Healing Nature, Innovating Hospitals: A Systematic Review of Clinical Evidence and Innovation Potential in Hospital Infrastructure

Nicole Yeraldi Burgos Aguilar, Bach.[1]; Oliver Briam Navarro Viera, Mg.[2]
[1,2]*Universidad Privada del Norte, Perú,* [1]N00370544@upn.pe, [2]oliver.navarro@upn.pe
[1,2]*Grupo de Investigación SIGNA*

Abstract– ***Hospital infrastructure faces the challenge of incorporating design strategies that promote the health and well-being of its users while supporting improvements in the planning of healthcare environments. This systematic review, guided by PRISMA 2020 and based exclusively on Scopus, synthesized 21 studies published between 2020 and 2026 on biophilic design criteria—natural light, views of nature, therapeutic gardens, and multisensory stimuli—and their relationship with clinical, psychological, and neurophysiological outcomes. The included studies reported favorable associations between selected biophilic interventions and outcomes such as hospital length of stay, analgesic use, stress, satisfaction, and physiological responses. In one included study, hospital stay was reduced by up to 3.67 days and analgesic use by up to 61%; these magnitudes should not be interpreted as effects generalizable to the body of evidence as a whole. The heterogeneity of interventions, populations, and methodological designs limits causal inference and the extrapolation of results. From a hospital-planning perspective, the findings suggest that biophilic design may represent a potential pathway for incremental innovation in healthcare infrastructure; however, its organizational contribution, cost-effectiveness, and feasibility require specific evaluation. No studies conducted in Latin America were identified within the included sample, highlighting a regional gap in the evidence retrieved under the applied search criteria and reinforcing the need for context-specific primary research in the region.***

Keywords-- ***Biophilic design; healing environments; sustainable innovation; hospital infrastructure; PRISMA systematic review.***

Naturaleza que cura, hospitales que innovan: revisión sistemática de la evidencia clínica y del potencial de innovación en infraestructura hospitalaria

Nicole Yeraldi Burgos Aguilar, Bach.[1]; Oliver Briam Navarro Viera, Mg.[2]
[1,2]*Universidad Privada del Norte, Perú,* [1]N00370544@upn.pe, [2]oliver.navarro@upn.pe
[1,2]*Grupo de Investigación SIGNA*

Resumen– ***La infraestructura hospitalaria enfrenta el desafío de incorporar estrategias de diseño que promuevan la salud y el bienestar de sus usuarios, a la vez que apoyen mejoras en la planificación de los entornos de atención en salud. Esta revisión sistemática, guiada por PRISMA 2020 y basada exclusivamente en Scopus, sintetizó 21 estudios publicados entre 2020 y 2026 sobre criterios de diseño biofílico —luz natural, vistas a la naturaleza, jardines terapéuticos y estímulos multisensoriales— y su relación con desenlaces clínicos, psicológicos y neurofisiológicos. Los estudios incluidos reportaron asociaciones favorables entre intervenciones biofílicas seleccionadas y desenlaces como la estancia hospitalaria, el consumo de analgésicos, el estrés, la satisfacción y las respuestas fisiológicas. En uno de los estudios incluidos, la estancia hospitalaria se redujo hasta en 3.67 días y el consumo de analgésicos hasta en un 61%; estas magnitudes no deben interpretarse como efectos generalizables al conjunto de la evidencia. La heterogeneidad de intervenciones, poblaciones y diseños metodológicos limita la inferencia causal y la extrapolación de los resultados. Desde la perspectiva de la planificación hospitalaria, los hallazgos sugieren que el diseño biofílico puede representar una vía potencial de innovación incremental en infraestructura sanitaria; sin embargo, su contribución organizacional, costo-efectividad y viabilidad requieren una evaluación específica. No se identificaron estudios realizados en América Latina dentro de la muestra incluida, lo que evidencia una brecha regional en la evidencia recuperada bajo los criterios de búsqueda aplicados y refuerza la necesidad de investigación primaria contextualizada en la región.***

Palabras clave-- ***Diseño biofílico; entornos terapéuticos; innovación sostenible; infraestructura hospitalaria; revisión sistemática PRISMA.***

I. Introducción

La infraestructura hospitalaria debe responder a las necesidades de atención y ofrecer condiciones ambientales adecuadas para pacientes, familiares y personal de salud. En este contexto, el diseño arquitectónico constituye un componente relevante de la experiencia hospitalaria. Además de los requisitos operativos y técnicos, el análisis del entorno construido permite examinar su relación con el bienestar y con determinados indicadores de recuperación del paciente.

Diversas investigaciones han estudiado la relación entre la incorporación de elementos naturales, como jardines terapéuticos, vistas a áreas verdes e iluminación natural, y los indicadores de estrés, dolor y recuperación [1]–[3]. Estas investigaciones se vinculan con el enfoque de healing environments (o entornos terapéuticos en español), que considera las necesidades físicas y emocionales de los usuarios en el diseño de los espacios de atención. Asimismo, la neuroarquitectura y la psicología ambiental permiten explorar las respuestas cognitivas, emocionales y neurofisiológicas asociadas a las características del entorno construido [4]–[6]. El alcance de cada hallazgo depende de la población, la intervención y el diseño metodológico del estudio.

La atención a los criterios operativos y técnicos de los hospitales debe complementarse con el análisis del bienestar psicológico y la experiencia del paciente. Factores como el ruido, la falta de privacidad, la iluminación artificial prolongada y la escasa conexión con la naturaleza forman parte de las condiciones ambientales examinadas en relación con la salud y el bienestar [7]. Su estudio resulta especialmente pertinente en las áreas de internamiento, donde los usuarios permanecen expuestos al entorno durante periodos prolongados.

En Latinoamérica, los antecedentes sobre humanización de la atención y diseño de entornos de salud sitúan esta discusión en un contexto de limitaciones de infraestructura y desigualdades en el acceso a servicios [8], [9]. Asimismo, el escenario posterior a la pandemia de COVID-19 ha motivado la reflexión sobre espacios hospitalarios centrados en las necesidades de las personas [10]. Estos antecedentes contextualizan la investigación, pero no permiten asumir que las intervenciones evaluadas en otros países producirán los mismos resultados en la región. La transferencia de los hallazgos requiere considerar las características de cada sistema sanitario y las condiciones de implementación.

El diseño biofílico aborda la integración de elementos de la naturaleza en el entorno construido. Un antecedente temprano examinó la asociación entre las vistas desde las habitaciones y la recuperación posoperatoria [1]. Otros trabajos han explorado la iluminación natural, los jardines terapéuticos y las vistas verdes en relación con el estrés, los indicadores fisiológicos y la experiencia hospitalaria [2], [3], [11], [12]. Para interpretar esta evidencia, es necesario

distinguir los resultados clínicos obtenidos en pacientes de las respuestas de percepción y de los indicadores fisiológicos registrados en simulaciones. Esta distinción permite reconocer los aportes de cada estudio sin atribuirles un alcance mayor al evaluado.

La integración de criterios biofílicos también puede discutirse como una posible línea de mejora de la infraestructura sanitaria. Sin embargo, los resultados clínicos, psicológicos o neurofisiológicos no demuestran por sí mismos una reducción de costos ni el desarrollo de capacidades organizacionales. En esta revisión, la innovación se plantea como una implicación potencial de los hallazgos para las decisiones de diseño. La viabilidad económica, los costos de implementación y mantenimiento y las condiciones de adopción institucional requieren evaluaciones específicas. Esta delimitación permite vincular el diseño con las necesidades de los servicios de salud sin presentar beneficios económicos u organizacionales como resultados comprobados.

Ante lo expuesto, la pregunta de investigación se formula de la siguiente manera: ¿qué criterios de diseño biofílico se han estudiado en entornos de salud y qué relación reportan con los indicadores de salud y bienestar de sus usuarios? En consecuencia, el objetivo de esta investigación es sintetizar la evidencia disponible sobre dichos criterios y los desenlaces clínicos, psicológicos y neurofisiológicos reportados. El análisis considera las características de las intervenciones, las poblaciones y los diseños de estudio para delimitar el alcance de los hallazgos y sus posibles implicaciones para la arquitectura hospitalaria.

II. Metodología

Se realizó una revisión sistemática con síntesis descriptiva de la evidencia, guiada por los lineamientos Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020). La búsqueda bibliográfica se efectuó exclusivamente en Scopus. Esta delimitación constituye una limitación de cobertura, pues otras bases, como Web of Science, PubMed/MEDLINE o CINAHL, podrían aportar publicaciones adicionales. El intervalo de publicación considerado fue 2020–2026; su límite superior no implica que la búsqueda abarque la totalidad de 2026.

Para delimitar la selección de publicaciones, se establecieron los siguientes criterios de elegibilidad:

- Criterios de inclusión: (a) artículos científicos originales publicados entre 2020 y 2026; (b) textos en inglés; e (c) investigaciones sobre hospitales o centros médicos que abordaran conjuntamente variables de diseño arquitectónico y recuperación del paciente.
- Criterios de exclusión: (a) literatura gris, actas de conferencias menores, capítulos de libros y cartas al editor; (b) estudios sobre entornos no clínicos, como viviendas, escuelas y oficinas, o instalaciones veterinarias; y (c) investigaciones sobre tratamientos farmacológicos o clínicos que no analizaran parámetros espaciales o constructivos.

La consulta se formuló mediante operadores booleanos en los campos de título, resumen y palabras clave (TITLE-ABS-KEY). La tabla 1 presenta los términos y filtros utilizados.

TABLA 1
Estrategia de búsqueda en Scopus

Dimensión	Ecuación de Búsqueda
Término de búsqueda 1 **Criterios espaciales**	(TITLE-ABS-KEY("biophilic design" OR "evidence-based design" OR "healing architecture" OR "sensory spaces"))
Booleano	AND
Término de búsqueda 2 **Impacto clínico**	(TITLE-ABS-KEY("patient recovery" OR "stress reduction" OR "length of stay" OR "clinical outcomes"))
Booleano	AND
Término de búsqueda 3 **Entorno de estudio**	(TITLE-ABS-KEY("hospital" OR "healthcare facilities"))
Booleano	AND LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") AND LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final") AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2027

La búsqueda en Scopus identificó 240 registros. Dos revisores realizaron el cribado de manera independiente. Las discrepancias sobre inclusión o exclusión se resolvieron por consenso y cuando fue necesario, mediante la intervención de un tercer investigador. El proceso de selección comprendió las siguientes etapas:

- Cribado inicial: Tras exportar los 240 metadatos en formato .RIS, se realizó una lectura crítica y cruzada de títulos y resúmenes, descartando 175 artículos debido a desalineación temática evidente, duplicidad de registros o discrepancias en el tipo de documento.
- Evaluación de elegibilidad: Se recuperaron con éxito los textos completos en formato PDF de los 65 documentos supervivientes. Tras una lectura profunda del cuerpo del texto, se excluyeron 44 artículos por no detallar de forma simultánea soluciones de diseño espacial y resultados médicos medibles, o por centrarse en terapias y tratamientos exclusivamente clínicos o farmacológicos sin intervención de variables del entorno físico.
- Inclusión final: Superados todos los filtros de calidad metodológica y pertinencia temática, se consolidó una muestra definitiva de 21 artículos científicos originales para el análisis cualitativo y cuantitativo de la presente revisión sistemática.

El flujo completo del proceso de selección —identificación (n = 240), cribado por título y resumen (n = 65, tras excluir 175 registros), evaluación de elegibilidad a texto completo (n = 21, tras excluir 44 registros) e inclusión final (N= 21)— se documenta en el diagrama de flujo PRISMA 2020 presentado en la Figura 1.

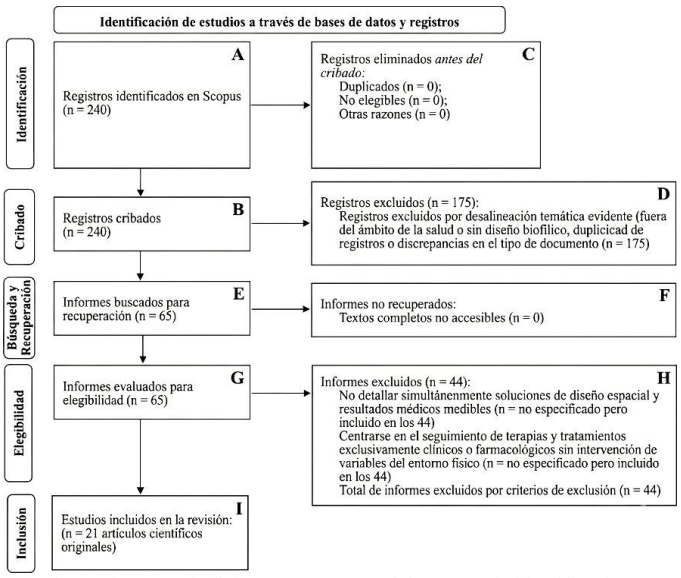


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios.

Este esquema metodológico asegura que cada criterio espacial identificado se discuta inmediatamente en relación con su beneficio clínico demostrado, fundamentando los lineamientos de innovación y resiliencia hospitalaria que se exponen en la siguiente sección.

III. Resultados

La búsqueda sistemática y el proceso de cribado bajo el estándar PRISMA 2020 arrojaron una muestra final de N = 21 artículos científicos que evalúan la relación directa entre el diseño biofílico y la evidencia basada en el diseño (EBD) en entornos de salud. Estos estudios representan la vanguardia investigativa e incluyen análisis de distracción positiva en pediatría oncológica [13], evaluaciones de infraestructura y conectividad con la naturaleza en hospitales públicos [14], percepciones acústico-visuales en salas de espera oncológicas [15], y las preferencias de paisajismo curativo infantil por parte de niños y terapeutas [16], [17]. Asimismo, la muestra abarca el cuidado del desarrollo neonatal e integraciones familiares [18], el rol del diseño en la rehabilitación de conductas de adicción [19], algoritmos de visibilidad de áreas verdes mediante Building Information Modeling (BIM) [20], la implementación de espacios multisensoriales en entornos de nacimiento [21], y el uso de jardines curativos en clínicas universitarias [22]. Adicionalmente, se incluyen marcos conceptuales para pacientes con cáncer [23], el análisis neuroarquitectónico de la respuesta cerebral mediante electroencefalogramas (EEG) [24], estudios sobre los impactos de certificaciones de sostenibilidad (LEED) en la satisfacción de los pacientes [25], el diseño residencial enfocado al autocuidado de pacientes con dolor crónico [26], y el impacto de los elementos naturales en la reducción de ansiedad en salas de espera de urgencias [27] y lobbies hospitalarios usando Realidad Virtual (VR) [28]. Finalmente, se sistematizan pautas generales sobre materiales naturales [29], el efecto longitudinal de mudanzas a infraestructuras con EBD [30], editoriales sobre la transformación de entornos tradicionales de hospitalización [31], el análisis de utilidad de vistas y plantas de interior [32], y la mitigación del estrés en familiares de pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) en jardines terapéuticos [33].

A. Caracterización general y perfil de los artículos seleccionados

El análisis bibliométrico y metodológico de la muestra devela un campo de estudio globalizado, caracterizado por una evolución acelerada hacia la medicina basada en la evidencia aplicada a la arquitectura de entornos curativos.

i. Distribución temporal de la evidencia (2020–2026)

La producción científica en torno al diseño biofílico aplicable a la salud muestra una tendencia de crecimiento constante y consolidación científica en el último quinquenio.

El Periodo de Inicio (2020–2021) representa el 23.8% de la muestra con 5 artículos [16], [17], [25], [30], [33], caracterizándose principalmente por estudios longitudinales post-mudanza y evaluaciones tradicionales de paisaje. El Periodo de Transición y Crecimiento (2022–2023) concentra el 42.9% de los artículos con 9 publicaciones [14], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [26], [27], evidenciando la diversificación espacial (maternidad, neonatología, centros de adicción) y la integración de marcos teóricos estructurados. El Periodo de Consolidación Tecnológica (2024–2026) reúne el 33.3% restante con 7 artículos [13], [15], [24], [28], [29], [31], [32], destacando por la incorporación masiva de tecnologías de simulación y neuroarquitectura (EEG, HRV y VR inmersiva).

TABLA 2
DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA (2020–2026)

Año de Publicación	Cantidad de Artículos	Porcentaje (%)
2020	2	9.5%
2021	3	14.3%
2022	4	19.0%
2023	5	23.8%
2024	2	9.5%
2025	4	19.0%
2026	1	4.8%
Total	**21**	**100%**

ii. Distribución geográfica de la investigación

La investigación en infraestructura médica biofílica se distribuye en múltiples continentes, aunque con una marcada centralización de la evidencia empírica avanzada en ciertas regiones. Norteamérica (Estados Unidos) es la principal potencia generadora de evidencia con el 38.1% de los estudios analizados (n = 8) [25]–[27], [29]–[33], con un desarrollo

fuertemente influenciado por la evaluación de estándares de certificación edilicia (LEED) y la teoría de recuperación del estrés (SRT). Medio Oriente y Asia aportan el 28.6% de la muestra (n = 6), destacando aportes de Irán [16], [17], Jordania [14], la región de Chipre/Jordania [13], Arabia Saudita [18] y Egipto [23]. Europa concentra el 19.0% (n = 4) de las investigaciones, con contribuciones de Turquía [15], Italia y Suecia [21], Rumania [22], y Polonia [24]. Finalmente, se registran contribuciones localizadas en Nigeria [19] y Corea del Sur [28], lo que evidencia el interés emergente de economías en desarrollo por implementar estrategias de bajo costo operativo pero alto impacto clínico.

TABLA 3
DISTRIBUCIÓN POR REGIÓN DE ORIGEN DE INVESTIGACIÓN

Región / País de Origen	N° Artículos	Porcentaje (%)	Enfoque de Investigación Preponderante
Norteamérica *(Estados Unidos)*	8	38.10%	Estándares de certificación verde (LEED), medicina de estilo de vida, simulación clínica y estrés en UCI.
Medio Oriente *(Irán, Jordania, Arabia Saudita, Egipto, Chipre)*	6	28.60%	Paisajismo curativo infantil, oncología pediátrica, unidades de cuidado intensivo neonatal y apoyo social.
Europa *(Polonia, Rumania, Italia, Suecia, Turquía)*	4	19.00%	Neuroarquitectura por EEG, jardines sensoriales clínicos, diseño de partos (Snoezelen) y percepción acústico-visual.
Asia Pacífico *(Corea del Sur, China)*	2	9.50%	Recuperación fisiológica por VR (HRV/ritmo cardíaco) y optimización algorítmica de vistas en BIM.
África *(Nigeria)*	1	4.80%	Diseño espacial orientado a la rehabilitación psicosocial y reinserción conductual.
Total	**21**	**100%**	—

iii. Tipología metodológica e instrumentación científica

Metodológicamente, la muestra se caracteriza por un alto rigor en sus diseños experimentales. El 19.0% de los estudios utiliza la Realidad Virtual (VR) de alta fidelidad para testear variables controladas de diseño [24], [27], [28], [32]. Se identifica una clara transición en las variables de medición: mientras que los estudios iniciales dependían exclusivamente de cuestionarios de percepción de confort o escalas Likert, la literatura más reciente utiliza métricas fisiológicas objetivas, tales como la electroencefalografía (EEG) [24], la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) [28], la presión arterial [28] y registros clínicos estandarizados de caídas y estancia hospitalaria [18], [30].

TABLA 4
TIPOLOGÍA METODOLÓGICA E INSTRUMENTACIÓN DE LA MUESTRA

Tipología de Estudio	Cantidad	Porcentaje (%)	Instrumentos y Tecnologías de Medición
Experimental Basado en VR Inmersiva	4	19.0%	Dispositivos EEG, monitores de HRV, tensiómetros, análisis de respuesta cerebral y simulaciones espaciales 3D.
Métodos Mixtos (Cualitativo - Cuantitativo)	5	23.8%	Cuestionarios estructurados de apoyo social, inventarios de sitio, mediciones acústicas (soundscape) y atributos biofílicos.
Descriptivo Evaluativo / Paisajismo	4	19.0%	Simulaciones fotográficas (conjoint), escalas de índices neuropsicológicos infantiles y mapeo sensorial in situ.
Cuasi-Experimental (Pre-Post en Entorno Real)	3	14.3%	Escalas Visuales Análogas de Funcionamiento (PFVAS), Bayley Scales (BSID-III) y registros de estancia hospitalaria.
Análisis de Datos / Revisiones y Propuestas	3	14.3%	Encuestas de calidad HCAHPS, bases de datos LEED, protocolos clínicos y guías de medicina integrativa.
Desarrollo de Software / Simulación Técnica	2	9.5%	Algoritmos de colisiones visuales en Autodesk Revit (BIM), guías paramétricas de iluminación y simulación de vistas.
Total	**21**	**100%**	—

iv. Población objetivo de los estudios

Los artículos analizados centran sus esfuerzos en proteger a las poblaciones más vulnerables del ecosistema de salud. Los pacientes pediátricos y neonatales son evaluados en el 23.8% de los estudios (n = 5), enfocándose en mitigar el trauma del tratamiento oncológico o mejorar el desarrollo neurológico temprano [13], [16]–[18]. Los familiares y cuidadores son reconocidos como actores críticos con alta vulnerabilidad al estrés crónico, evaluados en entornos de descanso y UCI [33]. Los pacientes clínicos adultos y de cuidado agudo son evaluados tanto en salas de espera generales como en habitaciones de hospitalización [14], [15], [21], [23], [27], [28], [30], [32].

TABLA 5
POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

Población Objetivo	Cantidad	Porcentaje (%)	Variables Principales Evaluadas
Pacientes Clínicos Adultos *(Hospitalizados, Urgencias, Oncología)*	8	38.1%	Estancia hospitalaria, uso de analgésicos para el dolor, percepción de calidad del servicio y claridad mental.

Pacientes Pediátricos y Neonatales *(Oncológicos, Críticos, Prematuros)*	5	23.8%	Distracciones positivas frente al dolor, desarrollo neuropsicológico, preferencias de paisajismo y motricidad.
Sujetos Sanos *(Simulaciones de control)*	3	14.3%	Potencia espectral de bandas alfa/theta (EEG), biomarcadores cardiovasculares (HRV, presión arterial) y respuesta visual.
Grupos de Cuidado Especial *(Dolor crónico, Adicciones)*	2	9.5%	Adherencia al autocuidado, habitabilidad saludable, reducción de conductas adictivas e integración comunitaria.
Familiares, Cuidadores y Personal Clínico	2	9.5%	Recuperación del estrés agudo en UCI, fatiga emocional, desempeño operativo y burnout médico.
Población Hospitalaria General *(Bases de datos agregadas)*	1	4.8%	Satisfacción general del paciente, recomendación de instalaciones y calidad ambiental percibida.
Total	**21**	**100%**	—

B. Matriz metodológica e instrumentación científica de la muestra

A continuación, se detalla la sistematización científica de los 21 artículos finales que componen la muestra seleccionada para la presente revisión sistemática.

TABLA 6
MATRIZ AUTOR–AÑO, DISEÑO, POBLACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE MEDICIÓN

Autor(es) y Año	Tipo de Estudio y Diseño	Muestra (n) y Población	Ámbito Clínico Evaluado	Tecnologías e Instrumentos de Medición
Alhsainat & Günçe (2024) [13]	Mixto: Revisión y cuasi-experimental	Pacientes infantiles	Centros de oncología pediátrica	Percepción de bienestar y distractores positivos
Al-Bqour et al. (2022) [14]	Mixto: Inventario y encuesta	Pacientes hospitalizados	Hospital público en Amán, Jordania	Cuestionario estructurado de apoyo social y diseño
Alimadhi & Yilmazer (2025) [15]	Experimental (Campo y laboratorio)	n = 61 (Campo); n = 51 (Lab)	Salas de espera oncológicas	Hipótesis de Biofilia y mediciones de soundscape
Allahyar & Kazemi (2021) [A] [16]	Descriptivo evaluativo con simulación	n = 60 Niños; n = 60 Terapeutas	Áreas exteriores de pediatría	Cuestionarios basados en 84 imágenes simuladas
Allahyar & Kazemi (2021) [B] [17]	Descriptivo evaluativo de elementos	n = 60 Niños; n = 60 Terapeutas	Jardines de hospital pediátrico	Escalas de índices neuropsicológicos infantiles
Alsadaan et al. (2023) [18]	Cuasi-experimental (Pre-post)	n = 200 Neonatos de alto riesgo	Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal	Bayley Scales (BSID-III) y días de estancia
Atamewan (2022) [19]	Cualitativo y principios de diseño	Pacientes en rehabilitación	Centros de rehabilitación de adicciones	Entrevistas y observaciones de comportamiento
Ban et al. (2022) [20]	Desarrollo computacional y beta test	Arquitectos y beta-testers	Habitaciones de internamiento	Algoritmos BIM de visibilidad y colisiones en Revit
Bellini et al. (2023) [21]	Análisis multicaso descriptivo	Gestantes, matronas y parejas	Salas de parto (multisensoriales)	Categorización de confort e impacto de Snoezelen
Dinu Roman Szabo et al. (2023) [22]	Estudio de caso y paisajismo	Pacientes, médicos y visitantes	Clínicas universitarias exteriores	Recopilación in situ de datos de jardín sensorial
Ebaid (2023) [23]	Mixto: Observación y encuestas	Pacientes con cáncer	Salas de oncología y quimioterapia	Análisis estadístico de 77 atributos de diseño
García-Salinas et al. (2025) [24]	Experimental controlado en VR	Sujetos sanos	Entornos VR biofílicos	EEG (densidad espectral en bandas alfa/theta)
Golbazi & Aktas (2020) [25]	Análisis retrospectivo nacional	Base de datos hospitales LEED	Infraestructura general de salud	Encuesta HCAHPS de satisfacción del paciente
Huntsman & Bulaj (2022) [26]	Revisión y propuesta de diseño	Pacientes con dolor crónico	Entorno residencial y hospital en casa	Intervenciones integradas de medicina de estilo de vida
Lee & Yoon (2023) [27]	Experimental (Simulación VR)	Pacientes en espera simulada	Salas de espera de Urgencias	Escalas de ansiedad y percepción del tiempo de espera
Liu & Lee (2026) [28]	Experimental inter-sujetos en VR	n = 168 Adultos sanos	Lobbies de hospitales generales	HRV, frecuencia cardíaca media y presión arterial
Maghlakelidze et al. (2024) [29]	Análisis de directrices y simulación	Pacientes en internamiento	Habitaciones generales	Parámetros de iluminación, vistas y materiales
Rich et al. (2021) [30]	Longitudinal pre-post mudanza	Pacientes adultos	Unidades quirúrgicas y de trauma	Datos de caídas, infecciones (HAI), errores, HCAHPS
Sabet et al. (2025) [31]	Editorial y revisión de evidencia	Pacientes y personal médico	Espacios médicos terapéuticos	Análisis de tasas de infección y desempeño clínico
Suess & Maddock (2025) [32]	Experimental (Conjoint Analysis en VR)	n = 188 Adultos en simulación	Habitaciones de cuidado agudo	Escalas de relajación física y claridad mental
Ulrich et al. (2020) [33]	Cuasi-experimental, pre-post	n = 42 Familias en UCI	Jardín hospitalario vs. Sala de descanso	Escala analógica de funcionamiento presente (PFVAS)

C. Síntesis de intervenciones biofílicas y su impacto clínico-espacial

Una vez caracterizada metodológicamente la muestra, la tabla 7 sintetiza las intervenciones biofílicas y los desenlaces de salud reportados por los estudios incluidos.

TABLA 7
Cruce de estrategias de diseño e impacto en la salud

Tipo de Espacio	Intervención Biofílica Evaluada	Variables Clínicas / Psicológicas	Principales Hallazgos y Métricas Clave	Nivel de Significancia / Evidencia
Habitación General	Luz natural, vistas al exterior y materiales naturales [29]	Días de estancia, uso de analgésicos, estrés corporal [29]	Reducción de hasta 3.67 días en estancia y hasta 61% en analgésicos, según el estudio de mayor efecto reportado [29]	Alta correlación paramétrica basada en datos empíricos de simulación [29].
Lobby de Entrada	Análogos de madera y audio natural (sonidos de bosque) [28]	HRV, frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica [28]	Mayor recuperación del estrés autonómico, estabilización de HRV y reducción de presión arterial [28].	Significativo ($p < 0.05$) contra entornos no biofílicos [28].
Urgencias (Espera)	Plantas de interior, imágenes y materiales naturales combinados [27]	Ansiedad, percepción de espera y evaluación del servicio [27]	Disminución de la ansiedad que media de manera serial el aumento de la satisfacción del servicio [27].	Comprobación de modelo de mediación serial estadísticamente significativo [27].
Jardines y Exterior	Vegetación exterior, elementos de agua y senderos accesibles [33]	Estrés agudo, tristeza y fatiga emocional [33]	Las pausas en el jardín físico mitigan el estrés en familiares de UCI de manera superior a las salas de descanso convencionales [33].	Significativo ($p = 0.03$ en la subescala de tristeza) [33].
Pabellón Pediátrico	Formas de animales, colores cálidos e integración de agua y plantas [16], [17]	Preferencias de diseño, índices emocionales y cognitivos infantiles [16], [17]	Coincidencia en las preferencias de niños y terapeutas por colores cálidos, formas animales y fuentes de agua combinadas [16], [17].	Respaldado por análisis de imágenes e índices neuropsicológicos infantiles [16], [17].
Unidades de Cuidado	Habitaciones individuales, acceso a naturaleza y layouts optimizados [30]	Caídas de pacientes, infecciones hospitalarias (HAI) y confort [30]	Disminución constante en errores con daño de medicación. Aumento inmediato en confort estético, acústico y térmico [30].	Significativo en mejoras de calidad perceptual bajo encuesta HCAHPS [30].

D. Perfil metodológico y tecnológico de la evidencia seleccionada

La caracterización metodológica de la muestra revela una clara evolución hacia la medición neurofisiológica y clínica objetiva. Los estudios se dividen en tres grandes tipologías de diseño. Primero, los estudios experimentales basados en Realidad Virtual (VR) representan una tendencia emergente para aislar variables espaciales sin alterar la operación clínica real ni comprometer la asepsia; investigaciones como las de García-Salinas et al. [24], Lee & Yoon [27], Liu & Lee [28] y Suess & Maddock [32] demuestran la viabilidad de la VR inmersiva para simular escenarios clínicos de alta fidelidad. Segundo, los estudios cuasiexperimentales y observacionales en entornos reales, como los de Ulrich et al. [33], evalúan jardines físicos comparados con salas de espera tradicionales, mientras que Rich et al. [30] analizan datos de pre y post-mudanza a un nuevo centro de salud diseñado bajo principios de EBD. Tercero, los modelos de preferencia y percepción visual, enfocados en poblaciones vulnerables como niños [16], [17] y pacientes oncológicos [23], utilizan metodologías mixtas y simulaciones fotográficas para determinar qué elementos del paisaje alivian mejor el trauma y la ansiedad del tratamiento.

A nivel de instrumentación, se observa una dualidad complementaria: por un lado, mediciones fisiológicas directas como la electroencefalografía (EEG) en estado de reposo registran cambios objetivos en la potencia espectral cerebral [24], y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), el ritmo cardíaco promedio y la presión arterial [28] aportan indicadores objetivos de recuperación del sistema nervioso autónomo. Por otro lado, la medición psicológica descansa sobre escalas estandarizadas como las Escalas Visuales Análogas de Funcionamiento Presente (PFVAS) [33], herramientas psicométricas de ansiedad y percepción del tiempo de espera [27], y encuestas estandarizadas de calidad hospitalaria como HCAHPS [25], [30].

E. Análisis de intervenciones biofílicas por espacio hospitalario

i. Lobbies y salas de espera

Estos espacios registran las tasas más altas de ansiedad anticipatoria. Las intervenciones priorizan los análogos naturales debido a limitaciones de control de infecciones que impiden la vegetación viva [28]. La combinación audiovisual (texturas de madera y sonidos de agua o bosques) optimiza significativamente la recuperación del estrés [28]. Asimismo, la presencia de plantas físicas o simuladas se asocia con una menor percepción del tiempo de espera y una mejora en la evaluación del servicio de urgencias [27]. Sin embargo, entornos acústicos caóticos pueden contrarrestar los beneficios de la restauración visual en áreas de oncología [15].

ii. Habitaciones de hospitalización y unidades agudas

En las habitaciones de pacientes, el diseño se enfoca en el autocuidado y la reducción de la estancia hospitalaria. La disposición de la luz natural destaca como un factor relevante: en el estudio de Maghlakelidze et al. [29], su incorporación se asoció con una reducción de hasta 3.67 días en los días de internamiento, cifra que corresponde al efecto máximo observado en ese estudio específico y no debe interpretarse como un resultado generalizable a todos los entornos hospitalarios. De manera similar, en el mismo estudio, la presencia de vistas despejadas hacia entornos naturales

exteriores se asoció con una disminución de hasta un 61% en el consumo de analgésicos para el dolor [29], magnitud que representa el extremo superior del rango reportado en la literatura analizada. Los estudios de simulación mediante análisis conjoint indican que las plantas de interior aportan la mayor utilidad para la relajación física de los pacientes, mientras que las ventanas orientadas a la naturaleza optimizan la claridad mental [32].

iii. Entornos pediátricos y de cuidado neonatal

En áreas de oncología pediátrica, las intervenciones de distracción positiva (vistas naturales, luz solar, colores cálidos, arte) reducen los sentimientos negativos y promueven la relajación emocional [13]. En el diseño del paisaje hospitalario, tanto niños como terapeutas prefieren colores cálidos, formas animales (topiarios), fuentes de agua con flores y mobiliario integrado con vegetación [16], promoviendo directamente los índices cognitivos y emocionales de los menores internados [17]. La integración de principios de cuidado del desarrollo y diseño centrado en la familia en las UCIN reporta reducciones de hasta 4.3 días en la estancia hospitalaria promedio [18].

iv. Jardines terapéuticos y espacios exteriores de respiro

Los jardines físicos con abundante vegetación son herramientas potentes de restauración. El personal o los familiares de pacientes críticos que toman descansos en jardines reportan una reducción significativamente mayor en los niveles de tristeza ($p=0.03$) frente a quienes descansan en salas convencionales [33]. Los jardines diseñados bajo enfoques multisensoriales (tacto, sonido, aroma) facilitan una experiencia de sanación activa tanto para pacientes como para el personal clínico [22].

F. Impacto fisiológico y clínico de la biofilia en la salud

Los resultados reportados por la literatura científica seleccionada confirman que el diseño biofílico desencadena respuestas biológicas mensurables de restauración y bienestar.

En cuanto a la modulación de la actividad cerebral, ante la exposición a elementos biofílicos en entornos inmersivos, los registros de EEG demuestran una clara supresión de la banda alfa y un incremento de la banda theta en la corteza occipital [24]. Estos patrones neurofisiológicos se asocian directamente con estados de relajación consciente, atención sostenida sin esfuerzo y disminución de la fatiga cognitiva [24].

Sobre la estabilización autonómica y cardiovascular, la exposición a ambientes biofílicos ricos en análogos naturales (como texturas de madera) y bandas sonoras naturales (bosque) propicia una estabilización del ritmo cardíaco medio (Mean HR) y de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) posterior a eventos de estrés agudo [28]. Asimismo, las intervenciones audiovisuales completas reportan las mayores caídas en las cifras de presión arterial sistólica y diastólica [28].

Finalmente, respecto a la satisfacción e indicadores de calidad del servicio, el análisis de encuestas nacionales como HCAHPS en hospitales con certificación ambiental (LEED) muestra que, aunque los puntajes de ruido o limpieza no varían significativamente, la satisfacción general con el cuidado del paciente es un 3.6% superior y la probabilidad de recomendar el hospital es un 5.6% más alta en infraestructuras verdes que en las convencionales [25]. En el caso del traslado a nuevas instalaciones hospitalarias con EBD, se identificaron mejoras sustanciales en la percepción de confort, temperatura, control de ruido y estética [30].

IV. Discusión

Los estudios incluidos sugieren asociaciones entre determinadas intervenciones biofílicas y resultados favorables de salud y bienestar, aunque presentan heterogeneidad de diseños y poblaciones. La conexión visual con la naturaleza y la disponibilidad de luz natural destacan entre los mecanismos biofílicos con mayor respaldo empírico para explicar mejoras en la recuperación del paciente. Esta convergencia es consistente con la Teoría de Reducción del Estrés de Ulrich [1] y con la Teoría de Restauración de la Atención de Kaplan y Kaplan, y se ve reforzada por evidencia neurofisiológica reciente —supresión de banda alfa e incremento de banda theta ante estímulos biofílicos inmersivos [24]—, lo cual sugiere que el efecto no es meramente subjetivo, sino que posee un correlato medible en la actividad del sistema nervioso central y autónomo. Estos resultados coinciden, además, con los planteamientos de Ulrich et al. [2] y Jiang et al. [3], así como con las investigaciones de Söderlund et al. [11] y Chiang et al. [12], que respaldan la importancia de la iluminación natural y los jardines terapéuticos en la experiencia hospitalaria.

Sin embargo, la evidencia no es homogénea en su fuerza causal. Mientras que los estudios cuasiexperimentales con desenlaces clínicos objetivos —como caídas, infecciones asociadas a la atención de salud y días de estancia— aportan orientación para las decisiones en infraestructura sanitaria [18], [29], [30], los estudios de preferencia visual o descriptivos ofrecen pautas de diseño sin permitir inferencias causales robustas [16], [17], [22]. Es necesario distinguir el respaldo clínico del potencial retorno financiero; por tanto, no resulta procedente recomendar una jerarquía formal de inversión económica sin contar con análisis de costos, efectos comparables y evaluaciones económicas específicas que sustenten dicha priorización.

Desde la perspectiva del diseño y la planificación sanitaria, los hallazgos pueden orientar decisiones de diseño hospitalario; su incorporación institucional y viabilidad económica requieren evaluaciones específicas. El diseño biofílico puede plantearse como una posibilidad de innovación

incremental en las instituciones de salud, la cual podría explorarse mediante protocolos de diseño basados en evidencia y alianzas estratégicas. Ante las brechas de infraestructura y financiamiento en diversos contextos [8]–[10], la aplicación de intervenciones biofílicas (tales como la orientación espacial hacia la luz natural o la integración de vegetación) debe ponderarse según la realidad y recursos de cada establecimiento, evitando asumir a priori clasificaciones de bajo costo o alto impacto sin la correspondiente evaluación contextual.

Entre las limitaciones de esta revisión, cabe señalar la restricción a una sola base de datos (Scopus) y la heterogeneidad metodológica que impide la realización de un metaanálisis cuantitativo. Asimismo, en la muestra incluida no se identificaron estudios realizados en América Latina; este resultado se limita a la base de datos, idioma, periodo y criterios de búsqueda utilizados, y no demuestra una ausencia de investigación regional. No obstante, este hallazgo impone cautela sobre la transferibilidad directa de los resultados a los sistemas de salud de la región y subraya la importancia de promover investigación primaria local en dichos entornos.

V. Conclusiones

La revisión identifica asociaciones entre determinados criterios biofílicos —principalmente la conexión visual con la naturaleza, la luz natural y los estímulos multisensoriales— y desenlaces favorables de salud y bienestar en el ámbito hospitalario. Sin embargo, la diversidad de intervenciones, poblaciones y diseños metodológicos limita la estimación de un efecto generalizado y previene la extrapolación directa a la totalidad de los entornos de atención sanitaria.

Si bien la literatura disponible incluye estudios con diseños rigurosos que respaldan el interés por las estrategias biofílicas, la heterogeneidad metodológica y la variabilidad en los indicadores evaluados aconsejan tomar estos resultados como una orientación para la planificación de la infraestructura sanitaria, más que como certezas causales universales.

Desde la perspectiva del diseño arquitectónico, la integración del diseño biofílico puede plantearse como una línea de mejora de la infraestructura sanitaria; su contribución a la innovación organizacional y su costo-efectividad deberán evaluarse en estudios específicos. La incorporación de estos criterios desde las etapas tempranas de proyecto puede favorecer entornos hospitalarios orientados al bienestar del usuario, siempre que se acompañe de evaluaciones contextuales de su viabilidad y desempeño.

Como recomendación y agenda para futuras investigaciones, dado que en la muestra incluida no se identificó evidencia generada en América Latina, se sugiere desarrollar investigación primaria contextualizada en la región. Asimismo, se propone que futuras revisiones sistemáticas amplíen la búsqueda a otras bases de datos bibliográficas e incorporen análisis sobre desempeño operativo, costos y sostenibilidad financiera, con el fin de fortalecer la base de evidencia disponible.

En conclusión, los hallazgos de esta revisión pueden orientar decisiones de diseño hospitalario; su incorporación institucional, contribución a la innovación y viabilidad económica requieren evaluaciones específicas según el contexto y los recursos de cada establecimiento sanitario.

Referencias

[1] R. S. Ulrich, “View through a Window May Influence Recovery from Surgery,” Science, vol. 224, no. 4647, pp. 420–421, Apr. 1984, doi: 10.1126/science.6143402.

[2] R. S. Ulrich, C. Zimring, X. Zhu, J. DuBose, H.-B. Seo, Y.-S. Choi, and A. Joseph, “A Review of the Research Literature on Evidence-Based Healthcare Design,” Health Environments Research & Design Journal, vol. 13, no. 2, pp. 9–23, 2020, doi: 10.1177/1937586720903841.

[3] S. Jiang, S. Verderber, and Y. S. Kim, “Healing Environments in Hospitals: The Role of Nature in Patient Recovery,” Journal of Environmental Psychology, vol. 76, Art. no. 101655, 2021, doi: 10.1016/j.jenvp.2021.101655.

[4] O. Vartanian, G. Navarrete, A. Chatterjee, L. B. Fich, H. Leder, C. Modroño, M. Nadal, N. Rostrup, and M. Skov, “Impact of Contour on Aesthetic Judgments and Approach-Avoidance Decisions in Architecture,” Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 110, suppl. 2, pp. 10446–10453, Jun. 2013, doi: 10.1073/pnas.1301227110.

[5] O. Vartanian, G. Navarrete, A. Chatterjee, L. B. Fich, J. L. González-Mora, H. Leder, C. Modroño, M. Nadal, N. Rostrup, and M. Skov, “Architectural Design and the Brain: Effects of Ceiling Height and Perceived Enclosure on Beauty Judgments and Approach-Avoidance Decisions,” Journal of Environmental Psychology, vol. 41, pp. 10–18, 2015, doi: 10.1016/j.jenvp.2014.11.006.

[6] M. Wiesmann and A. Ishai, “Expertise Reduces Neural Cost but Does Not Modulate Repetition Suppression,” Cognitive Neuroscience, vol. 2, no. 2, pp. 57–65, 2011, doi: 10.1080/17588928.2010.525628.

[7] H. Sadeghi-Bazargani, M. Saadati, and M. Yavari, “Environmental Factors in Hospital Design and Their Impact on Health Outcomes: A Systematic Review,” International Journal of Health Planning and Management, vol. 36, no. 2, pp. 455–472, 2021, doi: 10.1002/hpm.3120.

[8] M. L. Rojas-Botero, L. Mejía, and C. Sánchez, “Humanized Health Care and Environmental Design in Colombia: Challenges and Advances,” Revista Colombiana de Salud Pública, vol. 20, no. 4, pp. 323–330, 2022, doi: 10.17533/udea.rccsp.v20n4a04.

[9] J. D. Abado Díaz, “Hospitales en Entornos Naturales: Una Revisión Integrativa sobre su Impacto en la Recuperación y Calidad de Vida,” Revista Científica de Ciencias de la Salud, vol. 18, no. 1, pp. 46–52, Dec. 2025, doi: 10.17162/rccs.v18i2.2118.

[10] M. García, D. Rodríguez, and P. Salazar, “Post-pandemic Hospital Architecture: Integrating Healing Spaces into Latin American Health Systems,” BMC Public Health, vol. 23, no. 1, Art. no. 1145, 2023, doi: 10.1186/s12889-023-14567-3.

[11] J. Söderlund, G. Lindahl, and S. Josephsson, “Biophilic Design in Hospital Architecture: A Scoping Review,” Health Environments Research & Design Journal, vol. 15, no. 3, pp. 45–60, 2022, doi: 10.1177/19375867211042268.

[12] Y.-C. Chiang, Y.-H. Chen, and M.-Y. Liao, “Healing Architecture: Effects of Biophilic Hospital Design on Post-operative Recovery,” Journal of Environmental Psychology, vol. 85, Art. no. 101919, 2023, doi: 10.1016/j.jenvp.2023.101919.

[13] A. Alhsainat and K. Günçe, “Healing Environment in Pediatric Cancer Centers by Utilizing Positive Distractions,” *Behavioral Sciences*, vol. 14, no. 11, p. 1010, 2024.

[14] N. Al-Bqour, S. Rababeh, and R. Al-Rabady, “The Psychological Supportive Design Features in Hospitals: Case of a Public Jordanian Hospital in Amman,” *Health Environments Research and Design Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 173–188, 2022.

[15] E. Alimadhi and S. Yilmazer, “Evaluating audio-visual perception and psychological restoration based on biophilia hypothesis paradigm: A

multi-domain assessment in oncology waiting areas," *Building and Environment*, vol. 271, p. 112650, 2025.
[16]M. Allahyar and F. Kazemi, "Landscape preferences of a children's hospital by children and therapists," *Urban Forestry and Urban Greening*, vol. 58, p. 126984, 2021.
[17]M. Allahyar and F. Kazemi, "Effect of landscape design elements on promoting neuropsychological health of children," *Urban Forestry and Urban Greening*, vol. 65, p. 127333, 2021.
[18]N. Alsadaan, O. M. E. Ramadan, M. Alqahtani, M. Shaban, N. B. Elsharkawy, E. M. Abdelaziz, and S. I. Ali, "Impacts of Integrating Family-Centered Care and Developmental Care Principles on Neonatal Neurodevelopmental Outcomes among High-Risk Neonates," *Children*, vol. 10, no. 11, p. 1751, 2023.
[19]E. E. Atamewan, "Architecture and Societal Problems: Development of Rehab Facility for Drug Addicts Reintegration," *Journal of Studies in Science and Engineering*, vol. 2, no. 4, pp. 1–16, 2022.
[20]Q. Ban, M. Lyu, W. Gao, Y. Chen, and J. Yao, "Study on Collision Detection Techniques for the Informed Design of Natural Views in Healthcare Environments," *Health Environments Research and Design Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 229–245, 2022.
[21][21] E. Bellini, A. Macchi, N. Setola, and G. Lindahl, "Sensory Design in the Birth Environment: Learning from Existing Case Studies," *Buildings*, vol. 13, no. 3, p. 604, 2023.
[22]M. Dinu Roman Szabo, A. Dumitras, D.-M. Mircea, D. Doroftei, P. Sestras, M. Boscaiu, R. F. Brzuszek, and A. F. Sestras, "Touch, feel, heal. The use of hospital green spaces and landscape as sensory-therapeutic gardens: a case study in a university clinic," *Frontiers in Psychology*, vol. 14, p. 1201030, 2023.
[23]M. A. Ebaid, "A Framework for implementing biophilic design in cancer healthcare spaces to enhance patients' experience," *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, vol. 14, no. 2, pp. 239–256, 2023.
[24]J. S. García-Salinas, A. Wróblewska, and M. T. Kucewicz, "Detection of EEG Activity in Response to the Surrounding Environment: A Neuro-Architecture Study," *Brain Sciences*, vol. 15, no. 10, p. 1103, 2025.
[25]M. Golbazi and C. B. Aktas, "Leed certification and patient wellbeing in green healthcare facilities," *Journal of Green Building*, vol. 15, no. 4, pp. 3–18, 2020.
[26]D. D. Huntsman and G. Bulaj, "Healthy Dwelling: Design of Biophilic Interior Environments Fostering Self-Care Practices for People Living with Migraines, Chronic Pain, and Depression," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 4, p. 2248, 2022.
[27]J. Lee and S.-Y. Yoon, "Nature and patient waiting: Mediating effects of anxiety and perceived wait time on the association between nature and service perception," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 91, p. 102113, 2023.
[28]Y. T. Liu and S. Y. Lee, "Physiological restorative effects of biophilic design elements in hospital lobbies: An immersive virtual reality study," *Building and Environment*, vol. 302, p. 114791, 2026.
[29]M. Maghlakelidze, A. Mesa, A. O. Sawyer, M. G. Morad, and L. Ben-Alon, "Biophilic Design Elements and Natural Materials in Healthcare Environments," *Journal of Green Building*, vol. 19, no. 3, pp. 1–39, 2024.
[30]R. K. Rich, F. E. Jimenez, S. E. Puumala, S. DePaola, K. Harper, L. Roy, and J. Brittin, "From Fable to Reality at Parkland Hospital: The Impact of Evidence-Based Design Strategies on Patient Safety, Healing, and Satisfaction in an Adult Inpatient Environment," *Health Environments Research and Design Journal*, vol. 14, no. 3, pp. 65–82, 2021.
[31]C. Sabet, A. Hammond, and S. Marzouk, "Healing Havens: How Evidence-Based Design is Transforming Medical Spaces Into Therapeutic Environments," *Health Environments Research and Design Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 498–501, 2025.
[32]C. Suess and J. Maddock, "Understanding the Influence of Window Views, Plantscapes, and Green Décor in Virtual Reality Hospital Rooms on Simulated Acute-Care Patients' Stress Recovery and Relaxation Responses," *Health Environments Research and Design Journal*, vol. 18, no. 3, pp. 165–183, 2025.
[33]R. S. Ulrich, M. Cordoza, S. K. Gardiner, B. J. Manulik, P. S. Fitzpatrick, T. M. Hazen, and R. S. Perkins, "ICU Patient Family Stress Recovery During Breaks in a Hospital Garden and Indoor Environments," *Health Environments Research and Design Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 83–102, 2020.