

# Universidad Politécnica de Madrid



## Escuela Técnica Superior de Arquitectura



### Trabajo Fin de Grado



Younes Bakkoury

Acceso sostenible a centros de salud:  
explorando alternativas





## Acceso sostenible a centros de salud: explorando alternativas

Estudiante:

Younes BAKKOURY

Tutora:

Ester Higuera García / Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio

Co-tutora:

Teresa Sánchez Chaparro / Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Aula 2 TFG

Coordinador:

Javier Neila González

Adjunta:

Andrea Alonso Ramos

Curso 2022/2023

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

Madrid, 1 de Junio de 2023



## **Agradecimientos**

*Deseo expresar mi agradecimiento a Sanitas por presentarme la invaluable oportunidad de llevar a cabo este trabajo bajo su colaboración. Mi reconocimiento especial se dirige a la doctora Nadia Hayjneh Carrillo, directora médica del Hospital Virgen del Mar, cuya invaluable ayuda y constante apoyo fueron esenciales para el desarrollo de este estudio.*

*Quisiera extender mi agradecimiento a doña Belén, encargada de la atención al paciente en dicho hospital. Su asistencia en la recolección de encuestas fue indispensable, y su cooperación sin duda alguna, fortaleció este trabajo.*

*En particular, quiero expresar mi gratitud a mi tutora, la Dra. Arquitecta Ester Higuera, por su tiempo, interés y compromiso que han sido fundamentales para la realización y el avance de este trabajo. Asimismo, expreso mi gratitud a mi co-tutora, la profesora Teresa Sánchez Chaparro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Su valiosa ayuda en el desarrollo de las encuestas ha enriquecido enormemente este estudio.*

*Por último, pero no menos importante, mi sincero agradecimiento a mi familia y amigos. Su apoyo constante y alentador ha sido un pilar durante todo el proceso de realización de este trabajo. Su paciencia y comprensión no sólo han sido valiosos en términos académicos, sino también personales.*



# Índice:

## I. Introducción y Estado del Arte

1. Resumen y palabras clave
2. Interés y oportunidad del tema
3. Estado del Arte
  - 3.1. Zonas de Bajas Emisiones
  - 3.2. Buenas prácticas en otros hospitales europeos
    - 3.2.1. Búsqueda de Hospitales
    - 3.2.2. Medidas, acciones y planes para el control de la contaminación
    - 3.2.3. Principales aportaciones
4. Preguntas de investigación
5. Objetivo
6. Método
  - 6.1. Criterio de selección del hospital del estudio
  - 6.2. Limitaciones de la investigación

## II. Contaminación en el entorno del Hospital Virgen del Mar

7. Descripción del entorno al hospital
  - 7.1. Arbolado
  - 7.2. Tráfico y aparcamiento
8. Contaminantes
  - 8.1. Partículas contaminantes estudiadas y justificación
  - 8.2. Registro de la calidad del aire
  - 8.3. Mapas o tablas
9. Evaluación cualitativa
  - 9.1. Preguntas del cuestionario
  - 9.2. Preguntas
  - 9.3. Registro de cuestionarios y resultados
  - 9.4. Conclusiones

## III. Conclusiones y medidas correctoras

10. Mejora del entorno en los hospitales
  - 10.1. Delimitación de la ZBE
  - 10.2. Vegetación, acabados superficiales y filtros
11. Nuevos modos de acceso no contaminante
  - 11.1. Desplazamientos a pie
  - 11.2. Bicicleta y movilidad unipersonal (vehículos de movilidad personal)
  - 11.3. Transporte público no contaminante
  - 11.4. Movilidad eléctrica compartida
  - 11.5. Ambulancias no contaminantes
12. Otras medidas para reducir la contaminación
  - 12.1. Incentivos

## IV. Bibliografía, fuentes informáticas y procedencia de las ilustraciones



## I. Introducción y Estado del Arte

### 1. Resumen y palabras clave

La búsqueda de soluciones eficaces y sostenibles en hospitales y otros centros sanitarios durante este siglo se ha visto impulsada por la preocupación por la contaminación atmosférica en estos entornos. En el Hospital Virgen del Mar de Madrid, donde se está llevando a cabo esta investigación, se ha estado evaluando las diversas fuentes de contaminación, así como opciones de movilidad no contaminante que pueden contribuir a reducirlas. Este hospital, debido a su ubicación en el centro de la ciudad, es más vulnerable a la contaminación en comparación con otros hospitales que se encuentran en las áreas periféricas.

Al principio se ha establecido un diagnóstico del entorno del hospital, teniendo en cuenta aspectos como la vegetación circundante, el tráfico y el aparcamiento, además de la accesibilidad del centro. A continuación, se hace un estudio de las partículas contaminantes potencialmente peligrosas y un registro de la calidad del aire en los alrededores del Hospital Virgen del Mar. Ambas actividades quedaron documentadas. Además, también se realiza un análisis cualitativo mediante la formulación de un cuestionario que se dirige a la dirección, los empleados, los pacientes y los visitantes del hospital.

Posteriormente a partir del diagnóstico previo, se inicia la elaboración de una síntesis con la intención de recomendar medidas correctoras que hicieran que el entorno del hospital fuera más sostenible con respecto al medio ambiente. Para lograr este objetivo, se delimitan zonas de bajas emisiones, se plantan nuevas especies de plantas, se exploran las distintas posibilidades de acceso no contaminante y se emplea una variedad de medidas sostenibles para minimizar la contaminación y, como resultado, mejorar el medio ambiente dentro del hospital.

#### **Palabras clave:**

1. Sostenible
2. Contaminación atmosférica
3. Hospital Virgen del Mar
4. Movilidad no contaminante
5. Calidad del aire
6. Medidas correctoras

## 2. Interés y oportunidad del tema

La creciente preocupación por la calidad del aire y sus implicaciones para la salud y el bienestar de la población ha despertado el interés por investigar el problema de la contaminación atmosférica en los entornos de los centros de salud. Si existe alguna posibilidad de mejorar considerablemente tanto la atmósfera de los hospitales como el bienestar general de la población, es relevante buscar soluciones a este problema que sean eficaces y sostenibles.

En el marco de este campo de investigación, algunos de los numerosos casos que pueden examinarse y analizarse incluyen la introducción y búsqueda de especies vegetales que pueden neutralizar contaminantes aéreos, la determinación de medidas sostenibles, la exploración de alternativas de acceso no contaminantes y el establecimiento de zonas de bajas emisiones. Estos son sólo algunos de los muchos posibles campos de investigación que podrían ser de interés. Estos estudios no sólo tienen la oportunidad de mejorar la salud y el bienestar de los pacientes, sino también del personal, los visitantes del hospital.

El hecho de que esta investigación tenga el potencial de influir significativamente, no sólo en la población en general, sino también en el entorno urbano, la hace especialmente interesante.

### 3. Estado del Arte

Este estudio aborda tres áreas principales: buenas prácticas en otros hospitales europeos, contaminación atmosférica y alternativas de transporte no contaminante. En primer lugar, la bibliografía relacionada con las buenas prácticas en hospitales europeos se basa en la búsqueda online y en las páginas oficiales de los hospitales, con el fin de identificar casos exitosos y lecciones aprendidas en el ámbito hospitalario y sanitario.

A continuación, la bibliografía asociada a la contaminación atmosférica busca profundizar en la comprensión de las variables relacionadas con la calidad del aire y sus efectos en la salud. Entre las referencias destacadas se encuentran: Mueller et al. (2017) “Urban and transport planning related exposures and mortality: a health impact assessment for cities” (Environ Health Perspec 2017; 125(1):89-96); Borrajo Millán et al., “Valor del bosque urbano de Madrid” (Juan Manuel Borrajo Millán, Ana Rastrollo Gonzalo, David J. Nowak).

Por último, la bibliografía relacionada con las alternativas de transporte no contaminante se enfoca en analizar las estrategias y herramientas para promover la movilidad sostenible en el entorno hospitalario y urbano. Entre las referencias clave se encuentran: “Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021); “Sustainable Transportation Planning: Tools for Creating Vibrant, Healthy, and Resilient Communities” de Jeffrey Tumlin (2011); “Guía para planificar ciudades saludables” de José Fariña Tojo, Ester Higuera García, Emilia Román López y Elisa Pozo Menéndez (2022).

El Valor del Bosque Urbano de Madrid es un estudio que contribuye al bienestar de sus habitantes y del medio ambiente en general al ofrecer información útil para la gestión y el mantenimiento de la ecología urbana. El Bosque Urbano de Madrid es un ecosistema natural complejo formado por millones de árboles, arbustos, herbáceas y animales que interactúan con la ciudad. Forma parte de la infraestructura verde de Madrid y proporciona múltiples beneficios ambientales, como mejorar la calidad del aire, actuar como sumidero de carbono, captar y retener el agua de lluvia, regular el clima local y reducir el consumo energético. Madrid es una de las ciudades del mundo con más árboles en sus calles, con más de 5.000 calles arboladas y más de 6.000 ha de parques y zonas verdes públicas.



Imagen 1. Cubierta de Valor del bosque urbano de Madrid

En total, se estima que el Bosque Urbano de Madrid está compuesto por aproximadamente 5.700.000 árboles. Los resultados del estudio muestran la cantidad de contaminación captada por los árboles, su efecto como sumidero de carbono, el ahorro en infraestructuras gracias a la interceptación del agua de lluvia, la producción de oxígeno, el coste en incidencias médicas evitadas y el ahorro energético en edificios.

Las directrices para la creación de zonas de bajas emisiones destaca la urgencia de implementar ZBE en ciudades españolas, debido a la grave contaminación del aire y sus consecuencias en salud y calidad de vida. Se señala que 9 de cada 10 personas respiran aire contaminado, siendo el transporte uno de los principales responsables. En áreas urbanas, el tráfico rodado produce emisiones contaminantes y ruido, afectando a gran parte de la población.



Imagen 2. Cubierta de Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones

El modelo de movilidad actual, basado en vehículos individuales, perjudica el confort y seguridad de peatones y ciclistas. Por ello, se promueve una movilidad sostenible con ZBE como elemento clave. Además, se abordan acciones en climatización, impulsando rehabilitación energética, electrificación de sistemas de climatización y autoconsumo con energías renovables.

En resumen, las ZBE son fundamentales para mejorar calidad del aire y disminuir los efectos negativos de la contaminación en la población. Su implementación busca priorizar movilidad sostenible y bienestar de peatones y ciclistas, junto con acciones complementarias en climatización y energías renovables. Estas directrices guían a entidades locales en el diseño e implantación de ZBE, asegurando un futuro sostenible y saludable para las ciudades y habitantes.

La guía para planificar ciudades saludables tiene como objetivo promover la salud y prevenir enfermedades a través de criterios urbanísticos que generen entornos saludables y apoyen a profesionales y autoridades locales en el diseño de ciudades saludables. Se enfoca en aspectos críticos a considerar desde la perspectiva de la salud al desarrollar planes y proyectos urbanísticos.

El enfoque se basa en el desarrollo sostenible y en la salud como bienestar físico, mental y social. Se centra en el entorno local, ciudades y barrios, ya que la salud está condicionada por los entornos donde las personas nacen, viven y se desarrollan. Un entorno urbano seguro, sin contaminación, que facilite el caminar y andar en bicicleta, con zonas verdes y actividades cotidianas cercanas, puede reducir problemas de salud como sedentarismo, obesidad y enfermedades cardiovasculares, respiratorias y de salud mental.

La salud es esencial para todas las personas a lo largo de su vida, y la calidad del espacio público influye en las actividades que realicen y su duración.

En conjunto, estas fuentes bibliográficas proporcionan una base sólida para abordar las diversas dimensiones de la investigación, desde las buenas prácticas en otros hospitales europeos hasta la evaluación de la contaminación atmosférica y la implementación de alternativas de transporte no contaminante, lo que permitirá generar propuestas efectivas y sostenibles para mejorar el entorno hospitalario y la calidad del aire.

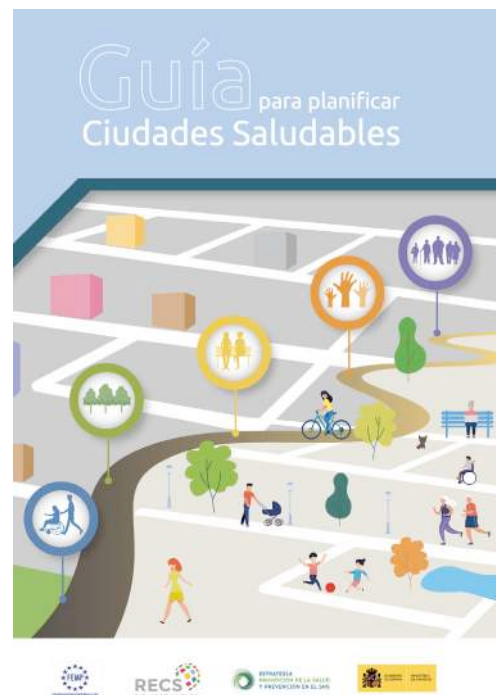


Imagen 3. Cubierta de Guía para planificar ciudades saludables

### 3.1. Zonas de Bajas Emisiones

La creación de zonas de bajas emisiones es una cuestión que va ganando en importancia, especialmente en las áreas urbanas. De la mano del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, se ha generado un documento guía que arroja luz sobre este concepto y cómo su implementación puede contribuir a una disminución significativa en los niveles de contaminación. Parte del documento, titulado “Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones”, se resume en el presente texto, cubriendo varios aspectos esenciales: desde una explicación de qué son exactamente estas zonas hasta los objetivos que buscan alcanzar.

#### 3.1.1. ¿Qué son las zonas de bajas emisiones?

Las zonas de bajas emisiones se definen en el artículo 14.3 de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética como regiones delimitadas por una administración pública en las que se aplican límites a la entrada, circulación y estacionamiento de vehículos para mejorar la calidad del aire y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estas zonas implican ajustes normativos, que pueden ir seguidos de mejoras del entorno urbano, apoyando un modelo de movilidad más sostenible.

#### 3.1.2. Objetivos de las zonas de bajas emisiones

Las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) tienen los siguientes objetivos: mejorar la calidad del aire y la salud de la población reduciendo las emisiones contaminantes y el ruido de acuerdo con la normativa europea y de la Organización Mundial de la Salud (OMS); contribuir a la mitigación del cambio climático reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con el Plan de Integraciones de Energía y Clima (PNIEC); fomentar el uso de modos de transporte sostenibles, promoviendo la movilidad activa y la recuperación de espacios públicos; y estimular la eficiencia energética en el transporte.

Aunque actualmente se están implantando en determinadas zonas urbanas, las ZBE deberían extenderse a todo el municipio o región metropolitana como parte de unas políticas de transporte sostenible más amplias. Además, al reducir el tráfico y el aparcamiento, se libera espacio público, lo que permite intervenciones urbanas que permitan la habitabilidad, ayudan a la renaturalización urbana y mitigan el efecto “isla de calor” en las ciudades.

#### 3.1.3. Las ZBE y la calidad de aire

El objetivo de las zonas de bajas emisiones es mejorar la calidad del aire midiendo y cumpliendo las normas legislativas en el menor tiempo posible. Debe definirse un calendario y evaluarse el impacto de las medidas de las ZBE. Además, estos objetivos deben ser coherentes con los valores guía de la OMS, que son más estrictos que los requisitos europeos para la mayoría de los contaminantes.

La legislación europea sobre calidad del aire incluye la Directiva 2008/50/CE, que se centra en la calidad del aire y en un aire más limpio, y la Directiva 2004/107/CE, que aborda contaminantes específicos. Estas directivas establecen objetivos para proteger la salud humana y el medio ambiente. En España, la Ley 34/2007 y el Real Decreto 102/2011 regulan la calidad del aire, actualizan el fundamento jurídico y persiguen niveles óptimos para evitar, mitigar o disminuir los riesgos e impactos nocivos para la salud, el medio ambiente y otros bienes.

#### 3.1.4. Las ZBE, cambio climático y movilidad sostenible

Se cree que los desplazamientos en las ciudades representan el 35% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y las regiones metropolitanas el 70%. Las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) son políticas de gestión de la movilidad cuyo objetivo es promover modos de transporte más activos y sostenibles, centrándose en los desplazamientos de corta distancia.

Las Zonas de Bajas Emisiones fomentan el uso de modos de transporte más ecológicos y de vehículos de bajas emisiones, como los vehículos eléctricos. Esto facilita a España la consecución de sus objetivos de reducción de emisiones y el cumplimiento de la normativa europea sobre emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector del transporte.

El cambio climático puede empeorar la contaminación atmosférica urbana al aumentar los óxidos de nitrógeno, las partículas y el ozono troposférico, todos ellos perjudiciales para la salud. Las zonas de bajas emisiones fomentan el urbanismo de proximidad y la reestructuración de la movilidad, lo que reduce los efectos de isla de calor y mejora la salud.

Estas zonas pueden apoyar la infraestructura verde, la biodiversidad, la sombra, el drenaje sostenible y la recuperación del espacio público. Además, las emisiones de los sistemas de aire acondicionado basados en combustibles fósiles deben abordarse mediante la rehabilitación energética y la electrificación, lo que se suma a la reducción de emisiones de las ZBE.

### 3.1.5. Tipos de Zonas de Bajas Emisiones

Existen diversas tipologías de Zonas de Bajas Emisiones según criterios geográficos:

1. Núcleo: áreas específicas del municipio, con posibilidad de expandirse en fases para beneficiar a barrios colindantes y evitar efectos negativos en residentes.
2. Anillo: zonas de transición alrededor de ZBE Núcleo o Especial, con medidas graduales para prevenir un posible efecto frontera.
3. Especial: áreas con gran afluencia de vehículos, como parques empresariales, polígonos industriales, campus universitarios o zonas sanitarias y educativas. Idealmente, se implementan junto a Planes de Transporte al Trabajo.
4. Puntual: tramos de calle donde se busca mejorar la calidad ambiental y seguridad, reduciendo tráfico y emisiones en áreas clave para poblaciones vulnerables.

Estas tipologías deben asegurar el cumplimiento de objetivos de calidad del aire y adaptarse según las necesidades de cada caso concreto.

### 3.1.6. Proceso de implementación de una ZBE

1. Diagnóstico.
2. Definición de objetivos.
3. Definición y señalización de ZBE.
4. Restricciones, excepciones e incentivos, de acuerdo a los objetivos.
5. Análisis de impacto económico y social.
6. Mecanismos de control y sanción.
7. Mecanismos de seguimiento de los objetivos, monitorización y mejora continua.
8. Calendario de implantación.
9. Plan de sensibilización, comunicación y participación.

Antes de adoptar una ZBE, hay que realizar un diagnóstico particular para fijar los objetivos mínimos, así como un análisis previo sobre la calidad del aire y mapas de ruido, entre otras cosas. Es fundamental especificar cómo se abordarán los contenidos mínimos del proyecto y plantear el escenario final con etapas intermedias.

Para medir el cumplimiento de los objetivos en relación con el estado inicial, se establecerá un sistema de indicadores. Es fundamental conocer el parque circulante del municipio, la distribución modal de la movilidad diaria y la intensidad del tráfico. Además, se recomienda evaluar los conocimientos medioambientales de la población y segmentar los análisis en función del sexo, la edad y la situación socioeconómica.

La administración competente seleccionará el tipo y número de ZBE de cada municipio, teniendo en cuenta sus objetivos y características singulares, así como su señalización.

Para instalar una ZBE, esta debe estar señalizada de forma adecuada y visible en todos los puntos de entrada. La delimitación de la zona debe tener en cuenta el origen y el destino de las viajes y buscar límites claros y fácilmente reconocibles. La extensión mínima de la ZBE debe ser considerable y adecuada para cumplir sus objetivos evitando el “efecto frontera”. El perímetro debe planificarse para evitar formas alargadas y fomentar el uso de alternativas al vehículo privado. En las ciudades más grandes se aconseja considerar la implantación de más de una ZBE para cumplir los objetivos en la mayor parte del área y mantener al mismo tiempo niveles iguales de calidad de vida.

Se apuesta por una estrategia de movilidad urbana más saludable, eficiente, sostenible y equitativa. En la pirámide de la movilidad se establecen prioridades para:

- 1) peatones
- 2) bicicletas
- 3) transporte público
- 4) reparto de productos
- 5) vehículos de alta ocupación y movilidad compartida
- 6) automóviles privados

También deben promoverse nuevos tipos de transporte, como los vehículos de movilidad personal. Los recursos no sólo incluyen la inversión financiera, sino también el espacio público de las ciudades, donde deberían priorizarse los medios más eficientes y sostenibles.

Comprender cómo fluye el tráfico local ayuda a elaborar los requisitos de diseño para limitar el acceso y mejorar el flujo. El distintivo medioambiental de la DGT es una herramienta ideal para indicar los niveles de emisión de los vehículos. El uso de vehículos motorizados privados, independientemente de su certificación medioambiental, debe desaconsejarse por normativa, con algunas excepciones. Deben tenerse en cuenta los taxis, los VTC y los vehículos de reparto, así como las bicicletas y los ciclos de carga.

El pago de una tasa por la entrada y circulación dentro de una ZBE puede estar condicionado al estado del vehículo o al nivel de tráfico. El peaje en las ciudades fomenta el cambio modal, reduce el tráfico y crea una financiación estable para la revitalización del espacio público, el desarrollo de infraestructuras para bicicletas y transporte público y la mejora de los servicios. Esta estadística puede utilizarse para dispersar los recursos sin dejar de ser coherente con la pirámide de la movilidad.

Las excepciones son posibles para las ZBE sin comprometer sus objetivos. Es preferible simplificar y limitar estas exclusiones e imponer moratorias provisionales. En otros casos, las restricciones pueden no aplicarse, como en el caso de las personas con movilidad reducida, los habitantes con discapacidades específicas, la ayuda a personas dependientes, los taxis adaptados y los servicios públicos críticos. Estas exenciones pretenden acelerar los objetivos del ZBE y ofrecer una estrategia de conformidad.

Para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades, los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) trabajan para ampliar el acceso a modos de transporte sostenibles, como los desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público. Las emisiones contaminantes, la congestión del tráfico y los accidentes de tráfico pueden reducirse gracias a los PMUS.

Los municipios con más de 50.000 habitantes, los territorios insulares y las ciudades con más de 20.000 habitantes que hayan superado los niveles límite de contaminación deben instalar PMUS antes de 2023, según la Ley de Cambio Climático y Transición Energética. Estos PMUS deben incluir Zonas de Bajas Emisiones como parte de una estrategia global para promover el transporte sostenible. Los PMUS deben seguir la normativa establecida para la calidad del aire.

### 3.2. Buenas prácticas en otros hospitales europeos

Como parte de la lucha contra la contaminación atmosférica y la promoción de entornos hospitalarios saludables, es crucial conocer las buenas prácticas de otros hospitales europeos. Estas prácticas, una vez evaluadas y adaptadas al contexto local, pueden contribuir significativamente a mejorar la calidad del aire y la salud de pacientes, empleados y visitantes en el Hospital Virgen del Mar.

#### 3.2.1. Búsqueda de Hospitales

Para ampliar el alcance de este estudio, se decide investigar las estrategias adoptadas por cuatro hospitales europeos distintos, incluyendo dos ubicados en España. A partir de las recomendaciones recogidas, se eligieron las estrategias más eficaces en términos de movilidad y otros aspectos medioambientales. Se eligieron estos centros médicos por la diversidad de zonas en las que están situados, así como por los resultados que han obtenido en cuanto a reducción de la contaminación atmosférica y mejora de la salud de los residentes locales.

Los hospitales que se deciden investigar son el Hospital Universitario Virgen del Rocío y el Hospital Universitario La Paz en España, el Hospital Universitario de Ginebra en Suiza y el Great Ormond Street Hospital en el Reino Unido. Para obtener información detallada sobre las estrategias de movilidad sostenible y otros aspectos medioambientales implementados en cada hospital, se consultaron y analizaron las páginas web oficiales de cada centro médico. En particular, se buscaron documentos como planes de movilidad, informes sobre la gestión ambiental y políticas relacionadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. A partir de estas fuentes, se identificaron y seleccionaron las estrategias más efectivas para el presente estudio, que serán analizadas en detalle en los siguientes apartados.

## 3.2.2. Medidas, acciones y planes para el control de la contaminación

## Hospital Universitario Virgen del Rocío

---

<b>Ubicación</b>	Sevilla
<b>Plan</b>	Plan estratégico 2019 -2025
<b>Periodo de realización</b>	2019 - 2025
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Ofrecer una atención médica de calidad, respetando los intereses de sus grupos de interés y promoviendo la Responsabilidad Ambiental.</li><li>◆ Establecer acciones que permitan reducir el impacto ambiental y así contribuir a una sociedad más sostenible y saludable.</li></ul>

---

**Principales Estrategias**

Es un proyecto a medio-largo plazo. En los últimos años se vienen llevando a cabo iniciativas como:

Cartelería informativa

Portal de Gestión Ambiental en la Intranet

Bicicleteros para el personal

Herramientas para compartir coche

Definir, evaluar y actuar para reducir en la medida de lo posible los impactos ambientales indirectos

---

**Web**

Imagen 4. Fotografía aérea del Hospital Universitario Virgen del Rocío  
<https://www.hospitaluvrocio.es>

## Buenas Prácticas

- Fomentar la movilidad sostenible mediante carteles informativos para conocer los impactos ambientales y económicos de los distintos tipos de transportes (coche, autobús, tren/metro, bicicleta).
- Promover el uso de la bicicleta como método de transporte, proporcionando aparcamientos disponibles 24h, para el personal usuarios en los diferentes accesos.
- Herramienta online « Intranet » que facilita el acceso a información actualizada sobre los distintos medios de transporte disponibles, para ayudar a los empleados y usuarios del hospital a planificar viajes más eficientes y sostenibles.
- Creación de una comunidad de compañeros de trabajo que compartan el viaje en coche para desplazarse al trabajo, mediante el uso del portal « Intranet » que facilita la coordinación de los viajes compartidos.
- Impulsar la formación y la concienciación medioambiental entre los trabajadores del centro ofreciendo cursos sobre la concienciación medioambiental, la eficiencia de los recursos y la gestión de residuos en los ámbitos sanitarios.
- Para fomentar prácticas más sostenibles y disminuir el impacto medioambiental de las actividades del hospital, se incluyen cláusulas medioambientales en las licitaciones y contratos externos, y las preocupaciones medioambientales se tienen en cuenta junto con las económicas a la hora de contratar ayuda técnica.



Imagen 5. Cartel de Concienciación sobre Movilidad Sostenible del HUVR

---

## Hospital Universitario La Paz

---

**Ubicación** Madrid

---

**Plan** Agenda 2030

---

**Periodo de realización** 2016 - 2030

---

**Objetivos**

- ◆ Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todas las personas (ODS 3).
- ◆ Promover un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible que genere empleo productivo y decente (ODS 8).
- ◆ Hospital más sostenible, impulsando la tecnología, la innovación y la investigación (ODS 9).

---

### Principales Estrategias

- Cartelería informativa
  - Proporcionar información y conocimientos para el desarrollo sostenible y la vida en armonía con la naturaleza
  - Portal de información Intranet HULP, página web Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ) y APP-HULP
  - Cumplimiento de las normas UNE
  - Promover el uso del transporte público entre empleados
- 

### Web



Imagen 6. Fotografía aérea del Hospital Universitario La Paz

<https://www.comunidad.madrid/hospital/lapaz/nosotros/agenda-2030>

## Buenas Prácticas

- Desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes para promover el desarrollo económico y el bienestar humano.
- Se utilizan estrategias de comunicación para promover la responsabilidad y desarrollo sostenible, a través de la impartición de actividades formativas mensuales y la difusión de noticias en pantallas informativas ubicadas en el Edificio IdiPAZ y en el HULP.
- Herramienta online « Intranet » que facilita el acceso a información actualizada sobre los distintos medios de transporte disponibles, para ayudar a los empleados y usuarios del hospital a planificar viajes más eficientes y sostenibles.
- Diseño de un Plan Funcional, Plan de Espacios y Plan de Equipamiento del nuevo Hospital, que apuesta por un espacio sostenible que ha sido diseñado teniendo en cuenta a los pacientes, asociaciones de pacientes, los profesionales y otras partes interesadas.
- Impulsar la formación educativa sobre Responsabilidad Social Corporativa y Objetivos de Desarrollo Sostenible que motivan a empleados y empleadas a utilizar el transporte público.
- Talleres y charlas en colegios e institutos del distrito enfocados a la importancia de la ciencia y el desarrollo sostenible.



Imagen 7. Cartel de Concienciación sobre Movilidad Sostenible del HULP



Imagen 8. Objetivos de desarrollo sostenible del agenda 2030 del HULP

---

## Hospital Universitario de Ginebra

---

<b>Ubicación</b>	Ginebra
<b>Plan</b>	Vision 20+5
<b>Periodo de realización</b>	2021 - 2030

---

### Objetivos

HUG tiene 11 objetivos en diferentes áreas que tienen que ver con el medioambiente. Algunos ejemplos de cosas que ya se han implementado :

El HUG es el primer hospital de Europa que mide cómo afecta su edificio al medio ambiente. Esto ayuda al personal a ahorrar dinero y aumenta la concienciación.

Fomento del uso del transporte público, la bicicleta, el coche compartido y otras formas ecológicas de desplazamiento.

Adopción de medidas para educar al público sobre la importancia de comprar y apoyar a las empresas alimentarias locales.

Reducción de la cantidad de envases que utilizan, recuperarlos y reutilizarlos.

---

### Principales Estrategias

- Utilización de energías renovables
  - Sustitución de árboles «exóticos» por árboles «autóctonos »
  - Aplicación de una política de compras responsable
  - Promoción del «comer local»
  - Desplazarse de forma diferente: Compartir coche, transporte público, movilidad suave, viajes de negocios, participación en iniciativas de ecomovilidad.
  - Gestos ecológicos
- 

### Web



Imagen 9. Fotografía aérea del Hospital Universitario De Ginebra

<https://www.hug.ch/mobilhug/pour-rejoindre-hug>

## Buenas Prácticas

- Promover y aplicar medidas y soluciones para fomentar modos de transporte sostenibles (movilidad suave, transporte público, uso compartido del coche)
- En los aparcamientos, debe darse prioridad a las personas con problemas de movilidad, a los vehículos de emergencia y a los que trabajan muchas horas o se encuentran en situaciones de emergencia. También debe darse prioridad a los residentes de zonas con acceso limitado al transporte público.
- Trabajo constante para que el hospital sea acogedor, accesible, esté bien comunicado y se integre en el tejido urbano circundante (comodidad y seguridad de acceso, acondicionamiento de los espacios públicos).
- Establecer relaciones de cooperación con todas las partes implicadas en la movilidad, incluidos, entre otros, los gobiernos federal, estatal y local y los proveedores de transporte.
- Espacio reservado para que los trabajadores organicen viajes compartidos; los grupos que comparten coche tienen prioridad en los aparcamientos de HUG.
- Se intenta promocionar la compra de bicicletas normales, eléctricas y plegables proporcionando cupones de prueba gratuitos, descuentos y préstamos sin intereses. Además cuenta con una biblioteca de bicicletas, un taller de reparación autoservicio y clases sobre cómo montar en bicicleta.
- Concienciación medioambiental a través de prácticas sostenibles diarias.



Imagen 10. Esquema del objetivo salud y clima del HUG

## Great Ormond Street Hospital

<b>Ubicación</b>	Londres
<b>Plan</b>	Sustainable Development Management Plan
<b>Periodo de realización</b>	2020 - 2023

### Objetivos

El Plan de Acción del SDMP consiste en un amplio conjunto de actividades y objetivos en 10 áreas prioritarias, cada una de las cuales se examina desde cuatro puntos de vista distintos. Las diez áreas prioritarias son: Enfoque corporativo, Gestión de activos y servicios públicos, Viajes y logística, Adaptación al cambio climático, Proyectos de capital, Espacios verdes y biodiversidad, Modelos de atención sostenible, Nuestra gente, Uso sostenible de los recursos, Carbono y emisiones de gases de efecto invernadero.

### Principales Estrategias

- Comprometerse con la comunidad local y mundial
- Integrar la cultura, las políticas y la gobernanza en la empresa.
- Vínculos holísticos con la salud y el bienestar.
- Medir y reducir el impacto medioambiental tangible

### Web



Imagen 11. Fotografía del Great Ormond Street Hospital

<https://www.gosh.nhs.uk>

### Buenas Prácticas

- Facilitar el acceso a las videoconferencias para los empleados con el fin de reducir los costes de los viajes de empresa.
- Evaluación de la accesibilidad del GOSH para pacientes y personal de fuera de Londres.
- Creación de un plan de desplazamientos saludables y activos que incorpore un programa de ciclismo para el personal. Este programa incluirá una evaluación de la infraestructura ciclista y la creación de una red de rutas seguras para que los empleados puedan utilizar.
- Aumentar el porcentaje de coches eléctricos utilizados para transportar a pacientes e invitados y poner más estaciones de carga a disposición del público.

# Sustainable Development Management Plan Objectives

There are 10 focus areas in our Action Plan, each viewed from four important perspectives that make up a holistic programme of activity and objectives within our SDMP. The 10 focus areas are:

1. Corporate approach
2. Asset management and utilities
3. Travel and logistics
4. Climate change adaptation
5. Capital projects
6. Green space and biodiversity
7. Sustainable care models
8. Our people
9. Sustainable use of resources
10. Carbon and greenhouse gas emissions

The four perspectives are:

- 1 Reaching Out  
Engaging with both the local and global community
- 2 Self-Mastery  
Embedding culture, policies and governance in-house
- 3 Health  
Holistic links back to health and well-being
- 4 Treading Lightly  
Measuring and reducing tangible environmental impact

Note: GOSH's Clean Air Hospital Framework (CAHF) specifies actions split across seven key areas. Therefore, we will not refer to air quality activity specifically within the 10 SDMP focus areas below as it is covered in greater depth within our CAHF document

Imagen 12. Esquema de los objetivos Sustainable Development Management Plan del GOSH

### 3.2.3. Principales aportaciones

A continuación, se presentan las principales aportaciones de las buenas prácticas propuestas, que abarcan desde el fomento de la movilidad sostenible hasta la creación de infraestructuras resilientes y la cooperación entre distintas partes interesadas.

Estas buenas prácticas en hospitales tienen como objetivo fomentar la movilidad sostenible, promover la concienciación medioambiental, mejorar la accesibilidad y la infraestructura, y facilitar la cooperación entre distintas partes interesadas. Las principales aportaciones de estas prácticas incluyen:

1. Promoción de la movilidad sostenible: Fomentar el uso de transportes más ecológicos como bicicletas, transporte público y vehículos compartidos. Esto incluye proporcionar infraestructuras para bicicletas, priorizar el aparcamiento para ciertos usuarios y promover medidas para fomentar modos de transporte sostenibles.
7. Herramientas online e Intranet: Facilitar el acceso a información actualizada sobre medios de transporte disponibles, coordinación de viajes compartidos y otras actividades relacionadas con la sostenibilidad.
8. Formación y concienciación medioambiental: Impartir cursos y talleres sobre responsabilidad medioambiental, eficiencia de recursos y gestión de residuos en ámbitos sanitarios, así como charlas en colegios e institutos sobre la importancia de la ciencia y el desarrollo sostenible.
9. Integración de criterios medioambientales en contrataciones y licitaciones: Incluir cláusulas medioambientales en contratos externos y considerar aspectos medioambientales a la hora de contratar ayuda técnica.
10. Desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes: Diseñar espacios y equipamientos sostenibles que tengan en cuenta a pacientes, profesionales y otras partes interesadas.
11. Comunicación y cooperación: Establecer relaciones de cooperación con todas las partes implicadas en la movilidad, promover la responsabilidad y el desarrollo sostenible a través de estrategias de comunicación y actividades formativas.
12. Accesibilidad y transporte saludable: Evaluar la accesibilidad de los hospitales, crear planes de desplazamientos saludables y activos, e impulsar el uso de coches eléctricos y estaciones de carga para el público.
13. Reducción de costes y emisiones mediante el uso de tecnología: Facilitar el acceso a las videoconferencias para reducir los costes y emisiones asociadas a los viajes de empresa.

Estas aportaciones buscan minimizar el impacto medioambiental de las actividades hospitalarias, promover prácticas sostenibles y mejorar la calidad de vida tanto para el personal del hospital como para los pacientes y sus familias.

### 4. Preguntas de investigación

El objetivo de este trabajo es explorar las posibles alternativas de transporte sostenible al Hospital Virgen del Mar. Para lograr este objetivo, se busca responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿Se pueden considerar los entornos de los hospitales como áreas de bajas emisiones?, ¿Cómo llegan los empleados, pacientes, visitantes y médicos al centro?, ¿Existen antecedentes en otras ciudades europeas de entornos libres de emisiones en los hospitales?, ¿Qué estrategias se están implementando que puedan ser trasladables al contexto actual?, ¿Cuál es el impacto actual de la contaminación atmosférica en la salud de los pacientes y trabajadores del hospital?, ¿Qué infraestructuras de transporte público existen cerca del hospital, y cómo se pueden mejorar para reducir la contaminación?, ¿Cómo se podría fomentar el uso de transporte sostenible entre el personal y los visitantes del hospital?.

Abordar estas preguntas de investigación permitirá obtener una visión más amplia de la situación actual y potenciales soluciones para mejorar la movilidad sostenible en torno al Hospital Virgen del Mar.

## 5. Objetivo

El objetivo principal de este estudio es examinar y analizar el nivel de contaminación del aire en los alrededores del Hospital Virgen del Mar. Para lograr este objetivo, se han establecido una serie de objetivos específicos. En primer lugar, se identificarán ejemplos de buenas prácticas en hospitales de otras ciudades europeas. En segundo lugar, se analizará la viabilidad de crear zonas de bajas emisiones en los entornos del hospital. En tercer lugar, se analizarán las infraestructuras de transporte público cercanas al hospital y se propondrán mejoras para reducir la contaminación. En cuarto lugar, se investigarán los patrones de transporte actuales de empleados, pacientes, visitantes y médicos del Hospital Virgen del Mar. Por último, se definirán soluciones para fomentar el uso de modos de transporte sostenible entre el personal y los visitantes del hospital.

## 6. Método

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se seguirá una metodología estructurada en diferentes fases. En primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica exhaustiva que permita recopilar información relacionada con los temas clave del proyecto: transporte sostenible, calidad del aire, zonas verdes y espacios saludables. Para ello, se utilizarán diferentes fuentes, como el artículo de Mueller et al. (2017) sobre exposición a la contaminación y mortalidad, el informe del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico sobre zonas de bajas emisiones, o la guía para planificar ciudades saludables de Fariña Tojo et al. (2022).

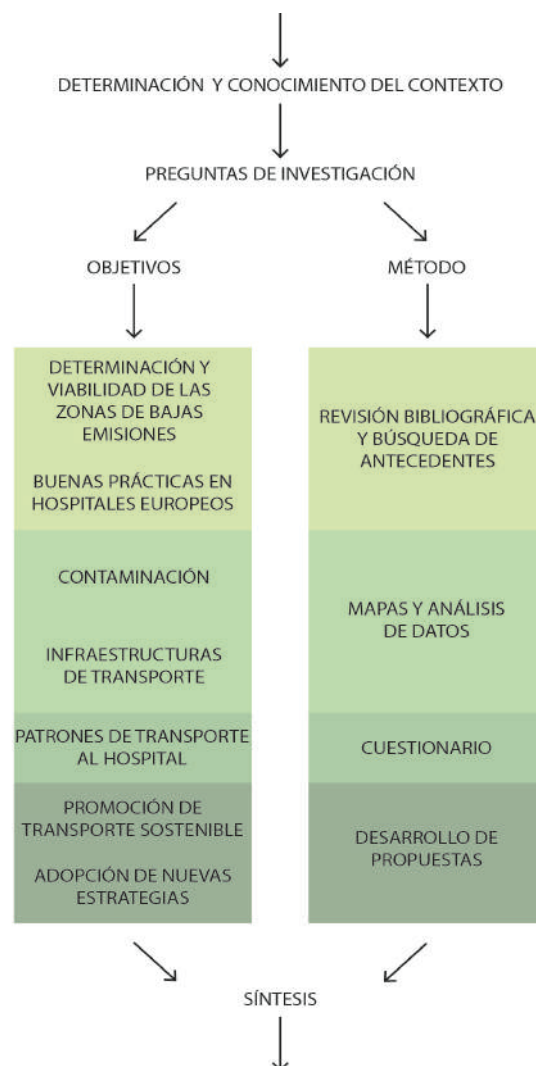


Imagen 13. Esquema de la metodología del GOSH

A continuación, se buscarán antecedentes y buenas prácticas en hospitales europeos en cuanto a zonas de bajas emisiones, transporte sostenible y espacios verdes. Esta información será clave para identificar soluciones innovadoras y adaptadas a la realidad del hospital Virgen del Mar.

En la segunda fase, se recopilarán datos mediante encuestas a empleados, pacientes, visitantes y médicos del hospital Virgen del Mar. Estas encuestas permitirán conocer los patrones de transporte de los diferentes usuarios del hospital y las preferencias de movilidad de cada grupo de interés.

En la tercera fase, se analizarán los datos de calidad del aire y emisiones de las estaciones más cercanas al hospital. Este análisis permitirá evaluar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud de pacientes y empleados del hospital.

En la cuarta fase, se elaborarán mapas de infraestructuras de transporte público, zonas verdes, y calidad del aire en las áreas cercanas al hospital. Estos mapas permitirán evaluar el contexto actual y detectar posibles áreas de mejora.

En la quinta y última fase, se desarrollarán propuestas para mejorar la calidad del aire y la accesibilidad sostenible en el entorno del hospital Virgen del Mar. Estas propuestas se basarán en los resultados obtenidos en las fases anteriores y se centrarán en tres ejes clave: mejora de la movilidad sostenible, creación o mejora de zonas verdes y vegetación como filtros naturales, y otras medidas complementarias.

### 6.1. Criterio y selección del hospital

La selección del tema de investigación se ha llevado a cabo a través de un convenio con Sanitas, una entidad líder en el sector de la salud y bienestar. Este convenio ha permitido identificar los temas de investigación que podrían abordarse, teniendo en cuenta diferentes aspectos relevantes, como la relevancia social y ambiental de los temas.

En el caso de esta investigación, el objetivo principal es examinar y analizar el nivel de contaminación del aire en los alrededores del Hospital Virgen del Mar, y explorar las posibles alternativas de transporte sostenible que podrían contribuir a reducir la contaminación y mejorar el acceso a los servicios sanitarios.

### 6.2. Limitaciones de la investigación

A lo largo de este estudio, se ha abordado las múltiples alternativas de transporte y las estrategias para la mejora de la calidad del aire, centrándose principalmente en el análisis de la contaminación, así como a las diversas normativas y otras investigaciones previas sobre el tema. Sin embargo, este estudio presenta ciertas limitaciones que necesitamos destacar.

Primordialmente, el tiempo y los recursos limitados han dificultado un análisis más profundo del tema. Por consiguiente, nuestra investigación se ha enfocado en proporcionar una visión general del estado de la movilidad sostenible y la calidad del aire en el entorno del Hospital Virgen del Mar, explorando algunos aspectos en detalle, pero sin poder adentrarse en la totalidad de los matices y complejidades que el tema conlleva. La diversidad y amplitud de la problemática requiere una exploración más exhaustiva para entender completamente todas sus dimensiones.

Asimismo, la investigación se ha visto limitada por la disponibilidad y calidad de los datos existentes. La falta de información completa y coherente en algunas áreas ha dificultado un análisis.

A pesar de estas limitaciones, se cree que esta investigación sirve como punto de partida para una comprensión más completa de la movilidad sostenible y la mejora de la calidad del aire en entornos hospitalarios.



## II. Contaminación en el entorno del Hospital Virgen del Mar

### 7. Descripción del entorno al hospital



Imagen 14. Fotografía Edificio Honduras del Hospital Virgen del Mar

El Hospital Virgen del Mar es un complejo hospitalario situado en el barrio de Nueva España<sub>1</sub>, dentro del distrito de Chamartín, en Madrid. Este complejo está conformado por cuatro centros, todos ubicados en el mismo distrito, pero distribuidos en diferentes edificios.

El edificio principal del hospital se encuentra en la Calle Honduras 14. Las consultas externas se llevan a cabo en tres ubicaciones adicionales: el edificio Nuestra Señora de Luján en la Calle Nuestra Señora de Luján 25, y los dos Edificios López Pozas, situados en la Calle General López de Pozas, números 10 y 22.

En cuanto al acceso a los diferentes edificios, se puede llegar al edificio principal y al edificio Nuestra Señora de Luján utilizando transporte público. Las opciones de metro incluyen las estaciones Colombia (líneas 8 y 9) y Pío XII (línea 9). Alternativamente, se puede acceder en autobús utilizando las líneas 7, 11, 14, 16, 29, 40, 50, 87 y 150. También hay paradas de taxi en la Calle Príncipe de Vergara 267 y en la Plaza República Dominicana 1.

Por otro lado, para llegar a los dos Edificios López Pozas, se puede utilizar el metro en la estación Plaza de Castilla (líneas 1, 9 y 10) o en autobús (líneas 14, 150, 174, 70, 815).

El Edificio Honduras, es una estructura de diez plantas, dos de las cuales están bajo rasante y ocho sobre rasante, es el edificio principal del complejo del Hospital Virgen del Mar. Este edificio alberga una serie de instalaciones médicas y alojamientos para pacientes, diseñados para proporcionar la más alta calidad de atención médica.

El edificio dispone de 68 habitaciones individuales, cada una equipada con todas las comodidades necesarias para garantizar una estancia confortable para los pacientes.

Las habitaciones también cuentan con baños accesibles y sofás cama para los acompañantes<sub>2</sub>.

El edificio Honduras es conocido por su área quirúrgica, que se divide en tres unidades diferenciadas. El bloque quirúrgico central, que dispone de cuatro quirófanos y se encuentra junto a la Unidad de Cuidados Intensivos y la Unidad de Recuperación Post-Anestésica, minimiza el tiempo y la distancia de desplazamiento para los pacientes. La unidad de endoscopia, actualmente en reforma, se encuentra en la segunda planta y permite la realización integral de procedimientos endoscópicos. Finalmente, la unidad de cirugía ambulatoria, ubicada en la primera planta, está diseñada para procedimientos que no requieren una estancia hospitalaria prolongada<sub>3</sub>.

Además de estas instalaciones quirúrgicas, el edificio Honduras también cuenta con una área de urgencias. Este espacio está dividido en dos zonas: las áreas de consulta, donde los médicos pueden realizar exámenes y recoger historias clínicas, y el área de observación y tratamiento, donde los pacientes pueden ser atendidos y monitoreados según sea necesario<sub>4</sub>.

El Edificio Honduras también alberga un laboratorio de análisis clínicos y un punto de extracción.

El edificio Nuestra Señora de Luján, está diseñado con cuatro plantas, incluyendo una planta bajo rasante y tres sobre rasante. Este edificio sirve como un centro de consultas externas, proporcionando una amplia gama de servicios médicos especializados. Los servicios disponibles incluyen Alergología, Aparato Digestivo, Atención Infantil, Cirugía General y Digestiva, Cirugía Torácica, Dermatología, Endocrinología, Enfermería, Geriatria, Hematología, Medicina Deportiva, Medicina Interna, Medicina General, Nefrología, Neurocirugía, Neurofisiología Clínica, Neurología, Nutrición, Oftalmología, Otorrinolaringología, Radiodiagnóstico, Traumatología y Unidad del Dolor.



Imagen 15. Fotografía Edificio Nuestra Señora de Luján del Hospital Virgen del Mar



Imagen 16. Fotografía de la fachada principal Edificio General López Pozas 10 del Hospital Virgen del Mar

Además, el edificio López Pozas número 10, una estructura de seis plantas con una planta bajo rasante y cinco sobre rasante. Este edificio alberga una serie de servicios adicionales, incluyendo Anestesiología, Angiología y Cirugía Vasculat, Atención Infantil, Cardiología, Cirugía General y Digestiva, Cirugía Pediátrica, Cirugía Plástica, Dermatología, Enfermería, Fisioterapia, Ginecología, Medicina General, Medicina Interna, Oftalmología, Otorrinolaringología, Reumatología, Radiodiagnóstico, Traumatología, Urología, la Unidad de Chequeos Médicos, la Unidad de Cirugía y Medicina Estética, y un Laboratorio de Análisis Clínicos con punto de extracción.

Finalmente, el edificio López Pozas 22, una estructura de una sola planta, alberga servicios de Medicina General, Psicología, un punto de extracción del laboratorio COVID, y la Unidad de Neumología.



Imagen 17. Fotografía de la fachada principal Edificio General López Pozas 22 del Hospital Virgen del Mar

### 7.1. Arbolado

Los bosques urbanos son la espina dorsal de la infraestructura verde que conecta las áreas urbanas a las rurales y mejora la huella ambiental de las ciudades,. Dentro de este contexto, el Hospital Virgen del Mar se ubica en un entorno donde predomina la vegetación privada sobre la pública.

Los edificios Honduras y Nuestra Señora de Luján están rodeados por vegetación circundante situada en las parcelas privadas adyacentes. Sin embargo, debido a la estrecha sección de los viarios donde se encuentran estos edificios, no se observa la presencia de arbolado en ellos,.

En contraste, los edificios López Pozas se ven beneficiados tanto por la vegetación de las parcelas circundantes como por la presencia de arbolado en los viarios frente a ellos. Este arreglo de vegetación contribuye a la mejora del entorno urbano y la calidad ambiental en el área circundante,.

En virtud de la ausencia de vegetación en las parcelas interiores del Hospital Virgen del Mar, se ha optado por identificar y estudiar la vegetación pública existente en los viarios circundantes al hospital. Para ello, se ha establecido un radio de acción de 5 minutos (400 metros aproximadamente), permitiendo un análisis más detallado y representativo de la contribución de esta vegetación al entorno urbano inmediato del hospital.

Las especies que se identifican en los entornos de los edificios del Hospital virgen del Mar son las siguientes: Plátano de sombra, Acacia del Japón, Almez, Árbol del amor), Arce negundo, Falsa acacia, Gingo, Madroño, Magnolio, Olmo de Siberia, Morera Blanca, Naranja amargo y el Arce real.

El siguiente cuadro detalla las características de las especies arbóreas previamente mencionadas. Cada especie se describe en términos de su nombre científico, altura, forma, tipo de hoja y color. Adicionalmente, se incluyen dos indicadores ecológicos: la capacidad de captación de contaminación (medida en kilogramos por año) y la producción de oxígeno (medida en toneladas por año).



LEYENDA

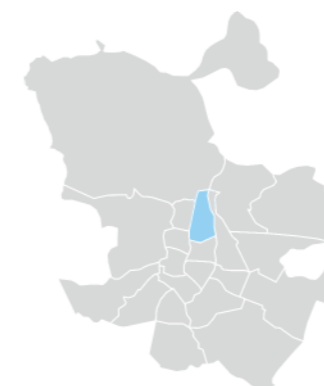
DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

- LÍMITE DEL BARRIO
- - - LÍMITE DE LAS MANZANAS
- EDIFICIOS HOSPITAL VIRGEN DEL MAR

FUENTES:

- Plano elaboración propia
- Ortofoto, 2022. Geoportal del ayuntamiento de Madrid. Disponible en: [https://geoportal.madrid.es/IDEAM\\_WBGEOPORTAL/visor\\_ide.iam](https://geoportal.madrid.es/IDEAM_WBGEOPORTAL/visor_ide.iam)

DISTRITO DE CHAMARTÍN



PLANO DE SITUACIÓN

Nº\_01

Acceso sostenible a centros de salud: explorando alternativas

Younes Bakkoury

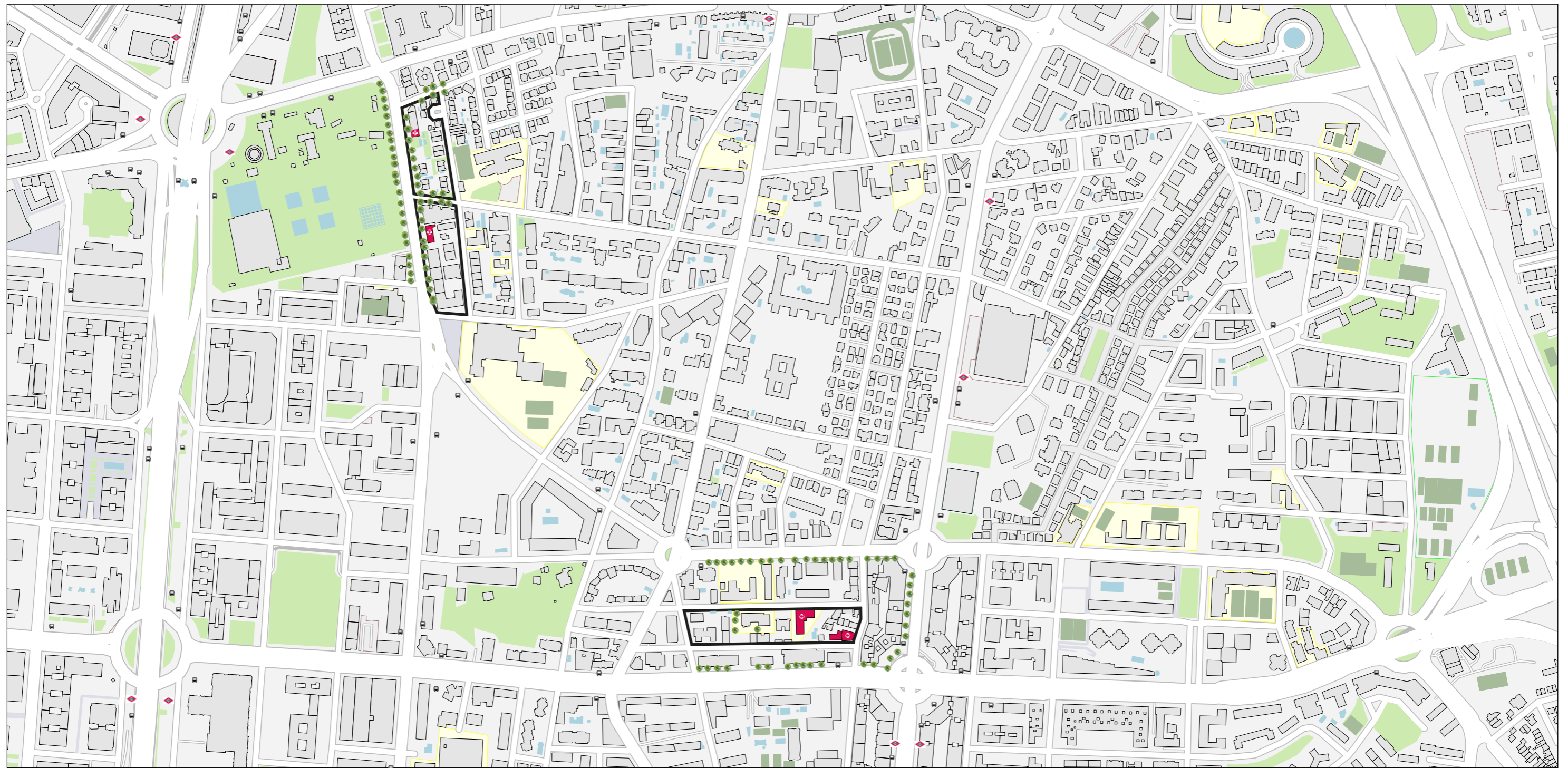
Tutora: Ester Higuera García

Co-tutora: Teresa Sánchez Chaparro

TFG\_Aula 2\_Primavera 2023




Escala: 1/6000





LEYENDA

ANÁLISIS

-  LÍMITE DE LAS MANZANAS
-  ARBOLADO ANALIZADO
-  EDIFICIOS HOSPITAL VIRGEN DEL MAR

TRANSPORTE PÚBLICO

-  METRO
-  BUS

FUENTES:

- Plano elaboración propia
- Arbolado. Ayuntamiento de Madrid, Un alcorque y un árbol. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do)

PLANO DE MOVILIDAD Y ARBOLADO

Nº\_02

Acceso sostenible a centros de salud: explorando alternativas

Younes Bakkoury

Tutora: Ester Higuera García

Co-tutora: Teresa Sánchez Chaparro

TFG\_Aula 2\_Primavera 2023

Escala: 1/6000



Inventario de especies arbóreas en las Inmediaciones del Hospital

Arbolado	Nombre científico	Altura	Forma	Hoja	Color	Captación Contaminación (Kg/año)	Producción Oxígeno (Tn/año)
Plátano de sombra	Platanus x hybrida	40 m	Tronco recto y copa tupida	Caduca	Verde	27127,44	2197,82
Acacia del Japón	Sophora japonica	15 - 20 m	Copa redondeada, amplia y globosa	Caduca	Verde	6004,45	914,74
Almez	Celtis australis	30 m	Tronco uniforme y copa densa	Caduca	Verde oscuro	4759,89	333,11
Árbol del amor	Cercis siliquastrum	6 - 8 m	Tronco de corteza lisa y copa irregular	Caduca	Rosa	616,08	84,97
Arce negundo	Acer negundo	12 - 20 m	Copa ancha e irregular y tronco de corteza lisa	Caduca	Verde	4476,31	471,35
Falsa acacia	Robinia pseudoacacia	15 - 20 m	Poca altura formando una copa más bien estrecha	Caduca	Verde con flores blancas	5957,52	695,68
Gingo	Ginkgo biloba	20 - 30 m	Copa pirámidal	Caduca	Verde amarillento	126,38	18,9
Madroño	Arbutus unedo	5 - 6 m	Copa densa y redondeada y un tronco corto y retorcido	Perenne	Verde oscuro	43,18	6,76
Magnolio	Magnolia grandiflora	15 - 20 m	Copa amplia, densa, oscura, algo piramidal de joven	Perenne	Verde	248,28	32,33
Olmo de Siberia	Ulmus pumila	12 - 15 m	copa subglobosa	Caduca	Verde	18538,45	2034,21
Morera blanca	Morus alba	8 - 10 m	Copa baja, ancha y redondeada	Caduca	Verde claro	1436,67	170,99
Naranja amargo	Citrus aurantium	4 - 6 m	Copa redondeada	Perenne	Verde oscuro	4,56	0,49
Arce real	Acer platanoides	20 - 25 m	Copa redondeada	Caduca	Verde	452,28	38,40

Tabla 1. Inventario de especies arbóreas en las Inmediaciones del Hospital (Elaboración propia)



Imagen 18. Plátano de sombra



Imagen 19. Acacia del Japón



Imagen 20. Almez



Imagen 21. Árbol del Amor



Imagen 22. Arce negundo



Imagen23. Falsa acacia



Imagen 24. Gingo



Imagen 25. Madroño



Imagen 26. Magnolio



Imagen 27. Olmo de Siberia



Imagen 28. Morera Blanca



Imagen 29. Arce Real

## 7.2. Tráfico y aparcamiento

El Hospital Virgen del Mar, presenta una particularidad relevante en lo que respecta a su infraestructura de estacionamiento. A pesar de no contar con espacios privados para aparcar destinados al personal, los pacientes o visitantes en ninguno de sus edificios, la organización ha sabido adaptarse a las características de su entorno.

Por un lado, los edificios de la calle López de Pozas, pese a las limitaciones de espacio de las parcelas, han logrado incorporar puestos de carga eléctrica y aparcamientos para bicicletas. En cuanto a la vía pública, la calle Honduras, donde se sitúa el edificio principal, es una calle de sentido único y estrecha, permitiendo el aparcamiento unilateral. Por otro lado, la calle Nuestra Señora de Luján, hogar del edificio de consultas externas, aunque ligeramente más amplia, también tiene sentido único, pero facilita el estacionamiento en ambos lados.

El flujo de tráfico en ambas calles es notablemente fluido, con predominio de peatones y una presencia de vehículos no demasiado alta. Durante mi tiempo en la zona, pude observar un mayor tráfico de coches en la calle Nuestra Señora de Luján que en la calle Honduras. Cabe destacar que el ruido de los vehículos en ambas calles es considerablemente menor que en las calles principales cercanas.

En contraste, los edificios de consultas externas ubicados en la calle López de Pozas se encuentran en una vía de gran sección y doble sentido que permite estacionamiento en ambos lados. Aunque el tráfico en esta calle es fluido, alberga una variedad más amplia de vehículos, incluyendo coches, motos, bicicletas y autobuses. En este caso, el ruido del tráfico es un poco más perceptible en comparación con las calles Honduras y Nuestra Señora de Luján.

A pesar de la ausencia de aparcamientos privados en el recinto hospitalario, los visitantes pueden hacer uso de los numerosos estacionamientos privados disponibles en las inmediaciones.

El acceso al hospital, por lo general, es bastante sencillo gracias a las diversas vías que intersecan con las calles donde se ubican los complejos hospitalarios. Para los edificios Honduras y Nuestra Señora de Luján, existen diversas rutas de acceso. Estos edificios se pueden acceder a través de la calle Víctor Andrés Belaunde, la calle Bolivia y el Paseo de la Habana, ya que estas vías se conectan directamente con las calles donde se encuentran dichos edificios.

Cabe destacar que la calle Honduras y la calle Nuestra Señora de Luján están conectadas mediante una rampa. Precisamente en esta rampa, se encuentra el acceso a urgencias del edificio Honduras. Esta infraestructura facilita un acceso rápido y eficiente a las ambulancias o para aquellos que requieren atención de urgencia.

Por otro lado, para los edificios López Pozas, al ser una calle de mayor sección se pueden utilizar las distintas vías principales circundantes o las calles secundarias que intersecan con la calle del General López de Pozas. Estas rutas proporcionan acceso fácil y conveniente a los edificios del hospital ubicados allí.

En cuanto a los accesos de los edificios, por lo general todos tienen un acceso principal, excepto el edificio Honduras que cuenta con tres accesos distintos a diferencia de los demás edificios. El edificio Honduras cuenta con una entrada principal (Recepción), un acceso a urgencias y un acceso a RM y análisis.

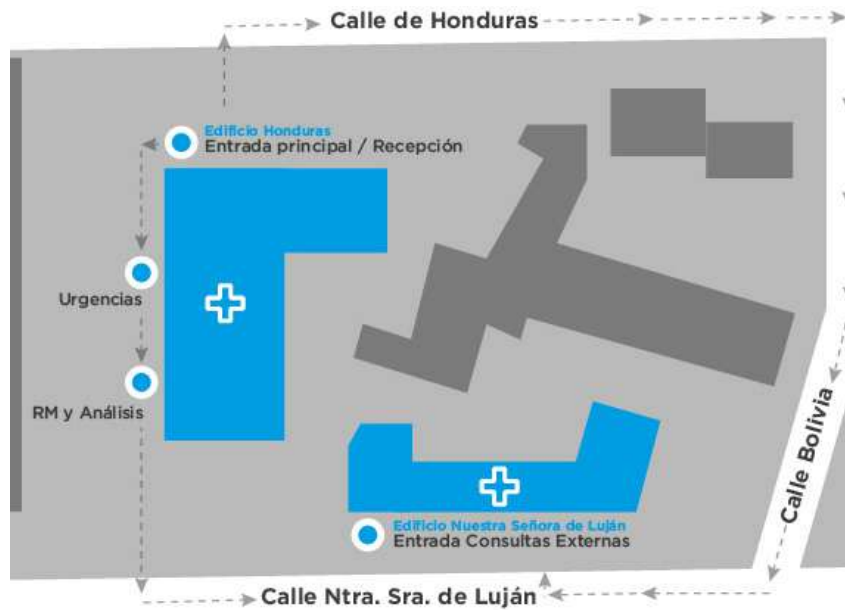


Imagen 30. Accesos Edificios Honduras y Nuestra Señora de Luján

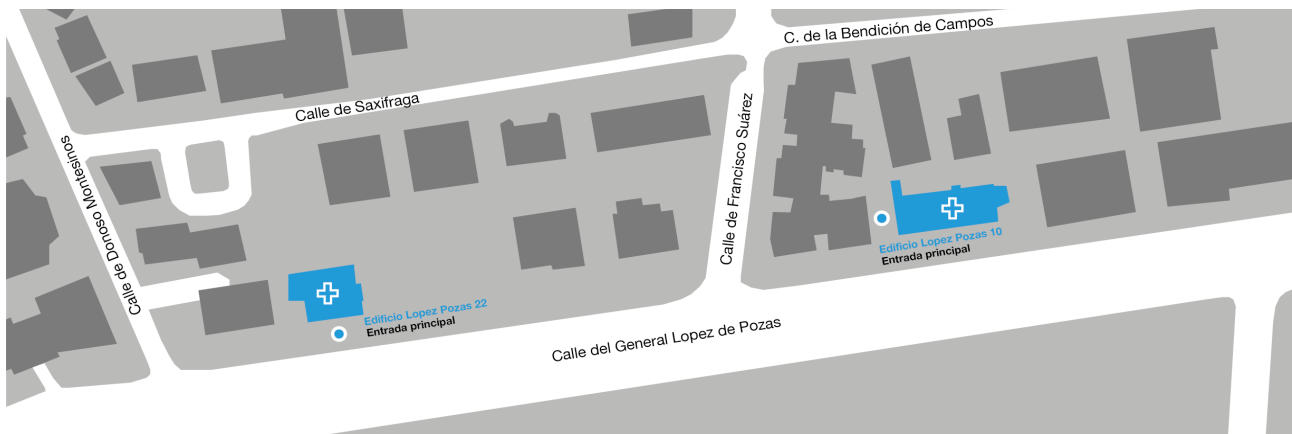


Imagen 31. Accesos Edificios Lopez Pozas

## 8. Contaminantes

La problemática de la contaminación en el mundo actual es un fenómeno creciente y de gran relevancia, sobre todo en las áreas urbanas<sup>8</sup>. En muchas partes del mundo, los niveles de contaminación del aire siguen siendo peligrosamente altos. Datos recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que nueve de cada diez personas respiran aire con altos niveles de contaminantes<sup>12</sup>.

En las grandes ciudades, la contaminación del aire incide directamente en la salud de sus habitantes y visitantes. Se ha comprobado que altos niveles de contaminación atmosférica generan la aparición de diversas patologías y enfermedades, especialmente de tipo cardiovascular y pulmonar<sup>9</sup>. De hecho, la OMS estima que siete millones de personas mueren cada año debido a la contaminación del aire ambiente y doméstico<sup>12</sup>.

Además de los efectos directos en la salud, la contaminación también tiene consecuencias indirectas. Estos incluyen la pérdida de arbolado y el aumento de la mortalidad por patologías relacionadas con la contaminación<sup>9</sup>. La deforestación urbana se correlaciona con una mayor incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire, evidenciando la importancia de los espacios verdes en nuestras ciudades.

Es interesante notar que la estacionalidad puede variar la concentración de ciertos contaminantes. De manera general, en la mayor parte de las ciudades de España, los contaminantes primarios procedentes de la combustión de combustibles fósiles presentan un patrón con valores más altos en invierno y valores más bajos en verano, mientras que el ozono muestra el patrón opuesto<sup>11</sup>.

Sin embargo, es importante reconocer que algunos aspectos de la vida urbana, como el sedentarismo, la exposición al ruido y al calor, y la falta de espacios verdes, también pueden contribuir al deterioro de la salud y aumentar la mortalidad prematura<sup>13</sup>.

Finalmente, cabe destacar que la contaminación también tiene un impacto económico. El aumento de los niveles de contaminación incrementa los costes derivados de su mitigación y subsanación, afectando tanto a los ciudadanos como a las infraestructuras urbanas<sup>8</sup>.

Es evidente que se necesita una acción urgente para abordar este problema ambiental y de salud pública que no cesa de crecer.

### 8.1. Partículas contaminantes estudiadas y justificación

En términos generales, la contaminación atmosférica es un problema multifacético y de gran relevancia en el mundo actual, particularmente en las zonas urbanas<sup>11</sup>. Se entiende por contaminante a cualquier sustancia que, desde el momento de su emisión hasta su remoción final, cause daño a un objetivo, ya sea un ecosistema o la salud humana<sup>14</sup>.  
(Ver tabla 2)

Contaminante	Formación	Estado físico	Fuentes
Partículas en suspensión menores de diez micras (PM <sub>10</sub> ), y menores de 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) y Humos negros	Primaria y secundaria	Sólido líquido	Vehículos (sobre todo diesel), tanto de motor como de abrasión, demolición y construcción. Centrales térmicas y hogares de combustión. Procesos industriales. Humo del tabaco.
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Primaria	Gas	Centrales térmicas y hogares de combustión. Procesos industriales. Vehículos.
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Primaria	Gas	Centrales térmicas y hogares de combustión. Vehículos. Estufas y cocinas de gas.
Monóxido de carbono (CO)	Primaria	Gas	Centrales térmicas y hogares de combustión incompleta. Vehículos. Procesos industriales. Humo del tabaco.
Compuestos orgánicos volátiles (VOCs)	Primaria y secundaria	Gas	Centrales térmicas y hogares de combustión. Vehículos (secundario por foto-oxidación de NO <sub>x</sub> y compuestos orgánicos volátiles).
Ozono (O <sub>3</sub> )	Secundaria	Gas	Centrales térmicas y hogares de combustión. Vehículos (secundario por foto-oxidación de NO <sub>x</sub> y compuestos orgánicos volátiles).

Tabla 2. Principales contaminantes atmosféricos químicos

En las ciudades, los contaminantes atmosféricos provienen principalmente de fuentes móviles, como el tráfico rodado, y de fuentes fijas de combustión, como industrias, usos residenciales para la climatización y procesos de eliminación de residuos<sub>11</sub>. Es común distinguir entre contaminantes primarios y secundarios. Los primeros son los que proceden directamente de la fuente de emisión. Los contaminantes secundarios, por otro lado, son productos de las transformaciones y reacciones químicas y físicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera, dando lugar a fenómenos como la contaminación fotoquímica y la acidificación del medio<sub>11</sub>.

Es importante señalar que la contaminación del aire no es uniforme y puede variar dependiendo de la escala de observación. A escala urbana, por ejemplo, los contaminantes provenientes de fuentes urbanas, como los óxidos de nitrógeno y el monóxido de carbono generados por el tráfico rodado, suelen estar presentes a altas concentraciones en toda la ciudad y a concentraciones significativamente reducidas en las áreas rurales adyacentes<sub>15</sub>.

A escala regional, ciertos contaminantes como las partículas finas y algunos contaminantes en fase gaseosa como el ozono, pueden ser transportados a largas distancias debido a su mayor tiempo de permanencia en la atmósfera, proceso conocido como transporte de largo alcance<sub>15</sub>.

A nivel hemisférico y global, algunos contaminantes, especialmente los asociados con los efectos de calentamiento de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, el óxido nítrico y el metano, tienen tiempos de vida atmosféricos de años y, por lo tanto, son capaces de distribuirse a lo largo de un hemisferio y, en última instancia, a nivel global<sub>15</sub>.

En la continua exploración de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población, se hace esencial comprender el origen y la naturaleza de los contaminantes implicados. En particular, esta investigación se centra en los contaminantes de mayor impacto, entre los que se destacan los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.

#### Dióxido de azufre

El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) proviene en gran medida de la combustión de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo, que contienen azufre<sub>15</sub>. En los países desarrollados, gran parte del azufre se elimina de los combustibles durante el proceso de refinación, reduciendo significativamente las emisiones<sub>14,15</sub>. Sin embargo, en países menos desarrollados, el carbón se sigue quemando en fuentes poco controladas, lo que puede generar concentraciones elevadas de  $\text{SO}_2$  a nivel del suelo en ciertas condiciones meteorológicas<sub>14</sub>.

#### Óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), por otro lado, se encuentran en la atmósfera en dos formas principales: óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )<sub>14,15</sub>. Su principal fuente son los procesos de combustión a alta temperatura, ya sea en la oxidación del nitrógeno contenido en los combustibles o en la combinación de nitrógeno y oxígeno atmosféricos<sub>14,15</sub>. La generación eléctrica y el tráfico rodado son dos de las fuentes predominantes de estos gases<sub>15</sub>.

#### Monóxido de carbono

El monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), se forma durante la combustión incompleta de combustibles carbonosos<sub>14,15</sub>. Aunque la combustión completa resulta en la formación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), la mayoría de los sistemas de combustión presentan regiones ricas en combustible en las que parte del carbono se oxida sólo hasta  $\text{CO}$ <sub>14,15</sub>. Los vehículos que utilizan gasolina son la principal fuente de  $\text{CO}$  en los países desarrollados<sub>14</sub>.

#### Partículas en suspensión

Las partículas en suspensión (PM) en la atmósfera son una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas que provienen de diversas fuentes y procesos. Varían en formas, tamaños y composiciones, y tienen una serie de propiedades fisicoquímicas<sup>16</sup>. Este documento se centra en las  $PM_{10}$  y las  $PM_{2,5}$ , que son partículas con diámetros aerodinámicos de  $10 \mu\text{m}$  y  $2.5 \mu\text{m}$  respectivamente<sup>14</sup>. Estas partículas son de particular interés debido a su impacto potencial en la salud humana.

Las  $PM_{10}$  y las  $PM_{2,5}$  representan fracciones inhalables y respirables de partículas en la atmósfera respectivamente. Las  $PM_{10}$  incluyen la mayoría de las partículas atmosféricas, excluyendo solo el extremo superior del rango de partículas gruesas. Aunque las partículas más gruesas pueden constituir una proporción apreciable de la masa total de partículas en ciertos ambientes, especialmente los muy polvorientos, se cree que son de poca importancia para la salud<sup>14</sup>.

En las atmósferas urbanas, las PM pueden generalmente separarse en tres fracciones principales basándose en el tamaño de las partículas: partículas gruesas, mayores de  $2.5 \mu\text{m}$  en diámetro aerodinámico; partículas finas, menores de  $2.5 \mu\text{m}$  en diámetro aerodinámico ( $PM_{2,5}$ ); y partículas ultrafinas, menores de  $0.1 \mu\text{m}$  ( $100 \text{nm}$ ). Estas fracciones difieren en sus contribuciones globales a la masa de partículas en el aire y en sus orígenes, características físicas y composición química. Las partículas gruesas en áreas urbanas suelen contener polvo resuspendido de caminos y actividades industriales, así como material biológico como granos de polen y fragmentos bacterianos. En cambio, las partículas más pequeñas ( $PM_{2,5}$  y menores) suelen formarse a partir de gases y procesos de combustión<sup>15</sup>.

La presencia de PM en la atmósfera plantea un riesgo significativo para la salud humana, superior incluso al del ozono a nivel del suelo y otros contaminantes del aire comunes como el monóxido de carbono. La PM puede ser regulada en dos categorías de tamaño basadas en su capacidad de penetración en los pulmones:  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ <sup>17</sup>. Estas partículas provienen principalmente de una amplia gama de fuentes, incluyendo el polvo de carreteras, el polvo agrícola, los lechos de ríos, las obras de construcción, las operaciones mineras y otras actividades similares<sup>18</sup>.

## Ozono

El ozono es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera en lugar de ser emitido directamente por fuentes<sup>14</sup>. La formación, variación y efectos del ozono tienen importantes implicaciones para la salud humana y el medio ambiente. La evolución de los patrones de urbanización y las actividades humanas han influido considerablemente en la dinámica de este contaminante atmosférico.

El ozono se forma a través de una serie de reacciones complejas en las que el dióxido de nitrógeno se descompone en oxígeno atómico y óxido nítrico, el oxígeno atómico luego se combina con oxígeno para formar ozono<sub>2</sub>. Este proceso puede invertirse ya que el ozono puede desintegrarse al reaccionar con el óxido nítrico, resultando en  $\text{NO}_2$  y oxígeno<sup>19</sup>.

Debido a su compleja química atmosférica, las concentraciones de ozono tienden a ser bajas cerca de las fuentes de emisión de óxido nítrico, como el tráfico rodado. En Europa, donde las ciudades son relativamente compactas, las concentraciones rurales de ozono suelen superar las concentraciones urbanas<sup>14</sup>. Estos patrones se intensifican durante los meses de verano debido a la formación de ozono en el aire contaminado a lo largo de tiempos asociados con el transporte de aire a través de regiones rurales<sup>14</sup>.

Al analizar la variación espacial del ozono, se encuentra que este contaminante se desplaza con el viento predominante, alcanzando concentraciones más altas en suburbios y localidades remotas a favor del viento o a altitudes más altas<sup>15</sup>. Esta dinámica sugiere que las concentraciones más altas de ozono pueden darse en áreas donde no se realiza un análisis instrumental adecuado de este contaminante<sup>15</sup>. El ozono, siendo uno de los principales contaminantes atmosféricos, tiene un impacto significativo

en la salud humana y el medio ambiente. Causa diversas enfermedades respiratorias graves en los humanos, como la neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, daño a los tejidos pulmonares y membranas mucosas respiratorias<sup>20</sup>. Además, la exposición a largo plazo a altos niveles de ozono puede ocasionar pérdidas significativas en la producción de cultivos<sup>20</sup>. Dado el papel de la actividad humana en la formación y distribución del ozono, es imprescindible realizar una gestión eficaz de este contaminante.

### Compuestos orgánicos volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles (VOC, por sus siglas en inglés) representan una amplia gama de hidrocarburos, oxigenados, halogenados y otros compuestos de carbono presentes en la atmósfera en estado gaseoso.

Las VOC son típicamente liberadas a través de fugas de sistemas presurizados como gas natural o metano, o por evaporación de un combustible líquido, como el benceno del depósito de combustible de un vehículo<sup>15</sup>. Sin embargo, en las zonas urbanas, semi-rurales y residenciales, la mayoría de las VOC provienen de fuentes interiores, incluyendo productos para el hogar, agentes de limpieza, pegamento, productos de cuidado personal, materiales de construcción, disolventes, emisiones de vehículos y humo de tabaco<sup>21</sup>. Se ha informado de que los niveles de formaldehído son particularmente altos en casas nuevas con muebles nuevos<sup>21</sup>. En las zonas industriales, existe una influencia externa en las emisiones de VOC.

Las altas concentraciones de VOC y monóxido de carbono se han asociado con el empeoramiento de los síntomas del asma<sup>21</sup>. Dado que estos compuestos son carcinógenos genotóxicos, se han establecido normas y directrices de calidad del aire en términos de concentraciones promedio a largo plazo, generalmente anuales<sup>14</sup>.

### Impacto en la salud de la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica se ha convertido en una preocupación creciente en nuestra sociedad debido a su potencial impacto en la salud pública. Existe un vasto cuerpo de evidencia que vincula la exposición a la contaminación del aire exterior con efectos en la salud, derivados principalmente de estudios epidemiológicos, toxicológicos en animales y estudios controlados de exposición humana<sup>23</sup>. En este documento, se presentan varios estudios que subrayan la gravedad de estos efectos, con especial énfasis en las poblaciones vulnerables y las implicaciones para el sistema respiratorio y cardiovascular.

Los efectos relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica son múltiples y de diferente severidad, impactando principalmente los sistemas respiratorio y cardiocirculatorio<sup>11</sup>. Los estudios han demostrado una gradación en la gravedad de estas consecuencias, así como en la susceptibilidad de la población afectada. Los efectos más estudiados son aquellos que se producen a corto plazo, es decir, en un período de unos pocos días, habitualmente menos de una semana, después de la exposición<sup>22</sup>.

Un estudio llevado a cabo en Francia, Suiza y Austria, indica que el 6% de la mortalidad y un número significativo de nuevos casos de enfermedades respiratorias en estos países puede ser atribuido a la contaminación atmosférica. Sorprendentemente, la mitad de este impacto es debido a la contaminación emitida por los vehículos a motor<sup>11</sup>.

Entre los grupos más vulnerables a la contaminación atmosférica se encuentran los ancianos, las personas con la salud comprometida que padecen bronquitis crónica, asma, enfermedades cardiovasculares y diabetes, así como los niños. En el caso de la contaminación atmosférica por ozono, los niños, los jóvenes y los adultos que pasan más tiempo al aire libre están en mayor riesgo <sup>11</sup>.

Los efectos de la exposición a corto plazo a la contaminación atmosférica incluyen la exacerbación de enfermedades respiratorias preexistentes (especialmente asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica) y enfermedades cardiovasculares preexistentes (incluyendo isquemia, arritmias y fallo cardíaco), con un aumento en las hospitalizaciones y visitas a los departamentos de emergencia. Por otro lado, la exposición a largo plazo a la contaminación del aire se asocia con un aumento de la mortalidad, un aumento de la incidencia de cáncer de pulmón y neumonía, y el desarrollo de aterosclerosis<sup>22</sup>.

En conclusión, es esencial tener en cuenta los efectos dañinos de la contaminación atmosférica en la salud y adoptar medidas adecuadas para minimizar nuestra exposición, especialmente en el caso de las poblaciones vulnerables.

## 8.2. Registro de la calidad del aire

Las concentraciones de contaminantes vienen determinadas por la magnitud de las emisiones de fuentes individuales, la densidad de emisión de las fuentes, la topografía y el estado de la atmósfera <sup>24</sup>.

Para el desarrollo de este estudio se han utilizado los datos de calidad del aire de la estación de Chamartín para evaluar las condiciones ambientales en los distintos establecimientos del Hospital Virgen del Mar. Estos datos nos aportan una visión completa de los niveles de contaminantes en el entorno inmediato del hospital, lo cual es esencial para mantener un ambiente saludable.

El índice de la calidad del aire (ICA) proporciona una comprobación en tiempo real y sencilla de la calidad del aire que marcan las estaciones de medición de la red nacional de vigilancia. El índice clasifica la calidad del aire en seis categorías: buena, razonablemente buena, regular, desfavorable, muy desfavorable, y extremadamente desfavorable (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, n.d.). Esta clasificación incluye las partículas en suspensión ( $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ ), el ozono troposférico ( $O_3$ ), el dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y el dióxido de azufre ( $SO_2$ ) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, n.d.).

Además del ICA, es importante destacar que existen unos valores límite de los contaminantes y unos plazos determinados para su cumplimiento, los cuales son de obligatorio acatamiento. Estos parámetros están establecidos por diversas directivas europeas que juegan un papel crucial en la regulación y la mejora de la calidad del aire.

(Ver tabla 3)

CATEGORÍA DEL ÍNDICE	MENSAJES PARA LA SALUD	SO <sub>2</sub>	PM2,5	PM10	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
<b>Buena</b>	Calidad del aire satisfactoria	0-100	0-10	0-20	0-50	0-40
<b>Razonablemente Buena</b>	Calidad del aire aceptable, la contaminación no supone un riesgo para la salud	101-200	11-20	21-40	51-100	41-90
<b>Regular</b>	La calidad del aire probablemente no afecte a la población general pero puede presentar un riesgo <b>moderado</b> para los <i>grupos de riesgo</i>	201-350	21-25	41-50	101-130	91-120
<b>Desfavorable</b>	<i>Toda la población puede experimentar efectos negativos sobre la salud y puede tener efectos mucho más serios en los grupos de riesgo</i>	351-500	26-50	51-100	131-240	121-230
<b>Muy Desfavorable</b>	Condiciones de emergencia para la salud pública, la población entera puede verse seriamente afectada	501-750	51-75	101-150	241-380	231-340
<b>Extremadamente Desfavorable</b>	Condiciones de emergencia para la salud pública, la población entera puede verse gravemente afectada	751-1250	76-800	151-1200	381-800	341-1000

Tabla 3. Categoría del ICA en función de los valores límite establecidos en la Directiva de Calidad del Aire de la UE.

\*Los valores de todos los contaminantes de la tabla están expresados en µg/m<sup>3</sup>

### 8.3. Tablas

A continuación, se presenta una serie de gráficos que representan los niveles de contaminación atmosférica registrados en las inmediaciones del Hospital Virgen del Mar del 1 de marzo al 26 de mayo. Los datos se recogieron dos veces al día, específicamente a las 11 a.m. y a las 6 p.m., proporcionando una visión detallada de las fluctuaciones diarias.

Se analizan tres contaminantes principales: óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y las partículas en suspensión (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>). Estos tres contaminantes son reconocidos como indicadores clave de la calidad del aire, y son los únicos datos proporcionados por la estación de Chamartín.

Para interpretar los resultados y determinar la calidad del aire, se aplican los estándares y valores límite establecidos por el índice de calidad del aire. Esto nos permitirá analizar de manera eficiente los niveles de contaminación y su posible impacto en la salud pública.

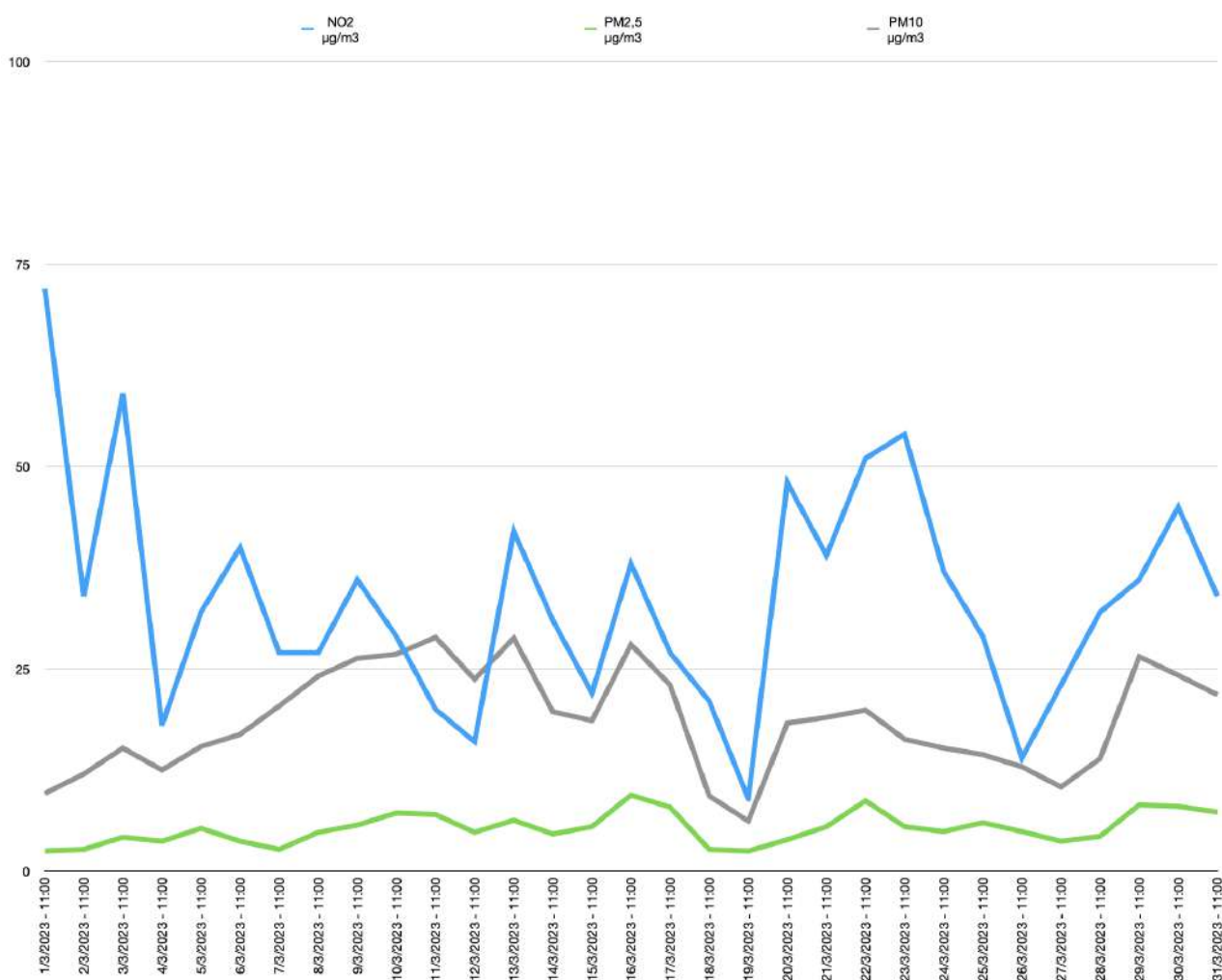


Gráfico 1. Registro de los niveles de contaminación. Marzo a las 11:00.

Los niveles de NO<sub>2</sub> oscilaron principalmente en el rango de «Calidad del aire satisfactoria» y «Calidad del aire aceptable» durante todo el mes. El valor más alto fue de 72 µg/m<sup>3</sup> registrado el 1 de marzo, y el más bajo fue de 9 µg/m<sup>3</sup> registrado el 19 de marzo. Los niveles parecen estar por debajo del límite que sería perjudicial para los grupos de riesgo.

Los niveles de PM<sub>2,5</sub> se mantuvieron en la categoría de «Calidad del aire satisfactoria» durante todo el mes de marzo. El valor más alto fue de 9,4 µg/m<sup>3</sup> registrado el 16 de marzo, y el más bajo fue de 2,5 µg/m<sup>3</sup>, que se registró en dos ocasiones, el 1 y el 19 de marzo. A pesar de las fluctuaciones, los valores de PM<sub>2,5</sub> se mantuvieron en un nivel que no debería representar un riesgo para la salud de la población general.

Los niveles de PM<sub>10</sub> oscilaron principalmente entre las categorías de «Calidad del aire satisfactoria» y «Calidad del aire aceptable». El valor más alto fue de 28,9 µg/m<sup>3</sup> registrado el 11 de marzo, y el más bajo fue de 6,2 µg/m<sup>3</sup> registrado el 19 de marzo. Aunque hubo un aumento ocasional en los niveles de PM<sub>10</sub>, en general, los datos sugieren que la calidad del aire en este aspecto no debería representar un riesgo para la salud en general.

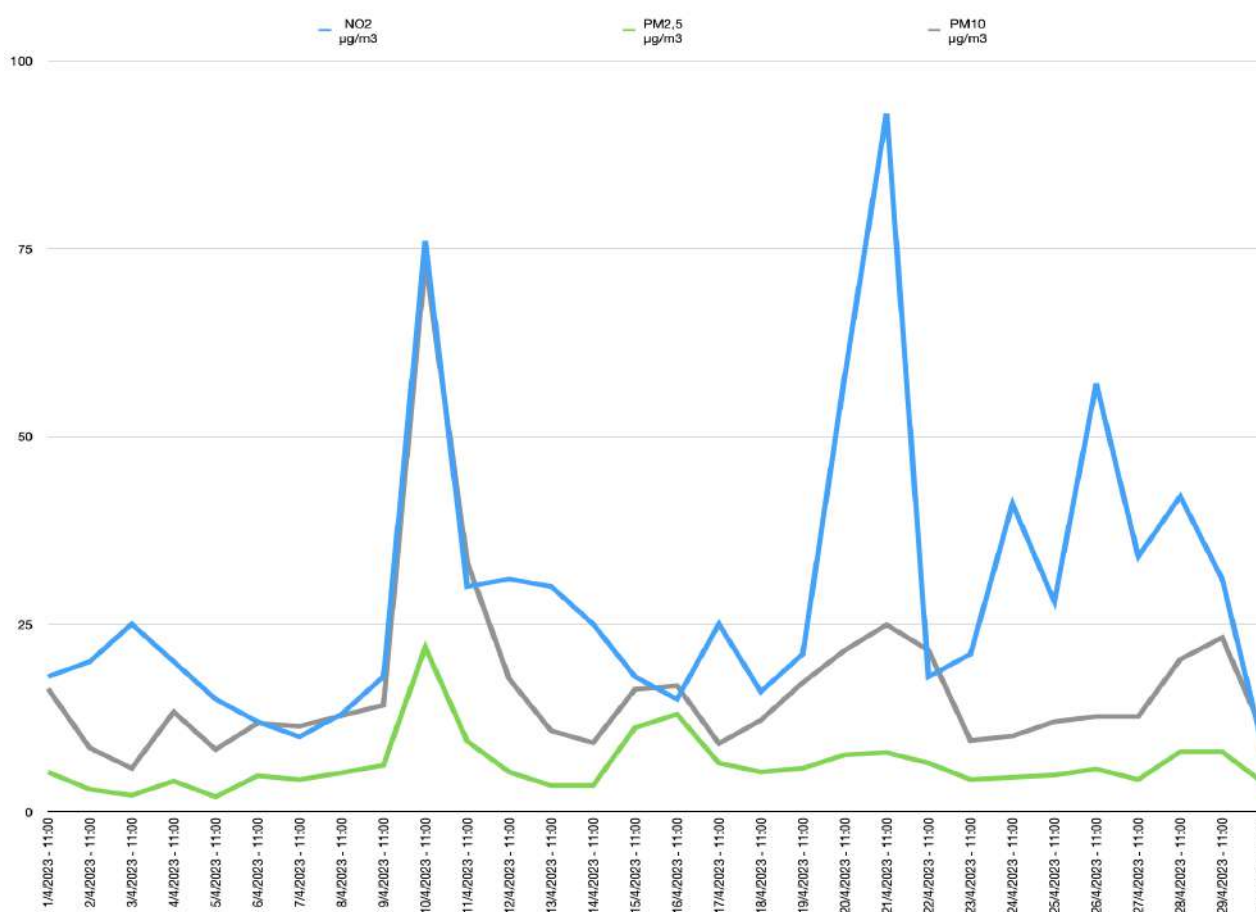


Gráfico 2. Registro de los niveles de contaminación. Abril a las 11:00.

En resumen, a lo largo del mes de marzo a las 11:00 horas, la calidad del aire en el Hospital Virgen del Mar parece haber sido generalmente satisfactoria o aceptable según los niveles de NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> registrados.

Durante el mes de abril a las 11:00 horas, los niveles de contaminantes registrados variaron de manera significativa.

En términos generales, la calidad del aire para los tres contaminantes en el mes de abril fue predominantemente buena a razonablemente buena. Los valores de NO<sub>2</sub> oscilaron entre 8 y 93 µg/m<sup>3</sup>, los de PM<sub>2,5</sub> entre 2 y 21,9 µg/m<sup>3</sup>, y los de PM<sub>10</sub> entre 5,8 y 73,3 µg/m<sup>3</sup>.

El 10 de abril se registró una anomalía con los niveles de los tres contaminantes alcanzando los niveles más altos del mes: 76 µg/m<sup>3</sup> para NO<sub>2</sub>, 21,9 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>2,5</sub> y 73,3 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>10</sub>. En particular, el nivel de NO<sub>2</sub> en este día alcanzó el nivel de “muy desfavorable” en la escala de calidad del aire, mientras que los valores de PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> llegaron a “desfavorable” y “razonablemente bueno” respectivamente.

El 21 de abril, el valor del NO<sub>2</sub> también alcanzó un pico de 93 µg/m<sup>3</sup>, situándose en la categoría de «regular». Sin embargo, los niveles de PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> en este día fueron significativamente más bajos.

A pesar de estas excepciones, la mayoría de los días del mes presentaron una calidad del aire satisfactoria, con los niveles de contaminantes permaneciendo en rangos considerados seguros para la salud general de la población.

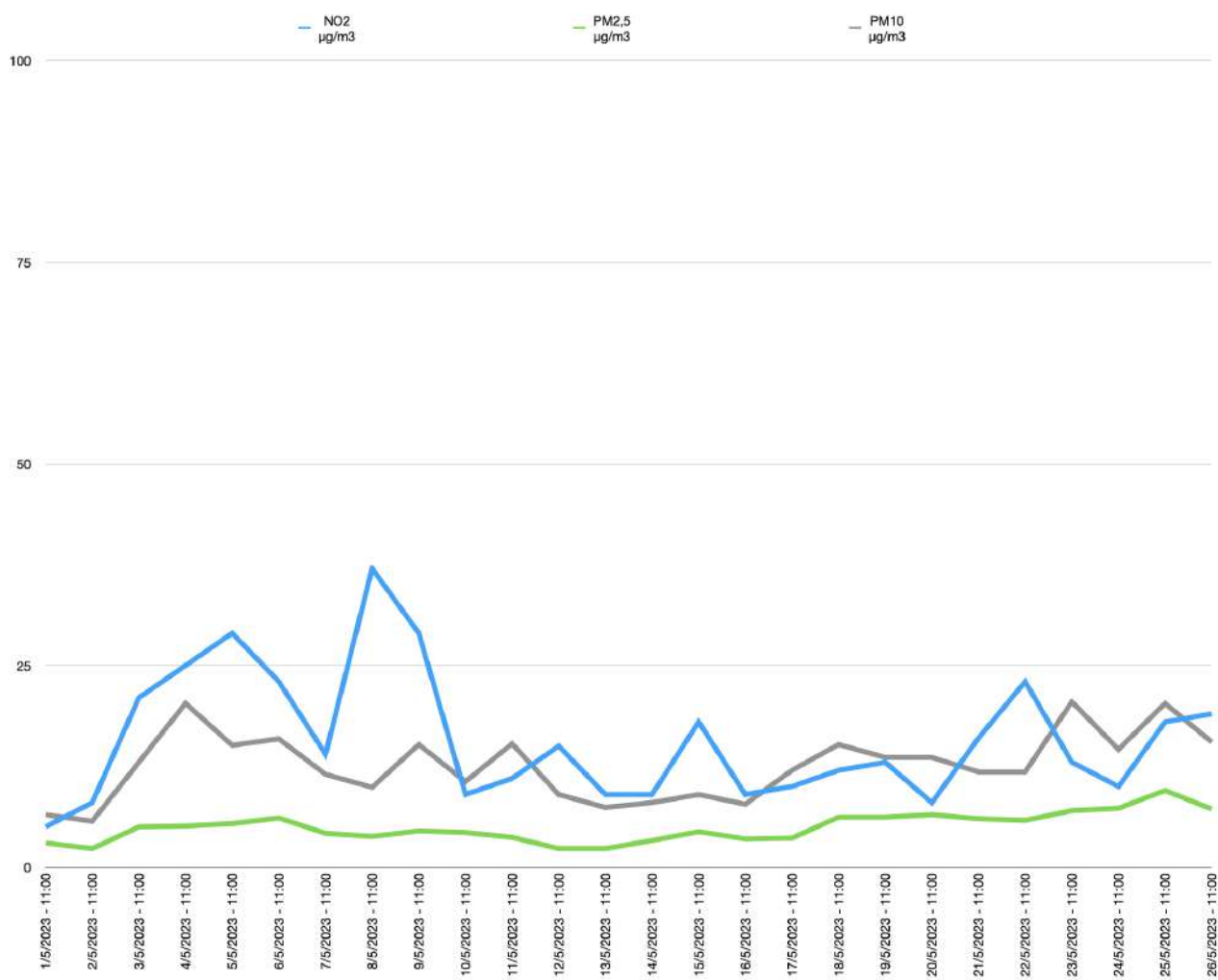


Gráfico 3. Registro de los niveles de contaminación. Mayo a las 11:00.

Durante todo el mes de mayo a las 11 horas, los valores de NO<sub>2</sub> fluctuaron entre 5 y 37 µg/m<sup>3</sup>, lo que está dentro del rango de «buena» calidad del aire según los índices de calidad del aire. El valor más alto se registró el 8 de mayo (37 µg/m<sup>3</sup>), aunque este valor aún se considera satisfactorio.

Los niveles de PM<sub>2,5</sub> variaron entre 2,3 y 9,5 µg/m<sup>3</sup>. Estos valores también se sitúan dentro del rango de «buena» calidad del aire. El valor más alto se registró el 25 de mayo (9,5 µg/m<sup>3</sup>), pero todavía es satisfactorio.

Por último, los valores de PM<sub>10</sub> variaron entre 6,5 y 20,5 µg/m<sup>3</sup>, lo cual se considera una «buena» calidad del aire. El valor más alto se registró el 23 de mayo (20,5 µg/m<sup>3</sup>), pero todavía está dentro del rango considerado satisfactorio.

En general, estos datos sugieren que la calidad del aire en el Hospital Virgen del Mar durante mayo a las 11 horas fue buena, según las normas para NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>.

Durante el mes de marzo a las 18 horas la mayoría de los registros de NO<sub>2</sub> caen en el rango de buena calidad del aire. Sin embargo, hay varios días (el 2, 5, 15, 16 y 21 de marzo) donde los valores se sitúan en el rango de calidad del aire razonablemente buena. No hubo días en el mes con niveles regulares, desfavorables, muy desfavorables o extremadamente desfavorables de NO<sub>2</sub>.

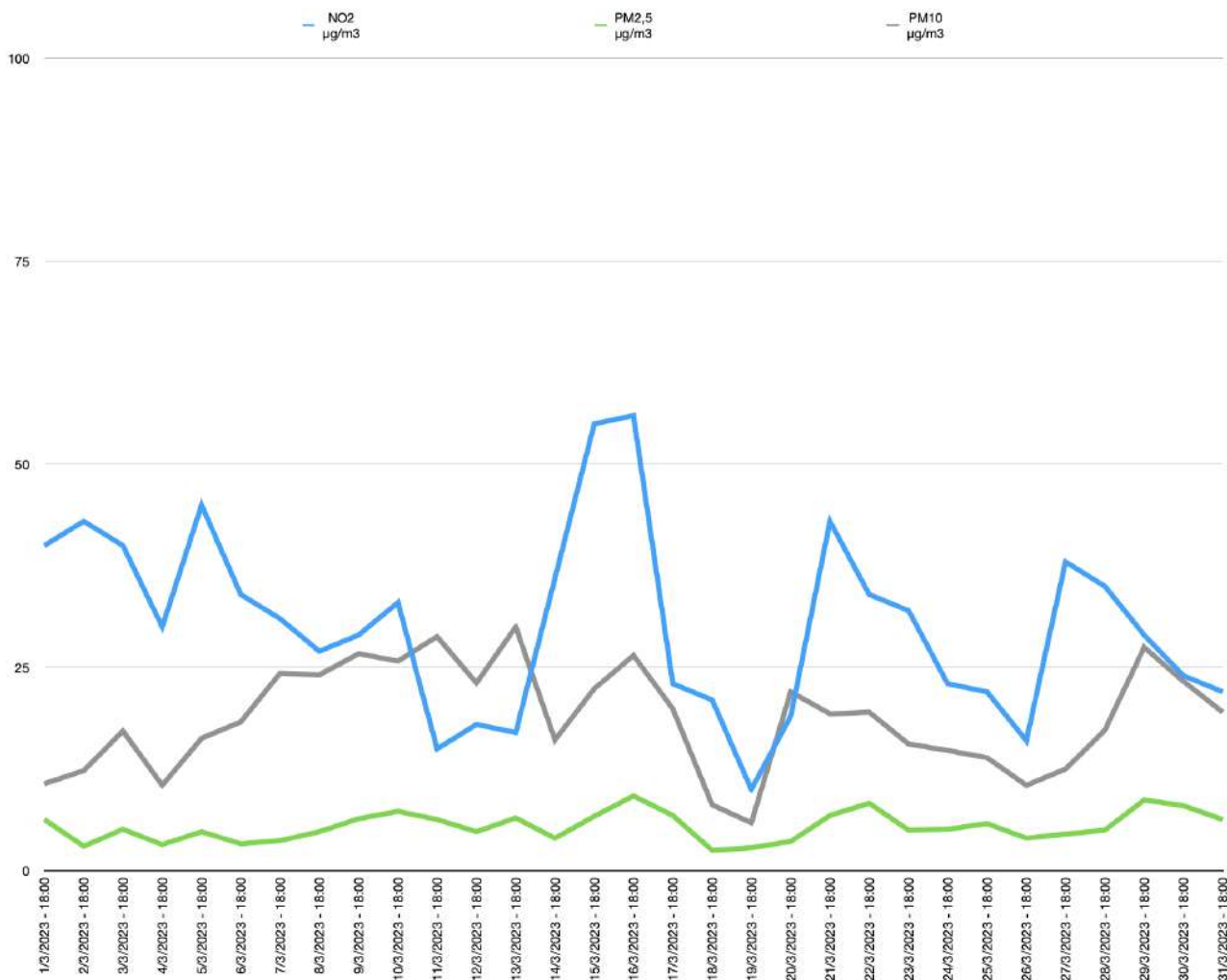


Gráfico 4. Registro de los niveles de contaminación. Marzo a las 18:00.

En cuanto al  $PM_{2,5}$ , todos los registros caen en el rango de buena calidad del aire. Esto indica que la calidad del aire en términos de  $PM_{2,5}$  es generalmente buena y no ha representado un riesgo para la salud a lo largo del mes.

Con respecto a los niveles de  $PM_{10}$  durante el mes, cayeron en los rangos de buena a razonablemente buena calidad del aire, aunque algunos días presentaron calidad regular. El valor más alto se registró el 13 de marzo con  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . No se detectaron niveles desfavorables o peores en ningún día.

A lo largo del mes de abril a las 18 horas, la calidad del aire con respecto a los niveles de  $NO_2$  se mantuvo en el rango de «buena» durante todo el mes, con valores que oscilan entre  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La calidad del aire con respecto a los niveles de  $PM_{2,5}$  también se mantuvo en su mayoría en el rango de «buena» durante la mayor parte del mes. Sin embargo, el 10 de abril se registró un valor de  $24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo cual indica una calidad del aire «regular» según el índice de la calidad del aire. Además, el 15 de abril se registró un valor de  $15,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo cual sugiere una calidad del aire «razonablemente buena».

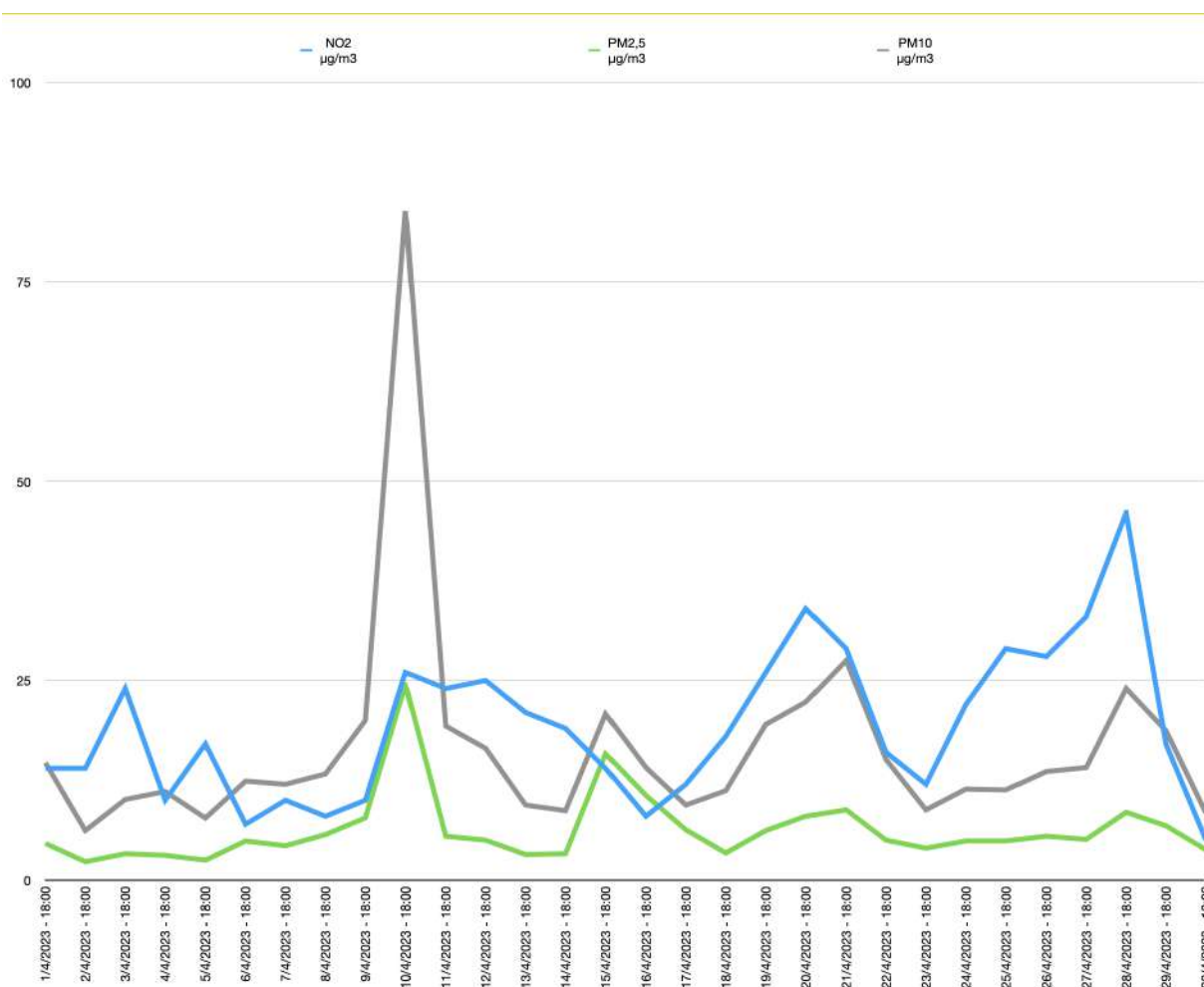


Gráfico 5. Registro de los niveles de contaminación. Abril a las 18:00.

Finalmente, los niveles de  $PM_{10}$  se mantuvieron en el rango de «buena» a «razonablemente buena» durante casi todo el mes. Sin embargo, el 10 de abril, se registró un pico significativo de  $83,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , que indica una calidad del aire «muy desfavorable» según los parámetros de evaluación de la calidad del aire.

Aunque la calidad del aire fue mayormente buena durante abril, es importante señalar el pico registrado el 10 de abril para todos los contaminantes, especialmente para  $PM_{10}$ .

Los niveles de  $NO_2$  han fluctuado entre  $7$  y  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a lo largo del mes, lo cual está dentro del rango de buena calidad del aire. No hubo días en los que la calidad del aire se deteriorara a niveles más bajos de acuerdo con los estándares del ICA.

Respecto a los niveles de  $PM_{2,5}$  han variado entre  $2$  y  $10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a lo largo del mes. Esto significa que la calidad del aire para este contaminante se ha mantenido entre buena y razonablemente buena. Cabe destacar que el 25 de mayo se registró el valor más alto de  $PM_{2,5}$  ( $10,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), acercándose al límite superior de la categoría de buena calidad del aire.

En resumen, a lo largo del mes mayo, los niveles de  $PM_{10}$  fluctuaron en un rango de  $5,1$  a  $22,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que refleja una calidad del aire desde buena hasta razonablemente buena. Notablemente, hubo dos instancias, en los primeros días de mayo y hacia el final del mes, cuando los niveles de  $PM_{10}$  excedieron el límite de la categoría de buena calidad.

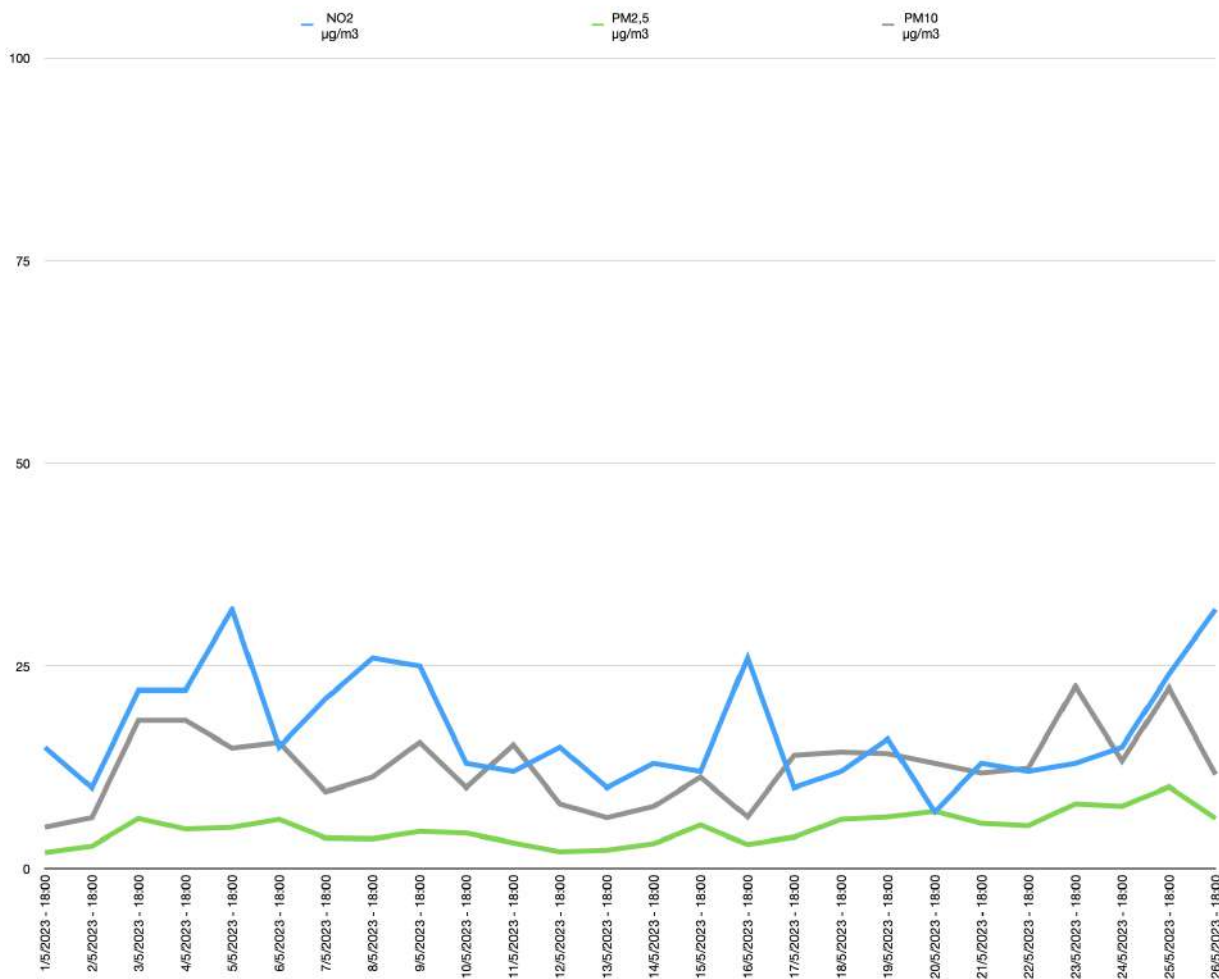


Gráfico 6. Registro de los niveles de contaminación. Mayo a las 18:00.

### Observaciones

Tras analizar los datos de calidad del aire en las inmediaciones del Hospital Virgen del Mar desde marzo hasta mayo, se puede concluir lo siguiente:

La calidad del aire ha sido, en general, satisfactoria o aceptable durante este período. En particular, los niveles de NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> oscilaron, en su mayoría, dentro de las categorías de buena a razonablemente buena calidad del aire, lo cual no representa un riesgo significativo para la salud pública.

En términos de variación mensual, abril fue el mes que experimentó mayores niveles de contaminación, principalmente el 10 de abril, cuando los niveles de los tres contaminantes alcanzaron los más altos del mes. No obstante, la mayoría de los días en marzo, abril y mayo presentaron una calidad del aire satisfactoria o buena.

Comparando los datos recopilados a las 11 a.m. y 6 p.m., no se observan diferencias notables en los niveles de contaminación entre ambos períodos. Sin embargo, es importante señalar que hubo picos ocasionales de contaminantes, como el PM<sub>10</sub> el 13 de marzo a las 18 horas y el NO<sub>2</sub> el 1 de marzo a las 11 a.m.

En relación a los tres contaminantes, el PM10 parece representar el mayor riesgo debido a las fluctuaciones de sus niveles. Aunque sus niveles generalmente caen dentro de las categorías de buena a razonablemente buena calidad del aire, hubo días específicos, como el 11 de marzo y el 10 de abril, en los que se registraron niveles más altos. Estos picos podrían representar un riesgo potencial para la salud, especialmente para los grupos de población más vulnerables.

## 9. Evaluación cualitativa

### 9.1. Preguntas del cuestionario

Se ha diseñado una serie de encuestas dirigidas a diversos grupos de interés en el Hospital Virgen del Mar, como la dirección del hospital, el personal, los pacientes de urgencias, los pacientes de las consultas externas, los familiares y los visitantes. Las encuestas abarcan diversos temas, que pueden dividirse en tres grandes categorías: estadísticas sanitarias, en particular las infecciones respiratorias estacionales causadas por la contaminación; aspectos de movilidad sostenible y su implantación en el hospital; y percepciones y hábitos de transporte de los empleados y usuarios del hospital.

Por un lado, se consulta a la dirección sobre los datos sanitarios y las estrategias del hospital en materia de movilidad sostenible. Los empleados son encuestados sobre sus hábitos de transporte y su opinión sobre la calidad del aire en el entorno del hospital. A los pacientes, familiares y visitantes también se les pregunta sobre sus hábitos de transporte y su percepción de la calidad del aire en el entorno del hospital.

Las preguntas son sencillas y breves para no perturbar y desanimar a los participantes ya que se encuentran en una situación un poco delicada. En total hay 16 preguntas y la gran mayoría son de opción múltiple. Las preguntas dirigidas a la dirección, por ejemplo, contienen una opción de respuesta abierta para poder recoger cualquier dato cualitativo pertinente.

La mayoría de las preguntas son de opción múltiple con respuestas predeterminadas para simplificar el tratamiento de los datos y reducir la variabilidad de las respuestas. No obstante, también se incluyen algunas preguntas de respuesta libre.

Todos los datos obtenidos de los encuestados se introducirán en hojas de cálculo Excel para facilitar su clasificación y análisis. Los resultados se mostrarán en forma de tablas, gráficos y cuadros que pongan de relieve las tendencias y conclusiones clave de la encuesta. Este método proporcionará una visión global de la situación en el Hospital Virgen del Mar.

La distribución de las encuestas se lleva a cabo de manera diferenciada, adaptándose a las características de cada grupo de interés en el Hospital Virgen del Mar.

Para los pacientes de urgencias, los pacientes de consultas externas, los familiares y los visitantes, las encuestas se recogen in situ. Esta recogida presencial se realiza a través de entrevistas cara a cara, lo que permite un contacto directo y una mayor personalización en la recogida de respuestas. Con este método, se consigue encuestar a un total de 50 personas pertenecientes a esta categoría.

Para el personal del hospital, las encuestas también se recolectan de manera presencial, logrando así entrevistar a 50 empleados. La directora del hospital respaldó este procedimiento, fomentando la participación activa del personal en la encuesta.

Por último, la encuesta dirigida a la dirección del hospital, debido a su naturaleza de respuesta abierta, se envía directamente a la directora del hospital a través de un correo electrónico.

## 9.2. Preguntas

En esta sección se presentan las preguntas detalladas que se han formulado, para abordar aspectos específicos de nuestro tema de interés.

## Dirección del hospital:

1. ¿En que meses hay más infecciones respiratorias estacionales en el hospital virgen del Mar?

Esta pregunta es esencial para determinar las épocas del año en que el hospital experimenta un aumento de las infecciones respiratorias, que puede estar causado por el incremento de los niveles de contaminación atmosférica. Determinar la temporalidad de estas infecciones puede ayudar a establecer si existe una correlación entre los picos de enfermedades respiratorias y la calidad del aire. Si existe una relación entre ambos, podría afirmarse que unas técnicas de movilidad más sostenibles beneficiarían tanto a los pacientes como al personal del hospital al mejorar la calidad del aire.

2. ¿Cuál ha sido la cantidad de pacientes que han sido diagnosticados con infecciones respiratorias estacionales durante los últimos tres meses en comparación con el mismo período de tiempo del año anterior en el hospital virgen del Mar?

Esta pregunta tiene por objetivo conocer el número actual de enfermedades respiratorias estacionales con el del año anterior. El aumento de la incidencia puede reflejar un empeoramiento de la calidad del aire. Del mismo modo, la mejora de la calidad del aire puede explicar un descenso de los casos notificados.

3. ¿El Hospital virgen del Mar tiene un plan de movilidad sostenible? ¿En qué consiste?

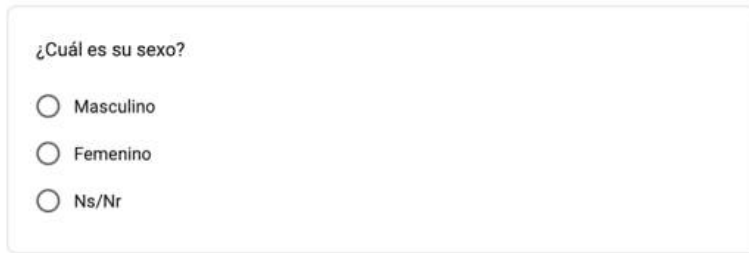
La respuesta a esta pregunta es fundamental para establecer el compromiso del hospital con la gestión medioambiental. Una estrategia de movilidad sostenible puede tener un impacto significativo en las emisiones de carbono, la calidad del aire y la salud de empleados y pacientes.

4. ¿Existen instalaciones para bicicletas y patinetes eléctricos en el hospital virgen del Mar? ¿Se ofrecen incentivos para promover su uso?

El objetivo de esa pregunta es determinar si el hospital dispone o no de infraestructuras de apoyo a modos de transporte más sostenibles. Las instalaciones adecuadas para bicicletas y patinetes eléctricos, así como los incentivos para su uso, pueden indicar un esfuerzo por parte del hospital para fomentar la movilidad sostenible.

## Empleados del hospital:

5. ¿Cuál es su sexo?



¿Cuál es su sexo?

- Masculino
- Femenino
- Ns/Nr

Imagen 32. Formato pregunta 5 (Elaboración propia a través de Google Forms)

6. ¿Cuál es su edad?



¿Cuál es su edad? Escoja uno de estos rangos

- Menos de 20 años
- Entre 21 y 30 años
- Entre 31 y 40 años
- Entre 41 y 50 años
- Entre 51 y 60 años
- Más de 60 años
- Ns/Nr

Imagen 33. Formato pregunta 6 (Elaboración propia a través de Google Forms)

7. ¿Cómo llega al hospital Virgen del Mar?



¿Cómo llega al hospital Virgen del Mar? \*

- Vehículo de combustión
- Vehículo eléctrico
- Transporte público
- Bicicleta
- Patinete eléctrico
- Andando
- Autre :

Imagen 34. Formato pregunta 7 (Elaboración propia a través de Google Forms)

El objetivo de esta investigación es conocer los patrones de movilidad del personal hospitalario. Los datos recopilados pueden utilizarse para identificar áreas de mejora en la promoción de modos de transporte más sostenibles y saludables.

8. ¿Alguna vez se ha planteado cambiar el modo de transporte por uno más sostenible?



¿Alguna vez se ha planteado cambiar el modo de transporte por alguno más sostenible para ir al Hospital Virgen del Mar?

Sí

No

Imagen 35. Formato pregunta 8 (Elaboración propia a través de Google Forms)

Esta pregunta pretende determinar la receptividad del equipo a cambiar a un modo de transporte más ecológico. Las respuestas podrían aclarar los posibles beneficios de pasar a formas de transporte más sostenibles.

9. ¿Cambia el modo de transporte si trabaja por la noche?



¿Cambia el modo de transporte si trabaja por la noche?

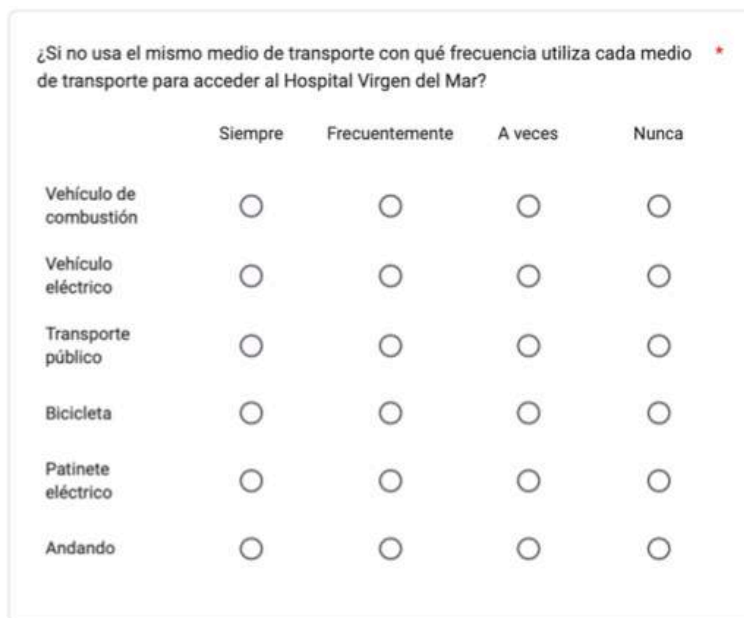
Sí

No

Imagen 36. Formato pregunta 9 (Elaboración propia a través de Google Forms)

El objetivo de esta pregunta es comprender si el horario de trabajo influye en la elección del modo de transporte.

10. ¿Si no usa el mismo medio de transporte con qué frecuencia utiliza cada medio de transporte para acceder al Hospital Virgen del Mar?



¿Si no usa el mismo medio de transporte con qué frecuencia utiliza cada medio de transporte para acceder al Hospital Virgen del Mar?

	Siempre	Frecuentemente	A veces	Nunca
Vehículo de combustión	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vehículo eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transporte público	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bicicleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Patinete eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andando	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Imagen 37. Formato pregunta 10 (Elaboración propia a través de Google Forms)

Esta pregunta es esencial para comprender la versatilidad en las elecciones de transporte del personal del hospital. Al conocer cuánto varían sus métodos de transporte, podemos obtener una visión más completa de los patrones de movilidad y detectar oportunidades para promover modos de transporte más sostenibles.

11. ¿Qué opina de la calidad del aire en el entorno del hospital?

¿Qué opina de la calidad del aire en el entorno del Hospital Virgen del Mar? \*

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

Imagen 38. Formato pregunta 11 (Elaboración propia a través de Google Forms)

Finalmente, el objetivo de esta pregunta es conocer las percepciones subjetivas de los encuestados sobre la calidad del aire en el exterior del edificio.

Pacientes de urgencias, consultas externas, familiares y visitantes de los pacientes:

12. ¿Cuál es su sexo?

¿Cuál es su sexo?

- Masculino
- Femenino
- Ns/Nr

Imagen 39. Formato pregunta 12 (Elaboración propia a través de Google Forms)

13. ¿Cuál es su edad?

¿Cuál es su edad? Escoja uno de estos rangos

- Menos de 20 años
- Entre 21 y 30 años
- Entre 31 y 40 años
- Entre 41 y 50 años
- Entre 51 y 60 años
- Más de 60 años
- Ns/Nr

Imagen 40. Formato pregunta 13 (Elaboración propia a través de Google Forms)

14. ¿Cómo llega al hospital Virgen del Mar?

¿Cómo llega al hospital Virgen del Mar? \*

- Vehículo de combustión
- Vehículo eléctrico
- Transporte público
- Bicicleta
- Patinete eléctrico
- Andando
- Autre :

Imagen 41. Formato pregunta 14 (Elaboración propia a través de Google Forms)

15. ¿Si no usa el mismo medio de transporte con qué frecuencia utiliza cada medio de transporte para acceder al Hospital Virgen del Mar?

¿Si no usa el mismo medio de transporte con qué frecuencia utiliza cada medio de transporte para acceder al Hospital Virgen del Mar? \*

	Siempre	Frecuentemente	A veces	Nunca
Vehículo de combustión	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vehículo eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transporte público	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bicicleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Patinete eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andando	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Imagen 42. Formato pregunta 15 (Elaboración propia a través de Google Forms)

16. ¿Qué opina de la calidad del aire en el entorno del hospital?

¿Qué opina de la calidad del aire en el entorno del Hospital Virgen del Mar? \*

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

Imagen 43. Formato pregunta 16 (Elaboración propia a través de Google Forms)

### 9.3. Registro de cuestionarios y resultados

A través de la recolección y análisis de datos, se han identificado patrones y tendencias significativos que dan una visión más clara de las realidades que rodean a estos grupos y su relación con el hospital.

#### Dirección del Hospital:

##### 1. ¿En que meses hay más infecciones respiratorias estacionales en el hospital Virgen del Mar?

La primera pregunta se refiere a la temporalidad de las infecciones respiratorias estacionales en el hospital. Según los datos proporcionados, el pico de incidencia de estas infecciones se sitúa entre los meses de noviembre a marzo. Esto implica que durante estos meses, se debe prestar especial atención a la calidad del aire y a la gestión de la movilidad, ya que estos factores pueden contribuir a la prevención y control de las infecciones respiratorias.

Cabe recordar del capítulo de contaminantes que en la mayoría de las ciudades españolas, los contaminantes primarios derivados de la combustión de combustibles fósiles presentan valores más altos durante el invierno y más bajos en el verano. Por el contrario, el ozono tiende a mostrar el patrón opuesto, con niveles más altos en verano y más bajos en invierno. Esta tendencia cobra relevancia cuando se considera el periodo de mayor incidencia de infecciones respiratorias en el Hospital Virgen del Mar, que va de noviembre a marzo, coincidiendo con la temporada de mayores niveles de contaminantes primarios.

##### 2. ¿Cuál ha sido la cantidad de pacientes que han sido diagnosticados con infecciones respiratorias estacionales durante los últimos tres meses en comparación con el mismo período de tiempo del año anterior en el hospital Virgen del Mar?

La comparativa del número de pacientes diagnosticados con infecciones respiratorias estacionales durante los últimos tres meses con el mismo período de tiempo del año anterior muestra un descenso, pasando de 203 en enero-marzo 2022 a 149 en el mismo periodo de 2023 en el Hospital Virgen del Mar. Esta disminución puede ser interpretada como indicativo de una posible mejora en la calidad del aire durante estos meses.

##### 3. ¿El hospital Virgen del Mar tiene un plan de movilidad sostenible? ¿En qué consiste?

Al abordar la cuestión de la movilidad sostenible, se revela que el Hospital Virgen del Mar tiene en marcha un plan llamado «Blueway» en Sanitas Hospitales. Este plan incorpora iniciativas como la lanzadera de vehículos y el acuerdo con Acciona para el uso de motos eléctricas y bicicletas eléctricas. Estas acciones muestran un esfuerzo considerable por parte del hospital para fomentar formas de transporte más ecológicas y sostenibles.

##### 4. ¿Existen instalaciones para bicicletas y patinetes eléctricos en el hospital Virgen del Mar? ¿Se ofrecen incentivos para promover su uso?

Por último, en relación a la existencia de instalaciones para bicicletas y patinetes eléctricos y la promoción de su uso, se confirma que el hospital ha implementado una fase inicial de alquiler de dos bicicletas eléctricas, y se ha instalado un punto de carga y una marquesina para protegerlas. Estas bicicletas se pueden reservar con anticipación a través de Outlook y son plegables, con una autonomía de entre 30 y 60 km. Sin embargo, en la actualidad no se ofrecen incentivos para fomentar su uso, lo cual podría ser un aspecto a reconsiderar para aumentar la adopción de estos medios de transporte sostenibles.

## Empleados del Hospital:

### 5. ¿Cuál es su sexo?

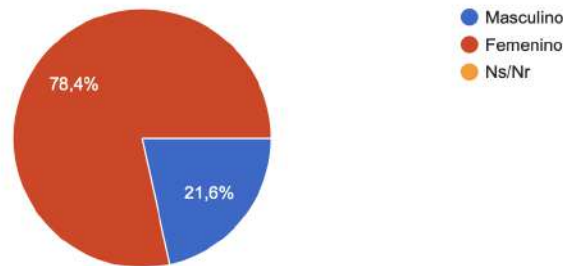


Gráfico 7. Género de los encuestados (Elaboración propia a través de Google Forms)

Analizando los resultados de la encuesta de género de los empleados del Hospital Virgen del Mar, se observa que una gran mayoría, específicamente el 78,4%, son mujeres, mientras que el 21,6% restante son hombres.

### 6. ¿Cuál es su edad?

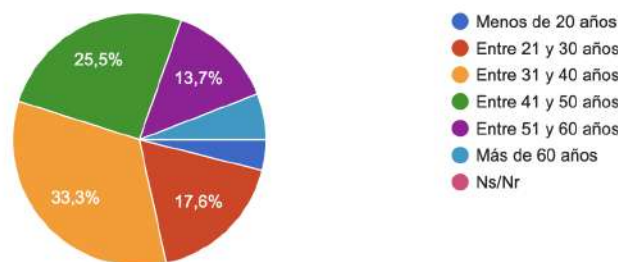


Gráfico 8. Edad de los encuestados (Elaboración propia a través de Google Forms)

La participación en la encuesta de los empleados del Hospital Virgen del Mar mostró una distribución diversa de edades. La mayoría de las respuestas vinieron de empleados de 31 a 40 años (33,3%) y de 41 a 50 años (25,5%). Los empleados más jóvenes, de 20 años o menos, tuvieron la participación más baja (3,9%), mientras que los mayores de 60 años representaron un 5,9%. Los grupos de 21 a 30 años y 51 a 60 años tuvieron una participación del 17,6% y 13,7% respectivamente.

### 7. ¿Cómo llega al hospital Virgen del Mar?

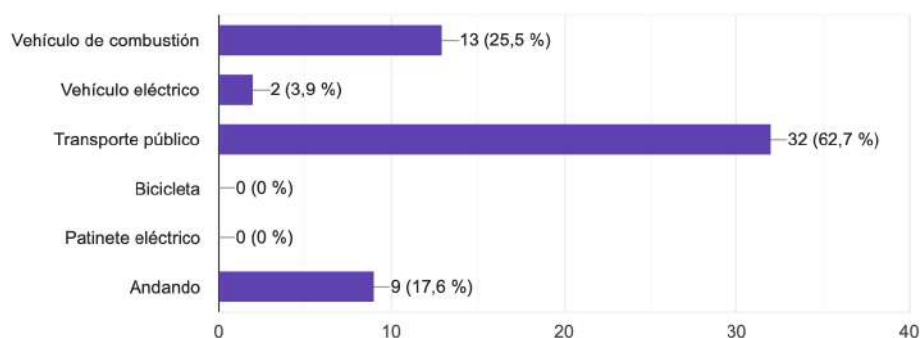


Gráfico 9. Acceso al hospital (Elaboración propia a través de Google Forms)

Los resultados de la encuesta muestran que la mayoría de los empleados del Hospital Virgen del Mar utilizan el transporte público para llegar a su lugar de trabajo, representando el 62,7% de los encuestados. El segundo método de transporte más popular es el vehículo de combustión, utilizado por el 25,5% de los empleados. Un 17,6% de los encuestados llega al hospital caminando, y sólo un pequeño 3,9% utiliza un vehículo eléctrico. Se observa que ninguno de los empleados usa bicicletas o patinetes eléctricos para su desplazamiento, sugiriendo una oportunidad para promover formas de transporte más sostenibles entre el personal del hospital.

8. ¿Alguna vez se ha planteado cambiar el modo de transporte por alguno más sostenible para ir al Hospital Virgen del Mar?

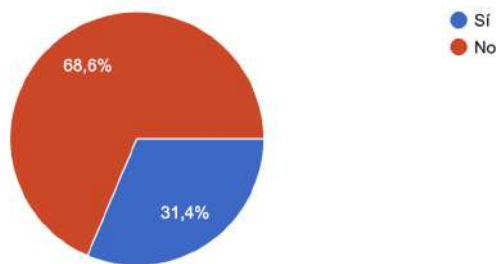


Gráfico 10. Consideraciones de los empleados para cambiar a un modo de transporte más sostenible (Elaboración propia a través de Google Forms)

La mayoría de los empleados del Hospital Virgen del Mar (68,6%) no han considerado cambiar su medio de transporte por uno más sostenible. Solo un 31,4% ha contemplado esta opción.

9. ¿Cambia el modo de transporte si trabaja por la noche?

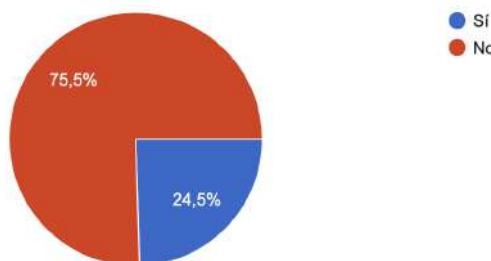


Gráfico 11. Cambios en el modo de transporte de los empleados durante turnos nocturnos (Elaboración propia a través de Google Forms)

Los datos revelan que la gran mayoría de los empleados del Hospital Virgen del Mar, un 75,5%, mantiene su modo de transporte independientemente del turno de trabajo, incluso por la noche. Sin embargo, existe un 24,5% que sí modifica su forma de desplazarse al hospital cuando su turno es nocturno.

10. ¿Si no usa el mismo medio de transporte con qué frecuencia utiliza cada medio de transporte para acceder al Hospital Virgen del Mar?

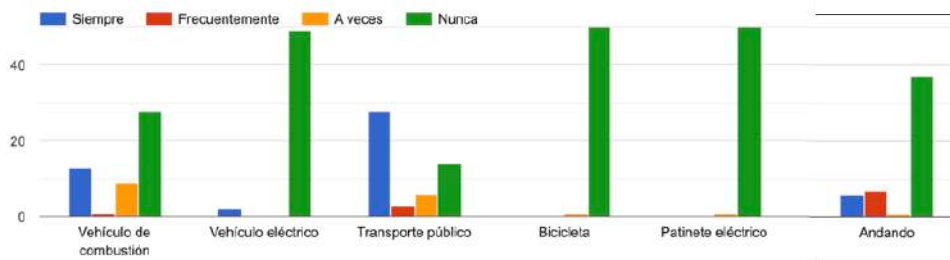


Gráfico 12. Frecuencia de uso de diferentes medios de transporte (Elaboración propia a través de Google Forms)

La mayoría de los empleados del Hospital Virgen del Mar prefieren el transporte público para sus desplazamientos. Aunque el vehículo de combustión es utilizado por una minoría, es usado ocasionalmente por algunos, indicando flexibilidad en sus opciones de transporte. Mientras tanto, los vehículos eléctricos, bicicletas y patinetes eléctricos no son utilizados con frecuencia, posiblemente debido a la distancia, la falta de infraestructura adecuada o cuestiones de seguridad. Un pequeño grupo de empleados se desplaza a pie, aunque la mayoría no opta por este medio de transporte, probablemente debido a la distancia entre su residencia y el hospital.

11. ¿Qué opina de la calidad del aire en el entorno del hospital?

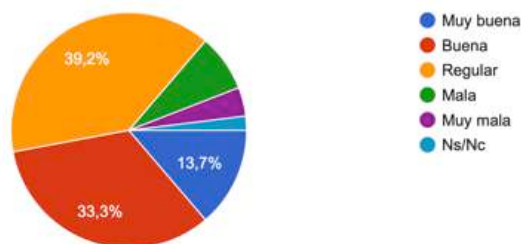


Gráfico 13. Percepción de la calidad del aire del personal hospitalario (Elaboración propia a través de Google Forms)

Los resultados de la encuesta muestran una opinión dividida sobre la calidad del aire en el entorno del hospital. Aproximadamente un tercio de los empleados consideran que la calidad del aire es buena, y una pequeña porción (13,7%) la percibe como muy buena, lo que sugiere que casi la mitad del personal hospitalario se siente satisfecho con la calidad del aire. Sin embargo, la mayor proporción de respuestas (39,2%) indica que la calidad del aire es regular. Esto muestra que una proporción considerable de empleados cree que la calidad del aire podría mejorarse. En general, la encuesta refleja que, aunque la mayoría de los empleados no tienen problemas serios con la calidad del aire, existe un número significativo de ellos que piensa que las condiciones podrían mejorarse.

Pacientes de urgencias, consultas externas, familiares y visitantes de los pacientes:

12. ¿Cuál es su sexo?

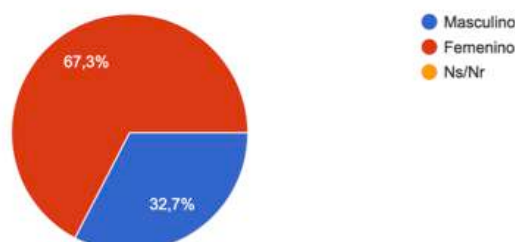


Gráfico 14. Género de los encuestados (Elaboración propia a través de Google Forms)

De las respuestas obtenidas en la encuesta dirigida a pacientes de urgencias, consultas externas, familiares y visitantes del Hospital Virgen del Mar, se observa una mayor representación del sexo femenino. Específicamente, el 67,3% de los encuestados se identificaron como mujeres, mientras que el 32,7% restante se identificaron como hombres.

13. ¿Cuál es su edad?

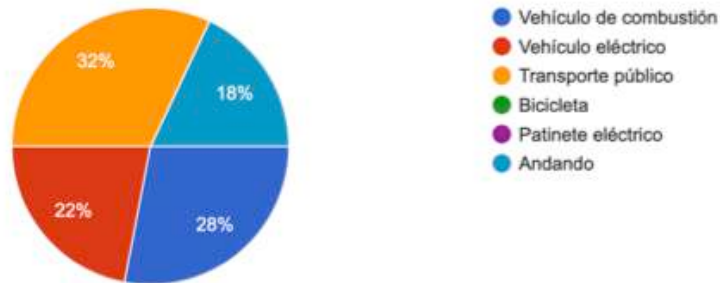


Gráfico 15. Edad de los encuestados (Elaboración propia a través de Google Forms)

La mayor proporción de encuestados se encontraba en el grupo de edad de más de 60 años, representando el 36% del total. Los grupos de edad de 21 a 30 años y de 31 a 40 años representaron el 18% y 16% de las respuestas, respectivamente, seguidos por los grupos de 41 a 50 años y de 51 a 60 años, ambos con el 14%. Por último, el grupo de edad de 20 años o menos representó el porcentaje más pequeño, con solo el 2% de las respuestas.

14. ¿Cómo llega al hospital Virgen del Mar?

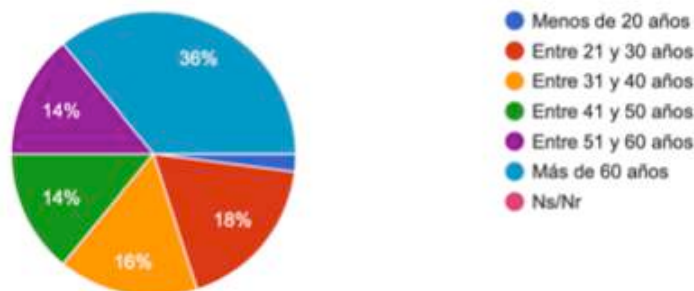


Gráfico 16. Acceso al hospital (Elaboración propia a través de Google Forms)

El transporte público fue el medio de transporte más popular entre los encuestados, con el 32% de ellos afirmando usarlo para llegar al hospital. Esto podría indicar la eficacia y conveniencia del sistema de transporte público de la zona, o simplemente la preferencia de estos grupos por este medio debido a la ubicación del hospital o a la accesibilidad del transporte público.

Los vehículos de combustión fueron el segundo medio más común, con el 28% de las respuestas. Esta elección puede reflejar una combinación de factores, incluyendo la ubicación de los hogares de los encuestados y la flexibilidad que proporciona un vehículo propio.

Los vehículos eléctricos fueron elegidos por el 22% de los encuestados, lo que puede indicar una conciencia creciente sobre la sostenibilidad y el impacto medioambiental, o bien puede reflejar las preferencias personales o las capacidades económicas de los encuestados.

El 18% de los encuestados dijo que llega al hospital andando, lo que sugiere que pueden vivir o trabajar cerca del hospital.

Cabe destacar que ningún encuestado informó de utilizar bicicletas o patinetes eléctricos para llegar al hospital.

15. ¿Si no usa el mismo medio de transporte con qué frecuencia utiliza cada medio de transporte para acceder al Hospital Virgen del Mar?

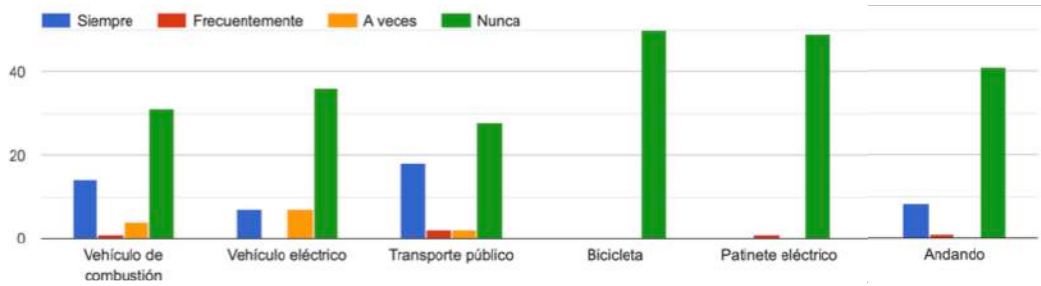


Gráfico 17. Frecuencia de uso de diferentes medios de transporte (Elaboración propia a través de Google Forms)

Los resultados de la encuesta reflejan una diversidad de hábitos de transporte entre los pacientes de urgencias, consultas externas, familiares y visitantes del Hospital Virgen del Mar. Al observar la frecuencia con la que usan diferentes medios de transporte para llegar al hospital, se pueden obtener algunas conclusiones importantes.

Los vehículos de combustión todavía se utilizan regularmente, aunque existe una cantidad significativa de personas que nunca los utilizan. Esto sugiere que, aunque algunos continúan dependiendo de este método de transporte, hay una parte de la población que se abstiene de usarlo, probablemente debido a su impacto ambiental o a otras razones personales.

Los vehículos eléctricos parecen ser menos populares. Aunque algunos encuestados los utilizan de forma consistente, la mayoría nunca los utiliza.

El transporte público es un medio común de acceso al hospital, con una cantidad significativa de personas que lo usan siempre. Sin embargo, todavía hay un grupo de encuestados que nunca lo usa, lo que puede reflejar preferencias personales.

La bicicleta y el patinete eléctrico son los medios de transporte menos utilizados entre los encuestados, con la gran mayoría nunca recurriendo a ellos para llegar al hospital.

El desplazamiento a pie es utilizado por algunos de los encuestados de manera constante, pero la mayoría no lo utiliza, lo que puede indicar que el hospital está a una distancia considerable de donde viven o trabajan la mayoría de los encuestados.

En resumen, los resultados de la encuesta muestran una diversidad de prácticas de transporte entre los encuestados, con una preferencia evidente por el transporte público y el uso del vehículo de combustión, y menos adopción de opciones más sostenibles como vehículos eléctricos, bicicletas y patinetes eléctricos.

16. ¿Qué opina de la calidad del aire en el entorno del hospital?

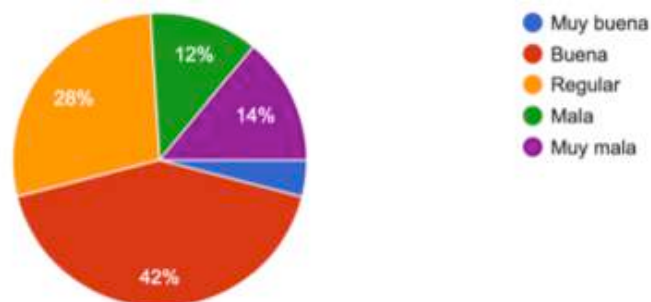


Gráfico 18. Percepción de la calidad del aire (Elaboración propia a través de Google Forms)

La gran mayoría de los encuestados indicaron que la calidad del aire en la zona circundante al hospital era buena, lo que sugiere que no había problemas significativos de contaminación atmosférica en las inmediaciones. Sin embargo, una parte considerable de los encuestados calificó la calidad del aire de «regular», lo que podría indicar una conciencia sobre ciertos niveles de contaminación atmosférica en la zona.

Un aspecto preocupante es el porcentaje no despreciable de personas que calificaron la calidad del aire como mala o muy mala. Es probable que este grupo concreto de encuestados sea más consciente de los riesgos que plantea la contaminación atmosférica o que esté sufriendo los efectos negativos de la mala calidad del aire.

#### 9.4. Conclusiones

Con respecto a los resultados obtenidos analizaremos y compararemos las respuestas obtenidas de dos grupos de encuestados. Este análisis nos ayudará a entender las percepciones y comportamientos de ambos grupos en relación a la movilidad al hospital y la calidad del aire en su entorno.

En términos de movilidad, ambos grupos muestran una preferencia por el transporte público, aunque la proporción es mayor entre los empleados del hospital. Esto puede estar influido por la ubicación de las residencias de los empleados en relación con el hospital. Sorprendentemente, ninguna de las partes informó el uso de bicicletas o patinetes eléctricos, lo cual sugiere una oportunidad para fomentar alternativas de transporte más sostenibles.

En cuanto a la percepción de la calidad del aire, hay una similitud notable entre ambos grupos. Aunque una buena proporción califica la calidad del aire como buena, existe un número significativo de encuestados que consideran que es regular, e incluso mala en algunos casos. Esta situación sugiere que hay margen de mejora en la calidad del aire en el entorno del hospital.

En resumen, a pesar de las diferencias en las edades y roles de los encuestados, hay un patrón común en la percepción de la calidad del aire y en la utilización del transporte público. Esto sugiere que las mejoras en estos ámbitos beneficiarían a todos los usuarios del hospital, y contribuirían a un entorno más saludable y sostenible.

### III. Conclusiones y medidas correctoras

#### 10. Mejora del entorno en los hospitales

En base a las conclusiones obtenidas en la fase de análisis, se examinarán en esta sección diversas oportunidades para mejorar la calidad del aire en el entorno del Hospital Virgen del Mar. Estas oportunidades abarcan diferentes aspectos, entre ellos la implementación de zonas de bajas emisiones, el papel de las especies arbóreas en la captación de contaminantes, la promoción de modos de desplazamiento sostenibles y la adopción de medidas para reducir la contaminación atmosférica.

##### 10.1. Delimitación de la ZBE

Tras analizar previamente las conclusiones acerca de la calidad del aire y los patrones de desplazamiento de los usuarios en las instalaciones del Hospital Virgen del Mar, surge la pregunta de si deberían implementarse zonas de bajas emisiones en el distrito de Chamartín. En primer lugar, los datos recopilados indican que la calidad del aire se encuentra en un nivel bueno a razonablemente bueno, sin representar ningún riesgo para la salud de la población ni para los grupos de riesgo. Además, se observa que la mayoría de los encuestados utilizan el transporte público como medio de desplazamiento, seguido por el uso de vehículos de combustión para acceder al hospital.

Aunque la situación actual del Hospital Virgen del Mar es positiva, es importante considerar los beneficios que conllevaría la implementación de zonas de bajas emisiones. Estas medidas no solo contribuirían a mejorar la calidad ambiental y fomentar la renaturalización urbana, sino que también ayudarían a mitigar los efectos del cambio climático y promover la movilidad activa. Además, supondrían un cambio radical en el ámbito de la movilidad y aportarían beneficios tanto al municipio madrileño como a sus habitantes, especialmente al propio hospital.

Actualmente, la ciudad de Madrid está implementando una política de Zonas de Bajas Emisiones en todo el término municipal con el objetivo de limitar el acceso a los vehículos más contaminantes. Esta política se implantará de manera progresiva desde 2022 hasta 2025, buscando que todos los desplazamientos dentro de la ciudad sean sostenibles<sup>26</sup>. Madrid ZBE está regulada en el artículo 21, la disposición transitoria primera y el anexo II de la Ordenanza de Movilidad Sostenible (OMS), lo cual respalda legalmente estas medidas para reducir las emisiones del tráfico motorizado<sup>28</sup>.

Como parte de esta política, se ha incluido ahora el barrio de Chamartín en las Zonas de Bajas Emisiones, con el objetivo específico de reducir las emisiones provenientes del tráfico rodado<sup>27</sup>. Se espera que estas medidas, junto con el impulso de tecnologías no contaminantes, logren una reducción anual de 1.147 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx). Además, se estima que estas políticas incentivarán a más personas a utilizar el transporte público, con un incremento de 92.000 desplazamientos y un 62% de los conductores de vehículos privados trasladándose a este medio<sup>26</sup>.

En conclusión, la implementación de zonas de bajas emisiones en Chamartín, como parte de la política en curso en Madrid, representa una oportunidad para mejorar la calidad ambiental, combatir el cambio climático y promover una movilidad más sostenible. Si bien la situación actual del Hospital Virgen del Mar es favorable, la adopción de estas medidas ofrecería numerosos beneficios a la comunidad en general y al propio hospital.

## 10.2. Vegetación, acabados superficiales y filtros

Un árbol, desde un punto de vista biológico, es un organismo que lucha por su supervivencia, busca crecer, desarrollarse y contribuir a la propagación del acervo genético de su especie. No obstante, más allá de su función biológica, los árboles poseen una relevancia significativa para la humanidad y el medio ambiente. Proporcionan sombra, contribuyen a la mejora de la calidad del aire y captan ciertos contaminantes atmosféricos, entre otros beneficios<sub>29</sub>.

El papel de los árboles respecto a la contaminación atmosférica es crítico. El arbolado urbano contribuye significativamente a la reducción de esta, mejorando así la calidad del aire. Esto se debe a la capacidad de los árboles para producir oxígeno, reducir la temperatura (lo que disminuye los niveles de ozono), absorber gases contaminantes a través de los estomas de sus hojas y captar partículas en suspensión. Todo esto implica una reducción de los problemas de salud directa o indirectamente derivados de la contaminación, reduciendo también los costes sanitarios asociados<sub>8</sub>.

Los edificios Honduras y Nuestra Señora de Luján del Hospital Virgen del Mar, aunque se encuentran en una zona con una calidad de aire favorable y rodeados de vegetación, presentan una carencia de arbolado en los viarios. Esta falta se debe tratar, ya que los árboles ofrecen beneficios más allá de los aspectos ornamentales, como la regulación microclimática, la regulación del ciclo del agua, la captación de contaminantes atmosféricos, la mitigación del cambio climático por fijación de dióxido de carbono, la reducción de la contaminación acústica, la mejora de la calidad de vida y la salud de las personas y el fomento de la biodiversidad<sub>29</sub>.

En la Comunidad de Madrid, las especies arbóreas que destacan por su capacidad para captar más contaminación son, en primer lugar, el pino piñonero (*Pinus pinea*), que captura 53,026.45 kg de contaminantes al año, seguido del plátano de sombra (*Platanus hybrida*), con 27,127.44 kg al año, y en tercer lugar la encina (*Quercus ilex*), con 20,094.25 kg al año<sub>8</sub>.

Pese a que los edificios Honduras y Nuestra Señora de Luján del Hospital Virgen del Mar se encuentran en una zona con una calidad de aire favorable, se propone la introducción de especies arbóreas en sus viarios para fomentar una mayor captación de contaminantes. Algunas de las alternativas recomendadas incluirían el arce negundo (*Acer negundo*), el castaño de indias (*Aesculus hippocastanum*), el almez (*Celtis australis*), el fresno de la tierra (*Fraxinus angustifolia*) y la falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*).

La implementación de estas especies se justifica por varios motivos. Primero, aunque la calidad del aire en la zona es favorable, la presencia de árboles puede contribuir a la mejora continua de este aspecto, favoreciendo la salud de los pacientes y trabajadores del hospital. Las implicaciones de la inclusión de nuevas especies arbóreas en los viarios serían diversas. A nivel medioambiental, se incrementaría la captación de contaminantes y se contribuiría a la lucha contra el cambio climático. A nivel social, el entorno hospitalario se volvería más agradable, favoreciendo el bienestar de pacientes y trabajadores. A nivel ecológico, la introducción de nuevas especies podría atraer a más especies de fauna, aumentando la biodiversidad del lugar.

En todo caso, la planificación y diseño de estas zonas verdes, se propone una secuencia de acciones que incluyen la caracterización y cuantificación del sistema de zonas verdes urbanas, el análisis de la estructura desde el punto de vista de la cantidad y calidad del sistema verde para convertirlo en una infraestructura verde capaz de generar un entorno saludable físico y psicológico<sub>30</sub>.

## 11. Nuevos modos de acceso no contaminante

Uno de los desafíos principales de este estudio ha sido explorar las distintas opciones de transporte para un acceso sostenible a los centros de salud. A continuación, se profundiza en algunos de los métodos de movilidad que se descubrieron en el capítulo sobre las buenas prácticas en hospitales europeos. Entre estos, destacamos los desplazamientos a pie, los vehículos de movilidad unipersonal, el transporte público sostenible, la movilidad eléctrica compartida y las ambulancias sostenibles.

### 11.1. Desplazamientos a pie

La relevancia de la movilidad activa en nuestro estudio se debe a su significativa aportación en la mejora de la calidad del aire y en la disminución de los niveles de ruido, lo que repercute de manera positiva tanto para el medio ambiente como para la salud humana<sup>31</sup>. Asimismo, la inclusión de la actividad física en la rutina diaria potencia varios aspectos de la salud, como el sistema cardiovascular, las articulaciones, el sistema respiratorio, el sistema inmunitario, y acelera el metabolismo.

El caminar es saludable y previene enfermedades crónicas, pero para que las personas caminen por sus barrios, es necesario que el espacio público reúna condiciones mínimas indispensable<sup>30</sup>, para promover y dar prioridad a la movilidad activa y al uso de espacios públicos, es imprescindible tener en cuenta algunos elementos clave:

**La arquitectura y el paisajismo:** Los edificios y los espacios naturales deben concebirse de tal forma que resulten atractivos y confortables para los peatones. Factores como una iluminación atractiva y homogénea, la plantación de árboles y el diseño de paisajes, pueden mejorar de manera notable y económica la calidad del entorno peatonal<sup>32</sup>.

**La gestión de las calles y del tráfico:** Es fundamental que las calles sean diseñadas pensando en los peatones, lo cual implica la implementación de medidas para moderar el tráfico y mantener las velocidades de los vehículos motorizados dentro de los límites legales, en pro de la seguridad vial y la salud pública<sup>32</sup>. Asimismo, es esencial que el espacio urbano se reparta de forma equilibrada entre la movilidad motorizada y no motorizada, lo que podría suponer la reducción y limitación del espacio dedicado a los vehículos, incluyendo los estacionamientos<sup>33</sup>.

**La mejora del espacio público y las condiciones urbanas:** Es crucial fomentar una sensación de acogida y comodidad para los peatones en los espacios públicos. Para ello, se debe considerar el diseño integral de aceras, plazas y parques, incorporando elementos atractivos como mobiliario urbano, arte público y actividades en zonas peatonales<sup>32</sup>. Adicionalmente, se deben mejorar las condiciones de habitabilidad y accesibilidad, eliminando barreras y proporcionando facilidades como asientos, papeleras, iluminación adecuada, vegetación, fuentes de agua potable, áreas de juego y servicios sanitarios públicos<sup>33</sup>.

**Los Corredores Verdes:** Creación de parques lineales y corredores verdes que conecten diferentes zonas verdes de la ciudad, lo que permitiría aumentar su permeabilidad y potenciar la biodiversidad. Estos corredores también podrían ser utilizados como rutas para caminar o ir en bicicleta<sup>30</sup>.

**Las infraestructuras de Movilidad Vertical y la Peatonalización:** Debemos fomentar el desarrollo de infraestructuras de movilidad vertical, la regulación semafórica y la peatonalización permanente o temporal de áreas urbanas consolidadas<sup>33</sup>.

**La seguridad y la percepción de seguridad:** Crear un entorno seguro es esencial para promover el caminar. Esto puede lograrse a través de medidas como una alta calidad de

mantenimiento, un diseño ambiental que prevenga delitos y la promoción de la actividad peatonal en áreas que se perciben como inseguras<sup>32</sup>.

### 11.2. Bicicletas y vehículos de movilidad personal

En este estudio, se continúa con la exploración detallada de las distintas modalidades de transporte sostenible, enfocándonos en la bicicleta como forma de movilidad activa. Al igual que los desplazamientos a pie, el uso de la bicicleta permite a las personas moverse de un lugar a otro utilizando su propia energía.

La bicicleta destaca como un medio de transporte notoriamente eficiente desde el punto de vista energético y ecológicamente sostenible, debido a su necesidad mínima de mantenimiento<sup>32</sup>. Asimismo, se promueve el desarrollo de ciudades que favorecen la movilidad de peatones, ciclistas y usuarios de vehículos de movilidad personal, eliminando obstáculos para estos medios de transporte y fomentando un uso más sostenible e inclusivo de las áreas urbanas.

En este contexto, se sugiere el desarrollo y promoción de una red de infraestructuras específicamente diseñada para este tipo de movilidad. Estas infraestructuras deben ser seguras, cómodas, accesibles, bien señalizadas, permeables e interconectadas con los principales puntos de interés para los usuarios<sup>33</sup>.

Además, se enfatiza la necesidad de fomentar la cultura de la bicicleta a través de iniciativas de educación y capacitación, tales como cursos de circulación segura y mantenimiento básico, especialmente dirigidos a estudiantes. Se propone la implementación de medidas de calma de tráfico en espacios urbanos donde la bicicleta se comparte con otros medios de transporte, así como la promoción del uso de la bicicleta en las empresas<sup>33</sup>.

La orientación es un factor clave para los ciclistas y los usuarios de vehículos de movilidad personal. La identificación clara y positiva de las rutas puede animar a más personas a optar por este medio de transporte. Las herramientas de orientación, por tanto, son fundamentales para unir una red de diferentes instalaciones para bicicletas<sup>32</sup>.

Finalmente, cabe destacar el caso del Hospital Virgen del Mar, que ha iniciado una fase de alquiler de dos bicicletas eléctricas. El hospital ha instalado un punto de carga y una marquesina para proteger las bicicletas, demostrando su compromiso con la movilidad sostenible.

### 11.3. Transporte público no contaminante

En el camino hacia un entorno urbano más sostenible, una tarea fundamental es la reestructuración y mejora del transporte público. El objetivo principal es reducir la dependencia del vehículo privado y facilitar la inclusión de personas con movilidad reducida y grupos vulnerables, proporcionando medios de transporte accesibles y atractivos. A continuación, se analiza una serie de estrategias que se establecen en el documento « Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones » para conseguir este cambio.

La primera medida se centra en mejorar el transporte público. Este enfoque implica reorganizar y, cuando sea necesario, expandir las líneas y paradas de transporte público, así como mejorar las frecuencias de los servicios. También se contempla la implementación de carriles bus en rutas congestionadas, dando prioridad a los autobuses sobre el tráfico general. La modernización de la flota de autobuses con vehículos accesibles y de emisiones nulas es un aspecto fundamental de esta estrategia.

En segundo lugar, se encuentra la integración multimodal. Aquí, se reconoce que los medios de transporte como las bicicletas o patinetes pueden ser una excelente alternativa para desplazamientos cortos. Esto puede implicar permitir el acceso de bicicletas, patinetes y otros vehículos de movilidad unipersonal plegables a los medios de transporte, establecer sistemas públicos de préstamo de estos vehículos y desarrollar intercambiadores y áreas que faciliten la intermodalidad.

Por último, la promoción de la disponibilidad de información a través de datos abiertos y el desarrollo de aplicaciones informáticas pueden impulsar la movilidad sostenible y la intermodalidad. Estas aplicaciones deben proporcionar información detallada sobre rutas, paradas, horarios, tarifas, accesibilidad, tráfico y opciones de desplazamiento alternativas, incluyendo la ubicación de las estaciones de acceso público para repostaje y puntos de recarga eléctrica de vehículos.

#### 11.4. Movilidad eléctrica compartida

Esta práctica, nacida en Europa en la década de 1990, se ha instaurado con éxito en muchos lugares gracias a su estructura eficiente. Este sistema se basa en una flota de vehículos, propiedad o en alquiler de la organización de uso compartido de coches, que se distribuyen en un área geográfica, en lugar de acumularse en un único centro. El acceso y la reserva de estos vehículos se realizan fácilmente a través de Internet o por teléfono, garantizando su uso exclusivo por parte de quien lo ha reservado<sup>32</sup>.

El avance tecnológico y las innovaciones empresariales han impulsado el auge y la difusión de este método de transporte, que requiere que sus usuarios cubran la mayoría de sus necesidades de movilidad sin necesidad de poseer un coche. La tecnología moderna simplifica las reservas, garantiza el acceso exclusivo a las mismas y penaliza a los usuarios por comportamientos que puedan perjudicar el sistema para otros<sup>32</sup>.

Además, es crucial el apoyo del ayuntamiento para implementar políticas facilitadoras, como la exención de pago en zonas de estacionamiento regulado, el fomento de la fiscalidad verde y la creación de plazas de aparcamiento en la vía pública específicas para vehículos compartidos con cero emisiones que cumplan con las regulaciones correspondientes<sup>33</sup>.

El sistema de uso compartido de coches contribuye a la movilidad sostenible de dos formas: por un lado, integra todos los costos de conducción en una tarifa por hora o por día, incentivando a los usuarios a moderar su uso y a favorecer el desplazamiento a pie, en transporte público o en bicicleta. Por otro lado, aparece el modelo de uso compartido de coches de persona a persona (P2P), que promueve una mejor utilización de los vehículos existentes y permite a los propietarios obtener ingresos alquilando su coche, siendo ellos mismos responsables de su mantenimiento<sup>32</sup>.

El impacto positivo del uso compartido de coches es evidente, los usuarios tienden a conducir un 44% menos que si tuvieran un coche propio, dependiendo más de los recursos locales para satisfacer sus necesidades<sup>32</sup>.

Para fomentar este cambio hacia una movilidad más sostenible, se propone el lanzamiento de campañas de sensibilización e información sobre los efectos del tráfico motorizado privado y los beneficios del transporte sostenible, como el uso compartido de vehículos de cero emisiones<sup>33</sup>. Así mismo, es crucial impulsar el uso de sistemas de transporte compartido como una alternativa real y efectiva al vehículo privado.

## 11.5. Ambulancias no contaminantes

Las ambulancias eléctricas es una de las opciones de transporte sostenible y un enfoque en esta investigación ya que explora la movilidad con cero emisiones en el área sanitaria. La información analizada se ha obtenido de un artículo publicado en STEM ( <https://www.stem.it/es/comunidad/vehiculos-electricos-en-el-transporte-sanitario/>).

Si bien varios países han comenzado a introducir vehículos eléctricos en sus sistemas de transporte sanitario, persisten ciertas incertidumbres entre los usuarios finales y una falta de consenso a nivel europeo en cuanto a normativas y estándares. Esto se evidencia en la norma EN:1789, que, a pesar de las demostraciones prácticas en varios países europeos, aún no incluye referencias a las ambulancias eléctricas.

Los vehículos eléctricos ofrecen ventajas claras: son más livianos, compactos y sostenibles. No obstante, su mayor coste inicial puede ser un obstáculo para su adopción. Es posible que este tipo de ambulancias no sea la solución más apropiada para todos los contextos, como los servicios de emergencia (118).

Respecto al uso de vehículos eléctricos en trayectos de larga distancia, emergen varias consideraciones importantes. Su uso podría modificar el horario de los servicios debido al tiempo necesario para recargar las baterías, lo que podría extender el tiempo de viaje. Es esencial que el personal esté adecuadamente capacitado para manejar este tipo de transporte y tenga conocimiento de la ubicación de las estaciones de carga para prevenir inconvenientes. En particular, los conductores de ambulancias de emergencia deben tener precauciones al conducir, ya que la duración de la batería de los vehículos eléctricos varía dependiendo de las condiciones de la carretera, el tipo de vehículo y la velocidad.

## 12. Otras medidas para reducir la contaminación

### 12.1. Incentivos

Para lograr el propósito de mejorar la calidad del aire en el sector sanitario, resulta necesario implementar una variedad de políticas e incentivos a largo plazo que permitan una reducción significativa de las emisiones de gases dañinos. A continuación se exploran los diferentes incentivos que se pueden llevar a cabo:

Una estrategia esencial radica en potenciar la conciencia medioambiental. Esta iniciativa puede implementarse a través de la elaboración de carteles educativos que destaquen las repercusiones medioambientales y económicas de los distintos métodos de transporte, tales como la utilización de la bicicleta, el coche o el transporte público.

Promover el uso de la bicicleta es otro paso, lo cual se puede lograr proporcionando aparcamientos disponibles durante todo el día. Este enfoque está diseñado para incentivar tanto a los empleados como a los usuarios a optar por este medio de transporte más ecológico. Además, se debe incentivar el aumento del uso de vehículos eléctricos para el transporte y facilitar la instalación de estaciones de recarga accesibles al público.

En términos de recursos digitales, se propone la creación de una herramienta en línea que ofrezca información actualizada y relevante sobre las diferentes modalidades de transporte. Esta aplicación servirá para ayudar a los trabajadores y usuarios del hospital a planificar viajes más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Una iniciativa adicional consiste en fomentar la creación de una comunidad de empleados que decidan compartir vehículo en sus trayectos hacia y desde el centro, utilizando una plataforma digital para la coordinación de estos viajes compartidos.

En relación con la educación y formación, se podrían ofrecer cursos de sensibilización medioambiental a los trabajadores de los centros sanitarios, enfocándose en la gestión eficiente de los recursos y la adecuada eliminación de residuos.

Además, se podría incluir elementos medioambientales en licitaciones y contratos externos. Estos criterios ayudarán a disminuir el impacto medioambiental de las actividades del hospital y promoverán prácticas más ecológicas.

Finalmente, se podría incentivar la creación de infraestructuras sostenibles y bioclimáticas, lo que propiciará la eficiencia energética como el bienestar general de los usuarios. Creación de azoteas verdes y fachadas vegetales, que permitan aprovechar los espacios verticales de la ciudad para la plantación de vegetación.

## IV. Bibliografía, fuentes informáticas y procedencia de las ilustraciones

### Bibliografía

Las referencias bibliográficas e informáticas se presentan junto a un número en negrita que representa su correspondencia en el texto principal.

ABELSOHN, A. et al. Health effects of outdoor air pollution: approach to counseling patients using the Air Quality Health Index. *Can Fam Physician*, 2011. **22**

BALLESTER, FERRAN. “Contaminación atmosférica, cambio climático y salud”. *Rev Esp Salud Pública*, Vol. 79, No. 2, 2005, pp. 159-175. **11**

BALLESTER, FERRAN et al. “Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción”. *Rev Esp Salud Pública*, Vol. 73, No. 2, 1999, pp. 109-121. **23**

BĂLĂ, G.P. et al. Air pollution exposure-the (in)visible risk factor for respiratory diseases. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2021. **19**

DAVIS, WAYNE T. et al. *Air Quality*. 6ª edición. Boca Raton: CRC Press, 2021, 423 páginas. **24**

FARIÑA, J. et al. *Guía para planificar ciudades saludables*. Madrid: Ministerio de Sanidad, FEMP, 2022, 121. **30**

GEHR, PETER et al. *Particle-Lung Interactions*. 2ª edición. Boca Raton: CRC Press, 2013, 344 páginas. 1ª edición: GEHR, PETER et al. *Particle-Lung Interactions*. Boca Raton: CRC Press, 2000, 823 páginas. **16**

JUDA-REZLER, K. et al. Determination and analysis of PM10 source apportionment during episodes of air pollution in Central Eastern European urban areas: The case of wintertime 2006. *Atmospheric Environment*, 2011. **18**

Ki-Hyun Kim, Ehsanul Kabir, Shamin Kabir, A review on the human health impact of airborne particulate matter, *Environment International*, Volume 74, 2015, Pages 136-143. **17**

MAYNARD, ROBERT et al. *Air Pollution and Health*. 1ª edición. Academic Press, 1999, 1065 páginas. **14**

MUELLER, N. et al. Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities. *Environ Health Perspect*, 2017. **13**

MAUNG, TZ et al. Indoor Air Pollution and the Health of Vulnerable Groups: A Systematic Review Focused on Particulate Matter (PM), Volatile Organic Compounds (VOCs) and Their Effects on Children and People with Pre-Existing Lung Disease. *Int J Environ Res Public Health*. 2022. **21**

NGUYEN, DUY-HIEU et al. Tropospheric ozone and NOx: A review of worldwide variation and meteorological influences. *Environmental Technology & Innovation*, 2022, Volume 28. **20**

PALAU GARRABOU, JOSEP M. et al. *Canon de Belloch Catálogo razonado de arbolado urbano*. Ediciones de Belloch S.L. 1ª edición. La Roca, (Barcelona, España), 2015. **29**

TUMLIN, JEFFREY et al. *Sustainable Transportation Planning: Tools for Creating Vibrant, Healthy, and Resilient Communities*. 1ª edición. Wiley, 2012, 320 páginas. **32**

## Fuentes informáticas

Barrio Prosperidad. Artículo de prensa «Chamartín entra a formar parte de la Zona de Bajas Emisiones de Madrid». Disponible en: <https://barrioproseridad.es/zona-de-bajas-emisiones/>; consultado: (31/05/2023) **27**

BORRAJO MILLÁN, Juan Manuel et al. Valor del Bosque Urbano de Madrid. Disponible en: <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/TODOsobre/ValorBosqueUrbanoMadrid/Valor%20Bosque%20Urbano%20de%20Madrid.pdf>. p.41-42., p.58. ; consultado: (21/03/2023) **8**,

Crónica Norte. Artículo de prensa «Chamartín será uno de los nuevos barrios de la Zona de Bajas Emisiones de Madrid con restricciones de acceso». Disponible en: <https://www.cronicanorte.es/chamartin-sera-uno-de-los-nuevos-barrios-de-la-zona-de-bajas-emisiones-de-madrid-con-restricciones-de-acceso/169103> ; consultado: (31/05/2023). **28**

Madrid360. «Zonas de bajas emisiones». Disponible en: <https://www.madrid360.es/medio-ambiente/zonas-de-bajas-emisiones/>; consultado: (31/05/2023). **26**

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Índice Nacional de Calidad del Aire. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/ICA.aspx#:~:text=El%20ICA%20define%206%20categor%C3%ADas,muy%20desfavorable%2C%20y%20extremadamente%20desfavorable.](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/ICA.aspx#:~:text=El%20ICA%20define%206%20categor%C3%ADas,muy%20desfavorable%2C%20y%20extremadamente%20desfavorable.;); consultado: (31/05/2023). **25**

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/images/va/informacionpublica\\_directricesparalacreaciondezonasdebajasemisiones\\_tcm39-530517.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/va/informacionpublica_directricesparalacreaciondezonasdebajasemisiones_tcm39-530517.pdf); consultado: (24/03/2023) **33**

Organización mundial de la salud (OMS). Comunicado de prensa “Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado”. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action.>; consultado: (17/05/2023). **12**

World health organization. Regional Office for Europe. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. World Health Organization. Regional Office for Europe, 2006. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107823>.; consultado: (17/05/2023). **15**

## Procedencia de las ilustraciones

### I. Introducción y Estado del Arte

Imagen 0. Portada. Disponible en: <https://www.hospitaluvrocio.es>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 1. Cubierta de Valor del bosque urbano de Madrid. Disponible en: <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/TodoSobre/ValorBosqueUrbanoMadrid/Valor%20Bosque%20Urbano%20de%20Madrid.pdf>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 2. Cubierta de Directrices para la creación de zonas de bajas emisiones. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/images/va/informacionpublica\\_directricesparalacreaciondezonasdebajasemisiones\\_tcm39-530517.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/va/informacionpublica_directricesparalacreaciondezonasdebajasemisiones_tcm39-530517.pdf); consultado: (24/03/2023)

Imagen 3. Cubierta de Guía para planificar ciudades saludables. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/entornosSaludables/local/estrategia/herramientas/guiaParaPlanificar.htm> ; consultado: (31/05/2023)

Imagen 4. Fotografía aérea del Hospital Universitario Virgen del Rocio. Disponible en: [https://www.diariodesevilla.es/sevilla/Hospital-Virgen-Rocio-atiende-consultas\\_0\\_1380762001.html](https://www.diariodesevilla.es/sevilla/Hospital-Virgen-Rocio-atiende-consultas_0_1380762001.html) ;consultado: (31/05/2023).

Imagen 5. Cartel de Concienciación sobre Movilidad Sostenible del HUVR. Disponible en: <https://www.hospitaluvrocio.es>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 6. Fotografía aérea del Hospital Universitario La Paz. Disponible en: [https://www.uicm.es/hospital\\_universitario\\_la\\_pazmadrid/](https://www.uicm.es/hospital_universitario_la_pazmadrid/); consultado: (21/03/2023)

Imagen 7. Cartel de Concienciación sobre Movilidad Sostenible del HULP. Disponible en: <https://www.comunidad.madrid/hospital/lapaz/sites/lapaz/files/2021-11/Movilidad.png>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 8. Objetivos de desarrollo sostenible del agenda 2030 del HULP. Disponible en: <https://www.comunidad.madrid/hospital/lapaz/nosotros/agenda-2030>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 9. Fotografía aérea del Hospital Universitario De Ginebra. Disponible en: <https://www.architecture-hospitaliere.ch/127/hopitaux-universitaires-de-geneve-partenaires-des-genevois-tout-au-long-de-leur-existence/>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 10. Esquema del objetivo salud y clima del HUG. Disponible en: [https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/durabilite/a4\\_strategiedurabilite\\_7.pdf](https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/durabilite/a4_strategiedurabilite_7.pdf); consultado: (21/03/2023)

Imagen 11. Fotografía del Great Ormond Street Hospital. Disponible en: <https://thebestyoumagazine.co/support-great-ormond-street-hospital/>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 12. Esquema de los objetivos Sustainable Development Management Plan del GOSH. Disponible en: [https://media.gosh.nhs.uk/documents/FOIRQ5888\\_SDMP\\_2020\\_short.pdf](https://media.gosh.nhs.uk/documents/FOIRQ5888_SDMP_2020_short.pdf); consultado: (21/03/2023)

Imagen 13. Esquema de la metodología. Elaboración propia, 2023.

## II. Contaminación en el entorno del Hospital Virgen del Mar

Imagen 14. Fotografía Edificio Honduras del Hospital Virgen del Mar. Disponible en: <https://www.hospitalvirgendelmar.es/galeria>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 15. Fotografía Edificio Nuestra Señora de Luján del Hospital Virgen del Mar. Disponible en: <https://www.hospitalvirgendelmar.es/galeria>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 16. Fotografía de la fachada principal Edificio General López Pozas 10 del Hospital Virgen del Mar. Disponible en: <https://www.hospitalvirgendelmar.es/galeria>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 17. Fotografía de la fachada principal Edificio General López Pozas 22 del Hospital Virgen del Mar. Disponible en: <https://www.hospitalvirgendelmar.es/galeria>; consultado: (21/03/2023)

Tabla 1. Inventario de especies arbóreas en las Inmediaciones del Hospital (Elaboración propia)

Imagen 18. Plátano de sombra. Disponible en: <https://www.ciudadciencia.es/platano-de-sombra-2/>; consultado: (21/03/2023)

Imagen 19. Acacia del Japón. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 20. Almez. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 21. Árbol del Amor. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 22. Arce negundo. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 23. Falsa acacia. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 24. Gingo. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 25. Madroño. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 26. Magnolio. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 27. Olmo de Siberia. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (21/03/2023)

Imagen 28. Morera Blanca. Disponible en: <http://www.tardelcuende.es/morera-blanca>; consultado: (29/05/2023)

Imagen 29. Arce Real. Disponible en: [https://www-s.madrid.es/DGPVE\\_WUAUA/irAMapa.do#](https://www-s.madrid.es/DGPVE_WUAUA/irAMapa.do#); consultado: (29/05/2023)

Imagen 30. Accesos Edificios Honduras y Nuestra Señora de Luján. Disponible en: <https://www.hospitalvirgendelmar.es/hospital> ; consultado: (21/03/2023)

Imagen 31. Accesos Edificios Lopez Pozas. Elaboración propia, 2023.

Tabla 2. Principales contaminantes atmosféricos químicos. Disponible en: <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0669360.pdf> ; consultado: (20/05/2023)

Tabla 3. Categoría del ICA en función de los valores límite establecidos en la Directiva de Calidad del Aire de la UE. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/images/va/informacionpublica\\_directricesparalacreaciondezonasdebajasemisiones\\_tcm39-530517.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/va/informacionpublica_directricesparalacreaciondezonasdebajasemisiones_tcm39-530517.pdf) ; consultado: (24/03/2023)

Gráfico 1. Registro de los niveles de contaminación. Marzo a las 11:00. Elaboración propia, 2023.

Gráfico 2. Registro de los niveles de contaminación. Abril a las 11:00. Elaboración propia, 2023.

Gráfico 3. Registro de los niveles de contaminación. Mayo a las 11:00. Elaboración propia, 2023.

Gráfico 4. Registro de los niveles de contaminación. Marzo a las 18:00. Elaboración propia, 2023.

Gráfico 5. Registro de los niveles de contaminación. Abril a las 18:00. Elaboración propia, 2023.

Gráfico 6. Registro de los niveles de contaminación. Mayo a las 18:00. Elaboración propia, 2023.

Imagen 32. Formato pregunta 5. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 33. Formato pregunta 6. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 34. Formato pregunta 7. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 35. Formato pregunta 8. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 36. Formato pregunta 9. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 37. Formato pregunta 10. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 38. Formato pregunta 11. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 39. Formato pregunta 12. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 40. Formato pregunta 13. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 41. Formato pregunta 14. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 42. Formato pregunta 15. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Imagen 43. Formato pregunta 16. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023

Gráfico 7. Género de los encuestados. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 8. Edad de los encuestados. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 9. Acceso al hospital. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 10. Consideraciones de los empleados para cambiar a un modo de transporte más sostenible. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 11. Cambios en el modo de transporte de los empleados durante turnos nocturnos. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 12. Frecuencia de uso de diferentes medios de transporte. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 13. Percepción de la calidad del aire del personal hospitalario. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 14. Género de los encuestados. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 15. Edad de los encuestados. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 16. Acceso al hospital. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 17. Frecuencia de uso de diferentes medios de transporte. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 18. Percepción de la calidad del aire. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 16. Acceso al hospital. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 17. Frecuencia de uso de diferentes medios de transporte. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.

Gráfico 18. Percepción de la calidad del aire. Elaboración propia a través de Google Forms, 2023.