

8. Innovación tecnológica para espacios públicos saludables: el caso de AquaPedal



MA. GUADALUPE NOEMI UEHARA GUERRERO*

JUAN ANDRÉS SÁNCHEZ GARCÍA**

SAMIRA MENI BECERRA BAUTISTA***

KARIME XUFFI GARCÍA****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.444.08>

Resumen

La inactividad física, el deterioro ambiental y la fragmentación social de muchos espacios públicos urbanos representan una amenaza directa para el derecho a la salud y al espacio urbano digno. En respuesta a esta problemática, surge AquaPedal, una propuesta interdisciplinaria de innovación tecnológica con enfoque social, desarrollada por docentes y estudiantes de la Universidad Veracruzana. El proyecto consiste en una infraestructura activa de bajo consumo energético que utiliza propulsión humana, mediante pedaleo colectivo, para activar fuentes de agua recreativas en espacios públicos subutilizados. Este sistema fomenta la movilidad activa, la apropiación del entorno urbano, la educación ambiental y la revitalización simbólica del espacio común, especialmente en comunidades con bajos índices de infraestructura saludable. El objetivo del proyecto fue diseñar un sistema urbano replicable que promueva entornos saludables mediante el aprovechamiento de la energía humana, fortaleciendo la cohesión social y el derecho al espacio público. Para su desarrollo se aplicó una metodología proyectual de cinco fases: diagnóstico urbano-

* Doctora en Administración y Desarrollo Empresarial. Profesora de tiempo completo de la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3968-7797>

** Doctor en Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Profesor de tiempo completo de la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2217-2711>

*** Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7896-3356>

**** Licenciada en Arquitectura por la Universidad Veracruzana, México.

comunitario, diseño interdisciplinario del sistema, desarrollo y prueba de prototipo, validación técnica y social, y planificación para su escalabilidad territorial. El sistema integra bicicletas fijas acopladas a un circuito hidráulico cerrado que opera sin electricidad, con recirculación de agua captada pluvialmente. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad técnica y social del sistema. Las pruebas realizadas validaron su funcionamiento estructural e hidráulico, su accesibilidad y su impacto positivo en la activación física y comunitaria. El proyecto ha recibido cartas de intención de compra por parte de gobiernos municipales, confirmando su pertinencia como equipamiento urbano sostenible, inclusivo y de bajo costo. Es importante señalar que, debido a que el proyecto se encuentra en proceso de registro de patente, este artículo no presenta fotografías reales del prototipo. No obstante, se incluyen descripciones técnicas, fundamentos conceptuales y esquemas del sistema. AquaPedal representa una solución concreta para fortalecer derechos urbanos desde una perspectiva participativa, ecológica y replicable, transformando el espacio público en un escenario de salud, ciudadanía y equidad.

Palabras clave: *espacio público saludable, energía humana, innovación social, derecho urbano, infraestructura replicable.*

Introducción

Según datos recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), una proporción alarmante de la población mundial permanece físicamente inactiva: aproximadamente el 31% de los adultos y el 80% de los adolescentes no alcanzan los niveles mínimos de actividad física recomendados para preservar la salud. Esta tendencia ha motivado la definición de metas globales que buscan reducir la inactividad en un 10% para 2025 y en un 15% para 2030. De no revertirse, la falta de movimiento físico podría representar un gasto acumulado de hasta 300 000 millones de dólares en los sistemas públicos de salud entre 2020 y 2030. Cabe señalar que la actividad física no se limita al deporte formal, sino que incluye desplazamientos cotidianos, juegos, trabajo activo y cualquier movimiento que implique gasto energético por contracción muscular.

En este contexto global, las ciudades contemporáneas enfrentan desafíos estructurales crecientes asociados al sedentarismo, la fragmentación del tejido social y la falta de infraestructura pública que facilite entornos saludables, sostenibles e inclusivos. Esta situación impacta negativamente en la calidad de vida urbana, especialmente en comunidades con acceso limitado a espacios recreativos seguros y activos. Ante este panorama, el concepto de *espacio público saludable* emerge como una herramienta clave para impulsar el bienestar colectivo, integrando funciones de movilidad, recreación, educación y convivencia (Gehl, 2010). Su promoción exige no sólo intervenciones físicas adecuadas, sino también estrategias que incentiven la participación social y la activación del cuerpo como parte esencial del habitar urbano.

En respuesta a esta problemática, el proyecto AquaPedal fue concebido como una innovación tecnológica y social de base interdisciplinaria, impulsada por docentes y estudiantes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería Mecánica Eléctrica y Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, región Xalapa. El objetivo principal fue diseñar, prototipar e implementar un sistema urbano activo que, mediante la propulsión humana generada por pedaleo colectivo, activa fuentes de agua recreativas en espacios públicos subutilizados. Esta iniciativa formó parte de la convocatoria “Juntos por la Educación, Tecnología con Responsabilidad Social”, impulsada por la Secretaría de Educación de Veracruz y Crea Innova Educa A.C., cuyo fin es promover soluciones tecnológicas con impacto social en comunidades del estado de Veracruz, particularmente aquellas con bajos índices de infraestructura activa y saludable.

La propuesta surge de un análisis crítico del estado actual de muchos espacios públicos en desuso, deterioro o abandono, así como del reconocimiento del potencial transformador de la energía humana como recurso renovable y como instrumento de apropiación comunitaria del entorno. AquaPedal propone un sistema que no sólo genera energía mecánica útil mediante el esfuerzo colectivo, sino que también resignifica el espacio público como escenario para el juego, la convivencia intergeneracional, la activación física y la educación ambiental. Al convertir la movilidad activa en una experiencia lúdica, visible y compartida, el sistema aporta una dimensión emocional y simbólica al espacio urbano, favoreciendo el sentido de pertenencia y la cohesión social.

El carácter innovador del proyecto reside en su capacidad para integrar, en una sola infraestructura, criterios de sostenibilidad ambiental, salud pública, inclusión social y eficiencia tecnológica. El sistema incorpora una cisterna subterránea con recirculación de agua, mecanismos hidráulicos impulsados por bicicletas fijas, un sistema de captación pluvial, filtros de potabilización y un diseño arquitectónico accesible y replicable. Estas soluciones fueron validadas mediante la construcción de un prototipo funcional, pruebas técnicas de operación y retroalimentación por parte de usuarios y autoridades locales. La obtención de cartas de intención de compra por parte de gobiernos municipales refuerza su viabilidad económica y su potencial de implementación en distintos contextos urbanos.

Este artículo presenta los fundamentos conceptuales, metodológicos y técnicos del proyecto AquaPedal, documentando su desarrollo como una experiencia de aprendizaje interdisciplinario y de vinculación social con resultados concretos en el espacio físico. Asimismo, reflexiona sobre el potencial del sistema como modelo replicable de infraestructura activa que promueve la salud, la sostenibilidad y la revitalización simbólica de los espacios públicos. En un momento en el que las ciudades requieren soluciones accesibles, participativas y resilientes, AquaPedal ofrece una alternativa tangible y eficaz para transformar entornos urbanos en escenarios de bienestar colectivo.

Se busca que estas instalaciones promuevan la actividad física, la educación ambiental, la revitalización del espacio público, y la cohesión social. Desde su concepción, AquaPedal ha sido tanto un ejercicio académico como una acción socialmente situada, en la que los estudiantes participaron como cocreadores y agentes activos de transformación urbana.

Fundamentos teóricos

Según ONU-Hábitat (2019), las ciudades representan el núcleo del desarrollo humano contemporáneo y seguirán consolidándose como el modo de vida predominante a escala global. En 2022, la población mundial alcanzó los 8 000 millones de personas, de las cuales más de la mitad habita en zonas urbanas. Se estima que para 2050 alrededor del 70% de la población vivirá en ciudades, lo que plantea desafíos críticos para la planificación

urbana. Entre los problemas más notorios se encuentran la expansión descontrolada, la contaminación atmosférica, el déficit de servicios básicos y la escasez de espacios públicos de calidad. En este contexto, ONU-Hábitat advierte que “no es posible alcanzar el desarrollo sostenible sin transformar significativamente la forma en que se construyen y gestionan los espacios urbanos” (ONU-Hábitat, 2019, p. 4), destacando la necesidad de adoptar modelos más integrados, sostenibles y centrados en las personas.

Esta transformación requiere revalorizar la función del espacio público como componente esencial del entorno urbano. Los espacios comunes no sólo aportan estructura física al tejido de la ciudad, sino que permiten la interacción social, el desarrollo cultural y el ejercicio del derecho a la ciudad. En palabras del informe: “Las ciudades que tienen una idea clara de lo ‘público’ muestran un compromiso por una mejor calidad de vida para sus ciudadanos proporcionando un espacio adecuado de calles, áreas verdes, parques, instalaciones recreativas y otros espacios públicos” (ONU-Hábitat, 2019, p. 16). Esta afirmación refuerza el enfoque de proyectos como AquaPedal, que buscan recuperar espacios deteriorados mediante intervenciones accesibles, recreativas y sustentables, con alto valor simbólico y social.

Desde esta perspectiva, el espacio público saludable se convierte en una infraestructura esencial para la equidad urbana. Su diseño, mantenimiento y uso tienen un impacto directo en la cohesión social, la inclusión y el sentido de pertenencia. Tal como señala ONU-Hábitat: “Los espacios públicos son un ingrediente vital de las ciudades exitosas. Ayudan a construir un sentido de comunidad, identidad cívica y cultura. Los espacios públicos facilitan el capital social, el desarrollo económico y la revitalización de la comunidad” (ONU-Hábitat, 2019, p. 4). Esto implica que los espacios públicos deben entenderse no como meros vacíos funcionales, sino como activos estratégicos para el desarrollo urbano, capaces de generar beneficios múltiples cuando están bien diseñados, gestionados y activados.

Ante las crecientes desigualdades urbanas, el espacio público debe atender con prioridad a los sectores sociales más vulnerables. Las intervenciones deben garantizar accesibilidad universal, inclusión social y usos múltiples, fomentando entornos seguros y resilientes. Como sintetiza ONU-Hábitat (2019), los espacios públicos deben servir a todos los residentes urbanos, especialmente a los grupos más vulnerables o en desventaja. AquaPedal

responde a este principio mediante un sistema que no sólo estimula el cuerpo, sino también el encuentro social, la conciencia ambiental y el ejercicio del derecho a un espacio común digno y saludable. De este modo, se consolida como un modelo de infraestructura urbana con impacto tangible en la salud, la equidad y la sostenibilidad.

En línea con los principios establecidos por ONU-Hábitat sobre la importancia del espacio público como infraestructura estratégica para el desarrollo urbano sostenible, diversas corrientes del pensamiento contemporáneo han enriquecido esta visión al incorporar dimensiones como la salud colectiva, el bienestar emocional y la interacción social. Las ciudades actuales enfrentan una triple crisis interrelacionada: sedentarismo creciente, fragmentación del tejido comunitario y deterioro ambiental. Frente a ello, el concepto de *espacios públicos saludables* ha emergido como una respuesta articulada que vincula la calidad del entorno físico con indicadores clave del bienestar urbano (UN-Hábitat, 2020). Esta visión propone que los espacios comunes ya no deben pensarse sólo como soporte físico, sino como plataformas vivas que favorecen la movilidad activa, la convivencia y el sentido de pertenencia.

La innovación tecnológica aplicada al diseño urbano cumple aquí un papel instrumental: debe orientarse a facilitar el movimiento corporal, la interacción intergeneracional y la apropiación cotidiana del espacio compartido. En este sentido, Jan Gehl (2010) plantea que una ciudad verdaderamente saludable es aquella que propicia el caminar, el permanecer y el encontrarse, mediante entornos diseñados a escala humana. Esta mirada enfatiza la necesidad de crear infraestructuras urbanas que sean activas, es decir, que motiven al cuerpo a actuar y a la comunidad a habitar. En el caso de AquaPedal, esta premisa se materializa en la incorporación de un sistema recreativo que convierte el esfuerzo físico colectivo en energía útil, al tiempo que revitaliza el entorno mediante su uso compartido y lúdico.

A esta dimensión funcional se suma la lectura política del espacio público desarrollada por autores como Jordi Borja y Zaida Muxí (2003), quienes destacan que estos espacios constituyen el soporte material para la construcción de ciudadanía. Su accesibilidad, polivalencia y capacidad de inclusión están directamente vinculadas al ejercicio de los derechos urbanos. Diseñar espacios saludables, en este sentido, implica garantizar condiciones

físicas y simbólicas que fomenten la equidad, la participación social y la representación de la diversidad. AquaPedal integra estos postulados al ser concebido como un sistema adaptable, replicable y apropiable por comunidades diversas, desde personas mayores hasta infancias, consolidando un entorno urbano más justo y democrático.

Asimismo, la propuesta también dialoga con el enfoque sensorial y simbólico del urbanismo, como el propuesto por Lynch (2015), quien subraya la importancia de la legibilidad, la orientación y la imagen del entorno para fortalecer la identidad urbana. En este marco, elementos como la fuente recreativa activada por pedaleo no sólo aportan valor estético y funcional, sino que operan como hitos simbólicos. Estos dispositivos generan narrativas colectivas, resignifican espacios subutilizados y visibilizan el esfuerzo comunitario en la producción del espacio público. Así, AquaPedal se convierte en un agente transformador que va más allá de la infraestructura: articula tecnología, memoria y ciudadanía desde una lógica participativa.

En conjunto, estos fundamentos sostienen a AquaPedal como una propuesta integral que articula salud urbana, sostenibilidad ecológica, innovación social y transformación del espacio público. Su enfoque interdisciplinario —que combina ingeniería, arquitectura, diseño participativo y educación ambiental— fortalece su carácter replicable, emocional y educativo. La experiencia generada alrededor del uso de este sistema recreativo no sólo incide en el cuerpo, sino también en la cohesión social y el tejido comunitario. Por su bajo costo, independencia energética y flexibilidad de instalación, AquaPedal representa un modelo viable para ciudades intermedias y comunidades rurales que buscan alternativas sustentables de activación urbana.

Metodología

La metodología aplicada en el desarrollo del proyecto AquaPedal se fundamenta en un enfoque interdisciplinario, participativo y proyectual, orientado a generar una solución tecnológica con impacto tangible en la promoción de espacios públicos saludables. Este enfoque integró estrategias del diseño arquitectónico con criterios de salud urbana, sostenibilidad

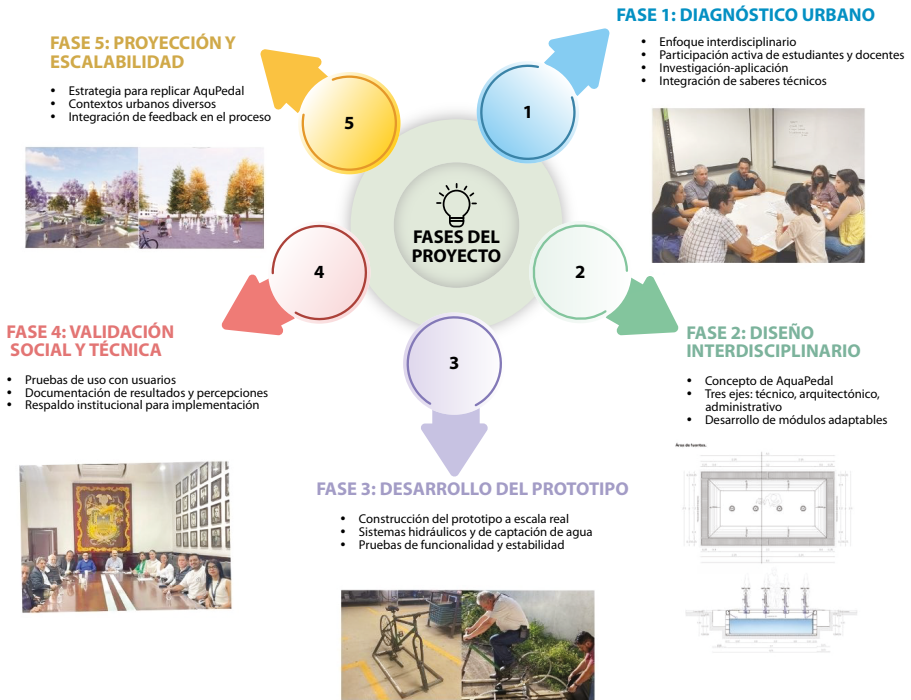
ambiental, tecnología apropiada e innovación social, dando como resultado un proceso de investigación-aplicación que permitió concebir, prototipar, validar y proyectar un sistema urbano replicable.

El desarrollo se abordó bajo una lógica de investigación-proyecto con participación activa de estudiantes y docentes de las facultades de Arquitectura, Ingeniería Mecánica Eléctrica y Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana. Se aplicó una metodología secuencial de cinco fases: 1) diagnóstico urbano-comunitario, 2) diseño interdisciplinario, 3) desarrollo y prueba del prototipo, 4) validación técnica y social, y 5) planeación de escalabilidad.

Este proceso permitió integrar saberes técnicos con la observación del entorno, la participación de usuarios potenciales y la vinculación con actores institucionales, siguiendo los principios de diseño centrado en las personas (Gehl, 2010).

Fases del proceso

El desarrollo del proyecto AquaPedal se organizó en cinco fases metodológicas que guiaron de forma progresiva la identificación del problema urbano, la formulación técnica de la propuesta y su validación en escenarios reales. Este proceso integró componentes de diagnóstico participativo, diseño interdisciplinario, prototipado técnico, vinculación comunitaria y planeación para la replicabilidad. La figura 8.1. Fases del proyecto, ilustra de manera sintética esta secuencia, permitiendo visualizar cómo cada etapa aportó a la consolidación del sistema como una solución viable, sustentable y socialmente apropiada para la activación de espacios públicos saludables. Esta estructura de trabajo no sólo garantizó la coherencia técnica del proyecto, sino también su legitimidad social y potencial de escalabilidad territorial.

Figura 8.1. Fases del proyecto


Fuente: elaboración propia de los autores (2025) con base en la metodología de desarrollo del proyecto AquaPedal.

Fase 1. Diagnóstico urbano y análisis del entorno

La primera etapa del proyecto consistió en identificar problemáticas relacionadas con la subutilización de espacios públicos y el impacto negativo del sedentarismo urbano. A través de un diagnóstico de carácter cualitativo y territorial, se realizaron visitas a parques, plazas y espacios cívicos de la región de Xalapa con bajo nivel de activación física y social. Se aplicaron herramientas de observación directa, entrevistas exploratorias con usuarios locales y análisis de documentos normativos y planes de desarrollo urbano. Este ejercicio permitió reconocer condiciones críticas como infraestructura recreativa obsoleta, escasa accesibilidad, falta de equipamiento lúdico y

bajo sentido de apropiación comunitaria. El diagnóstico sirvió para delimitar el perfil de espacios que podrían beneficiarse de una intervención basada en propulsión humana, sustentabilidad y recreación activa.

Fase 2. Diseño interdisciplinario del sistema

Con base en el diagnóstico, se formuló el concepto de AquaPedal como un sistema modular, replicable y adaptable al entorno urbano, que integrara tecnología apropiada y principios de salud pública. El diseño se construyó sobre tres ejes complementarios: técnico, arquitectónico y administrativo. Desde lo técnico, se desarrolló un sistema de bicicletas fijas acopladas a un circuito hidráulico cerrado que, mediante el pedaleo colectivo, activara fuentes de agua recreativas. En el componente arquitectónico, se propuso una infraestructura basada en firme de concreto, canaletas, cisterna subterránea y un diseño espacial que garantizara accesibilidad y uso comunitario. Finalmente, desde la administración se diseñó un modelo de negocio con análisis de costos, plan de mantenimiento, vinculación con gobiernos locales y estrategia de escalabilidad territorial.

Fase 3. Desarrollo y validación del prototipo

En esta fase se construyó un prototipo a escala real, ensamblado y probado en condiciones controladas y luego en escenarios urbanos. El sistema incluyó cuatro bicicletas montadas sobre una losa armada con anclajes metálicos, conectadas a una cisterna subterránea de 2 000 litros con sistemas de captación pluvial, tragatormentas, filtros y tuberías para recirculación de agua. La fuente recreativa activada por pedaleo se diseñó para operar sin conexión eléctrica, utilizando únicamente energía cinética humana. Durante las pruebas, se verificaron aspectos clave como estabilidad estructural, eficiencia del flujo hidráulico, resistencia de materiales y continuidad en la activación del sistema. También se evaluó el tiempo de uso, el desgaste de componentes y la facilidad de mantenimiento.

Fase 4. Validación social y técnica

El prototipo fue sometido a pruebas de uso con estudiantes, docentes y vecinos de comunidades cercanas, generando observaciones directas sobre su funcionalidad, estética y facilidad de uso. Se documentaron los resultados mediante reportes técnicos, registros fotográficos y audiovisuales, y encuestas de percepción. Los usuarios destacaron la dimensión lúdica y educativa del sistema, así como su potencial para fomentar la activación física en un entorno compartido. La propuesta también fue presentada ante autoridades municipales, obteniendo tres cartas de intención formal para su adopción e implementación local. Este respaldo institucional reforzó la viabilidad del sistema y validó su pertinencia como infraestructura pública activa con impacto social directo.

Fase 5. Proyección y planificación de escalabilidad

La última fase consistió en la elaboración de una estrategia de escalabilidad que permitiera replicar AquaPedal en distintos contextos urbanos y rurales del estado de Veracruz y otras regiones. Desde la Facultad de Contaduría y Administración se construyó un plan de negocio basado en el análisis detallado de costos de producción, materiales y operación a mediano plazo. Además, se identificaron posibles alianzas público-privadas, financiamiento a través de programas de salud o cultura, y esquemas de patrocinio con empresas interesadas en responsabilidad social. Se diseñaron también lineamientos para adaptar el modelo a distintas superficies, climas y escalas, confirmando su carácter modular, replicable y económicamente viable.

Herramientas y recursos metodológicos

El desarrollo del sistema AquaPedal requirió del uso combinado de herramientas digitales, normativas técnicas y estrategias de gestión institucional. Para el diseño tridimensional y la representación arquitectónica del prototipo se utilizaron plataformas como AutoCAD, SketchUp y Revit, lo que

permitió generar modelos precisos tanto en planta como en secciones constructivas. Estas herramientas facilitaron la validación de proporciones, el cálculo de pendientes para el escurrimiento pluvial y la correcta disposición del equipamiento urbano en su contexto espacial. A ello se sumó el empleo de metodologías de diseño técnico para determinar la ubicación de registros hidráulicos, mecanismos de pedaleo y componentes estructurales bajo criterios de accesibilidad y funcionalidad.

En cuanto al sustento normativo, se aplicaron las Normas Técnicas Complementarias para Concreto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, garantizando la estabilidad de elementos como la cisterna, los firmes y las canaletas de recolección de agua. Asimismo, se elaboró un presupuesto paramétrico con base en el costo base por metro cuadrado (CBM) avalado por la FCARM, lo cual permitió estimar un costo total del sistema. Para evaluar el grado de madurez del desarrollo, se empleó la escala TRL (Technology Readiness Level), ubicando el proyecto entre los niveles 4 y 5. Finalmente, se implementaron acciones de vinculación institucional con gobiernos municipales, mediante presentaciones del prototipo y entrega de expedientes técnicos, lo que derivó en la obtención de tres cartas de intención de compra para futuras réplicas.

Principios rectores del diseño del sistema: salud, sostenibilidad y comunidad

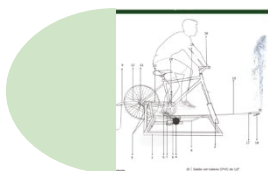
El diseño del sistema AquaPedal se basó en una estructura conceptual integrada por tres principios rectores que orientaron sus decisiones técnicas, sociales y ambientales: salud pública urbana, sostenibilidad ecológica y activación comunitaria del espacio público. Estos principios se tradujeron en criterios operativos durante todo el proceso, desde el diagnóstico inicial hasta la validación del prototipo. En la figura 8.2., Principios rectores, se sintetizan estos ejes rectores, y se evidencia cómo cada componente del sistema está orientado a producir beneficios tangibles en el cuerpo, el entorno y la comunidad. Esta base conceptual permitió trascender la idea del diseño como simple solución física, para convertirlo en una herramienta de transformación urbana con sentido colectivo y visión de largo plazo.

Figura 8.2. Principios rectores

PRINCIPIOS

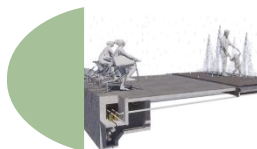
01. Salud Pública Urbana

- Creación de infraestructura activa
- Promoción del movimiento físico
- Estímulo a la movilidad activa
- Uso de bicicletas estáticas



02. Sostenibilidad Ecológica

- Uso de energía humana
- Captación de agua de lluvia
- Eliminación de dependencia energética
- Reducción del consumo de agua



03. Activación Comunitaria

- Diseño participativo inclusivo
- Interacción entre generaciones
- Re-significación de espacios subutilizados
- Apropiación simbólica del entorno



Nota: esta figura sintetiza los ejes rectores, evidenciando cómo cada componente del sistema está orientado a producir beneficios tangibles en el cuerpo, el entorno y la comunidad. Esta base conceptual permitió trascender la idea del diseño como simple solución física, para convertirlo en una herramienta de transformación urbana con sentido colectivo y visión de largo plazo.

Fuente: elaboración propia de los autores (2025) a partir de los principios conceptuales del proyecto AquaPedal.

En términos de salud pública urbana, el sistema fue concebido para estimular el movimiento físico en espacios comunes, promoviendo el ejercicio como parte de la vida cotidiana. A diferencia de las infraestructuras deportivas tradicionales, que requieren equipamiento especializado o membresías, AquaPedal plantea una solución accesible, espontánea y autosostenible. El uso de bicicletas fijas activadas colectivamente permite incorporar actividad física de bajo impacto en contextos recreativos, fomentando hábitos saludables en niñas, niños, jóvenes y personas adultas mayores. Esta dimensión responde a las metas globales de reducción del sedentarismo,

contribuyendo a mejorar la calidad de vida urbana sin depender de recursos tecnológicos complejos o costosos.

El segundo y tercer principio, sostenibilidad ecológica y activación comunitaria, se articularon de manera complementaria. La sostenibilidad se logró mediante el uso de energía humana como fuente limpia, el aprovechamiento del agua de lluvia, y un sistema hidráulico cerrado que minimiza el desperdicio hídrico. Esto convierte al sistema en una alternativa ecológica frente a infraestructuras convencionales que requieren electricidad o redes hídricas municipales. Por su parte, la activación comunitaria se abordó desde un enfoque participativo, involucrando a actores sociales desde el diseño hasta la validación. Este proceso fortaleció el vínculo entre ciudadanía y espacio público, al convertir la infraestructura en un punto de encuentro simbólico y funcional que resignifica lo colectivo, genera identidad local y estimula nuevas formas de apropiación urbana.

Sistema constructivo del proyecto AquaPedal

El sistema constructivo de AquaPedal fue concebido para articular eficiencia hidráulica, solidez estructural y adecuación espacial dentro del entorno urbano. Está dividido en tres secciones funcionales: el área de fuentes recreativas, la zona de bicicletas con el sistema de pedaleo, y una franja de circulación peatonal que permite interacción segura con el sistema. La infraestructura fue diseñada para operar con bajo mantenimiento, empleando materiales convencionales de alta durabilidad como el concreto armado, acero galvanizado y block de concreto. Esta estrategia constructiva permite su ejecución con mano de obra local y facilita su replicabilidad en municipios con diferentes capacidades técnicas.

El firme del área de la fuente está formado por una losa de concreto armado con una resistencia de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, colocada sobre una planilla de concreto simple de 5 cm. La losa tiene dimensiones de 3.20×1.20 metros y está reforzada con malla electrosoldada 6×6 , garantizando soporte estructural para el tránsito peatonal y la vibración generada por el sistema hidráulico. Se diseñó con una pendiente del 8% que conduce el agua hacia una red de tragatormentas perimetrales, permitiendo la recolección conti-

nua del líquido y su reutilización. Estas rejillas están fabricadas en acero inoxidable, con perfil de $1'' \times 1'' \times 1/8''$, y se instalan sobre marcos metálicos anclados a canaletas de concreto armado, las cuales cuentan con pendiente del 2% y están reforzadas internamente con malla 6×6 .

El sistema de captación pluvial está integrado por dos líneas dispuestas en forma de "C", capaces de recolectar hasta 390 litros de agua por evento de lluvia moderado. Esta agua fluye hacia la cisterna central mediante un sistema de registros y conexiones empotradas, que filtran las partículas sólidas antes de su ingreso. La cisterna, ubicada directamente debajo del área de bicicletas, tiene una capacidad de 2 000 litros y está construida con block de concreto de $13 \times 20 \times 40$ cm, asentado con mortero cemento-arena 1:4. Sus muros están reforzados por seis castillos de Armex de 15×15 cm con varilla #3 y estribos #2 a cada 15 cm, proporcionando resistencia lateral frente a la presión hidráulica y al peso del sistema.

En su interior, la cisterna cuenta con un recubrimiento impermeabilizante a base de FESTER CR-66 y fibras DECON-CRETO, que actúa como barrera frente a la humedad, hongos y bacterias. La losa superior está armada con varillas de $3/8''$ a cada 15 cm, bastones perimetrales, y calzas de concreto para el recubrimiento uniforme. Para el acceso al mantenimiento y monitoreo, se instaló una tapa metálica de 40×60 cm con superficie antiderrapante, colocada sobre un marco anclado a la losa. Adicionalmente, se habilitaron dos registros metálicos para el sistema de cloración, incluyendo cámaras de bombeo, cartuchos de filtración plisados de $1/2''$, y trampas para sólidos, garantizando que el agua recirculada cumpla estándares de limpieza.

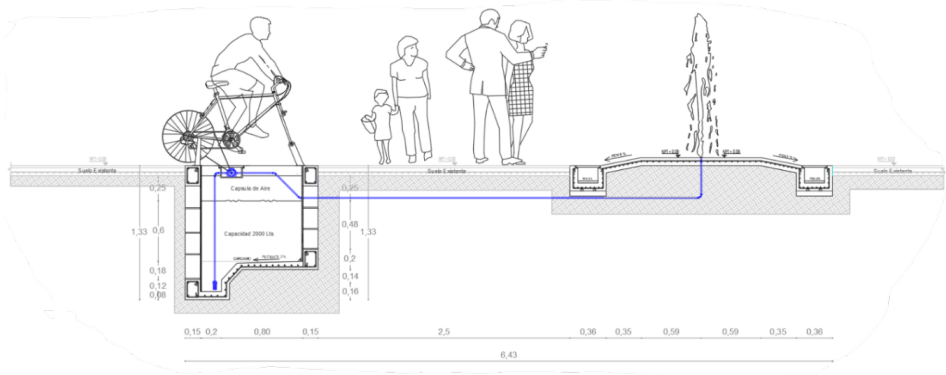
El diseño se completa con un pasillo de circulación peatonal de 2.50 metros de ancho, ubicado entre el área de fuentes y las bicicletas. Este pasillo está formado por una losa de concreto simple $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, reforzada con malla 6×6 , que garantiza durabilidad y seguridad para los usuarios. Esta franja permite la observación del sistema en funcionamiento, así como el acceso inclusivo de personas de todas las edades, promoviendo la interacción sin interferencias ni riesgos. El sistema constructivo fue pensado para funcionar como una unidad compacta, de bajo impacto ambiental, con capacidad de adaptación modular y flexibilidad para diferentes configuraciones urbanas.

Fabricación e instalación del prototipo

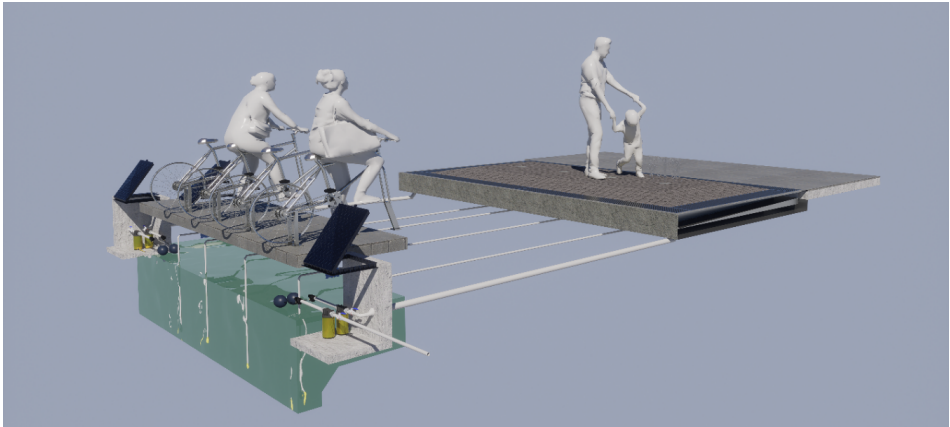
La fabricación del prototipo AquaPedal implicó una integración precisa de elementos estructurales metálicos, componentes hidráulicos, mecanismos de transmisión por propulsión humana y sistemas de filtrado. El proceso inició con el armado de la base metálica, diseñada con perfil cuadrado de acero galvanizado de 1.5 pulgadas. Esta estructura, de 110 × 60 cm, fue soldada mediante proceso MIG para garantizar uniones limpias, resistentes a la intemperie y de bajo mantenimiento. La base se reforzó con soportes frontales y traseros soldados directamente al bastidor de la bicicleta, asegurando rigidez durante el pedaleo colectivo y estabilidad frente al uso repetido por diferentes tipos de usuarios.

El sistema de transmisión se desarrolló mediante la instalación de poleas torneadas en Nylamid, un polímero técnico de alta resistencia y bajo coeficiente de fricción. La polea principal, conectada al eje de la bomba, fue diseñada con ranuras para alojar una banda automotriz acanalada tipo serpentina, seleccionada por su eficiencia energética, bajo ruido y mínima necesidad de mantenimiento. Una polea tensora secundaria, montada en un soporte móvil con buje de acero, permite ajustar la tensión de la banda para asegurar un funcionamiento continuo. La bomba hidráulica fue instalada debajo del eje del pedal para maximizar el espacio y reducir interferencias durante el uso.

El sistema de impulsión hidráulica se conecta mediante una manguera de ½ pulgada y una reducción, lo que permite generar una presión suficiente para producir un chorro de agua de hasta 6 metros de altura. El agua es extraída desde la cisterna subterránea, impulsada hacia la fuente y redirigida de nuevo al sistema a través de las canaletas perimetrales. Durante el proceso de ensamble, se empotraron cajas metálicas en la losa de concreto, diseñadas para alojar de forma segura los mecanismos de transmisión y evitar desplazamientos estructurales. Estas cajas fueron niveladas con precisión para permitir el mantenimiento interno sin requerir desmontajes mayores.

Figura 8.3. Esquema del sistema de impulsión hidráulica


Fuente: elaboración propia de los autores (2025) con base en el diseño técnico del sistema AquaPedal.

Figura 8.4. Esquema del sistema de impulsión hidráulica, modelado


Fuente: elaboración propia de los autores (2025) a partir del modelado del sistema AquaPedal.

En la etapa final, se aplicó pintura anticorrosiva negra mate en toda la estructura metálica, incluyendo la base, soportes, anclajes y cajas, con el fin de prolongar la vida útil del sistema ante exposición al sol, lluvia y uso constante. El prototipo fue sometido a pruebas funcionales en condiciones reales para evaluar su rendimiento técnico. Se midieron parámetros como el caudal de agua, la estabilidad estructural, el tiempo de funcionamiento continuo y la respuesta del sistema ante variaciones en la velocidad de pedaleo. Los resultados confirmaron la viabilidad del sistema como infraes-

estructura urbana activa, capaz de operar con eficiencia, seguridad y alto valor simbólico para el entorno público.

Validación técnica del prototipo

Luego de su fabricación e instalación, el prototipo del sistema AquaPedal fue sometido a una serie de pruebas técnicas entre diciembre de 2023 y marzo de 2024, con el objetivo de verificar su funcionalidad operativa y su resistencia estructural en condiciones reales de uso. Las pruebas incluyeron la evaluación conjunta del sistema mecánico de transmisión por pedaleo y del circuito hidráulico, observando su sincronización y eficiencia. Se comprobó que cuatro usuarios pedaleando simultáneamente generaban la presión suficiente para mantener la fuente activa de forma continua, logrando un chorro de agua de hasta seis metros de altura con estabilidad en el flujo.

Asimismo, se evaluó la eficiencia del sistema de recirculación de agua, confirmando que el diseño de canaletas y tragatormentas permitía el retorno efectivo del líquido hacia la cisterna sin pérdidas significativas ni estancamientos. Se realizaron pruebas de carga para determinar la resistencia estructural de la base, la cisterna y los componentes metálicos, sin registrar deformaciones, desplazamientos o deterioros. Por otra parte, se analizó la accesibilidad del sistema, validando que personas de diferentes edades y complejiones podían operar el mecanismo con facilidad. Estos resultados confirmaron la viabilidad técnica del sistema como infraestructura urbana funcional, segura y sustentable, apta para su uso en espacios públicos abiertos.

Validación social y vinculación comunitaria

Uno de los elementos distintivos del proyecto AquaPedal fue su integración con el entorno social a través de procesos de diálogo, demostración y participación directa. Desde las primeras fases, el equipo de trabajo estableció contacto con representantes comunitarios, instituciones educativas y autoridades municipales, generando interés en torno a la propuesta y promoviendo su apropiación como parte del equipamiento urbano local. Esta

vinculación permitió presentar el prototipo funcional a diferentes actores sociales, quienes evaluaron sus características y propusieron mejoras relacionadas con la accesibilidad, el uso inclusivo y la armonía estética del sistema dentro del espacio público.

Como resultado de esta interacción, se recibieron tres cartas de intención firmadas por gobiernos municipales interesados en implementar el sistema como infraestructura recreativa, educativa y cultural. Estas manifestaciones de interés refuerzan el valor del proyecto como tecnología social adaptable y útil para contextos diversos. Además, se incorporaron observaciones realizadas por usuarios potenciales, como personas adultas mayores e infancias, lo que llevó a ajustes en la altura del sillín, el ángulo del manubrio y la disposición de los elementos para facilitar el uso seguro y cómodo. La experiencia demostró que AquaPedal no sólo es una infraestructura física, sino también un vehículo de interacción comunitaria, aprendizaje colectivo y regeneración simbólica del espacio público.

Plan de negocios y proyección de escalabilidad

Desde el componente de administración, se desarrolló un modelo de negocio orientado a garantizar la viabilidad económica y la proyección territorial del sistema AquaPedal. Este modelo incluyó un costeo detallado que estimó el valor total del prototipo en 182,626.43 MXN, considerando todos los rubros involucrados: sistema hidráulico, cisterna, bicicletas, filtrado y elementos exteriores. A partir de este análisis, se propuso una estrategia de comercialización por fases, diseñada para adaptarse tanto a presupuestos municipales como a posibles ferias, parques temáticos o eventos patrocinados, facilitando su implementación gradual en diferentes escalas.

Asimismo, se identificaron oportunidades de alianza con sectores estratégicos como el turismo, la salud y la industria o movilidad urbana. Estas colaboraciones permitirían obtener patrocinios a cambio de imagen corporativa visible en los módulos, impulsando así esquemas de responsabilidad social empresarial. La viabilidad del modelo se sustenta en las ventajas estructurales del sistema: bajo consumo energético, mantenimiento accesible, operación sin electricidad y un alto impacto visual, educativo y participativo.

Gracias a estas características, AquaPedal se perfila como una infraestructura replicable en diversos contextos urbanos y rurales, capaz de adaptarse a necesidades comunitarias y políticas públicas enfocadas en la salud, el medio ambiente y la activación del espacio público.

La figura 8.5 permite visualizar de manera integrada el funcionamiento operativo de AquaPedal en un contexto urbano, evidenciando cómo la infraestructura se adapta armónicamente al espacio público mientras articula sus componentes técnicos y sociales. La imagen destaca la relación entre las bicicletas fijas, el sistema hidráulico y las fuentes recreativas, ilustrando no sólo su disposición espacial, sino también la dinámica de interacción entre los usuarios y el entorno. Más allá de representar un dispositivo técnico, la figura enfatiza la dimensión vivencial del proyecto: el acto de pedalear de manera colectiva se convierte en una acción visible de apropiación y revitalización del espacio común, promoviendo un sentido de pertenencia y ciudadanía activa. Este esquema gráfico refuerza la comprensión de AquaPedal como un sistema accesible, modular y escalable, capaz de insertarse en distintos escenarios urbanos y rurales con impacto tangible en la vida cotidiana de las comunidades.

Figura 8. 5. *Imagen de AquaPedal en espacios públicos*



Fuente: elaboración propia de los autores (2025), como representación conceptual de AquaPedal en espacios públicos.

Resultados e impactos

La implementación del prototipo AquaPedal permitió validar de manera integral la viabilidad técnica, social y ambiental de una infraestructura activa basada en energía humana, concebida para la revitalización de espacios públicos saludables. Los resultados obtenidos fueron evaluados a partir de criterios estructurales, hidráulicos y comunitarios, demostrando que el sistema no sólo cumplió con sus objetivos funcionales, sino que también generó impactos positivos en múltiples dimensiones: tecnológica, social, ambiental, económica y académica. La combinación de eficiencia operativa, aceptación social e interés institucional posiciona al proyecto como una solución replicable con alto potencial de escalabilidad en contextos urbanos diversos.

Los impactos alcanzados evidencian que AquaPedal va más allá de una intervención física o una solución técnica. Su implementación activa procesos sociales, educativos y simbólicos, articulando innovación tecnológica con bienestar colectivo. La posibilidad de transformar esfuerzo físico en energía útil para operar fuentes recreativas aporta una dimensión sensorial, participativa y ecológica al espacio público. Estos resultados fortalecen su pertinencia como estrategia de innovación social en arquitectura y urbanismo, alineada con los principios de equidad, sostenibilidad y resiliencia urbana.

En este sentido, la figura 8.6 sintetiza de manera gráfica los principales resultados e impactos derivados del desarrollo y validación del sistema. Clasificados en seis dimensiones —técnica, social, ambiental, económica, académica y tecnológica—, estos logros permiten visualizar con claridad el carácter integral y replicable de AquaPedal como infraestructura urbana sostenible. La representación destaca cómo el sistema, concebido desde un enfoque interdisciplinario, ofrece beneficios concretos que van desde la eficiencia operativa y la reducción de costos hasta la activación social, la conciencia ambiental y el fortalecimiento del tejido comunitario. Esta imagen refuerza visualmente el valor estratégico del proyecto como modelo adaptable de tecnología social con incidencia directa en la calidad de vida urbana.

Figura 8.6. *Síntesis de resultados e impactos multidimensionales del proyecto AquaPedal*

RESULTADOS E IMPACTOS

RESULTADOS TÉCNICOS

- Construcción funcional del prototipo
- Estabilidad y seguridad del sistema
- Operación simultánea de hasta cuatro bicicletas
- Eficiencia de recirculación del agua
- Integración de sistemas de captación y filtrado

IMPACTO SOCIAL

- Fortalecimiento del tejido comunitario
- Promoción de estilos de vida activos
- Participación activa de grupos sociales
- Proceso de empoderamiento ciudadano
- Aceptación institucional del modelo

IMPACTO AMBIENTAL

- Uso de energía humana como fuente
- Reducción de huella de carbono
- Captación y reutilización de agua de lluvia
- Conciencia ecológica en la comunidad

IMPACTO ECONÓMICO

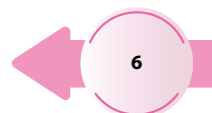
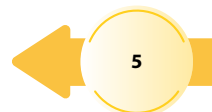
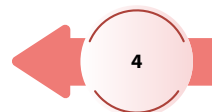
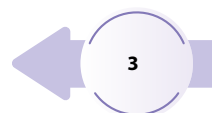
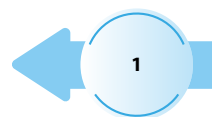
- Modelo de inversión accesible y sostenible
- Costo total estimado de instalación
- Reducción de costos operativos

IMPACTO CIENTÍFICO Y ACADÉMICO

- Participación activa de estudiantes de Arquitectura, Ingeniería y Administración
- Evidenciación de la conversión de energía cinética a hidráulica

IMPACTO TECNOLÓGICO

- AquaPedal alcanzó el nivel TRL 4, correspondiente a la validación funcional en laboratorio
- Integra sistemas mecánicos, hidráulicos y urbanos en una sola solución híbrida, accesible y de bajo mantenimiento
- Posibilidad de gamificar la experiencia, registrar logros y activar funciones de programación de fuentes, estadísticas de uso o interacción en redes sociales



Fuente: elaboración propia de los autores (2025) con base en los resultados e impactos identificados en el proyecto AquaPedal.

Resultados técnicos

En términos técnicos, el proyecto logró la construcción funcional de un prototipo completo, compuesto por el área de bicicletas, la cisterna subterránea, la fuente recreativa, el sistema hidráulico cerrado y el sistema de captación y filtrado pluvial. Las pruebas confirmaron que el sistema es estructuralmente estable, ergonómico y seguro para su uso colectivo. Su diseño permite la operación simultánea de hasta cuatro bicicletas sin comprometer la presión ni el rendimiento hidráulico, lo que garantiza una experiencia continua y atractiva para los usuarios. Además, se verificó la eficiencia de la recirculación del agua, demostrando que el sistema permite un aprovechamiento óptimo del recurso sin pérdidas significativas. La integración de mecanismos de filtrado y captación pluvial refuerza el cumplimiento de principios de sostenibilidad hídrica, permitiendo el uso prolongado sin depender del suministro municipal. En conjunto, estos resultados validan la robustez del diseño técnico y la viabilidad operativa del sistema como infraestructura urbana innovadora.

Impacto social

El impacto social del proyecto se manifestó principalmente en el fortalecimiento del tejido comunitario, la promoción de estilos de vida activos y la resignificación simbólica del espacio público. Durante las demostraciones del prototipo, diversos grupos sociales, incluidos niños, jóvenes y adultos mayores, participaron activamente, reconociendo el sistema como un recurso lúdico, educativo y accesible. La activación física en un entorno colectivo permitió fomentar hábitos saludables, al mismo tiempo que promovió la interacción social y el sentido de pertenencia. Asimismo, el proyecto propició procesos de empoderamiento ciudadano, al involucrar a usuarios potenciales en la validación y mejora del diseño, lo cual fortaleció el vínculo entre comunidad e infraestructura. Como resultado de este proceso participativo, se recibieron tres cartas de intención de gobiernos municipales interesados en replicar el sistema, lo que evidencia la aceptación institucional del modelo y su valor como equipamiento público con impacto directo en la calidad de vida urbana.

Impacto ambiental

En la dimensión ambiental, AquaPedal representa una solución limpia, de bajo impacto y alta eficiencia. El uso exclusivo de energía humana como fuente motriz elimina la necesidad de electricidad o combustibles fósiles, lo que reduce la huella de carbono del sistema y fomenta una cultura de sostenibilidad urbana. Esta cualidad lo convierte en una infraestructura ideal para entornos donde se busca promover la autonomía energética y la innovación ecológica. Además, la incorporación de un sistema de captación y reutilización de agua de lluvia permite operar el dispositivo sin consumir agua potable, promoviendo el uso responsable de los recursos hídricos. El funcionamiento visible del sistema —donde el esfuerzo físico se convierte en energía para mover el agua— tiene también un valor educativo, ya que ejemplifica de forma tangible la interrelación entre cuerpo, energía y medio ambiente, fomentando la conciencia ecológica en la comunidad usuaria.

Impacto económico

El análisis económico del proyecto refleja un modelo de inversión accesible y sostenible. El costo total estimado para su instalación es de 182,626.43 MXN, incluyendo la obra civil, el sistema hidráulico, el equipamiento metálico, el sistema de filtrado y los acabados. A diferencia de otras infraestructuras recreativas, AquaPedal no requiere conexión eléctrica ni consumo energético continuo, lo que reduce significativamente sus costos de operación y mantenimiento. El sistema abre oportunidades para la generación de empleos locales en actividades de fabricación, instalación, mantenimiento y promoción. También se identificaron posibilidades de colaboración con el sector privado mediante esquemas de patrocinio vinculados a programas de salud, educación y cultura. En ese sentido, el sistema puede integrarse a estrategias de responsabilidad social empresarial, al tiempo que fortalece el atractivo turístico y comercial de los espacios donde se implemente.

Impacto científico y académico

El desarrollo de AquaPedal generó también importantes aportes en el ámbito científico y académico. La participación activa de estudiantes de arquitectura, ingeniería y administración permitió consolidar un proceso formativo integral, en el que se aplicaron conocimientos técnicos al desarrollo de un sistema funcional con impacto social. Este enfoque interdisciplinario fortaleció habilidades prácticas, críticas y colaborativas entre los participantes, reforzando su formación profesional y su vinculación con problemas reales del entorno. Desde el punto de vista investigativo, el proyecto aporta evidencia sobre la conversión de energía cinética a hidráulica en contextos urbanos, así como sobre la eficiencia de sistemas de recirculación en pequeña escala. Además, representa una innovación replicable abierta a ajustes tecnológicos según el contexto territorial. La experiencia ha sido documentada como un caso exitoso de diseño social desde la academia, en sintonía con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los ODS 3 (salud), 6 (agua limpia), 11 (ciudades sostenibles) y 13 (acción climática).

Impacto tecnológico

En cuanto al impacto tecnológico, AquaPedal alcanzó el nivel TRL 4, correspondiente a la validación funcional en laboratorio, y avanzó hacia el TRL 5, que implica validación en entornos relevantes según la escala de madurez tecnológica utilizada en la Unión Europea. Esto confirma que el sistema no sólo ha sido conceptualizado y diseñado correctamente, sino que también ha demostrado un funcionamiento robusto bajo condiciones reales de uso. La propuesta se distingue por integrar sistemas mecánicos, hidráulicos y urbanos en una sola solución híbrida, accesible y de bajo mantenimiento. Además, se ha planteado el desarrollo futuro de una aplicación digital que permita gamificar la experiencia, registrar logros de los usuarios y activar funciones adicionales como programación de fuentes, estadísticas de uso o interacción en redes sociales. Esta proyección tecnológica refuerza el potencial del sistema para convertirse en un modelo de infraestructura inteligente al servicio del espacio público saludable.

Discusión

Los resultados alcanzados por el proyecto AquaPedal permiten validar, en la práctica, muchos de los postulados desarrollados en el marco teórico sobre la importancia de los espacios públicos saludables como infraestructura para el bienestar urbano, la sostenibilidad y la cohesión social. Tal como lo plantea Gehl (2010), los espacios diseñados para fomentar la estancia, el movimiento y el encuentro son clave para activar la vida urbana. En este sentido, el prototipo confirmó que la combinación entre tecnología apropiada, esfuerzo humano y diseño participativo puede transformar un entorno subutilizado en un lugar dinámico, accesible y significativo para diversos sectores de la población.

La experiencia con AquaPedal también reafirma lo señalado por Borja y Muxí (2003) respecto a que el espacio público no es únicamente una superficie construida, sino el escenario donde se manifiestan los derechos ciudadanos. Al permitir la participación directa en el diseño, prueba y apropiación del sistema, el proyecto fortaleció el sentido de pertenencia de las comunidades involucradas. La activación lúdica del espacio, mediante una infraestructura abierta y de bajo costo operativo, evidencia que es posible democratizar el acceso a la recreación, al ejercicio físico y al aprendizaje ambiental sin recurrir a modelos urbanos de alta complejidad tecnológica o altos presupuestos.

Además, el uso de agua de lluvia y la recirculación del recurso posicionan a AquaPedal como una infraestructura coherente con los principios de sostenibilidad planteados en UN-Hábitat (2020), en cuanto al aprovechamiento eficiente de recursos locales y la resiliencia frente a los retos ambientales. Estos elementos fueron integrados al sistema desde su concepción, y su funcionalidad quedó comprobada en las pruebas de eficiencia hidráulica y autonomía energética.

Desde una mirada académica, el proyecto también confirma lo planteado por Lynch (2015) respecto a la construcción de la imagen urbana como elemento clave en la apropiación del espacio. La fuente activada por pedaleo se convirtió en un hito sensorial que atrajo la atención, generó curiosidad y motivó la interacción colectiva. Así, el sistema no sólo funcionó como

infraestructura física, sino también como artefacto narrativo que comunica valores de sostenibilidad, cooperación y salud.

En conjunto, la confrontación entre el marco teórico y los resultados obtenidos sugiere que AquaPedal es un ejemplo de cómo la arquitectura y la tecnología pueden trabajar juntas para crear soluciones tangibles a problemas urbanos complejos. Su capacidad para integrar principios de salud, sostenibilidad, participación ciudadana y eficiencia técnica en una sola infraestructura refuerza su relevancia como modelo replicable y adaptable. A su vez, confirma que los espacios públicos saludables requieren no sólo buenas ideas, sino también dispositivos concretos, funcionales y simbólicamente potentes, capaces de activar comunidades y regenerar ciudades desde lo cotidiano.

Conclusión

El desarrollo de AquaPedal confirma que la innovación tecnológica aplicada al diseño urbano puede convertirse en una herramienta efectiva para transformar espacios públicos desde una perspectiva de sostenibilidad, equidad y derechos humanos. A través de un proceso interdisciplinario y participativo, el proyecto logra articular soluciones técnicas accesibles con un enfoque socialmente situado, promoviendo la activación física, la educación ambiental y la cohesión comunitaria en contextos urbanos vulnerables.

La validación técnica y social del prototipo demostró que es posible generar infraestructuras activas de bajo costo, capaces de operar sin consumo energético externo, utilizando la energía humana como motor de apropiación simbólica y funcional del espacio público. El interés manifestado por autoridades municipales refuerza la viabilidad del sistema como equipamiento replicable y adaptable a diversas escalas territoriales, consolidando su potencial como política pública de bajo impacto económico y alto valor social.

Más allá de su dimensión funcional, AquaPedal resignifica el espacio público como un escenario de ciudadanía, donde el derecho a la salud, al agua y a la recreación se ejercen de manera colectiva y visible. El sistema no sólo revitaliza físicamente entornos deteriorados, sino que activa procesos

simbólicos de pertenencia, identidad y colaboración comunitaria. En un contexto urbano marcado por la fragmentación social y el deterioro ambiental, propuestas como AquaPedal evidencian que la transformación de la ciudad puede impulsarse desde dispositivos tangibles, lúdicos y pedagógicos que promuevan la sostenibilidad y la equidad.

Finalmente, el proyecto constituye una experiencia exitosa de vinculación entre academia, sociedad y gobierno, demostrando que la arquitectura y el urbanismo, cuando se articulan con la tecnología social, pueden generar respuestas innovadoras a problemáticas metropolitanas comunes, reforzando el derecho a un espacio urbano digno, accesible y saludable para todos.

Referencias

- Borja, J. S., y Muxí, M. Z. (2003). *El espacio público: ciudad y ciudadanía*. Electa.
- Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Island Press.
- Lynch, K. (2015). *La imagen de la ciudad*. Gustavo Gili.
- ONU-Hábitat. (2019). Guía global para el espacio público: De principios globales a políticas y prácticas locales. https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/06/guia_global_ep.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2024, 26 de junio). Actividad física. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/physical-activity>
- UN-Hábitat. (2020). World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2020-the-value-of-sustainable-urbanization>