TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN



Nº 38 II | AÑO 2026

INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN / IDEC
FACULTAD DE ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA

Publicación semestral
ISSN Electrónico: 2343-5836
pp.198402DC2604
https://doi.org/10.37883/

collectania®

Collectania es una empresa fundada en 1998, dedicada inicialmente a la distribución de cocinas alemanas y posteriormente a la distribución selectiva de muebles de autor alrededor del Globo. Su compromiso social y sus actividades educativas siempre han sido un pilar en cada uno de sus emprendimientos.



DIFUNDIENDO EL CONOCIMIENTO

El Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela (UCV), en colaboración con el repositorio SABERUCV —programa adscrito al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH)—, promueve la innovación, el conocimiento y la cooperación académica. Este esfuerzo se materializa a través de la gestión eficiente de la información, la difusión de la producción científica y la asignación del Identificador de Objeto Digital (DOI) en el ecosistema de publicaciones seriadas.

En este marco, la Revista Tecnología y Construcción expresa su más sincero agradecimiento por el invaluable respaldo institucional brindado por la Vicerrectora Académica, Dra. María Fátima Garcés; la directora del CDCH, Dra. María Rodríguez; y el Lic. Israel Gil. Su apoyo ha sido decisivo para consolidar la visibilidad de nuestra política editorial a través del repositorio SABERUCV, así como para la indexación y adscripción de los códigos DOI en nuestros artículos académicos.

VICERECTORADO ACADÉMICO

Vitral sin título , Fernand Leger (1954) Mosaico Vitrificado. Hall principal Edificio de la Biblioteca Central.



Portada:
Composición de imágenes.
Argenis Lugo
Volumen 38-II - Año 2026

Publicación semestral
Depósito Legal digital:
pp.198402DC2604
ISSN Impreso:
0798-9601 (Años 1985/2010)
ISSN Electrónico: 2343-5836
https://doi.org/10.37883/

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura, la Innovación y el Desarrollo Tecnológico de la Construcción (especialmente: tecnologías constructivas; sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de las edificaciones; equipamiento de las edificaciones; nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos; aspectos económicos, sociales, históricos y administrativos de la construcción; informática aplicada al diseño y la construcción), así como análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I+D+i en el campo de la construcción y la sostenibilidad de los asentamientos humanos. Se incluyen trabajos que resulten de investigaciones originales, proyectos de desarrollo tecnológico, ensayos científicos y revisiones bibliográficas que constituyan un aporte en el campo de la arquitectura y la tecnología de la construcción.

Archivo:
Repositorio Institucional UCV
http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/issue/archive

Indizada en:
LATINDEX
http://www.latindex.org/

REVENCYT
http://bdigital2.ula.ve/bdigital/index.php/colecciones/revencyt

PERIODICA
https://www.dgb.unam.mx/index.php/catalogos/bibliografia-latinoamericana/periodica

SERVIDOR Y REDES
saberucv http://saber.ucv.ve/
Instagram https://www.instagram.com/revistatyc_idec/?hl=es-la
https://www.instagram.com/idecdigital.ucv/?hl=es-la
https://www.instagram.com/saberucv/?hl=es
https://www.instagram.com/hernandezsantanab/?hl=es-la
https://www.instagram.com/argenislugor/?hl=es-la
Reconocimiento:
https://www.instagram.com/p/DDMPkacOCVH/?hl=es-la&img_index=

Patrocinante: collectania.

REVISTA TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN

EQUIPO TÉCNICO EDITORIAL

Dra. Beatriz Hernández S.
Directora
https://orcid.org/0009-0006-0187-7543
beatriz.hernandez@ucv.ve
Telf 0058-4-164-544280

MSc. Argenis Lugo Director – IDEC, Diseñador y Redes
https://orcid.org/0009-0008-1915-4110
argenis.a.lugo@ucv.ve

Lic. Helena González – Correctora de textos
https://orcid.org/0009-0005-0933-4781
helegon@gmail.com

Tec. Sup. Rozana Bentos – Diseñadora Gráfica
https://orcid.org/0009-0001-7620-1007
rozana.bentos@ucv.ve

Lic. Oriana Silva – Asistente Editorial
https://orcid.org/0000-0002-4048-4092
oriana.m.silva@ucv.ve

MIEMBROS CONSEJO EDITORIAL

Dra. Beatriz Hernández Santana
https://orcid.org/0009-0006-0187-7543
Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela
beatriz.hernandez@ucv.ve

Dr. Alberto Lovera de Sola
https://orcid.org/0000-0003-4775-5729
Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela
alberto.lovera@ucv.ve

Dra. Eugenia Villalobos González
https://orcid.org/0000-0002-4657-7644
Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela
eugenia.villalobos@ucv.ve

Dr. Fabio Capra-Ribeiro
https://orcid.org/0000-0003-0230-7287
Louisiana State University:
Baton Rouge, LA, EEUU
fribeiro@lsu.edu

MSc. Manuel D´Hers del Pozo
https://orcid.org/0000-0002-5812-2612
Universitat Rovira i Virgili,
Tarragona, España
manuelvicente.dhers@urv.cat

Dra. Mónica Silva Contreras
https://orcid.org/0000-0002-7565-1479
Universidad Iberoamericana.
Ciudad de México, México
monica.silva@ibero.mx

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN IDEC

Director
MSc. Arq. Argenis Lugo

Investigación
Esp. Arq. Beverly Hernández

Docencia
Dr. Ing. Idalberto Águila

Extensión
Dr. Arq. Rafael G. Páez

Administración
Econ. Yudith Echenique

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Rector
Dr. Víctor Rago Albujas

Vicerrectora Académica
Dra. María Fátima Garcés

Vicerrector Administrativo
Dr. José Balbino León

Secretaria
Dra. Corina Aristimuño

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano (E)
Dr. Arq. Nedo Paniz

Director de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva
Arq. Marcos Coronel

Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción
MSc. Argenis Lugo

Directora del Instituto de Urbanismo
MSc. Urb. Zulma Bolivar

Coordinadora de Estudios de Postgrado
Dra. Melin Nava

Coordinadora de Docencia
MSc. Glenda Yépez

Coordinadora de Investigación
Dra. Alejandra González

Coordinadora de Extensión
MSc. Marina Fernández

Coordinadora Administrativa
Lic. Milena Urbáez

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, planta baja.
Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria
Los Chaguaramos, Caracas 1041-A. Venezuela

rtycucv@gmail.com
rtyc@ucv.ve
boletinidecpositivo@gmail.com

@revistatyc_idec

CONTENIDO

EDITORIAL

Hoja de ruta para la reconstrucción del hábitat y la infraestructura hospitalaria 06
Dra. Arq. Beatriz Hernández Santana
Directora Tecnología y Construcción
https://orcid.org/0009-0006-0187-7543
Correo-e: beatriz.hernandez@ucv.ve
DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

ARTÍCULOS

Evaluación de la condición columna fuerte viga débil por nivel en pórticos de concreto reforzado mediante análisis dinámicos no lineales
Evaluation of the strong-column weak-beam condition by story-based methodology in low-rise reinforced concrete frames through nonlinear dynamic analysis 12

Esp. Ing. Sigfrido Loges
https://orcid.org/0009-0009-2476-0147
Universidad Central de Venezuela-Caracas
Correo-e: sloges@gmail.com

Dr. Ing. Ángelo Marinilli
https://orcid.org/0009-0004-1465-1055
Universidad Central de Venezuela-Caracas
Correo-e: angelomarinilli@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01
Recibido: marzo 13/2026 | Aprobado: mayo 7/2026
Aceptado: mayo 22/2026

Sistema de fachadas verdes permeables con plantas trepadoras venezolanas: propuesta de desarrollo tecnológico 38
Permeable Green Façade Systems with Venezuelan Climbing Plants: A Technological Development Proposal

MSc. Arq. Ivano Aspesi Garzonio
https://orcid.org/0009-0001-2470-9482
Universidad Central de Venezuela - Caracas
Correo-e: ultra.66@gmail.com

Dr. Ing. Luis Alvydas Rosales Statkus
https://orcid.org/0009-0001-6223-8466
Universidad Central de Venezuela-Caracas
Correo-e: luisrosalesucv@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02
Recibido: mayo 18/2026 | Aprobado: mayo 20/2026
Aceptado: junio 2/2026

Refugios en el tiempo: un marco arquitectónico para mitigar el dolor total en centros paliativos: análisis conceptual y revisión de precedentes multiescala 64
Shelters in time: an architectural framework to mitigate total pain in palliative centers: conceptual analysis and review of multiscale precedents

MSc. Arq. Katiuska María Caicedo Mora
https://orcid.org/0009-0003-3945-064X
Universidad Central de Venezuela-Caracas
Correo-e: *katiuska.caicedo@ucv.ve*

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03
Recibido: junio 15/2026 | Aprobado: julio 14/2026
Aceptado: julio 21/2026

Arquitectura hospitalaria sin alma: el costo social de construir en Bolivia edificios que no pueden sanar 82
Hospital architecture without a soul: the social cost of building buildings that cannot heal in Bolivia

MSc. Arq. Daniela Patricia Zeballos
https://orcid.org/0009-0007-7413-5628
Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca-Bolivia
Correo-e: *daniela_patricia77@hotmail.com*

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04
Recibido: julio 6/2026 | Aprobado: agosto 27/2026
Aceptado: septiembre 3/2026

DOCUMENTO

Diseño para un hospital resiliente 94

Dra. Arq. Sonia Cedrés de Bello
https://orcid.org/0000-0003-2225-6317
Publicado en julio 2026 por
AADAIH-Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria

RESEÑA

Doctorado *Honoris Causa* de la Universidad Central de Venezuela para los arquitectos Jimmy Alcock, Carlos Gómez de Llarena, Edwing Otero y el artista plástico Jacobo Borges 105

Arq. Edwing Otero
https://orcid.org/0009-0006-1453-5112

EVALUADORES Y ÁRBITROS 114

NORMAS PARA AUTORES 116

Hoja de ruta para la reconstrucción del hábitat y la infraestructura hospitalaria

Dra. Arq. Beatriz Hernández Santana
Directora de la revista Tecnología y Construcción
https://orcid.org/0009-0006-0187-7543
Correo-e: beatriz.hernandez@ucv.ve
DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

La revista ***Tecnología y Construcción*** (TyC) no nació como simple ejercicio editorial, sino como la respuesta necesaria del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) ante la exigencia que demandaba el momento de un país en transformación. Fundada en 1985, mismo año del surgimiento del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, nuestra revista se constituyó en respaldo a la producción científica del instituto en tanto que plataforma de divulgación técnica –como fue en sus inicios–, llegando en su desarrollo hasta hoy, a cuatro décadas de su fundación, como un instrumento estratégico de arbitraje y validación del conocimiento.

En el complejo escenario actual, la razón de ser de ***Tecnología y Construcción*** trasciende el cumplimiento de criterios de indexación. Si bien la implementación de estándares internacionales –la asignación de Identificadores de Objeto Digital-DOI (*Digital Object Identifier* por sus siglas en inglés), así como la estructuración de metadatos XML JATS[1] y el estricto sistema de revisión por pares doble ciego– nos inserta en la vanguardia científica global, nuestra meta más ambiciosa es convertir la investigación en una herramienta de resiliencia.

A lo largo de estos años la revista se ha consolidado como reservorio de información muy útil para comprender el fenómeno natural y el desastre edilicio, recomendando su revisión exhaustiva por los estudios allí reseñados, muchos de ellos resultado de los trabajos de investigación de nuestro postgrado, un semillero donde la vivienda de interés social, la innovación en materiales locales –desde la mampostería hasta el uso estratégico del pino Caribe– y la sostenibilidad energética dejan de ser tesis para convertirse en soluciones posibles. Frente a la parálisis institucional y las restricciones presupuestarias que han afectado al ecosistema científico venezolano, ***Tecnología y Construcción*** ha resistido mediante la autogestión y el compromiso ético de su comunidad.

Hoy, más que nunca, apoyar, innovar y mejorar esta publicación es un acto de soberanía intelectual. Mientras el entorno regional avanza hacia políticas de I+D+i más robustas, nosotros nos enfrentamos a la necesidad imperiosa de transformar nuestra capacidad académica en

Nota
1 XML (Extensible Markup Language) es un lenguaje que utiliza etiquetas (como <etiqueta>) para definir qué significa cada parte de un texto y cómo se organiza, pero sin fijar su diseño visual. JATS (Journal Article Tag Suite) es un estándar internacional en formato XML diseñado específicamente para estructurar, etiquetar y publicar literatura científica y académica en línea. Así mismo, el Estándar NISO, aprobado por la National Information Standards Organization (NISO Z39.96), garantiza que las revistas científicas compartan información bajo un mismo idioma digital.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

una agencia operativa que permita resolver problemas concretos, pasar de la teoría a la práctica, haciendo que la revista no solo sea el archivo de nuestra memoria técnica, sino también la plataforma desde la cual el IDEC pueda liderar, con base científica y rigor técnico, la reflexión crítica sobre la reconstrucción del hábitat nacional.

Hacia una nueva hermenéutica del hábitat: la lección de la crisis

La configuración de nuestras urbes, signada por la persistente tríada de anarquía, desigualdad e informalidad, no es una contingencia azarosa, sino el síntoma material de una desconexión estructural: el divorcio entre la planificación formal y la realidad orgánica de nuestros asentamientos. Los efectos del doble sismo ocurrido el 24 de junio han revelado esta contradicción con una crudeza inesperada: mientras que los sectores populares, históricamente señalados como focos de vulnerabilidad, demostraron una insospechada capacidad de respuesta, el colapso se ensañó con edificaciones formales en La Guaira (estado Vargas) y Caracas como las zonas mayormente afectadas. Ante la magnitud de esos eventos sísmicos (7.1 y 7.5 Mw), los suelos donde se asentaban estas estructuras parecen haber sufrido fenómenos de licuefacción –transformándose en 'gelatina'–, dejando en evidencia que la fragilidad técnica no reside en la informalidad, sino en la inobservancia de la geología local por parte de la arquitectura y la ingeniería oficiales.

Históricamente, el discurso arquitectónico ha eludido la confrontación con las lógicas constructivas del barrio, intentando trasplantar modelos habitacionales ajenos –inspirados en cánones europeos o norteamericanos– que resultan inoperantes en nuestra realidad disociada. Este 'conflicto de temporalidades', donde la lógica apriorística del Estado colisiona con la dinámica evolutiva de las comunidades, ha forzado a los habitantes a procesos traumáticos de adaptación y reinterpretación, convirtiendo el proyecto de vivienda en un ejercicio de resistencia identitaria frente a un modelo formal que, lejos de ser la solución, ha demostrado ser estructuralmente más vulnerable de lo que el mito de la modernidad sugería.

Frente a este modelo agotado, las investigaciones desarrolladas en nuestra casa de estudios –desde los estudios exploratorios de la producción cultural del espacio habitable hasta los lineamientos de planificación sostenible y los estudios de vivienda productiva– nos exigen un cambio de paradigma: la gestión del hábitat no es un acto administrativo, sino una mediación social.

Como hemos corroborado en el IDEC, la sostenibilidad urbana es imposible desde campos profesionales desconectados de la base co-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

munitaria. La vivienda no puede seguir siendo entendida como un objeto tectónico estático; debe ser concebida como un organismo flexible, productivo y, sobre todo, resiliente. Los hallazgos sobre la vivienda multifamiliar productiva nos demuestran que el espacio doméstico es el motor de la economía local, particularmente en la labor de las mujeres, lo que exige una infraestructura urbana que incorpore la conectividad y el servicio como derechos transversales.

Más aún, ante la vulnerabilidad sísmica documentada en trabajos publicados en esta revista, la técnica debe dejar de ser una imposición externa para convertirse en transferencia de conocimiento. La 'apropiación social' de la tecnología es, en este sentido, el camino a seguir: cualquier sistema constructivo, por avanzado que sea, es inútil si no es comprendido, monitoreado y mantenido por sus habitantes.

El reconocimiento de la "otredad" –entender que el habitante no es un adjudicatario pasivo, sino el arquitecto fundamental de su propia seguridad y bienestar– es la única vía para superar el "maquillaje de emergencia". No buscamos solo construir edificios; buscamos tejer un marco institucional que legitime y potencie las redes de parentesco y vecindad, transformando la emergencia en la oportunidad definitiva para sanar nuestra arquitectura y, finalmente, alinear el diseño con la vida real de los ciudadanos.

La arquitectura como respuesta: un compendio de resiliencia

El presente número de ***Tecnología y Construcción*** no es una edición convencional. Ante la fragilidad evidenciada por los sismos del 24 de junio, hemos planteado en estas páginas abrir una línea de investigación para trazar una ruta de reconstrucción que va de lo estructural a lo humano, también dedicada a repensar el hospital y el refugio, entendiendo que la arquitectura médica es la primera línea de defensa de la sociedad en momentos de crisis. Una orientación que seguiremos desarrollando en próximos números.

Iniciamos con el estudio técnico de los ingenieros Sigfrido Loges y Ángelo Marinilli, cuya evaluación sobre pórticos de concreto reforzado mediante análisis dinámicos no lineales nos entrega el diagnóstico fundamental sobre la seguridad de nuestras edificaciones: la columna y la viga no son solo elementos, son el esqueleto de nuestra supervivencia. Este rigor estructural se complementa con la propuesta de Ivano Aspesi Garzonio y Luis Alvydas Rosales Statkus, quienes, mediante sus fachadas verdes permeables, nos recuerdan que la sostenibilidad no es

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

un lujo, sino un elemento de habitabilidad urbana necesaria incluso en los momentos de mayor tensión.

La reflexión se desplaza luego hacia el "daño invisible" y la gestión del dolor. El trabajo de la MSc. Arq. Katiuska María Caicedo Mora sobre refugios y centros paliativos nos brinda una lección de arquitectura humana: cuando se supera la emergencia, el espacio debe continuar cuidando. En ese mismo sentido, la MSc. Arq. Daniela Patricia Zeballos, desde una mirada crítica necesaria, nos interpela sobre la "arquitectura hospitalaria sin alma", advirtiendo que, en Bolivia, como en Venezuela, construir hospitales que no pueden sanar es un error que no podemos permitirnos tras el desastre.

Cerramos esta edición con la inclusión del documento de la Dra. Arq. Sonia Bello, *Diseño para un hospital resiliente*, un aporte clave de la Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria-AADAIH que eleva nuestra discusión al estándar continental.

Finalmente, no podíamos dejar de incluir en este número el texto preparado por el Arq. Edwing Otero con motivo de haberles sido conferido el Doctorado *Honoris Causa* al artista plástico Jacobo Borges, y a los arquitectos Walter James «Jimmy» Alcock, a Carlos Gómez de Llarena y al propio Edwing Otero, recordándonos que, a pesar de la crisis, nuestra disciplina sigue siendo una labor de vida, de memoria y de trascendencia.

Esta edición es, en suma, el "gran mapa" de nuestra respuesta técnica. Cada artículo es pieza de un rompecabezas que busca convertir la fragilidad del momento en una arquitectura capaz de sostener la vida, la dignidad y la esperanza de nuestra sociedad.

Corolario
La academia como arquitectura de la reconstrucción

La emergencia del pasado 24 de junio no ha detenido nuestra capacidad de pensamiento, por el contrario, ha puesto a prueba la verdadera pertinencia de nuestra investigación. Como directora de esta revista, he sido testigo de un equipo editorial que, incluso en los momentos de mayor incertidumbre, ha mantenido el compromiso de proteger y difundir el conocimiento. La presente edición es, por tanto, un acto de resistencia, pero fundamentalmente un ejercicio de responsabilidad que queremos proyectar hacia el futuro.

Ya no basta con publicar resultados de investigación; debemos transitar, con decisión, hacia la agencia urbana operativa. La arquitectura y la ingeniería en Venezuela no pueden seguir funcionando bajo esquemas

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

de parálisis institucional o de improvisación ante el desastre. La lección que aprendemos y queremos transmitir con este número es clara: nuestra fortaleza reside en la red, en la colaboración y transdiciplinaria. El habitante del barrio o de las ciudades no es un objeto de nuestra planificación, es el sujeto activo con quien debemos co-crear, en un proceso colaborativo donde diferentes personas (clientes, equipos o ciudadanos) diseñan soluciones juntos, las soluciones de mañana.

Desde el IDEC, reafirmamos nuestra vocación de ser el puente que conecta el rigor de la vanguardia científica global con las necesidades urgentes de nuestra realidad territorial. A nuestros investigadores y colaboradores, les extiendo un llamado a la continuidad: no permitiremos que la crisis fragmente la memoria técnica de nuestro país. La reconstrucción de Venezuela no se hará desde el aislamiento, sino mediante el ejercicio riguroso de una ciencia que entiende, que cuida y que, sobre todo, propone.

Invitamos a la comunidad académica nacional e internacional a recibir este contenido como parte de una hoja de ruta para la contingencia sostenible del siglo XXI.

El camino es largo y la tarea es monumental, pero nuestras estructuras, como el conocimiento que las sustenta, han demostrado ser capaces de mantenerse en pie cuando se construyen sobre la base de la ética, la técnica y la solidaridad.

Que esta edición sea parte de un cimiento desde el cual volvamos a levantar, con mayor conciencia y mayor rigor, la arquitectura que nuestro país merece.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.05

Agradecimientos institucionales y colaboración

La viabilidad de este esfuerzo editorial es el resultado de una red de voluntades y compromisos institucionales. Extendemos nuestro profundo agradecimiento al Vicerrectorado Académico de la UCV y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH), cuyo apoyo constante y financiamiento para la gestión de identificadores DOI han sido el pilar fundamental para garantizar la visibilidad y trazabilidad internacional de nuestra producción científica. Asimismo, agradecemos al Repositorio Saber UCV por su invaluable labor en la preservación y difusión de nuestro patrimonio intelectual.

Nuestra gratitud se extiende al Dr. Arq. Nedo Paniz, Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, y a todo el Consejo de Facultad, por su respaldo estratégico a la investigación en tiempos de crisis.

También un reconocimiento especial a la invaluable alianza con Collectania, cuyo apoyo ha sido determinante para la materialización de un nuevo número en un tiempo y circunstancias muy particulares.

Finalmente, este volumen es el reflejo de una labor de trabajo y convicción. Mi reconocimiento va dirigido al director del IDEC, Argenis Lugo, por su visión en la reconfiguración del instituto pos evento 24 de junio y, de manera muy personal, a todo el Equipo Editorial de ***Tecnología y Construcción.*** Su dedicación *ad honorem*, su rigor técnico y su inquebrantable compromiso ético son, en última instancia, el verdadero sistema estructural que mantiene esta revista en pie, proyectando la ciencia venezolana hacia el futuro.

Evaluación de la condición columna fuerte viga débil por nivel en pórticos de concreto reforzado de baja altura mediante análisis dinámicos no lineales*

Evaluation of the strong-column weak-beam condition by story-based methodology in low-rise reinforced concrete frames through nonlinear dynamic analysis

Esp. Ing. Sigfrido Loges
https://orcid.org/0009-0009-2476-0147
Correo-e: sloges@gmail.com
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela.

Dr. Ing. Ángelo Marinilli
https://orcid.org/0009-0004-1465-1055
Correo-e: angelomarinilli@gmail.com
Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME). Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01
Recibido: marzo 13/2026 | Aprobado: mayo 7/2026
Aceptado: mayo 22/2026

*La elaboración del presente documento fue posible, en gran parte, gracias al financiamiento otorgado por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, a través del Proyecto FONACIT Nº 2023000156 "Programa de Mejoramiento de la Seguridad Estructural para Ciudades más Resilientes, Inteligentes y Sostenibles en Venezuela". Agradecimiento especial al Centro de Ingeniería Sísmica (CISIS) del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la Universidad Central de Venezuela y al Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, por el apoyo incondicional recibido durante la realización de la presente investigación.

Resumen
Para que las edificaciones aporticadas de concreto reforzado en zonas sísmicas alcancen el desempeño esperado, es crucial que se cumpla la condición columna fuerte viga débil (CFVD). El principal objetivo es evitar la aparición de mecanismos de piso. Con esto, se espera que el daño estructural se concentre en ubicaciones convenientes de la estructura, como p. ej., los extremos de las vigas. Existen varios enfoques normativos para verificar el cumplimiento de la CFVD. Uno de ellos, denominado "por nivel", originalmente propuesto por el SEAOC y adoptado solo por la norma NVF 1753:2006, plantea que el cociente (β) entre las sumatorias de las resistencias nominales a flexión de todas las columnas y todas las vigas de un mismo piso y en una misma dirección y sentido de la acción sísmica, sea al menos igual a 1,00 en SEAOC y 1,20 en NVF 1753. A partir de análisis dinámicos no lineales de pórticos de 4 niveles que cumplieron con el valor de β propuesto por NVF 1753 y con las acciones sísmicas de acuerdo con la norma NVC 1756-1:2019, se concluyó acerca de la eficacia de esta propuesta para alcanzar la CFVD y un desempeño esperado.

Descriptores
Pórticos, concreto reforzado, columna fuerte viga débil, verificación por nivel, análisis no lineal.

Abstract
The strong column weak beam condition (CFVD) is necessary to achieve the expected performance of reinforced concrete frame buildings in seismic zones. The main objective is to prevent a floor mechanisms. Therefore, it is expected that structural damage will occur in appropriate locations within the structure, such as at the ends of beams. There are some concrete design codes approaches to verify the CFVD. The "story" approach is one of those, which was originally proposed by SEAOC and adopted only by the Venezuelan Standard NVF 1753:2006, which intends that the quotient (β) between the sums of the nominal flexural strengths of all columns and all beams of the same floor in the same direction and sense of the seismic action, be at least equal to 1,00 in SEAOC and 1,20 in NVF 1753. Based on nonlinear dynamic analyses of 4 level concrete frames accomplish with the NVF 1753 β value (1,20) and seismic actions in accordance with the NVC 1756-1:2019 Venezuelan Seismic Standard, it was possible conclude about the effectiveness of this approach to achieve CFVD and the expected performance.

Descriptors
Frames, reinforced concrete, strong column weak beam, story approach, nonlinear analysis.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Las edificaciones aporticadas resistentes a momento de concreto reforzado, deben ser capaces de disipar inelásticamente parte de la energía proveniente de la acción sísmica a través de un daño controlado de sus miembros estructurales y en ubicaciones convenientes de la estructura, las cuales pueden ser, p. ej., en los extremos de las vigas y en la base de las columnas inferiores, lo que constituye un mecanismo plástico conocido como "ideal". Ese daño controlado se conoce como "rótula plástica", y surge como resultado de importantes niveles de deformación en los miembros estructurales. Las distintas normas de concreto reforzado [como p. ej.: ACI 318 (ACI, 2022), NVF 1753 (FONDONORMA, 2006), EN 1998-1 (2003) y otras (GB50011-2010, 2010; NSR-10, 2010; NTC RSEE, 2017)] proponen procedimientos racionales para verificar la condición columna fuerte viga débil (CFVD, en lo sucesivo), considerando que el cociente entre la sumatoria de las resistencias nominales a flexión de las columnas y las resistencias nominales a flexión de las vigas del sistema resistente a sismos sea, al menos, igual a un cierto valor recomendado, el cual puede variar ligeramente en cada norma para incluir consideraciones locales. Dichos procedimientos de verificación se realizan en cada piso de la edificación, sentido y dirección de la acción sísmica.

En general, el enfoque normativo para la verificación de la CFVD más ampliamente difundido, se conoce como "por nodos", y considera este cociente entre las resistencias nominales a flexión de columnas y vigas por cada nodo de la edificación, debiendo al menos cumplir con un cierto valor, que en este trabajo se denomina α. Adicionalmente, existe otro enfoque, mucho menos empleado, conocido como "por nivel", que plantea que dicho cociente, que acá se ha llamado β, sea obtenido a partir de la relación entre la sumatoria de las resistencias nominales a flexión de todas las columnas y de todas las vigas de cada piso de la edificación. Este enfoque por nivel, solo adoptado por la Norma Venezolana NVF 1753 del año 2006, fue originalmente propuesto por el SEAOC en su documento *Blue Book* de 1999 (SEAOC, 1999), siendo ratificado como el método más idóneo para la verificación de la CFVD en su edición de 2019 (SEAOC, 2019). La norma NVF 1753 lo incluye con base en la misma filosofía propuesta por SEAOC como una segunda alternativa de verificación de la CFVD y plantea que el valor de β sea, al menos, igual a 1,20 (Ecuación 1), siendo mayor al valor de 1,00 propuesto por SEAOC. En la imagen 1, se puede apreciar la metodología detrás de ambas propuestas, tanto por nodos como por nivel, incluyendo la alternabilidad de la acción sísmica (a y b). En la imagen 2, se aprecian los mecanismos plásticos deseables (2a y 2b) y no deseables (2c a la 2e) de disipación de energía proveniente de la acción sísmica.

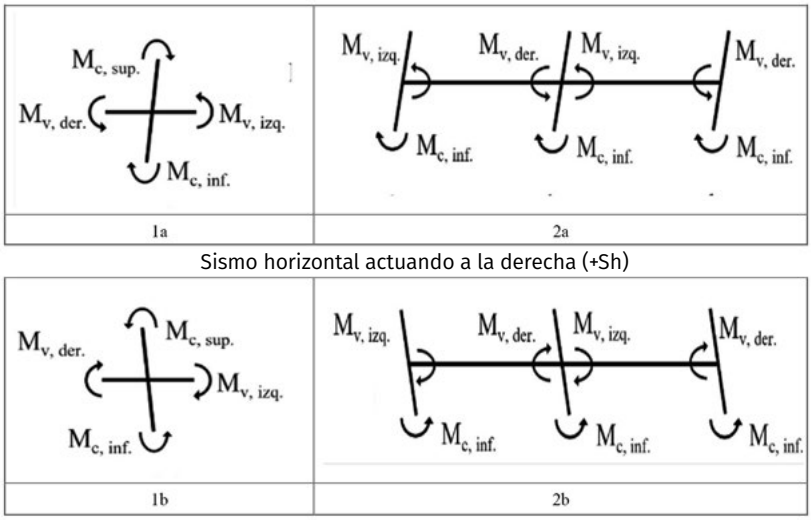
$$\beta = \frac{\sum Mnc}{\sum Mnv} = 1{,}20 \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

ΣM_{nc} = Sumatoria de las resistencias nominales a flexión de todas las columnas de un piso, en una misma dirección y sentido de la acción sísmica.

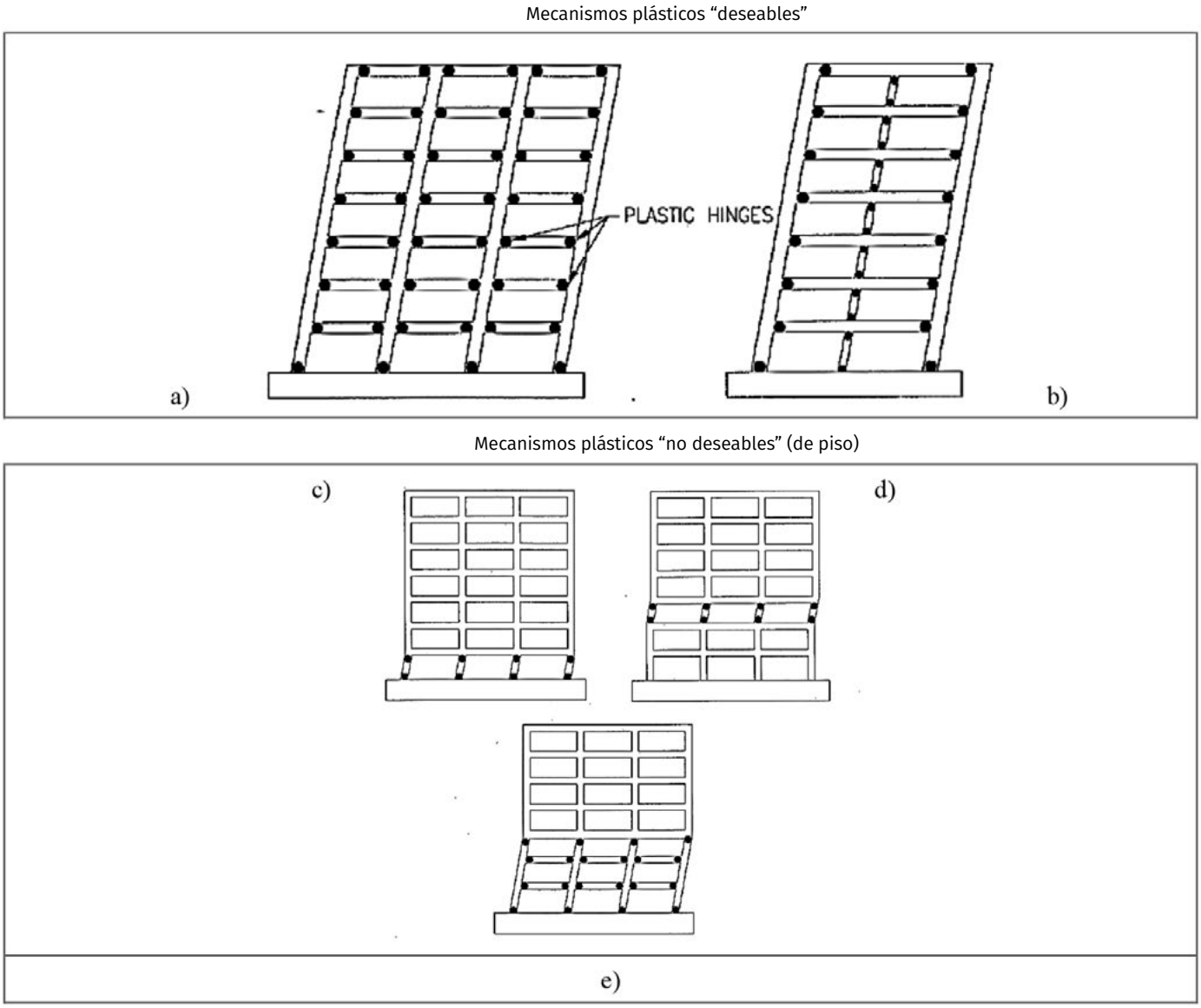
ΣM_{nv} = Sumatoria de las resistencias nominales a flexión de todas las vigas de un piso, en una misma dirección y sentido de la acción sísmica.

Imagen 1. Verificación de la CFVD por nodos (1) y por nivel (2).



Fuente: Marinilli (2017) en Loges y Marinilli (2025a).

Imagen 2. Mecanismos plásticos “deseables” (a, b) y “no deseables” (c, d y e).



El principal objetivo que persiguen ambos enfoques es, a través de procedimientos racionales de análisis y cumpliendo con los valores propuestos de α y β, evitar la formación de algún mecanismo de piso que pudiera afectar la estabilidad de una edificación ubicada en zonas sísmicas. Asimismo, es importante aclarar, que la formación de rótulas plásticas en los extremos superiores de las columnas del último nivel de la edificación no conduce a un mecanismo de piso y es un aspecto contemplado en las normas. Del análisis no lineal de diferentes casos de estudio basados principalmente en pórticos regulares de varios nive-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

les, empleando el enfoque por nodos (Dooley & Bracci, 2001; Cagurandan, 2015; Marinilli A. , 2017b; Tian & Yinfeng, 2020) y por nivel (Loges & Marinilli, 2018; 2023; 2024; 2025b), se concluyó que la aparición de rótulas plásticas en ciertos extremos de columnas de niveles intermedios podía conducir a la formación de mecanismos de piso, con lo cual, ninguno de los dos enfoques resultaba completamente eficaz para alcanzar la CFVD, proponiéndose en algunos de los trabajos la necesidad de emplear valores de α y β superiores a los propuestos en las normas consideradas para alcanzar mecanismos plásticos ideales.

Los casos de estudio en este trabajo, para determinar la probabilidad de alcanzar un cierto nivel de desempeño, evaluando la eficacia de la propuesta por nivel para la CFVD, fueron dos pórticos regulares de concreto reforzado de cuatro niveles, los cuales fueron identificados como Simétrico (SIM) y Asimétrico (ASIM), siendo su principal diferencia la distancia entre los ejes de las columnas. En ambos casos, el diseño de las vigas y columnas se basó en lo planteado por la norma NVF 1753 y la verificación de la CFVD se realizó considerando solamente el enfoque por nivel ($\beta \geq 1{,}20$). Para esto, se realizaron análisis dinámicos no lineales, utilizando el programa de computación *SeismoStruct* (Seismosoft, 2023a). Se llevaron a cabo dos tipos de análisis dinámicos. En el primero, denominado DIN, se consideraron once registros de aceleraciones obtenidos de la base de datos de PEER (Ancheta *et al*., 2013) para dos escenarios sísmicos diferentes, identificados como Sismo 1 (S1) y Sismo 2 (S2), los cuales cumplieron con lo especificado en la norma NVC 1756 (COVENIN, 2019), siendo S1 equivalente a un sismo con un período medio de retorno (PMR) de 475 años, mientras que S2 a uno con un PMR de 2475 años. En el segundo tipo de análisis, conocido como Incremental o IDA, se emplearon tres de los once registros de aceleraciones ya considerados previamente en el análisis DIN para el sismo S1. Con este análisis IDA se obtuvieron curvas de fragilidad que permitieron determinar la probabilidad ($\mathbf{Pfi}$) de alcanzar el nivel de desempeño esperado asociado con el sismo S1. Para el análisis probabilístico se empleó el método de la Simulación de Montecarlo, generando 5000 valores para la variable aleatoria, que en este caso fue la relación de deriva lateral total global (Δ_{GT}), obtenida al considerar el cociente entre el desplazamiento lateral del centro masas del último nivel de la edificación y su altura, medida desde el nivel base.

Características de los casos de estudio

Para los casos de estudio (imagen 3), se consideró un valor de la resistencia especificada a la compresión (f'_c) del concreto de 250 kgf/cm^2, mientras que la resistencia cedente especificada del acero de refuerzo (f_y) fue de 4200 kgf/cm^2. El caso de estudio SIM (imagen 3a) presentó distancias de 5m entre ejes de columnas, con alturas de entrepiso de 2,80m. El caso de estudio ASIM (imagen 3b), en cambio, tuvo distancias variables entre ejes de columnas, pero manteniendo el mismo valor del caso SIM para la altura de los entrepisos. Las dimensiones de las secciones transversales de las vigas y columnas en ambos casos de estudio se pueden ver en la imagen 4. Las dimensiones de las columnas fueron obtenidas de acuerdo con el predimensionado propuesto por Arnal & Epelboim (1984) (Ecuación 2), considerando un valor de γ variable para f'_c, el cual considera el efecto de la acción sísmica en las columnas con menores cargas axiales (esquineras y de borde o fachada). La dimensión mínima considerada para la sección transversal de las columnas fue de 40x40cm. Por su parte, las vigas, en todos los casos, presentan una sección transversal constante de 30x40cm.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

$$A_{req,col} = \frac{Pz * At * Np}{\gamma * f'c} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

$A_{req,col}$ = Área mínima requerida de la columna, en cm².

Pz = Carga vertical de cada nivel sobre la columna. Incluye las cargas Permanentes (C_P) y Variables (C_{Vi}) de uso, en kgf/m².

At = Área tributaria de la columna, en m².

Np = Número de pisos por encima de la columna.

γ = Factor que depende de la ubicación en planta de la columna, siendo igual a 0,28 (Central), 0,25 (Borde o Fachada) o 0,20 (Esquinera).

Imagen 3. Caso de estudio SIM (a) y caso de estudio ASIM (b)

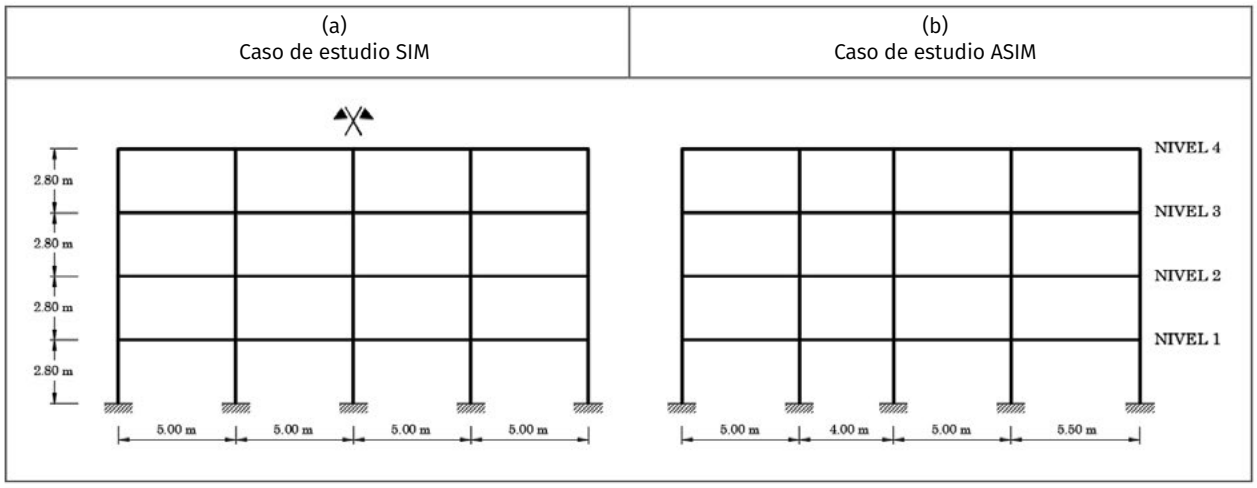
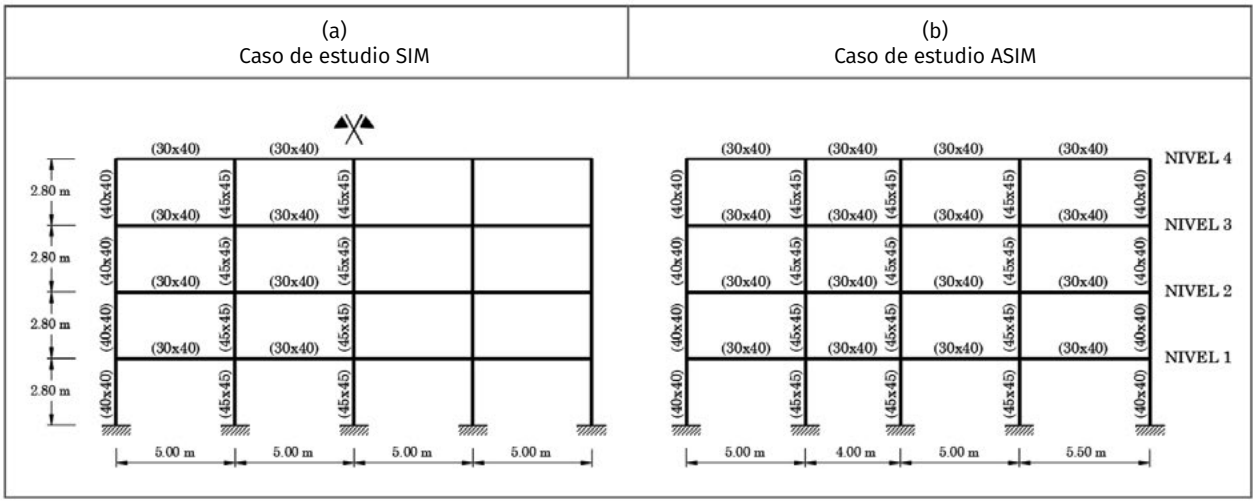


Imagen 4. Dimensiones de las secciones transversales de las vigas y columnas (cm) de los casos de estudio SIM (a) y ASIM (b)

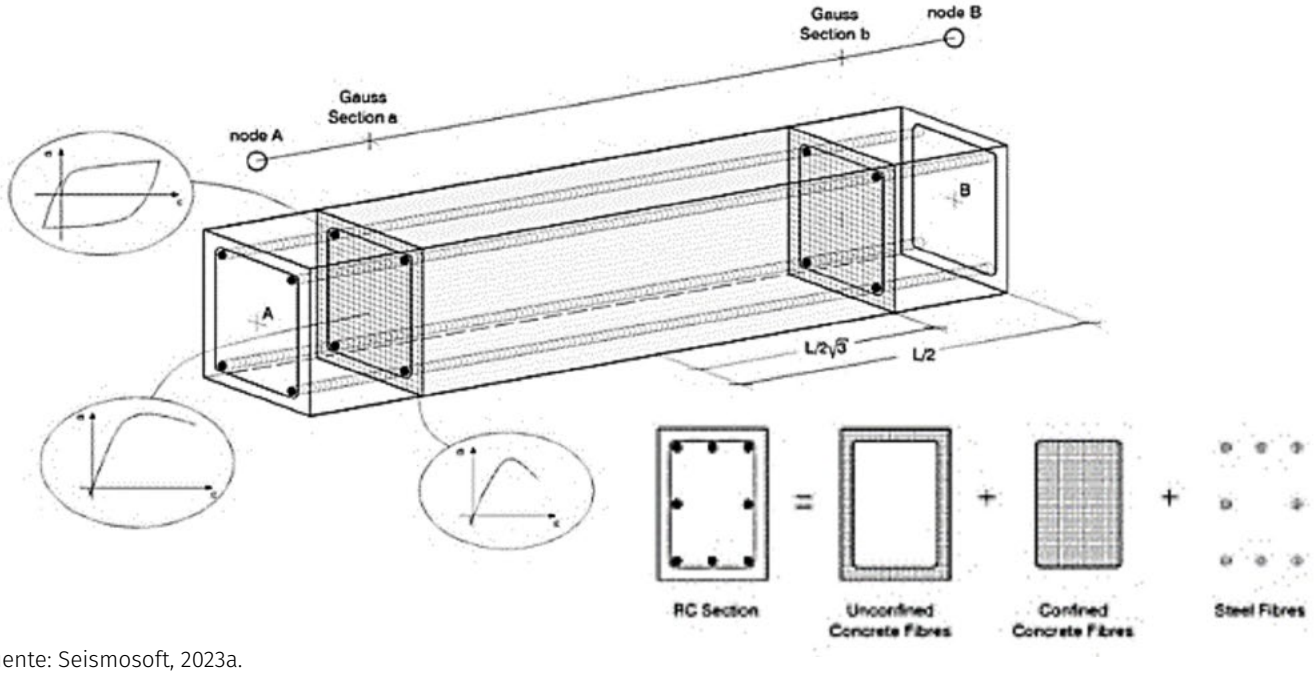


DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Para la caracterización del comportamiento inelástico de los miembros estructurales, se consideró el modelo de fibras (imagen 5) basado en fuerzas propuesto por Spacone *et al.* (1996), con la plasticidad concentrada en sus extremos (rótulas plásticas). La longitud de las rótulas plásticas (lp) se basó en la formulación propuesta por Paulay y Priestley (1992), en donde $l_p = 0{,}08L + 0{,}022 f_y d_b$ (MPa, donde 1 MPa = 10,19 kgf/cm^2), siendo L la longitud del miembro estructural (cm), fy la tensión cedente del acero de refuerzo longitudinal (kgf/cm^2) y db el diámetro de las barras de refuerzo longitudinal (cm). Este modelo de fibras permitió alcanzar buena convergencia de los resultados en los análisis realizados y es una elección conveniente, tomando en cuenta que las ubicaciones de mayor interés de los miembros estructurales de sistemas aporticados y especialmente para el estudio de la CFVD, se encuentran en los extremos de las vigas y columnas. De esta manera, dichos miembros se dividieron en tres regiones, con comportamiento no lineal las dos regiones extremas y elástico para la central. Igualmente, el acero de refuerzo de la región superior de cada columna se igualó al de la región inferior de la misma columna, del piso inmediatamente superior.

Una de las ventajas de emplear el modelo basado en fibras para las rótulas plásticas, es que la inelasticidad de cada elemento finito que define las secciones transversales de integración, se basa en las leyes constitutivas de los materiales y no en las curvas Momento-Rotación (M - θ) de cada sección transversal en las ubicaciones de cada rótula plástica, como se indica, p. ej., en el documento ASCE 41 (2023). Sin embargo, se debe tener presente que esta propuesta por fibras comporta una desventaja en lo que respecta al modelado de las losas de piso (*constraints*) como diafragmas con rigidez infinita en su plano, en donde todos los nodos de cada nivel quedan unidos entre sí a través de una vinculación interna que impide la de-

Imagen 5. Modelo de fibras con plasticidad concentrada en los extremos de los miembros empleado en los análisis no lineales según Spacone et al. (1996)

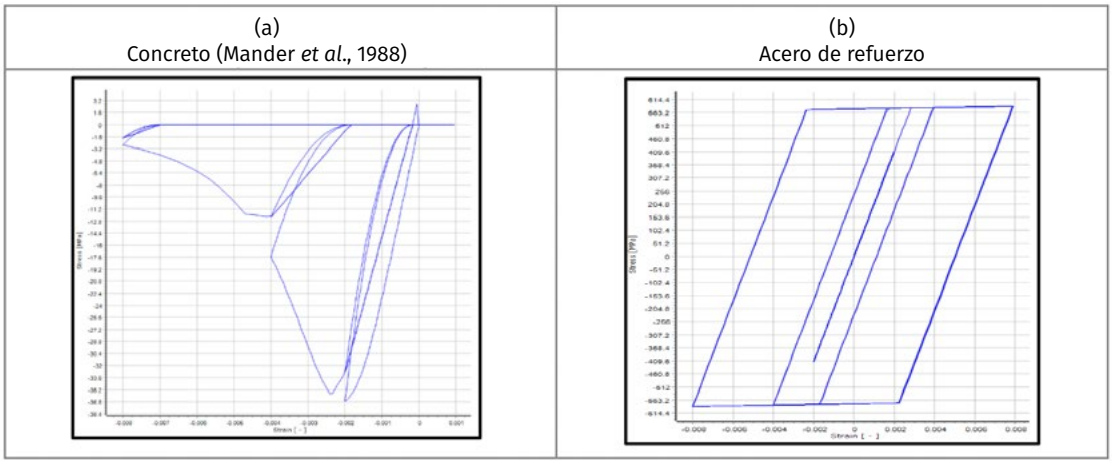


Fuente: Seismosoft, 2023a.

formación en una determinada dirección, ya que existe la posibilidad de aparición de cargas axiales espurias o irreales en las vigas de cada nivel, debido principalmente a que tienen impedida su deformación axial (Seismosoft, 2023a). Por lo tanto, en los casos de estudio no se consideraron diafragmas con rigidez infinita en su plano.

Con relación a los materiales (imagen 6), para el concreto confinado y no confinado se empleó el modelo propuesto por Mander *et al*. (1988), mientras que el comportamiento no lineal del acero de refuerzo longitudinal y transversal, se basó en un modelo bilineal. Este último, permite controlar bastante bien la influencia del endurecimiento por deformación del acero de refuerzo, que en el programa *SeismoStruct* se evidencia a través del coeficiente adimensional (μ), el cual se define como la razón entre la rigidez posterior a la cedencia (E_{sp}) y la rigidez inicial elástica (E_s), de acuerdo con la Ecuación 3. Los valores para el endurecimiento por deformación del acero de refuerzo de las vigas se obtuvieron del trabajo de Castilla y Marinilli (2001) (imagen 7), en donde luego del estudio de 1246 barras fabricadas con aceros tipo N-60 (en adelante, S-60) (COVENIN, 2000) y W-60, se desarrollaron unas ecuaciones (Ecuaciones 4 y 5) basadas en la relación de las cuantías de los aceros de refuerzo en compresión y tracción de las vigas (ρ´/ρ). En este trabajo, ρ´/ρ es igual a 0,50 y el tipo de acero empleado en los análisis

Imagen 6. Modelos para representar el comportamiento no lineal de los materiales: (a) Concreto (Mander *et al*., 1988), (b) Acero de refuerzo bilineal con endurecimiento por deformación



fue S-60.

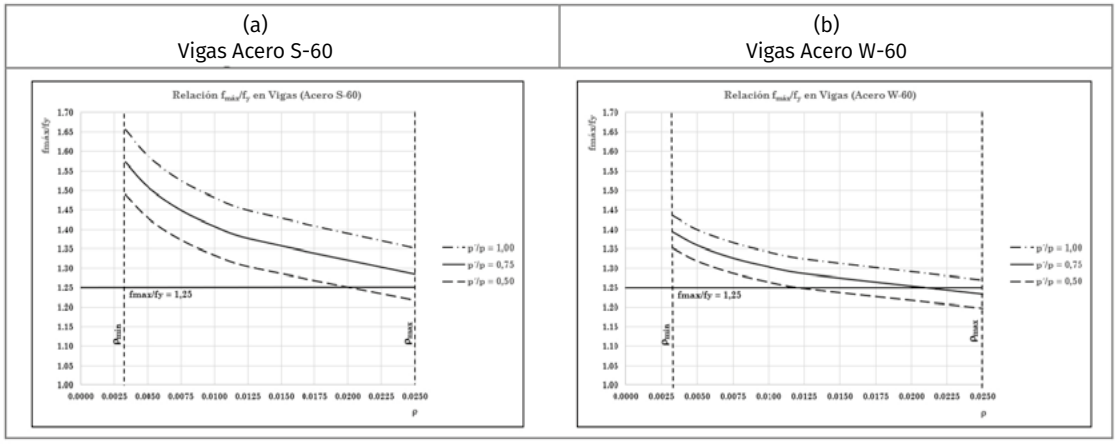
$$\mu = \frac{\frac{f_{ult} - f_y}{E_s}}{\varepsilon_{ult} - \frac{f_y}{E_s}} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

fult = Resistencia de agotamiento especificada del acero (kgf/cm²).
fy = Resistencia cedente especificada del acero (kgf/cm²).
εult = Deformación última del acero.
Es = Módulo de elasticidad del acero (kgf/cm²).

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Imagen 7. Valores de $\frac{f_{max}}{f_y}$ para aceros de refuerzo tipo S-60 y W-60



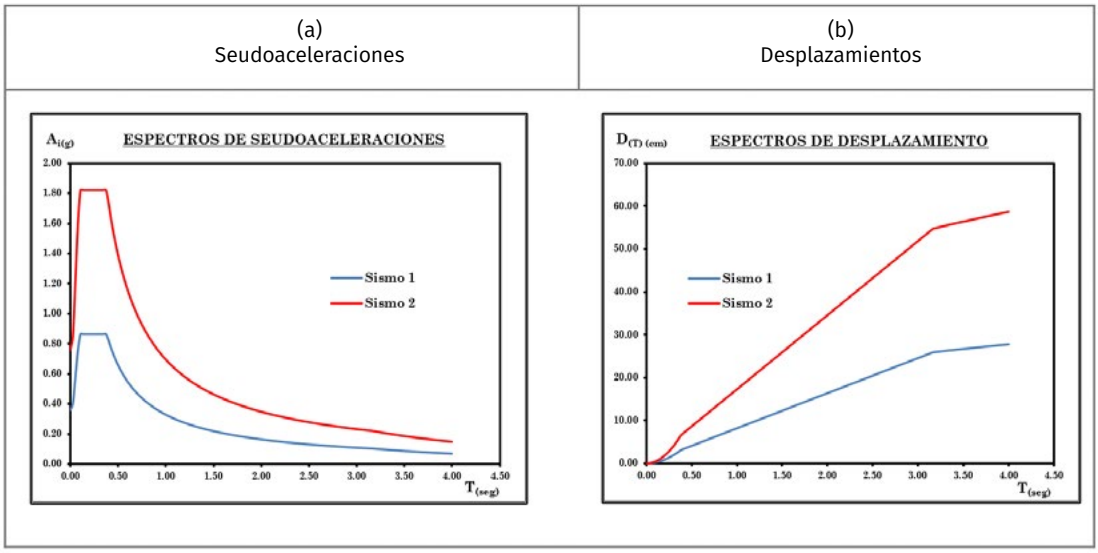
$$\frac{f_{max}}{f_y} = \frac{0.187(4+\rho'/\rho)}{\rho^{0.1}}$$; Para acero tipo S-60 (Ecuación 4)

$$\frac{f_{max}}{f_y} = \frac{0.117(7.7+\rho'/\rho)}{\rho^{0.06}}$$; Para acero tipo W-60 (Ecuación 5)

Acciones sobre las estructuras

Para el diseño de las vigas y columnas, se empleó el programa de computación *Etabs* v.20 de la empresa Computers and Structures Inc. (CSI, 2006), realizando un análisis modal espectral a cada caso de estudio, con la acción sísmica obtenida de acuerdo con lo propuesto por la norma NVC 1756, considerando un factor de reducción (R) igual a 4,50 para el espectro inelástico de respuesta correspondiente al sismo S1. Los espectros elásticos de respuesta para ambos sismos se muestran en la imagen 8 (seudoaceleraciones y desplazamientos). Dichos espectros fueron obtenidos de acuerdo a la consideración de edificaciones para un uso de vivienda multifamiliar (Grupo B2), apoyadas en suelo duro (Perfil Tipo C), al que corresponde un valor de la velocidad promedio de las ondas de corte en los primeros 30 metros superiores (Vs30) de 400 a 650 m/s, un coeficiente de la aceleración espectral horizontal del terreno (A_o), expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, igual a 0,30g, un coeficiente de aceleración espectral horizontal para el período de transición de un segundo (A_1) igual a 0,24 y un valor para el período de transición entre períodos intermedios y largos del espectro elástico (T_L) de 3,90s.

Imagen 8. Espectros de respuesta: Seudoaceleraciones (a) y Desplazamientos (b)



Las acciones sobre las estructuras (Permanentes, S_{CP} y Variables, C_V y C_{VT}) fueron obtenidas de acuerdo con lo propuesto por la Norma Venezolana NVC 2002:88 (COVENIN, 1988) y se muestran en el cuadro 1. Su magnitud resultó de multiplicar el valor propuesto por un ancho tributario de 5m, considerando que el caso de estudio correspondería a un pórtico central típico de una edificación con múltiples pórticos similares en ambas direcciones, X e Y. El peso correspondiente a los miembros estructurales es calculado directamente por el programa de análisis, al multiplicar el volumen de cada miembro por el peso unitario de su material.

Con los valores del cuadro 1 se realizó el análisis estructural de ambos casos de estudio a través de un análisis modal espectral con un grado de libertad traslacional por nivel en la dirección X y de acuerdo con lo planteado por NVC 1756, considerando las secciones transversales de las vigas y columnas agrietadas con valores de sus inercias iguales a $0{,}35I_g$ y $0{,}70I_g$, respectivamente. Con esto, se verificó que las relaciones de derivas laterales totales (Δ_i) de entrepiso no excedieron el valor máximo recomendado de 1,80% para edificaciones del Grupo B2, lo que permitió validar las geometrías asignadas a los miembros estructurales (ver imagen 4). El diseño de las vigas y columnas se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en NVF 1753 para un nivel de diseño ND3. El área de acero a flexión considerada para las columnas, fue la que permitiera obtener el valor más cercano a 1,20 para β, empleando aceros de refuerzo identificados de acuerdo con su diámetro, en milímetros. Las áreas de acero de las vigas se ajustaron a la relación $\rho'/\rho = 0{,}50$ ya indicada. En la imagen 9 se aprecian las áreas de acero de diseño de las vigas y en la imagen 10 las correspondientes a las columnas. La imagen 11, muestra los valores resultantes de β, en

Cuadro 1. Acciones verticales consideradas en los casos de estudio

Acción	Valor (kgf/m²) (COVENIN 2002:88)	Valor Ingresado en Etabs para un ancho tributario de 5m (kgf/m)
Permanente (S_{CP}) 600 y 400	600 y 400	3000 y 2000
Variable (C_V)	300	1500
Variable de Techo (C_{VT})	100	500

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

donde S^+ y S^- representan la alternancia de la acción sísmica. Es interesante observar que los valores de β son diferentes en ASIM para cada sentido del sismo, mientras que en SIM resultan iguales. Esto se explica por el efecto que tiene la carga axial sobre la resistencia a flexión de las columnas. En SIM las magnitudes de las cargas axiales sísmicas se mantienen, pero cambian su signo con el sentido del sismo. Por el contrario, en ASIM tanto las magnitudes como los signos de las cargas axiales varían según el sentido del sismo.

Imagen 9. Áreas de acero de diseño de vigas (ρ´/ρ = 0,50): (a) SIM, (b) ASIM

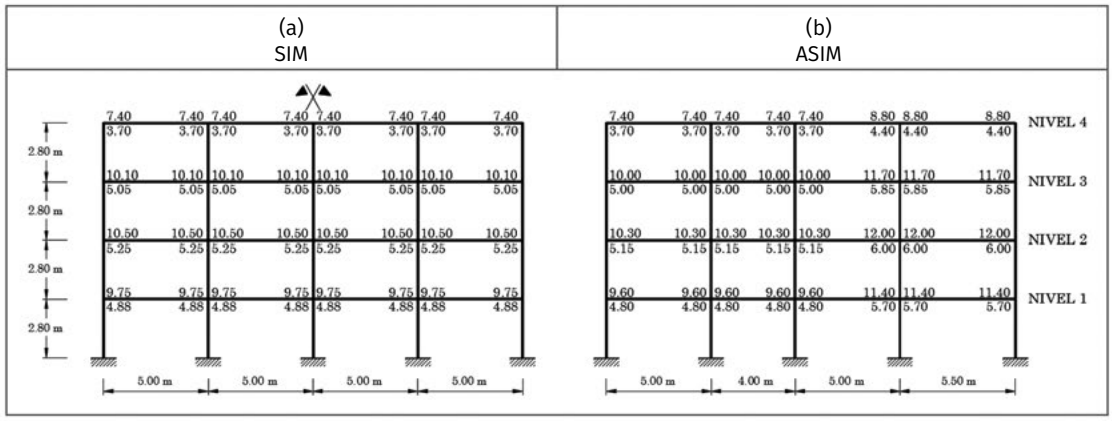


Imagen 10. Áreas de acero de diseño de columnas (cm²): (a) SIM, (b) ASIM

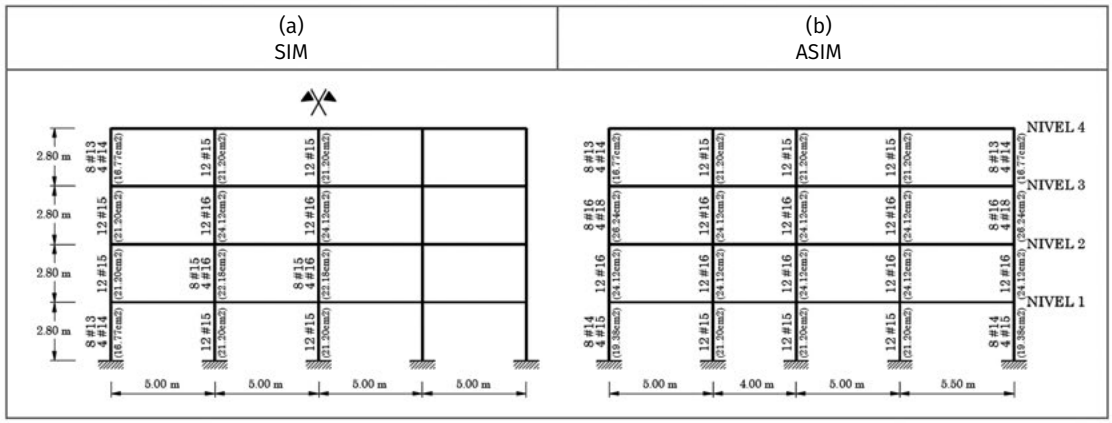
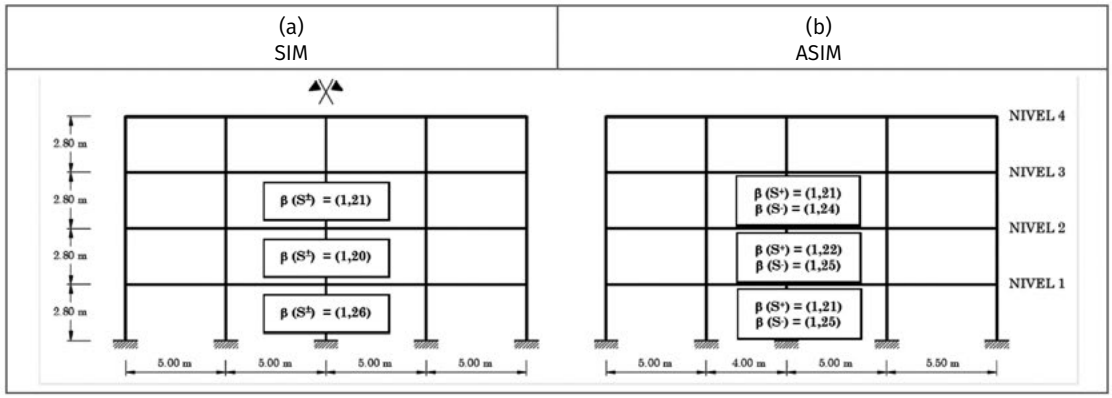


Imagen 11. Verificación de la CFVD por nivel (valores de β): (a) SIM, (b) ASIM



DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Criterios de desempeño

De acuerdo con NVC 1756 y para el sismo S1, se debe alcanzar un nivel de desempeño denominado Seguridad de Vidas (LS), en donde se presenta daño moderado en algunos miembros estructurales, con pérdida de resistencia y rigidez del sistema, mientras que para el sismo S2 se debe alcanzar el correspondiente a Prevención de Colapso (CP), en el que la estructura solo es capaz de soportar las cargas gravitacionales, con un nivel de daño extenso en miembros estructurales y elementos no estructurales. En este trabajo, para los casos de estudio y escenarios sísmicos considerados (S1 y S2), se emplearon los criterios de desempeño propuestos por la norma europea EN 1998-3 (EN 1998-3, 2005) de acuerdo con dos niveles: SD (Daño Significativo) y NC (Próximo al Colapso). Es posible, dadas las marcadas similitudes entre los niveles de desempeño, asociar los propuestos por ambas normas de la siguiente manera: LS → SD y CP → NC. El nivel de daño de los miembros estructurales de los casos de estudio en los análisis dinámicos no lineales, se asoció con valores de deformación unitaria de los materiales (- indica compresión, + tracción), es decir, p. ej., el aplastamiento del concreto se alcanzó al presentarse un nivel de deformación igual a - 0,006, la cedencia y la rotura del acero de refuerzo con valores de + 0,0025 y + 0,06, respectivamente (Seismosoft, 2023a). Es posible vincular estos valores de deformaciones unitarias con los de las rotaciones plásticas (θ_p) en las cuales se espera alcanzar un determinado nivel de desempeño, como se propone en diferentes documentos tales como ASCE 41, a través de la relación que existe entre θp y la curvatura plástica de cada sección (φ_p) ($\theta_p = \varphi_p.l_p$). De esta manera, a partir de φ_p y la compatibilidad de deformaciones, se calculan los perfiles de deformación unitaria en cada una de las fibras que componen las secciones transversales de integración definidas para cada miembro estructural.

Análisis dinámico no lineal (DIN e IDA)

En el análisis dinámico no lineal (DIN e IDA), considerado el método de análisis no lineal de estructuras más completo, es posible representar la acción sísmica a partir de una serie de registros de aceleraciones, lo que permite obtener resultados estadísticamente robustos, pudiéndose evaluar el desempeño de una estructura partiendo de su respuesta no lineal ante múltiples escenarios. Distintas normas y documentos (ASCE/SEI, 2023; COVENIN, 2019) recomiendan emplear un número mínimo de registros para considerar suficientes variaciones de las respuestas como función de la variabilidad de los registros sísmicos, lo que permite incorporar en el análisis el efecto del contenido frecuencial, duración, intensidad y pulsos de velocidad, entre otras cosas, de un sismo esperado, partiendo de ciertos parámetros tales como el tipo de falla, la magnitud de momento (M_w) y las velocidades de las ondas de corte (V_{sp}). El documento ASCE 41 y la norma NVC 1756 proponen el empleo de un número mínimo de once registros, mientras que la norma EN 1998 (EN 1998-1, 2003) recomienda al menos siete, aunque es válido considerar solo tres registros. Los registros de aceleraciones se pueden obtener de distintas bases de datos mundiales, como, por ejemplo, PEER (Ancheta y otros, 2013), la cual se empleó en este trabajo y cuyos registros seleccionados para los análisis DIN e IDA se muestran en los cuadros 2 y 3. En las imágenes 12 y 13, se presentan los espectros elásticos de respuesta de los once registros de aceleraciones seleccionados, los cuales fueron

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

escalados en un rango de períodos entre $0{,}20T_1$ y $2{,}00T_1$ con el fin de ajustarlos a los valores correspondientes de los espectros elásticos de respuesta de los sismos S1 y S2, siendo T_1 el período del primer modo de vibración de cada caso de estudio, los cuales fueron iguales a $1{,}323_S$ (SIM) y $1{,}292_S$ (ASIM). En vista que los valores de T1 fueron similares en ambos casos de estudio, se empleó el correspondiente al caso SIM solamente, lo que permitió definir un solo rango de valores para el proceso de escalamiento de los espectros de respuesta.

Cuadro 2. Registros de Aceleraciones seleccionados para el sismo S1, con un PMR de 475 años

Evento (#PEER)	Magnitud (M_w)	Estación	Dist. Epicentral (km)	Dist. Plano Ruptura (km)	Factor de Escala
Kobe (1111) (17-01-1995) 6,90		Nishi-Akashi	7,08	7,08	0,4947
Chi-Chi Taiwan-04 (2734) (21-09-1999)	6,20	CHY074	6,02	6,20	0,5095
Victoria, México (265) (09-06-1980)	6,33	Cerro Prieto	13,80	14,37	0,7022
Tottori, Japón (3947) (06-10-2000)	6,61	SMNH01	5,83	5,86	0,7077
Tottori, Japón (3966) (06-10-2000)	6,61	TTR009	8,82	8,83	0,8421
Imperial Valley-06 (164) (15-10-1979)	6,53	Cerro Prieto	15,19	15,19	1,1329
Parkfield-02 (4149) (28-09-2004)	6,00	Parkfield – UPSAR 13	9,00	9,47	1,2114
Tottori, Japón (3943) (06-10-2000)	6,61	SMN015	9,10	9,12	1,3512
Chi-Chi Taiwan-04 (2739) (21-09-1999)	6,20	CHY080	12,44	12,53	1,6734
Parkfield-02 (4140) (28-09-2004)	6,00	Parkfield – UPSAR 03	9,49	9,95	1,7484
Parkfield-02 (4122) (28-09-2004)	6,00	Parkfield – Gold Hill 3W	4,66	5,41	1,7588

Fuente: *PEER* (Ancheta y otros, 2013).

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Cuadro 3. Registros de Aceleraciones seleccionados para el sismo S2, con un PMR de 2475 años

Evento (#PEER)	Magnitud (M_w)	Estación	Dist. Epicentral (km)	Dist. Plano Ruptura (km)	Factor de Escala
Kobe (1111) (17-01-1995)	6,90	Nishi-Akashi	7,08	7,08	1,0374
Chi-Chi – Taiwan-04 (2734) (21-09-1999)	6,20	CHY074	6,02	6,20	1,0685
Victoria, México (265) (09-06-1980)	6,33	Cerro Prieto	13,80	14,37	1,4727
Tottori, Japón (3964) (06-10-2000)	6,61	TTR007	11,28	11,29	1,4778
Tottori, Japón (3947) (06-10-2000)	6,61	SMNH01	5,83	5,86	1,4842
Tottori, Japón (3966) (06-10-2000)	6,61	SMNH01	8,82	8,83	1,7661
Darfield – NZ (6915) (04-09-2010)	7,00	Heathcote Valley Primary School	24,36	24,47	1,9077
Big Bear-01 (901) (28-06-1992)	6,46	Big Bear Lake - Civic Center	7,31	8,30	1,9634
Parkfield-02 (4147) (28-09-2004)	6,00	Parkfield – UPSAR 11	8,93	9,41	2,0573
Parkfield-02 (4145) (28-09-2004)	6,00	Parkfield – UPSAR 09	8,86	9,34	2,3124
Parkfield-02 (4143) (28-09-2004)	6,00	Parkfield – UPSAR 07	9,14	9,61	2,3728

Fuente: *PEER* (Ancheta y otros, 2013).

Para determinar el número de registros a ser empleados en los análisis IDA fueron considerados los siguientes aspectos: se requiere un gran esfuerzo computacional debido al número elevado de análisis no lineales y las limitaciones en los recursos computacionales disponibles, uno de los objetivos específicos de este trabajo fue evaluar la eficacia de la condición CFVD por nivel mediante análisis no lineales y la norma EN 1998 permite considerar solamente tres registros (EN 1998-1, 2003).

En definitiva, para los análisis IDA se seleccionaron los primeros tres registros de aceleraciones mostrados en el cuadro 1, correspondientes al escenario S1, es decir, los de Kobe, Japón (PEER, #1111) del año 1995, Chi-Chi, Taiwán (PEER, #2734) de 1999 y Victoria, México (PEER, #265) ocurrido en el año 1980. Considerando el nivel de precisión alcanzado en los resultados, se pudo obtener una buena aproximación de la probabilidad de alcanzar el nivel de desempeño SD para el sismo S1 en ambos casos de estudio.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

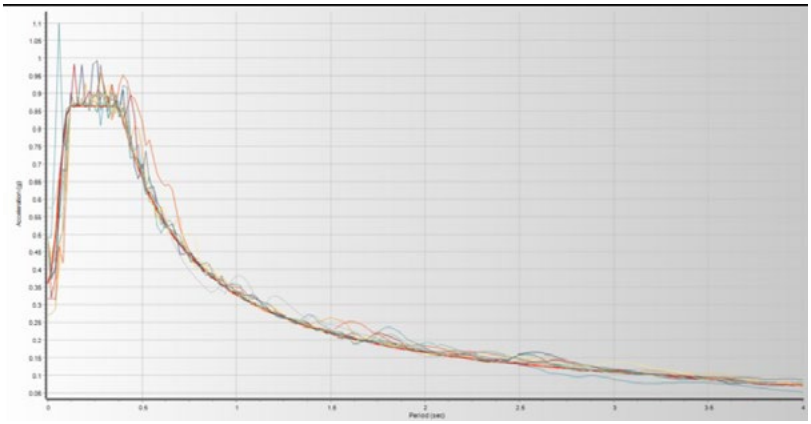
Resultados de los análisis dinámicos no lineales

a) Análisis DIN

En el cuadro 4 se muestra la cedencia de las vigas y columnas del caso de estudio SIM para ambos sismos (S1 y S2), junto con los valores asociados de los desplazamientos laterales máximos alcanzados (Dmáx) del nivel techo para cada registro de aceleraciones. El cuadro 5 indica las revisiones del desempeño de las vigas y columnas basadas en la Norma EN-1998 y los extremos de los miembros en donde se registraron, siendo DL el desempeño Limitación del Daño. Por su parte, los cuadros 6 y 8 muestran, entre otras cosas, los valores de los desplazamientos D_y (cedente), D_{SD} y D_{NC} (asociados a los desempeños SD y NC) y los cortes basales (V_b) relacionados con S1 y S2, para el caso SIM. Los desplazamientos D_{SD} y D_{NC} se obtuvieron en el momento en el que, al menos, un miembro estructural alcanzó los niveles de desempeño SD y NC. También se muestran los valores de los tiempos en los cuales se alcanzaron los desplazamientos D_y, D_{SD} y D_{NC}, identificados como $T_{(y)}$, $T_{(SD)}$ y $T_{(NC)}$, respectivamente.

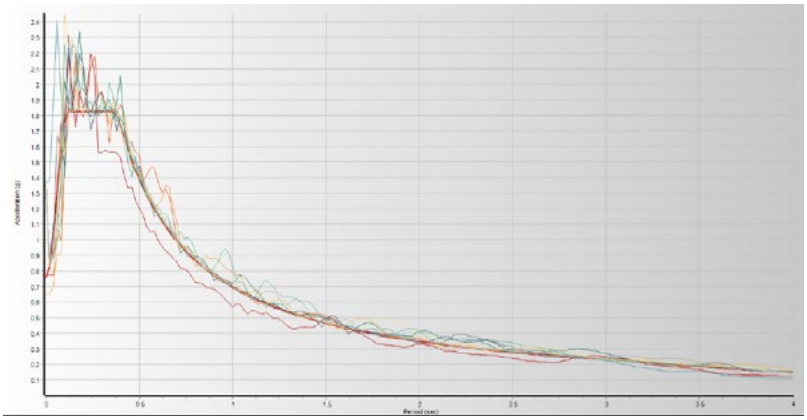
De acuerdo con lo planteado en el trabajo de Chang *et al*. (2020), fue posible definir el Radio de Rótulas Plásticas ($r_{p,i}$) como el número de rótulas que se forman en las vigas ($r_{pf,vig}$) o columnas ($r_{pf,col}$) para un determinado nivel del desempeño en toda la edificación, en cada sentido y dirección de la acción sísmica, con relación al número total de extremos disponibles o rótulas plásticas posibles en los miembros correspondientes ($r_{p,i,total}$), lo cual se obtiene al observar las imágenes de la cedencia en vigas y columnas con respecto a cada desempeño. Asimismo, se muestra la relación $r_{p,col}$ / $r_{p,vig}$, en donde los valores más altos indican una alta probabilidad de que la estructura colapse globalmente debido a una inestabilidad general, mientras que los menores valores indican la formación de rótulas plásticas en ciertos niveles en los cuales una excesiva rotación pudiera generar una inestabilidad dinámica local y conducir a un colapso progresivo de la estructura. En los cuadros 7 y 9 se muestra el resumen de los radios de rótulas plásticas en vigas y columnas para el caso SIM con los sismos S1 y S2 y los desempeños SD y NC. De forma análoga, los cuadros 10 al 15 presentan esta misma información relacionada con el caso ASIM.

Imagen 12. Espectros de respuesta “escalados” de los once registros de aceleraciones a ser empleados en el análisis DIN para el sismo S1.



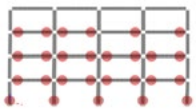
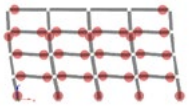
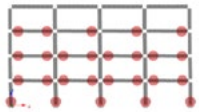
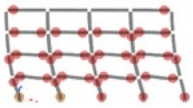
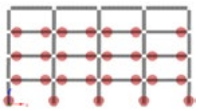
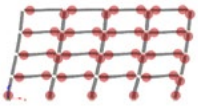
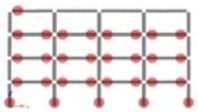
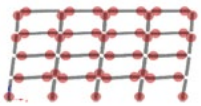
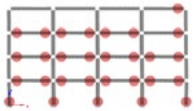
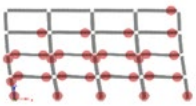
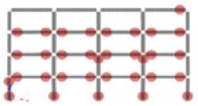
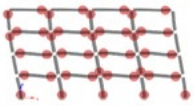
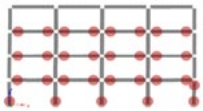
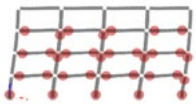
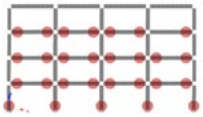
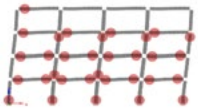
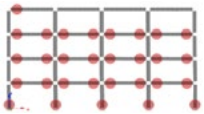
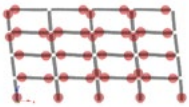
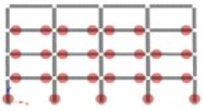
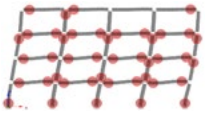
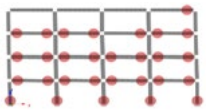
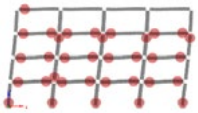
Fuente: Seismosoft, 2023b.

Imagen 13. Espectros de respuesta “escalados” de los once registros de aceleraciones a ser empleados en el análisis DIN para el sismo S2.



Fuente: Seismosoft, 2023b.

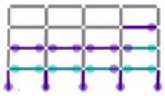
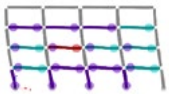
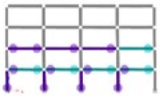
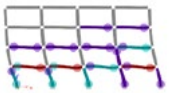
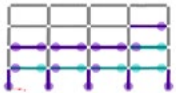
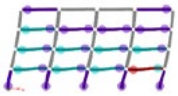
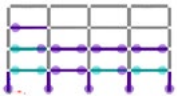
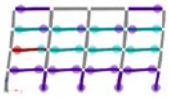
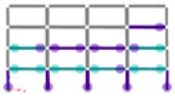
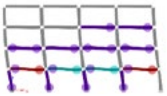
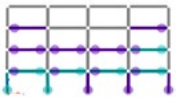
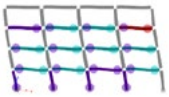
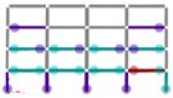
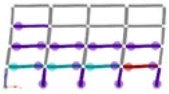
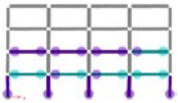
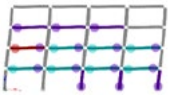
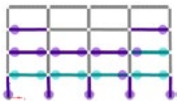
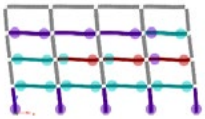
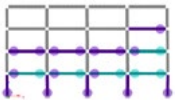
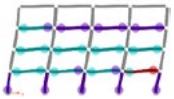
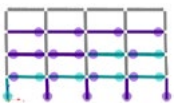
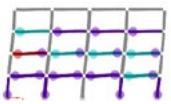
Cuadro 4. Resultados de la cedencia de vigas y columnas correspondiente al valor de $D_{máx}$ en el análisis DIN para el caso SIM y los Sismos S1 y S2

Registro de Aceleraciones (#PEER)	Cedencia (S1)	$D_{máx}$ (m)	Registro de Aceleraciones (#PEER)	Cedencia (S2)	$D_{máx}$ (m)
RSN-1111		0,088	RSN-1111		0,162
RSN-2734		0,095	RSN-2734		0,232
RSN-265		0,088	RSN-265		0,240
RSN-3947		0,087	RSN-3964		0,175
RSN-3966		0,089	RSN-3947		0,106
RSN-164		0,090	RSN-3966		0,167
RSN-4149		0,101	RSN-6915		0,150
RSN-3943		0,092	RSN-901		0,188
RSN-2739		0,087	RSN-4147		0,135
RSN-4140		0,091	RSN-4145		0,160
RSN-4122		0,100	RSN-4143		0,126

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Cuadro 5. Resultados de la revisión basada en la norma EN-1998 en el análisis DIN para el caso SIM y los Sismos S1 y S2

(DL), (SD) y (NC)

Registro de Aceleraciones (#PEER)	Desempeño (S1)	$D_{máx}$ (m)	Registro de Aceleraciones (#PEER)	Desempeño (S2)	$D_{máx}$ (m)
RSN-1111		0,088	RSN-1111		0,162
RSN-2734		0,095	RSN-2734		0,232
RSN-265		0,088	RSN-265		0,240
RSN-3947		0,087	RSN-3964		0,175
RSN-3966		0,089	RSN-3947		0,106
RSN-164		0,090	RSN-3966		0,167
RSN-4149		0,101	RSN-6915		0,150
RSN-3943		0,092	RSN-901		0,188
RSN-2739		0,087	RSN-4147		0,135
RSN-4140		0,091	RSN-4145		0,160
RSN-4122		0,100	RSN-4143		0,126

Cuadro 6. Resumen de Desplazamientos (D_y, D_{SD}), Relación de Deriva Lateral Total Global (Δ_{GT}) y Corte Basal asociado (V_b) (S1) (Caso SIM)

Registro de Aceleraciones	D_y (m)	V_y (kN)	$T_{(y)}$ (seg)	$D_{(SD)}$ (m)	$V_{b(SD)}$ (kN)	$T_{(SD)}$ (seg)	$\Delta_{GT(SD)}$
RSN-1111	0,042	413,73	6,37	0,078	499,10	11,11	0,0070 (0,70%)
RSN-2734	0,041	501,53	25,53	0,093	444,82	25,74	0,0083 (0,83%)
RSN-265	0,041	414,51	4,25	0,076	448,91	8,18	0,0068 (0,68%)
RSN-3947	0,043	315,50	21,08	0,083	503,51	21,24	0,0074 (0,74%)
RSN-3966	0,040	580,20	20,32	0,084	550,66	22,39	0,0071 (0,71%)
RSN-164	0,042	362,23	5,98	0,077	430,29	19,56	0,0069 (0,69%)
RSN-4149	0,038	372,48	5,96	0,082	490,53	6,50	0,0073 (0,73%)
RSN-3943	0,044	466,71	22,32	0,088	469,96	22,54	0,0079 (0,76%)
RSN-2739	0,036	460,22	24,88	0,078	393,55	31,25	0,0070 (0,70%)
RSN-4140	0,043	388,87	6,06	0,081	475,54	10,41	0,0072 (0,72%)
RSN-4122	0,033	416,46	2,30	0,076	486,50	2,48	0,0068 (0,68%)
Promedio	0,0403	426,59	-	0,0815	472,12	-	0,00728

Cuadro 7. Radios de Rótulas Plásticas ($r_{p,i}$) en vigas y columnas (S1) (Caso SIM) para el nivel de desempeño SD

Registro de Aceleraciones	$r_{p,vig,total}$	$r_{pf,vig}$	$r_{p,vig}$	$r_{p,col,total}$	$r_{pf,col}$	$r_{p,col}$	$\frac{r_{p,col}}{r_{p,vig}}$
RSN-1111	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12,5%)	0,19 (19%)
RSN-2734	32	19	0,59 (59%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,21 (21%)
RSN-265	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,19 (19%)
RSN-3947	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12,5%)	0,19 (19%)
RSN-3966	32	22	0,69 (69%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,18 (18%)
RSN-164	32	23	0,72 (72%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,17 (17%)
RSN-4149	32	20	0,63 (63%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,20 (20%)
RSN-3943	32	20	0,63 (63%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,20 (20%)
RSN-2739	32	25	0,78 (78%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,16 (16%)
RSN-4140	32	22	0,69 (69%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,17 (17%)
RSN-4122	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,19 (19%)
Promedio	32	21	0,67 (67%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,24 (24%)

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

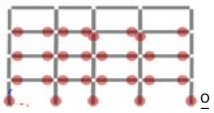
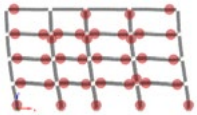
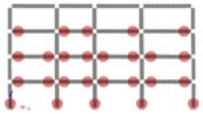
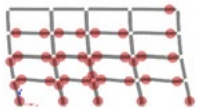
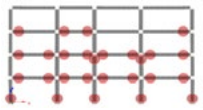
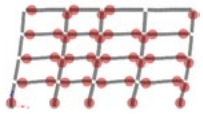
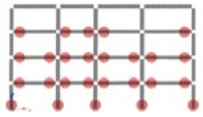
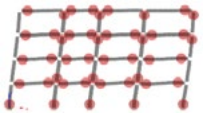
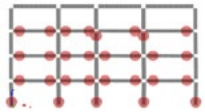
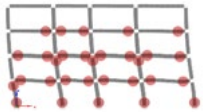
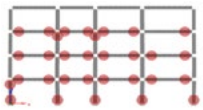
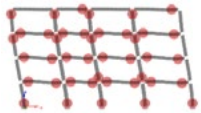
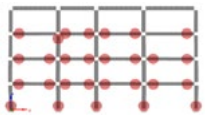
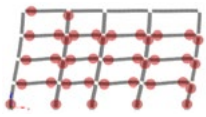
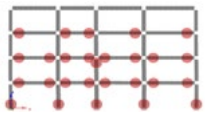
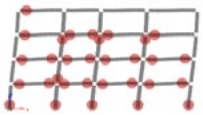
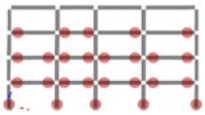
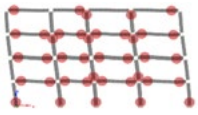
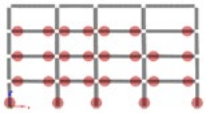
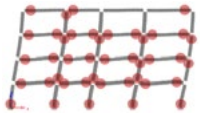
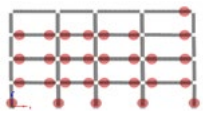
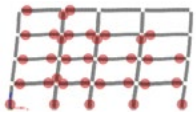
Cuadro 8. Resumen de Desplazamientos (D_{NC}), Relación de Deriva Lateral Total Global (Δ_{GT}) y Corte Basal asociado (V_b) (S2) (Caso SIM)

Registro de Aceleraciones	$D_{(NC)}$ (m)	$V_{b(NC)}$ (kN)	$T_{(NC)}$ (seg)	$\Delta_{GT(SD)}$
RSN-1111	0,123	587,58	6,56	0,0109 (1,09%)
RSN-2734	0,159	517,29	25,64	0,0142 (1,42%)
RSN-265	0,177	523,36	6,20	0,0158 (1,58%)
RSN-3964	0,111	593,29	21,59	0,0100 (1,00%)
RSN-3947	0,101	333,45	20,94	0,0090 (0,90%)
RSN-3966	0,154	509,26	20,56	0,0137 (1,37%)
RSN-6915	0,104	211,78	26,53	0,0093 (0,93%)
RSN-901	0,100	264,64	4,92	0,0089 (0,89%)
RSN-4147	0,107	373,80	6,85	0,0096 (0,96%)
RSN-4145	0,155	486,72	6,54	0,0084 (0,84%)
RSN-4143	0,100	454,32	6,62	0,0089 (0,89%)
Promedio	0,126	441,40	-	0,0113

Cuadro 9. Radios de Rótulas Plásticas ($r_{p,i}$) en vigas y columnas (S2) (Caso SIM) para el nivel de desempeño NC

Registro de Aceleraciones	$r_{p,vig,total}$	$r_{pf,vig}$	$r_{p,vig}$	$r_{p,col,total}$	$r_{pf,col}$	$r_{p,col}$	$\frac{r_{p,col}}{r_{p,vig}}$
RSN-1111	32	26	0,81 (81%)	40	9	0,23 (23%)	0,28 (47%)
RSN-2734	32	26	0,81 (81%)	40	14	0,35 (35%)	0,43 (43%)
RSN-265	32	30	0,94 (94%)	40	18	0,45 (45%)	0,48 (48%)
RSN-3964	32	31	0,97 (97%)	40	18	0,45 (45%)	0,46 (46%)
RSN-3947	32	21	0,66 (66%)	40	10	0,25 (25%)	0,38 (38%)
RSN-3966	32	28	0,88 (88%)	40	15	0,38 (38%)	0,43 (43%)
RSN-6915	32	21	0,66 (66%)	40	12	0,30 (30%)	0,45 (45%)
RSN-901	32	21	0,66 (66%)	40	11	0,28 (28%)	0,42 (42%)
RSN-4147	32	28	0,88 (88%)	40	14	0,35 (35%)	0,40 (40%)
RSN-4145	32	27	0,84 (84%)	40	15	0,38 (38%)	0,45 (45%)
RSN-4143	32	24	0,75 (75%)	40	10	0,25 (25%)	0,34 (34%)
Promedio	32	26	0,81 (78%)	40	13	0,33 (33%)	0,41 (41%)

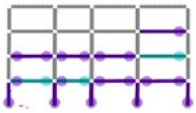
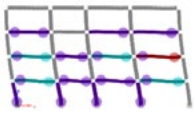
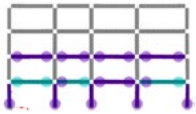
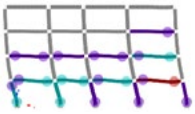
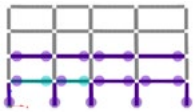
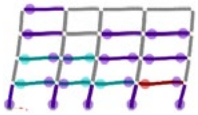
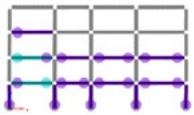
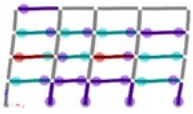
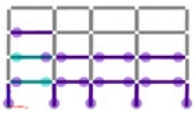
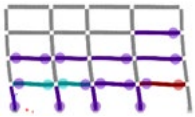
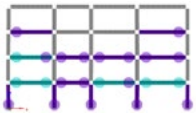
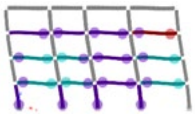
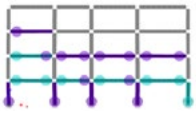
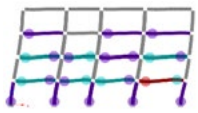
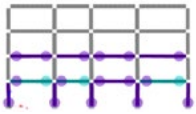
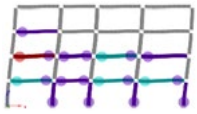
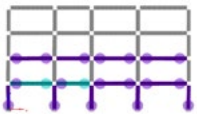
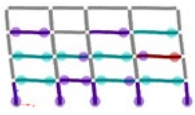
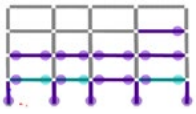
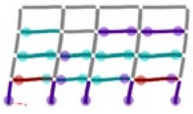
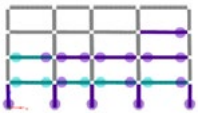
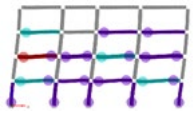
Cuadro 10. Resultados de la cedencia de vigas y columnas correspondiente al valor de $D_{máx}$ en el análisis DIN para el caso ASIM y los Sismos S1 y S2

Registro de Aceleraciones (#PEER)	Cedencia (S1)	$D_{máx}$ (m)	Registro de Aceleraciones (#PEER)	Cedencia (S2)	$D_{máx}$ (m)
RSN-1111		0,094	RSN-1111		0,163
RSN-2734		0,090	RSN-2734		0,212
RSN-265		0,089	RSN-265		0,215
RSN-3947		0,080	RSN-3964		0,122
RSN-3966		0,091	RSN-3947		0,101
RSN-164		0,088	RSN-3966		0,164
RSN-4149		0,099	RSN-6915		0,160
RSN-3943		0,092	RSN-901		0,175
RSN-2739		0,085	RSN-4147		0,130
RSN-4140		0,087	RSN-4145		0,155
RSN-4122		0,094	RSN-4143		0,125

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Cuadro 11. Resultados de la revisión basada en la norma EN-1998 en el análisis DIN para el caso ASIM y los Sismos S1 y S2



Registro de Aceleraciones (#PEER)	Desempeño (S1)	$D_{máx}$ (m)	Registro de Aceleraciones (#PEER)	Desempeño (S2)	$D_{máx}$ (m)
RSN-1111		0,094	RSN-1111		0,163
RSN-2734		0,090	RSN-2734		0,212
RSN-265		0,089	RSN-265		0,215
RSN-3947		0,080	RSN-3964		0,122
RSN-3966		0,091	RSN-3947		0,101
RSN-164		0,088	RSN-3966		0,164
RSN-4149		0,099	RSN-6915		0,160
RSN-3943		0,092	RSN-901		0,175
RSN-2739		0,085	RSN-4147		0,130
RSN-4140		0,087	RSN-4145		0,155
RSN-4122		0,094	RSN-4143		0,125

Cuadro 12. Resumen de Desplazamientos (D_y, D_{SD}), Relación de Deriva Lateral Total Global (Δ_{GT}) y Corte Basal asociado (V_b) (S1) (Caso ASIM)

Registro de Aceleraciones	D_y (m)	V_y (kN)	$T_{(y)}$ (seg)	$D_{(SD)}$ (m)	$V_{b(SD)}$ (kN)	$T_{(SD)}$ (seg)	$\Delta_{GT(SD)}$
RSN-1111	0,037	377,05	6,11	0,087	484,38	11,09	0,0083 (0,83%)
RSN-2734	0,034	239,74	24,76	0,089	461,18	25,72	0,0079 (0,79%)
RSN-265	0,034	312,99	4,29	0,085	482,93	8,15	0,0074 (0,74%)
RSN-3947	0,030	413,78	21,03	0,075	516,32	21,23	0,0067 (0,67%)
RSN-3966	0,037	389,53	20,40	0,077	541,78	22,40	0,0069 (0,69%)
RSN-164	0,036	265,56	5,61	0,076	558,66	19,01	0,0068 (0,68%)
RSN-4149	0,029	438,83	5,54	0,085	570,10	6,47	0,0076 (0,76%)
RSN-3943	0,036	442,83	22,02	0,088	497,58	22,52	0,0079 (0,79%)
RSN-2739	0,036	391,96	25,24	0,077	448,71	30,12	0,0069 (0,69%)
RSN-4140	0,036	405,00	6,07	0,081	467,36	10,41	0,0072 (0,72%)
RSN-4122	0,024	567,99	2,26	0,086	520,30	4,30	0,0077 (0,77%)
Promedio	0,0370	385,93	-	0,0820	504,48	-	0,00732

Cuadro 13. Radios de Rótulas Plásticas ($r_{p,i}$) en vigas y columnas (S1) (Caso ASIM) para el nivel de desempeño SD

Registro de Aceleraciones	$r_{p,vig,total}$	$r_{pf,vig}$	$r_{p,vig}$	$r_{p,col,total}$	$r_{pf,col}$	$r_{p,col}$	$\frac{r_{p,col}}{r_{p,vig}}$
RSN-1111	32	22	0,69 (69%)	40	7	0,18 (18%)	0,26 (26%)
RSN-2734	32	16	0,50 (50%)	40	7	0,18 (18%)	0,36 (36%)
RSN-265	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,19 (19%)
RSN-3947	32	17	0,53 (53%)	40	5	0,125 (12,5%)	0,24 (24%)
RSN-3966	32	22	0,69 (69%)	40	7	0,18 (18%)	0,26 (26%)
RSN-164	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,19 (19%)
RSN-4149	32	19	0,59 (59%)	40	6	0,15 (15%)	0,25 (25%)
RSN-3943	32	18	0,56 (56%)	40	6	0,15 (15%)	0,27 (27%)
RSN-2739	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,19 (19%)
RSN-4140	32	21	0,66 (66%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,19 (19%)
RSN-4122	32	24	0,75 (75%)	40	5	0,125 (12.50%)	0,17 (17%)
Promedio	32	20	0,63 (63%)	40	6	0,144 (14%)	0,233 (23%)

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Cuadro 14. Resumen de Desplazamientos máximos (D_{NC}), Relación de Deriva Lateral Total Global (Δ_{GT}) y Corte Basal asociado (V_b) (S2) (Caso ASIM)Δ

Registro de Aceleraciones	$D_{(NC)}$ (m)	$V_{b(NC)}$ (kN)	$T_{(NC)}$ (seg)	$\Delta_{GT(SD)}$
RSN-1111	0,123	609,47	6,56	0,0109 (1,09%)
RSN-2734	0,138	783,58	25,60	0,0142 (1,42%)
RSN-265	0,142	655,46	6,17	0,0127 (1,27%)
RSN-3964	0,117	588,05	21,57	0,0104 (1,04%)
RSN-3947	0,098	386,64	20,93	0,0088 (0,88%)
RSN-3966	0,150	423,57	20,51	0,0134 (1,34%)
RSN-6915	0,142	562,06	27,19	0,0127 (0,93%)
RSN-901	0,096	243,71	4,91	0,0086 (0,86%)
RSN-4147	0,108	381,73	6,85	0,0096 (0,96%)
RSN-4145	0,096	454,98	5,40	0,0086 (0,86%)
RSN-4143	0,104	471,14	6,61	0,0093 (0,93%)
Promedio	0,119	505,49	-	0,1060

Cuadro 15. Radios de Rótulas Plásticas ($r_{p,i}$) en vigas y columnas (S2) (Caso ASIM) para el nivel de desempeño NC

Registro de Aceleraciones	$r_{p,vig,total}$	$r_{pf,vig}$	$r_{p,vig}$	$r_{p,col,total}$	$r_{pf,col}$	$r_{p,col}$	$\frac{r_{p,col}}{r_{p,vig}}$
RSN-1111	32	26	0,81 (81%)	40	11	0,28 (28%)	0,35 (35%)
RSN-2734	32	26	0,81 (81%)	40	14	0,35 (35%)	0,43 (43%)
RSN-265	32	27	0,84 (84%)	40	16	0,40 (40%)	0,48 (48%)
RSN-3964	32	29	0,91 (91%)	40	16	0,40 (40%)	0,44 (44%)
RSN-3947	32	21	0,66 (66%)	40	9	0,23 (23%)	0,35 (35%)
RSN-3966	32	26	0,81 (81%)	40	15	0,38 (38%)	0,47 (47%)
RSN-6915	32	25	0,78 (78%)	40	14	0,35 (35%)	0,45 (45%)
RSN-901	32	22	0,69 (69%)	40	9	0,23 (23%)	0,34 (34%)
RSN-4147	32	27	0,84 (84%)	40	12	0,30 (30%)	0,36 (36%)
RSN-4145	32	27	0,84 (84%)	40	15	0,38 (38%)	0,45 (45%)
RSN-4143	32	24	0,75 (75%)	40	10	0,25 (25%)	0,34 (34%)
Promedio	32	25	0,78 (78%)	40	13	0,33 (33%)	0,42 (42%)

b) Análisis IDA

El análisis dinámico incremental o IDA, consiste en una sucesión de análisis dinámicos cuyos registros de aceleraciones han sido progresivamente "escalados" mediante diferentes factores para ir incrementando sus intensidades (Vamvatsikos & Cornell, 2002). A partir de estos análisis, es posible obtener "curvas IDA" o curvas de *pushover* dinámico, en las cuales se grafican índices de desempeño (p. ej., relaciones de derivas laterales totales de entrepisos o globales del edificio versus aceleraciones espectrales), siendo posible construir luego curvas de fragilidad asociadas a distintos niveles de desempeño estructural.

En este trabajo, se emplearon 3 registros de aceleraciones (cuadro 16) para el sismo S1, cuyos resultados de las relaciones de deriva lateral total global (Δ_{GT}) fueron obtenidos de los análisis realizados para cada valor de intensidad de la aceleración pico del terreno o PGA, las cuales fueron luego organizadas, en los tres registros, en valores con incrementos iguales a 0,03g a partir de un proceso de interpolación cúbica (*spline*) hasta llegar a 0,99g. Se obtuvieron, entonces, tres resultados de Δ_{GT} para cada valor de la aceleración en incrementos de 0,03g, uno para cada registro analizado y cuyo valor máximo entre esos tres valores de ΔGT y para cada valor de aceleración, fue empleado luego para obtener la probabilidad de alcanzar los desempeños SD y NC a través de una Simulación de Montecarlo, siendo ΔGT la variable aleatoria. Los valores límites en los cuales se alcanzaron los desempeños SD y NC se obtuvieron de análisis estáticos no lineales adaptativos o APO realizados (cuadro 17) a cada caso de estudio (SIM y ASIM). Al final, estos valores límites de ambos casos de estudio fueron muy similares, estableciéndose, en definitiva, un valor de ΔGT para el desempeño SD igual a 0,0072 y para NC de 0,0117. Las curvas de fragilidad para ambos casos de estudio, se muestran en las imágenes 14 y 15. Es importante destacar también, que a partir de estos análisis APO, fue posible definir los factores de escala a ser empleados en los análisis IDA de una manera más eficaz, ya que al conocerse los valores para los desplazamientos laterales y cortes basales de varios puntos de interés (cedente, máxima capacidad y colapso), se pueden utilizar menos factores de escala para el rango elástico y concentrar una mayor cantidad en el rango inelástico de la estructura.

Cuadro 16. Registros de Aceleraciones seleccionados para el análisis IDA (S1)

Evento (#PEER)	Magnitud (M_w)	Estación	Dist. Epicentral (km)	Dist. Plano Ruptura (km)	Factor de Escala
Kobe (1111) (17-01-1995)	6,90	Nishi-Akashi	7,08	7,08	0,4947
Chi-Chi Taiwan-04 (2734) (21-09-1999)	6,20	CHY074	6,02	6,20	0,5095
Victoria, México (265) (09-06-1980)	6,33	Cerro Prieto	13,80	14,37	0,7022

Fuente: *PEER* (Ancheta y otros, 2013).

Cuadro 17. Resultados análisis APO

Caso de Análisis	Desplazamiento Cedente (dy)	Desplazamiento Desempeño SD y Ductilidad Requerida (μ_{req})	Desplazamiento Desempeño NC y Ductilidad Requerida (μ_{req})
SIM	0,0411m	0,0799m (μ_{req} = 1,944)	0,1684m (μ_{req} = 4,097)
ASIM	0,0426m	0,0779m (μ_{req} = 1,829)	0,1643m (μ_{req} = 3,856)

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

Análisis de resultados

a) En los análisis dinámicos DIN, se alcanzó la condición CFVD por nivel de acuerdo con la propuesta de la norma NVF 1753 para el desempeño SD, con una gran cantidad de rótulas plásticas en vigas y columnas para el desempeño NC y para valores intermedios entre los desempeños SD y NC en extremos de varias columnas de los niveles intermedios en ambos casos de estudio. Se aprecia la formación de mecanismos de piso intermedios para el sismo S2 en los registros RSN-3964 y RSN-4145 del caso SIM. Para el caso de estudio ASIM, se presentaron rótulas plásticas en varias columnas para el sismo S1 en los niveles intermedios para los registros RSN-1111, RSN-3966, RSN-164, RSN-2734 y RSN-3943.

b) Siguiendo lo propuesto en el trabajo de Chang *et al*. (2020), se obtuvo una relación rp,-col / rp,vig para el análisis DIN de 19% en el desempeño SD (sismo S1), mientras que para el desempeño NC (sismo S2), la relación resultó igual a 41% para el caso de estudio SIM, con la formación de numerosas rótulas plásticas en extremos de columnas, lo cual propició la aparición de mecanismos intermedios de piso para algunos registros (RSN-3964 y RSN-4145). Para el desempeño SD y el caso de estudio ASIM, resultó para el análisis DIN de 23%, mientras que para el desempeño NC resultó de 42%. De acuerdo con Chang *et al*., estos resultados sugieren la posibilidad de que la estructura colapse globalmente debido a una inestabilidad general para el desempeño NC, mientras que para el desempeño SD se pudiera esperar una inestabilidad dinámica local y conducir a un colapso progresivo de la estructura.

c) En los análisis dinámicos IDA y considerando solamente el escenario sísmico S1 con 3 registros de aceleraciones, los resultados mostraron, para un valor de la aceleración horizontal del terreno (A_0) de 0,30g, una probabilidad de 97,24% de alcanzar un desempeño SD para el Caso SIM y de 1,95% para el desempeño NC, mientras que para el Caso ASIM, resultaron valores de 95% y 1,69%, respectivamente.

Imagen 14. Curva de fragilidad del caso de estudio SIM para los desempeños SD y NC, sismo S1

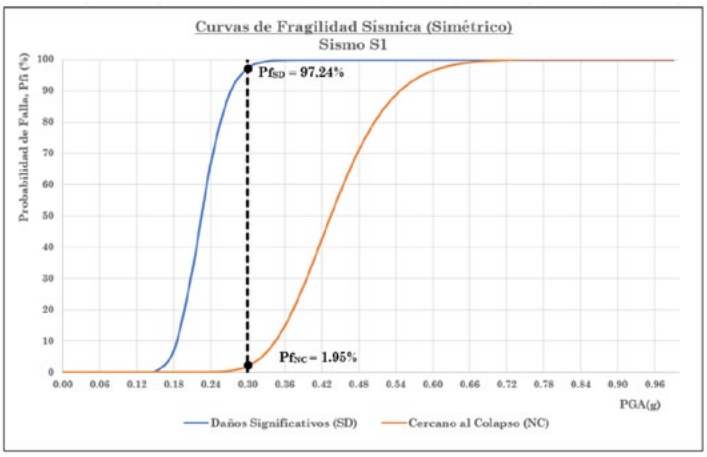
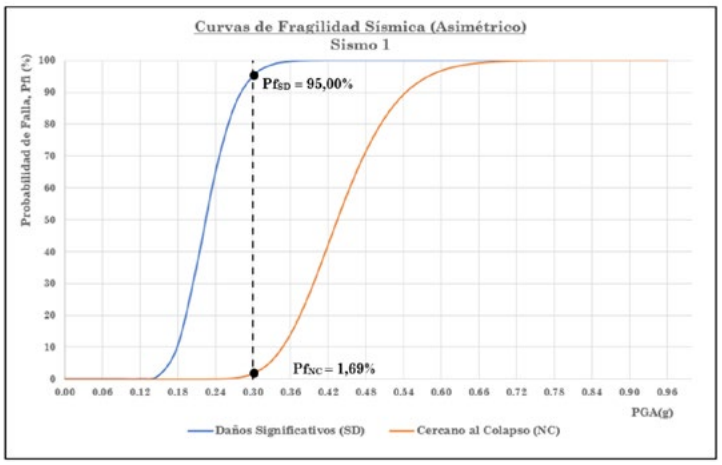


Imagen 15. Curva de fragilidad para el caso de estudio ASIM para los desempeños SD y NC, sismo S1



Conclusiones

En este documento, se indican los resultados de un total de 342 análisis no lineales, distribuidos de la siguiente manera: 4 Dinámicos (DIN) con 11 registros de aceleraciones (44 análisis) y 294 Dinámicos Incrementales (IDA) con 49 factores de escala y 3 registros de aceleraciones, cuyo principal objetivo fue evaluar la eficacia del enfoque por nivel propuesto por la norma NVF 1753 para generar la condición CFVD. Esto permitió concluir que:

- Esta propuesta por nivel mostró eficacia para alcanzar el desempeño esperado de Daños Significativos (SD) asociado con el

sismo de diseño (S1), al no presentarse ningún mecanismo de piso en ambos casos de estudio para los análisis dinámicos no lineales (DIN) realizados. Sin embargo, para el caso ASIM y este mismo desempeño, se evidenciaron rótulas plásticas en varios extremos de ciertas columnas para algunos registros de aceleraciones. Para valores intermedios entre los desempeños SD y NC y en ambos casos de estudio, no fue eficaz, ya que aparecieron numerosas rótulas plásticas en extremos de columnas de los niveles intermedios, lo cual pudiera propiciar la formación de algún mecanismo de piso.

- Con respecto a los métodos de análisis dinámico no lineal empleados, es importante destacar que ambos requieren una significativa inversión de recursos computacionales. Esta demanda de recursos es mayor en el análisis IDA, ya que por cada registro de aceleraciones empleado se requiere una gran cantidad de análisis dinámicos no lineales individuales (uno por cada factor de escala). Sin embargo, esta es precisamente la razón por la cual dicho método de análisis permite obtener resultados estadísticamente robustos, ya que la variabilidad de la acción sísmica para un escenario sísmico particular, queda mejor representada en la medida en que aumenta el número de registros empleados.
- Si bien los dos casos analizados corresponden a edificios de baja altura y que estas conclusiones no pueden ser generalizadas sin evaluaciones adicionales, se considera que –como alternativa en la propuesta para generar la condición CFVD por nivel de la norma NVF 1753– los resultados sugieren la posibilidad de incorporar ciertos factores para mejorar su eficacia (como p. ej., el endurecimiento por deformación de los aceros de refuerzo de vigas y columnas y la influencia de los modos superiores de vibración) (Loges y Marinilli, 2023 y 2024), con lo cual se busque disipar energía por deformaciones inelásticas proveniente de la acción sísmica, principalmente en los extremos de las vigas de edificaciones aporticadas, alcanzándose de esta manera mecanismos plásticos estables.

Referencias bibliográficas

Ancheta, T. D.; Darragh, R. B. ; Stewart, J. P ; Seyhan, E.; Silva, W. J. *et al*. (2013). PEER NGA-West2 Database, PEER Report 2013-03. Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, CA. https://peer.berkeley.edu/sites/default/files/2013_03_ancheta_7.3.2020.pdf

Arnal, H. y Epelboim, S. (1984). *Manual para el proyecto de estructuras de concreto armado para edificaciones*. Ministerio de Desarrollo Urbano-MINDUR. Caracas.

ASCE/SEI (2023). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (41-23).* Estados Unidos.

Cagurandan, C. K. (2015). Effects of Strong Column - Weak Beam Ratios on Collapse Capacities of Tall Reinforced Concrete Moment Frame Structures. Tesis Doctoral, Berkeley.

Castilla, E. y Marinilli, A. (2001). Propiedades del acero de refuerzo para el diseño de estructuras sismorresistentes. *Boletín Técnico IMME,* vol. 39, nº 1.

Chang, W.; Zuanfeng, P.; Chenjua, J. & Shaoping, M. (2020). Evaluation of deformation - based seismic performance of RECC frames based on IDA method. *Engineering Structures,* 211 (10). https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110499

COVENIN (2019). *Construcciones sismorresistentes* (2da. revisión) *1756-1:2019.* Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

COVENIN (2000). *Barras y rollos de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural* (4ta. revisión) *316:2000*. Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.01

COVENIN (1988). *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones 2002:88.* Caracas, Venezuela: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

CSI-Computers and Structures Inc. (2006). *Linear and Nonlinear Static and Dynamic Analysis and Design of Three - Dimensional Structures. Basic Analysis Reference Manual. Computers and Structures, Inc.* Berkeley, Ca.

Dooley, K., & Bracci, J. (2001). Seismic evaluation of column - to - beam strenght ratios in reinforced concrete frames. *ACI Structural Journal,* Vol. 98, nº 6: 843-851.

EN 1998-1 (2003). *European Committee for Standardization. Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings.* Draft January 2003. Bruselas.

EN 1998-3 (2005). *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.* C. E. Estandarización, Ed., Bruselas.

FONDONORMA (2006). *Norma Venezolana NVF 1753:2006. Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural.* Caracas, Venezuela.

Loges, S. y Marinilli, A. (2018). Evaluación del Procedimiento 2 de la Norma Venezolana Fondonorma NVF 1753:2006 para Generar la Condición Columna Fuerte Viga Débil Mediante Análisis No Lineales. JIFI 2018. Jornadas de Investigación, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

Loges, S., y Marinilli, A. (2023). Evaluación del efecto de los modos superiores de vibración en la verificación de la condición columna fuerte viga débil según el enfoque por nivel. XXXVIII Jornadas de Investigación IDEC. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

Loges, S., y Marinilli, A. (2024). Incidencia del endurecimiento por deformación del acero de refuerzo longitudinal de vigas en la verificación de la condición colulmna fuerte viga débil por nivel en pórticos regulares de concreto reforzado. Trienal de Investigación. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

Loges, S., y Marinilli, A. (2025a). Enfoques por nodos y por nivel para la verificación de la condición columna fuerte viga débil en pórticos de concreto reforzado. Revista *Tecnología y Construcción,* 37(I): 62-77.

Loges, S., y Marinilli, A. (2025b). Desempeño de pórticos de concreto reforzado empleando el enfoque por nivel para generar la condición columna fuerte viga débil a través de análisis estáticos no lineales. XL Jornadas de Investigación IDEC FAU UCV, IV Jornadas de Investigación del IU FAU UCV y IX Jornadas de Innovación y Desarrollo Sostenible del CID FI UCAB.

Mander, J.; Priestley, M. & Park, R. (1988). Theoretical stress-strain model for confined concrete. *Journal of Structural Engineering,* vol. 114, nº 8. American Society of Civil Engineers (ASCE): 1827-1849.

Marinilli, A. (2017). Evaluación probabilística de la condición "columna fuerte viga débil". Trienal de Investigación 2017. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

Paulay, T., & Priestley, M. (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings.* Estados Unidos de América: Wiley & Songs.

SEAOC (2019). *Blue Book: Seismic design recommendations.* Structural Engineers Association of California. Seismology Committee. Sacramento, California.

SEAOC (1999). *Recommended Lateral Force Requirements and Commentary (Blue Book).* Structural Engineers Association of California. Seismology Committee. Seventh Edition ed..

Seismosoft (2023a). *Seismostruct - A computer program for static and dynamic nonlinear analysis of framed structures.* Pavia, Italia.

Seismosoft (2023b). *SeismoMatch - A computer program for Response Spectrum Matching.* Pavia, Italia.

Spacone, E.; Ciampi, V. & Filippou, F. (1996). Mixed formulation of nonlinear beam finite element. *Computers & Structures,* vol. 58, nº 1: 71-83. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004579499500103N

Tian, H. & Yinfeng, D. (2020). Comparison of yield mechanism of strong column - weak beam of reinforced concrete frame structure. *Vibroengineering PROCEDIA,* 33: 39-43. https://doi.org/10.21595/vp.2020.21581

Vamvatsikos, D. & Cornell, C. A. (2002). Incremental dynamic analysis. *Earthquake Engineering Structural Dynamics,* 31(3): 491-514. https://doi.org/10.1002/eqe.141

Sistema de fachadas verdes permeables con plantas trepadoras venezolanas: propuesta de desarrollo tecnológico

Permeable Green Façade Systems with Venezuelan Climbing Plants: A Technological Development Proposal

MSc. Arq. Ivano Aspesi Garzonio
https://orcid.org/0009-0001-2470-9482
Correo-e: ultra.66@gmail.com
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

Dr. Ing. Luis Alvydas Rosales Statkus
https://orcid.org/0009-0001-6223-8466
Correo-e: luisrosalesucv@gmail.com
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02
Recibido: mayo 18/2026 | Aprobado: mayo 30/2026
Aceptado: junio 2/2026

Resumen
Las fachadas verdes permeables constituyen una estrategia constructiva y ambiental para reintroducir vegetación en las envolventes de edificaciones urbanas, cuya pertinencia en el trópico reside en su capacidad de tamizar simultáneamente la luz natural, la ventilación y la radiación solar, contribuyendo al confort bioclimático. Este artículo presenta los resultados de una investigación de desarrollo tecnológico orientada a proponer un Sistema de Fachada Verde Permeable (FVP) con plantas trepadoras venezolanas, aplicable tanto a edificaciones nuevas como existentes. La investigación combina una fase documental de revisión y análisis comparativo del estado del arte de los sistemas de fachadas verdes disponibles en el mercado internacional con una fase proyectual de diseño de la propuesta. La propuesta desarrolla en detalle los componentes constructivos del sistema –ménsulas de tres tipos, rieles en C, marcos modulares de cuatro variantes, malla de polietileno de alta densidad y materos de acero galvanizado–, sus aspectos botánicos –con un catálogo original de 24 especies de plantas trepadoras herbáceas clasificadas según las zonas de vida de Venezuela y sus condicionantes de mantenimiento, ambientales y económicas–. Se concluye que el sistema FVP representa una alternativa técnica viable, con potencial de contribuir a la mitigación del efecto de isla de calor urbana y a la recuperación de biodiversidad en ciudades densificadas.

Descriptores
Fachadas verdes permeables en Venezuela, plantas trepadoras, construcción sostenible..

Abstract
Permeable green facades constitute a constructive and environmental strategy to reintroduce vegetation into urban building envelopes, whose relevance in the tropics lies in their capacity to simultaneously filter natural light, ventilation and solar radiation, contributing to bioclimatic comfort. This article presents the results of a technological development research project aimed at proposing a Permeable Green Facade System (FVP) using Venezuelan climbing plants, applicable to new and existing buildings alike. The research combines a documentary phase reviewing and comparatively analyzing the state of the art of green facade systems available in the international market, with a design phase developing the proposal. The proposal details the constructive components of the system—three types of brackets, C-profile rails, four-variant modular frames, high-density polyethylene mesh and galvanized steel planters—its botanical aspects—including an original catalogue of 24 herbaceous climbing plant species classified according to Venezuela's life zones, and its maintenance, environmental and economic conditions. The conclusion is that the FVP system represents a viable technical alternative, with potential to contribute to the mitigation of the urban heat island effect and the recovery of biodiversity in densified cities.

Descriptors
Permeable green facades in Venezuela, climbing plants, sustainable construction.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

El crecimiento de la población y el desarrollo de las ciudades afectan de múltiples maneras el medio natural, con consecuencias negativas para la biodiversidad y la sostenibilidad del planeta. Según datos del Banco Mundial (2019), el porcentaje de la población urbana en el mundo creció de 33% en 1960 a 56% en la actualidad, lo que en cifras absolutas corresponde a un millardo de habitantes urbanos en 1960 y 4,3 millardos hoy. Gran parte de la planificación urbana que ha acompañado este crecimiento conforma un tipo de ocupación territorial que va en detrimento del paisaje y el equilibrio natural. La carga térmica solar absorbida por la masa construida –calles y edificios– y el calor emitido por la dinámica urbana producen un aumento de la temperatura ambiental que se conoce como isla de calor urbana, que a su vez incrementa las necesidades energéticas de refrigeración de los edificios. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2015), los edificios producen cerca del 20% del total de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI). Si se añaden otras actividades generadoras de estos gases, las estimaciones sobre las emisiones procedentes de ciudades oscilan entre el 40% y el 70% del total (ONU, 2011).

La sociedad que provoca este deterioro, que lo vive y desearía de alguna forma frenarlo para entregarle a las generaciones futuras un hábitat mejor, está llamada a tomar acciones. Desde la profesión de la arquitectura debe generalizarse la conciencia de que toda intervención ha de tener como marco fundamental la sostenibilidad. Incorporar la sostenibilidad a la arquitectura implica desarrollar las herramientas para construir sin dañar el ambiente, lo que conlleva priorizar objetivos como la forestación urbana, la climatización pasiva y el ahorro energético, sin desatender los tradicionales criterios de funcionalidad, confort humano, eficiencia, costos y estética.

Es teniendo la sostenibilidad como fundamento como se asume el problema de la desaparición de los espacios verdes en las ciudades en detrimento de la calidad de vida. La Organización Mundial de la Salud recomienda disponer entre 10 m² y 15 m² de áreas verdes por habitante (OMS, 2009). En América Latina, la ciudad de Caracas tiene apenas 1,5 m² por habitante, Buenos Aires 1,90 m², Bogotá 4,3 m² y el Distrito Federal de México 7 m² (Jardín Leca, 2014). Ante este déficit, la incorporación de vegetación en las propias superficies construidas –paredes, fachadas y techos– surge como una respuesta desde la arquitectura: si fue la infraestructura urbana la que ocupó los espacios naturales eliminando la capa vegetal, es posible corregir esa carencia incorporando vegetación en esa misma infraestructura.

La integración de vegetación en fachadas y techos de edificios –tecnologías conocidas como fachadas verdes y techos verdes– es un problema multidisciplinario que reúne conocimientos de arquitectura y construcción, paisajismo y botánica, entre otros campos. Las fachadas verdes consisten en plantas que crecen en una pared de fachada, ya sea directamente sobre su superficie (fachadas verdes impermeables o muros verdes) o sobre una estructura de soporte separada de la pared (fachadas verdes permeables o cortinas verdes). Las primeras tienden a no ser una opción realista para una implementación generalizada debido a sus altos costos de instalación, ciclo de vida y mantenimiento (Norton et al., 2013). Las segundas, basadas en plantas trepadoras sobre mallas o tensores, presentan condiciones de costo, adaptabilidad y rendimiento ambiental más favorables, especialmente en climas tropicales.

El presente trabajo se inscribe en esta problemática y se propone hacer un aporte desde el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la FAU-UCV. Las premisas de sostenibilidad difundidas desde el IDEC –provenientes de las investigaciones de Acosta y Cilento (2005)– ponen de manifiesto las nociones y la idea de construir bien desde el inicio como criterio que se basa en comprender los procesos constructivos desde el diseño hasta la construcción de las edificaciones, proponiendo mejoras en las prácticas arqui-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

tectónicas existentes, dotándolas de una larga vida útil, lo que supone la reducción del impacto ambiental. Apoyándose en esta premisa se abordaron las fachadas verdes no solo con la idea de alcanzar fines estéticos, sino con miras a obtener beneficios de orden constructivo y ambiental que produzcan mejoras desde el aspecto proyectual y tecnológico, desde la fabricación local, a fin de crear extensiones verdes en las envolventes de los edificios venezolanos.

Marco metodológico

La investigación es de carácter analítico, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. Parte de un análisis de los sistemas de fachadas verdes en términos de sus partes, relaciones y comportamiento de conjunto, cuyo diseño y evaluación se realiza a través de parámetros medibles: variables y efectos ambientales, así como requerimientos estructurales, de mantenimiento y económicos. Se desarrolló en tres fases articuladas: documental, proyectual y experimental (gráfico 1).

Gráfico 1. Esquema metodológico de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

Fase documental

La fase documental consistió en la recopilación de documentos escritos formales e informales acerca de los tipos de sistemas de fachadas verdes existentes en el mercado internacional, con el fin de realizar un estudio técnico comparativo mediante gráficos y cuadros que facilitaran la comprensión de sus componentes y propiedades: soportes, sustratos, vegetación y permeabilidad ambiental. Se indagó sobre el grado de industrialización, la capacidad de reducir el consumo energético, las características de las especies vegetales y los tipos de riego. Esta fase incluyó también el contacto con profesionales relacionados con el tema, entre ellos el jardinero Jorge Martínez, el ingeniero agrónomo Miguel Mujica, el especialista en sistemas de riego Daniel Bourgeois, y los paisajistas Glenda Yépez y Nedo Paniz, docentes de la Escuela de Arquitectura de la UCV.

Fase proyectual

La fase proyectual consistió propiamente en el diseño del sistema propuesto. Comprende el planteamiento de los criterios de diseño, la realización y evaluación de cinco alternativas exploratorias de sistemas, la identificación y definición de los componentes del sistema seleccionado, la descripción de detalles constructivos mediante esquemas y modelos tridimensionales, las evaluaciones y cálculos estructurales, ambientales y de costos, y las pruebas de materiales. En esta fase se contó con la asesoría del Ing. Sigfrido Loges, docente del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC/FAU/UCV, para los aspectos de cálculo estructural de los componentes.

Fase experimental

La fase experimental tuvo como objetivo elaborar un prototipo del sistema para ejecutar un plan de experimentación orientado a corroborar los procesos constructivos y el funcionamiento del sistema. Por limitaciones financieras y prácticas, esta fase se cumplió solo de forma parcial: se comenzó la fabricación de los

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

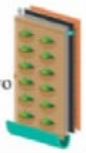
componentes estructurales (marcos y mallas), se realizó el ensayo de crecimiento y amarre de plantas trepadoras con dos tipos de mallas, y se verificó la adaptación de las especies al soporte propuesto.

Estado del arte de los sistemas de fachadas verdes

Las fachadas verdes son una alternativa para la inserción de vegetación en las ciudades carentes de espacios verdes y conllevan un proceso constructivo que se ha difundido en las últimas décadas. En el mercado se pueden hallar diferentes tipos de sistemas y empresas que los fabrican. Una primera clasificación puede hacerse en función de los aspectos constructivos y ambientales (cuadro 1), para con ello tener un inventario del estado del arte en términos de las técnicas disponibles.

El criterio central de clasificación adoptado en esta investigación es el grado de filtración ambiental o permeabilidad: la capacidad que tienen las fachadas verdes de permitir el flujo de aire, sol o luz natural. Con base en este criterio se diferencian dos tipos de sistemas: fachadas verdes permeables, constituidas por tensores, cables o mallas, y fachadas verdes impermea-

Cuadro 1. Tipos de fachadas y muros verdes existentes

Tipos de Fachadas Verdes							
Denominación según crecimiento de especies en soportes.	Aspectos Constructivos			Aspectos Botánicos		Aspectos Ambientales	
	Tipo Soporte	Tipo de Riego	Altura max	Tipo de Sustrato	Tipo de Especies	Permeabilidad de viento	Permeabilidad de Luz natural
001. Directo a pared 	Pared en Piedra o Mampostería	Manual	+6.00 m	Directo al Suelo	Trepadoras Leñosas	Impermeable	Impermeable
002. Cables en pared 	Cables y Mallas	Manual	+12.00 m	Directo al Suelo	Trepadoras no Leñosas	permeable	permeable
003. en Materos 	Perfiles Metálicos	Por Goteo	+24.00 m o mas	Materos	Trepadoras y Colgantes	permeable	permeable
004. Muro Vivo in Situ 	Bolsillos en Tela Geotextil	Hidropónico o Goteo	+24.00 m o mas	Concha de Coco	Cobertoras	Impermeable	Impermeable
005. Paneles 	Panel Plásticos y Geotextil	Hidropónico o Goteo	+24.00 m o mas	Agregados Cerámico y Concha de Coco	Cobertoras	Impermeable	Impermeable

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

bles, conocidas como muros verdes, formadas por paneles pre-vegetados y geotextil (gráfico 2).

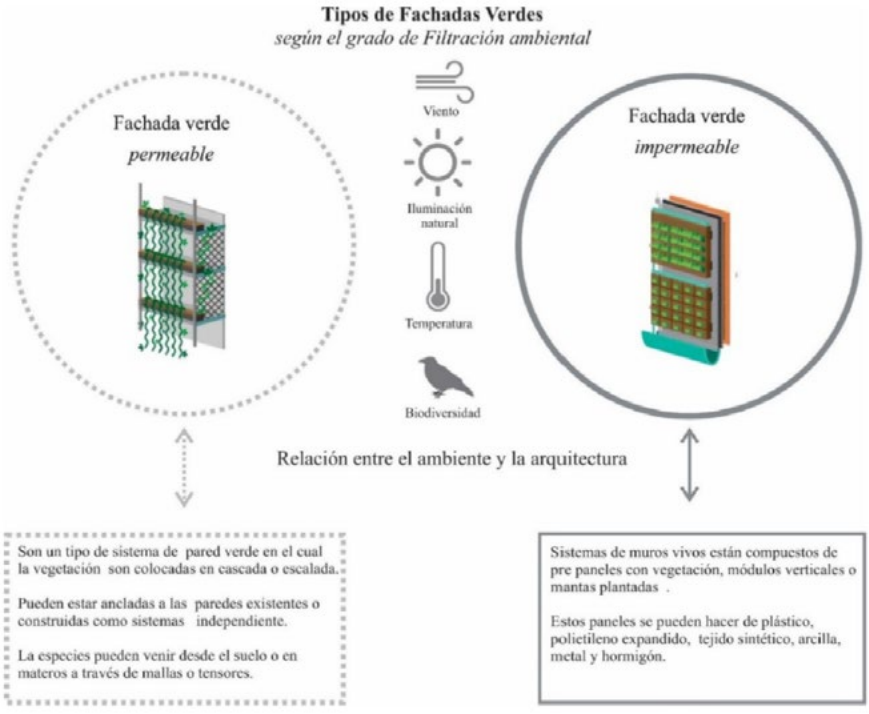
Fachadas verdes impermeables

Son consideradas como fachadas verdes impermeables los sistemas que no permiten o limitan fuertemente la filtración de los factores ambientales como la ventilación, la luz y la humedad, de modo que la interacción directa entre los ambientes exteriores e interiores de la edificación es muy baja o inexistente. Estas fachadas cubren los paramentos de los edificios con plantas de porte corto colocadas en soportes como muros de mampostería, bloques de concreto o marcos metálicos con bolsas de geotextil o recipientes de plástico. Para entender sus cualidades constructivas y su grado de sostenibilidad, se revisaron los más utilizados en el mercado con el fin de elaborar un cuadro de características donde se pongan de manifiesto sus aspectos favorables y desfavorables.

Los sistemas estudiados comprenden las fachadas verdes impermeables tradicionales –plantas que crecen desde el suelo y se apoyan sobre la pared sin recibir nutrientes de ella–, los paneles pre-vegetados modulares –como los de la empresa española Intemper, basados en chapas de acero galvanizado de 60 x 60 cm con fieltro de fibra de poliéster y riego automatizado–, y los muros vivos popularizados por la patente del botánico Patrick Blanc en 1986 –basados en capas de fieltro especial fijadas a marcos metálicos con distribución de nutrientes por riego hidropónico–. En Venezuela existe un ejemplo de este tipo en el proyecto de remodelación Casa 4 en Caracas.

El análisis de estos tres tipos de sistemas impermeables en cuanto a criterios constructivos, botánicos y ambientales evidenció sus ventajas –posibilidad de incorporar especies previamente desarrolladas, alta diversidad ornamental de especies, buen aislamiento térmico por cámara de aire cuando se diseña la separación adecuada– y sus desventajas relevantes para el contexto venezolano: elevados costos de instalación y mantenimiento, productos en su

Gráfico 2. Tipos de fachadas verdes según la filtración ambiental



Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

mayoría importados, requerimiento de personal especializado, susceptibilidad a la corrosión, y –en el caso de los paneles modulares– pesos de hasta 45 kg/m² (cuadro 2).

Fachadas verdes permeables

Las fachadas verdes permeables son aquellas que permiten el intercambio directo de los factores ambientales entre el exterior y el interior, específicamente la ventilación y la luz naturales. La vegetación se coloca en estructuras diseñadas para tal fin, las cuales pueden estar ancladas a las paredes del edificio o constituir un sistema estructural parcialmente independiente. Las especies vegetales pueden crecer en el suelo o en materos. La mayoría de las plantas adecuadas para estos sistemas pertenecen a la familia de las trepadoras, que poseen de forma natural órganos de fijación –zarcillos, ganchos, ventosas– que les permiten crecer sobre guías como cables, mallas, enrejados o celosías. Los materiales constructivos se basan en su mayoría en acero de alta resistencia estructural y a la corrosión.

Cuadro 2. Fachadas verdes impermeables, comparación de aspectos constructivos y ambientales

Fachadas Verdes Impermeables , *aspectos constructivos y ambientales*		
Aspectos	Característica	Conclusión
Mantenimiento	Diferentes fenómenos ambientales pueden deterior las fachadas verdes impermeables de paneles metálicos. El soporte de la plantas de los muros vivos, formados por sacos de geotextil se pueden ir deteriorando tanto por las raíces de las plantas como por la reposición.	Desventaja
Constructivos	La producción de estos sistemas requiere de mano de obra especializada tanto para su elaboración, como para su montaje y para su mantenimiento.	Desventaja
Ambiental	Las fachadas impermeables tanto por su aplicación como por los tipos de especies, no permiten el paso de los aspectos climáticos como el viento y de luz natural.	Desventaja
Estructural	La fachadas verdes impermeable posen un peso importante , que puede ser una carga para el edificio y que puede estar por encima 5 veces mas de los sistemas permeables .	Desventaja
Reposición de plantas	El diseño de los soportes de la fachadas verdes impermeables permiten un fácil reemplazo de las plantas, ademas se instalan con un crecimiento avanzado de las especies.	Ventaja
Aislamiento térmico	Las fachadas impermeables dado su configuración generan la reducción térmica e incluso en ciertos casos acústica en el ambiente donde se instale y protege de contaminantes la edificación.	Ventaja
Estética	La constitución de los soportes de las plantas son cajas o bolsas que permite que las raíces de las plantas se desarrolle con facilidad, aumentando la variedad de especies dandole al paisajista una vasta paleta de posibilidades cromáticas y de texturas.	Ventaja
Instalación	La tecnología de fachadas verdes impermeable industrializadas presentan sistemas de rápida aplicación gracias al diseño modular de paneles y los mantos geotextiles pre-fabricados.	Ventaja
Botánica	las fachadas verdes impermeables ademas de tener una gran variedad de especies vegetales que se pueden coloca en su configuración , la colocación de plantas, con un desarrollo en su crecimiento, facilita la obtención de jardines instantáneos.	Ventaja

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

Se estudiaron tres tipos de sistemas permeables presentes en el mercado internacional (cuadro 3):

- Los sistemas de cables de acero inoxidable –como el de la empresa Ronstan Tensil Architecture– consisten en cables tensados sobre los que se apoyan las plantas trepadoras, complementados con separadores, abrazaderas y grapas. Permiten grandes luces y soportan el peso de plantas trepadoras, incluso las de tallo leñoso. Son anticorrosión, de largo ciclo de vida y reciclables. Su principal desventaja es la lentitud del cubrimiento vegetal: las plantas necesitan meses o incluso años para cubrir totalmente la fachada.
- Los sistemas de mallas de acero inoxidable –como el X-TEND de la empresa alemana Carl Stahl Architecture– se basan en mallas de flexibilidad tridimensional y medidas variables, adaptables a grandes luces y diferentes formas de fachadas. Ofrecen mayor superficie de agarre para las plantas que los cables, facilitando un cubrimiento más homogéneo. Su principal desventaja es el alto costo de los materiales, que deben importarse.
- Los sistemas de enrejados modulares –como el LIVING Basic Wall de la empresa canadiense GSky Plant Systems– se basan en módulos prefabricados de enrejados con jardineras y pasillos de mantenimien-

Cuadro 3. Fachadas verdes permeables, comparación de aspectos constructivos y ambientales.

Fachadas verdes permeables , *aspectos constructivos y ambientales*		
Aspectos	Característica	Conclusión
Mantenimiento	La mayoría de de elementos utilizados en este sistema son duraderos, ejemplo el acero inoxidable, los hace resistentes a la intemperie alargando su vida útil, incorporando un sistema de riego automatizado abaratando su costo.	Ventaja
Constructivo	La producción industrial de los componentes de este sistema no presentan complejidad, las mallas , tensores y rejas son mecanismos modulares y de poco cuerpo material y poco peso , de fácil instalación y transporte.	Ventaja
Instalación	El sistema pose la cualidad de adaptarse a las medidas del sitio a instalarse. Es de gran flexibilidad y se ajusta a las diversas fachadas que se implemente.	Ventaja
Ambiental	Su soporte, aplicación y tipo de especie empleada (Trepadoras) permiten tamizar el paso de el viento , el sonido y la luz natural.	Ventaja
Estructural	El peso de los componentes y su configuración no supone un problema estructural para los sistemas de fachadas verdes permeables en comparación con las fachadas verdes impermeables.	Ventaja
Reposición de plantas	A causa del crecimiento de las plantas es tardío para consolidar el sistema trae como consecuencia de que si una de estas muere quedara un vacío en la fachada.	Desventaja
Aislamiento térmico	El efecto de aislante y el incremento de inercia térmica en estos sistemas no posen un gran desempeño según la especie seleccionada.	Desventaja
Estética	Se observa la Limitación respecto a la libertad artística y el uso de diferentes especies de plantas para crear patrones y diseños, por su tipología.	Desventaja
Botánica	En las fachadas verdes permeables , las especies utilizadas son plantas trepadoras por lo que no hay una gran variedad de estas plantas, comparadas con el sistema de fachadas verdes impermeables. Estas fachadas verdes requieren de un tiempo para que las plantas terminen de desarrollarse en el sistema.	Desventaja

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

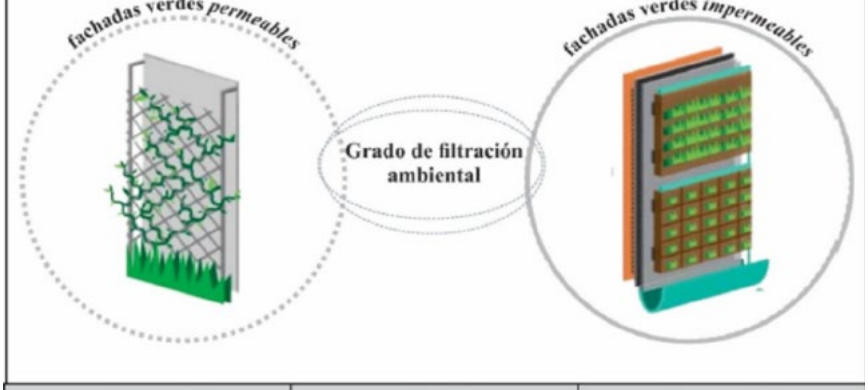
to anclados a una estructura de perfiles de acero. Permiten incorporar plantas ya desarrolladas, lo que reduce el tiempo de espera para el cubrimiento completo de la fachada.

Análisis comparativo y conclusiones del estado del arte

Del estudio conjunto de los sistemas impermeables y permeables se derivó el cuadro comparativo identificado como cuadro 4, en el que se confrontan los dos tipos de sistemas en seis dimensiones: instalación, mantenimiento, aislamiento térmico, permeabilidad, peso y costo. El análisis comparativo confirma que los sistemas permeables resultan superiores o iguales en todas las dimensiones relevantes para el contexto venezolano: son más fáciles de instalar, tienen menor requerimiento de mantenimiento especializado, permiten la ventilación

Cuadro 4. Sistemas de fachadas verdes permeables e impermeables: comparación de aspectos básicos

Sistemas de fachadas verdes



Características		Variable	Características	
Rejas Metálicas Mallas Metálicas Tensores Riego	*Producción Local* *Producción extranjera* *Producción extranjera* *Producción extranjera*	**Soportes origen de fabricación**	Perfiles Metálicos Paneles Metálicos Geotextil Riego	*Producción Local* *Producción extranjera* *Producción extranjera* *Producción extranjera*
Colocación	**Mano de obra**	**Instalación**	**Colocación**	**Mano de obra**
Soportes Especies Riego	*Calificada* *Semi-calificada* *Calificada*		Soportes Especies Riego	*Calificada* *Semi-calificada* *Calificada*
Sombreado Leve Evaporación Fotosíntesis Ventilacion constante		**Relación ambiental**	Sombreado absoluto Evaporación Fotosíntesis Sin ventilacion	
La sombra tamiza una superficie. Permite ventilación.		**Comportamiento Térmico**	Sombrea completamente una superficie. No hay ventilación.	
Plantas trepadoras Plantas colgantes		**Especies**	Plantas cobertores Plantas colgantes Plantas suculentas Plantas epifitas Helechos	
Tipo	**Frecuencia**	**Mantenimiento**	**Tipo**	**Frecuencia**
Poda Riego Fumigacion	*Medio* *Medio* *Media*		Poda Riego Fumigacion	*Alto* *Alto* *Media*
Tipo	**Precio m2**	**Costo**	**Tipo**	**Precio m2**
Rejas Metálicas Mallas Metálicas Tensores	*Dólar (USD) 100.00* *Dólar (USD) 300.00* *Dólar (USD) 200.00*		Muro Vivo Paneles	*Dólar (USD) 250,00* *Dólar (USD) 400,00*

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

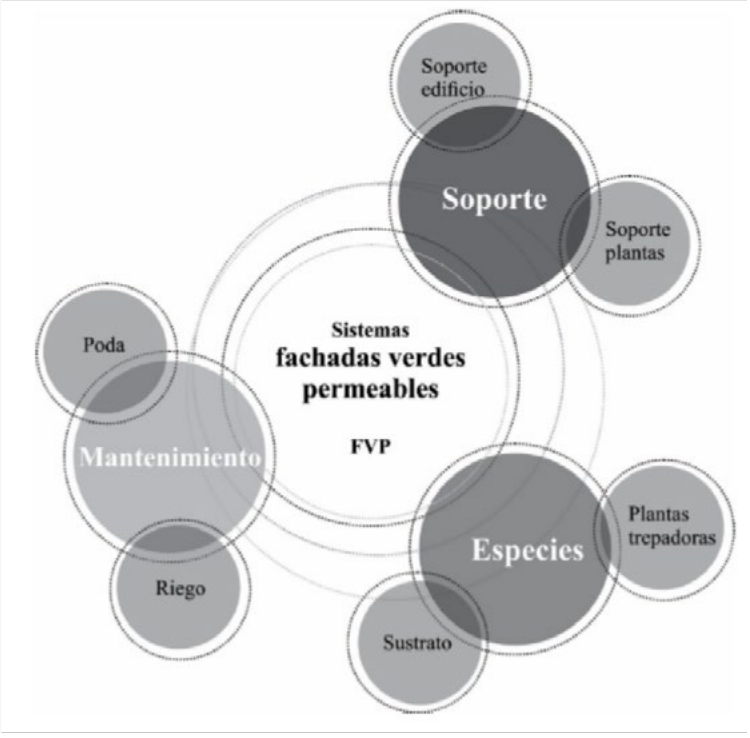
natural y el tamizado de luz, son más ligeros y resultan menos costosos.

Adicionalmente, se analizaron con más detalle los componentes de tres referentes internacionales de sistemas de fachadas verdes permeables con características distintivas: las Oficinas Ducatti en Italia (2006), el campus Novartis en Basilea (2015) y el edificio de RMA Architects en Hyderabad, India (2012). La matriz comparativa de sus soportes, especies y sistemas de mantenimiento confirmó dos cualidades esenciales de estos sistemas: la necesidad de materiales que resistan tanto estructuralmente como frente a los agentes climáticos, y la conveniencia de que el soporte para las trepadoras tenga la mayor trama posible para favorecer un cubrimiento homogéneo, siendo, en ese sentido, superiores las mallas o enrejados a los cables.

El análisis comparativo también evidenció que ninguno de los tres referentes internacionales contempla pasarelas de mantenimiento integradas al sistema, lo que obliga en la práctica al uso de andamios o equipos de escalada para realizar la poda y otras labores en altura. Esta carencia fue identificada como una oportunidad de mejora a incorporar en la propuesta.

Con base en todo lo anterior, se decidió delimitar la investigación a las fachadas verdes permeables, por adecuarse mejor a los criterios asociados con las edificaciones ventiladas e iluminadas naturalmente, a la simplificación constructiva y del mantenimiento, y a los requerimientos de sostenibilidad del contexto venezolano.

Gráfico 2. Componentes básicos del sistema FVP: diagrama de relaciones entre aspectos y componentes.



Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de Sistema de Fachada Verde Permeable (FVP)

Sobre la base de la revisión y el análisis del estado del arte, y teniendo como marco el concepto de construir bien desde el inicio (Acosta y Cilento, 2005), se desarrolló un sistema de fachada verde permeable propio, al que se denominó Sistema FVP (gráfico 2). El criterio de partida es un diseño modular de marcos prefabricados que pueda adaptarse a una amplia gama de edificaciones, permita colocar de forma variada las especies vegetales y ofrezca accesibilidad integrada para el mantenimiento. Desde una primera perspectiva, los tres componentes básicos del sistema son los soportes, las especies vegetales y los componentes de riego y mantenimiento, los cuales deben comprenderse como un conjunto de elementos interrelacionados que trabajan para lograr un objetivo común (Bertalanffy, 1975).

1. Proceso de diseño: alternativas exploradas

Antes de llegar a la propuesta definitiva, se desarrollaron y evaluaron cinco alternativas exploratorias de diseño, a partir de diferentes combinaciones de materiales y estrategias de soporte (cuadro 5). Estas fueron:

- FVP001 (tensores y arañas de acero inoxidable): sencilla y adaptable a cualquier edificación, pero con limitaciones en altura y sin posibilidad de mantenimiento en altura.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

- FVP002 (marcos de madera y cabillas): usa materiales comunes y económicos, pero resulta pesada y con problemas de durabilidad frente a la humedad del riego.
- FVP003 (ménsulas y tensores de acero): incorpora materos de relevo para mayores alturas, pero no resuelve el acceso para el mantenimiento.

Cuadro 5. Matriz comparativa de las cinco alternativas exploratorias de diseño del sistema FVP.

Propuestas	Características	Versatilidad	Durabilidad	Peso
		Adecuación a paramentos	Deterioro de soporte	Magnitud
Código : FVP-001	Soporte al Paramento / Soporte de las Plantas Tipo: / Tipo: Amarre a estructura del Edificio / Tensores Mecanismo: / Material: Arañas / Acero Inoxidable	Baja	Alta	Liviano
Código : FVP-002	Soporte al Paramento / Soporte de las Plantas Tipo: / Tipo: Amarre a estructura del Edificio / Cabillas Mecanismo: / Material: Ménsula Mixta Madera+Metal / Acero	Baja	Alta	Liviano
Código : FVP-003	Soporte al Paramento / Soporte de las Plantas Tipo: / Tipo: Amarre a estructura del Edificio / Cables y Mallas Mecanismo: / Material: Ménsula / Malla de Propileno	Alta	Media	Liviano
Código : FVP-004	Soporte al Paramento / Soporte de las Plantas Tipo: / Tipo: Amarre a estructura del Edificio / Acero Grill Mecanismo: / Material: Ménsula / Acero	Alta	Baja	Pesado
Código : FVP-005	Soporte al Paramento / Soporte de las Plantas Tipo: / Tipo: Amarre a estructura del Edificio / Malla Mecanismo: / Material: Ménsula / Acero	Alta	Baja	Pesado

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

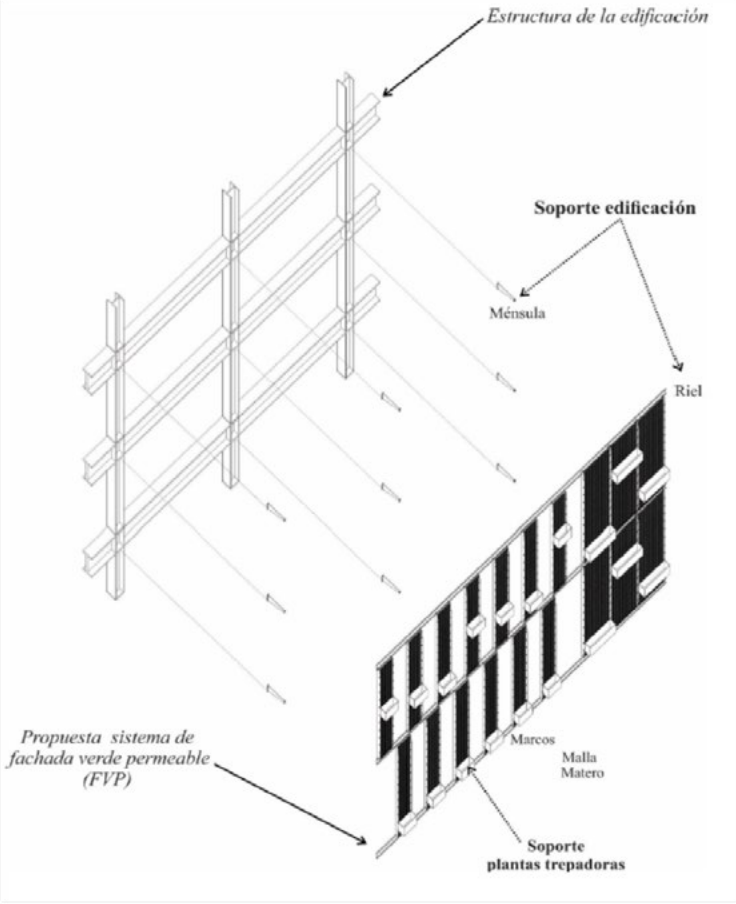
- FVP004 (ménsulas y bastidores con reja de acero grill): incorpora pasarela de mantenimiento y posibilidad de cámara de aire, pero resulta pesada y requiere precisión en la fabricación.
- FVP005 (ménsulas, bastidores y materos móviles): mantiene la pasarela y el riego por goteo, pero reduce la densidad del soporte, facilitando el acceso para la poda y ganando versatilidad compositiva.

La evaluación comparativa de estas cinco alternativas, aplicando los criterios de versatilidad, durabilidad y peso, condujo a la propuesta definitiva, que retoma los elementos más favorables de FVP004 y FVP005: ménsulas de acero galvanizado como soporte al edificio, rieles en C para la conexión horizontal, marcos modulares de acero galvanizado de distintas variantes dimensionales, malla de polietileno de alta densidad como soporte de las especies, materos enganchables en distintas posiciones, sistema de riego por goteo y pasarelas de mantenimiento integradas.

2. Aspectos constructivos del sistema FVP

Los componentes constructivos del sistema se dividen en dos conjuntos: los soportes del sistema a la edificación (ménsula y riel) y los soportes de las especies vegetales (marcos, malla y materos). Los gráficos 3 y 4 presentan los despieces correspondientes.

Gráfico 3. Despiece general del sistema FVP: soportes del sistema a la edificación y para las plantas.



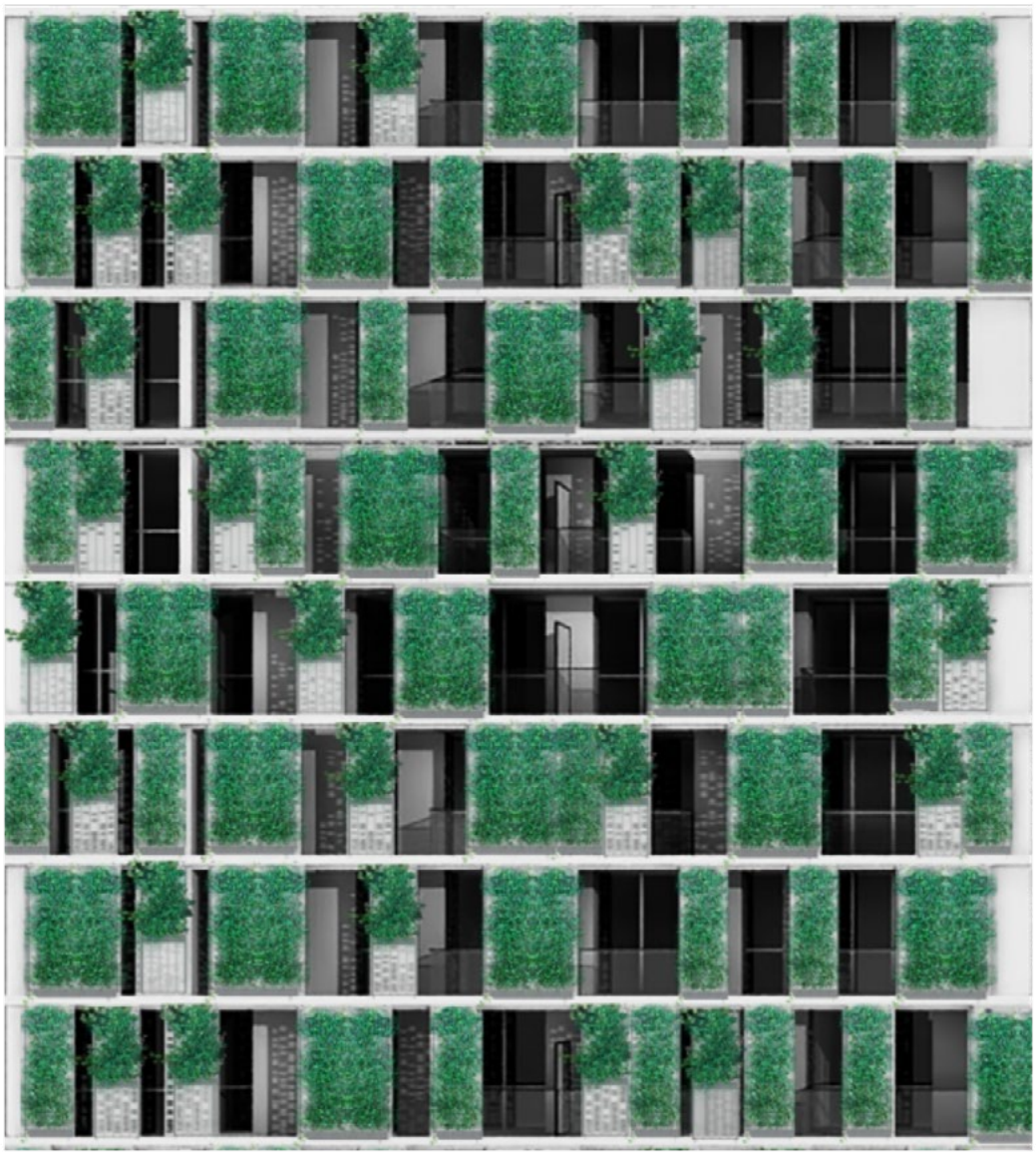
Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

- La ménsula

La ménsula es el componente que sobresale del plano vertical de la edificación y sostiene la totalidad del sistema, transfiriéndole la carga a la estructura del edificio. Cumple además la función complementaria de generar un espacio entre el conjunto malla/plantas y la edificación, que puede funcionar como elemento de sombreado o como cámara de aire ventilada. Está fabricada en láminas de acero inoxidable galvanizado de 1,5 mm de espesor, con forma triangular en voladizo de sección decreciente hacia el extremo libre, lo que optimiza el uso de material. Su longitud es de 0,6 m, determinada por el ancho de la pasarela de mantenimiento. Se proponen tres variantes de anclaje según el tipo de estructura del edificio: ménsula tipo 001 (con plancha a viga IPN), tipo 002 (con ángulos a viga IPN) y tipo 003 (con plancha a viga de concreto armado).

Gráfico 4. Vista frontal del sistema FVP instalado en una edificación.



Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

- **El riel**

El riel es el componente longitudinal que se fija a las ménsulas y sirve para sostener los marcos de soporte de las plantas, las pasarelas de mantenimiento y el sistema de riego por goteo. Está fabricado con láminas de acero inoxidable galvanizado de 1,5 mm de espesor dobladas en forma de C, de manera que sus alas sirven de guía para la colocación y el desplazamiento de los bastidores, tanto en su parte inferior como superior. Una vez listos, los rieles se disponen horizontalmente frente a las ménsulas y se fijan a estas por medio de pernos.

- **Los marcos**

Los marcos o bastidores son los rigidizadores de las mallas vegetales. Se proponen cuatro variantes con una modulación base de 0,6 m, lo que permite adaptarse a distintas situaciones de proyecto (gráfico 5):

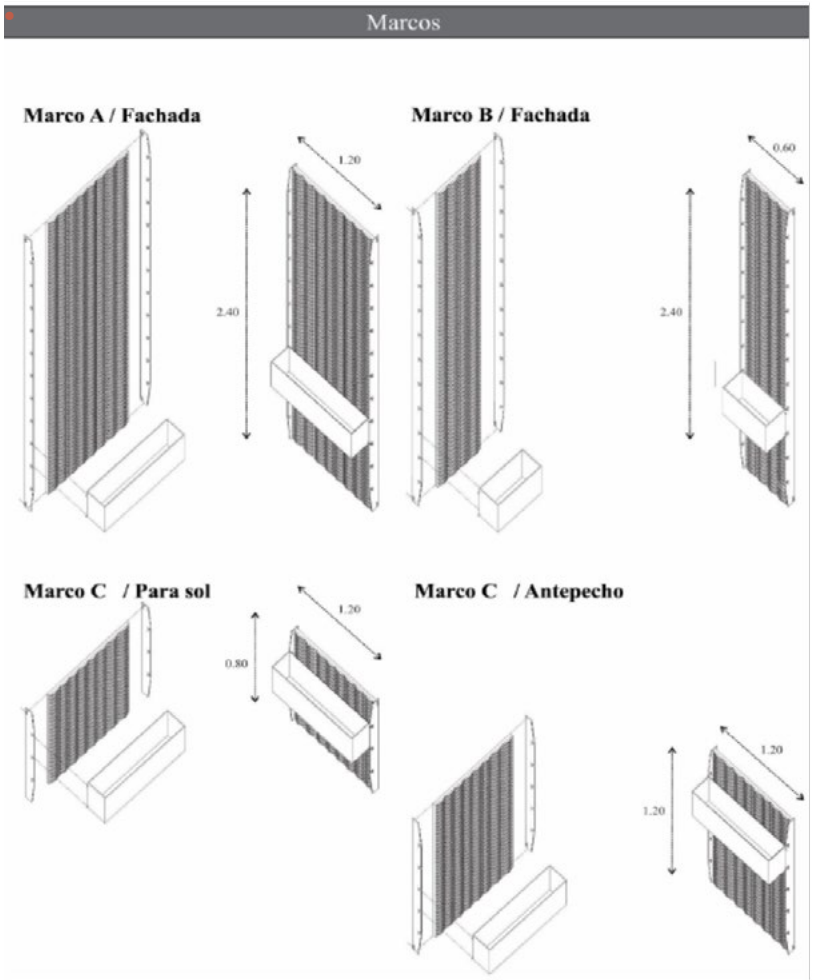
Marco A (1,2 x 2,4 m): marco vertical ancho que va de piso a techo.

Marco B (0,6 x 2,4 m): marco vertical estrecho de piso a techo.

Marco C (1,2 x 0,8 m): marco horizontal para uso como parasol, colocado a media altura.

Marco D (1,2 x 1,2 m): marco horizontal para colocar frente a antepechos.

Gráfico 5. Propuesta de distintos tipos de marcos adaptables a las necesidades proyectuales.



Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

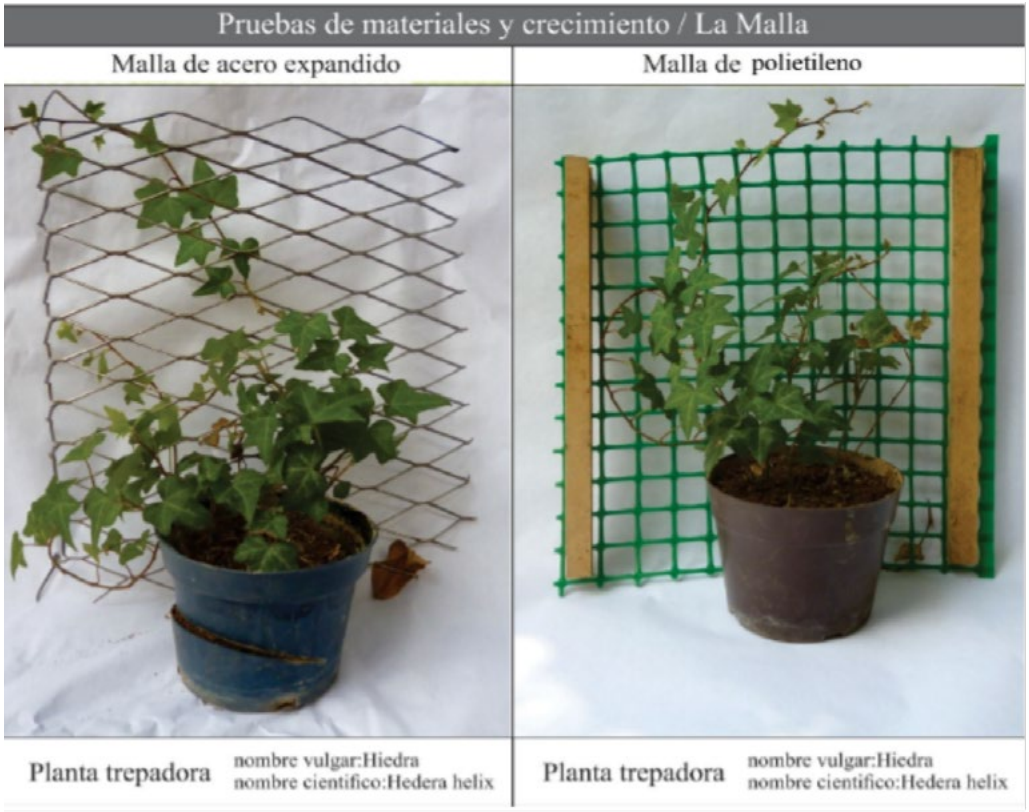
Los marcos están formados por cuatro pletinas de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor que conforman un rectángulo. Las pletinas laterales cuentan con hendiduras o muescas con tres funciones: encastrar los marcos a los rieles, colocar y tensar la malla, y encajar y sostener los mateos. Este patrón de hendidura está diseñado para ser producido industrialmente con una máquina troqueladora de metal.

- La malla

La malla es el componente de agarre y crecimiento de las plantas trepadoras, cuya superficie cubrirán progresivamente. Las retículas de la malla deben ser lo suficientemente amplias para que los órganos de fijación de las trepadoras –zarcillos, enredaderas– puedan enroscarse y ejercer la nutación descrita por Darwin (1865). Fueron evaluadas dos opciones de malla: de acero expandido (láminas de acero galvanizado de 1,44 mm sometidas a incisión de 3/4 de pulgada y expansión, según norma ASTM-A-653) y de polietileno de alta densidad con estabilizantes anti-UV.

Para determinar cuál era más adecuada, se realizó un ensayo de crecimiento y amarre con trozos de malla de 0,30 m x 0,30 m, sembrando hiedra (*Hedera spp.*) en mateos y observando la interacción durante varias semanas (cuadro 6.). Los resultados demostraron que la malla de polietileno favorece un crecimiento más homogéneo: la malla de acero expandido, si bien no impidió el crecimiento, dificultó su homogeneidad por dos razones: la mayor sensibilidad térmica del metal frente al sol llevaba a la planta a alejarse de sus bordes, y el filo de la malla

Cuadro 6. Ensayo de crecimiento y amarre de hiedra con malla de acero expandido y malla de polietileno.



Fuente: Elaboración propia.

resultó dañino para los tallos trepadores al intentar amarrarse. La malla de polietileno de alta densidad fue por tanto seleccionada como componente definitivo del sistema.

- **Los materos**

Los materos son los contenedores del sustrato que nutre a las plantas en sus raíces. Están fabricados en láminas de acero galvanizado de 1,5 mm con sección cuadrada de 0,2 m de lado, con largo igual al ancho del marco (0,6 m o 1,2 m). Incluyen perforaciones de drenaje y varillas de acero lisa de 1/2 pulgada en ambos extremos para engancharse en las muescas de las pletinas de los marcos a distintas alturas. Dado que las plantas trepadoras sembradas en el suelo difícilmente superan los 6 m de altura, los materos de relevo colocados a cada 6 m aproximadamente permiten cubrir fachadas de mayor altura con plantas propias del nivel correspondiente.

3. Aspectos botánicos del sistema FVP

- **Tipos de plantas trepadoras y criterios de selección**

El sistema FVP está diseñado para usar plantas trepadoras herbáceas, por su menor peso y menores fuerzas de torsión sobre el soporte en comparación con las trepadoras leñosas, que pueden incrementar los pesos y las fuerzas hasta ocasionar la ruptura del sistema. Las plantas trepadoras herbáceas mantienen sus tallos blandos, tiernos y flexibles independientemente de su crecimiento, y su peso es inferior.

Dentro de las trepadoras herbáceas, se priorizan dos mecanismos de agarre: las enredaderas –que se enroscan en el soporte formando una espiral, generando fuerzas de tensión que las sostienen– y las plantas con zarcillos –tallos, hojas o pecíolos especializados que responden al contacto con el soporte enroscándose sobre él–. Ambos tipos garantizan un amarre efectivo a la malla del sistema. No se recomiendan las plantas con espinas, con membranas adhesivas o las colgantes, pues no ofrecen la adhesión necesaria.

- **Zonas de vida y catálogo de especies**

Para fundamentar la selección de especies con base en criterios técnicos y ecológicos, se elaboró un catálogo de plantas trepadoras herbáceas recomendadas para el sistema FVP, organizado según las zonas de vida de Venezuela, aplicando el sistema de clasificación de Holdridge (1947) utilizado por Ewel y Madriz (1968 y 1976) para elaborar el mapa ecológico del país. El catálogo se circunscribe a las tres zonas de vida más extendidas en Venezuela, cuyo clima diurno es cálido: bosque seco tropical, bosque seco premontano y bosque muy seco tropical.

En total se identificaron y documentaron 24 especies de plantas trepadoras, presentadas con los siguientes atributos: nombre científico y nombre vulgar, procedencia (nativa o exótica sin potencial invasor), zona de vida correspondiente, rango de temperatura (°C), rango altitudinal (m.s.n.m.), rapidez de crecimiento, longevidad, capacidad de sombreado y color de flores (cuadros 7, 8 y 9). Todas las especies incluidas son de tipo perennifolio, condición especialmente relevante en climas cálidos y cuasi-isotermos como el venezolano, donde se busca el sombreado continuo durante todo el año.

- **El sustrato**

La escogencia del sustrato del sistema FVP debe favorecer el desarrollo de las plantas trepadoras para que cumplan con los criterios visuales, ambientales, de mantenimiento y durabilidad planteados en el diseño. Dado que el sustrato se encontrará a alturas en que el viento, el soleamiento y el albedo del entorno aceleran el secado, el criterio prioritario de selección es la capacidad de retención de agua. Se evaluaron ocho sustratos del mercado venezolano, divididos en orgánicos (fibra de coco, aserrín, cascarilla de arroz), inorgánicos

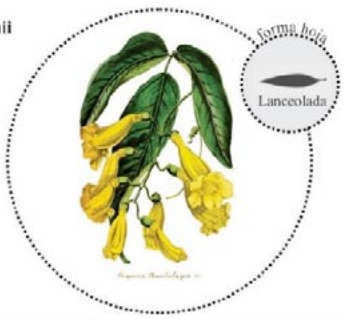
DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

Cuadro 7. Plantas trepadoras recomendadas para el sistema FVP en regiones de bosque seco tropical.

Selección de plantas trepadoras

Zona de vida :	Ciudades :	Temperatura :	Altitud :	Especie :	Hoja :
Bosque Seco Tropical bs-t	**Acarigua, Guadualito Guarico , Guanare**	**28,3 °C**	**100.00 msnm a 400.00 msnm**	**Herbaceas**	**Perennifolia**

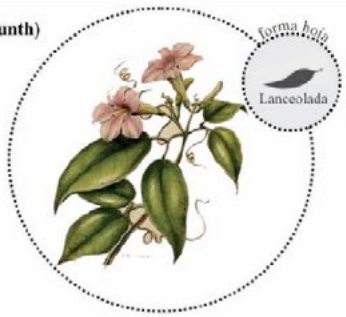
Nombre Científico : **Anemopaegma karstenii**
Nombre Vulgar : **Bignonia amarilla, Uña de gato**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Amarilla**



Nombre Científico : **Dioscorea coriacea**
Nombre Vulgar : **Name**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Media**
Flor : **Verde**



Nombre Científico : **Cydista diversifolia (Kunth)**
Nombre Vulgar : **Cydista**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Morada**



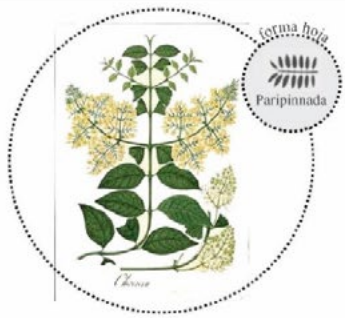
Nombre Científico : **Gonolobus lasiostemma**
Nombre Vulgar : **Gonolobus**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Alta**
Sombras: **Alta**
Flor :



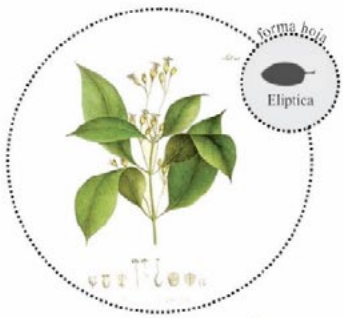
Nombre Científico : **Melloa quadrivalvis**
Nombre Vulgar : **Campanita**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Amarilla**



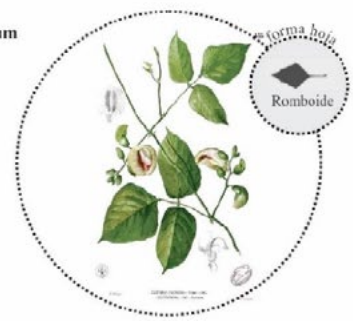
Nombre Científico : **Chiococca alba**
Nombre Vulgar : **Chicoca**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Amarilla**



Nombre Científico : **Lundia corymbifera**
Nombre Vulgar : **Liana**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: Baja
Flor : **Amarilla**



Nombre Científico : **Centrosema sagittatum**
Nombre Vulgar : **Centrosema**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : Blanca



Fuente: Elaboración propia con ilustraciones tomadas de JSTOR Global Plants y de Biodiversity Heritage Library.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

Cuadro 8. Plantas trepadoras recomendadas para el sistema FVP en regiones de bosque seco premontano.

Selección de plantas trepadoras

Zona de vida :	Ciudades :	Temperatura :	Altitud :	Especie :	Hoja :
Bosque Seco Premontano bs-p	Caracas,Maracay, Turmero,Lago de Valencia	18 a 20 °C	800.00 msnm a 1200.00 msnm	Herbaceas	Perennifolia

Nombre Científico : **Mandevilla sanderi**
Nombre Vulgar : **Mandevilla**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Roja**



Nombre Científico : **Ipomoea ochracea**
Nombre Vulgar : **Ipomea Campanita**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Amarilla**



Nombre Científico : **Ipomea nil**
Nombre Vulgar : **Gloria de la mañana**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Media**
Flor : **Violeta**



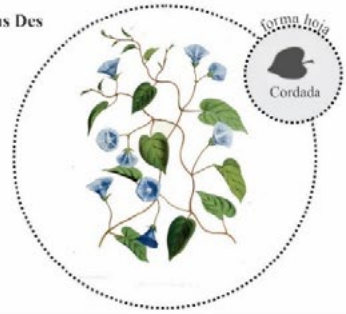
Nombre Científico : **Anemopaegma rugosum (Schltdl.)**
Nombre Vulgar : **Bignonia rugosa**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Blanca y amarilla**



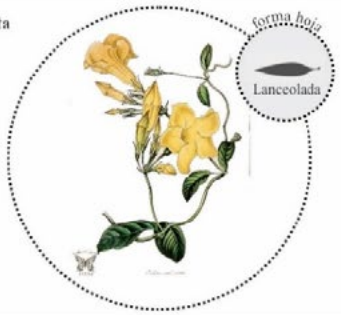
Nombre Científico : **Anredera leptostachys**
Nombre Vulgar : **Basellacea**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Verde**



Nombre Científico : **Convolvulus nodiflorus Des**
Nombre Vulgar : **Campana morada**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Baja**
Flor : **Violeta**



Nombre Científico : **Mandevilla subsagittata**
Nombre Vulgar : **Mandevilla amarilla**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Baja**
Flor : **Amarilla**



Nombre Científico : **Monstera adansonii**
Nombre Vulgar : **Monstera**
Crecimiento : **Rápido**
Longevidad: **Media**
Sombras: **Alta**
Flor : **Blanca**



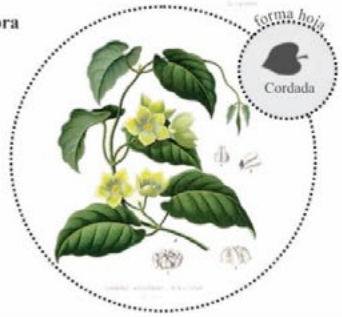
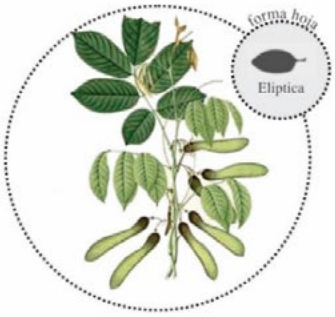
Fuente: Elaboración propia con ilustraciones tomadas de JSTOR Global Plants y de Biodiversity Heritage Library.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

Cuadro 9. Plantas trepadoras recomendadas para el sistema FVP en regiones de bosque muy seco tropical.

Selección de plantas trepadoras

Zona de vida :	Ciudades :	Temperatura :	Altitud :	Especie :	Hoja :
Bosque muy Seco tropical bms-T	**Maracaibo,Maiquetia Barcelona, Barquisimeto**	**25 a 30 °C**	**400.00 msnm a 800.00 msnm**	**Herbaceas**	**Perennifolia**

Nombre Científico : **Lonicera** Nombre Vulgar : **Madreselva** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : Verde	
Nombre Científico : **Ipomoea purpurea** Nombre Vulgar : **Campanilla morada** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : **Violeta**	
Nombre Científico : **Marsdenia condensiflora** Nombre Vulgar : **Marsdenia** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : **Amarillo**	
Nombre Científico : **Macherium** Nombre Vulgar : **Macherium** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : **Verde**	
Nombre Científico : **Philodendron acutatum** Nombre Vulgar : **Philodendron** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : Verde	
Nombre Científico : **Pasiflora suberosa** Nombre Vulgar : **Pasiflora** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : **Rosa**	
Nombre Científico : **Matelea maritima** Nombre Vulgar : **Estrellita** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : **Verde**	
Nombre Científico : **Ipomoea pes-caprae** Nombre Vulgar : **Ipomea** Crecimiento : **Rápido** Longevidad: **Media** Sombras: **Alta** Flor : **Roja**	

Fuente: Elaboración propia con ilustraciones tomadas de JSTOR Global Plants y de Biodiversity Heritage Library.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

(arcilla expandida, arena de río, grava) y sintéticos (espuma de polietileno y espuma fenólica) (gráfico 6).

La arcilla expandida resultó el sustrato con mayor retención de humedad (76%), además de ser altamente porosa, liviana y estable. En Venezuela se fabrica bajo la marca Aliven (empresa Agregados Livianos, C.A.), lo que garantiza su disponibilidad en el mercado local. Este material se produce en grandes hornos rotatorios a temperaturas de hasta 1.150 °C, que expanden la arcilla en pellas de forma esférica de estructura alveolar porosa; puede usarse solo o mezclado con sustratos orgánicos o inorgánicos y con aditivos minerales de nutrición.

4. Aspectos de mantenimiento del sistema FVP

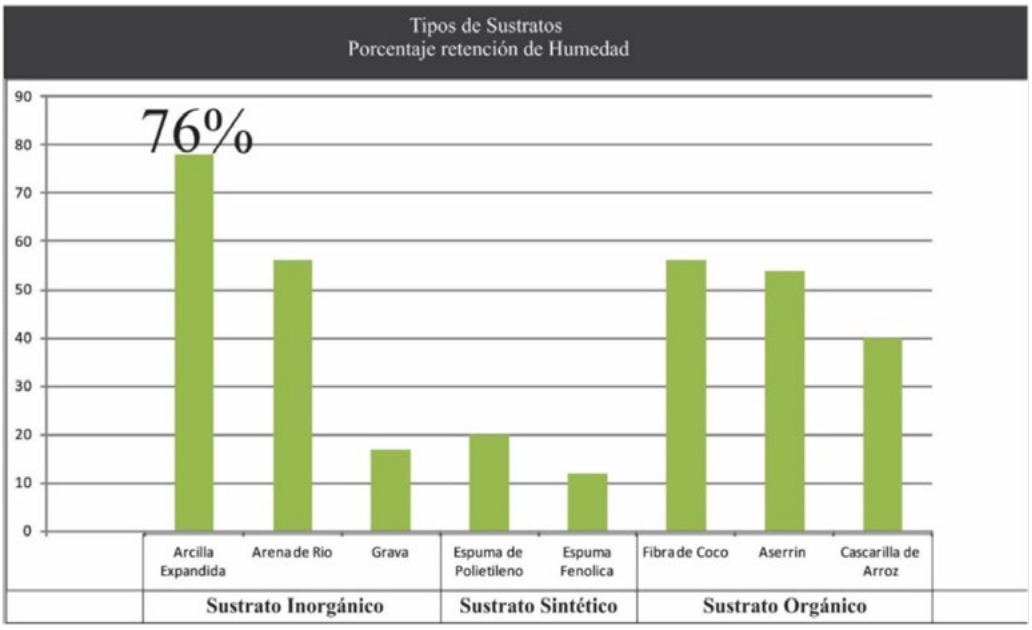
El objetivo del mantenimiento es garantizar la vida útil del sistema. Comprende cuatro acciones básicas: riego, poda, fumigación y reposición regular de las plantas. Estas acciones requieren que el sistema incorpore componentes que las ejecuten o faciliten.

- **El riego**

El riego es una parte fundamental del sistema FVP. Se evaluaron tres tipos: por gravedad, por aspersión y por goteo. Atendiendo al indicador de eficiencia propuesto por Pereira et al. (2010) –relación entre el agua añadida en la zona radicular y la dosis bruta aplicada–, el riego por goteo presenta los mejores valores: entre 70% y 95% en sistemas bien proyectados, frente a 45%-80% para el riego por gravedad y 55%-85% para el riego por aspersión. Por esta razón, y porque permite una aplicación precisa y controlada adaptada al tamaño de los materos del sistema, se seleccionó el riego por goteo como sistema de referencia para el FVP.

El sistema de riego consiste en mangueras de plástico instaladas a lo largo de los rieles, conectadas a cintas de riego con goteros distribuidos sobre los materos (gráfico 7). El especia-

Gráfico 6. Porcentaje de retención de humedad de diferentes sustratos.



Fuente: Elaboración propia.

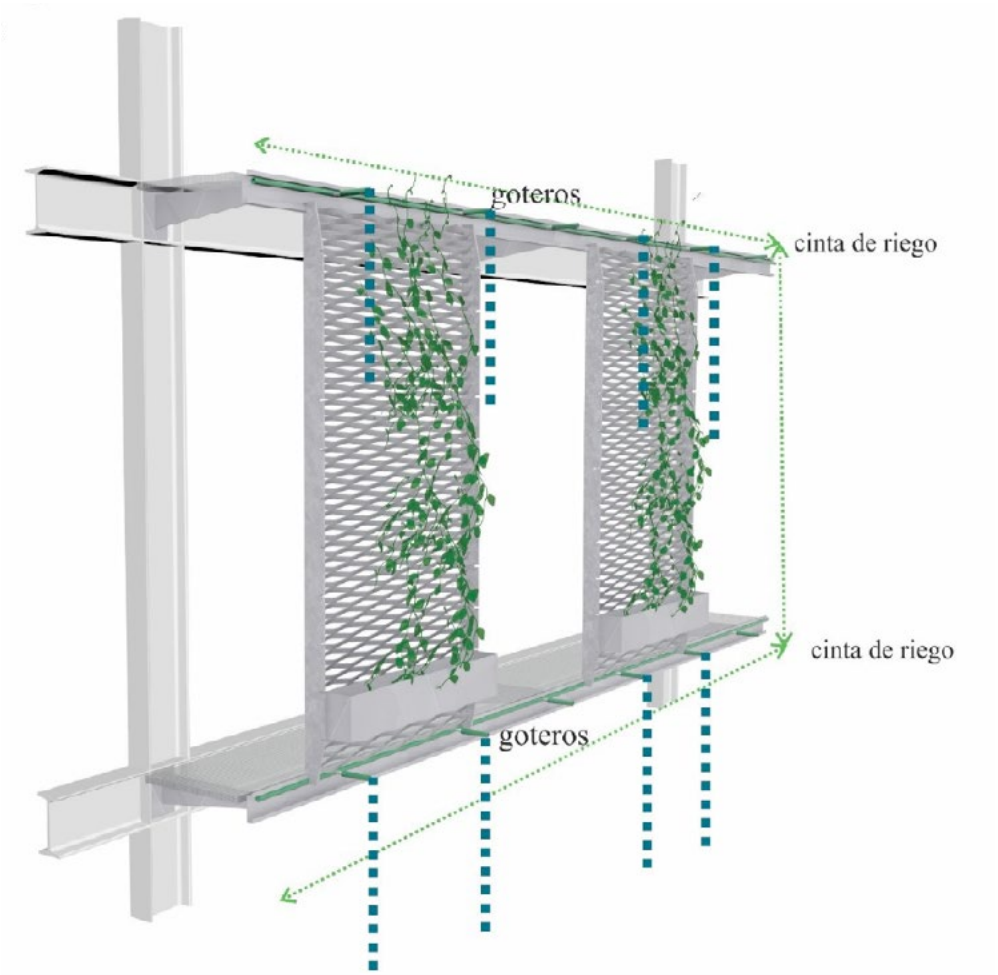
DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

lista consultado, el arquitecto Daniel Bourgeois, propuso una programación de 30 minutos 6 veces por semana en época de sequía (diciembre-abril) y 30 minutos 2 veces por semana en época de lluvia (mayo-noviembre), con el fin de mejorar la eficiencia del sistema adaptándolo a las estaciones climáticas venezolanas.

- La poda y la pasarela de mantenimiento

La poda es la acción de mantenimiento orientada a eliminar las partes vegetales innecesarias, enfermas o que dificulten el crecimiento según lo planificado. Los tipos de poda relevantes para el sistema son: la poda de formación (para crear la geometría deseada), la poda de saneamiento (para eliminar ramas y hojas secas o rotas) y la poda de despunte (para estimular la aparición de nuevas ramas). Para facilitar el acceso en altura a todas estas labores –incluyendo también la fumigación y el reemplazo de plantas–, el sistema FVP incorpora pasarelas de servicio de planchas de acero grill apoyadas en las ménsulas. Esta solución, no identificada en los referentes internacionales estudiados, elimina la necesidad de andamios o equipos de escalada para el mantenimiento

Gráfico 7. Esquema general del sistema de riego por goteo propuesto para el sistema FVP



Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

rutinario, lo que reduce costos operacionales y mejora la seguridad del jardinero.

5. Aspectos ambientales del sistema FVP

La permeabilidad es la propiedad ambiental central del sistema FVP. Al configurar una estructura separada de la fachada del edificio por las ménsulas, el sistema FVP actúa como una fachada ventilada cuyo revestimiento es la vegetación, capaz de cumplir simultáneamente funciones de sombreado, aislamiento térmico, ventilación natural y enfriamiento por evapotranspiración.

- **Sombreado**

La combinación de los componentes inorgánicos del sistema –pasarela y materos con una proyección de 80 cm desde la fachada– y la densidad de la vegetación permite sombrear hasta 2,40 m de altura para ángulos verticales de sombreado de 70° o más en fachadas norte, suficiente en horas del mediodía para las latitudes de la mitad norte del país. Para las fachadas sur, el marco tipo C utilizado como parasol a media altura permite sombrar hasta 1,6 m para ángulos de 63° o más. En orientaciones este y oeste, donde el sol tiende a estar más bajo en el horizonte, la vegetación es el componente de sombreado determinante.

La ventaja de la vegetación como elemento de sombreado frente a los protectores solares inorgánicos tradicionales reside en que los procesos biológicos —fotosíntesis y transpiración vegetal— disipan la energía térmica, de modo que la vegetación alcanza temperaturas incluso por debajo de las del aire ambiental, muy por debajo de las temperaturas de los materiales de construcción. El resultado es frescor en su entorno y reducción de la energía irradiada al edificio.

- **Aislamiento térmico**

El sistema FVP puede entenderse como un elemento que aumenta la resistencia térmica de la fachada, al tener una configuración análoga a la de un sistema de fachada ventilada: el soporte es la fachada del edificio, la cámara de aire ventilada es el espacio que ocupa la estructura del sistema (aproximadamente medio metro en la propuesta base) y el revestimiento es la vegetación. Cuando la densidad del follaje es alta, la vegetación actúa como revestimiento que absorbe y disipa el calor solar, y, en condiciones de poco viento, se produce el tiro térmico que renueva el aire de la cámara, aumentando la resistencia térmica del conjunto. En climas cálido-secos, el ahorro energético asociado al uso de fachadas verdes ha sido estimado en más del 20% en algunos casos (Mahmoudi y Pourmousa, 2018).

- **Ventilación natural y enfriamiento por evapotranspiración**

La permeabilidad del sistema FVP es compatible con estrategias de ventilación natural, tanto cruzada como por tiro térmico (Rosales, 2015). Cuando se use en edificios diseñados para ventilación natural, la densidad de la vegetación debe controlarse para no obstaculizar las entradas y salidas de aire. El sistema también puede usarse en contrario –como barrera contra el viento– cuando se desee reducir los efectos del viento en la edificación.

La transpiración vegetal reduce la temperatura de las hojas entre 2 y 3 °C por debajo de la temperatura del aire (Hernández Gil, 2013), generando frescor en el entorno inmediato del sistema. Mediciones realizadas por Jaafar et al. (2013) en el clima tropical húmedo de Malasia reportaron reducciones promedio de temperatura del aire de 1,5 °C en los corredores exteriores de un edificio con fachada verde, y reducciones de temperatura de la fachada de más de 10 °C han sido reportadas por Wong et al. (2010b) en condiciones similares. En cuanto a la reducción de la isla de calor a escala urbana, las fachadas verdes actúan principalmente a nivel de microescala, enfriando el entorno por sombreado y evapotranspiración, cubriendo superficies que de otro modo absorberían y

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

almacenarían calor, y reduciendo la necesidad de aire acondicionado.

- **Retención de carbono y biodiversidad**

Las plantas trepadoras del sistema FVP fijan CO_2 a través de la fotosíntesis. Un estudio realizado en México con especies similares a las propuestas para el sistema (Carbajal et al., 2017) reportó capturas de 471,38 g de CO_2/m^2 en año y medio para *Pentalinon luteum* (bejuco campana) y de 263 g de CO_2/m^2 en seis meses para *Clitoria ternatea* (campanilla). Además de retener carbono, las plantas atrapan partículas de polvo en la superficie de las hojas, actuando como sumidero de contaminación procedente del entorno urbano.

El sistema FVP, al crear una masa vegetal en la fachada, genera también condiciones de hábitat que pueden conectar los espacios urbanos con los periféricos naturales o seminaturales, favoreciendo la presencia de insectos, aves y otros organismos. Este aspecto debe tenerse en cuenta en el diseño del sistema para que el incremento de biodiversidad sea percibido como un beneficio y no como un inconveniente.

6. Aspectos económicos del sistema FVP

El costo del sistema FVP definido en sus aspectos básicos, se estimó tomando como referencia los precios del mercado venezolano y la experiencia de construcción parcial del prototipo realizado en 2018 en el contexto del proyecto Casa 4 en Caracas. La estimación consideró los componentes y accesorios básicos requeridos: ménsulas, rieles, marcos, malla y materos de acero galvanizado, sistema de riego por goteo y pasarela de mantenimiento.

El costo estimado apunta a valores inferiores a US $200/m², que representa aproximadamente una quinta parte del costo de los sistemas de fachadas verdes comerciales tomados como referencia: el revestimiento de paneles SoftWave 25-50 de Hunter Douglas y la Pared básica (Basic Wall) de GSky Plant Systems. En términos relativos, la experiencia de 2018 indicó que el sistema FVP representó el 3% del costo total de construcción del edificio en que fue aplicado. El bajo costo relativo se explica principalmente por el uso de materiales de acero galvanizado de buena disponibilidad en el mercado local venezolano, la fabricación artesanal o en taller de todos los componentes, y el uso de plantas trepadoras venezolanas de fácil consecución en viveros locales.

Aportes del sistema FVP para el desarrollo tecnológico de la construcción en Venezuela

El sistema FVP tiene aportes específicos en varias dimensiones del desarrollo tecnológico de la construcción, con relevancia particular para el contexto venezolano:

- **Aporte constructivo**

El sistema propone componentes fabricables localmente en acero galvanizado, material de buena disponibilidad en el mercado venezolano, con procesos industriales accesibles: doblado, troquelado y soldadura. Se exploraron los materiales de acero galvanizado y aluminio; el aluminio, si bien es idóneo por su peso y resistencia a los agentes atmosféricos, fue descartado por su escasa disponibilidad en el mercado venezolano al momento de la investigación, aunque se mantiene como opción a explorar en contextos de mayor disponibilidad. Su modulación le permite adaptarse a distintas escalas y condiciones de proyecto, tanto en edificaciones nuevas como en intervenciones sobre edificios existentes. El sistema se puede instalar en fases y ampliarlo progresivamente, lo que reduce la inversión inicial.

La incorporación de la pasarela de mantenimiento como componente integrado al sistema es un aporte que no se identificó en los referentes internacionales estudiados, y representa una solución original que facilita y hace más segura la labor del jardinero, con impacto di-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

recto en la vida útil del sistema y en la reducción de los costos de operación.

- **Aporte botánico**

La investigación generó el primer catálogo venezolano de plantas trepadoras herbáceas orientado específicamente al uso en sistemas de fachadas verdes, clasificado por zonas de vida según el sistema de Holdridge aplicado al país por Ewel y Madriz (1968). El catálogo incluye 24 especies perennifolias con información técnica detallada para su uso en proyectos de arquitectura y paisajismo, incluyendo criterios de selección por zona de vida, temperatura, altitud, rapidez de crecimiento, longevidad, capacidad de sombreado y color de flores. Esta herramienta constituye un precedente en la investigación de técnicas que combinan el medio ambiente y la tecnología constructiva en Venezuela, y puede ser de utilidad independiente para proyectos que requieran incorporar vegetación nativa en fachadas y superficies verticales.

- **Aporte ambiental**

El sistema FVP constituye una propuesta de infraestructura verde urbana adaptada al trópico venezolano, que integra estrategias bioclimáticas –sombreado, ventilación natural, evapotranspiración– con el uso de plantas nativas y materiales de fabricación local. En un contexto como el venezolano, con graves déficit de áreas verdes urbanas y ausencia de normativa específica sobre fachadas verdes, esta propuesta puede servir de base para el desarrollo de directrices técnicas. Como referencia, las normas más completas al respecto son las directrices alemanas de 1995 para la construcción, planificación y mantenimiento de fachadas con plantas trepadoras, revisadas en el año 2000, que regulan los aspectos de jardinería aunque no los constructivos.

- **Aporte económico**

La posibilidad de fabricar todos los componentes del sistema con materiales disponibles en el mercado local, mediante procesos de taller accesibles, es un aporte significativo frente a los sistemas comerciales importados. El costo estimado –inferior a US $200/m², unas cinco veces menor que los sistemas de referencia– hace al FVP accesible para un rango más amplio de edificaciones, no limitándose a edificios singulares o de alto presupuesto, que es donde en la práctica se circunscribe el uso de las fachadas verdes en Venezuela.

Conclusiones

Esta investigación ha demostrado la viabilidad técnica y económica de un sistema de fachada verde permeable desarrollado a partir de una revisión crítica y sistemática del estado del arte y de las condiciones climáticas, botánicas y de mercado venezolano. La tipología permeable, basada en plantas trepadoras herbáceas sobre marcos modulares con malla de polietileno, es la más adecuada para el clima tropical venezolano por su capacidad de tamizar los factores ambientales –luz, viento y humedad– favoreciendo el confort bioclimático sin sacrificar la ventilación natural, que es una estrategia fundamental en climas cálidos.

La propuesta cubre de manera integrada los aspectos constructivos, botánicos, de mantenimiento, ambientales y económicos del sistema, siguiendo la premisa de construir bien desde el inicio: todos los componentes están pensados para tener una larga vida útil, ser fabricables localmente, requerir un mantenimiento seguro y accesible, y producir la menor huella ecológica posible. El proceso de diseño –que incluyó la evaluación de cinco alternativas previas, ensayos de materiales y consultas con especialistas– es en sí mismo un aporte metodológico para el desarrollo de sistemas constructivos de este tipo.

El catálogo de 24 plantas trepadoras herbáceas venezolanas, clasificadas por zonas de vida, es un aporte original de la investigación que llena un vacío identificado en la literatura local: no

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

existe hasta la fecha ninguna publicación venezolana que relacione de manera sistemática la arquitectura y las especies trepadoras nativas. Este catálogo puede ser de utilidad no solo para el sistema FVP, sino para cualquier proyecto de arquitectura o paisajismo que requiera incorporar vegetación nativa en superficies verticales.

El sistema FVP requiere aún investigaciones adicionales para completar su validación. Entre las líneas de trabajo futuro más urgentes se cuentan: la construcción y evaluación de un prototipo completo del sistema; la medición experimental de sus prestaciones térmicas –transmitancia, factor de sombra, temperatura superficial– bajo condiciones climáticas venezolanas; la evaluación de su comportamiento en diferentes orientaciones y tipos de edificaciones; y el desarrollo de normativa técnica específica para fachadas verdes en Venezuela. En cuanto a los materiales, queda abierta la posibilidad de explorar el aluminio –más liviano y resistente a la corrosión– en contextos donde su disponibilidad lo permita. Finalmente, la posibilidad de incorporar sistemas de riego que reciclen el agua de lluvia o el agua de condensación de los equipos de aire acondicionado es una mejora ambiental que merece explorarse en etapas posteriores de la investigación.

Referencias bibliográficas

Acosta, D. y Cilento, A. (2005). Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo, en: *Tecnología y Construcción* vol. 21-I, 2005. IDEC. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2880

Anindya Sari, A. (2017). Thermal performance of vertical greening system on the building facade: A review. *AIP Conference Proceedings*, vol. 1887 (1), 020054. https://doi.org/10.1063/1.5003537

Ansorena, J. (1994). Sustratos. Propiedades y Caracterización. Madrid: Mundi-Prensa.

Azkorra, Z.; Pérez, G.; Coma, J.; Cabeza, L.F.; Bures, S. y Álvaro, J.E. (2015). Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings, in *Applied Acoustics*, vol. 89, pp.: 46-56. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.09.010

Banco Mundial (2019). Población urbana (% del total). https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS

Bertalanffy, L. von (1975). Perspectives on General Systems Theory. New York: George Braziller.

Biodiversity Heritage Library: https://www.biodiversitylibrary.org.

Carbajal Ávila, J.; Rodríguez Rosales, A. A.; Ávila Caballero, L. P.; Rodríguez Herrera, A. L. y Hernández Cocoletzi, H. (2017). Captura de carbono por una fachada vegetada, en: *Acta Universitaria*, vol. 27, nº 5: pp. 55-61. https://doi.org /10.15174/au.2017.1388

Cilento, A. (1996). Sincretismo e innovación tecnológica en la producción de viviendas, en: *Tecnología y Construcción*, vol. 12-I, pp. 15-19. https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/12562

Darwin, C. (1865). On the Movements and Habits of Climbing Plants. *Journal of the Linnean Society of London (Botany), 9 (33), pp.: 1-118.*

Djedjig, R.; Belarbi, R. y Bozonnet, E. (2016). Green wall impacts inside and outside buildings: experimental study. International Conference on Materials and Energy 2016, La Rochelle, France.

Ewel, J. y Madriz, A. (1968). Zonas de vida de Venezuela: memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico. Caracas: Ministerio de Agricultura y Cría.

Ewel, J.; Madriz, A. y Tosi, J. (1976). Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico. Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Hernández Gil, R. (2013). Transpiración Vegetal. Botánica Online. Universidad de Los Andes, Mérida. https://www.forest.ula.ve/~rubenhg/transpiracion/

Holdridge, L. (1947). Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data, in: Science, vol. 105 (2727): pp. 367-368.

IPCC-Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2015). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Cambridge University Press.

Isnard, S. y Silk, W. (2009). Moving with climbing plants from Charles Darwin's time into the 21st century. *American Journal of Botany,* 96 (7): pp. 1205-1221.

Jaafar, B.; Said, I.; Nadzri, M. y Hysiam, M. (2013). Impact of vertical greenery system on internal building corridors in the tropic, in *Procedia Social and Behavioral Sciences*, vol. 105, pp. 558-568. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.059

Badrulzaman Jaafar a, Ismail Said a, Mohd Nadzri Md Reba b, Mohd Hisyam Rasidi

Jardin Leca, M. (2014). Instrumentos de medición: índices y estándares. Memorias de la Trienal de Investigación FAU 2014. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

JSTOR Global Plants: https://plants.jstor.org.

Mahmoudi Zarandi, M. y Pourmousa, M. (2018). A comparative study on details of green walls in different climates, in *Environmental Resources Research*, vol. 6 (2): 187-194.

Norton, B.; Bosomworth, K.; Coutts, A.; Williams, N.S.G.; Livesley, S.; Trundle, A.; Harris, R. y McEvoy, D. (2013). Planning for a cooler future: green infrastructure to reduce urban heat. Victorian Centre for Climate Change Adaptation Research.

OMS-Organización Mundial de la Salud (2009). Estadísticas sanitarias mundiales. https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241563819

ONU-Organización de las Naciones Unidas (2011). Ciudades y cambio climático. Informe mundial sobre asentamientos humanos 2011. https://onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=388&Itemid=235

Pereira, L.; de Juan Valero, J.; Picornell, M. y Tarjuelo, J. (2010). El riego y sus tecnologias. Ciudad Real: Centro Regional de Estudios del Agua, Universidad de Castilla-La Mancha. https://crea.uclm.es/down_files/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf

Posada, M.; Arroyave, M. y Fernandez, C. (2009). Influencia de la vegetación en los niveles de ruido urbano. Revista *EIA*, nº 12, pp: 79-89. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia.

Putz, F. y Holbrook, M. (1992). Biomechanical studies of vines, en Putz, F. y Mooney, H. (eds.) *Biology of vines*. Cambridge University Press.

Raji, B.; Tenpierik, M.J. y van den Dobbelsteen, A. (2015). The impact of greening systems on building energy performance: A literature review, in: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, nº 45: 610-623.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.02

Rosales, L. (2015). Guía de estudio nº 5: Ventilación natural. Asignatura Clima y Diseño, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Aqrquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

Ruza Tarrío, F. (1996). La vegetación en la lucha contra el ruido. Revista de la Asociación Técnica de Carreteras, 56, pp.: 43-50. http://www.carreteros.org/planificacion/1996/1996_6.pdf

Tan, C.L.; Wong, N.H. y Jusuf, S. (2014). Effects of vertical greenery on mean radiant temperature in the tropical urban environment, in *Landscape and Urban Planning*, vol. 127: 52-64. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.005

Velasco, E.; Roth, M.; Norford, L. y Molina, L. (2016). Does urban vegetation enhance carbon sequestration?, in *Landscape and Urban Planning*, vol. 148: 99-107. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.003

Wong, N.H.; Kwang Tan, A.Y.; Tan, P. Y.; Chiang, K. y Wong, N.C. (2010a). Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls, in *Building and Environment*, vol. 45 (2), 411-420. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.06.017

Wong, N.H.; Kwan Tan, A.Y.; Chen, Y.; Sekar, K.; Tan, P.Y.; Chan, D.; Chiang, K. y Wong, N.C. (2010b). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, in *Building and Environment*, vol. 45 (3), 663-672. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.005

Refugios en el tiempo: un marco arquitectónico para mitigar el dolor total en centros paliativos: análisis conceptual y revisión de precedentes multiescala

Shelters in time: an architectural framework to mitigate total pain in palliative centers: conceptual analysis and review of multiscale precedents

MSc. Arq. Katiuska María Caicedo Mora
https://orcid.org/0009-0003-3945-064X
Correo-e: katiuska.caicedo@ucv.ve
Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03
Recibido: 15 junio 2026 | Aprobado: 14 julio 2026
Aceptado 21 julio 2026

Resumen
Este artículo propone un marco arquitectónico centrado en el concepto de "Refugios en el Tiempo" para mitigar el "dolor total" de pacientes en cuidados paliativos. Mediante una revisión sistemática y el análisis de precedentes internacionales como Refuge II, Emily's House y el Centro de cuidados paliativos para niños Julia, se identifican tres dimensiones esenciales: las dimensiones duales del refugio (físico y emocional), la unidad del cuidado (paciente-familia) y el entorno como agente terapéutico. La investigación subraya que la autonomía, la privacidad y la conexión con la naturaleza no son solo funcionales, sino imperativos éticos que permiten habitar el final de la vida con dignidad. El estudio concluye que el diseño arquitectónico actúa como una "analgesia no farmacológica" capaz de sincronizar los ritmos vitales y sostener la identidad del individuo frente a la vulnerabilidad extrema.

Descriptores
Hospicio; arquitectura paliativa; cuidados paliativos; centros paliativos; refugio en el tiempo.

Abstract
This article proposes an architectural framework centered on the concept of "Refuges in Time" to mitigate "total pain" in palliative care patients. Through a systematic review and analysis of international precedents such as Refuge II, Emily's House, and the Julia Children's Palliative Care Center, three essential dimensions are identified: the dual dimensions of refuge (physical and emotional), the unity of care (patient-family), and the environment as a therapeutic agent. Research underscores that autonomy, privacy, and connection with nature are not only functional but also ethical imperatives that allow for experiencing the end of life with dignity. The study concludes that architectural design acts as a "non-pharmacological analgesia" capable of synchronizing vital rhythms and sustaining the individual's identity in the face of extreme vulnerability.

Descriptors
Hospice, palliative architecture, palliative care, palliative care centers, refuge in time.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

La transición hacia el final de la vida representa uno de los desafíos existenciales más complejos para el ser humano, caracterizado por una reconfiguración radical de la percepción temporal, corporal y espacial (Ellingsen et al., 2013). Durante esta fase, el tiempo deja de ser una medida lineal de progresión y se transforma en una experiencia subjetiva marcada por la expectación, la nostalgia, la memoria y la conciencia de la finitud. El cuerpo, antes instrumento de acción, se convierte en fuente de limitación y sufrimiento; el espacio, habitualmente percibido como contenedor neutro, adquiere una carga simbólica intensa que puede tanto agravar la sensación de desamparo como brindar consuelo y serenidad.

En el ámbito de la medicina paliativa, el concepto de "dolor total", acuñado por Cicely Saunders, postula que el sufrimiento no se limita a la dimensión fisiológica, sino que se entrelaza de forma indisociable con las dimensiones emocional, social y espiritual del individuo (Sagha et al., 2018). Este dolor no es momentáneo, sino persistente, consistente y profundo: se manifiesta como una carga continua que acompaña al paciente en la espera de la muerte, afectando su identidad, su relación con los demás y su sentido de existencia. La dimensión física incluye el dolor orgánico y la sintomatología asociada a la enfermedad; la dimensión emocional abarca la ansiedad, el miedo, la depresión y la angustia existencial; la dimensión social involucra la pérdida de roles, el aislamiento y las tensiones familiares; y la dimensión espiritual refiere a la búsqueda de sentido, la culpa, la reconciliación y la confrontación con la finitud.

Esta comprensión del dolor total como fenómeno multidimensional y persistente ha generado una transformación en la concepción de los espacios dedicados a los cuidados paliativos. Históricamente, estos espacios han sido diseñados bajo el paradigma de la eficiencia clínica y la asepsia instrumental del megahospital moderno, priorizando la funcionalidad técnica, la estandarización de procesos y la neutralidad ambiental (Verderber, 2026). Tal enfoque, aunque adecuado para la medicina curativa, resulta inconveniente para el cuidado paliativo: un entorno frío, impersonal y desprovisto de significado puede agravar la sensación de desamparo, intensificar el sufrimiento emocional y espiritual y dificultar la vivencia de momentos significativos con la familia y los cuidadores.

La evidencia empírica y teórica ha demostrado que el diseño arquitectónico y ambiental de los centros de cuidados paliativos tiene un impacto directo en la experiencia del paciente, la familia y el equipo de salud. Espacios que privilegian la luz natural, la conexión con la naturaleza, la acústica serena, la privacidad controlada, la orientación clara y la presencia de elementos simbólicos pueden reducir el estrés, la ansiedad y la percepción de dolor, promoviendo simultáneamente la serenidad, la intimidad y la dignidad (McLaughlan y Richards, 2023). Estos espacios no solo deben cumplir funciones técnicas, sino que deben constituirse como refugios en el tiempo: lugares que ofrezcan continuidad temporal, certeza, calma y sentido, capaces de "alojar" la experiencia de la espera de la muerte de manera que el dolor persistente se sienta menos pesado y los momentos significativos puedan habitar con dignidad (Verderber, 2026).

Partiendo de esta comprensión –que el dolor en cuidados paliativos es total y persistente, que el entorno tradicional del gran hospital es inadecuado, y que el diseño puede constituir un refugio en el tiempo con impacto terapéutico real– este artículo de investigación se centra en responder la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los conceptos fundamentales que deben comprenderse para concebir los espacios de un centro paliativo como "refugios en el tiempo", capaces de mitigar un dolor persistente asociado a la espera de la muerte y de permitir que los momentos significativos se habiten con dignidad?

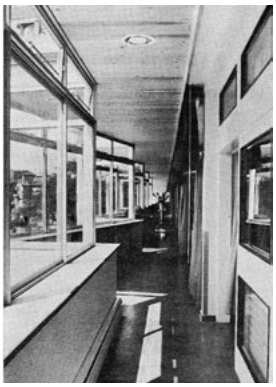
DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Imagen 1. Fotografía del Dame Cicely Saunders.



Fuente: Cicely Saunders Archive del King's College London Archives. Fotografía cortesía de Christopher Saunders al King's College London Archives.

Imagen 2. Espacio diurno en voladizo en Hospicio St Christopher, Sydenham, vistas al exterior y la iluminación natural, fecha del 28 de julio de 1967.



Fuente: Cicely Saunders Archive del King's College London Archives,2026.

Metodología

Para responder a la pregunta de investigación, se desarrolla un estudio teórico-conceptual de carácter histórico-crítico, fundamentado en revisión sistemática de literatura especializada sobre diseño de centros de cuidados paliativos y hospicios. Este enfoque metodológico se justifica por la escasez de estudios sobre la arquitectura paliativa, cuyo campo es muy poco explorado, especialmente en lo que refiere a la concepción del espacio como *refugio en el tiempo* y su relación con el dolor total persistente.

La metodología combina tres fuentes complementarias articuladas unitariamente.

- Primero, *literatura fundamental*: se identificaron y analizaron textos de referencia recientes como *Innovation in Hospice Architecture* (Verderber y Refuerzo, 2020), que aborda innovaciones conceptuales y técnicas en el diseño de hospicios, y *Modern Hospice Design* (Worpole, 2024), que examina principios de diseño contemporáneo aplicados a centros de cuidados paliativos.
- Segundo, *perspectiva del investigador*: se integra la mirada crítica del autor como arquitecto hospitalario, permitiendo un análisis contextualizado fundamentado en la práctica profesional y en la comprensión de las dinámicas clínicas, operativas y humanas de los espacios de salud.
- Tercero, *análisis de tres proyectos internacionales construidos*: Refuge II (escala doméstica), Emily's House Children's Hospice (escala de equipamiento comunitario) y Centro de Cuidados Paliativos para Niños Julia (escala de centro especializado). La selección responde al criterio de escala constructiva por área, no a especialidad clínica, permitiendo contrastar cómo los principios arquitectónicos se materializan en diferentes magnitudes.

El análisis combina documentación teórica con casos construidos para identificar patrones conceptuales y principios arquitectónicos fundamentales que permitan concebir los espacios como *refugios en el tiempo*. Debido a la limitada disponibilidad de estudios empíricos, el análisis se centró en la extracción de conceptos fundamentales, la integración de saberes profesionales y experiencias vividas, y la construcción de un marco conceptual que articule las dimensiones duales del refugio (física y temporal), la unidad del cuidado y el entorno como terapia.

Breve historia del concepto de Centro Paliativo

Los cuidados paliativos tienen una trayectoria histórica que se remonta a los hospicios medievales, pero su consolidación como disciplina médica especializada ocurre en la segunda mitad del siglo XX. La palabra hospicio proviene del latín *hospitium*, que significa 'hospitalidad' o 'albergue'. A su vez, esta deriva de *hospes* (huésped o anfitrión), reflejando la idea de un espacio de acogida y cuidado para quienes están en tránsito (Avatar Home Health,2022).

El movimiento moderno de cuidados paliativos y su profesionalización comenzaron con Dame Cicely Saunders, una figura fundamental en la historia de esta disciplina (imagen 1). Nacida en Inglaterra a finales de la Primera Guerra Mundial y fallecida a principios del siglo XXI (1918-2005), Saunders fue la primera especialista en el manejo de síntomas de pacientes moribundos e inició en Gran Bretaña el movimiento hospice. Su visión revolucionaria estableció que el cuidado del enfermo terminal debía ser integral, abordando no solo el dolor físico, sino también las necesidades sociales, emocionales y espirituales (Mejía, s.f.).

El clímax de este movimiento se alcanzó en 1967 en Sydenham (Inglaterra), donde Saunders fundó el primer hospicio moderno: St. Christopher's Hospice (imagen 2). Este centro marcó el

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

inicio del movimiento *hospice* moderno y de la atención especializada a enfermos terminales, estableciendo los fundamentos básicos que incluyen: desarrollo de un enfoque integral del control del dolor, atención a necesidades sociales, emocionales y espirituales, y un nuevo concepto de abordaje global para enfrentarse a la variedad de síntomas y al sufrimiento que experimentan los enfermos terminales (Vidal y Torres, 2006).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014) reconoció oficialmente el concepto de cuidado paliativo en 1980, definiéndolo como un enfoque que mejora la calidad de vida de pacientes con enfermedades potencialmente mortales, abordando el sufrimiento físico, psicológico, social y espiritual. Esa organización estableció en 1986 el concepto de "escalera del dolor" como estrategia para el alivio del dolor en pacientes con cáncer. En 1987 se consolidó la profesionalización de la especialidad en Inglaterra y se reconoció por primera vez la especialidad de cuidados paliativos en el Reino Unido. Desde entonces, la OMS ha promovido el desarrollo de los cuidados paliativos como parte de un programa de control del cáncer y los considera un derecho humano, aunque existe escasez global de acceso, especialmente en países de bajos y medianos ingresos.

El concepto de refugio: dimensión física y dimensión emocional

Wang et al. (2024) plantean que el concepto de refugio, en el contexto de los cuidados paliativos, posee una doble dimensión fundamental para el diseño arquitectónico: el refugio físico (*shelter*) y el refugio emocional y temporal (*shelter in time*).

La dimensión del refugio físico (*shelter*) constituye el espacio habitable tangible –el contenedor arquitectónico que protege físicamente al paciente– y aporta la base material necesaria para el cuidado, aunque por sí sola no resulta suficiente. En la práctica, expresa la función tradicional de la arquitectura: protección, contención y habitabilidad, y en el contexto de los cuidados paliativos abarca el control ambiental (luz, temperatura, acústica y calidad del aire), la garantía de privacidad e intimidad mediante la separación entre lo público y lo privado para preservar la dignidad del paciente, la accesibilidad y seguridad pensadas para las limitaciones físicas progresivas propias del final de la vida, y una claridad espacial y orientación del entorno que reduzcan la ansiedad y faciliten la navegación.

Esta dimensión física es necesaria pero no suficiente: un espacio que solo protege físicamente, sin integrar la dimensión temporal, puede resultar frío, impersonal y desprovisto de significado.

En el caso del refugio emocional (*shelter in time*) este trasciende la dimensión física y se convierte en un refugio en el tiempo, un espacio que ofrece continuidad temporal, certeza, calma y sentido. Este refugio emocional "aloja" la experiencia de la espera de la muerte, permitiendo que el dolor persistente se sienta menos pesado y que los momentos significativos puedan habitar con dignidad. El refugio en el tiempo transforma el espacio de un contenedor neutro en un lugar con significado, que brinda consuelo, serenidad y apoyo a la dimensión existencial del paciente. En el contexto de la vulnerabilidad extrema y el final de la vida, el tiempo no se percibe de forma lineal: mientras que años de salud pueden pasar desapercibidos, diez minutos de dolor intenso o duelo profundo pueden "pesar tanto como un año" (Worpole, 2024). La arquitectura paliativa debe, por tanto, responder a esta premisa fundamental.

La integración de ambas dimensiones –el refugio físico y el refugio emocional en el tiempo– constituye el fundamento conceptual para concebir los espacios de un centro paliativo como verdaderos refugios que mitiguen el dolor total persistente y permitan la vivencia digna del final de la vida.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Desde la perspectiva de la fenomenología en arquitectura es el estudio de cómo las personas experimentan y viven los espacios, no solo cómo los ven o los usan (Soto, 2025). Se trata de comprender la experiencia humana desde dentro: qué significa sentirse en un lugar, cómo el espacio afecta las emociones, la memoria y el sentido de existencia. En lugar de preguntar "¿qué es este edificio?", la fenomenología pregunta "¿cómo se siente estar en este edificio?" y "¿qué experiencia temporal, emocional y corporal produce?

Para los cuidados paliativos, la fenomenología es fundamental porque el paciente terminal vive el espacio de manera intensamente vulnerable: el entorno puede agravar el sufrimiento o, por el contrario, puede brindar consuelo, serenidad y dignidad.

Autonomía, privacidad y unidad del cuidado: materializando el refugio en el tiempo

Habiendo conceptualizado el espacio paliativo como refugio en el tiempo –integrando las dimensiones físicas (*shelter*) y temporales (*shelter in time*)–, es necesario profundizar en uno de los aspectos más críticos para la dignidad del paciente terminal: la autonomía, la privacidad y el espacio personal. Estos conceptos no son meramente funcionales, sino que constituyen dimensiones existenciales que permiten al paciente "habitar con dignidad" los momentos finales, tal como se planteó en la pregunta de investigación.

La conexión con el concepto de refugio es directa: un refugio que no garantiza autonomía y privacidad no cumple su función esencial. El refugio en el tiempo, para ser efectivo, debe ofrecer al paciente control sobre su entorno, espacio para la intimidad y posibilidad de personalización. Sin estos elementos, el espacio se convierte en un contenedor vacío, desprovisto de la capacidad de "alojar" la experiencia temporal del paciente (McLaughlan, 2024).

Autonomía: el control del entorno como dimensión de dignidad

La autonomía en cuidados paliativos se define como la capacidad del paciente de ejercer control sobre su entorno físico y temporal, incluyendo la posibilidad de regular luz, temperatura, ventilación, entretenimiento y sistemas de llamada. Esta dimensión no es solo práctica, sino existencial: representa la última afirmación de la identidad del paciente frente a la pérdida progresiva de control que caracteriza la enfermedad terminal (Eshelman et al., 2013).

Principios de diseño para la autonomía:

- *Control ambiental personal*: cada habitación debe permitir al paciente regular iluminación, temperatura, ventilación y sistemas de comunicación, con controles accesibles en el puesto de cama (McLaughlan & Richards, 2023).
- *Espacios personalizables*: minimizar decoraciones permanentes para promover la personalización con fotos familiares, objetos personales y pertenencias significativas (Johnson, 2023).
- *Autonomía de elección:* el diseño debe permitir al paciente elegir entre diferentes tipos de espacios (público vs. privado, social vs. solitario) según sus necesidades cambiantes (Verderber y Refuerzo, 2020).

Este concepto se articula como la "última agencia": la capacidad del paciente de ejercer decisiones sobre su entorno representa la última forma de agencia antes de la pérdida total de control físico.

Privacidad: dimensiones físicas, psico-sociales y morales

La privacidad en cuidados paliativos no se limita al aislamiento físico. Se manifiesta en

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

tres dimensiones interconectadas (Irish Hospice Foundation, 2014) (cuadro 1).

La evidencia muestra que la necesidad de privacidad aumenta progresivamente con la gravedad de la enfermedad: mientras en etapas tempranas el paciente puede tolerar espacios compartidos, en la fase terminal la privacidad se convierte en condición indispensable para la dignidad (Street & Love, 2005).

Principios de diseño para la privacidad:

- *Habitaciones individuales*: el ideal es proporcionar habitaciones de ocupación única con puertas con acceso controlado/cerraduras (Worpole, 2024).
- *Espacios privados seccionados*: si no es posible ofrecer habitaciones individuales, crear áreas privadas mediante pantallas móviles (McLaughlan & Richards, 2023).
- *Baños privados*: cada habitación debe tener baño privado para garantizar dignidad (Irish Hospice Foundation, 2014).

Este concepto se articula como el "escudo de dignidad": la privacidad no es solo un derecho, sino un mecanismo de protección que permite al paciente mantener su identidad frente a la vulnerabilidad extrema.

Unidad del cuidado: paciente y familia como entidad indivisible

Uno de los principios fundamentales de los cuidados paliativos es que el paciente y la familia constituyen una unidad de cuidado indivisible. Esta perspectiva transforma radicalmente el diseño arquitectónico: el espacio no debe diseñarse solo para el paciente, sino para la relación paciente-familia como entidad central (Irish Hospice Foundation, 2014).

Principios de diseño para la unidad del cuidado:

- *Espacios familiares dedicados*: todas las áreas clínicas deben tener un salón familiar dedicado dentro o cerca de la habitación del paciente, con alojamiento nocturno (Verderber y Refuerzo, 2020).
- *Cocina y áreas de vida*: el salón familiar debe incluir una kitchenette para permitir la continuidad de rutinas domésticas (Worpole, 2024).
- *Integración espacial*: la habitación debe facilitar la interacción con la familia sin sacrificar la privacidad del paciente (Irish Hospice Foundation, 2014).

Este concepto se articula como la "arquitectura relacional": el diseño debe centrarse en la relación entre paciente y familia. El espacio debe ser un "tercer cuerpo" que media y facilita la conexión emocional (Wong et al., 2023).

La habitación de cuidados paliativos: del espacio clínico al espacio de vida

La habitación de cuidados paliativos representa la transformación más radical del diseño hospitalario: de un espacio clínico, estéril y funcional, a un espacio de vida que permite la continuidad de la existencia personal. Esta transformación se basa en el concepto de homeliness (sensación de hogar), pero con una distinción crítica: no se busca imitar una casa doméstica, sino crear un espacio que permita

Cuadro 1. Dimensiones físicas, psico-sociales y morales.

Dimensión	Descripción	Ejemplo en diseño
Física	Aislamiento del sonido, vista y presencia de otros	Habitaciones individuales con puertas con acceso controlado / cerraduras
Psico-social	Protección de la intimidad emocional y relacional	Espacios para conversaciones privadas con familia
Moral	Respeto a la dignidad y valores del paciente	Baños privados, posibilidad de rituales religiosos

Fuente: Irish Hospice Foundation, 2014.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

la personalización y la continuidad de la identidad (Johnson, 2023) (cuadro 2).

Este concepto se articula como la "extensión de la identidad": el espacio no es solo un contenedor físico, sino una extensión de la identidad del paciente (Eshelman et al., 2013).

Mobiliario que sostiene: el confort como acto de compasión

El mobiliario en cuidados paliativos trasciende su función utilitaria para convertirse en una extensión simpatética del yo. Una silla no es solo un objeto funcional; debe ser un lugar donde una persona agotada pueda "hundirse" y sentirse sostenida físicamente cuando ya no tiene energía para mantenerse erguida. Esta dimensión del confort reconoce la vulnerabilidad corporal del paciente terminal y transforma el objeto arquitectónico en un acto de compasión materializada (Worpole, 2024).

Arquitectura paliativa: el entorno como terapia

Un concepto emergente en la literatura especializada es que el espacio físico actúa como un agente terapéutico complementario, constituyendo una dimensión intrínseca del cuidado paliativo integral (Verderber y Refuerzo, 2020; Worpole, 2024). Los centros de cuidados paliativos se definen arquitectónicamente por elementos que priorizan el confort emocional, la conexión humana y la sanación integral, trascendiendo la funcionalidad clínica pura.

Factores clave de diseño

1. Iluminación natural y relación con la naturaleza

La iluminación natural abundante, la ventilación al aire libre y la materialidad variada generan paz y bienestar, reduciendo el estrés mediante estímulos agradables (McLaughlan & Richards, 2023). La relación con la naturaleza se concreta mediante jardines terapéuticos, patios interiores y vistas exteriores que reducen el estrés y promueven calma.

Las ventanas grandes que llegan hasta el suelo permiten que un paciente postrado mantenga conexión visual con el horizonte y la luz del día, reduciendo la sensación de confinamiento y ayudando psicológicamente a aliviar la disnea (Worpole, 2024). Incluso en entornos de cuidados intensivos, el acceso a terrazas o pabellones en azoteas permite que el paciente sienta aire fresco y sol, elementos que ayudan a "reajustar" la persona después de haber sido "arrancada de su realidad" por la institucionalización hospitalaria.

Cuadro 2. Elementos claves de la habitación.

Elemento	Función
Habitación individual	Privacidad total, control ambiental
Baño privado	Dignidad, intimidad moral
Salón familiar	Unidad del cuidado, alojamiento nocturno
Cocina/kitchenette	Continuidad de rutinas, normalidad
Control ambiental personal	Autonomía, última agencia
Personalización (fotos, objetos)	Identidad, memoria
Vistas al exterior	Continuidad temporal, conexión con naturaleza

Fuente: Johnson, 2023.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

2. La luz como regulador del cuerpo y del ánimo

La luz natural constituye la herramienta más poderosa para "alojar en el tiempo" al sincronizar los ritmos circadianos del paciente, crítico en estados de delirio o desorientación (Verderber y Refuerzo, 2020). El diseño debe priorizar la luz azul matutina para estimular la producción de serotonina, mitigando dolor y depresión, y la transición hacia luces cálidas por la tarde para favorecer la relajación. Esta sincronización biológica es fundamental para mantener la continuidad temporal y la regulación emocional del paciente.

3. Control ambiental y sostenibilidad

Elementos ajustables cerca de la cama –luces, termostatos, ventilación– potencian la autonomía personal y la "última estancia" del paciente (Eshelman et al., 2013). La sostenibilidad y seguridad incluyen materiales duraderos, espacios interiores ergonómicos y zonas recreativas para familias y personal. Además, elementos como el sonido del agua en movimiento en un jardín de curación pueden enmascarar los pitidos clínicos de los equipos médicos, transformando la atmósfera de estrés en una de calma (Worpole, 2024).

Conexión conceptual: materialización del refugio en el tiempo

Los conceptos de autonomía, privacidad y unidad del cuidado no son independientes del concepto de refugio en el tiempo, sino que lo materializan concretamente (cuadro 3).

Esta integración conceptual confirma que los principios de diseño no son elementos aislados, sino componentes sistémicos que materializan el concepto de refugio en el tiempo en la experiencia concreta del paciente y su familia.

Algunos precedentes internacionales recientes

Los tres precedentes analizados –Refuge II (Wim Goes Architectuur, Bélgica, 2014), Emily's House Children's Hospice (Hilditch Architect Inc., Canadá, 2013) y el Centro de Cuidados Paliativos para Niños Julia (CTYRSTEN, República Checa, 2024)– fueron seleccionados deliberadamente por su representatividad en distintas escalas constructivas y por su capacidad para ilustrar la aplicabilidad del marco arquitectónico propuesto en contextos de diversa magnitud. La elección no obedeció a la especialidad clínica de cada proyecto, sino a su tamaño y configuración espacial (escala por área): la es-

Cuadro 3. Conexión conceptual: materialización del refugio en el tiempo.

Refugio en el tiempo (concepto)	Autonomía, privacidad, unidad (materialización)
Continuidad temporal	Ritmos estacionales, personalización, rutinas familiares
Control sobre el entorno	Controles ambientales personales, autonomía de elección
Intimidad y dignidad	Habitaciones individuales, baños privados, escudo de dignidad
Conexión con la familia	Salón familiar, kitchenette, arquitectura relacional
Significado existencial	Espacios de reminiscencia, personalización, extensión de identidad

Fuente: Worpole, 2024.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

cala doméstica (intervenciones en entornos residenciales o domésticos adaptados), la escala de equipamiento comunitario (mediana escala con carácter público o semipúblico) y la escala de centro especializado (mayor en complejidad y área construida). Este criterio permitió contrastar cómo los mismos principios –concepto del refugio, materialización del *refugio en el tiempo* y entorno como terapia– se traducen en soluciones concretas según la dimensión física del proyecto.

Cada caso aporta evidencias distintas pero complementarias. **Refuge II** expone estrategias de diseño paliativo a pequeña escala: adaptabilidad espacial, participación de la comunidad y tactilidad doméstica que facilitan respuestas inmediatas y flexibles a necesidades emocionales y prácticas. **Emily's House** ilustra la operación a escala intermedia: la reconversión patrimonial como estrategia para integrar infraestructura clínica más sofisticada sin perder una atmósfera doméstica y lúdica que protege la intimidad familiar. El **Centro Julia**, en su condición de centro especializado, muestra cómo la mayor área y complejidad permiten institucionalizar espacios rituales, articular recorridos terapéuticos con el paisaje y ofrecer configuraciones de privacidad y control ambiental más avanzadas.

Tomados en conjunto, estos proyectos permiten una evaluación comparativa de la emergencia, consolidación y mantenimiento del "refugio en el tiempo" en distintas escalas constructivas. Aunque dos de los casos son pediátricos, los principios de hogaridad (*homeliness*) y control ambiental que allí se implementan representan los más avanzados del sector y, por consiguiente, constituyen un parámetro de referencia óptimo para centros de cuidados paliativos para adultos. Al enfocarnos en la escala por área se hizo posible identificar patrones recurrentes y diferencias significativas en la implantación de tecnologías de soporte, controles ambientales, estrategias de privacidad y mecanismos participativos. En suma, la selección basada en la escala constructiva confirma empíricamente que los principios del marco teórico son transferibles y adaptables: varían en forma, pero se mantienen coherentes en función del tamaño y la complejidad del proyecto, lo que valida las observaciones y recomendaciones formuladas en este artículo.

Proyecto 1: Refuge II / Firma de Arquitectura: Wim Goes Architectuur. Belgica (2014).

La firma de arquitectura desarrolló Refuge II como intervención temporal para adaptar la vivienda de un paciente con esclerosis lateral amiotrófica (ELA), respondiendo a la urgencia impuesta por la progresión acelerada de la enfermedad. El proyecto reutilizó un corredor de concreto existente por su potencial de adaptabilidad y articuló un programa sin barreras que garantizara movilidad y seguridad, incorporando simultáneamente el concepto de "accesibilidad mental" para promover pertenencia, esperanza y participación comunitaria frente a la incurabilidad. Metodológicamente, se combinó el uso de materiales como paja y barro no solo por técnica, sino como motor de participación comunitaria, ayudando, a través del diseño y la construcción, a mitigar el aislamiento social del "dolor total", complementando de igual forma con sistemas técnicos profesionales (calefacción y ventilación con recuperación de calor, domótica para control ambiental). La ejecución involucró a más de cien amigos y familiares, lo que generó una retroalimentación emocional y práctica: los participantes reconocieron su aporte, incorporaron memorias al lugar y fortalecieron redes de cuidado, transformando el foco desde la enfermedad hacia la vida y el futuro. El proyecto evidencia cómo el diseño paliativo puede articular funcionalidad, simbolismo y participación para dignificar la experiencia del final de la vida (imágenes 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Imagen 3. Planta habitación Refuge II

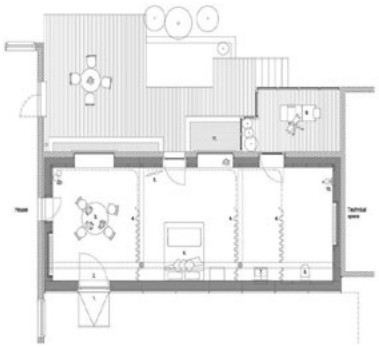


Imagen 4. Sección Habitación Refuge II

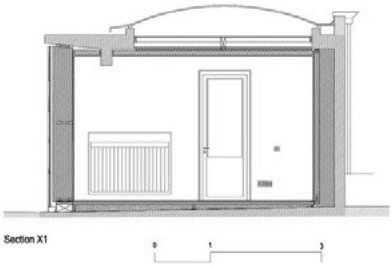
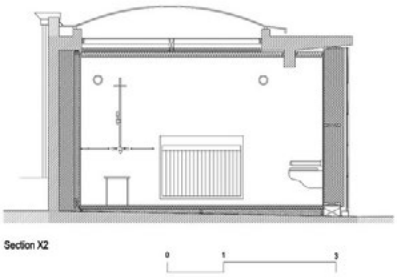


Imagen 5. Sección baño Refuge II



Fuente: Tomada de www.archdaily.com (acceso el 19 de mayo 2026).

Imagen 6. Escala domestica: fachada de Refuge II



Fuente: www.archdaily.com (acceso el 15 de mayo 2026). Fotografía: Filip Dujardin.

Imagen 7. Refuge II Habitación sin barreras que garantiza movilidad



Imagen 8. Refuge II. Habitación con mobiliario sin barreras que garantiza movilidad



Imagen 9. Refuge II. Sala/ comedor con vista al exterior



Fuente: www.archdaily.com (acceso el 15 de mayo 2026). Fotografía: Filip Dujardin.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Proyecto 2: Emily's House Children's Hospice / Firma de arquitectura: Hilditch Architect Inc. Toronto, Canadá (2013)

Emily's House Children's Hospice, primer centro de cuidados paliativos infantiles en Toronto (2013), es una residencia de 1200 m² con 10 camas que atiende niños con enfermedades terminales (cáncer, VIH/SIDA) y ofrece opciones de respiro y elección de entorno para la atención médica y de relevo. El proyecto articula la restauración patrimonial de la casa del Gobernador de la Cárcel del Río Don (1888), abandonada por una década, con una ampliación integrada en un parque público emergente en Bridgepoint. La arquitectura genera un ambiente hogareño y lúdico para niños y familias, sin renunciar a una infraestructura de soporte sofisticada: oxígeno y aire medicinal canalizados, grúas de techo y un sistema integrado de llamada de enfermería. La adaptación del edificio histórico para uso residencial, mientras la antigua caseta de entrada fue reconvertida en oficinas del Centro Philip Aziz. El resultado evidencia que la integración de patrimonio, entorno natural y tecnología clínica puede sostener la dignidad, el confort y el acompañamiento integral en cuidados paliativos pediátricos (imágenes 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16).

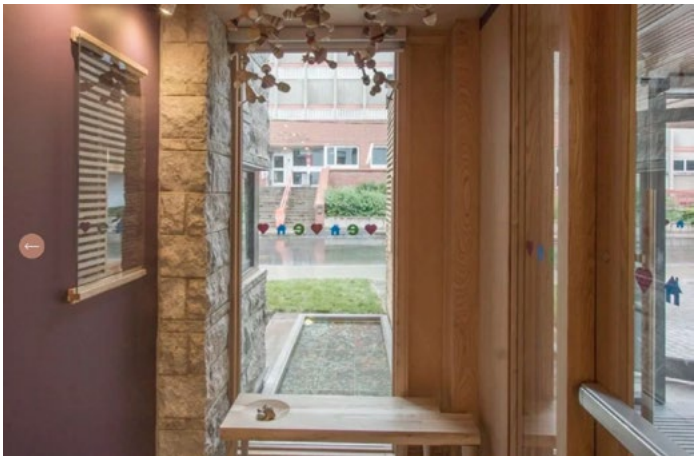
Imagen 10. Emily's House Children's Hospice



Escala de equipamiento comunitario: edificación existente con ampliación de una estructura patrimonial, ejemplificando una atmósfera cercana y doméstica para el paciente y familiares.

Fuente: https://www.hilditch-architect.com/float-house-2-2 (acceso el 05 de junio 2026). Fotografía: Philip Aziz Centre Inc.

Imagen 11. Emily's House Children's Hospice



Vestíbulo con ventanal de piso a techo que permite respiro desde la casa al exterior

Imagen 12. Emily's House Children's Hospice



Sala familiar con cielos rasos altos, puerta de vidrio de piso a techo con amplia vista al exterior

Fuente: https://www.hilditch-architect.com/float-house-2-2 (acceso el 05 de junio 2026). Fotografía: Philip Aziz Centre Inc.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Imagen 13. Emily's House Children's Hospice



Habitación con mobiliario colorido. No posee paneles de cabecera hospitalarios, un claro ejemplo de cómo la tecnología clínica (gases medicinales) puede integrarse sin romper la atmósfera "hogareña y lúdica", manteniendo la dignidad sin parecer un entorno hospitalario frío.

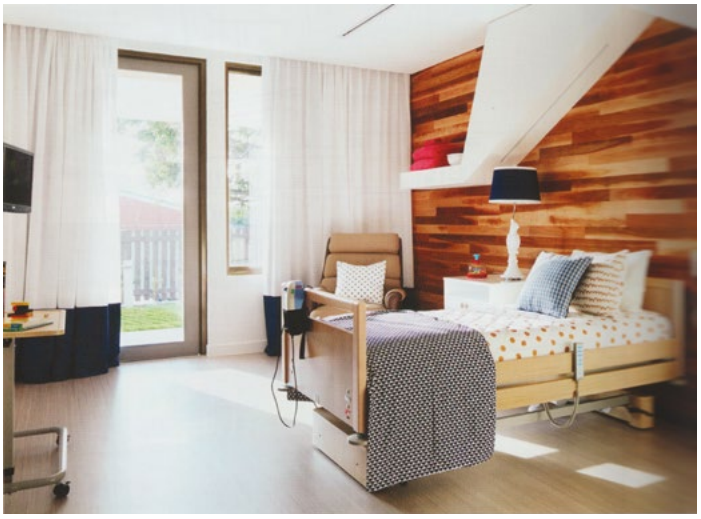
Imagen 14. Emily's House Children's Hospice



Habitación con ornamentos tradicionales, cielos rasos altos e iluminación natural

Fuente: https://www.hilditch-architect.com/float-house-2-2 (acceso el 05 de junio 2026). Fotografía: Philip Aziz Centre Inc.

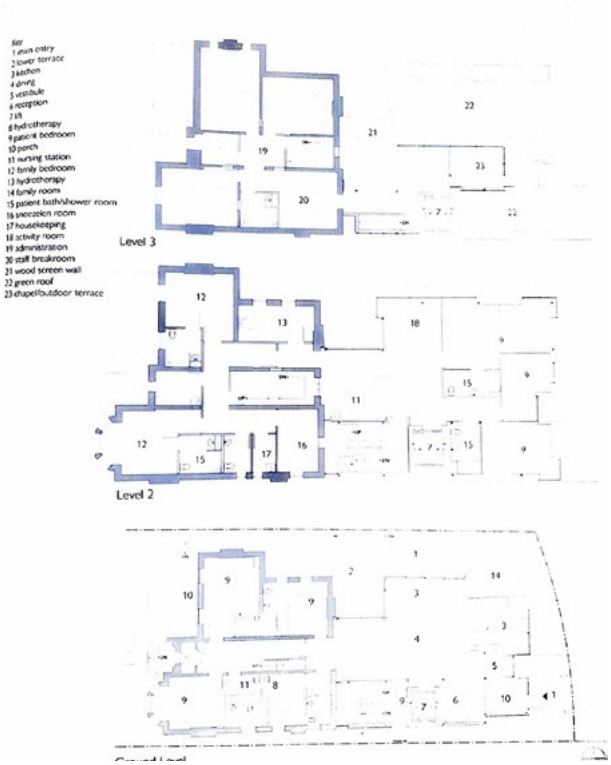
Imagen 15. Emily's House Children's Hospice



Habitación con acabado de madera en pared con ventanal de piso a techo con vista a patio exterior contribuyendo al vocabulario domestico de habitaciones para pacientes.

Fuente: Verderber y Refuerzo, 2020, p. 308

Imagen 16. Emily's House Children's Hospice



Hospicio con tres niveles de atención. Nivel 1: Habitaciones y áreas compartidas y Nivel 2 y 3: Personal y servicios de apoyo.

Fuente: Verderber y Refuerzo, 2020, p. 311

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Proyecto 3: Centro de cuidados paliativos para niños Julia /Firma de arquitectura: CTYRSTEN. Brno-sever, República Checa (2024)

La Casa de Cuidados Paliativos para niños Julia es un ejemplo contundente de cómo el programa funcional y la respuesta espacial demuestran empíricamente la viabilidad de proyectos paliativos orientados a la dignidad, el confort ambiental y el acompañamiento integral. La disposición de las habitaciones con terrazas privadas, la proximidad de la estación de enfermería, el control del entorno y la autonomía concedida a las familias articulan un refugio tanto funcional como humano. Además, el centro Julia aporta conceptos distintivos: un "apartamento para las últimas despedidas" y un "atrio conmemorativo" que destacan la dimensión espiritual del espacio emocional –un refugio en el tiempo señalado en la investigación–. La orientación hacia un patio-jardín con árboles maduros y un estanque, junto con una pasarela en la azotea que conduce a un espacio de meditación accesible día y noche, garantiza el contacto continuo con la naturaleza, favorece la regulación emocional y facilita la búsqueda de sentido (imágenes 17, 18, 19, 20, 21 y 22).

De este modo, la arquitectura institucionaliza el adiós privado como acto ritual y desplaza el foco desde la enfermedad hacia la aceptación y la armonía, confirmando que el diseño puede sostener al mismo tiempo la "última estancia" y un cuidado integral en contextos pediátricos terminales.

Imagen 17. Centro de cuidados paliativos para niños Julia



Escala de centro especializado: edificación con amplia relación con el exterior y el paisaje natural, con una escala de mayor emplazamiento

Fuente: www.archdaily.com (acceso el 05 de junio 2026). Fotografía: Alex fotografía edificios.

Imagen 18. Centro de cuidados paliativos para niños Julia



Habitación pediátrica con mobiliario doméstico con acceso a patios internos a través de ventanales de piso a techo

Imagen 19. Centro de cuidados paliativos para niños Julia



Espacios de recreación que permiten a los pacientes pediátricos compartir en espacios lúdicos y resguardados.

Fuente: www.archdaily.com (acceso el 05 de junio 2026). Fotografía: Alex fotografía edificios.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Imagen 20. Centro de cuidados paliativos para niños Julia



Espacios de recreación compartido con amplias vistas al exterior con ventanales de piso a techo

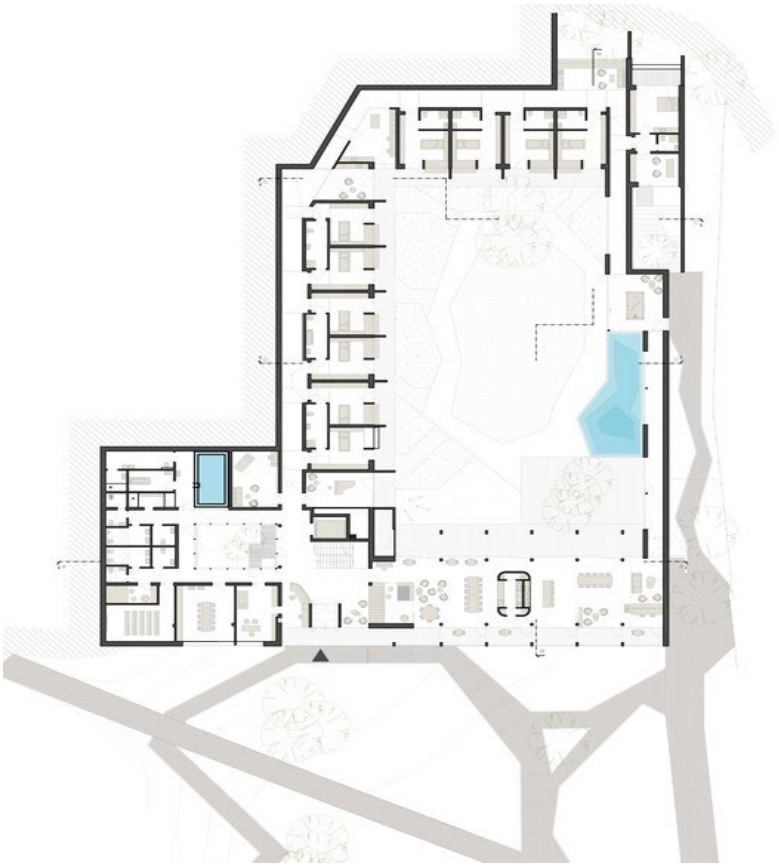
Imagen 21. Centro de cuidados paliativos para niños Julia



Espacios de apoyo y servicio para familiares y pacientes con áreas de contemplación al exterior

Fuente: www.archdaily.com (acceso el 05 de junio 2026). Fotografía: Alex fotografía edificios.

Imagen 22. Centro de cuidados paliativos para niños Julia
Plano conjunto de la edificación



Fuente: www.archdaily.com (acceso el 19 de mayo 2026).

Hallazgos clave:

1. Materialización del *refugio en el tiempo*

El análisis transversal de la literatura de Verderber y Refuerzo (2020) y Worpole (2024) con los tres casos de estudio construidos revela que la autonomía (última estancia), la privacidad (escudo de dignidad) y la unidad del cuidado (arquitectura relacional) no son conceptos abstractos, sino principios de diseño que se materializan sistemáticamente en elementos arquitectónicos específicos: habitaciones individuales con baños privados (presentes en Refuge II, Emily's House y Julia), salones familiares con kitchenette y alojamiento nocturno (Emily's House, Julia), controles ambientales personales accesibles desde el puesto de cama (todos los casos), y espacios personalizables con decoraciones mínimas permanentes (Refuge II, Julia). Esta correlación entre teoría y práctica confirma la materialización del marco conceptual.

2. Trascendencia de la funcionalidad clínica

La comparación entre los precedentes analizados y los principios descritos por Worpole (2024) sobre diseño contemporáneo de hospi-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

cios demuestra que la arquitectura paliativa exitosa prioriza el confort emocional, la conexión humana y la sanación integral sobre la eficiencia operativa tradicional. Los tres casos evidencian que el espacio deja de ser contenedor neutro para convertirse en agente activo que mitiga el dolor total: Refuge II integra adaptabilidad doméstica, Emily's House reconvierte patrimonio con atmósfera lúdica, y Julia institucionaliza espacios rituales. Este patrón recurrente valida que el diseño transforma el espacio en lugar significativo que brinde consuelo, serenidad y apoyo a la dimensión existencial.

3. Entorno como analgesia no farmacológica

La integración de los conceptos de entorno como terapia de Verderber y Refuerzo (2020) con la observación empírica de los casos construidos confirma que la luz natural (sincronización de ritmos circadianos en Emily's House y Julia), la conexión con la naturaleza (jardines terapéuticos en Refuge II, patios con árboles maduros y piscina en Julia), el control ambiental personal (presente en todos los casos) y la materialidad compasiva (mobiliario que sostiene físicamente al paciente) constituyen intervenciones arquitectónicas con impacto terapéutico real en la reducción del dolor total persistente. Esta relación teoría-observación establece el entorno como componente activo del cuidado.

4. Fenomenología del espacio en el diseño paliativo

El cruce entre la perspectiva fenomenológica implícita en la literatura analizada y la observación de cómo los tres casos responden a la experiencia interior del paciente terminal revela que entender la vivencia espacial –no solo la percepción o utilización– permite crear entornos que reconocen la extrema vulnerabilidad y atienden las alteraciones en la percepción del tiempo (momentos breves que se siente intensamente prolongados). Refuge II, Emily's House y Julia replican esta respuesta mediante escalas domésticas, ritmos espaciales pausados y espacios de meditación accesibles, validando que la fenomenología es condición necesaria, no opcional, en el diseño paliativo.

Conclusiones

La investigación muestra que la arquitectura para cuidados paliativos debe superar el paradigma de la mera eficiencia clínica y constituirse en un dispositivo de contención existencial. Al integrar deliberadamente las dimensiones físicas y temporales del refugio, el espacio deja de ser un contenedor neutro para convertirse en un agente activo que atenúa el dolor total en sus dimensiones física, emocional y espiritual. Los precedentes estudiados respaldan la viabilidad de este enfoque en distintas escalas: desde la adaptabilidad doméstica y participativa de Refuge II, hasta la integración tecnológico patrimonial de Emily's House y la institucionalización de espacios rituales en el Centro de Cuidados Paliativos para Niños Julia.

Estos casos evidencian que el diseño puede sostener la "última estancia" mediante controles ambientales individuales y una espacialidad que favorece la relación entre la persona enferma y su familia. Concebido como refugio en el tiempo, un centro paliativo actúa como extensión de la identidad y forma de compasión materializada: la luz, la naturaleza y la privacidad funcionan como un "escudo de dignidad" frente a la finitud. Este marco conceptual ofrece a arquitectos e investigadores una base sólida para transformar la infraestructura sanitaria en entornos que reconozcan, validen y acompañen la experiencia humana en el final de la vida.

Aporte al campo

Este estudio contribuye al campo de la arquitectura paliativa –área con escasa exploración académica y limitada bibliografía– mediante la construcción de un marco conceptual

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

que articula sistemáticamente las dimensiones duales del refugio (física y temporal), la unidad del cuidado y el entorno como terapia. El marco propone principios de diseño fundamentados teóricamente y validados empíricamente mediante análisis comparativo de tres casos internacionales construidos en distintas escalas constructivas. Esta validación indirecta confirma la transferibilidad de los principios arquitectónicos a diferentes magnitudes de proyecto, superando las limitaciones derivadas de la escasez de estudios empíricos. El trabajo proporciona a arquitectos e investigadores una base conceptual para transformar la infraestructura sanitaria en entornos que reconocen y acompañan la experiencia humana en el umbral de la vida.

Recomendaciones para la práctica

Los arquitectos y diseñadores de espacios de salud deben:

- Priorizar habitaciones individuales con baños privados e instrumentar controles ambientales personales accesibles desde el puesto de cama, permitiendo que el paciente regule luz, temperatura y ventilación.
- Incorporar salones familiares con kitchenette y alojamiento nocturno, facilitando la presencia continua de la familia como parte del cuidado integral.
- Diseñar ventanas amplias que lleguen al suelo para conexión visual con el horizonte, e integrar jardines terapéuticos, patios interiores y vistas exteriores que garantizan contacto continuo con la naturaleza.
- Utilizar materialidad cálida (madera, texturas naturales) y mobiliario que sostenga físicamente al paciente, transmitiendo hogaridad (*homeliness*) y evocando ambientes domésticos.
- Minimizar decoraciones permanentes para permitir la personalización con objetos significativos, fotografías y elementos que refuercen la identidad del paciente.
- Institucionalizar espacios para prácticas rituales (atrios conmemorativos, salas de despedida, espacios de meditación accesibles día y noche) que institucionalicen el adiós privado como acto ritual.
- Aplicar estos principios según la escala constructiva del proyecto, adaptando su manifestación formal, pero manteniendo coherencia con los tres ejes conceptuales: refugio físico-temporal, unidad del cuidado y entorno como terapia.

Limitaciones del estudio

A pesar de la solidez del marco conceptual propuesto, es imperativo reconocer las fronteras de esta investigación. Al tratarse de un estudio de carácter exploratorio y cualitativo fundamentado en una revisión sistemática, los hallazgos están sujetos a las limitaciones propias de la escasez de literatura empírica en el campo de la arquitectura paliativa.

En primer lugar, los precedentes analizados representan centros de excelencia en contextos de altos ingresos (Bélgica, Canadá y República Checa), cuyas realidades normativas, presupuestarias y culturales difieren significativamente de entornos con infraestructuras sanitarias más rígidas o recursos limitados, como los observados frecuentemente en el contexto latinoamericano.

En segundo lugar, la selección de casos incluyó mayoritariamente centros de orientación pediátrica. Si bien los principios de "hogaridad" y control ambiental identificados son transferibles, la validación de este marco en centros exclusivos para adultos podría revelar matices diferenciados en la gestión de la autonomía y la privacidad moral del paciente.

Reconocer estas brechas no debilita la tesis del "refugio en el tiempo", sino que la sitúa en una realidad operativa compleja, subrayando la necesidad de validaciones locales y estudios de impacto clínico directo.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Líneas futuras de investigación

Se requiere investigación empírica que cuantifique el impacto terapéutico de intervenciones arquitectónicas específicas en la reducción del dolor total persistente, particularmente en relación con los principios de refugio en el tiempo identificados en este estudio. Asimismo, son necesarios estudios comparativos entre centros paliativos diseñados bajo el paradigma de refugio en el tiempo –que prioriza la dimensión existencial, la privacidad y el entorno como terapia– versus el paradigma tradicional de megahospital, centrado en la eficiencia clínica. Estas investigaciones podrían evaluar indicadores objetivos (tiempos de estancia, uso de medicación analgésica, satisfacción familiar) y subjetivos (percepción de confort, regulación emocional, búsqueda de sentido) para validar empíricamente la transferencia del marco conceptual propuesto a distintas escalas y contextos geográficos.

Referencias bibliográficas

Avatar Home Health (2022, febrero 22) *Los orígenes de la salud en el hogar y el cuidado de hospicio*. https://avatarhomehealth.com/es/2022/02/22/the-origins-of-home-health-hospice-care/

Ellingsen, P.; Roxberg, A.; Kristoffersen, K. y Rosland, J.H. (2013) Being in transit and in transition The experience of time at the place, when living with severe incurable disease - a phenomenological study. *Scandinavian Journal of Caring Sciences* vol. 28 (3): 458-468. https://doi.org/10.1111/scs.12067

Eshelman, P.; Zadeh, R.; Setla, J. y Krieger, A. (2013) *Designing End-of-Life Care Settings to Enhance Quality of Life*. Cornell University Report. Facility guidelines institute.

Irish Hospice Foundation (2014). *Design & Dignity: Transforming End-of-Life Care in Hospitals One Room at a Time*. Style Book. https://hdl.handle.net/10147/647140

Johnson M. (2023). *Exploring 'the domestic' in contemporary hospice architecture: a critical examination of the architecture and design of in-patient palliative care facilities in England*. NHS Health Research Authority. https://www.hra.nhs.uk/

Kings College Hospital (2026, mayo 15). Dame Cicely Saunders: A palliative care pioneer. *https://www.kcl.ac.uk/cicelysaunders/about-us/cicely-saunders*.

McLaughlan, R. & Richards, K. (2023). Realizing homeliness in palliative care: inpatient and family perspectives on designing the built environment. *Design for Health,* vol 7 (2):138-157. https://doi.org/10.1080/24735132.2023.2228599

McLaughlan, R. (2024). Expectation, emotion, and the built environment: experiences of occupying hospital spaces as a loved one nears the end of life. *BMJ Medical Humanities*, vol. 51: 86-95. https://mh.bmj.com/content/medhum/51/1/86.full.pdf

Mejia, A (s.f.). *El movimiento hospice y los cuidados paliativos modernos*. Hacia el final de la vida. https://www.hacia-el-final-de-la-vida.es/antropologia-de-la-muerte/el-movimiento-hospice-y-los-cuidados-paliativos-modernos/

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

OMS- Organización Mundial de la Salud (2014). Fortalecimiento de los cuidados paliativos como parte del tratamiento integral a lo largo de la vida. 67ª Asamblea mundial de la salud (4 de abril 2014). https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha67/a67_r19-sp.pdf

Sagha, R.; Eshelman, P.; Seta, J.; Kennedy, L.; Hon E y Basara, A. (2018). Environmental design for end-of-life care: An integrative review on improving quality of life and managing symptoms for patients in institutional settings. *Journal of Pain and Symptom Management,* vol. 55, (3): 1018-1034. https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2017.09.011

Soto, C. (2025, julio 28) "La Fenomenología Arquitectónica de Juhani Pallasmaa: sensibilidad, cuerpo y experiencia en la configuración de la habitabilidad del Espacio", *Reflexiones Marginales*. https://reflexionesmarginales.com/blog/2025/07/28/la-fenomenologia-arquitectonica-de-juhani-pallasmaa-sensibilidad-cuerpo-y-experiencia-en-la-configuracion-de-la-habitabilidad-del-espacio/

Street, A. F. & Love A. (2005). Dimensions of privacy in palliative care: views of health professionals. *Social Science & Medicine*, vol. 60 (8):1795-1804. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.08.021

Verderber, S. (2026). On the Prospect of a Maggie's Centre for North America. *Health Environments Research & Design Journal*, vol. 19 (2): 119-128.

Verderber, S., y Refuerzo, B. J. (2020). *Innovation in hospice architecture*. Routledge.

Vidal, M. y Torres, L. (2006). *In memoriam* Cicely Saunders, fundadora de los Cuidados Paliativos. *Revista de la Sociedad Española del Dolor,* vol. 13, nº3. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462006000300001

Wang, H.; Zhang, L. y Zhou, Y. (2024). Rest-in-Peace: Research on the Architectural Types and Design Ideas to Guide Design of Hospice Care Building. *PubMed Central*/National Library of Medicine. *INQUIRY, The Journal of Health Care,* vol. 61: 1-12. https://doi.org/10.1177/00469580241249435.

Wong, K.; McLaughlan, R.; Collins, A. y Philip, J. (2023, diciembre 31). Designing the physical environment for inpatient palliative care: a narrative review. *BMJ Support Palliat Care*, vol. 13 (1): 45-51. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34972689/

Worpole, K. (2024). Modern Hospice Design: the architecture of palliative and social care. Routledge.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.03

Arquitectura hospitalaria sin alma: el costo social de construir en Bolivia edificios que no pueden sanar

Hospital architecture without a soul: the social cost of building buildings that cannot heal in Bolivia

MSc. Arq. Daniela Patricia Zeballos
https://orcid.org/0009-0007-7413-5628
Correo-e: daniela_patricia77@hotmail.com
Universidad Mayor Real y Pontificia
San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04
Recibido: julio 6/2026 | Aprobado: agosto 27/2026
Aceptado: septiembre 3/2026

Resumen
En el presente artículo se analiza la crisis de operativa del sistema sanitario boliviano, donde la inversión histórica en infraestructura física no se traduce en una mejora proporcional de la atención clínica. El objetivo primero es evaluar la correspondencia entre la planeación arquitectónica y la gestión del talento humano en sus dimensiones operativas y de dotación de personal. Mediante el estudio de casos múltiples con énfasis en el Hospital de Tercer Nivel de Chuquisaca, contrastando con los centros de Villa Tunari y Montero, se revisaron informes ministeriales y se realizó trabajo de campo cualitativo. Los resultados evidenciaron que la falta de sincronía entre el Programa Médico Funcional y el Programa Médico Arquitectónico, sumados a la escasez de personal especializado y la ausencia de presupuestos de mantenimiento, convierte estas infraestructuras de alta complejidad en espacios subutilizados.
Se concluye que la salud pública requiere urgentemente un cambio de paradigma, transitando de la improvisación política a un modelo de co-diseño estratégico multidisciplinario que asegure la sostenibilidad operativa.

Descriptores
Arquitectura hospitalaria; gestión en salud; políticas públicas; infraestructura sanitaria en Bolivia.

Abstract
This article analyzes the operational crisis within the Bolivian healthcare system, where historic financial investments in physical infrastructure have not translated into proportional improvements in clinical care.
The primary objective is to evaluate the correspondence between architectural planning and human resource management, specifically regarding operations and specialized staff allocation. Through a multiple case study emphasizing the Sucre Tertiary-Level Hospital, contrasted with the Villa Tunari and Montero facilities, ministerial reports were reviewed alongside qualitative fieldwork. Results demonstrate that the lack of synchronization between the Functional Medical Program and the Architectural Medical Program, coupled with a severe shortage of specialized personnel and the absence of maintenance budgets, turns these highly complex infrastructures into underutilized spaces.
The study concludes that public health urgently requires a paradigm shift, moving from political improvisation to a multidisciplinary strategic co-design model ensuring operational sustainability.

Descriptors
Hospital architecture, health management, public policy, healthcare infrastructure in Bolivia.

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

Para un paciente en estado crítico, una pared recién pintada o un escáner de alta definición no salvan vidas por sí solos. Lo que salva vidas es la mano del especialista que sabe operar ese equipo. Hoy, miles de bolivianos caminan frente a hospitales imponentes que prometían ser la solución a sus males, solo para encontrarse con letreros de "No hay turno por falta de especialista" o "No hay atención porque no contamos con personal médico". La infraestructura está lista, pero la salud sigue esperando.

¿Por qué se edifica una infraestructura que carece de operabilidad? Invertir millones de bolivianos en infraestructura sanitaria sin asegurar el presupuesto para el talento humano representa en la práctica, enterrar el dinero público en el cemento. En los últimos años, Bolivia ha sido testigo de una fiebre constructiva que ha llenado el mapa de centros de salud de alta complejidad que hoy funcionan a media marcha. Este análisis postula que la falta de una planificación médica integral ha convertido grandes proyectos de inversión en infraestructuras inoperantes, donde el derecho a la salud se detiene justo en la puerta de una consulta sin médico.

A lo lejos, los nuevos hospitales edificados lucen como referentes de modernidad; cristales relucientes, equipos de última generación y pasillos impecables. Sin embargo, al cruzar la puerta, se evidencia una inactividad prolongada. Esto no responde a una falta de demanda sanitaria, sino a una parálisis administrativa. Se cuenta con los quirófanos y la tecnología, pero falta el humano indispensable: el personal médico. Es la paradoja de la infraestructura de salud contemporánea; edificios de primer mundo para una realidad de atención que sigue en el olvido.

El plan de hospitales para Bolivia

El origen de este escenario se remonta al año 2015, cuando el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia puso en marcha el "Plan de Hospitales para Bolivia" con el fin de fortalecer la atención médica general y especializada (Ministerio de Salud y Deportes, 2015). La población acogió este anuncio con la esperanza de transformar un sistema de salud históricamente precario.

Dicho plan estipulaba la edificación de 49 hospitales: 4 de cuarto nivel, 12 de tercer nivel y 33 de segundo nivel, con una inversión superior a los 11.975 millones de bolivianos financiados mayoritariamente por el Tesoro General de la Nación (ibid., 2015). En teoría, este enfoque no solo garantizaba la obra civil y el equipamiento, sino también la formación de personal de manera integral; sin embargo, una década después, la brecha entre lo edificado y lo operativo sugiere una desconexión crítica en la ejecución de la política pública.

La distribución geográfica del plan de hospitales

La planificación original del Estado boliviano proyectó una cobertura nacional ambiciosa, distribuyendo las edificaciones estratégicamente por departamentos. En el departamento de La Paz se contempló la construcción de 11 hospitales, priorizando la urbe paceña (3) y la ciudad de El Alto (2), además de centros en San Buenaventura, Caranavi, Palos Blancos, Ixiamas, Achacachi y Coripata. Para Santa Cruz, el plan incluyó 9 infraestructuras en los municipios de Montero, Camiri, Santa Cruz de la Sierra, Puerto Suárez, San Ignacio de Velasco, San Julián, Warnes, La Guardia y El Torno.

En Cochabamba se proyectaron 8 establecimientos (Tolata, Tunari, Capinota, Sacaba, Punata, Ivirgarzama, Quillacollo y Aiquile), mientras que Potosí contaría con 7 unidades situadas en la capital, Llallagua, Ocuri, Colcha K, Uncía, Tupiza y Villazón. En Chuquisaca se determinaron 3 proyectos (Sucre, Culpina y Monteagudo); en Tarija 4 (San Lorenzo, Yacuiba y la ciudad capital); y en Beni otros 4 (Trinidad, Riberalta, San Ramón y San Borja). Finalmente, el plan cerró con

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

2 hospitales para Oruro (Challapata y capital) y una infraestructura de Tercer Nivel en Cobija, Pando (Ministerio de Salud y Deportes, 2015).

Marco teórico

Introducción al desarrollo asistencial

El desarrollo de las infraestructuras designadas a la salud no puede desvincularse de la percepción social de la enfermedad a lo largo del tiempo; en las etapas previas a la Edad Contemporánea, la asistencia se centraba en el asilo y el cuidado espiritual, mas que en la intervención clínica especializada.

"La evolución de la arquitectura hospitalaria y asilar ha estado estrechamente relacionada con la evolución del concepto de asistencia. En este trabajo se realiza un acercamiento al largo proceso de búsqueda de una tipología adecuada a las funciones que debían cumplir los centros sanitarios y de acogimiento desde la Edad Media hasta el siglo XIX. En este sentido cabe destacar la labor de los tratadistas y de las Reales Academias en ese camino de exploración y experimentación de modelos que llevaría al diseño del hospital en pabellones propio del siglo XIX, donde encontrarían su expresión los principios de higiene y ventilación" (Fernández Mérida, 2006, p. 5).

Esta concepción determinó que, durante siglos, la arquitectura hospitalaria adoptara tipologías de la arquitectura religiosa o palaciega, como esquemas basilicales o claustrales; el diseño de estos recintos priorizaba el alojamiento y la calidad por encima de las exigencias higiénicas. El objetivo principal de las salas medievales era facilitar la comunicación visual y acústica entre las camas de los enfermos y el altar, una configuración que perduró hasta el siglo XIX.

La revolución del movimiento moderno

Con el advenimiento del siglo XX, el paradigma arquitectónico hospitalario cambió drásticamente. El avance de la medicina higienista exigió un replanteamiento total del espacio dedicado a la salud, despojándolo de su herencia puramente asilar. "La arquitectura moderna transformó radicalmente la manera de concebir los espacios de salud. Frente a los hospitales monumentales del siglo XIX, los arquitectos modernos propusieron edificaciones donde la funcionalidad, la higiene, la luz natural y la relación con el entorno se convirtieran en los pilares del diseño. Estas obras no solo respondieron a necesidades médicas concretas, como el tratamiento de la tuberculosis, sino que también exploraron cómo la arquitectura podía participar activamente en los procesos de curación (De Pineda, 2025, p. 1).

Este periodo demuestra que la arquitectura dejó de ser un mero contenedor pasivo, para convertirse en unas herramientas de sanación o instrumento médicos. Obras como el Sanatorio antituberculoso de Paimio (1929-1933), diseñado por Alvar Aalto, muestran cómo factores como la orientación fueron calculados detalladamente para no fatigar al paciente. Estas innovaciones sentaron las raíces de la humanización del entorno clínico y de diseño basado en la evidencia empírica que rigen en la actualidad.

Estandarización, Flexibilidad y Modelo Extenso

Tras la segunda guerra mundial, la necesidad de dar cobertura sanitaria universal con recursos limitados, especialmente con creación de sistemas públicos de salud, impuso la estandarización constructiva. "Siguiendo la filosofía del Team X, y con la necesidad de aplicar un sistema de contención de gastos para los nuevos hospitales, el Departamento de Salud inglés puso en marcha la operación llamada Standard Best Buy (normal y barato), cuyo objetivo era sacar el mayor rendimiento de la inversión, ahorrando espacio, dinero y tiempo" (De Pineda, 2025, p. 5).

Esta necesidad de eficiencia económica y operativa llevó a la creación de mallas modula-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

res estandarizadas, como los sistemas *Harness y Nucleus*, que permitían el crecimiento por adición de módulos y fomentaban el empleo compartido de equipos clínicos. Sin embargo, la excesiva rigidez funcional y el impacto visual de los grandes bloques verticales motivaron una reacción hacia hospitales y extensos *(Mat Buildings)*. Estos modelos buscan reducir el impacto paisajístico, recuperar los espacios intermedios –como los patios y zonas ajardinadas– y ofrecer una escala más doméstica y amable, mejorando así las condiciones físicas y emocionales de los usuarios.

Método

Enfoque y diseño

El presente artículo se enmarca en la investigación de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), el cual resulta pertinente para explorar, describir y comprender a partir de las percepciones y significados producidos por las experiencias (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, p. 13). El estudio tiene un alcance descriptivo y analítico, con énfasis de la evaluación entre la planificación y la infraestructura física y la gestión operativa del talento humano del sistema de salud de Bolivia.

Como proponen los autores Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), en una primera etapa se llevó a cabo una revisión documental, técnica cualitativa que permite recopilar y analizar datos narrativos escritos y verbales de acuerdo con las necesidades del estudio. Se realizaron los análisis comparativos de fuentes oficiales gubernamentales, examinado la evolución de las políticas públicas a partir del "Plan de Hospitales para Bolivia" (Ministerio de Salud y Deportes, 2015), contrastando sus proyecciones con las realidades operativas actuales que se evidencian en los informes de Rendición Pública de Cuentas del mismo Ministerio.

A partir de esa revisión, se aplicó un diseño de estudio de casos múltiples con énfasis analítico en un caso representativo. En la indagación cualitativa, la muestra no busca necesariamente generalizar los resultados de forma probabilística, sino que su tamaño y selección dependan de comprender el fenómeno bajo estudio de acuerdo con el contexto y necesidades (Hernández-Sampieri y Mendoza T., 2018, p. 21). Inicialmente, por considerarlos como perfiles idóneos frente a la problemática planteada, fueron seleccionados el Hospital de Villa Tunari del departamento de Cochabamba, el Hospital de Tercer nivel de Montero en el departamento de Santa Cruz, el Hospital de Tercer nivel de Sucre en el departamento de Chuquisaca.

El criterio de selección de estos hospitales respondió a que representan inversiones superiores a los quinientos millones bolivianos, cuentan con equipamiento de alta complejidad tecnológica y se encuentran actualmente atravesando problemáticas críticas en las fases de su puesta en marcha.

Instrumentos de recolección de datos y trabajo de campo

Sin embargo, para cumplir con el rigor del enfoque cualitativo y comprender empíricamente la problemática, se seleccionó el Hospital de Tercer Nivel de Chuquisaca como unidad de análisis principal para una inmersión de campo a profundidad. Para recopilar las percepciones de los actores directos, se aplicó una encuesta empleando una escala de Linkert de 1 a 5 a una muestra de personal de salud (médicos especialistas, médicos generales, enfermeras) y personal técnico de los establecimientos. Este instrumento midió de manera estandarizada la percepción sobre la funcionalidad de la infraestructura, la disponibilidad de recursos y el impacto de atención.

Adicionalmente, se ejecutaron guías de entrevista semiestructuradas dirigidas a directores de hospital, gestores administrativos, jefes médicos de áreas críticas e ingenieros biomédicos, con el objetivo de comprender causas

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

administrativas y financieras que generan la brecha operativa.

El 20 de agosto de 2026 se llevó a cabo una observación y verificación *in situ* en el Hospital de Chuquisaca. Mediante una matriz de observación directa y levantamiento fotográfico, se documentó empíricamente el nivel de saturación, la operatividad de los consultorios, el estado de áreas críticas (quirófanos y hospitalización) y la utilización de los sistemas de ingeniería clínica.

El procedimiento analítico contribuye en una lógica de proceso inductivo que va de los casos particulares a los resultados generales (Hernández-Sampieri y Mendoza T., 2018, p. 9), consistió en el análisis crítico del componente físico económico en cuanto a la inversión en obra civil y equipamiento tecnológico frente a la gestión operativa, es decir, la cantidad de unidades de personal asignadas para especialistas. Esta realidad se presenta bajo los preceptos de la arquitectura y la ingeniería hospitalaria, evaluando la sincronía real entre el Programa Médico Funcional (PMF) y el Programa Médico Arquitectónico (PMA) para determinar el grado de subutilización de la infraestructura y sus implicaciones sociales.

Resultados

Involución informativa frente a la realidad operativa

Este escenario no responde a una percepción subjetiva, sino que se desprende de un análisis comparativo de los últimos tres informes de Rendición Pública de Cuentas del Ministerio de Salud: Final Gestión 2024, Inicial Gestión 2025 y Final Gestión 2025 (Ministerio de Salud y Deportes 2025a, 2025b y 2026, respectivamente). Al contrastar estos documentos, se identifica un fenómeno de "involución informativa". Mientras que en el cierre de la gestión 2024 la institución detalló con relativa precisión el estado de las infraestructuras y sus fases de implementación, los informes de 2025 muestran una preocupante regresión hacia información meramente procedimental.

En los reportes más recientes, los avances se limitan a hitos burocráticos –como la aprobación de marcos normativos, la validación interna o la actualización de la Norma de Caracterización de Hospitales de Segundo Nivel–, omitiendo el dato más crítico para la población como es el estado operativo real de los centros y su capacidad efectiva de atención. Esta transición de "datos de inversión" a "reportes de normativa" sugiere un sesgo administrativo que dificulta conocer la funcionalidad exacta de los servicios.

Es precisamente ante este vacío de información oficial que la aplicación de los instrumentos de campo (encuestas, entrevistas y observación directa *in situ*) resultó fundamental para esta investigación. Al no existir datos gubernamentales sobre la capacidad efectiva actual, la inmersión en el Hospital de Chuquisaca y la recolección de las percepciones del personal permitieron establecer, con evidencia empírica, el grado real de subutilización de la infraestructura.

Análisis comparativo de inversión y capacidad instalada (Macroscópico)

La cuantiosa inversión económica destinada a estas infraestructuras modernas se ha presentado históricamente como la solución definitiva a las carencias estructurales del sistema sanitario. Sin embargo, la evidencia actual demuestra que la modernidad física no garantiza por sí sola, una mejora en la calidad resolutiva del servicio.

Al analizar los datos oficiales de reinversión y dotación de los tres hospitales de tercer nivel recientemente puestos en marcha, surge una asimetría alarmante entre la obra civil y la gestión de talento humano (cuadro 1).

Como muestra el cuadro 1, el Hospital de Chuquisaca posee una inversión casi idéntica

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

a la de Montero, así como la misma cantidad de quirófanos y camas instaladas, sin embargo, opera con un 47% menos de personal asignado (194 frente a 367). Mas preocupante aún es el caso del número de quirófanos instalados (menos de la mitad). Esto demuestra no solo una desconexión en la planificación de recursos humanos, sino también falta de criterios uniformes en la eficiencia del diseño arquitectónico en función del presupuesto.

Cuadro 1. Comparativa de la inversión vs. capacidad operativa

Hospital	Inversión (Bs.)	Unidades de personal asignadas	Quirófanos de alta complejidad	Capacidad de camas	Acelerador lineal (Oncología)
Montero	514.500.000	367	7	203	Sí
Chuquisaca	514.500.000	194	7	204	No (Trasplantes)
Villa Tunari	514.800.000	326	3	200	No

Fuente: Elaboración propia con base en fichas técnicas de la Agencia de Infraestructuras e Salud y Equipamiento Médico (AISEM).

Cuadro 2. Ficha Técnica Oficial del Hospital de Tercer Nivel de Montero.



Fuente: Agencia de Infraestructura en Salud y Equipamiento Médico (AISEM, 2024).

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

Cuadro 3. Ficha Técnica Oficial del Hospital de Tercer Nivel de Chuquisaca.



Fuente: Agencia de Infraestructura en Salud y Equipamiento Médico (AISEM, 2024)

Cuadro 4. Ficha Técnica Oficial del Hospital de Tercer Nivel de Villa Tunari.



Fuente: Agencia de Infraestructura en Salud y Equipamiento Médico (AISEM, 2024).

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

Diagnóstico de profundidad: El caso del Hospital de Tercel Nivel de Chuquisaca

Para dimensionar el impacto real de esta brecha operativa en el espacio arquitectónico, se realizó un recorrido técnico y funcional por el Hospital de Tercel Nivel de Chuquisaca el 20 de agosto de 2026.

La propuesta arquitectónica del recinto se estructura a partir de una malla modular regular (crujías 6,90 m) y la interacción de patios interiores que garantizan iluminación y ventilación natural, configurando un edificio de cuatro niveles adaptados a la topografía.

Esta estrategia de diseño responde a estrictos criterios de zonificación y segregación de flujos. Sin embargo, la subutilización por falta de unidades de personal especializado desvirtúa el diseño original, como se detalla en la realidad operativa por niveles funcionales:

- Planta sótano 1 (Emergencias y soporte técnico): Concentra el servicio de Emergencias y el área de Imagenología con acceso directo de terreno. Pese a contar con circuitos diferenciados para alta complejidad, el servicio presenta un nivel de funcionamiento inferior a la capacidad instalada y al programa arquitectónico previsto.
- Planta baja (Consulta externa y soporte logístico): Diseñada bajo el principio de separación funcional de flujos, articula los servicios de atención ambulatoria.

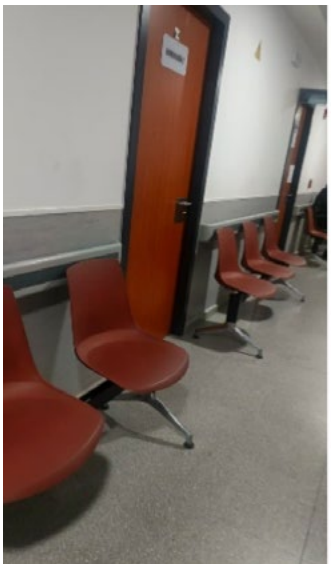
Durante el trabajo de campo se verificó una muy reducida afluencia efectiva de pacientes.

Los bajos niveles de saturación responden a que la institución no cuenta con la totalidad de los especialistas contemplados en su cartera de servicios, lo que mantiene diversos consultorios cerrados de manera permanente.

- Planta primera (Áreas críticas y tratamiento): alberga la Unidad de Cuidados Intensivos y el Bloque Quirúrgico compuesto por siete quirófanos organizados alrededor de un sistema de circulación estéril. Se constató que únicamente tres quirófanos se encuentran operativos.

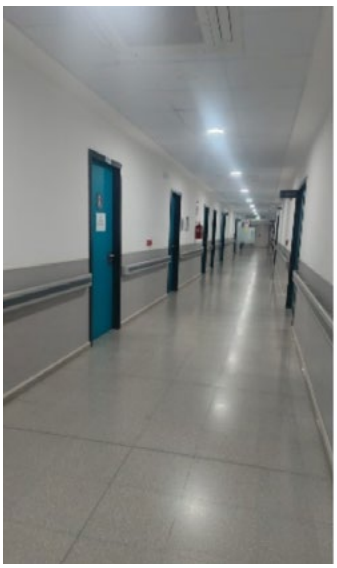
Adicionalmente, el Hospital de día Oncológico no ha entrado en operación por insuficiente disponibilidad de personal, y la Central de

Fotos 1 y 2. Áreas de consulta externa y rehabilitación subtituladas por falta de especialistas.





Fotos 3 y 4. Consultorios y salas de especialidad bloqueadas por ausencia de personal habilitado.





Fuente: Archivo D. P. Zeballos, registro de campo (2026).

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

Esterilización carece de autonomía, obligando a trasladar instrumental a otro hospital para su procesamiento.

- Planta segunda (hospitalización polivalente): Concentra la mayor cantidad de habitaciones organizadas en torno a controles de enfermería centralizados.

Actualmente, estas unidades no se encuentran operativas, evidenciándose una subutilización significativa de la capacidad instalada y la presencia de equipamiento médico fuera de funcionamiento debido a la falta y rotación de personal especializado para operarlo.

Percepción de personal y evaluación cualitativa

Para triangular la información obtenida en la revisión documental y la observación física, se aplicó a una muestra de directivos, personal médico y técnico una encuesta estandarizada mediante una escala de Likert (1 a 5) y entrevistas semiestructuradas. Este instrumento permitió medir la percepción sobre la funcionalidad de la infraestructura y el impacto en la atención, tal como exigen los estándares de evaluación de cantidad en recintos de salud.

Foto 5. Unidades de hospitalización inactivas.



Fuente: Archivo D. P. Zeballos, registro de campo (2026).

Los resultados cuantitativos corroboran la existencia de una parálisis administrativa, en la dimensión de "Talento Humano y Operatividad". El personal se mostró "En desacuerdo" (valor 2) ante la afirmación de que el número actual de unidades de personal es suficiente para atender la demanda. En contraste, estuvieron "De acuerdo" (valor 4) en la necesidad de atender patologías básicas en áreas diseñadas para alta complejidad debido a la falta de personal, y especialistas, a pesar de disponer del equipamiento físico en su hospital. Adicionalmente, reportaron estar "En desacuerdo" (valor 2) respecto a recibir la capacitación técnica continua necesaria para operar los equipos de última generación.

Las "voces" recogidas en las entrevistas cualitativas respaldan estos datos.

Los gestores administrativos señalaron que los principales obstáculos burocráticos son los "recursos económicos" insuficientes y revelaron que "no existe" un presupuesto asignado exclusivamente para el mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura.

Por su parte, el personal médico especializado concluyó que la inactividad de equipos de alta complejidad por falta de personal capacitado "afecta porque no se puede brindar una atención integral al paciente", forzando su derivación y fragmentando el servicio público.

Discusión

Consecuencias sociales y el gasto de bolsillo catastrófico

La Puesta en Marcha (PEM) de un hospital de tercer nivel no debería ser un evento me-

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

diático, sino un proceso técnico-científico de transferencia de tecnología y conocimiento. Sin embargo, en la realidad boliviana, la PEM se ha convertido en una frontera administrativa infranqueable. El análisis revela que se están inaugurando "continentes" (edificios) sin haber asegurado el "contenido" (procesos y personas), lo que genera una percepción de frustración sistémica.

La consecuencia social más grave es el quiebre del contrato social. Cuando el ciudadano observa frente a su hogar un hospital de 500 millones de bolivianos, pero debe viajar a otra ciudad o recurrir al sector privado para una cirugía, la percepción de "Estado ausente" se agudiza. Al centralizar la inversión en infraestructuras inoperantes, se descuida el primer y segundo nivel. La población, ante la falta de respuesta en sus barrios, colapsa las pocas áreas abiertas de los nuevos hospitales, convirtiendo un tercer nivel en un centro de atención básica saturado.

La inoperatividad de los servicios especializados obliga a las familias a recurrir al sector privado, profundizando la pobreza. Esta dinámica inadecuada desencadena lo que en la economía de la salud se conoce como el "gasto del bolsillo catastrófico". Cuando el Estado invierte sus recursos financieros en edificar el hospital, pero fracasa en proveer el contenido, rompe el principio de gratuidad y universalidad del sistema público. El gasto de bolsillo catastrófico ocurre cuando los pagos por atención médica absorben una proporción tan alta del presupuesto del hogar que obliga a las familias a vender sus bienes, endeudarse o renunciar a necesidades básicas. El ciudadano sufre entonces una doble penalización: pagar con impuestos la construcción de un edifico inoperante y, al mismo tiempo, descapitalizar su patrimonio para comprar la salud que ese mismo edificio niega.

Obsolescencia tecnológica y mantenimiento

Un factor técnico que la planificación sanitaria en Bolivia parece ignorar es la caducidad tecnológica. Un equipo médico de alta gama que permanece inactivo o subutilizado entra en un proceso de obsolescencia técnica en un periodo de entre 5 a 7 años. La velocidad de la innovación actual convierte a estos activos en elementos "anticuados" o incompatibles con sistemas modernos, incluso antes de cumplir su vida útil contable.

El fenómeno de la "obsolescencia silenciosa" no ataca únicamente al equipamiento médico, sino a la integridad del edificio. Un hospital de alta complejidad está diseñado con sistemas de ingeniería clínica que requieren un funcionamiento continuo. Los sistemas de climatización fundamentales para mantener las presiones negativas y positivas en quirófanos y salas de aislamiento van acumulando polvo y patógenos en sus ductos cuando no operan bajo el régimen diseñado.

Sumado a esto, el lucro cesante tecnológico representa una pérdida millonaria para el Estado. Los equipos médicos de vanguardia son adquiridos con periodos de garantía y planes de mantenimiento preventivos ligados a las fechas de entrega. Cuando un hospital queda descubierto en fases intermedias de puesta en marcha durante años, las garantías de fábrica expiran sin que el equipo haya tenido un solo uso.

El vacío entre el diseño (PMA) y la gestión (PMF)

En la génesis de cualquier infraestructura de salud, la etapa de preinversión descansa sobre dos pilares: el Programa Médico Funcional (PMF) y el Programa Médico Arquitectónico (PMA). Aunque teóricamente son etapas interdependientes, la práctica institucional revela una ruptura sistémica entre ambas. Esta falta de integración es la causa raíz de hospitales que nacen obsoletos; infraestructuras ineficientes, con costos operativos insostenibles (Ministerio de Salud y Deportes, 2015).

La desconexión entre el PMF y el PMA ocurre cuando no existe un diálogo crítico entre la medicina y la arquitectura. Si el PMF define

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

una cartera de 30 especialidades sin asegurar previamente el presupuesto para los ítems médicos, el PMA cumplirá mecánicamente su función creando 30 consultorios que permanecerán cerrados.

Hacia un modelo de co-diseño estratégico y gestión meritocrática

Para que la infraestructura física deje de ser barrera y se convierta en una herramienta terapéutica, el modelo de co-diseño estratégico debe institucionalizarse como una normativa obligatoria en la etapa de pre-inversión. Este modelo exige la conformación de una "Mesa Técnica de Integración" donde las disciplinas no operen en secuencia, sino en paralelo y bajo un enfoque sistémico.

En la práctica esto significa que el diseño no inicia con el trazado arquitectónico, sino con la modelación del servicio. El médico especialista y el epidemiólogo definen el perfil de morbilidad y los procesos clínicos. Simultáneamente, el administrador de salud debe garantizar que existan los recursos financieros recurrentes para dotar los ítems necesarios de esos especialistas y costear el mantenimiento. Con esta viabilidad asegurada, el ingeniero biomédico interviene para preseleccionar la tecnología adecuada, y es solo en este punto de convergencia donde el arquitecto hospitalario materializa el Programa Médico Funcional y el Programa Médico Arquitectónico.

En la era de la globalización académica, el país cuenta con profesionales altamente capacitados, con posgrados en gestión y arquitectura hospitalaria, aptos para regentar cargos estratégicos. No obstante, el sistema se ve amenazado por decisiones de índole político-partidista que repiten el error histórico de designar en directorios y cargos jerárquicos perfiles ajenos al sector salud, priorizando la lealtad partidaria sobre la competencia técnica. Para que un hospital de tercer nivel funcione, se requiere de una sinergia entre diversas profesiones:

- **Arquitectos hospitalarios:** responsables para que el espacio físico responda a los flujos clínicos y a la seguridad del paciente.
- **Ingenieros biomédicos:** vitales para garantizar la vida útil y la calibración precisa del equipamiento de alta tecnología.
- **Administradores y economistas de la salud:** expertos en optimizar recursos limitados, gestionar cadenas de suministros y asegurar la sostenibilidad financiera.
- **Ingenieros de sistemas:** encargados de la digitalización, la telemedicina y el manejo de datos.

Conclusiones

A partir del análisis documental y el trabajo de campo realizado se establecen las siguientes conclusiones:

- Las crisis de operatividad en los nuevos hospitales de tercer nivel en Bolivia no se derivan de deficiencias en el diseño arquitectónico per se, sino de una profunda desconexión técnica y financiera entre el Programa Médico Funcional (PMF) y el Programa Médico Arquitectónico (PMA) durante la fase de reinversión.
- El estudio empírico del Hospital de Tercer nivel de Chuquisaca demuestra que la edificación de infraestructura de alta complejidad (con capacidad de 204 camas y 7 quirófanos) resulta ineficiente y clínicamente riesgosa cuando no se acompaña de una asignación proporcional de recursos humanos especializados (apenas 194 unidades de personal asignadas), derivando en la subutilización de mas del 50% de sus áreas críticas.
- La subutilización prolongada de estas instalaciones genera una "obsolescencia silenciosa", provocando el deterioro temprano de los sistemas de ingeniería clínica y la pérdida de garantías en equipos de alta gama (aceleradores lineales, tomógrafos),

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

lo que representa un grave daño al patrimonio estatal.

- El déficit operativo del sistema público transfiere la carga económica al paciente, obligando a migrar al sector privado y desencadenando un "gasto de bolsillo catastrófico" que vulnera el derecho universal a la salud.

Para revertir esta problemática es imperativa la transición hacia en modelo de "co-diseño estratégico" regido por la meritocracia, donde mesas multidisciplinarias (arquitectónicas, ingenieros biomédicos, administradores y médicos) garanticen la sostenibilidad operativa y financiera antes de ejecutar la obra civil.

Referencias bibliográficas

AISEM-Agencia de Infraestructura en Salud y Equipamiento Médico (2024). *Fichas Técnicas de Hospitales de Tercer Nivel: Montero, Chuquisaca y Villa Tunari* [Documento oficial]. Ministerio de Salud y Deportes, Estado Plurinacional de Bolivia.

Bolivia. Ley N° 2027: Estatuto del Funcionario Público (1999). *Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.*

Bolivia. Ley N° 223: Ley General para Personas con Discapacidad (2012). *Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.*

De Pineda, A. (2025). *Los últimos 100 años de la arquitectura hospitalaria* [Anotaciones de conferencia]. Máster Campus Clinic.

Fernández Mérida, M. D. (2006). Aproximación a la historia de la arquitectura hospitalaria, en: *Cuadernos de Arte e Iconografía*, 15(29): 5-6.

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Ministerio de Salud y Deportes (2015). *Plan de Hospitales para Bolivia: Inversión en Salud*. Viceministerio de Salud y Promoción, Estado Plurinacional de Bolivia.

Ministerio de Salud y Deportes. (2025a). *Informe de Rendición Pública de Cuentas Final Gestión 2024*. Estado Plurinacional de Bolivia.

Ministerio de Salud y Deportes. (2025b). *Informe de Rendición Pública de Cuentas Inicial Gestión 2025*. Estado Plurinacional de Bolivia.

Ministerio de Salud y Deportes. (2026). *Informe de Rendición Pública de Cuentas Final Gestión 2025*. Estado Plurinacional de Bolivia.

OPS-Organización Panamericana de la Salud (2024). *Perfil de país: Estado Plurinacional de Bolivia. Recursos humanos para la salud*. https://www.paho.org/es/bolivia

DOI: https://doi.org/10.37883/TyC.2026.38.2.04

Diseño para un hospital resiliente*

Dra. Arq. Sonia Cedrés de Bello
https://orcid.org/0000-0003-2225-6317
Correo-e: bello.sonia@gmail.com

Documento publicado en el Anuario 2026 de la Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria: *Anuario AADAIH* 2026 (julio).
https://aadaih.org.ar/anuario2026/2026/06/07/diseno-para-un-hospital-resiliente/

La infraestructura hospitalaria funciona como una pequeña ciudad que exige operatividad ininterrumpida y un control riguroso de infecciones. Su diseño arquitectónico y de ingeniería debe intervenir estratégicamente para mitigar riesgos intrínsecos como focos de contaminación, peligros radiológicos y factores psicológicos que aumentan la vulnerabilidad de pacientes y personal.

La seguridad ambiental depende de una estricta zonificación por niveles de riesgo, la segregación de circulaciones y la gestión avanzada de la calidad del aire mediante presiones diferenciales y filtración HEPA. Asimismo, la arquitectura contemporánea prioriza la humanización de los espacios a través de luz natural y jardines sanadores para reducir el estrés.

Ante el incremento de catástrofes globales, la OMS promueve el concepto de Hospital Seguro, garantizando que el edificio mantenga su capacidad operativa tras un evento adverso. No obstante, gran parte de la red asistencial regional supera su vida útil teórica, presentando una brecha tecnológica frente a la medicina moderna. Por ello, la repotenciación estructural y funcional es una necesidad de supervivencia institucional.

Basada en la flexibilidad espacial, actualización de sistemas vitales y criterios de resiliencia, esta transformación consolida al diseño como la primera línea de defensa contra la vulnerabilidad.



Hospital Clínico de la Universidad Central de Venezuela, Ciudad Universitaria de Caracas.

*El pasado 24 de junio sucedió un gran terremoto doble en las ciudades de Caracas y La Guaira, el cual afectó una gran cantidad de edificaciones incluyendo los hospitales y Centros de salud. Su impacto evidenció no solo la presencia de las amenazas sísmicas y climáticas, sino una infraestructura con altos niveles de vulnerabilidad. Este artículo aparece en el momento preciso para enfatizar los riesgos a los que están sometidas las edificaciones hospitalarias y las recomendaciones para construir infraestructuras conforme a estándares internacionales de seguridad, resiliencia y sostenibilidad.

Introducción

Los hospitales no son meras estructuras físicas; funcionan como "pequeñas ciudades" con sistemas de comunicación propios, redes complejas de instalaciones y un flujo constante de personas que habitan el espacio en situaciones críticas, abarcando desde el nacimiento hasta el final de la vida. Su naturaleza exige un funcionamiento ininterrumpido y un control riguroso de infecciones, lo que los convierte en una de las tipologías arquitectónicas más complejas de gestionar.

Son edificaciones multifacéticas donde la experiencia humana se manifiesta en todas sus dimensiones: allí se come, se duerme, se estudia, se trabaja, se visita, se espera, se transita por el dolor y la alegría, se nace, se vive y se muere. Al igual que un tejido urbano, contienen avenidas, calles y callejones, respaldados por un potente sistema de comunicaciones y una intrincada red de infraestructura técnica.

Esta complejidad radica en la convergencia de múltiples factores: un funcionamiento clínico altamente especializado; la necesidad de circulaciones estrictamente diferenciadas para el público, el personal y los materiales (limpios y sucios); y sistemas de ingeniería con una fuerte presencia que deben garantizar el soporte de la vida y operaciones continuas las 24 horas del día, los siete días de la semana.

Asimismo, las instituciones de salud se encuentran en un proceso constante de cambio a diferentes niveles. Esto requiere una estructura y organización espacial flexible, capaz de adaptarse a las transformaciones en el flujo de pacientes, la evolución del equipamiento tecnológico y la actualización de las rutinas de trabajo.

Es imperativo que estas modificaciones se ejecuten sin sacrificar la seguridad del paciente ni la del ambiente laboral, un desafío que exige un abordaje interdisciplinario y especializado. El conjunto de estos aspectos e interrelaciones es lo que define, conceptualmente, la vulnerabilidad funcional de un establecimiento hospitalario.

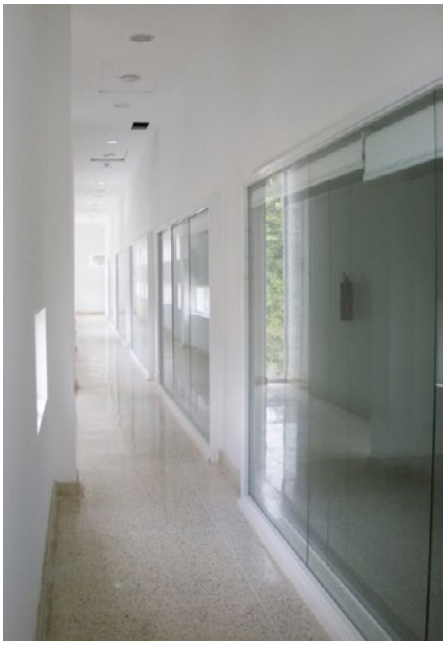
Los riesgos hospitalarios

Retomando el precepto fundamental de Florence Nightingale, el requisito primario de un hospital es no causar daño al paciente; no obstante, el ambiente asistencial presenta múltiples riesgos intrínsecos. Los ejes fundamentales de estos riesgos y sus causas principales se estructuran de la siguiente manera:

- ***Fuentes de infección:*** Agentes biológicos provenientes de humanos y animales, siendo el aire la principal vía de diseminación aérea.
- ***Focos de contaminación:*** Ambientes descontrolados, objetos físicos y gestión de desechos hospitalarios.
- ***Riesgos del ambiente físico:*** Factores del entorno como temperaturas extremas, niveles elevados de ruido, deficiencias lumínicas, en-



Unidad de Terapia Intensiva de Neonatos-UTIN. Hospital Domingo Luciani,
Instituto Venezolano de los Seguros Sociales-IVSS, Caracas.



Galería de visitantes. Unidad de Trasplante de Médula. Centro de Oncología. Hospital Domingo Luciani, Caracas.

candilamiento, pavimentos resbaladizos y la presencia de barreras arquitectónicas.

- ***Peligros tecnológicos y procedimentales:*** Riesgos derivados del uso de equipos y procedimientos médicos, tales como la manipulación de químicos tóxicos, exposición a radiaciones ionizantes y electromagnéticas, y riesgos microbiológicos. A esto se suman los peligros asociados a la operación del equipamiento industrial del edificio.
- ***Factores psicológicos:*** Entornos con una alta carga emocional (como las unidades de cuidados intensivos o los servicios de emergencia) que incrementan los niveles de estrés y la vulnerabilidad de todos los actores implicados:

  – Los pacientes, quienes experimentan un estado de extrema vulnerabilidad debido al miedo, la ansiedad, el aislamiento de su entorno familiar y la debilidad propia de su condición de salud o de los tratamientos administrados.

  – El personal, expuesto a extensas jornadas laborales en ambientes confinados, bajo condiciones de alta tensión psicológica en procesos que demandan máxima precisión y respuestas inmediatas.

  – Los familiares, quienes enfrentan situaciones de incertidumbre y estrés prolongado durante la espera de resultados diagnósticos, intervenciones quirúrgicas o la resolución de emergencias médicas.

Para mitigar la vulnerabilidad provocada por estos factores, el diseño arquitectónico debe intervenir estratégicamente sobre cada uno de estos ejes conceptuales.

Control de contaminaciones

Las infecciones intrahospitalarias representan una de las mayores causas de complicaciones en pacientes internados y postoperados, derivando en muchas ocasiones en desenlaces fatales. Por lo tanto, la seguridad ambiental del establecimiento depende de una estricta zonificación según el nivel de riesgo (bajo, medio y alto).

Para la mitigación efectiva de estos riesgos, se deben aplicar las siguientes directrices de diseño:

- ***Circulación***: Es imperativa la segregación de flujos viales para el control de la contaminación. Se debe contar con ascensores y montacargas diferenciados para el personal, pacientes en camilla y el servicio de alimentación. Asimismo, es necesario ubicar corredores periféricos para visitantes en áreas de hospitalización de pacientes inmunodeprimidos, pasillos independientes para el transporte de material sucio y estéril, y una clara división entre la circulación pública y la técnica.
- ***Descontaminación***: Disposición de espacios específicos para la descontaminación de personas antes de permitir su acceso a las salas de emergencia.

Tabla 1. Ambientes hospitalarios según el riesgo de contaminación

Riesgo alto		Riesgo medio		Riesgo bajo
Para el paciente	**Para el personal**	**Para el paciente**	**Para el personal**	
Quirófanos (Intervenciones mayores)	División de enfermedades infecciosas	Hospitalización de Pediatría y Neonatología	Servicio de análisis clínico y microbiológico	Sala de curas y tratamientos
Sala de recuperación	Servicio de Diálisis	Endoscopia	Servicio de transfusiones	Hospitalización general
Unidad de prematuros	División de neumonología	Quirófano (Intervenciones normales)	Anatomía patológica	Cocina
Hospitalización de inmunodeficientes	Lavandería	Endoscopia		Consulta externa / ambulatorio
División de enfermedades infecciosas	Servicio de desinfección	Hospitalización de pacientes muy debilitados		
Unidad de neumonología				
Servicio de: -implantes de marcapasos -cateterismo cardíaco				
Servicio de Diálisis				
Unidad de Quemados				

Fuente: García Serven, J.R. (1993).

- ***Materiales y acabados***: Selección de revestimientos que garanticen una fácil limpieza y presenten resistencia intrínseca al crecimiento bacteriano, tales como el uso de aleaciones de cobre y acero inoxidable en manijas, barras de soporte, encimeras y fregaderos. Los revestimientos de pisos deben ser continuos (sin juntas), resistentes, antideslizantes, uniformes y contar con zócalos sanitarios de media caña (esquinas redondeadas) para evitar la acumulación de polvo y facilitar la asepsia.

Control de infecciones y calidad del aire

En el entorno hospitalario, la proliferación de microorganismos patógenos transmitidos por vía aérea constituye el principal vector de infecciones cruzadas, lo que obliga a implementar medidas de control ingenieriles y arquitectónicas estrictas:

- ***Circulaciones diferenciadas:*** Planificación de rutas independientes para separar flujos públicos, privados y semiprivados, delimitando con claridad las áreas limpias y estériles de las zonas técnicas exclusivas del personal médico y de servicios.

- ***Higiene de manos:*** Bajo la premisa de que "manos limpias salvan vidas", se deben proyectar lavamanos accesibles y visibles en todos los recintos destinados a la atención asistencial y la ejecución de procedimientos médicos.
- ***Presiones diferenciales***: Implementación de sistemas de presión negativa para el aislamiento de enfermedades infectocontagiosas de alta transmisión aérea (como el COVID-19 o la tuberculosis), evitando la fuga de patógenos hacia los pasillos de circulación general. Inversamente, se requiere presión positiva en áreas estériles (quirófanos, unidades de trasplante) y habitaciones de aislamiento inverso para proteger a pacientes inmunodeprimidos o quemados. En el caso específico de las Unidades de Grandes Quemados, cada habitación debe contar con un control individualizado de temperatura y humedad relativa.
- ***Filtración avanzada***: Incorporar filtros HEPA (alta eficiencia) combinados con sistemas de irradiación germicida ultravioleta (UV-C) en el interior de los ductos de inyección de aire para eliminar hasta el 90% de los aerosoles contaminantes.
- ***Renovación del aire***: Garantizar tasas de renovación volumétrica de un mínimo de 12 a 20 cambios de aire por hora en las zonas críticas, con el fin de diluir y reducir eficazmente la carga bacteriana ambiental.

Equipamiento de alta complejidad y protección radiológica

La incorporación de tecnologías modernas de diagnóstico y tratamiento compromete áreas de alto riesgo, requiriendo espacios altamente especializados y dotados de infraestructura técnica sofisticada. Estos equipos se caracterizan por sus grandes dimensiones, requerimientos especiales de implantación y un elevado peso muerto.

La integración de tecnologías de punta, tales como los sistemas PET-CT, angiógrafos o el CyberKnife, introduce severos desafíos estructurales y arquitectónicos:

- ***Blindaje radiológico***: Las salas destinadas a equipos que emiten radiaciones ionizantes demandan recintos blindados (búnkeres) con muros y losas de concreto armado de alta densidad, cuyos espesores pueden alcanzar hasta los 2,30 m.
- ***Quirófanos híbridos:*** Representan la vanguardia en el diseño de bloques quirúrgicos, integrando de manera simultánea equipos de tomografía, resonancia y sistemas de navegación tridimensional para intervenciones de alta precisión.
- ***Aislamiento electromagnético***: Las salas de resonancia magnética exigen un diseño constructivo que incorpore jaulas de Faraday y soluciones de aislamiento específicas para contener y proteger el entorno de campos magnéticos de gran intensidad.



Centro de Radiocirugía IVSS, Hospital Domingo Luciani, Caracas-CYBER KNIFE, Bunker.

Equipamiento industrial

La continuidad operativa del hospital depende directamente de las áreas de servicios técnicos y plantas electromecánicas centralizadas. Esto abarca la ubicación estratégica de calderas, sistemas hidroneumáticos, centrales de aire acondicionado, condensadores y plantas eléctricas de emergencia en salas de máquinas adecuadamente aisladas.

Asimismo, los tanques de almacenamiento de oxígeno líquido y los cilindros de gases medicinales deben localizarse en el exterior de la edificación, protegidos por techos de estructura ligera, anclados firmemente al piso o paredes y confinados por cerramientos perimetrales flexibles.

Desde el punto de vista de la ingeniería ambiental interna, se debe asegurar la correcta extracción del aire caliente generado por los motores, así como el diseño técnico de los servicios de apoyo: en cocinas, mediante campanas de extracción industrial, marmitas y hornos; y en lavanderías, dimensionando adecuadamente los espacios para lavadoras industriales y secadoras de alta capacidad.

Como síntesis operativa para la reducción de vulnerabilidades, el diseño arquitectónico debe actuar sobre los siguientes componentes de mitigación:

- ***Control de contaminaciones y control de infecciones:***
  – Separación estricta de circulaciones en áreas limpias, públicas y privadas.
  – Disposición de corredores perimetrales de visitas en unidades de hospitalización para pacientes inmunosuprimidos.
  – Habilitación de pasillos exclusivos para el retiro de materiales sucios y la correcta gestión y disposición de desechos peligrosos y biocontaminados.
  – Garantía de higiene a través de lavamanos accesibles basados en el protocolo “manos limpias”.
  – Uso de materiales con propiedades bactericidas como el acero inoxidable y el cobre (en manijas y herrajes), junto con acabados continuos y esquinas redondeadas en pisos para optimizar las labores de higienización.
  – Gestión avanzada del aire mediante el uso estratégico de presiones digitales (negativas para confinamiento de patógenos y positivas para la protección de pacientes susceptibles).
- ***Protección radiológica***: Diseño de blindajes estructurales en las seis superficies del recinto (muros, piso y techo) para albergar tecnologías como aceleradores lineales o PET-CT, con espesores que pueden alcanzar los 2.30 m de concreto.
- ***Equipamiento industrial:*** Ubicación racional y segura de las centrales de servicios (calderas, gases medicinales y plantas de cogeneración). Se debe aplicar un diseño resiliente que contemple la elevación de



Centro Médico Docente La Trinidad, Caracas.
Área de máquinas, calderas, gases, tanques, etc.



Hospital de Heredia, Costa Rica.



Tema “Elementos de la naturaleza”, Seattle Children’s Hospital.

los equipos críticos por encima del nivel máximo de inundación registrado en la zona.

- ***Estrategias de mitigación del estrés y humanización de los ambientes:***

  – Luz natural: Integrar de manera sistemática el aporte de iluminación natural y las vistas hacia el exterior. Estas variables son fundamentales para regular el ritmo circadiano de los usuarios y se ha demostrado que mejoran la concentración y precisión del personal médico durante la práctica clínica y a crear un ambiente sanador para los pacientes.

  – Accesibilidad universal y orientación: Facilitar el recorrido del edificio mediante pasillos jerarquizados y dotados de ventanas que sirvan como referencias visuales externas.

Se recomienda la implementación de zonas temáticas y la diferenciación cromática por áreas para simplificar la orientación.

El diseño debe eliminar las barreras arquitectónicas mediante pasillos anchos (con dimensiones iguales o mayores a 2,40 m), barras de apoyo continuas, rampas reglamentarias y señalética clara en pisos para personas con discapacidad visual, complementada con mobiliario adaptado.

– Espacios de bienestar: La humanización de los proyectos hospitalarios y clínicos constituye un eje central en la agenda sanitaria contemporánea que trasciende la mera búsqueda estética del edificio.

Es indispensable proyectar entornos acogedores que promuevan el bienestar psicosocial de los pacientes, sus familias y el personal de salud, reconociendo el papel terapéutico de la arquitectura en situaciones de crisis.

Dentro de esta estrategia, la incorporación de elementos de distracción positiva, tales como fuentes de agua, peceras, obras de arte, murales decorativos y, fundamentalmente, la inserción de la naturaleza resulta prioritaria.

– Jardines sanadores: Definidos como espacios naturales planificados dentro del área del hospital, están específicamente diseñados para promover el bienestar de la comunidad hospitalaria. Estos entornos reducen el estrés al ofrecer una sensación de control, espacios de privacidad, soporte social y la posibilidad de realizar actividad física moderada, disminuyendo las tensiones propias de las actividades clínicas, de servicios y los tiempos de espera prolongados.

La evidencia demuestra que la simple observación contemplativa de un jardín puede acelerar los procesos de recuperación postquirúrgica, disminuir la incidencia de infecciones y aliviar diversos malestares clínicos.



Jardines del Hospital Clínico. Ciudad Universitaria de Caracas.

Hospital seguro

Ante la ocurrencia de un evento catastrófico de origen natural o antrópico, la infraestructura hospitalaria no puede fallar: debe mantener ininterrumpidamente el tratamiento de los pacientes internados y poseer la capacidad de absorber la demanda de las personas lesionadas a causa del desastre.

En respuesta al incremento global de emergencias climáticas, sismos y pandemias, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010) impulsa el concepto de Hospital Seguro, una estrategia integral orientada a garantizar tres niveles de protección: la vida de los ocupantes, la inversión económica de la obra y los equipos, y la función operativa del establecimiento.

Para alcanzar este estándar, el análisis debe evaluar y mitigar las tres principales vulnerabilidades de una edificación de salud:

- ***Vulnerabilidades estructurales***: Elementos que soportan las cargas del edificio (columnas, vigas, losas y fundaciones).
- ***Vulnerabilidades no estructurales***: Componentes que permiten el funcionamiento del edificio sin formar parte del esqueleto resistente, tales como las líneas vitales (redes de agua, electricidad, gases), el equipamiento médico, los elementos arquitectónicos (fachadas, tabiquería, cielorrasos), las vías de acceso y las circulaciones internas y externas.
- ***Vulnerabilidades funcionales***: Corresponden a la organización interna de la institución, la solvencia de sus planes y programas de contingencia para la respuesta ante situaciones adversas, y la resiliencia de los servicios prioritarios para la subsistencia de la actividad médica.

Bajo este enfoque, la vulnerabilidad de un edificio de salud no se limita a su capacidad para resistir un sismo o un incendio sin colapsar; se mide críticamente a través de su vulnerabilidad funcional, definida como la probabilidad de que el hospital pierda su capacidad operativa debido a fallas en su concepción espacial, flujos de circulación o sistemas técnicos internos.

En términos de diseño, la vulnerabilidad funcional arquitectónica viene determinada por variables que comprometen directamente la accesibilidad (tanto externa como interna, fluidez de escapes y señalización), la higiene (control de la asepsia general y barreras físicas), las relaciones funcionales (interacción eficiente entre usuarios, materiales y espacios) y la seguridad global (previsión de servicios críticos, flexibilidad arquitectónica y control pasivo de riesgos) (León, K., 2013).

Repotenciación de estructuras

Uno de los desafíos más críticos que enfrenta la infraestructura hospitalaria en nuestra región es el envejecimiento obsolescente de su planta física, la cual, en gran medida, ha superado con creces su vida útil teórica. Una porción sustancial de la red asistencial actual fue construida hace 40, 60 o incluso 70 años. Estas estructuras, aunque demuestran una gran robustez desde el punto de vista del concreto y el acero, resultan funcionalmente obsoletas para responder a las exigencias de la práctica médica contemporánea.

Existe una profunda brecha tecnológica y estructural. El diseño original de estos hospitales de larga data no contempló las cargas muertas que impone un resonador magnético moderno, los requerimientos de blindaje de alta densidad para un acelerador lineal, ni los volúmenes espaciales necesarios para alojar la densidad de bandejas de cables, sistemas de climatización especializada y ductos de gases medicinales que demanda un quirófano híbrido actual. Por ende, la repotenciación estructural y funcional ya no debe interpretarse como una opción de actualización estética, sino como una necesidad de supervivencia institucional.

Esta propuesta de repotenciación edilicia debe fundamentarse en tres pilares esenciales:

- ***Flexibilidad espacial***: Implementación de plantas libres y estructuralmente modulares que admitan rápidas reconfiguraciones espaciales en respuesta a picos de demanda estacionales o situaciones de emergencia sanitaria, tal como quedó en evidencia durante la pandemia de COVID-19.
- ***Actualización de sistemas vitales***: Sustitución integral de las redes de infraestructura (agua, saneamiento y electricidad) que, tras décadas de servicio continuo, presentan procesos avanzados de corrosión y fugas, elevando el riesgo de incendios por cortocircuitos o contaminación biológica por fallas hídricas.

- ***Refuerzo y seguridad sostenible:*** Intervención estructural de las edificaciones existentes para adecuarlas a las normativas de diseño sismorresistente vigentes, combinada con la mejora de la envolvente térmica del edificio para optimizar el consumo energético, alineando la infraestructura con los objetivos de desarrollo sostenible.

Criterios de resiliencia

Ante el incremento y la severidad de catástrofes naturales recientes (sismos, tormentas severas, inundaciones y deslaves), la ingeniería hospitalaria ha incorporado acciones específicas de mitigación. Un ejemplo de referencia internacional post-Katrina fue la estrategia aplicada en el hospital St. Bernard Parish, en Nueva Orleans, consistente en elevar todas las plantas eléctricas y equipos mecánicos críticos por encima de la cota máxima de inundación.

Del mismo modo, el nuevo complejo hospitalario de Stanford, en California, incorpora criterios de resiliencia avanzada: su estacionamiento subterráneo de 900 plazas fue diseñado con la capacidad de transformarse en pocas horas en un centro masivo de triaje ante catástrofes, equipado con conexiones para servicios médicos, duchas de descontaminación de emergencia y estaciones de lavado ocular. Los nuevos establecimientos de salud deben ser planificados, diseñados y construidos bajo esta visión unificada de sustentabilidad y resiliencia adaptativa.

Reflexión final: hacia un hospital seguro y resiliente

La infraestructura hospitalaria constituye un activo estratégico con un papel determinante en el desarrollo y la seguridad de un país. Bajo esta premisa, se establece que el diseño del siglo XXI debe responder indefectiblemente a los estándares de Hospital Seguro promovidos por la OMS/OPS.

Esto implica una evolución conceptual: el edificio no solo debe permanecer estructuralmente en pie tras un evento adverso, sino que debe mantener la capacidad de operar al 100% de su rendimiento en el momento en que la comunidad más lo necesita. El futuro inmediato plantea desafíos complejos e ineludibles: el cambio demográfico caracterizado por el envejecimiento de la población, la emergencia de nuevas patologías globales y la integración de la inteligencia artificial en los procesos de diagnóstico y gestión.

Estas variables incrementan la vulnerabilidad de los usuarios y hacen que los entornos hospitalarios sean más propensos a incidentes operativos si no se cuenta con un diseño basado en la evidencia. Por lo tanto, la repotenciación, la actualización tecnológica y el mantenimiento preventivo de nuestros establecimientos de salud no deben ser considerados un gasto presupuestario, sino una inversión directa en la preservación de la vida humana.

Garantizar un servicio médico seguro, humanizado y con altos estándares de calidad depende directamente de la capacidad técnica de nuestros arquitectos e ingenieros para transformar estructuras obsoletas en entornos de sanación verdaderamente resilientes. El diseño arquitectónico, en última instancia, se consolida como la primera línea de defensa contra la vulnerabilidad.

Referencias

García Serven, J. R. (1993). *Indicadores de gestión para establecimientos de atención médica*. Caracas: Editorial Disinlimed C.A.

Health Facilities Management Journal (2021, agosto). Nuevo Hospital Luisiana St. Bernard Parish, destruido por el huracán Katrina. Recuperado de http://mcdmag.com

León, K. (2013). La vulnerabilidad funcional de establecimientos hospitalarios. Caso de estudio: Hospital Universitario de Caracas (Tesis de maestría inédita). Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Medical Construction Design Magazine (2021, agosto). Nuevo hospital de Stanford, California. Recuperado de http://mcdmag.com

OPS-Organización Panamericana de la Salud/OMS-Organización Mundial de la Salud. (2010). Hospital Seguro. Boletín Desastres: Preparativos y Mitigación para las Américas.

Doctorado *Honoris Causa* de la Universidad Central de Venezuela para los arquitectos Jimmy Alcock, Carlos Gómez de Llarena, Edwing Otero y el artista plástico Jacobo Borges*

Arq. Edwing Otero
https://orcid.org/0009-0006-1453-5112

Saludo a las autoridades rectorales, decanales y miembros del evento.

Había preparado un comienzo diferente para este día, pero ante la inesperada partida de nuestro queridísimo decano y amigo, el Dr. Javier Caricatto, nada tiene sentido sin referirme primero a su breve pero significativo paso por el decanato de nuestra Facultad.

Debo confesar que, personalmente, no tenía mayores expectativas; estaba acostumbrado a la idea de que, desde esa altísima magistratura académica, no es sencillo hacer o transformar, aun cuando se quiera. Hoy reconozco lo mucho que estaba equivocado.



De izquierda a derecha: Edwing Otero - Jimmy Alcock -Jacobo Borges - Carlos Gómez de Llarena

*Palabras pronunciadas por el arquitecto Edwing Otero en representación de los galardonados en la clausura del acto que tuvo lugar el 22 de mayo de 2026 en la Sala de Conciertos de la Universidad Central de Venezuela

Arq. Edwing Otero

Le conocí cuando era un joven profesor. Estuve allí cuando, junto a su también fallecida esposa, Cristina Van Der Hayde, concursaron para ingresar como instructores al personal académico de la Escuela de Arquitectura, un evento en el que participé como jurado. Luego, como colegas en la docencia del Diseño Arquitectónico y como coordinadores de las Unidades Docentes 00 y 9, respectivamente, forjamos una entrañable amistad.

Su vertiginoso transitar por la academia lo llevó tempranamente a titularse como Doctor en Arquitectura y, finalmente, a asumir como Decano de la Facultad.

Su obra en ese tránsito aún no termina de compaginarse, pero es justo destacar que logró, con sus «osadías» y su aparente desparpajo, desmontar la rigidez tradicional y el consecuente distanciamiento que entre la autoridad y el cuerpo docente existió en la Facultad hasta el momento de su llegada.

Hoy, la Facultad de Arquitectura respira aires de libertad, desenfado y extrema creatividad, haciendo honor a la especial e histórica distinción como Facultad Experimental de Arquitectura y Urbanismo.

Su acierto al entender el valor de la continuidad administrativa ha conducido a que algunos de nosotros estemos aquí hoy. Esta ceremonia, concebida inicialmente por iniciativa de su antecesor, el Arq. Gustavo Izaguirre, nos permite recibir hoy esta honorable distinción. **¡Gracias, Javier!**

Debemos también agradecer a nuestros padrinos y madrinas: profesoras, Dra. María Fernanda Jaua, Dra. Marisabel Peña, Dra. Alejandra González y Dra. Beatriz Hernández, al profesor Dr. Luis Polito y al profesor y decano de nuestra Facultad, Dr. Nedo Pániz. Y por supuesto, a los instructores de los delicados expedientes que –resumiendo trayectorias y valores– permitieron avalar el título que se nos confiere: profesores, Nedo Pániz, Gianni Napolitano, y Jorge Cacique: **¡Gracias mil!**

Hoy me acompañan en esta distinción personajes que, sin saberlo, marcaron mi trayectoria profesional y académica.

En 1967, año en el que se celebraba el cuarto centenario de la fundación de Caracas, un joven bachiller llamado Edwing Otero, a punto de comenzar sus estudios universitarios, tuvo el acierto y la fortuna de visitar, como muchos caraqueños, el parque exposición obra del arquitecto Jorge Castillo que se edificó en los terrenos que actualmente ocupa la Galería de Arte Nacional.

Al sur de la Avenida Bolívar, en el lugar donde hoy está el conjunto Parque Central se erigió un gigantesco pabellón llamado Imagen de Caracas, obra conjunta del Dr. ***Honoris Causa*** Juan Pedro Posani y Jacobo Borges. Allí se fusionaron la pintura, la escultura, el teatro, el cine, la música, la poesía y la arquitectura en un único y simultáneo ***performance*** multimedia dirigido al público y, particularmente, al público caraqueño.

Pabellón Imagen de Caracas (1968). Vanguardia y política en democracia. Vista exterior. Arq. Juan Pedro Posani



Fuente: Fundación Arquitectura y Ciudad. https://fundaayc.com/tag/jacobo-borges/

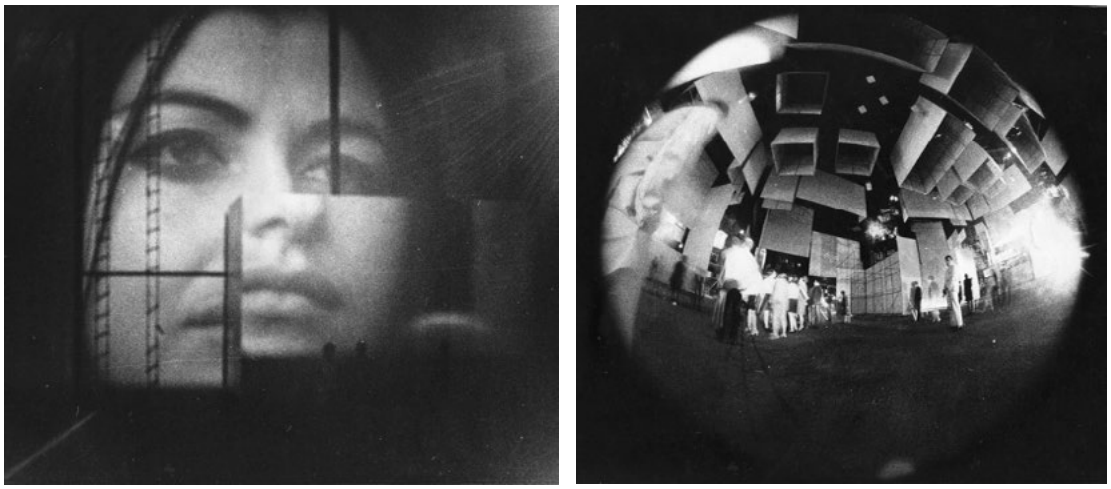
Vista general de la avenida Bolívar hacia el oeste con el Pabellón «Imagen de Caracas» en primer plano a la izquierda.



Fuente: Fundación Arquitectura y Ciudad. https://fundaayc.com/tag/jacobo-borges/

Describirlo sin imágenes, aun siendo arquitecto y docente, no deja de ser difícil. Consistía en una especie de gran galpón de planta cuadrada, dividida a su vez en cuatro cuadrantes, armado con andamios tubulares –de esos que aún se usan en la construcción–, revestido con láminas metálicas de color natural que semejaban al zinc que cubre las viviendas informales de nuestros barrios.

Fotogramas del espectáculo audiovisual «Imagen de Caracas». Jacobo Borges.



Fuente: Fundación Arquitectura y Ciudad, 15 de junio 2019. https://fundaayc.com/tag/jacobo-borges/

Su interior albergaba un mundo espectacular de imágenes y sonido que estructuraban una narrativa sobre la cumpleañera ciudad. Aquello no tenía nada que envidiar a los pabellones de la Expo 67 de Montreal, Canadá que casualmente acababa de visitar, motivado por mi interés de estudiar arquitectura.

Boceto Pabellón de Venezuela en la Expo 1967, Montreal (Canadá). Arq. Carlos Raúl Villanueva



Fuente: https://www.google.com/search?q

Las imágenes, la fluidez del espacio, el sonido, la composición, el dinamismo y la plástica del conjunto estimularon mi imaginación y me animaron a emprender este camino.

Su impresionante, prolífico y dinámico transitar por el arte ha colocado a nuestro país en el universo cultural del planeta. Es, por cierto, Jacobo, el más internacional de nosotros. Y qué maravillosa fortuna, quizás una hermosa casualidad, que hoy esté aquí para compartir este honor. **¡Gracias, Jacobo!**

Así como él, Walter James Alcock Pérez (Jimmy Alcock) –quien realizó actividad docente en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela de 1959 a 1961 como profesor de Arquitectura Paisajista, y como profesor de Composición Arquitectónica de 1962 a 1987–, de una u otra manera, y obviamente sin proponérselo, también marcó mi quehacer en la disciplina.

Muy temprano en nuestra vida profesional, junto con algunos compañeros de fin de carrera –entre los que se encontraba quien más tarde sería mi esposa, la arquitecta Judith Laclé–, armamos una oficina en el edificio Cedíaz de la Avenida Casanova, en Sabana Grande, con el objeti-

vo de realizar la investigación de nuestro trabajo de grado, titulada "Un Plan para Managua".

Desde el balcón del tercer piso de nuestra joven empresa: Espacio y Movilidad, solía observar con interés y admiración un pequeño edificio que ocupaba la esquina de la calle Unión con la Avenida Casanova: el Edificio Univel, construido en 1963. Poseía una curiosa planta en forma de diamante hexagonal o rombo ochavado que, con muy pocos apoyos estructurales se posaba sobre un volumen bajo que resolvía las irregularidades del terreno; lo que suelo llamar un «adecuador contextual».

Aficionado a la pintura y al dibujo, visitaba con frecuencia la tienda de arte y marquetería que allí funcionaba, tal vez atraído por la curiosidad de ver de cerca tan interesante arquitectura. La torre de cinco pisos, separada de este basamento por una planta libre o terraza, marca su presencia en la esquina con una elegante columna. Su inteligente y sencilla estructura de concreto en obra limpia, junto a sus acabados en ladrillos ingeniosamente solapados, constituyen una pieza que, con franca admiración hacia su joven autor (entonces de 31 años), hoy me atrevo a calificar de obra maestra, digna quizás de ser proclamada como patrimonio de la ciudad.

Edificio Univel (1963), en Sabana Grande, calle Unión con la Avenida Casanova.



Fuente: Libro-catálogo *ALCOCK. Obras y Proyectos. 1959-1992,* editado por la Galería de Arte Nacional-GAN. Ex-Libris, C.A., 1992.



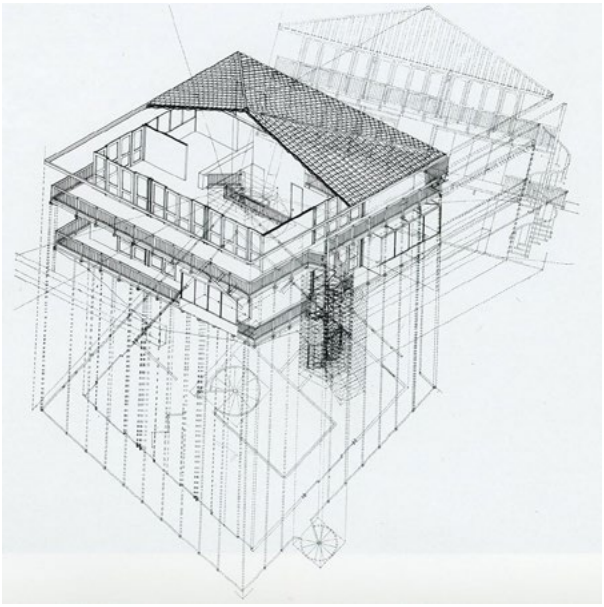
Fotografía: Arq. Alejandro Mesa: https://www.instagram.com/p/DZxy5mUEd2W/?img_index=1

En el año 2008 se realizó un concurso de arquitectura de carácter anónimo e internacional, organizado por el Fondo Andrés Bello, presidido entonces por el Arq. Abner Colmenares, exdecano de nuestra Facultad, con el objeto de diseñar un conjunto denominado Cenae, para el desarrollo de las artes escénicas y visuales. El jurado, entre quienes se encontraba Jimmy Alcock como figura prominente, decidió otorgar el primer premio a nuestra propuesta. Aunque posteriormente el concurso se anuló y el proyecto no se construyó, ese fue un momento memorable en mi relación con Jimmy Alcock, quien, afortunadamente, hoy me acompaña en el acto de recibir este reconocimiento.

Por todo lo dicho, por su bella y singular casa en el Alto Hatillo, por el emblemático edificio Altolar y por toda su vasta e importante obra, solo me queda decir: **¡Gracias, Jimmy!**

Siempre admiré un edificio construido tres años antes de graduarme como arquitecto y en el cual, casualmente al poco tiempo de egresar, tuve la oportunidad de trabajar como integrante de la prestigiosa oficina –Borges y Pimentel, Arquitectura– que tenía su sede allí mismo. Se trata del Centro Comercial Bello Monte, ópera prima del entonces joven arquitecto Carlos Gómez de Llarena quien tenía sociedad con el arqui-

Casa en el Alto Hatillo. Arq. Jimmy Alcock.



Isometría general



Vista del puente de acceso

Fuente: Casa Alcock, Fundación Arquitectura y Ciudad. https://fundaayc.com/2020/11/15/algo-mas-sobre-la-postal-no-236/

tecto Moisés Benacerraf. Tanto me gusta esa propuesta por lo oportuna, elegante y ordenada, que años después terminé adquiriendo uno de sus apartamentos para establecer allí mi oficina junto con el arquitecto Alfredo Sanabria, amigo de toda una vida.

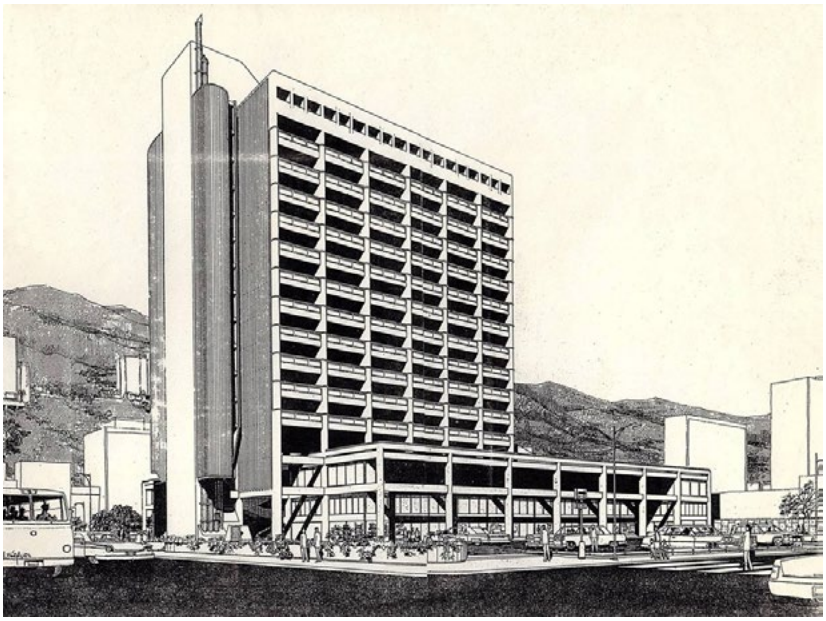
Extensa es la obra de Carlos, y extensa también su trayectoria académica y cultural como fundador del Instituto de Arquitectura y Urbanismo (IAU) y profesor fundador de la Unidad Docente 9 de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva de la Universidad Central de Venezuela, a la cual ambos pertenecemos.

Carlos Gómez, es autor de bellos y curvilíneos edificios como el Ancianato de Caraballeda y del lamentablemente muy modificado, edificio del entonces Hotel Meliá Caribe, en el vecino litoral central. Donde, no por casualidad pasamos mi esposa y yo la noche de bodas.

Fue mi compañero de navegación en aquellos tiempos en que la Unidad 9 tenía prácticamente una flotilla de veleros, lo que nos permitió conversar largas horas sobre la vida y la docencia.

Me atrevería a decir que en Caracas es casi imposible estar a la sombra de un edificio de su autoría sin atisbar en el horizonte otra obra diseñada por él; así de extensa es su influencia en el paisaje urbano de

Centro Comercial Bello Monte (1971). Arq. Carlos Gómez de Llarena





Fuente: Fundación Arquitectura y Ciudad, 15 de noviembre, 2013. https://fundaayc.com/2013/11/15/1971-centro-comercial-bello-monte-2/

la ciudad. Su jovialidad y creatividad como profesor de generaciones de arquitectos siempre estarán impresas en la imagen que tengo de él. **Carlos, gran amigo, ¡gracias!**

Estas anécdotas, los años, las experiencias, el estudio y la práctica han moldeado en mi un enfoque particular de la Arquitectura y su docencia. Cada semestre, en cada experiencia de diseño, en cada proyecto, veo una oportunidad de investigación y experimentación en arquitectura. Investigación que, aunque no sea publicada de manera oficial, alimenta la docencia en esta, nuestra disciplina.

Obviamente, otros maestros, arquitectos y profesores de nuestro círculo académico contribuyeron a la construcción de este enfoque: Francisco Pimentel, Bernardo Borges, Beltrán Alfaro, Oswaldo Lares, Jacobo Koifman, Harry Frontado, Joel Sanz, Pablo Lasala, Isaac Abadí y otros que injustamente no menciono hoy y me disculpo por ello.

Este enfoque experimental e investigativo, es justo decir, continúa desarrollándose a través de los profesores de diseño de la Unidad Docente 9 y también por otras unidades de nuestra muy querida Escuela de Arquitectura; y hoy me atrevo a afirmar que lo exportamos también a otras universidades por medio de profesores aquí formados que allí dictan cátedra.

Queridísimos amigos: la obra y acción de estos maestros marcaron en mí una manera de entender que la docencia en arquitectura –y en particular en el diseño de proyectos– es especial; no tiene paralelo con las técnicas didácticas de otras disciplinas. Aunque existen conocimientos teóricos y tratados, cada oportunidad de diseño es una experiencia única, una investigación personal y colectiva sobre temas específicos e inherentes a la arquitectura.

Estar acompañado por tan ilustres personalidades en este honorífico acto ha inspirado estas palabras de agradecimiento. Es cierto que tengo ya largos 51 años continuos en la docencia de la disciplina en esta Universidad, y eventualmente en otras casas de estudio, pero les confieso hoy que aún experimento aquel mismo asombro por las buenas obras de arte y arquitectura que tuve oportunidad de ver cuando era un joven estudiante.

Ello me alienta a seguir adelante: explorando, investigando, experimentando, enseñando y, en consecuencia, aprendiendo.

¡Muchas gracias!

Plaza Los Palos Grandes. Arq. Edwing Otero (2010).



Fuente: Fundación Arquitectura y Ciudad. https://www.instagram.com/p/CtP9jVTMR3Y/



Fuente: https://www.minube.com/rincon/plaza-los-palos-grandes-a3616873

EVALUADORES Y ÁRBITROS

La revista ***Tecnología y Construcción*** desea expresar su más profundo agradecimiento a nuestro cuerpo de árbitros y evaluadores. Su labor es el pilar fundamental que garantiza la excelencia y el rigor científico de nuestras publicaciones.

Queremos destacar especialmente el alto nivel de experiencia de quienes colaboran desinteresadamente con nosotros. Su capacidad de análisis, combinada con un espíritu de colaboración inquebrantable, ha permitido elevar el estándar de esta edición, transformando cada manuscrito en un aporte de alto valor para nuestra comunidad. Gracias por su compromiso con el conocimiento y por dedicar su tiempo y sapiencia a fortalecer el prestigio de esta revista.

Nuestro particular agradecimiento a los árbitros evaluadores de los artículos que forman parte de este número 38-II (2026):

Arq. Domingo Acosta González, PhD.
https://orcid.org/0009-0009-5434-6078
Profesor-investigador Titular adscrito al Instituto de Desarrollo Tecnológico de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Premio Nacional de Cultura, Mención Arquitectura (período 2023-2024), Venezuela.

Dra. Arq. Urb. Carola Herrera Napoleón
https://orcid.org/0009-0005-2646-2582
Profesora-investigadora Titular adscrita al Instituto de Urbanismo (IU) en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. MSc. en Diseño Urbano y Especialista en Planes y Proyectos.

MSc. Arq. Rafael Febres-Cordero
https://orcid.org/0009-0005-8787-3836
Firma Riera + Febres-Cordero arquitectos (Venezuela). Profesor de Diseño, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Miembro de AVAIMS-Asociación Venezolana de Arquitectura e Ingeniería Médico Sanitaria.

Méd Anest. Fabio Fuenmayor
https://orcid.org/0009-0008-4634-1907
Especialista en cuidados paliativos, pacientes con cáncer y Especialista en anestesiología. Hospital Universitario de Caracas. Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela.

MSc. Ing. Rhenzel Hernández Saturno
https://orcid.org/0009-0007-4382-8456
Vicepresidente Asociación Latinoamericana de Ingenieros especialistas en Patologías ALCONPAT, Delegación Venezuela (2021-2023).

MSc. Arq. Argenis Lugo
https://orcid.org/0009-0008-1915-4110
Docente investigador, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

MSc. Arq. Antonio Montecalvo
https://orcid.org/0009-0001-2774-5366
Profesor de Diseño arquitectónico, jefe del Departamento de Diseño Arquitectónico, Escuela de Arquitectura USM FIA EA. Universidad Monteávila, Caracas.

MSc. Lic. Elizabeth Piña
https://orcid.org/0000-0002-2232-0094
Lic. Enfermería, Especialista en Medicina Critica Pediátrica, Magister en Bioética, docente titular de la Facultad de Medicina y Centro Nacional de Bioética, Universidad Central de Venezuela y la Universidad de Carabobo.

Dr. Ing. Ronald Torres Moreno
https://orcid.org/0000-0002-0459-442X
Docente investigador, Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), Facultad de Ingeniería, UCV, 2004. Doctor en Ingeniería, Cálculo Dinámico en Ingeniería Sísmica (INGENIEROS INDUSTRIALES), por la Universidad Politécnica de Madrid, España.

MSc. Arq. Glenda Yépez
https://orcid.org/0009-0007-9831-0312
Coordinadora de postgrado (Departamento de Acondicionamiento Ambiental)
Coordinadora Docente, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los artículos enviados a la Revista *Tecnología y Construcción* deben ser originales (inéditos) dirigidos al correo electrónico de la revista: rtycucv@gmail.com. Revisados en primera instancia por el Comité Editorial para garantizar que cumplen con los requisitos mínimos de calidad propios de una revista académica, el texto será enviado a especialistas de reconocida trayectoria en el tema para su arbitraje, bajo el sistema doble ciego. Las observaciones y sugerencias de los árbitros serán dadas a conocer a cada autor. Los aspectos que deben ser tenidos en cuenta por los árbitros en la revisión de cada manuscrito son los siguientes: relevancia del tema, originalidad, rigor metodológico, claridad y precisión del lenguaje, coherencia, y apego a las normas.

Relevancia del Tema: alude al grado de importancia que tiene el tema abordado, tanto por su actualidad en el área, como por el aporte que el mismo hace, bien sea en el plano filosófico, teórico, metodológico y/o práctico.

Originalidad: destaca la forma particular como el (la) autor(a) o los autores integra(n) todo su pensamiento en el desarrollo del trabajo.

Rigor metodológico: expresa, tanto el apropiado empleo del método que es inherente al estudio del tema abordado, como el grado de profundidad de la indagación realizada.

Claridad y precisión del lenguaje: se relaciona con el apropiado uso gramatical y de la terminología referente al tema considerado.

Coherencia: se refiere, tanto a la apropiada concatenación de los elementos que integran la estructura del trabajo, como al uso consistente de un determinado estilo de redacción, a lo largo de todo el trabajo.

Apego a las normas: tiene que ver con el acatamiento de las normas que la Revista *Tecnología y Construcción* señala para la presentación de escritos científicos en el área de conocimiento en que se ubica el trabajo en consideración.

Los artículos científicos a ser considerados para su publicación deben cumplir con los siguientes requerimientos siguiendo la norma APA:

Extensión y Formato: 15 hasta 30 paginas (8000 palabras máx aprox), interlineado 1,5, fuente de 12 puntos (Time New Román o Arial), tamaño hoja carta con márgenes normales.

Primera página: La primera página contendrá el título del trabajo en español y en inglés, el nombre del autor (o los autores), título académico (pre y postgrado) e institución a la cual pertenece, correo electrónico y número de registro ORCID que identifica al investigador. Adicionalmente un resumen del trabajo con una extensión entre 150 y 200 palabras y entre tres y cinco descriptores o palabras clave. Tanto el resumen como los descriptores también en español y en inglés.

Las citas: estarán incorporadas en el texto –no a pie de página ni como notas al final– utilizando el sistema de autor, año y página cuando se trata de una cita textual (que irá entre comillas). Ejemplo: (Hernández, 1995, p. 24). Toda obra citada debe ser incluida en las referencias bibliográficas al final del artículo.

Elementos gráficos: Los cuadros o tablas estarán levantados en Word. Las imágenes o ilustraciones (fotografías, mapas, diagramas y gráficos) incorporadas en formato JPG. En todos los casos se indicará la autoría o fuente de donde se extraen. Adicionalmente, el componente gráfico (numerado de manera correlativa según orden de aparición en el texto de cuadros, imágenes e ilustraciones) deberá ser remitido como archivo adjunto. Lo mismo para el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.

La estructura interna: del manuscrito debe ajustarse a los estándares habituales (introducción, método, resultados, conclusiones y recomendaciones).

La autoría de los trabajos no debe ser mayor de cuatro personas, entre autores y coautores; si es superior, solo aparecerán en la revista los primeros cuatro. También, por cada autor se pide anexar un párrafo donde se indique: título académico, lugar de trabajo, línea de investigación, correo electrónico y número de registro ORCID que identifica al investigador: https://info.orcid.org/es/documentation/features/orcid-registry/.

Además de los artículos también se aceptan otros materiales como: documentos publicados en otras revistas, documentos de revisión, reseñas bibliográficas y de eventos, etc., que a juicio de la dirección de la revista resulten de interés. Estos materiales no son sometidos a arbitraje.

Arbitraje: La dirección de la revista seleccionará en cada caso al menos dos especialistas

que evaluarán el trabajo presentado bajo el sistema conocido como "doble ciego", según el cual los evaluadores no conocen la identidad del autor y los autores desconocen la identidad de los árbitros. El juicio emitido por los árbitros será notificado a los autores mediante planilla formal. El Consejo Editorial se reserva el derecho de introducir las modificaciones que considere pertinentes en aspectos formales, siempre consultando al autor.

Recomendaciones para los árbitros

Relevancia del tema: grado de importancia que tiene el tema abordado, tanto por su actualidad en el área como por lo que aporta el autor en el plano teórico, filosófico, metodológico y/o práctico.

Rigor metodológico: expresa tanto el apropiado empleo del método que es inherente al estudio del tema abordado como el grado de profundidad de la indagación realizada.

Claridad y precisión del lenguaje: apropiado uso gramatical y de la terminología referente al tema considerado.

Coherencia: concatenación de los elementos que integran la estructura del trabajo.

Apego a las normas: acatamiento de las normas que la Revista señala a los autores para la presentación de sus trabajos.

Penalización

Cualquier manuscrito que sea retirado por el autor de la Revista *Tecnología y Construcción* sin la debida justificación se someterá al Consejo Editorial, pudiendo quedar limitado para una nueva publicación en la Revista por dos años o lo que considere en Consejo Editorial.

collectania®









poggenpohl®

INALCO

Cuadra Creativa y Gastronómica, 6ta Transversal entre 3ra. y 4ta Av. Los Palos Grandes. Caracas. Telf: +58 (212) 286 7518
Centro Comercial Casa Mall, Nivel Mirador, Local M2, Av. Principal de Los Naranjos. Caracas. Telf: +58 (212) 985 6278
Centro de Arte Los Galpones, G3, 8va. Transversal con Av. Ávila, Los Chorros. Caracas.
19790 W Dixie Highway Unit 1206. Aventura, Fl. 33180. Tel: +1 (305) 890 99 24 / +1 (786) 556 54 55

Instagram: @collectania.official | www.collectania.com | YouTube: @CollectaniaChannel