una zona estratégica de implantación. Esta decisión se justifica por el hecho de que el entorno actual se encuentra fuertemente condicionado por playas de vías y suelos ferroviarios que actúan como barrera física entre el barrio consolidado y los futuros desarrollos de Madrid Nuevo Norte. Además, la urbanización futura modificará de forma sustancial la estructura viaria, la continuidad peatonal y la relación entre los distintos sectores del ámbito, por lo que cerrar desde ahora un punto exacto sería prematuro.

Aun así, sí pueden establecerse criterios claros para orientar la localización futura. La estación deberá situarse en el entorno inmediato de la salida de la estación de Cercanías, priorizando la captación del flujo peatonal descendente de los andenes y favoreciendo la continuidad del viaje en el momento de transición modal.

Este criterio es especialmente importante porque la función principal de la estación no será solo atender al barrio existente, sino actuar como interfaz entre tres componentes territoriales: la estación ferroviaria, el tejido residencial consolidado de Fuencarral y los nuevos desarrollos de Madrid Nuevo Norte.

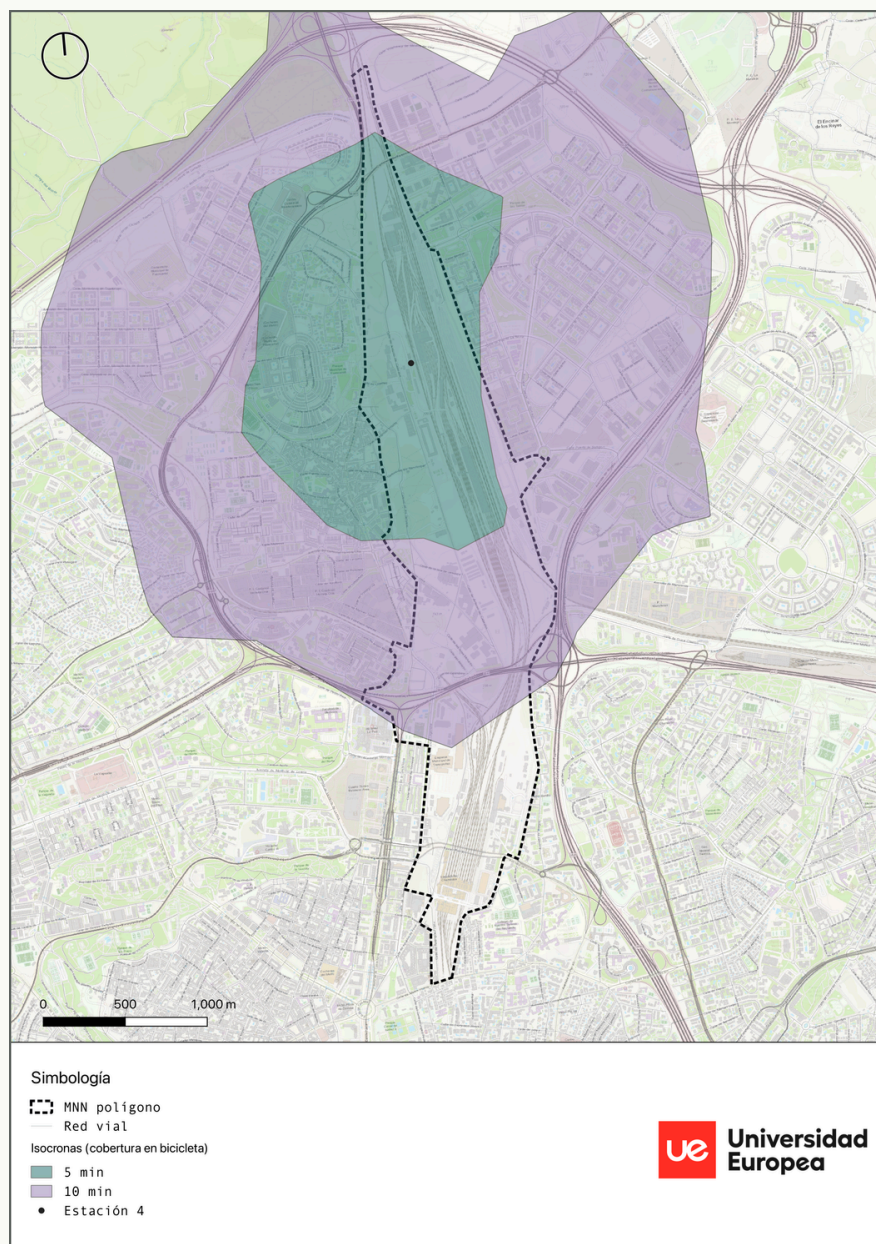
Desde el punto de vista urbano, el emplazamiento futuro deberá aprovechar secciones viarias amplias y espacios susceptibles de reconversión parcial del aparcamiento o del espacio viario, evitando afectar la continuidad peatonal y buscando siempre una conexión clara con los futuros corredores de movilidad activa. La estación no debe pensarse como un elemento aislado, sino como una pieza de transición que contribuya a coser la barrera ferroviaria y a mejorar la relación funcional entre el barrio actual y el nuevo tejido urbano.

4.4.3 Análisis de isocronas

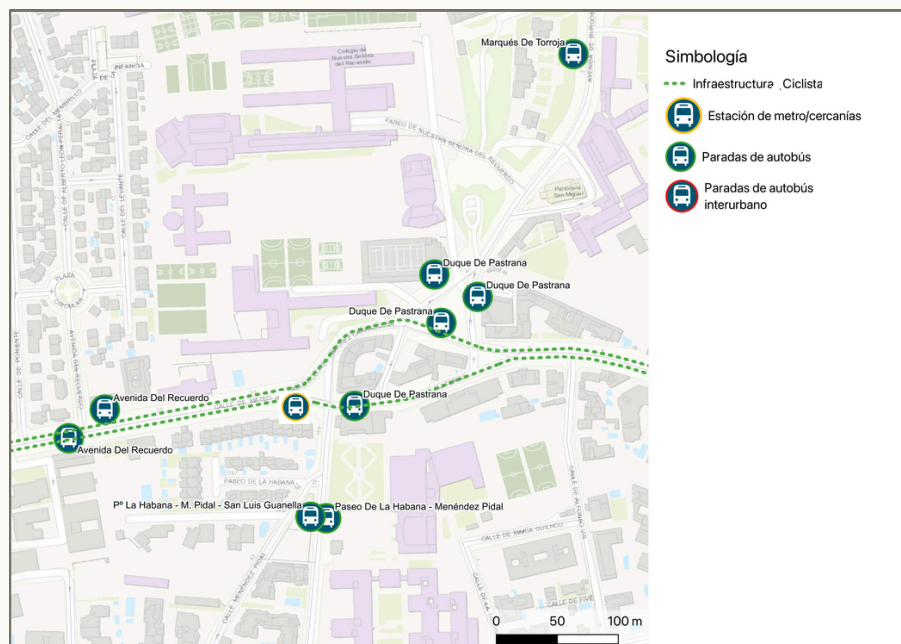
Aunque en términos temporales la estación puede alcanzar sectores relevantes del borde norte del ámbito en 5 y 10 minutos, la cobertura se encuentra hoy condicionada por la fuerte presencia de suelos ferroviarios y por la baja permeabilidad transversal del entorno. Esto implica que la isocrona debe leerse con cautela: no toda la superficie aparentemente accesible representa trayectos equivalentes en confort, seguridad o continuidad. Actualmente, los recorridos más viables son aquellos que conectan la estación con el barrio consolidado del lado oeste y con equipamientos cercanos mediante calles locales y trazados de baja complejidad.

La plena eficacia de esta estación como nodo de micromovilidad dependerá de la futura cosida urbana de los suelos ferroviarios, de la apertura de nuevas vialidades y de la mejora de la continuidad peatonal y ciclista hacia Madrid Nuevo Norte. Por ello, igual que en Chamartín, no resulta metodológicamente adecuado fijar una localización puntual definitiva; lo pertinente es identificar las áreas donde las futuras conexiones urbanas reduzcan la condición de barrera y permitan que la estación funcione como interfaz entre barrio existente, Cercanías y nuevo desarrollo.

Mapa 20. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 4. Fuente: elaboración propia.



Mapa 22. Transporte público Estación 5. Fuente: elaboración propia.



4.5.2 Emplazamiento de la estación

La estación de micromovilidad se propone en la Calle Mateo Inurria, próxima a la intersección con la Calle de la Habana (coordenadas: 442418.1, 4479872.1). El punto seleccionado se sitúa junto a uno de los accesos principales al Metro Duque de Pastrana, lo que permite captar de forma directa los flujos peatonales asociados al transporte público.

El entorno presenta condiciones favorables para la implantación de este tipo de infraestructura. La sección viaria dispone de aceras amplias y arbolado consolidado. Se propone ubicar la estación en la acera, aprovechando el espacio residual existente en el acceso a la estación de metro, sin comprometer el ancho libre destinado a la circulación peatonal. La continuidad de las fachadas y de los cerramientos presentes en el entorno contribuye además a generar referencias espaciales claras, lo que facilita la identificación y localización del punto por parte de los usuarios..

Desde una perspectiva funcional, la estación permitiría articular desplazamientos de corta y media distancia entre el eje Mateo Inurria-Habana, el entorno empresarial de Chamartín y las conexiones hacia el Paseo de la Castellana, reforzando la red de movilidad activa en un sector con elevada concentración de empleo. De esta forma, el punto contribuiría a facilitar desplazamientos de primera y última milla y a promover un trasvase modal desde el vehículo privado hacia modos más sostenibles.

La estación se plantea con una superficie aproximada de 40 m², concebida como una primera fase de implantación que permita evaluar la demanda inicial del sistema. Considerando los criterios de dimensionamiento para los vehículos de micromovilidad —bicicletas y patinetes eléctricos—, la estación podría albergar entre 16 y 20 vehículos manteniendo condiciones adecuadas de ordenamiento, accesibilidad y maniobrabilidad.

Imagen 11. Emplazamiento de la Estación 5. Fuente: google maps (vista satélite).



La distribución espacial puede organizarse en una franja de circulación y maniobra de aproximadamente 1,5 a 2 metros de ancho, para acceder y retirar los vehículos con comodidad.

En términos geométricos, la estación podría materializarse mediante una plataforma longitudinal de aproximadamente 12-14 metros de longitud y entre 3 y 3,5 metros de anchura. Esta configuración facilita una integración coherente con la geometría de la acera, y mantiene la legibilidad del espacio dentro de la sección viaria. Además, la propuesta contempla la posibilidad de ampliación futura en función de la demanda del sistema.

El espacio disponible en el entorno inmediato de la intersección permitiría incorporar nuevos módulos de estacionamiento en una fase posterior, incrementando la capacidad de la estación sin requerir modificaciones significativas en la configuración urbana existente y con una ventaja de proximidad a la estación propuesta en la primera fase.

Imagen 12. Situación actual de la Estación 5. Fuente: google maps (vista de calle).



Imagen 13. Propuesta de la Estación 5, fase 1. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.

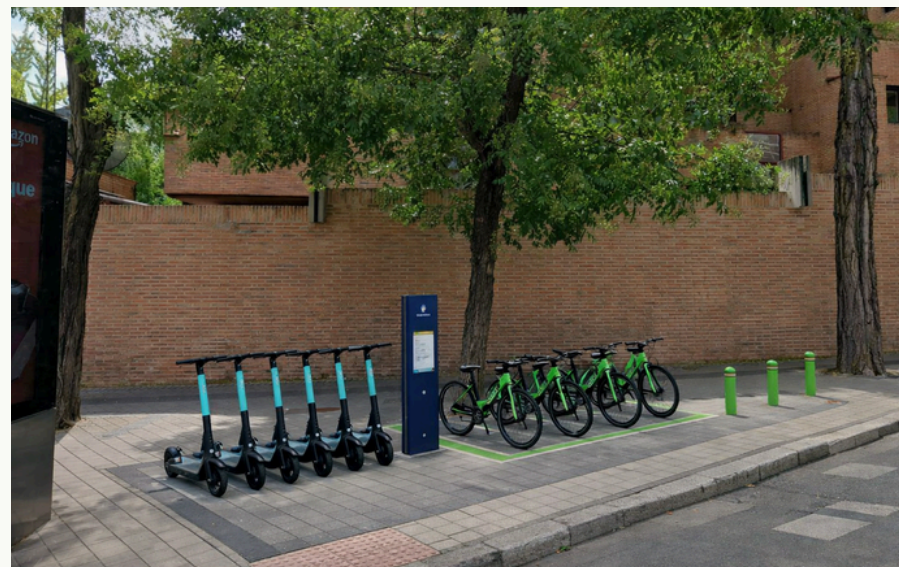


Imagen 14. Propuesta de la Estación de 5, fase 2. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.



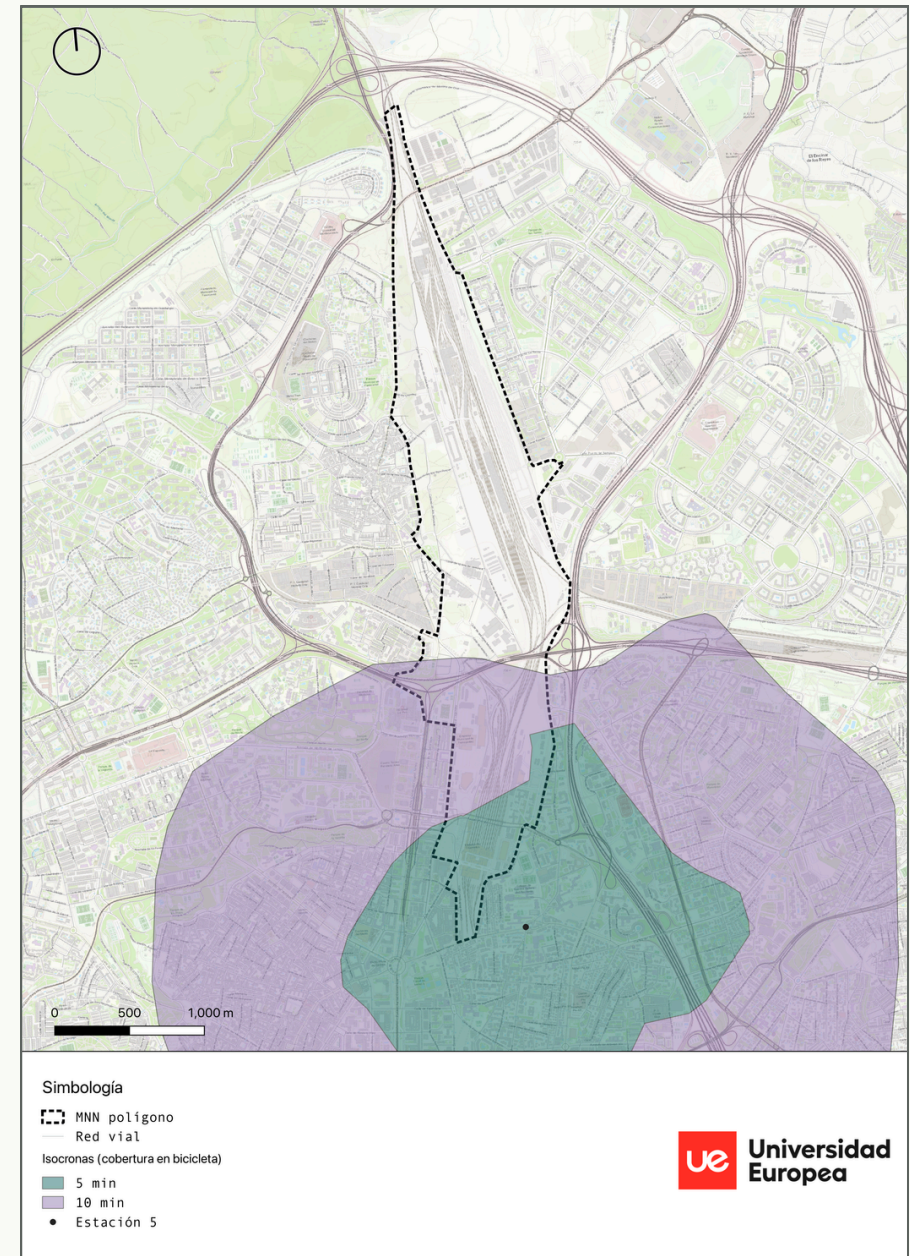
4.5.3 Análisis de isocronas

La cobertura de la Estación 5 muestra un comportamiento muy favorable para desplazamientos de distribución urbana fina. En 5 minutos, la estación cubre el entorno de Duque de Pastrana, Mateo Inurria, la calle de la Habana y parte del tejido terciario y residencial de Chamartín, lo que la convierte en una pieza eficiente para articular viajes de acceso a oficinas, equipamientos y paradas de transporte público al sur del proyecto de MNN.

En 10 minutos, la conectividad se extiende hacia corredores de relación con el eje de la Castellana y con futuros itinerarios asociados a Madrid Nuevo Norte, reforzando su papel como estación de transición entre barrio consolidado y nuevas centralidades. A diferencia de otros casos, aquí la viabilidad de los trayectos depende menos de grandes barreras y más de la calidad de la sección viaria y de la posibilidad de implantar itinerarios ciclistas en calles amplias y arboladas.

La proximidad al Metro Duque de Pastrana y a una red densa de autobuses incrementa su valor intermodal, mientras que la ausencia de conflictos viarios mayores mejora la legibilidad de los recorridos. Por ello, el análisis de isocronas no solo evidencia cobertura, sino una alta aptitud para recorridos cotidianos, recurrentes y operativamente estables.

Mapa 23. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 5. Fuente: elaboración propia.



4.6 Ronda de las Comunicaciones

4.6.1 Análisis territorial y funcional

La Zona 6 se localiza en el borde norte del término municipal de Madrid, en un entorno fuertemente condicionado por infraestructuras viarias de alta capacidad, entre ellas la M-40 y los ramales asociados a la A-1 y al sistema de accesos al Distrito Telefónica. Se trata de un sector con clara vocación empresarial y terciaria, caracterizado por grandes parcelas, edificios corporativos aislados y una estructura viaria diseñada prioritariamente para el tráfico motorizado.

Desde el punto de vista morfológico, el área presenta amplias secciones viarias, gloriets de gran radio y carriles de incorporación y aceleración que configuran un paisaje eminentemente infraestructural. Estas condiciones generan barreras físicas importantes para la movilidad peatonal transversal, particularmente en los cruces vinculados a la M-40. Sin embargo, el interior del ámbito —especialmente en las calles secundarias como la Calle de Portomarín— presenta menor intensidad vehicular y condiciones más favorables para la implantación de infraestructura de micromovilidad.

Funcionalmente, el sector concentra una elevada generación de viajes laborales asociados a complejos empresariales como el entorno del Distrito Telefónica, así como desplazamientos vinculados a áreas residenciales próximas en Las Tablas. La proximidad al desarrollo de Madrid Nuevo Norte refuerza su papel estratégico como punto de conexión entre la ciudad consolidada, el nuevo ámbito urbanístico y el sistema metropolitano.

Dado el predominio de vías rápidas y la fragmentación que genera la M-40, la decisión estratégica fue ubicar la estación al interior del anillo viario, en el lado que permite una conexión más directa y segura hacia Madrid Nuevo Norte, evitando cruces complejos en entornos de alta velocidad.

El ámbito cuenta con la proximidad de la Estación Ronda de la Comunicación (Línea 10 de Metro), que articula la movilidad hacia Plaza de

Mapa 24. Usos de suelo Estación 6. Fuente: elaboración propia.

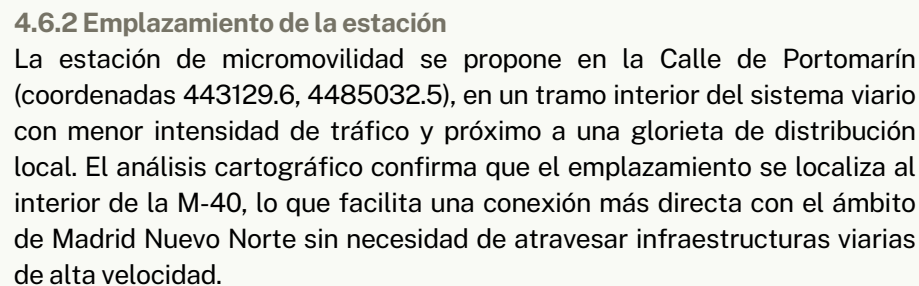


Castilla y el corredor norte metropolitano. Asimismo, la Estación Las Tablas se encuentra a una distancia aproximada de 450 a 500 metros del punto propuesto en Calle Portomarín, lo que representa un recorrido peatonal inferior a 7 minutos.

La presencia de estas dos estaciones en un radio inmediato configura una doble oportunidad de captación modal. Ronda de la Comunicación canaliza principalmente flujos laborales asociados al sector empresarial, mientras que Las Tablas articula también desplazamientos residenciales. Esta superposición incrementa el potencial de la estación de micromovilidad como nodo distribuidor de primera y última milla.

Un elemento especialmente relevante del ámbito es la existencia de infraestructura ciclista ya consolidada, visible en el corredor verde que discurre paralelo a la M-40 y en los itinerarios ciclistas internos del Distrito

Mapa 25. Transporte público Estación 6. Fuente: elaboración propia.



La elección de este emplazamiento responde a criterios de seguridad

Además, como ya se mencionó el entorno inmediato cuenta con infraestructura ciclista existente, visible en el corredor adyacente a la vía. Esta ciclovia discurre paralela al eje viario y conecta con los itinerarios ciclistas del ámbito de Las Tablas y el Distrito Telefónica, permitiendo desplazamientos seguros en bicicleta hacia los principales polos de empleo y actividad del sector.

La estación se plantea con una superficie aproximada de 235 m², lo que permite configurar un espacio de mayor capacidad en comparación con otras estaciones del sistema. Esta dimensión posibilita una organización más flexible del área, combinando zonas de estacionamiento con espacios amplios de circulación y maniobra.

- Zona principal de estacionamiento, destinada a bicicletas y patinetes eléctricos, organizada mediante módulos alineados. Considerando un módulo aproximado de 2 m² por vehículo, el espacio podría albergar

entre 80 y 100 vehículos de micromovilidad manteniendo distancias adecuadas entre unidades.

- Franja central de circulación y maniobra, de aproximadamente 2 a 3 metros de ancho, que permita el acceso simultáneo de varios usuarios y facilite la entrada y salida ordenada de los vehículos.
- Área de transición y conexión con la ciclovía, situada en el borde del espacio, que permita incorporar y retirar los vehículos de forma directa desde la infraestructura ciclista existente.

Desde el punto de vista geométrico, los 235 m² pueden materializarse mediante una plataforma aproximada de 30 a 35 metros de longitud y entre 6 y 7 metros de anchura, dimensiones que permiten distribuir los vehículos en filas paralelas y mantener espacios suficientes para circulación. La imagen objetivo de propuesta respresenta menor número de unidades de patines y bicicletas, ya que se tendría que llevar a cabo un análisis de demanda para determinar con exactitud la oferta que se debe proporcionar

Imagen 15. Emplazamiento de la Estación 6. Fuente: google maps (vista satélite).



Imagen 16. Situación actual de la Estación 6. Fuente: google maps (vista de calle).



Imagen 17. Propuesta de la Estación de micromovilidad 6. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.



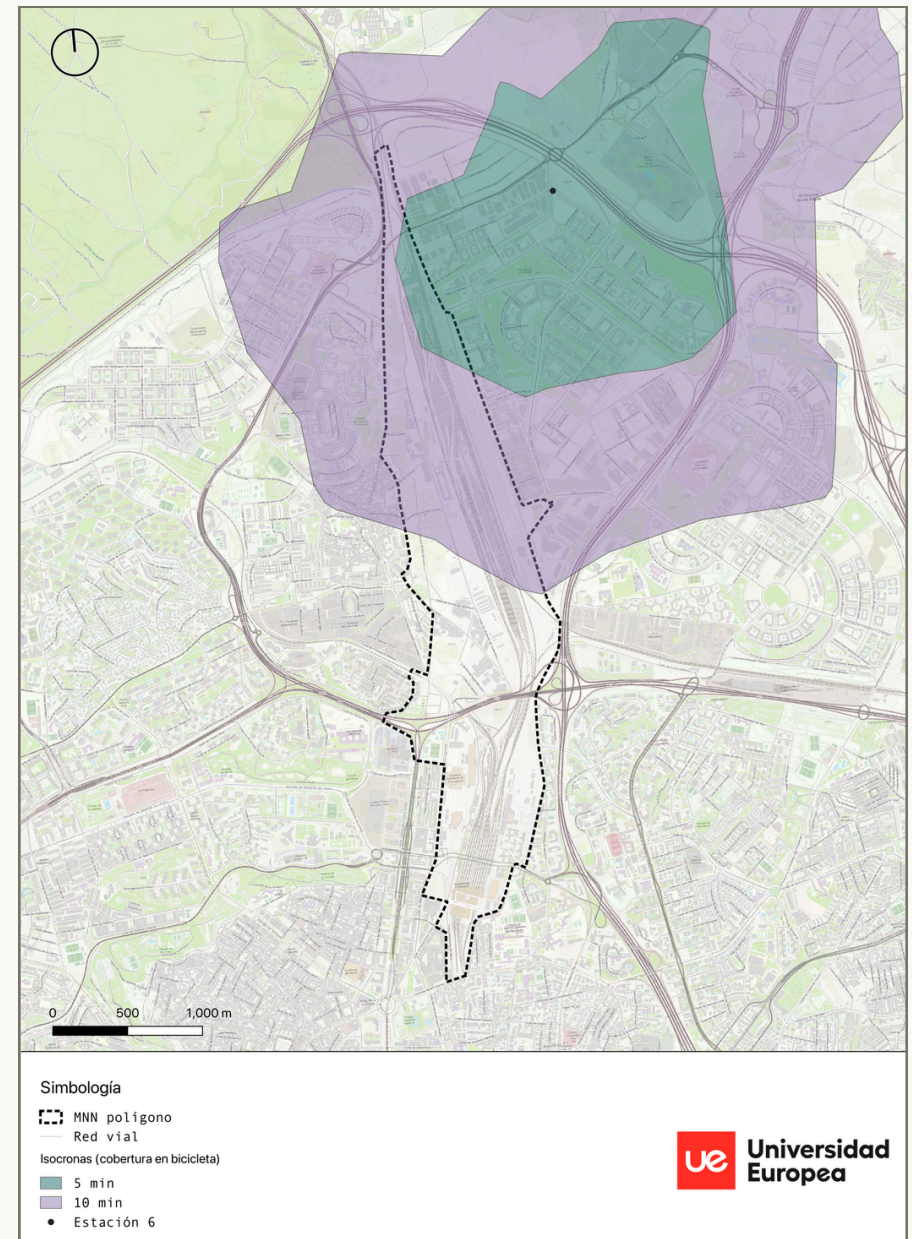
4.6.3 Análisis de isocronas

En la Estación 6, el análisis de isocronas revela una combinación de alto alcance potencial y fuerte dependencia de la infraestructura ciclista existente. En 5 minutos, la cobertura enlaza de forma eficaz con el entorno inmediato del Distrito Telefónica, con tramos de Las Tablas y con las estaciones cercanas de Ronda de la Comunicación y Las Tablas, generando una oportunidad clara de intermodalidad entre Metro y micromovilidad.

En 10 minutos, la estación amplía su radio funcional hacia una parte relevante del borde norte de Madrid Nuevo Norte; no obstante, la verdadera fortaleza del punto no radica solo en la distancia alcanzable, sino en que ya dispone de conexión con corredores ciclistas visibles y segregados. Eso significa que los trayectos potenciales son más viables, seguros y legibles que en otros sectores dominados por vías rápidas.

La localización interior respecto de la M-40 también es decisiva, ya que evita que la estación dependa de cruces de alta complejidad. En consecuencia, esta isocrona debe interpretarse como una cobertura respaldada por condiciones reales de operación, lo que justifica la mayor capacidad planteada para esta estación.

Mapa 26. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 6. Fuente: elaboración propia.



4.7.2 Emplazamiento de la estación

La estación de micromovilidad se propone en el exterior del acceso principal de la estación Fuente de la Mora, en las coordenadas 40.484455, -3.663015, junto a la Calle Dulce Chacón. Esta localización permite interceptar directamente el flujo de salida de usuarios del sistema ferroviario, captando la demanda en el punto de transición entre el transporte público y los desplazamientos de primera y última milla.

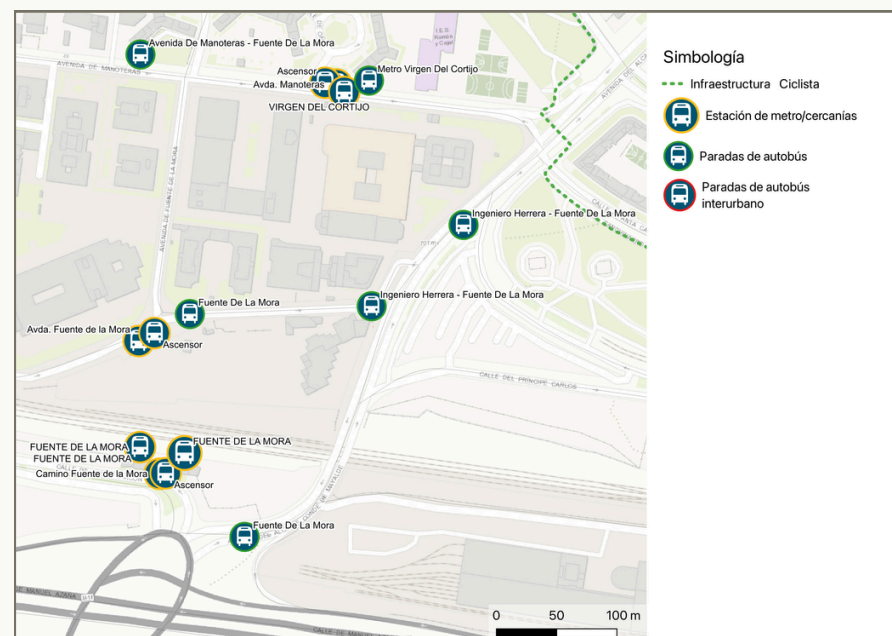
Desde el punto de vista morfológico, el entorno presenta una sección viaria amplia y espacios pavimentados disponibles, lo que facilita la implantación de la estación sin afectar la continuidad peatonal ni interferir con la circulación vehicular. La proximidad inmediata a los accesos de la estación ferroviaria garantiza alta visibilidad, seguridad percibida y elevada rotación de usuarios, condiciones fundamentales para el correcto funcionamiento de un sistema de micromovilidad.

Tal como se aprecia en la imagen del emplazamiento, el espacio cuenta con plataformas peatonales amplias y áreas libres junto al aparcamiento disuasorio, lo que permite integrar la estación de forma ordenada dentro del espacio público existente. La presencia de pavimentos diferenciados, mobiliario urbano y elementos de delimitación facilita la identificación del punto y su integración en el entorno inmediato.

Desde una perspectiva funcional, la ubicación permite canalizar los desplazamientos hacia el corredor de la Calle Dulce Chacón, que actúa como eje natural de distribución hacia el entorno empresarial y terciario del sector. Sin embargo, la resolución completa de la última milla depende de mejorar la permeabilidad territorial del entorno, especialmente en relación con el cruce de la A-1, que actualmente constituye una barrera física para los desplazamientos en bicicleta o vehículos ligeros.

En este sentido, para consolidar la viabilidad de la estación como nodo de micromovilidad sería recomendable incorporar infraestructuras de cruce seguro, como pasarelas ciclistas o pasos protegidos segregados, que permitan atravesar la autovía en condiciones adecuadas de seguridad.

Mapa 28. Transporte público Estación 7. Fuente: elaboración propia.



Asimismo, se desaconseja el uso de la M-11 como itinerario principal de micromovilidad, debido a su carácter de vía rápida y a la incompatibilidad entre las velocidades del tráfico motorizado y los vehículos ligeros.

La estación se plantea con una superficie aproximada de 120 m², lo que permite configurar un espacio funcional de capacidad media-alta orientado a absorber la demanda generada por el nodo ferroviario. Considerando un módulo aproximado de 2 m² por vehículo, la estación podría albergar entre 45 y 55 vehículos de micromovilidad, manteniendo espacios adecuados para circulación y maniobra.

La distribución espacial puede organizarse mediante tres áreas funcionales principales:

- Zona de estacionamiento para bicicletas, organizada mediante anclajes alineados que faciliten el estacionamiento ordenado y seguro.

- Zona de estacionamiento para patinetes eléctricos, dispuesta en módulos compactos que permitan optimizar el espacio disponible.
- Franja central de circulación y maniobra, de aproximadamente 2 a 2,5 metros de ancho, que permita el acceso simultáneo de varios usuarios y facilite la entrada y salida de los vehículos.

En términos geométricos, los 120 m² podrían materializarse mediante una plataforma aproximada de 20 a 22 metros de longitud y entre 5 y 6 metros de anchura, permitiendo organizar los vehículos en filas paralelas y mantener espacios de circulación claros y legibles.

4.7.3 Análisis de isocronas

La isocrona de la Estación 7 presenta una cobertura espacial relevante en 5 y 10 minutos, especialmente sobre el corredor de Dulce Chacón y sobre las áreas empresariales de Manoteras-Valdefuentes.

Imagen 18. Emplazamiento de la Estación 7. Fuente: google maps (vista satélite).

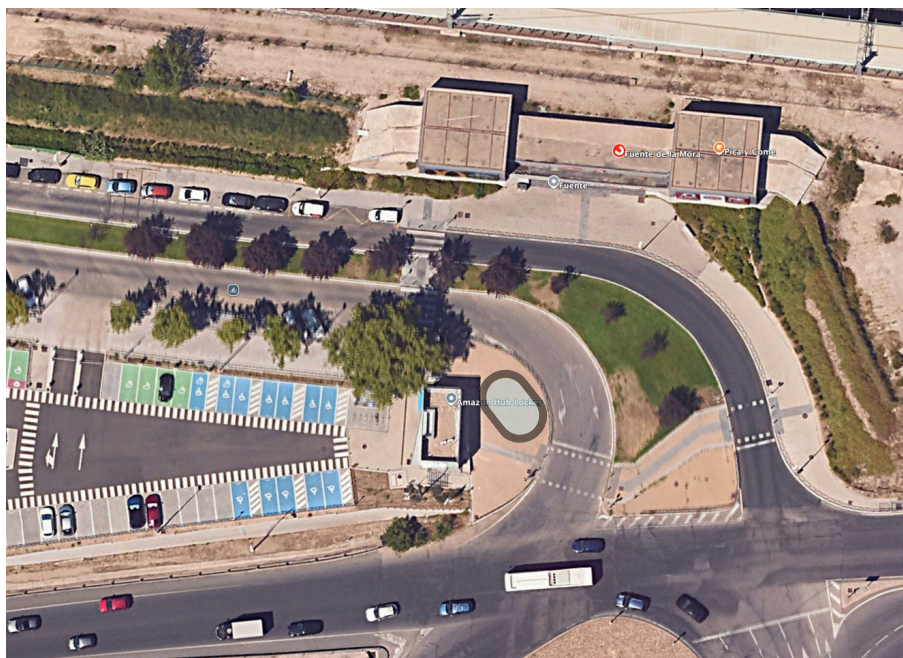


Imagen 19. Situación actual de la Estación 7. Fuente: google maps (vista de calle).



Imagen 20. Propuesta de la Estación de micromovilidad 7. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.

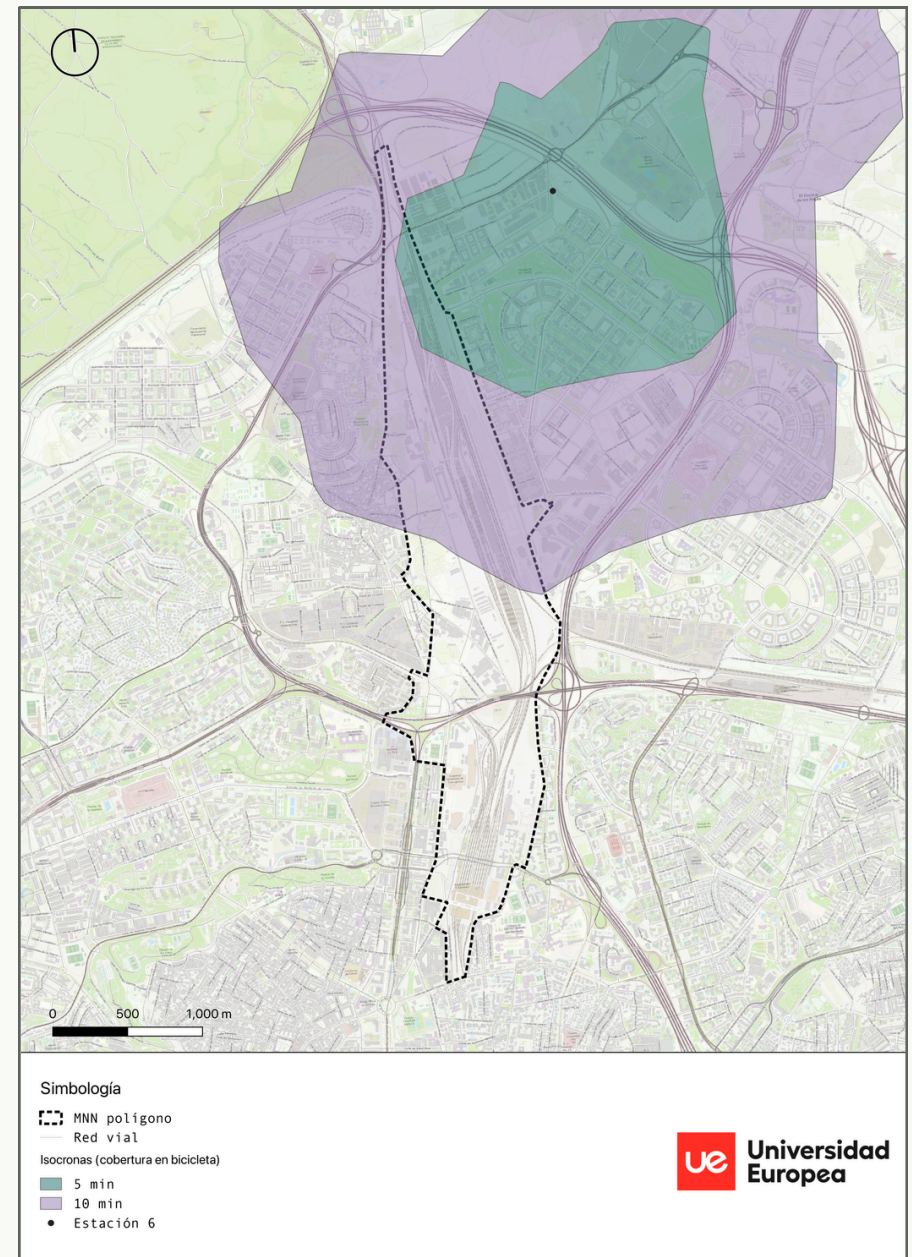


Sin embargo, el análisis más importante no es la extensión de la superficie alcanzada, sino la calidad desigual de los trayectos disponibles.

La estación tiene una posición muy eficiente para captar flujos de salida del nodo ferroviario y distribuirlos hacia destinos laborales situados entre 500 metros y 1,5 kilómetros, distancia especialmente adecuada para la bicicleta y otros vehículos ligeros. No obstante, la operatividad del sistema disminuye allí donde los itinerarios exigen atravesar la A-1 o aproximarse a la M-11, infraestructuras incompatibles con una circulación cómoda y segura de micromovilidad.

Por ello, la cobertura efectiva se concentra en los recorridos que aprovechan el eje de Dulce Chacón y corredores secundarios, mientras que su expansión territorial futura dependerá de introducir pasos ciclistas seguros y segregados sobre las grandes barreras. En este caso, la isocrona confirma un gran potencial de última milla hacia empleo y transporte público, pero también evidencia que la accesibilidad real está condicionada por una mejora estructural de la permeabilidad.

Mapa 29. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 7. Fuente: elaboración propia.



4.8 Sanchinarro

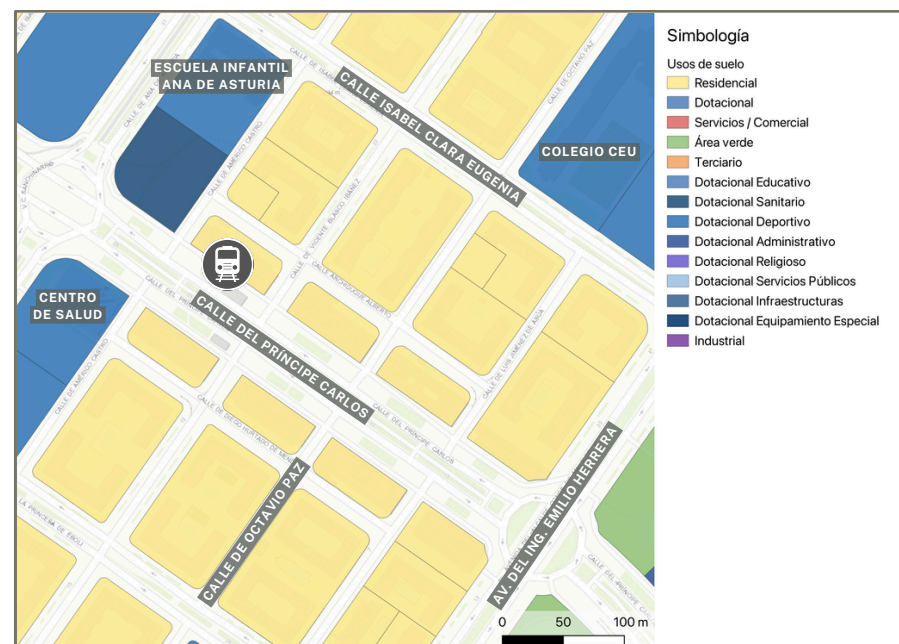
4.8.1 Análisis territorial y funcional

La Zona 8 corresponde al entorno inmediato de la Estación Blasco Ibáñez (ML1), en el eje Príncipe Carlos – Sanchinarro. El mapa de usos de suelo evidencia un predominio residencial nítido, acompañado por una red de dotaciones que actúan como generadores de viajes de proximidad. En el entorno inmediato aparecen equipamientos educativos (escuela infantil y centros escolares), un centro de salud y piezas terciarias de apoyo (servicios y comercio de cercanía), además de espacios libres y áreas verdes integradas en la estructura del barrio. Esta mezcla funcional, aun con dominancia residencial, produce una demanda sostenida a lo largo del día: por la mañana se concentran desplazamientos asociados a la movilidad escolar y a la salida laboral; al mediodía se incrementan viajes cortos a servicios cotidianos; y por la tarde se repiten flujos de retorno y actividades de proximidad. Al no tratarse de un nodo metropolitano de gran atracción externa, el área funciona principalmente como “origen” de viajes hacia otros polos de empleo y servicios del norte y del centro de Madrid, lo que refuerza el valor de una solución de primera y última milla conectada a transporte público de alta capacidad.

Los hitos locales refuerzan esta lectura. Los equipamientos educativos y sanitarios explican picos concentrados y direccionales en horas punta, mientras que el comercio de cercanía sostiene viajes cortos constantes. En conjunto, el patrón dominante es el de movilidad pendular de residentes hacia ejes de empleo (Chamartín, Plaza de Castilla, AZCA, ejes empresariales del norte) y movilidad interna de barrio, con distancias típicamente compatibles con bicicleta y VMP. Por tanto, la estación en este punto no solo debe entenderse como soporte a usuarios del Metro Ligerero, sino como infraestructura de redistribución para un área residencial con alta propensión a viajes repetitivos, regulares y de corta distancia.

La conectividad del ámbito se apoya en la estación Blasco Ibáñez de Metro Ligerero (ML1), cuya función es canalizar la demanda del barrio hacia el nodo Pinar de Chamartín, donde se producen transbordos a Metro (y, por tanto, a

Mapa 30. Usos de suelo Estación 8. Fuente: elaboración propia.



la red estructurante de la ciudad). Esta relación define un flujo principal: residentes que salen del barrio por la mañana y regresan por la tarde. El mapa de transporte público muestra además una buena cobertura de autobús urbano en el entorno de Príncipe Carlos y Ana de Austria, lo que incrementa la capilaridad hacia barrios próximos y refuerza la accesibilidad en radios peatonales cortos. En términos operativos, esto significa que el área dispone de “múltiples puertas” al sistema de transporte colectivo, pero la eficiencia puerta a puerta depende de cómo se resuelva la última milla, especialmente hacia destinos no servidos directamente por paradas inmediatas o que requieren transbordos.

El ámbito cuenta con infraestructura ciclista existente identificada en el mapa, lo cual es una fortaleza porque reduce la necesidad de iniciar desde cero la red de soporte. Sin embargo, que exista infraestructura ciclista local

no implica automáticamente conectividad directa y segura hacia el ámbito de Madrid Nuevo Norte.

La conexión hacia MNN requiere continuidad, legibilidad y, sobre todo, resolución segura de los tramos de transición entre barrios y a través de grandes infraestructuras (corredores viarios y enlaces). En términos de trazado, la salida más lógica desde Sanchinarro hacia el sistema norte pasa por los ejes estructurantes del propio barrio (Príncipe Carlos / Ana de Austria) y su enlace con Las Tablas y el entorno de Fuencarral, que es donde se materializa la continuidad territorial hacia el área de transformación.

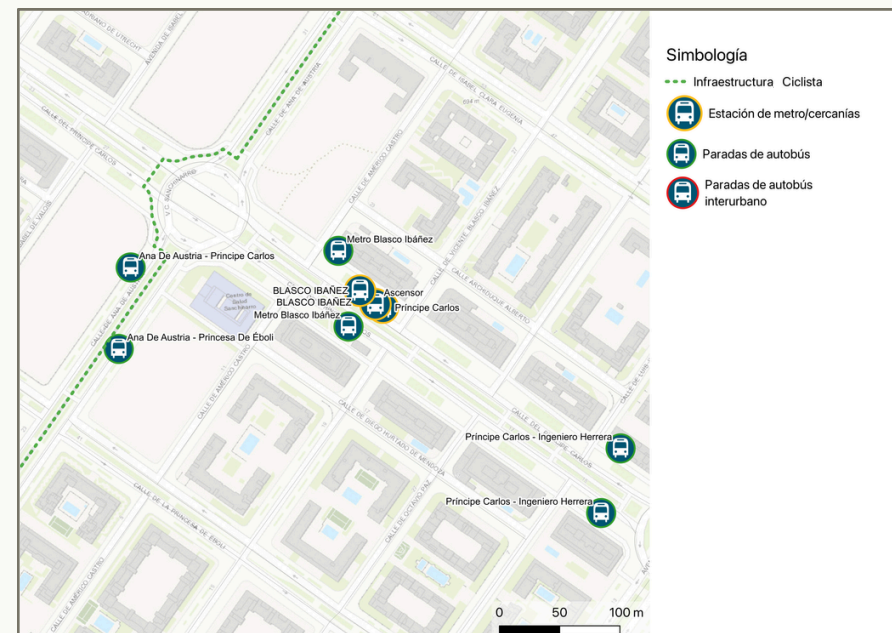
La lectura técnica es que la red actual puede funcionar como “alimentadora” dentro del barrio, pero para convertirla en un corredor funcional hacia MNN se necesitan tramos con mayor nivel de protección y continuidad, especialmente en cruces y segmentos donde el tráfico motorizado adquiere jerarquía. En avenidas como Príncipe Carlos o Ana de Austria, la sección viaria y el carácter planificado permiten implementar carriles segregados en calzada sin afectar de manera crítica la operación general, siempre que se gestione adecuadamente el espacio (bandas de estacionamiento, carriles sobredimensionados o radios de giro).

La prioridad debería ser garantizar un itinerario continuo, con prioridad ciclista en intersecciones y diseño de cruces que reduzca conflicto con giros a derecha, porque ahí se concentra el riesgo real para micromovilidad. Dicho de forma operativa: Sanchinarro tiene condiciones internas favorables, pero la conectividad hacia MNN depende de cerrar “eslabones” entre el barrio y los corredores del norte. Si esos eslabones no se refuerzan con segregación y tratamientos de cruce, la estación tendrá un rendimiento principalmente barrial; si se refuerzan, puede convertirse en una pieza relevante de acceso sostenible al nuevo desarrollo.

4.8.2 Emplazamiento de la estación

La estación se propone a la salida de Blasco Ibáñez, en el punto 40.493703, -3.655834, precisamente para capturar el flujo natural de usuarios del Metro Ligero y reducir el costo temporal de la intermodalidad.

Mapa 31. Transporte público Estación 8. Fuente: elaboración propia.



La ubicación exterior al acceso es coherente con criterios de diseño de sistemas de bicicleta pública y VMP: máxima visibilidad, mínima fricción de acceso, y proximidad inmediata al origen del flujo. El entorno cuenta con aceras amplias, espacio de estancia y una sección que permite implantar la estación sin invadir el paso peatonal libre, condición crítica para accesibilidad universal y operación en horas punta.

Desde el punto de vista de operación, la localización favorece dos tipos de demanda. Por un lado, la demanda recurrente de residentes que utilizan ML1 y necesitan resolver el primer o último tramo del viaje; por otro, la demanda de proximidad (equipamientos educativos, centro de salud, comercio) donde la micromovilidad puede desplazar viajes en coche de corta distancia o sustituir recorridos a pie largos. En ambos casos, el beneficio es cuantificable en términos de reducción de tiempos puerta a puerta y mejora del reparto modal.

La estación se plantea con una superficie aproximada de 160 m², lo que permite configurar un espacio de capacidad media-alta orientado a absorber la demanda generada por el nodo de transporte público y el entorno residencial. Considerando un módulo funcional aproximado de 2 m² por vehículo, la estación podría albergar entre 60 y 70 vehículos de micromovilidad, manteniendo condiciones adecuadas de ordenamiento, circulación y maniobra, sin embargo se recomienda una primer fase con pocas unidades.

La organización espacial puede estructurarse en tres franjas funcionales:

- Zona de estacionamiento para bicicletas, organizada mediante anclajes alineados que faciliten el estacionamiento seguro y ordenado.
- Zona de estacionamiento para patinetes eléctricos, dispuesta en módulos compactos que optimicen el uso del espacio.
- Franja central de circulación y maniobra, de aproximadamente 2,5 a 3 metros de ancho.

Imagen 21. Emplazamiento de la Estación 8. Fuente: google maps (vista satélite).



Imagen 22. Situación actual de la Estación 8. Fuente: google maps (vista de calle).



Imagen 23. Propuesta de la Estación de micromovilidad 8. Fuente: generada por el autor con IA de Chat GPT.



En términos geométricos, los 160 m² podrían materializarse mediante una plataforma aproximada de 24 a 26 metros de longitud y entre 6 y 7 metros de anchura, lo que permite organizar los vehículos en filas paralelas y mantener espacios claros de circulación.

El diseño se complementaría con señalización horizontal específica, delimitación mediante bolardos o separadores y señalización vertical informativa, con el fin de garantizar la correcta identificación del área destinada a micromovilidad y evitar su ocupación por vehículos motorizados.

4.8.3 Análisis de isocronas

En Sanchinarro, el análisis de isocronas muestra una lógica diferente a la de los grandes nodos ferroviarios: aquí la cobertura en 5 minutos es especialmente eficiente para viajes barriales vinculados a vivienda, equipamientos educativos, centro de salud y comercio de proximidad.

En 10 minutos, la estación incrementa su radio funcional y puede conectar una parte más extensa del barrio con el Metro Ligero y con corredores hacia el norte de Madrid Nuevo Norte. Sin embargo, el verdadero interés del análisis está en que Sanchinarro presenta buenas condiciones internas de trazado, pero una conexión todavía incompleta con los corredores metropolitanos de mayor capacidad.

Las avenidas planificadas y las secciones amplias permiten implantar carriles segregados y resolver la micromovilidad en el interior del barrio con relativa facilidad, pero la conversión de esa cobertura en una accesibilidad efectiva hacia Madrid Nuevo Norte dependerá de cerrar los eslabones pendientes mediante continuidad ciclista y cruces bien resueltos. Por tanto, la isocrona debe leerse como una combinación de rendimiento barrial alto y proyección metropolitana condicionada: hoy la estación puede funcionar muy bien como interfaz de proximidad con el ML1; en el futuro, con mejores enlaces, podría consolidarse como pieza de acceso sostenible al nuevo desarrollo.

Mapa 32. Análisis de isocronas en bicicleta Estación 8. Fuente: elaboración propia.

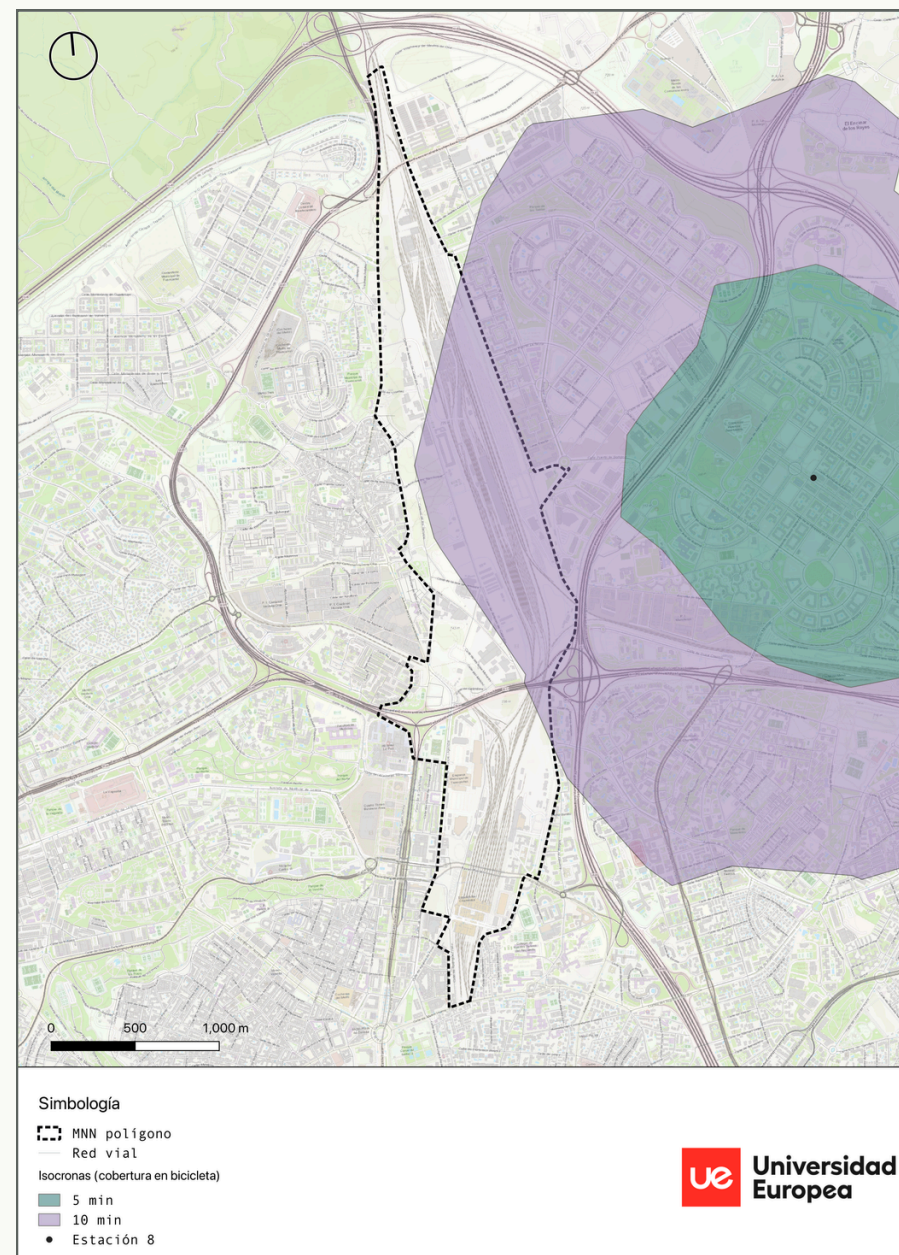


Tabla 3. Tabla Resumen de las estaciones de micromovilidad y sus principales características. Fuente: elaboración propia.

Estación	Zona	Tipo de entorno	Nodo TP principal	Capacidad max. estimada	Rol principal	Barreras/condicion antes	Nivel de definición
1	Pabellón Docente	Dotacional sanitario-educativo	Cercanías Ramón y Cajal / Metro	18-24	Última milla sanitaria y universitaria	M-607, accesos hospitalarios	Puntual
2	Paseo de la Castellana	Sanitario-dotacional	Metro Begoña / Cercanías Ramón y Cajal / autobús	22-28	Intermodalidad hospitalaria	M-30, nudo viario complejo	Puntual
3	Chamartín	Nodo ferroviario metropolitano y nacional	Chamartín	No cerrado	Nodo distribuidor principal	Transformación futura, plaza sur, barrera ferroviaria	Área prioritaria
4	Fuencarral	Residencial-ferroviario	Cercanías Fuencarral / autobús	No cerrado	Conexión barrio-nuevo desarrollo	Suelos ferroviarios, baja permeabilidad	Área prioritaria
5	Mateo Inurria	Terciario-residencial consolidado	Metro Duque de Pastrana / autobús	16-20	Distribución urbana fina	Baja permeabilidad transversal por grandes parcelas	Puntual
6	Ronda de las Comunicaciones	Empresarial-terciario	Metro Ronda de la Comunicación / Las Tablas	80-100	Distribución laboral e intermodal	M-40 y vías rápidas	Puntual
7	Fuente de la Mora	Ferroviario-terciario	Cercanías / Metro Ligero Fuente de la Mora	45-55	Última milla laboral	A-1, M-11, baja permeabilidad	Puntual
8	Sanchinarro	Residencial-dotacional	ML1 Blasco Ibáñez	60-70	Intermodalidad barrial	Falta de continuidad hacia MNN	Puntual

Conclusiones

El presente trabajo ha analizado el potencial de implantación de estaciones de micromovilidad en el ámbito de Madrid Nuevo Norte mediante una metodología basada en análisis espacial multicriterio y herramientas de sistemas de información geográfica. El estudio ha permitido identificar áreas estratégicas para la localización de estaciones que refuercen la intermodalidad con el sistema de transporte público y faciliten desplazamientos de primera y última milla en un entorno urbano caracterizado por una elevada complejidad territorial.

Los resultados obtenidos muestran que la micromovilidad puede desempeñar un papel relevante en la mejora de la accesibilidad urbana y en la articulación de conexiones entre nodos de transporte público y áreas de actividad. En particular, la concentración de infraestructuras de transporte en el entorno de Chamartín, junto con la presencia de estaciones de metro, Cercanías y corredores de autobuses en el área de influencia, genera condiciones favorables para el desarrollo de una red de estaciones que permita ampliar el radio efectivo de captación del transporte público.

El análisis territorial desarrollado ha permitido identificar ocho zonas estratégicas para la localización de estaciones de micromovilidad dentro del ámbito de estudio. Estas zonas presentan características diferenciadas en términos de accesibilidad, estructura urbana, usos del suelo y relación con los nodos de transporte público, lo que evidencia la necesidad de plantear soluciones de implantación adaptadas a cada contexto. Mientras que algunos puntos funcionan como nodos intermodales de alta intensidad vinculados a grandes estaciones ferroviarias, otros desempeñan un papel más orientado a la distribución local o a la conexión con tejidos residenciales y áreas de actividad económica.

Uno de los aspectos más relevantes del análisis es la constatación de que la proximidad a infraestructuras de transporte público no constituye por sí sola un criterio suficiente para definir la localización de estaciones de micromovilidad. Factores como la morfología viaria, la disponibilidad de

espacio público, la seguridad vial, la continuidad de los itinerarios ciclistas y la calidad de los recorridos peatonales resultan igualmente determinantes para garantizar la funcionalidad de estos sistemas. En este sentido, el trabajo pone de manifiesto la importancia de abordar la planificación de la micromovilidad desde una perspectiva integrada que combine criterios de accesibilidad, operación y diseño urbano. Asimismo, el estudio evidencia que la planificación de estaciones debe adaptarse al grado de consolidación del territorio.

Desde el punto de vista metodológico, uno de los principales aportes del trabajo consiste en la aplicación de un enfoque de análisis espacial multicriterio para la identificación de localizaciones potenciales de estaciones de micromovilidad. La combinación de variables relacionadas con la accesibilidad al transporte público, la presencia de usos atractores y la proximidad a infraestructuras existentes ha permitido construir un índice de potencial territorial que facilita la comparación entre distintas zonas del ámbito de estudio. Este procedimiento metodológico también ofrece una herramienta replicable para el análisis de redes de micromovilidad en otros contextos urbanos.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el análisis se basa en la información territorial y de movilidad disponible en el momento de la investigación, lo que implica que ciertos datos podrían modificarse a medida que avance el desarrollo urbano de Madrid Nuevo Norte y se definan con mayor precisión los proyectos de infraestructura y espacio público asociados.

Finalmente, es importante señalar que la integración efectiva de la micromovilidad en el sistema urbano requiere no solo la localización adecuada de estaciones, sino también el desarrollo de infraestructura ciclista segura, la regulación del uso del espacio público y la coordinación con los sistemas de transporte existentes. En este sentido, las propuestas planteadas en este trabajo deben interpretarse como una base para orientar futuras decisiones de planificación y diseño urbano que permitan consolidar redes de movilidad más sostenibles, accesibles y eficientes.

Referencias

- Aguilera-García, Á., Gómez, J., Rangel, T., Baeza, M. de los Á., & Vassallo, J. M. (2024). Which factors influence the use of shared and privately owned e-scooters in the city of Madrid? Implications for urban mobility. *Cities*, 147, 104785. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104785>
- Anaya-Boig, E. (2022). La micromovilidad como forma de transporte. *Oikonomics*, 18. <https://doi.org/10.7238/o.n18.2216>
- Arias Molinares, D., García-Palomares, J. C., & Gutiérrez, J. (2023). Micromobility services and travel patterns in urban environments. *Transportation Research Part A*.
- Ayuntamiento de Madrid. (2018). Ordenanza de movilidad sostenible. Ayuntamiento de Madrid.
- Ayuntamiento de Madrid. (s. f.). Patinetes eléctricos y otros vehículos de movilidad personal. Ayuntamiento de Madrid.
- Bertolini, L. (1999). Spatial development patterns and public transport: The application of an analytical model in the Netherlands. *Planning Practice & Research*, 14(2), 199–210.
- Button, K., & others. (2020). Regulation of shared micromobility systems. *Transport Policy*.
- Caspi, O., Smart, M. J., & Noland, R. B. (2020). Spatial associations of dockless shared e-scooter usage. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*.
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity and design. *Transportation Research Part D*.
- City of London Corporation. (s. f.). Dockless cycle hire: Designated parking bays.
- City of Portland Bureau of Transportation. (s. f.). Apply to install bike racks in the street (Bike corrals).
- CROW. (2017). Design manual for bicycle traffic. CROW.
- Dias, F. F., Lavieri, P., Garikapati, V., Astroza, S., Pendyala, R., & Bhat, C. (2022). Impact of COVID-19 on shared mobility and micromobility. *Transportation Research Part A*.
- Dirección General de Tráfico. (2019). Instrucción 2019/S-149 TV-108 sobre vehículos de movilidad personal.
- Eccarius, T., & Lu, C. C. (2020). Adoption intentions for micro-mobility services. *Transportation Research Part F*.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association*.
- Fitt, H., & Curl, A. (2019). The early days of shared micromobility: User profiles and travel behavior. *Journal of Transport Geography*.
- Geurs, K., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies. *Journal of Transport Geography*.
- International Transport Forum. (2020). Safe micromobility. OECD Publishing.
- Javadinasr, M., Habibian, M., Rahimi, E., & others. (2022). Determinants of continued use of e-scooters. *Transportation Research Part A*.
- Jiao, J., & Bai, S. (2020). Understanding the shared e-scooter travels in Austin, Texas. *ISPRS International Journal of Geo-Information*.
- Julio, R., & Monzón, A. (2022). Long-term assessment of a successful e-bike sharing system: Key drivers and impact on travel behaviour. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 1299–1313.
- Laa, B., & Leth, U. (2020). Survey of e-scooter users in Vienna: Who uses them and how? *Transportation Research Procedia*.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*.
- NACTO. (2019). Guidelines for regulating shared micromobility. National Association of City Transportation Officials.
- NACTO. (2020). Urban bikeway design guide: Bike and scooter parking. National Association of City Transportation Officials.
- Navarro-Ligero, M. L., Santos-Pedro, M., Elizondo-Candanedo, R. F., Ortega, E., López-Lambas, M. E., Martín-Ramos, B., & Soria-Lara, J. A. (2025). The influence of the built environment in the social impact of the low emission zones of Madrid (Spain). *Sustainable Cities and Society*.
- Olabi, A. G., Abdelkareem, M. A., Wilberforce, T., & others. (2023). Micromobility: Progress, benefits, challenges and policy. *Cleaner Engineering and Technology*.

- Oostendorp, R., & Hardinghaus, M. (2022). User characteristics and travel behavior of private and shared e-scooter riders. Transportation Research.
- Reck, D. J., Haitao, H., Guidon, S., & Axhausen, K. (2022). Shared micromobility and travel behavior. Transportation Research Part D.
- Shaheen, S., Cohen, A., Chan, N., & Bansal, A. (2020). Shared mobility: Carsharing, shared micromobility and innovative mobility services. Transportation Research Board.
- Tassinari, M. (2024). Urban mobility policies and traffic reduction in low emission zones. Urban Studies.
- Tarriño-Ortiz, J., et al. (2022). Impacts of low emission zones on urban mobility patterns. Transportation Research.
- Weschke, J., Oostendorp, R., & Hardinghaus, M. (2022). Mode shift and impact on emissions of shared e-scooter usage. Transportation Research Part D.
- Zhang, W., Buehler, R., Broaddus, A., & Sweeney, T. (2021). What type of infrastructure do e-scooter riders prefer? Transportation Research Part D.