

El palimpsesto tecnológico como modelo de intervención microclimática: Plaza Italia (Barrios Altos, Lima)

The Technological Palimpsest as a Model for Microclimatic Intervention: Plaza Italia (Barrios Altos, Lima)

Eduardo García (*Universidad de Palermo y Pontificia Universidad Católica del Perú*)

a20234273@pucp.edu.pe /  ORCID 0000-0001-6382-0178

Resumen

Este artículo examina la regeneración de Plaza Italia (Barrios Altos, Centro Histórico de Lima) como caso aplicado de intervención en un espacio público patrimonial. Mediante un enfoque mixto —lectura histórico-morfológica, evaluación microclimática peatonal con el índice universal de clima térmico (UTCI, Universal Thermal Climate Index), análisis eólico y observación sistemática de uso— el estudio diagnostica déficits de sombra continua, continuidad peatonal y soporte de estancia. Los resultados identifican zonas de estrés térmico moderado (26-32 °C en febrero) y corredores de ventilación condicionados por la volumetría perimetral. A partir de este diagnóstico, se propone el palimpsesto tecnológico como modelo operativo de intervención: una lectura por capas que permite formular criterios verificables de diseño —mobiliario situado, estrategias de sombra útil, materialidad superficial con desempeño térmico y circularidad material— compatibles con la condición patrimonial del lugar. Se concluye que la resiliencia climática y la memoria urbana no son objetivos contrapuestos, sino dimensiones de una misma práctica de cuidado sostenido, verificable y ajustable en el tiempo.

Palabras clave

Palimpsesto tecnológico, memoria del hábitat, resiliencia climática, UTCI, circularidad material.

Abstract

This article examines the regeneration of Plaza Italia (Barrios Altos, Historic Center of Lima) as an applied case study in heritage public space intervention. Using a mixed-methods approach —historical-morphological analysis, pedestrian microclimatic assessment via the UTCI index, wind analysis, and systematic use observation— the study identifies deficits in continuous shade, pedestrian connectivity, and conditions for sustained occupancy. Results reveal zones of moderate thermal stress (26-32 °C in February) and wind corridors constrained by perimeter building volumes. Building on this diagnosis, the article proposes the technological palimpsest as an operative intervention model: a layered-reading framework that yields verifiable design criteria —contextually placed street furniture, effective shade strategies, thermally performative surface materials, and circular material cycles— compatible with the site's heritage status. The study concludes that climate resilience and urban memory are not competing objectives, but complementary dimensions of a sustained, verifiable, and adaptable practice of care.

Keywords

Technological palimpsest, habitat memory, climate resilience, UTCI, material circularity.

Revista ENSAYO - Arquitectura PUCP Estudios de arquitectura, urbanismo y territorio

Número 8 · Año 2026 · ISSN 2413-9726 e-ISSN 2710-2947

Hábitat y tecnología

Editores invitados Martín Wieser, Giuseppina Meli y Federico Napoli



La siguiente obra ha sido publicada bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons CC BY, la cual permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú 2021-02820

EL PALIMPSESTO TECNOLÓGICO COMO MODELO DE INTERVENCIÓN MICROCLIMÁTICA: PLAZA ITALIA (BARRIOS ALTOS, LIMA)

Eduardo García

① CONTEXTO TERRITORIAL DEL CASO Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La Plaza Italia se ubica en Barrios Altos, dentro del perímetro declarado del Centro Histórico de Lima (inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial en 1988; límites modificados en 1991 [Unesco, 1988, 1991]). El lugar concentra tensiones representativas de los espacios patrimoniales latinoamericanos: alta carga simbólica y, simultáneamente, déficits de habitabilidad cotidiana expresados en escasez de sombra continua, fragmentación peatonal, deterioro del mobiliario e intermitencia del mantenimiento. El sector de Barrios Altos ha sido caracterizado como “sector pobre y marginado, y deteriorado en sus condiciones de habitabilidad” (Shimabukuro, 2015, p. 6) y como un territorio socialmente heterogéneo con vulnerabilidades físicas y sociales sedimentadas (Olazábal Mendoza, 2018), lo que convierte la plaza en un nodo de resiliencia cotidiana cuya degradación amplifica los riesgos más allá del espacio público.

Este artículo trata el caso como laboratorio urbano para discutir sobre el siguiente problema: ¿cómo puede un modelo operativo de lectura por capas —denominado aquí *palimpsesto tecnológico*— traducir el diagnóstico morfoambiental y microclimático de la Plaza Italia en criterios verificables de intervención (mobiliario, superficies y gestión) compatibles con su condición patrimonial?

② MARCO TEÓRICO-OPERATIVO: PALIMPSESTO TECNOLÓGICO Y PATRIMONIO PERFORMATIVO

Por *palimpsesto tecnológico* se entiende aquí un modelo de lectura por capas —material, microclimática, normativa y sociocultural— que permite interpretar un espacio urbano como sistema en reescritura continua, justificando decisiones de intervención sin erosionar la memoria del lugar. No se trata de una metáfora ornamental; es, más bien, una regla de responsabilidad técnica: si cada época reescribe el espacio según su tecnología disponible, lo decisivo, hoy, es cómo reescribir sin destruir la legibilidad histórica ni reproducir desigualdades. Este enfoque se apoya en la noción de producción social del espacio (Lefebvre, 2013 [1974]).

Desde una perspectiva de patrimonio performativo, la habitabilidad y el desempeño del espacio público son variables constitutivas del valor patrimonial, no atributos secundarios. En la Plaza Italia, la Fuente de los Tritones opera como centralidad simbólica; el bosque, como dispositivo climático e identitario; y los bordes y accesos, como reflejo de racionalidades sucesivas de movilidad y control. La intervención requiere, por lo tanto, gobernar compatibilidades entre memoria y desempeño, conforme a los marcos internacionales que articulan salvaguarda cultural y gestión del cambio urbano (Unesco, 1972, 2011), y los compromisos que demanda la instauración de espacios públicos inclusivos y resilientes (Naciones Unidas, 2015, 2017). En el contexto peruano, tal criterio se apoya en un mandato concurrente: proteger el patrimonio cultural y orientar el desarrollo urbano hacia la sostenibilidad y el bienestar (Ley 28296, 2004; Ley 31313, 2021).

Habitabilidad como desempeño tecnoespacial

En coherencia con este marco, la habitabilidad se entiende como desempeño tecnoespacial medible y discutible.

Habitar no significa únicamente *estar*; supone poder permanecer con sentido. En el espacio público, esta posibilidad se construye por acumulación de decisiones técnicas: dónde cae la sombra a las 14:00 horas en febrero, cuánto viento se acelera en una esquina, qué banca habilita encuentros y cuál induce expulsiones. Una banca bien dispuesta puede facilitar cuidados intergeneracionales; una zona de sombra puede sostener economías de proximidad; una continuidad peatonal puede reducir fricciones con el tráfico. La técnica produce, en suma, microecologías de uso cuyo efecto es social.

Este desplazamiento epistemológico exige tratar el patrimonio como lo que se ve y también como lo que funciona. Conservar no implica impedir el cambio, sino gobernarlo con trazabilidad: cada intervención debe justificar su compatibilidad patrimonial, desempeño ambiental e impacto social, de modo que los criterios sean verificables, discutibles y corregibles (Unesco, 2011).

③ **DISEÑO METODOLÓGICO: PROTOCOLO DE ANÁLISIS MORFOAMBIENTAL Y MICROCLIMÁTICO**

El estudio se estructura como caso aplicado con enfoque mixto. Integra cuatro componentes articulados: a) lectura histórico-morfológica y de cultura material mediante cartografía comparada (1900-1990) y registro fotográfico histórico; b) evaluación microclimática peatonal —UTCI, viento y temperatura superficial— en franjas horarias críticas (11:00-15:00 h) para los escenarios estacionales de febrero, mayo y agosto, simulada en Autodesk Forma a escala peatonal (1-2 m); c) observación sistemática y registro de uso (densidad de usuarios, patrones de permanencia y tránsito); y d) síntesis del diagnóstico en criterios verificables de intervención, expresados como protocolo de diseño y mantenimiento.

La operacionalización de variables consideró la definición de indicadores, alturas de medición, referencias normativas e instrumentos de registro, integrando criterios de comparabilidad espacial y temporal para el análisis del desempeño urbano a escala peatonal. El enfoque combina simulación, mediciones puntuales y observación, con el propósito de identificar patrones comparables de desempeño a escala peatonal y derivar criterios proyectuales verificables. En particular, la modelación microclimática se interpreta como base para contrastes espaciales y temporales (no como predicción termohigrométrica de alta resolución). Respecto a la materialidad, las decisiones de albedo y comportamiento superficial se integran como criterios proyectuales complementarios, cuya verificación se puede robustecer mediante posteriores campañas de monitoreo. En conjunto, el protocolo posibilita la continuidad metodológica entre diagnóstico, diseño y seguimiento del desempeño.

④ **DIAGNÓSTICO DE LÍNEA BASE: MORFOLOGÍA URBANA, CULTURA MATERIAL Y ESTRATIGRAFÍA ESPACIAL**

La memoria del hábitat se expresa como una matriz de decisiones técnicas sedimentadas que organizan accesos, materialidad de pavimentos, disposición del arbolado, centralidades y condiciones de estancia. En la Plaza Italia, esta

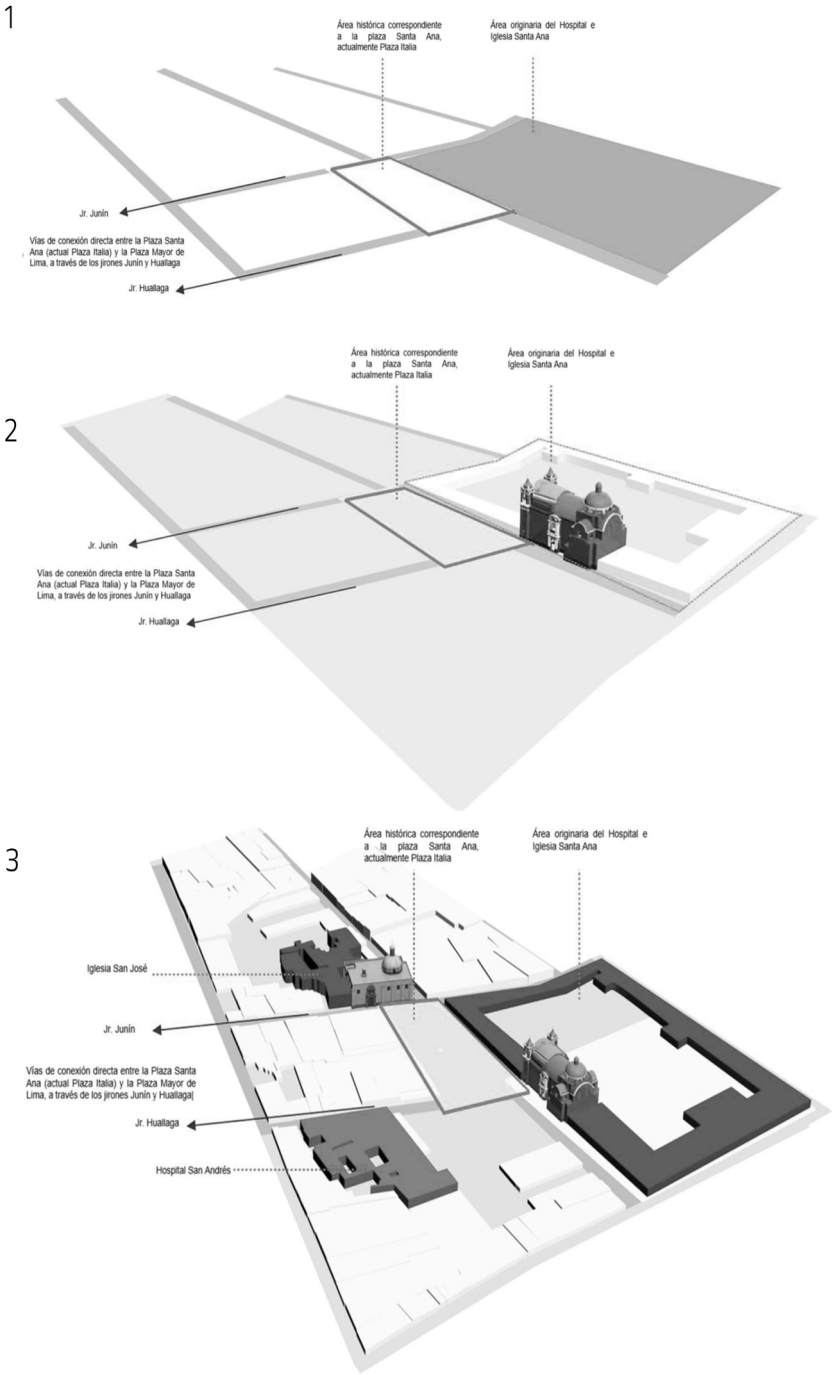
matriz se reconoce en su evolución desde la antigua Plaza Santa Ana y en su articulación con el hospital e iglesia de Santa Ana, y con los jirones que la conectan al sistema del Centro Histórico. El bosque y la fuente operan como dispositivos de habitabilidad: regulan orientación, sombra, percepción y encuentro; y la Fuente de los Tritones funciona como artefacto de centralidad y sociabilidad en el conjunto de plazas históricas (Pérez Díaz, 2022). La reescritura del lugar por políticas urbanas y usos cotidianos se inscribe en un entorno socialmente heterogéneo, donde coexisten múltiples modos de habitar; en otros términos, «existen muchas maneras de ser limeño» (Aguirre y Panfichi, 2013, p. 13). Esta pluralidad es un dato operativo para el diseño: una intervención que imponga un usuario ideal tiende a desarticular la ecología social que sostiene la vida barrial.

Transformación socioespacial: estratigrafía por capas (1900-2024)

La lectura estratigráfica distingue cuatro momentos relevantes. Primero, la formación del entorno a partir de equipamientos que articulan lo religioso-asistencial y la vida barrial, con los ejes de las calles Junín-Huallaga como conectores con el Centro Histórico (Figura 1); segundo, la consolidación republicana, cuando el espacio adopta una configuración con vegetación formal, senderos y mobiliario como lugar de encuentro; tercero, la modernización urbana, que reorganiza flujos e introduce racionalidades de control y movilidad, modificando bordes y accesos; y cuarto, la etapa contemporánea, marcada por discontinuidades de mantenimiento, sustitución por piezas genéricas de baja performance y aumento de superficies duras. Estas transiciones explican por qué la forma, los bordes y la materialidad actuales condicionan la permanencia y la habitabilidad del espacio público.

► Figura 1

Síntesis histórico-volumétrica y morfológica del hábitat urbano de la Plaza Santa Ana (actual Plaza Italia). Articulación con el hospital e iglesia de Santa Ana y ejes Junín-Huallaga de conexión con la Plaza Mayor de Lima. Elaboración a partir de cartografía histórica de Lima (Bromley y Barbagelata, 1945; Sadá, 1872), planos del Patrimonio Monumental de la FAUA y fuentes consultadas en el Archivo Topográfico de la Municipalidad de Lima y la Biblioteca Nacional del Perú.



Lima y derribó murallas expresa cambios tecnológico-territoriales decisivos, en tanto que «liberaron al núcleo fundacional de su encierro» (Navarro Giménez, 2017, p. 4): la ciudad pasa de operar como recinto a estructurarse como red, y las plazas asumen un rol nodal en ese sistema de circulación ampliado.

En la condición contemporánea (Figura 3), la lectura aérea evidencia que los beneficios de la infraestructura verde y azul dependen tanto del diseño como de su gestión: incorporar vegetación o agua no basta si no se consideran la movilidad, la seguridad y el mantenimiento (Kimic y Ostrysz, 2021). La presencia de agua —fuentes y artefactos hidráulicos— puede operar como infraestructura azul que regula la percepción ambiental y aporta bienestar (White et al., 2020). En este sentido, el desempeño ambiental de la plaza no depende únicamente de la incorporación de elementos naturales; también está supeditado a la capacidad de estos para mantenerse operativos en el tiempo y sostener condiciones de confort, permanencia y uso cotidiano. Por ello, la regeneración debe concebirse como un proceso continuo de gestión y adaptación, y no como una intervención puntual.

► **Figura 3**
Síntesis del hábitat urbano contemporáneo de la Plaza Italia: lectura aérea de la concentración de áreas verdes en el núcleo monumental, el predominio de pavimentos rígidos y la presión del flujo vehicular perimetral sobre el uso social del espacio público. Elaboración a partir de la lectura aérea contemporánea y el contraste con material fotográfico sobre intervenciones recientes en el espacio público.





► **Figura 4**

Emplazamiento y entorno urbano inmediato de la Plaza Italia en el Centro Histórico de Lima: delimitación del área de intervención y su articulación con la trama del Centro Histórico. Adaptada del plano del Plan Maestro del Centro Histórico de Lima 2035 (Prolima), delimitando el emplazamiento y entorno inmediato de la Plaza Italia.

La resiliencia climática no se reduce a incorporar áreas verdes; exige reconocer que la Plaza Italia funciona como microclima urbano condicionado por su emplazamiento y las presiones del entorno inmediato (Figura 4). Los factores físicos del contexto circundante inciden directamente sobre la habitabilidad térmica, la ventilación y la radiación a escala peatonal. El enfoque de palimpsesto tecnológico asume una condición sociotécnica en la que sombra, vegetación, iluminación y materialidad del suelo interactúan con prácticas de uso: habilitan los encuentros, condicionan la legibilidad nocturna y afectan la accesibilidad.

Evaluación microclimática: UTCI, viento y habitabilidad peatonal

La evaluación se apoya en el Universal Thermal Climate Index (UTCI) como referencia para estimar el estrés térmico percibido. Este índice expresa una temperatura equivalente que integra variables atmosféricas relevantes; entre ellas, la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación (Jendritzky et al., 2012). El registro y el análisis de estas condiciones se desarrollaron conforme a criterios instrumentales compatibles con la norma ISO 7726 (1998) para mediciones a escala peatonal. Esta articulación entre

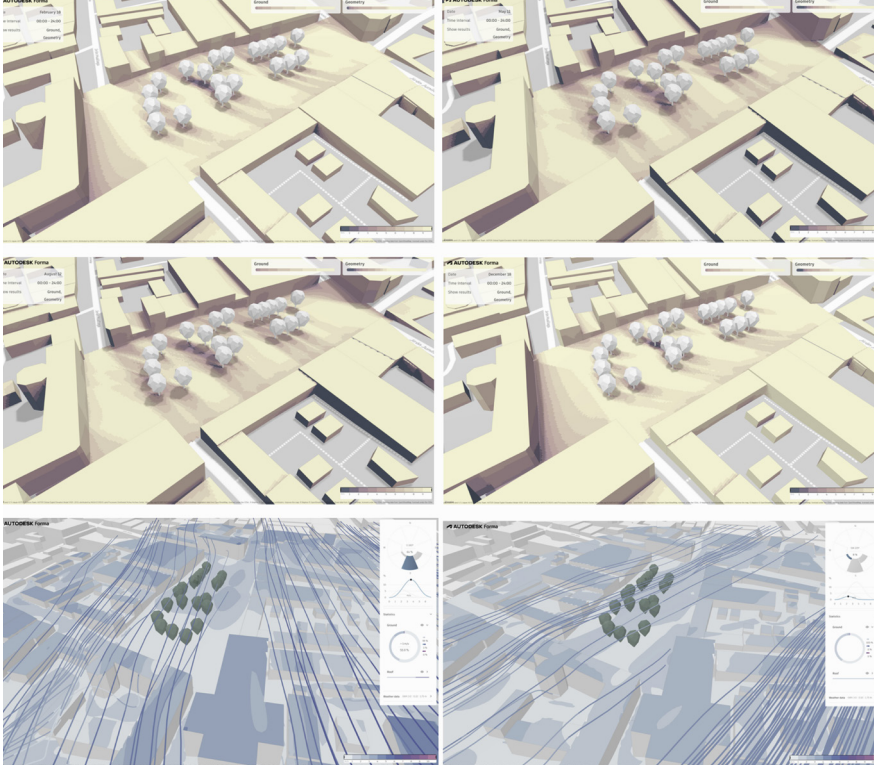
simulación, observación y referencias normativas permite que el diagnóstico microclimático sea verificable, comparable y susceptible de ajustes en futuras fases de monitoreo.

A escala peatonal (1-2 m), el modelo UTCI en Autodesk Forma permite identificar gradientes espaciales de confort y estrés térmico con alcance comparativo (Figura 5). En el escenario crítico de febrero (14:00 h), la mayor parte de la superficie registra calor moderado (26-32 °C) bajo viento estándar de 1 m/s. Las acumulaciones térmicas más intensas se localizan en bordes asfaltados, pavimentos impermeables y accesos expuestos a radiación directa. El dosel arbóreo central atenúa el UTCI hacia 26-28 °C, configurando microzonas de refugio térmico; sin embargo, la sombra es fragmentada e insuficiente para sostener estancias prolongadas, lo que refuerza un patrón orientado al tránsito. La geometría perimetral induce corredores de aceleración en flancos expuestos y calma relativa en el interior.

En mayo, el campo térmico se homogeniza (24-30 °C): la reducción de contrastes amplía la ventana operativa para usos sociales más prolongados, pero el análisis evidencia que el déficit principal es infraestructural y no estrictamente climático. La carencia de mobiliario estratégico y vegetación continua impide traducir el equilibrio térmico disponible en condiciones efectivas de permanencia y uso. En agosto predomina una estabilidad térmica con menor estrés, pero emerge un condicionante aerodinámico relevante: la configuración volumétrica circundante limita la circulación transversal del viento y genera áreas de ventilación reducida. Aun en meses de menor radiación, la materialidad del suelo continúa influyendo en las condiciones térmicas de uso y permanencia del espacio público.

► **Figura 5**

Lectura microclimática integrada de la Plaza Italia: análisis de confort térmico (UTCI) y dinámica del viento a escala peatonal en escenarios estacionales y condición crítica. La figura integra seis subfiguras: a) confort térmico, febrero; b) confort térmico, mayo; c) confort térmico, agosto; d) análisis de confort eólico; e) comportamiento del viento y trayectorias predominantes; y f) escenario de mayor intensidad eólica. Simulaciones realizadas en Autodesk Forma, considerando el modelado volumétrico del entorno inmediato y la vegetación existente. La escala cromática representa rangos de estrés térmico (UTCI) y niveles relativos de velocidad del viento a 1,5 m sobre el nivel de suelo.



En consecuencia, la infraestructura climática debe evaluarse por la geometría de la sombra útil, y no por el número absoluto de árboles; esto es, por su continuidad espacial y temporal sobre zonas de estancia y accesos, y su interacción con corredores de ventilación y materialidad superficial. La estrategia microclimática combina: a) continuidad de sombra mediante arbolado estructurado y dispositivos ligeros compatibles con el contexto patrimonial; b) preservación de corredores de ventilación evitando barreras macizas; y c) selección proyectual de superficies con desempeño térmico adecuado al régimen climático y a la legibilidad histórica del lugar.

⑤ **CRITERIOS DE INTERVENCIÓN: CIRCULARIDAD MATERIAL, MOBILIARIO SITUADO Y MANUFACTURA ADITIVA**

Confort ambiental, seguridad percibida y conectividad peatonal

La resiliencia climática se consolida cuando mejora la habitabilidad para una pluralidad de usuarios: residentes, trabajadores de proximidad, adultos mayores, niños y visitantes. En contextos de desigualdad, el espacio público cumple funciones compensatorias al proveer sombra, asiento y oportunidades de encuentro; su deterioro implica pérdida estética y debilitamiento de infraestructura social. La percepción de seguridad resulta decisiva: la ilu-

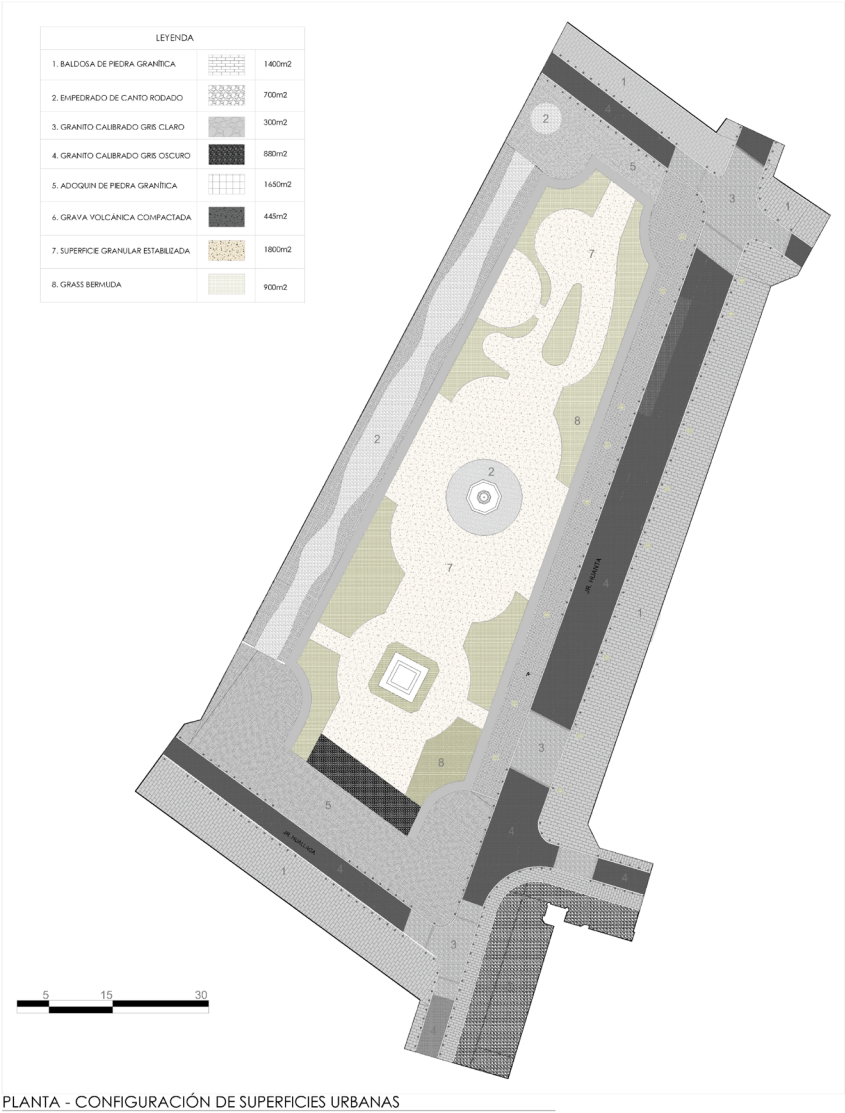
minación influye en el uso de exteriores y en la percepción de seguridad, y son elementos críticos la uniformidad, la legibilidad y el control del deslumbramiento (Kaplan et al., 2021; Trop et al., 2023). En un centro histórico, el alumbrado debe equilibrar el uso nocturno y el respeto patrimonial. La continuidad peatonal articula clima y seguridad: los recorridos fragmentados incrementan la exposición térmica, obligan a cruces riesgosos y debilitan la legibilidad espacial.

Circularidad material y metabolismo urbano

Si el palimpsesto tecnológico exige gobernar capas, la economía circular exige gobernar ciclos. Desde la perspectiva *cradle to cradle*, los materiales y componentes deben diseñarse para que su ciclo de vida continúe como insumo en nuevos procesos, evitando convertirse en residuos (McDonough y Braungart, 2002). En plazas históricas, una intervención circular es aquella que puede incorporarse sin destruir estratos previos, corregirse sin trauma y actualizarse sin sacrificar memoria. El manejo de residuos de construcción se vincula directamente con la sostenibilidad del desarrollo urbano (Alsheyab, 2021); en este marco, el mantenimiento deja de ser una acción reactiva y se convierte en política de gestión de activos urbanos.

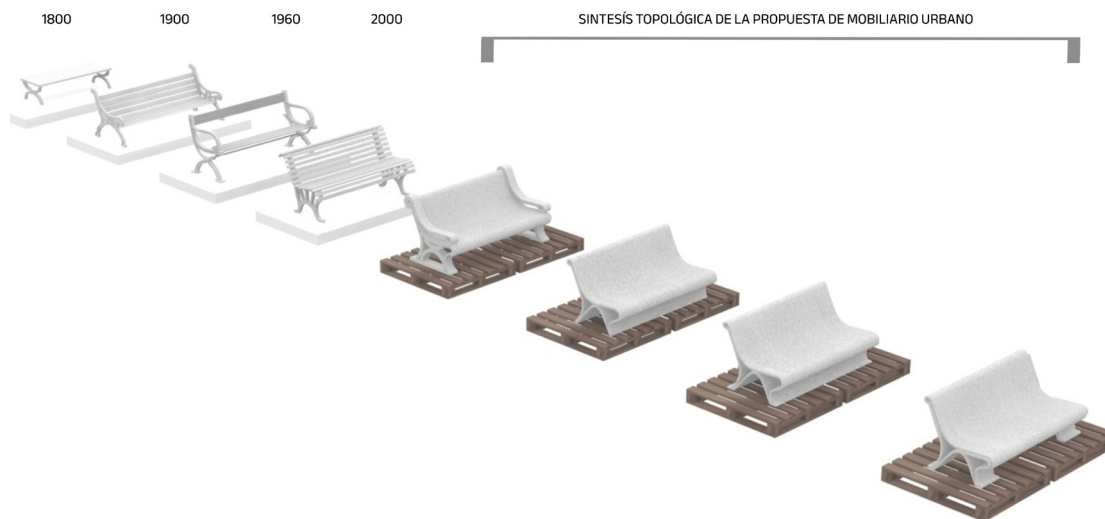
Conviene distinguir ciclos biológicos (materiales reintegrables a la biosfera: vegetación, suelos) de ciclos técnicos (materiales en sistemas industriales: metales, piezas modulares). El bosque urbano pertenece a los primeros: requiere suelo, riego, poda y manejo fitosanitario; su aporte climático es alto, pero su continuidad depende de la capacidad de gestión. El mobiliario y los pavimentos se inscriben en ciclos técnicos: su sostenibilidad se juega en la modularidad, reparabilidad y disponibilidad de repuestos. Este enfoque fortalece el patrimonio al reducir la necesidad de intervenciones agresivas y aumentar la capacidad de adaptación incremental. La planta de ciclos materiales y superficies urbanas permite pasar de una circularidad «declarativa» a una circularidad especializada (Figura 6): identifica dónde se producen entradas (agua, energía, mantenimiento), dónde se concentran desgastes (recorridos, bordes, zonas de estancia) y dónde conviene ubicar componentes reversibles. En un espacio patrimonial, esta lectura no se limita a «qué material usar», sino a cómo y dónde se gestionará su vida útil: las superficies con alta fricción social requieren soluciones reparables y tolerantes al daño; las áreas de permanencia demandan acabados térmicamente más benignos; y los elementos que median accesos o flujos deben poder desmontarse sin afectar la legibilidad histórica. En tal sentido, la planta opera como instrumento de coordinación entre el desempeño ambiental, el mantenimiento y la compatibilidad patrimonial.

A partir de esta cartografía, la intervención puede formularse como un sistema de componentes y uniones más que como «obra cerrada»: módulos de pavimento y mobiliario con fijaciones registrables, piezas estandarizadas para reposición y un repertorio limitado de materiales con especificaciones claras de procedencia, mantenimiento y fin de vida. Con ello se habilita un seguimiento verificable: cada zona puede asociarse a rutinas de limpieza,



► **Figura 6**
Planta de ciclos materiales y superficies urbanas de la Plaza Italia. Síntesis material y cromática de superficies urbanas, articulando compatibilidad patrimonial, accesibilidad y criterios de confort ambiental.

reparación y sustitución programada, y a indicadores simples —frecuencia de reposición, disponibilidad de repuestos, tasa de recuperación de componentes— que permiten evaluar si la plaza gana o pierde desempeño con el tiempo. Así, el enfoque deja de ser solo un principio ambiental y se convierte en una estrategia de conservación activa, capaz de reducir intervenciones invasivas y sostener ajustes progresivos sin degradar el carácter del lugar.



► **Figura 7**

Síntesis tipológica y mobiliario en geopolímero impreso en 3D para la Plaza Italia. Elaboración a partir de criterios de extrusión y control de mezcla en manufactura aditiva, considerando reología, adherencia interlamina y durabilidad en intemperie (Amran et al., 2021; Barve et al., 2023; Buswell et al., 2018).

Mobiliario situado: diseño para la permanencia

En la Plaza Italia, el mobiliario urbano opera como sistema integrado que estructura usos y condiciona el microclima local, no como elemento accesorio. La calidad del espacio público se expresa en la disposición de elementos que favorecen la permanencia: asientos ubicados según sombra disponible y flujos de uso, apoyos para estancias breves, bordes que permitan observar sin exposición directa (Gehl, 2011; Whyte, 1980). En un contexto patrimonial, el mobiliario no puede ser genérico: debe dialogar con la memoria del sitio —ejes, centralidades, ritmos de bordes— sin caer en mimesis historicista. La intervención debe recuperar la idea de mobiliario situado: la ubicación y la configuración de cada elemento responden a la estructura espacial y a los patrones de uso que caracterizan la plaza (Figura 7). Su distribución se plantea en función de centralidades, recorridos y áreas de permanencia identificadas en el diagnóstico, estableciendo una correspondencia explícita entre organización espacial y localización del equipamiento urbano.

La red de mobiliario se estructura a partir de la memoria del bosque y la fuente (Figura 8): la fuente constituye un centro simbólico que el mobiliario refuerza sin bloquear, habilitando encuentros laterales; el bosque demanda continuidad de sombra y espacios de pausa en su perímetro; y en los bordes con mayor estrés térmico, el mobiliario se dispone bajo sombra o se complementa con dispositivos porosos de protección. La distribución reconoce la pluralidad de usuarios y evita jerarquías que excluyan a residentes o visitantes. Con ello, la propuesta consolida un sistema de estancia legible y continuo, donde el centro simbólico y el dosel vegetal ordenan la disposición sin obstruir visuales ni interrumpir reco-



► **Figura 8**

Estructura tecnoambiental del hábitat en la Plaza Italia: sombra, permanencia y convivencia. Síntesis integradora de memoria espacial (bosquete/fuente), infraestructura de sombra útil y red de permanencias, articulada con los hallazgos microclimáticos y de uso.

rridos. Además, la configuración permite verificar la coherencia entre criterios microclimáticos, jerarquía espacial y decisiones de ubicación del mobiliario, asegurando la compatibilidad patrimonial y la operatividad cotidiana.

Manufactura aditiva con geopolímero: durabilidad y transferencia

La manufactura aditiva aparece como una posibilidad acotada: no para construir la plaza mediante impresión 3D, sino para fabricar piezas de mobiliario con geometrías ajustadas al sitio, la modularidad y el potencial de reparación o refabricación. Esta tecnología resulta relevante por su capacidad de reducir el desperdicio material y de habilitar nuevas formas, aunque enfrenta desafíos de estandarización, control de calidad y transferencia (Buswell et al., 2018; Wilson et al., 2023). En un espacio patrimonial, solo resulta pertinente si se subordina a la compatibilidad, reversibilidad y mantenimiento.

Los geopolímeros se proponen como alternativa con menor huella de carbono respecto al cemento Portland en ciertos escenarios, con variaciones según los precursores y las cadenas de suministro (Neupane, 2016; Provis y Van Deventer, 2009) (Cuadro 1). En cuanto a durabilidad, se documentan desafíos y oportunidades del concreto geopolimérico ante distintas condiciones de exposición (Amran et al., 2021). La impresión 3D con geopolímeros exige un control preciso de las propiedades reológicas y una evaluación sistemática del material extruido (Barve et al., 2023). Estas referencias delimitan una agenda de verificación, no un optimismo automático (Cuadro 2).

En la Plaza Italia, la manufactura aditiva se propone como componente de un sistema híbrido: piezas impresas en los casos donde la geometría y la modu-

► **Cuadro 1**
Estimación comparada de carbono incorporado en mobiliario y pavimentos: escenario base versus alternativas. Elaboración basada en estimaciones preliminares de carbono incorporado empleando unidades funcionales equivalentes y factores de emisión típicos reportados en la literatura para concreto convencional, geopolímeros y sistemas de pavimentación, útiles para contrastar órdenes de magnitud sin sustituir un análisis de ciclo de vida (ACV) con inventarios locales.

Componente	Escenario (cant.)	Factor de emisión (ref.)	Emisiones
Banca, Cemento Portland Ordinario	Convencional (0,153 m ³)	300 kg CO ₂ e/m ³	≈ 46 kg CO ₂ e
Banca, geopolímero 3D	Alternativa (0,153 m ³)	90 kg CO ₂ e/m ³	≈ 14 kg CO ₂ e
Ahorro banca	OPC → Geopolímero	—	≈ 32 kg CO ₂ e
Pavimento asfáltico	Base (2500 m ²)	40 kg CO ₂ e/m ²	≈ 100 000 kg CO ₂ e
Pavimento alternativo	50% (1250 m ²)	25 kg CO ₂ e/m ²	≈ 31 250 kg CO ₂ e
Ahorro pavimento	Base → Alternativa (50%)	—	≈ 18 750 kg CO ₂ e

laridad ofrecen ventajas específicas, combinadas con técnicas convencionales donde estas resulten más adecuadas. Las piezas se conciben para desmontaje, reposición y refabricación mediante módulos reemplazables y uniones accesibles, reduciendo residuos y evitando la dependencia de un único ciclo de proyecto. Su viabilidad a largo plazo requeriría una articulación con las capacidades locales —talleres, universidad y protocolos de control de calidad— para asegurar la transferencia tecnológica. El diseño busca dialogar con las proporciones, los ejes y las geometrías del sitio, de modo que la nueva capa resulte legible, reversible y respetuosa de la memoria del lugar.

⑥ **DISCUSIÓN: EXTERNALIDADES, LÍMITES DEL ENFOQUE Y AGENDA DE INVESTIGACIÓN**

El palimpsesto tecnológico como modelo operativo tiene alcances definidos. Su principal fortaleza reside en articular la teoría urbana crítica con el diagnóstico técnico verificable —UTCI, análisis eólico, estratigrafía morfológica— en un marco que orienta las decisiones proyectuales. Sin embargo, el modelo tiene límites que deben declararse. Primero, la evaluación microclimática es *ex ante*: los gradientes UTCI identificados son patrones robustos a escala comparativa, no predicciones de alta resolución; la confirmación requeriría mediciones *in situ* prolongadas; segundo, la introducción de materiales alternativos (geopolímeros) y tecnologías de fabricación aditiva implica una agenda de verificación que excede el alcance de este artículo; tercero, el modelo no resuelve por sí solo los problemas de gobernanza y financiamiento

del mantenimiento, que son condiciones de posibilidad de cualquier intervención sostenida.

La regeneración urbana puede producir efectos no deseados. En ciudades desiguales, las mejoras ambientales pueden incrementar el valor del suelo y activar procesos de desplazamiento, discutidos como *gentrificación verde* (Anguelovski et al., 2022) y riesgo de desposesión habilitada por soluciones basadas en naturaleza sin criterios de justicia (Anguelovski y Corbera, 2023). En Barrios Altos esta advertencia es especialmente pertinente: mejorar un espacio público sin proteger permanencias sociales puede convertir la regeneración en vector de exclusión. La circularidad debe acompañarse de gobernanza social: reglas de uso, mantenimiento y monitoreo de patrones de permanencia. La Ley 31313 orienta la gestión urbana hacia el bienestar colectivo y la equidad territorial; en la Plaza Italia, esto exige incorporar accesibilidad universal, estancias para distintas edades y protección de la vida barrial.

Las líneas de investigación que se abren a partir de este trabajo incluyen: a) mediciones longitudinales de UTCI y uso para validar el diagnóstico *ex ante*; b) ensayos de imprimibilidad y durabilidad de geopolímeros en condiciones climáticas limeñas; c) evaluación de impacto social posintervención mediante indicadores de permanencia y diversidad de uso; y d) articulación del modelo de palimpsesto tecnológico con otros casos del Centro Histórico de Lima para verificar su transferibilidad.

⑦ CONCLUSIONES

La Plaza Italia evidencia que, en centros históricos, la vulnerabilidad del espacio público no se explica por un único déficit —climático o patrimonial—, sino por la desalineación entre forma urbana, mantenimiento y régimen de uso. Los resultados sugieren que el deterioro se acelera cuando las piezas de soporte cotidiano —sombra efectiva, superficies de estancia, iluminación y mobiliario— pierden continuidad operativa: la plaza deja de funcionar como infraestructura de convivencia y pasa a operar como superficie de tránsito, reduciendo la permanencia y debilitando su capacidad de producir seguridad y encuentro. En este marco, lejos de limitarse a describir etapas, la lectura histórico-morfológica permite identificar puntos de irreversibilidad práctica: momentos en los que la sustitución de elementos por soluciones genéricas disminuye la compatibilidad entre memoria material y desempeño.

La evaluación microclimática y de uso permite sostener un hallazgo clave: el problema principal no es «más o menos calor»; es, más bien, la distribución espacial de oportunidades de confort. Incluso cuando el campo térmico se homogeniza, la falta de infraestructura de estancia impide transformar las condiciones potencialmente favorables en una permanencia efectiva; y cuando el estrés disminuye, emergen condicionantes aerodinámicos y de borde que restringen la ventilación y la calidad de los recorridos. Esto posiciona la sombra útil y la ventilación porosa como geometrías de desempeño: continuidad temporal, continuidad espacial y relación con zonas de estancia, accesos y cruces, articuladas con material-

dad superficial; es decir, no como atributos decorativos. En términos de proyecto, el desempeño se define por configuraciones —dosel, borde, vacíos, superficies— más que por conteos absolutos de elementos.

En materialidad y mantenimiento, el artículo implica un segundo aporte operativo: en un entorno patrimonial, la sostenibilidad depende menos de la «novedad» del material y más de su capacidad de reposición, reparación y trazabilidad logística. La circularidad se vuelve relevante cuando se expresa como un sistema de componentes, uniones y repuestos —no como un principio abstracto—, capaz de sostener ajustes incrementales sin recurrir a obras invasivas. En tal sentido, la intervención se concibe como arquitectura de mantenimiento: un conjunto de decisiones proyectuales que anticipan desgaste, definen rutinas, controlan sustituciones y reducen incertidumbre en la operación municipal. Este enfoque es particularmente pertinente para plazas históricas, donde el costo del error constructivo se traduce en pérdida de legibilidad, conflictos de uso y ciclos de deterioro.

Finalmente, el estudio plantea que la discusión patrimonial se robustece cuando se vuelve auditiva: los criterios se presentan como hipótesis verificables que pueden debatirse con evidencia compartible entre actores —vecinos, comerciantes, municipalidad y entidades culturales—, y no como preferencias. Con esta lógica, la intervención se justifica por su capacidad de sostener compatibilidad y desempeño a lo largo del tiempo, evitando dinámicas de valorización excluyente y detectando tempranamente externalidades, incluida la desposesión simbólica. En consecuencia, el cierre de este artículo, más que un «listado de recomendaciones», es la formalización de un mecanismo de control: un protocolo de seguimiento que operacionaliza variables, estándares e instrumentos para monitorear microclima, iluminación, materialidad y uso, habilitando ajustes y responsabilidades explícitas (Cuadro 2).

Indicador	Norma / referencia	Medición (instrumento + altura + cuándo)	Puntos fijos
Iluminancia (lx)	RNE EC.020; EN 13201-4	Luxómetro; 0,20-0,30 m; 19:00-22:00; alumbrado normal; sin lluvia/neblina.	Malla por recintos (plaza, bordes, accesos) codificada en mapa.
Microclima peatonal (T°, HR, viento)	ISO 7726; ASHRAE 55	Estación/sensores; T°+HR 1,10 m; viento 1,50-1,75 m; 11:00-15:00 (verano/invierno).	Puntos en sol, bajo árboles y bordes edificados; mismos recintos.
Confort térmico (UTCI)	UTCI (Jendritzky et al., 2012); ISO 7726	Cálculo con T°, HR, viento y Tr/radiación; mismas campañas del microclima; por categorías.	Mismos puntos del microclima (comparabilidad temporal).
Temperatura superficial	Metodología: isla de calor urbana	Termómetro IR/termografía; ≈1,50 m; 11:00-15:00; cielo despejado/parcial.	Pavimento al sol/sombra + mobiliario; marcado en mapa.
Densidad de usuarios (pers./100 m²)	Observación tipo Gehl	Conteo manual/app + foto/video; franjas punta/valle; hábil y fin de semana.	Puntos de observación por recinto; siempre los mismos.

► **Cuadro 2**
Protocolo integrado de medición microclimática, lumínica y de uso para seguimiento del desempeño urbano. Sustentado en normativa y estándares técnicos para medición de iluminancia y variables microclimáticas a escala peatonal, cálculo de confort térmico exterior (UTCI) y procedimientos de observación sistemática del uso del espacio público.

REFERENCIAS

- Aguirre, C. y Panfichi, A. (2013). *Lima, siglo XX: cultura, socialización y cambio*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Alsheyab, M. A. T. (2021). Recycling of construction and demolition waste and its impact on climate change and sustainable development. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19, 2129-2138. doi:10.1007/s13762-021-03217-1
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (2023). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2023: thermal environmental conditions for human occupancy*. ASHRAE.
- Amran, M., Debbarma, S., Ozbakkaloglu, T., Rashid, R. S. M., Hejara, M., Murali, G. y Fediuk, R. (2021). *Long-term durability properties of geopolymer concrete: an in-depth review*. Case Studies in Construction Materials.
- Angelovski, I., Connolly, J. J. T., Pearsall, H., Shokry, G., García-Lamarca, M. y Cole, H. (2022). Green gentrification in European and North American cities. *Nature Communications*, 13. doi:10.1038/s41467-022-31572-1
- Angelovski, I. y Corbera, E. (2023). Integrating justice in Nature-Based Solutions to avoid nature-enabled dispossession. *Ambio*, 52(1), 45-53. https://doi.org/10.1007/s13280-022-01771-7
- Barve, P., Bahrami, A. y Shah, S. (2023). Geopolymer 3D printing: a comprehensive review on rheological and structural performance assessment, printing process parameters, and microstructure. *Frontiers in Materials*, 10. doi:10.3389/fmats.2023.1241869
- Bromley, J. y Barbagelata, J. (1945). *Evolución urbana de la ciudad de Lima*. Talleres Gráficos de la Editorial Lumen S.A. https://books.google.com.pe/books?id=XmN9AAAAMAAJ&printsec=frontcover
- Buswell, R. A., Leal de Silva, W. R., Jones, S. Z. y Dirrenberger, J. (2018). 3D printing using concrete extrusion: a roadmap for research. *Cement and Concrete Research*, 112, 37-49. doi:10.1016/j.cemconres.2018.06.008
- Congreso de la República del Perú (2004, 22 de julio). Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (Ley 28296). *Diario Oficial El Peruano*.
- Congreso de la República del Perú (2021, 25 de julio). Ley de Desarrollo Urbano Sostenible (Ley 31313). *Diario Oficial El Peruano*.
- European Committee for Standardization (2015). *EN [European Norm] 13201-4:2015: Road lighting. Part 4: Methods of measuring lighting performance*. Comité Europeo de Normalización (CEN).
- Gehl, J. (2011). *Life between buildings: using public space* (6.ª ed.). Island Press.
- International Organization for Standardization (1998). *ISO 7726: 1998. Ergonomics of the thermal environment. Instruments for measuring physical quantities*. ISO.
- Jendritzky, G., de Dear, R. y Havenith, G. (2012). UTCI. Why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56(3), 421-428. doi:10.1007/s00484-011-0513-7
- Kaplan, J., Chalfin, A. y LaForest, M. (2021). Ambient lighting, use of outdoor spaces and perceptions of public safety: evidence from a survey experiment. *Journal of Quantitative Description: Digital Media*, 1, 1-31. doi:10.51685/jqd.2021.006
- Kimic, K. y Ostrysz, K. (2021). Assessment of blue and green infrastructure solutions in shaping urban public spaces. Spatial and functional, environmental, and social aspects. *Sustainability*, 13(19), 11041. doi:10.3390/su131911041
- Lefebvre, H. (2013) [1974]. *La producción del espacio* (E. Martínez Gutiérrez, trad.). Capitán Swing.
- León García, M. del C. (2013). Las fuentes de agua y las plazas públicas. Agua potable en la ciudad de México al finalizar el siglo XVIII. *Boletín de Monumentos Históricos* (3.ª época), 27, 77-91.
- McDonough, W. y Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. North Point Press.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Norma Técnica EC.020: redes de alumbrado público.
- Naciones Unidas (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1).
- Naciones Unidas (2017). *New Urban Agenda* (A/RES/71/256).
- Navarro Giménez, F. J. (2017). Del derribo de la muralla a los tranvías electrificados: elementos para la modernización urbana de la ciudad de Lima, 1869-1910. *Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 22(1199). http://www.ub.es/geocrit/b3w-1199.pdf
- Neupane, K. (2016). Fly ash and GGBFS based powder-activated geopolymer binders: a viable sustainable alternative of Portland cement in the future. *Materials Today: Proceedings*, 3(9), 2850-2856. doi:10.1016/j.matpr.2016.07.268
- Olazábal Mendoza, V. (2018). Estrategias para interrumpir trampas de riesgo en Barrios Altos: caso Quinta Baselli. *Limaq*, 4.
- Pérez Díaz, T. (2022). La Fuente de los Tritones en la Plaza de Santa Ana (1868-1872). En O. Esquivel Ortiz (Ed.), *Monumentos en el Bicentenario*. Centro Histórico de Lima, siglo XIX (pp. 375-387). Municipalidad Metropolitana de Lima, Prolima.
- Provis, J. L. y Van Deventer, J. S. J. (2009). *Geopolymers: structures, processing, properties and industrial applications*. Woodhead Publishing.

- Sadá, L. (1872). Plano topográfico de la ciudad de Lima. Modificado y aumentado con nuevos cuarteles, manzanas, calles, alamedas y edificios públicos [Mapa]. Colección de Mapas y Planos de la Biblioteca Nacional del Perú (CMPBNP), Biblioteca Nacional del Perú, Lima, Perú.
- Shimabukuro, A. (2015). Barrios Altos: caracterización de un conjunto de barrios tradicionales en el marco del Centro Histórico de Lima. *Revista de Arquitectura*, 17(1), 6-17.
- Trop, T., Tavory, S. S. y Portnov, B. A. (2023). Factors affecting pedestrians' perceptions of safety, comfort, and pleasantness induced by public space lighting: a systematic literature review. *Environment and Behavior*, 55(10), 1520-1551. doi:10.1177/00139165231163550
- Unesco (1972). *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*.
- Unesco (1988). *Historic Centre of Lima*. Inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial.
- Unesco (1991). *Historic Centre of Lima (Boundary Modification)*. World Heritage List.
- Unesco (2011). *Recommendation on the Historic Urban Landscape*.
- White, M. P., Elliott, L. R., Gascon, M., Roberts, B. y Fleming, L. (2020). *Blue space, health and well-being: a narrative overview and synthesis of potential benefits*. Environmental Research. doi:10.1016/j.envres.2020.110169
- Whyte, W. H. (1980). *The social life of small urban spaces*. Project for Public Spaces.
- Wilson, T. T., Mativenga, P. T. y Marnewick, A. L. (2023). *Sustainability of 3D printing in infrastructure development*. Procedia CIRP. doi:10.1016/j.procir.2023.08.035
- Van de Guchte, M. (1990). *Carving the World: Inca Monumental Sculpture and Landscape* [tesis de doctorado, University of Illinois, Urbana-Champaign].