



A

ARQUISUR REVISTA | AÑO 12 | N°22 | DIC 2022 · MAY 2023



edicionesUNL

Digital: ISSN 2250-4206

Impreso pdf: ISSN 1853-2365

A.22

ARQUISUR REVISTA | AÑO 12 | N° 22
104 PÁGINAS

ARQUISUR REVISTA es una publicación periódica semestral con arbitraje internacional de la Asociación de Escuelas y Facultades de Arquitectura Públicas de América del Sur. Se edita desde 2010 con el objetivo de divulgar las actividades científicas y de investigación de las instituciones integrantes de la Asociación. Cuenta con Comité Editorial, Comité Científico internacional y Dirección Editorial Técnica. La publicación adhiere a las políticas de acceso abierto, es gratuita, indexada y arbitrada por sistema doble ciego. Es, sus idiomas oficiales son el español y el portugués; incluye un resumen en inglés. Aborda temas de Arquitectura, Urbanismo y materias afines.

ARQUISUR REVISTA is a periodical semiannual publication with international arbitration of the Association of Public Schools of Architecture of South America (Arquisur). It is published since 2010 with the aim of disseminating the scientific and research activities of the institutions that make up the Association. It has an Editorial Committee, an International Scientific Committee and a Technical Editorial Director. The publication adheres to open access policies, is free, indexed and arbitrated by double blind review system. Its official languages are Spanish and Portuguese; includes a summary in English. It addresses themes of Architecture, Urban Planning and related subjects.

ARQUISUR REVISTA é um periódico semestral com arbitragem internacional da Associação de Escolas e Faculdades de Arquitetura Pública da América do Sul (Arquisur). É publicada desde 2010 com o objetivo de divulgar as atividades científicas e de pesquisa das instituições que compõem a Associação. Possui um Comitê Editorial, um Comitê Científico Internacional e um Diretor Editorial Técnico. A publicação adere às políticas de acesso aberto, é gratuita, indexada e arbitrada pelo sistema de double blind review. Suas línguas oficiais são espanhol e português; inclui um resumo em inglês. Aborda temas de Arquitetura, Planejamento Urbano e assuntos relacionados.

AUTORIDADES ARQUISUR

Presidencia

Prof. Mauricio José Laguardia Campomori

Escola de Arquitetura
Universidade Federal de Minas Gerais

Secretaría Permanente

Jennifer Mello

Escola de Arquitetura
Universidade Federal de Minas Gerais

arquisur.secretaria@gmail.com

AUTORIDADES UNL

Rector

Dr. Enrique Mammarella

Vicerectora

Dra. Larisa Carrera

Secretaria de Extensión Social y Cultural

Mg. María Lucila Reyna

AUTORIDADES FADU-UNL

Decano

Esp. Arq. Sergio Guillermo Cosentino

Vicedecano

Arq. Marcelo Molina

EQUIPO EDITORIAL FADU-UNL

Director Editorial Técnico

Arq. Julio Arroyo

CO-Directora Editorial Técnica

Dra. Arq. Sofía Rotman

Secretaría de Redacción

Arq. Prof. María Florencia Ferraro

Prosecretaría de Redacción

Arq. Sofía Feigielson

Corrección de Textos

Laura Prati

Dirección de Arte y Diseño Editorial

LDCV Darío G. Bergero

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Arq. Miguel Ángel Barreto

FAU-UNNE, Argentina

Dra. Arq. Ethel Pinheiro Santana

FAU-UFRJ, Brasil

Dra. Arq. María Eugenia Pallarés Torres

FADU-UCh, Chile

Mg. Arq. Juan Carlos Cristaldo

FADA-UNA, Paraguay

Dr. Arq. Anibal Parodi Rebella

FADU-UdelAR, Uruguay

ARQUISUR REVISTA

Publicación Científica
de la Asociación de
Escuelas y Facultades
de Arquitectura Públicas
de América del Sur



Arquisur Revista

AÑO 12, N° 22 | DIC 2022 - MAY 2023 | 104 PÁGS.

Inicio: 2010

Idioma: Español, Portugués e Inglés

Periodicidad: Semestral

Publicación electrónica: Segunda quincena

de junio y de diciembre.

Publicación incluida en Catálogo Latindex 2.0

Alta: 07-02-2013

Folio: 22013

Tipografía Open Sans, de Steve Matteson;

bajo licencia [Apache License, Version 2.0](https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0).

Sede Editorial | Facultad de Arquitectura, Diseño
y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral.
Dirección: Ciudad Universitaria. CP: S3001XAI.
Santa Fe, Provincia de Santa Fe, Argentina

Contacto

Arq. Julio Arroyo, Director Editorial Técnico
arquisurrevista@fadu.unl.edu.ar

Soporte Administrador

publicaciones@unl.edu.ar

<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/>

publicaciones/index.php/ARQUISUR

edicionesUNL

Edición del Centro de Publicaciones
de la Universidad Nacional del Litoral



DIGITAL ISSN 2250-4206
IMPRESO ISSN 1853-2365

Arquisur Revista autoriza a reprodução parcial ou total dos textos e gráficos desde que citada a origem. Os critérios estabelecidos nos artigos são de responsabilidade exclusiva de seus autores e não refletem necessariamente a opinião do Comitê Editorial ou da Diretoria. Os direitos dos artigos publicados pertencem aos seus autores ou editores. Os autores cedem seus direitos de publicação ao Centro de Edições de la Universidad Nacional del Litoral de Santa Fe, Argentina.

UNIDADES ACADÉMICAS

ARGENTINA

Universidad Nacional de Avellaneda

Departamento de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Universidad de Buenos Aires

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Universidad Nacional de Cuyo

Departamento de Arquitectura, Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional de La Rioja

Escuela de Arquitectura

Universidad Nacional de Mar del Plata

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Universidad Nacional de Moreno

Carrera de Arquitectura

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño

Universidad Nacional de San Juan

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Universidad Nacional de Tucumán

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Litoral

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Sur

Departamento de Geografía y Turismo

BOLIVIA

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno

Facultad de Ciencias del Hábitat, Diseño

Integral, Arte y Planificación territorial

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Facultad de Ciencias y Tecnología

Carrera de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Mayor de San Andrés

Facultad de Arquitectura, Artes, Diseño y Urbanismo

Universidad Mayor de San Simón

Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

Universidad Mayor Real Pontificia de San Francisco

Xavier de Chuquisaca

Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

BRASIL

Universidade de Brasília

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Universidade de São Paulo

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal da Bahia

Faculdade de Arquitetura

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Arquitetura

Universidade Federal de Pelotas

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Arquitetura

CHILE

Universidad de Chile

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad de Santiago de Chile

Escuela de Arquitectura

Universidad del Bío-Bío

Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño

Universidad Arturo Prat

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

PARAGUAY

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte

URUGUAY

Universidad de la República

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo



SISTEMA REGIONAL DE
INFORMACIÓN EN LÍNEA PARA
REVISTAS CIENTÍFICAS DE
AMÉRICA LATINA, EL CARIBE,
ESPAÑA Y PORTUGAL.



ASOCIACION DE REVISTAS
LATINOAMERICANAS
DE ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD DE COLUMBIA, EE.UU.



DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS
SNRD
Sistema Nacional
de Repositorios Digitales



CAPEQS
QUALIS

COMITÉ CIENTÍFICO

ARGENTINA

Universidad de Buenos Aires.

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Dr. Arq. Flavio Janches
Dr. Arq. Hernán Santiago Nottoli
Dra. Arq. Rosa Aboy
Dr. Arq. Roberto Fernández
Dra. María del Valle Ledesma
Dr. Arq. Claudio Federico Guerri

Universidad Nacional de Córdoba.

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Dr. Arq. Carlos Alberto Regolini
Dra. Arq. Paula Peyloubet
Dra. Arq. Mariana Gatani
Dra. Arq. Ana Falú
Dra. Arq. Beatriz Liliana Giobellina
Dr. Arq. Horacio José Gnemmi
Dr. Arq. Jorge Vidal
Dra. Arq. María Cecilia Marengo

Universidad Nacional de Cuyo.

Facultad de Ingeniería

Esp. Arq. Juan Carlos Alé
Dra. Arq. Victoria Mercado
Esp. Arq. Ana Villalobos
Dra. Arq. Lorena Córca
Dra. Arq. Jimena Gómez Piovano
Dra. Arq. Sandra Navarrete

Universidad Nacional del Litoral.

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Dr. Arq. Luis Müller
Dra. Arq. Adriana Collado
Dra. Arq. Mirta Soijet
Dr. Arq. Luis María Calvo
Dr. Arq. Mauro Chiarella
Arq. Julio Arroyo

Universidad Nacional de La Plata.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Arq. Analía Fernanda Gómez
Dra. Arq. Ana Helena Gómez Pintus
Dr. Arq. Fernando Alfredo Tauber
Esp. Arq. Alejandro Lancioni
Esp. Arq. María Julia Rocca
Arq. Eduardo César Gentile
Esp. Arq. Fabiana Andrea Carbonari
Dr. Arq. Emilio Sessa

Universidad Nacional de La Rioja.

Escuela de Arquitectura

Mg. Arq. Arnaldo Vaca
Dr. Arq. Ricardo Perotti
Mg. Arq. Basilio Bomczuk
Mg. Arq. Carolina Peralta

Universidad Nacional del Mar Del Plata.

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Mg. Arq. Guillermo Bengoa
Mg. Arq. Perla Ana Bruno
Mg. Arq. Fernando Cacopardo
Dra. Arq. María Cristina Martínez
Mg. Arq. Carlos Jerónimo Mazza
Dra. Arq. Ana Núñez
Mg. Arq. Felicidad París Benito
Mg. Arq. Luis Daniel Passantino
Dra. Arq. Diana Rodríguez Barros
Arq. Roxana Edith Soprano

Universidad Nacional de Moreno.

Carrera de Arquitectura. Departamento de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Mg. Arq. Homero Pellicer
Mg. Arq. Moira Sanjurjo
Mg. Arq. Sandra Rua
Dra. Arq. Luisa Mattioli
Mg. Arq. Claudio Delbene
Arq. Leandro Daicha Varela
Trad./Investigadora Paula Assis
Arq. Liliana Taramasso
Arq. Daniel Etcheverry

Universidad Nacional del Nordeste.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Dra. Arq. Laura Alcalá
Mg. Arq. Herminia Alías
Dr. Arq. Daniel Bedrán
Mg. Arq. María Andrea Benítez
Dra. Arq. María Laura Boutet
Dr. Arq. Carlos Burgos
Mg. Arq. Guillermo Jacobo
Dra. Arq. Venettia Romagnoli
Dra. Arq. Marina Scornik
Dr. Arq. Daniel Vedoya

Universidad Nacional de Rosario.

Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño

Dr. Arq. Oscar Bragos
Dra. Arq. Bibiana Haydee Cicutti
Dra. Arq. Ana María Rigotti
Dr. Arq. Gustavo Carabajal
Dr. Arq. Diego Fernández Paoli
Dr. Arq. Roberto Kawano
Dra. Arq. Daniela Cattaneo
Dra. Arq. Jimena Cutrúneo
Mg. Arq. Bibiana Ponzini
Dr. Arq. Marcelo Salgado
Dra. Arq. Isabel Martínez de San Vicente

Universidad Nacional de San Juan.

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Dr. Arq. Ernesto Kuchen
Dra. Arq. Laura Simón
Dr. Arq. Marcelo Vizcaíno
Dra. Arq. Inés Tonelli
Dra. Arq. Susana Deiana
Dra. Arq. Graciela Nozica

Universidad Nacional de Tucumán.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Mg. Arq. Claudia Alejandra Abdelnur
Dr. Arq. Raúl Fernando Ajmat
Dra. Mg. Arq. Ana Laura Castañeda Nordmann
Mg. Arq. María Laura Cuezco
Dra. Arq. Rosa Lina Cuzzo
Dra. Arq. Claudia Fernanda Gómez López
Dra. Arq. María Cecilia Laskowski
Mg. Arq. María Florencia Murillo Dasso
Dr. Arq. Juan Bautista Ramazzotti
Mg. Arq. Keiko Saito
Mg. Arq. Mirta Eufemia Sosa

BRASIL

Universidade Federal da Bahia.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Dra. Arq. Naia Alban Suarez
Dr. Arq. Nivaldo Vieira de Andrade Junior
Dr. Arq. José Carlos Huapaya Espinoza
Dra. Arq. Thaís de Bhanthumchinda Portela
Dr. Arq. Sergio Kopinski Ekerman
Dra. Arq. Ariadne Moraes Silva
Dra. Arq. Aline Maria Costa Barroso

Universidade Federal de Pelotas.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Dra. Arq. Adriana Araujo Portella
Dra. Arq. Ana Paula Faria
Dr. Arq. Andre de Oliveira Torres Carrasco
Dr. Arq. Eduardo Rocha
Dra. Arq. Ester Judite Bendjouya Gutierrez
Dra. Arq. Laura Lopes Cesar
Dr. Arq. Maurício Couto Polidori
Dra. Arq. Nirce Saffer Medvedovski
Dra. Arq. Rosilaine André Isoldi

Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Dra. Arq. Adriana Sansão Fontes
Dra. Arq. Andrea Queiroz Rego
Dr. Arq. Cristovão Fernandes Duarte
Dra. Arq. Ethel Pinheiro Santana
Dra. Arq. Fabiola do Valle Zonno
Dr. Arq. James Shoiti Miyamoto
Dra. Arq. Maria Angela Dias
Dra. Arq. Maria Lucia Vianna Pecly
Dra. Arq. Sylvia Meimaridou
Dr. Arq. Thiago Leitão de Souza
Dr. Arq. Victor Andrade Carneiro da Silva
Dra. Arq. Vera Regina Tângari

Universidade Federal do Rio Grande Do Sul.

Faculdade de Arquitetura

Dr. Arq. João Rovati
Dr. Arq. Antonio Tarcisio da Luz Reis
Dra. Arq. Cláudia Piantá Costa Cabral
Dra. Arq. Luciana Ines Gomes Mirón
Dra. Arq. Livia Teresinha Salomão Piccinini
Dr. Arq. Airton Cattani

Universidade de São Paulo.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Dra. Arq. Maria de Lourdes Zuquim
Prof. Livre Docente Luís Antônio Jorge
Dra. Arq. Joana Mello
Prof. Livre Docente Luiz Recaman
Prof. Livre Docente Francisco Spadoni
Prof. Dra. Maria Lucia Refinetti Martins
Prof. Dra. Denise Duarte
Prof. Dr. Hugo Segawa
Prof. Livre Docente Eugenio Queiroga
Prof. Livre Docente Leandro Medrano
Dra. Arq. Helena Ayoub Silva

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EDITORIAL · Pág. 13

ARTÍCULOS · Pág. 17

INFORMACIÓN PARA AUTORES · Pág. 97

Universidade Federal de Santa Maria
Curso de Arquitetura e Urbanismo

Dra. Lic. en Física. Giane Grigoletti

Caryl Eduardo Jovanovich Lopes

Prof. Dr. Arq. Luiz Fernando da Silva Mello

BOLIVIA
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Mg. Arq. Javier Sánchez Morales

Mg. Arq. Tânia De Vasconcellos Fontes

Mg. Arq. Patricia Miranda

Mg. Arq. María Teresa Ayarde

Esp. Arq. Aldo Hernani

Esp. Arq. Santos Puma León

Universidad Mayor de San Andrés.
Facultad de Arquitectura, Artes, Diseño y Urbanismo

Ph.D. Arq. Max Arnsdorff Hidalgo

Universidad Mayor de San Simón.
Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

Msc. Arq. Julio Alberto Mercado

Msc. Arq. Néstor Guzmán Chacón

Msc. Arq. Marco Antonio Macías Abasto

Msc. Arq. Alina Espinoza Pérez

Dr. Arq. Andrés Loza Armand Ugón

Msc. Arq. Javier Tapia

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San
Francisco Xavier de Chuquisaca.
Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat

Dra. Arq. Marcela Casso Arias

M Sc. Arq. Carmen Julia Muñoz

M Sc. Arq. Humberto Quiroga Riera

M Sc. Arq. Mauricio Toro Muckled

M Sc. Arq. Carla Jaliri Castellon

CHILE
Universidad de Chile.
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Dra. Arq. Laura Gallardo Frías

Dra. Arq. Jeannette Auristela Roldán Rojas

Dra. Arq. Luz Alicia Cardenas Jirón

Dra. Arq. Natalia Escudero Pena

Mg. DEA. Arq. Jaime Diaz Bonilla

Dr. Arq. Antonio Sahady Villanueva

Mg. Arq. Andrés Weil Parodi

Dra. Arq. Beatriz Maturana Cossio

Dra. Arq. Mirtha Pallarés Torres

Universidad de Santiago de Chile.
Escuela de Arquitectura

Dr. Arq. Ricardo Martínez Ruiz

Dr. Arq. Aldo Daniel Hidalgo Hermosilla

Universidad del Bio Bio.
Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño

Dr. Arq. Hernán Barría Chateau

Dr. Arq. Alexis Pérez Faragallo

Dra. Arq. María Beatriz Piderit

Dra. Arq. María López Mesa

Dr. Arq. Pablo Fuentes Hernández

Dr. Arq. Sergio Baeriswyl Rada

Dr. Arq. Cristian Berríos Flores

Dr. Arq. Aarón Napadensky Pastene

Mg. Arq. Roberto Burdiles Allende

Arq. Rodrigo Lagos Vergara

Dr. Arq. Rodrigo García Alvarado

Mg. Arq. Hernán Ascui Fernández

Universidad Arturo Prat.
Escuela de Arquitectura

Dr. Arq. Alberto Prado Díaz

PARAGUAY
Universidad Nacional de Asunción.
Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte

Arq. Carlos Gómez Núñez

Arq. Annie Granada

Dr. Arq. Luis Silvio Ríos

Mg. Arq. Andrea Ingolotti Heter

Arq. Carlos Jorge Fernández

Mg. Arq. Julio César Diarte

Mg. Arq. Juan Carlos Cristaldo

Arq. Elizabeth Pratts

URUGUAY
Universidad de La República
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Dr. Arq. Pablo Frontini

Dr. Arq. Andrés Cabrera

Dr. Arq. Pedro Barrán

Dr. Arq. Alfredo Peláez

Mg. Arq. Daniel Sosa

Dr. Arq. Martín Cobas

Dr. Arq. Martín Fernández Eiriz

Dra. Arq. Alicia Rubini

Mg. Arq. Lucio de Souza

Mg. Arq. Alejandro Folga

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Editorial

Prólogo del número 21 | 13

Arq. Julio Arroyo

Información para autores

Información para autores | 97

Artículos

1. **La casa y la ciudad. Arquitecturas residenciales adaptables. Ciudad y vivienda frente al desafío contemporáneo** | 18

Dr. Arq. Emilio Tomas Sessa

Mag. Arq. Pablo Alejandro José Ruiz

2. **Un sueño común. Plan de rehabilitación de la Ex estación de tren Pelícana. Valle del Elqui, Chile** | 32

Mg. Arq. Catalina Leiva Argandoña

Dra. Liuba Alberti Zurita

Dr. Carlos Muñoz Parra

Dra. Arq. Natalia Jorquera

Mg. Arq. Carolina Rojas

3. **Pabellón experimental en Friburgo: Hacia una revalorización de la argamasa armada a través del Hormigón Textil** | 46

Dr. Arq. y Urb. Sergio Kopinski Ekerman

Arq. Patricia Guaita

4. **Edificio universitario con energía y carbono casi nulo: Caso Universidad Nacional de Santiago del Estero-Argentina** | 56

Dr. Arq. Gabriela Giuliano

Arq. Vanesa Saez

Dr. Arq. Beatriz Garzón

5. **Reflexiones sobre el abordaje metodológico en la investigación en proyecto arquitectónico** | 66

Arq. María de la Paz Castillo

Arq. Carolina Kogan

6. **Análisis comparativo de la vivienda social en Brasil y Colombia desde una mirada del diseño resiliente. Casos de estudio: Passo Fundo y Tunja** | 78

Arq. Valentina Nieto-Barbosa

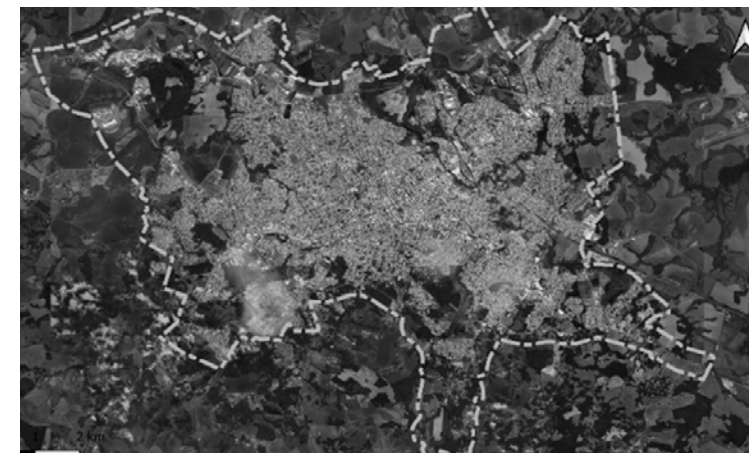
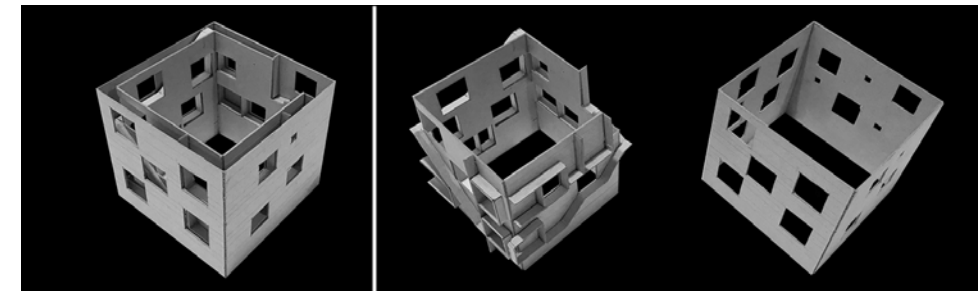
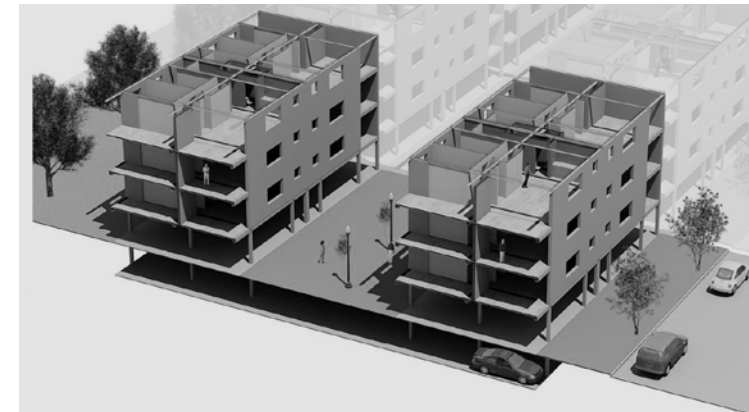
Dra. Arq. Grace Tibério Cardoso

7. **Lineamientos de ocupación sustentable del suelo urbano** | 88

Dra. Arq. Alción de las Pléyades Alonso Frank

Arq. María Celina Michaux

Diego A. Flores



ed

ÍNDICE DE CONTENIDOS · Pág. 09
EDITORIAL
ARTÍCULOS · Pág. 17
INFORMACIÓN PARA AUTORES · Pág. 97

Prólogo del número 22

Arq. Julio Arroyo

DIRECTOR EDITORIAL TÉCNICO

Santa Fe, Argentina

Diciembre de 2022

ARQUISUR Revista presenta su Número Veintidós con novedades relativas a la integración del equipo editorial consistentes en la incorporación de la Dra. Arq. Sofía Rotman como co-Directora de la publicación y de la Arq. Sofía Feigielson como Prosecretaria de Redacción. Otra novedad consiste en la traducción al portugués de los resúmenes de artículos en castellano -con lo cual- desde ahora cada artículo es introducido en el idioma de origen del autor, en inglés y, de corresponder, en portugués. Para la traducción al portugués se contó con la colaboración de la Dra. Arq. Luisa Durán Roca, de la UFRGS, a quien agradezco su generoso ofrecimiento.

Cabe mencionar que desde el número anterior la revista ha recibido ajustes de diseño y cambio de tipografía realizados por el LDCV Darío Bergero, a cargo de la Dirección de Arte y Diseño Editorial de la publicación. Continuando con este sucinto estado de situación, vale comentar que se están desarrollando tareas de marcaje de los artículos y de revisión de la página web, tareas que permitirán el ingreso de la revista a otros índices. Finalmente, ARQUISUR Revista ha sido aceptada en los directorios Sherpa Romeo y ERIH PLUS, lo cual habrá de incrementar sensiblemente la visibilidad de la publicación.

El presente número se integra con artículos de investigación y reflexión y con un artículo breve, a saber:

Emilio Tomás Sessa y Pablo Alejandro José Ruiz, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata trabajan sobre la relación entre casa y ciudad bajo el concepto de la adaptabilidad de la arquitectura frente al desafío que implica la ciudad contemporánea. Para ello, observan la construcción colectiva de viviendas considerando aspectos tipológicos y normativos, por una parte, y las estructuras arquitectónicas resultantes, por la otra, considerando sus implicancias relativas a demandas de usos, adaptación por modificaciones de los cuadros de uso y ocupación en el tiempo, incorporación de lo *natural culturalizado* tanto en la arquitectura residencial como en el espacio público.

Catalina Leiva Argandoña, de la Facultad de Arquitectura y Ambiente Construido de la Universidad de Santiago de Chile, en coautoría con Liuba Alberti Zurita, Carlos Muñoz Parra, Natalia Jorquera y Carolina Rojas presentan una investigación de tipo proyectiva aplicada al caso de una ex estación de trenes, una pequeña construcción de tierra en el Valle del Elqui, Chile, cuya rehabilitación se propone. Para ello, estudian el deterioro edilicio y las nuevas necesidades de la comunidad aplicando técnicas cuanti y cualitativas. Los autores concluyen que la consideración de la historia y la identidad de un edificio, conjuntamente con las valoraciones de la población involucrada, incrementa la factibilidad de realización de intervenciones sobre el patrimonio y preservan los valores arquitectónicos de la estación.

Sergio Kopinski Ekerman, de la Faculdade de Arquitetura de la Universidade Federal da Bahia, Brasil y Patricia Guaita, de la École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza, presentan una investigación conjunta que explora el potencial del Hormigón Textil

(HT) desarrollada por el arquitecto brasileño João Filgueiras Lima (Lelé) en los años ochenta del siglo pasado. Como resultado de estudios y verificaciones llevados adelante mediante la integración de una plataforma multidisciplinaria internacional, llegan a la construcción de un pabellón experimental en Friburgo, Suiza, mediante el cual ponen a prueba el *hormigón textil* y actualizan tecnologías de prefabricación del siglo XX desde la óptica de la sostenibilidad.

Gabriela Giuliano, investigadora de doble dependencia de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y el CONICET, en coautoría con Vanesa Sáez y Beatriz Garzón de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Tucumán y CONICET, presentan resultados de investigación cuyo objetivo ha sido *evaluar la reducción de energía y carbono equivalente* de un edificio educativo universitario. Para ello, incorporan un aislante térmico derivado de remantes de la industria textil obteniendo buenos resultados *que reflejan beneficios de triple impacto involucrando a toda la comunidad educativa universitaria y a la sociedad en general*.

María de la Paz Castillo y Carolina Kogan, de la Universidad de Buenos Aires hacen una reflexión a partir de una investigación realizada en el marco de las maestrías en proyecto arquitectónico de la facultad a la que pertenecen, cuyo objetivo es *analizar la investigación en proyecto a la luz de las similitudes y diferencias respecto de la investigación científica*. Para ello, se formulan tres preguntas rectoras del trabajo relativas a: la homologación de la investigación en proyecto a una investigación en disciplinas no proyectuales, la construcción del problema de investigación en el caso de las proyectuales y las metodologías para el abordaje correspondiente.

Valentina Nieto-Barbosa y Grace Tibério Cardoso, de la Escola Politécnica da Aituis Educação de Brasil, realizan una comparación entre casos particulares de vivienda social en Brasil y Colombia ponderados desde la óptica del diseño resiliente. El objetivo es comparar las características de los proyectos de vivienda social en Passo Fundo y Tunja, respectivamente, para concluir en que no se están utilizando materiales de bajo impacto ambiental para la construcción de estas viviendas, a pesar del creciente intento por lograr proyectos más sostenibles en la región.

Alción de las Pléyades Alonso Frank y María Celina Michaux, investigadoras de doble dependencia del CONICET y la Universidad Nacional de San Juan y el estudiante Diego A. Flores, de la misma casa de estudios, centran su atención en el diseño de lineamientos *que conduzcan a una futura ciudad solar*, habida cuenta de la necesidad de avanzar en el uso de energía fotovoltaica, pero también de contar con criterios de uso del suelo que permitan la integración de dichas tecnologías en el hábitat construido. Particularizan en aspectos —de esta integración— cuando se trata de *generación distribuida* de energía solar que implica un despliegue territorial.

Cabe agradecer el valioso aporte que significa la participación de quienes como autores o evaluadores han contribuido a la concreción de este número. ■

ar

ÍNDICE DE CONTENIDOS · Pág. 09
EDITORIAL · Pág. 13
ARTÍCULOS
INFORMACIÓN PARA AUTORES · Pág. 97

«La casa y la ciudad.»

Arquitecturas residenciales adaptables.

Ciudad y vivienda frente al desafío contemporáneo



ESP Las demandas contemporáneas sobre las condiciones de “habitar”, en todas las categorías espaciales que la actividad implica desde lo íntimo a lo público, implican una mirada sobre las casas como unidad básica de producción del tejido residencial urbano, y la manzana como una de las formas características del mismo. En este sentido, interesa indagar en las posibilidades de producción de la manzana dentro de la trama regular de las ciudades de escala intermedia, asumiendo las lógicas de construcción por iniciativa privada lote a lote, propiciando condiciones que conduzcan a resultados coherentes, tanto desde el espacio urbano resultante como desde la forma que lo contiene. Desde la Investigación proyectual, se propone un abordaje al tema desde sus aspectos teóricos, en simultáneo con verificaciones en exploraciones proyectuales aplicadas a casos de estudio. Los aspectos centrales se encuadran en el desarrollo tipológico de unidades de vivienda colectiva en el lote, la estratificación programática de la manzana, y el estudio del reemplazo progresivo de la misma en el tiempo.

En los resultados, se observan las posibilidades espaciales y formales, y a su vez las limitaciones de los modos de producción vigentes, implicando una mirada necesaria sobre aspectos arquitectónicos, técnicos, o normativos sobre los que son necesarios también intervenir.

ENG «The house and the city.» Adaptable residential architectures City and housing facing the contemporary challenge

The contemporary demands on the living conditions (in all the spatial categories that the activity implies from the intimate to the public) suggest a glance at the houses as the basic unit of production of the urban residential fabric, and the block as one of the characteristic forms of it. In this sense, it is interesting to investigate the possibilities of the urban block production within the regular fabric of intermediate-scale cities. The latter assumes the logic of construction by private initiative lot by lot, promoting conditions that lead to coherent results, both from the resultant urban space as the form that contains it. From project research, an approach to the subject starts from its theoretical aspects, simultaneously with verifications in project explorations applied to case studies. The main aspects are the typological development of collective housing units in the lot, the block's programmatic stratification, and the study of its progressive replacement over time.

The results show the spatial and formal possibilities and the limitations of the current modes of production, implying a necessary look at architectural, technical, or regulatory aspects on which it also requires to intervene.

POR A casa e a cidade. arquiteturas residenciais adaptáveis. Cidade e moradia frente ao desafio contemporâneo

As demandas contemporâneas em torno às condições do “habitar”, em todas as suas categorias espaciais que a atividade implica, desde o íntimo até o público, requerem um olhar sobre a casa como unidade básica de produção do tecido residencial urbano e do quarteirão como um dos elementos característicos do mesmo. Nesse sentido interessa indagar as possibilidades de produção do quarteirão dentro da trama regular das cidades de porte médio, considerando as lógicas de construção por iniciativa privada lote a lote, propiciando condições que conduzam a resultados coerentes, desde o espaço urbano resultante e desde a forma que o contém. Desde a pesquisa projetual, propõe-se uma abordagem ao tema desde seus aspectos teóricos e simultaneamente verificando explorações projetuais aplicadas a estudos de caso. Os aspectos centrais são o desenvolvimento tipológico de unidades de habitação coletiva no lote, a estratificação programática do quarteirão e a análise da modificação progressiva da mesma ao longo do tempo.

Os resultados permitem observar as possibilidades espaciais e formais e também as limitações dos modos de produção vigentes, sugerindo um olhar sobre os aspectos arquitetônicos, técnicos e o normativos sobre os quais também é necessário intervir.

Autores:

Dr. Arq. Emilio Tomas Sessa

Mag. Arq. Pablo Alejandro José Ruiz

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de La Plata
Argentina

Email: emiliosessa@hotmail.com;

pruiz@fau.unlp.edu.ar

Palabras clave: Vivienda, adaptabilidad, bloque manzana, tejido, ciudad.

Keywords: Housing, adaptability, block, fabric, city.

Palavras-chave: Habitação, adaptabilidade, bloco, fábrica, cidade.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Sessa, E. T., & Ruiz, P. A. J. (2022). La casa y la ciudad: Arquitecturas residenciales adaptables. Ciudad y vivienda frente al desafío contemporáneo. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 18–31.

<https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.12015>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 – MAY 2023

PÁG. 18 – 31

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.12015>



INTRODUCCIÓN

«Los cambios de uso son los modos por el cual las viviendas y las ciudades se adecuan a los cambios económicos y sociales que se producen en distintas épocas y lugares». (Browne, 1978:81)

Las viviendas en las ciudades y las formas de vida que prometen son parte constitutiva del funcionamiento de las sociedades, con registros particulares en cada caso y cada momento histórico. Además de estudiarlas, evaluarlas, definir las, calificarlas, es posible y necesario proponer formas de organizar su mutación y crecimiento permanente, lo que debe estar asociado a la búsqueda de igualdad social y ofrecer posibilidades de acceder al espacio en todas sus dimensiones: íntimas, privadas, semipúblicas y públicas, sosteniendo diversas configuraciones de la estructura del hábitat, siendo la integración urbana soporte fundamental de la integración social.

Por cantidad, calidad y significado en el cuerpo social y en la organización de la ciudad, la arquitectura residencial es uno de los elementos generadores de la ciudad y, como tal, uno de sus componentes más complejos.

El 80 % del espacio construido de las ciudades es de vivienda; ello obliga a una necesaria reflexión sobre la densidad y sus formas en función de optimizar la construcción progresiva de arquitectura de vivienda urbana.

El sentido de morada que otorga la casa, más allá de sus valores espaciales y patrimoniales, al articularse en la organización urbana, constituye la esencia y sustancia fundamental de la ciudad y una de las medidas del grado de estabilidad de la sociedad.

En esa dirección, el hábitat social de hoy es el ambiente urbano del futuro que se construirá según cambios progresivos apoyados en la potencia y posibilidades de las propuestas actuales.

En el amplio panorama que la diversidad del tema ofrece, hay espacio para plantear alternativas que exploren la relación entre casa, edificio y ciudad proponiendo formatos tipológicos alternativos que consideren la inclusión de temas en la búsqueda de resultados integrales dirigidos a la construcción de un hábitat pleno.

También es cierto que las ciudades no dejan de ser productos originales, dando lugar a la entrada de «opiniones o voluntades arquitectónicas» particulares o

personales, sin que por ello dejen de ser parte constitutiva de un resultado compartido que mejorará el resultado de cada parte, en la búsqueda de una ciudad intensa que a la vez se «esponje», dando lugar a la entrada de «naturaleza culturizada» como capital social indispensable para sostener la convivencia que la vida doméstica comunitaria demanda.

La utilización de posibles configuraciones proyectuales posibilita previsualizar organizaciones arquitectónicas y urbanas como instrumento de verificaciones críticas de potenciales actuaciones en el campo de la ciudad real.

Como pieza urbana genérica del tejido urbano, el bloque manzana cuenta con capacidades potencialmente disponibles para transformarse en «unidad de referencia, una forma de unidad residencial» que impulse el sentido de pertenencia, el uso común y solidario del espacio, fomentando una dimensión social que aliente el encuentro como forma de optimizar la convivencia.

La sustentabilidad de la ciudad está ligada al aprovechamiento de recursos existentes, considerando que, si bien no es posible pensarla desde nuevo, es necesario pensarla nuevamente.

Anidan en estas definiciones, la aceptación del concepto de que, en gran medida; la ciudad se construye a partir de iniciativas e inversiones privadas pero que sus resultados son públicos, siendo factible la organización de esas iniciativas en función de un resultado que estructure la construcción de viviendas en piezas urbanas, encontrando un equilibrio entre calidad y cantidad del resultado.

La morfología de manzana y determinados tipos residenciales existentes funcionan como referencia de las experimentaciones proyectuales que se presentan.

El material de trabajo, y por lo tanto material de proyecto, atiende tres aspectos que contribuyen al soporte del tema:

- La vivienda, módulo básico para la vida individual y familiar.
- Las piezas residenciales en unidades de la escala de manzana, incluyendo el loteo como una condición de la realidad a considerar.
- El tejido urbano como resultado de los componentes anteriores y de la condición de la ciudad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los criterios utilizados se encuadran en la investigación proyectual: se considera al proyecto de arquitectura como instrumento para la generación de conocimiento, estableciendo variables e indicadores que refieren a sus diversos aspectos, para luego trabajar selectivamente sobre aquellos que resulten de interés a la investigación. A diferencia del abordaje del proyecto dentro de la práctica profesional, donde se deben resolver todas las variables, el recorte selectivo de las mismas para su estudio permite intensificar la mirada y proponer soluciones que intenten ser superadoras de los parámetros establecidos.

La utilización de posibles configuraciones proyectuales permite previsualizar organizaciones arquitectónicas y urbanas como instrumento de verificaciones críticas de potenciales actuaciones en el campo de la ciudad real.

Se trata de una aproximación teórica y práctica, un abordaje no lineal, en el cual se superponen momentos de exploración proyectual con instancias de verificación crítica de los resultados. El estudio de casos se realiza, según sea necesario, sobre elaboraciones propias emergentes de la investigación o sobre proyectos ajenos, construidos o no, que revistan interés en alguna de las variables consideradas.

El material de trabajo se establece a partir de los siguientes parámetros:

- La manzana regular: entendida como soporte físico y legal sobre el que se produce el proyecto, el ámbito de intervención es la manzana característica de la ciudad pampeana dentro de la provincia de Buenos Aires. En estas ciudades, la trama regular heredada de las Leyes de Indias produce un damero de dimensiones cercanas a los 100 m de lado entre límites de calles, el cual se subdivide en lotes de entre 7 y 12 m de ancho con profundidades variables según su cercanía a las esquinas. La referencia inicial es una manzana de 120 x 120 m de la ciudad de La Plata, Argentina.
- El lote: unidad mínima de subdivisión de la manzana. Dentro del lote se produce la intervención privada individual que, por agregación, produce el conjunto de la manzana y, a su vez, conforma parte del tejido urbano.
- Criterios de regulación: asumiendo la condición de producción del tejido urbano residencial mediante intervenciones individuales sucesivas, la propuesta de regulación establece dos franjas ocupables, liberando un sector central y el fondo del lote. El progra-

ma se estratifica en cocheras en el subsuelo, planta baja destinada a funciones mixtas y accesos, y niveles superiores de vivienda.

- El proyecto: elaboraciones realizadas en instancias previas de la investigación, referidas principalmente a operaciones volumétricas y programáticas sobre la manzana y su implementación en el tejido urbano, constituyen la referencia sobre la que se avanza en la definición del proyecto de la unidad de vivienda.
- La casa: interesan dentro de su definición las condiciones organizativas y tipológicas referidas a la flexibilidad, versatilidad y posibilidad de reconfiguración, y consideraciones sobre sus posibilidades normativas. En esta instancia se generan intercambios con otras líneas de la investigación abocadas a los aspectos tipológicos, técnicos y normativos que deben ser abordados.

Estos parámetros definen el recorte de las variables del proyecto en los que se encuadra la investigación, pudiendo tomar casos de referencia más amplios pero enfocándose en estos aspectos del problema.

El material emergente de las elaboraciones proyectuales presenta:

- Esquemas volumétricos en la definición del tejido urbano, el bloque manzana y los espacios públicos y semipúblicos.
- Cortes en la escala de la manzana para la definición de la escala de los espacios y la estratificación programática.
- Esquemas planimétricos para la definición tipológica y organizativa de las unidades de vivienda y de su coordinación en el loteo de la manzana.
- Esquemas planimétricos para la definición de diversas formas de ocupación del espacio construido de la manzana.
- Montajes aéreos y peatonales. Los primeros para establecer la inserción de la propuesta en el tejido urbano y los segundos para la cualificación de los espacios resultantes.

RESULTADOS

1. La versatilidad en la vivienda colectiva. Fundamentos – Problema

Si bien el tema de la vivienda individual y colectiva aparece como problema de la arquitectura a comienzos del siglo XX y ha tenido un gran avance a lo largo del mismo, la producción de unidades de vivienda

dentro de las lógicas del mercado sufrió un estancamiento en lo cualitativo, en su capacidad de responder a los cambios de la sociedad y a la aparición de nuevos tipos de formatos de convivencia.

Se ha normalizado un tipo de producción de viviendas que alcanzó su desarrollo a mediados del siglo XX, basado en una serie de *dispositivos* del habitar diurno (estar-comedor), habitar nocturno (dormitorios) y servicios (cocina y baño), cada uno con un repertorio limitado de características respecto de sus proporciones y dimensiones mínimas, amoblamiento, y características de iluminación y ventilación acordes a un ideal de calidad del hábitat que se corresponde con la familia tipo de matrimonio en primeras nupcias, preferentemente con dos (hasta cuatro) hijos de edades cercanas entre sí, todo esto sujeto a un imaginario social instalado en la cultura durante mucho tiempo. Esta tipificación se dio en Argentina, en gran parte como consecuencia de la promulgación de la ley de Propiedad Horizontal, que propició la aparición del tipo edilicio del mismo nombre, reemplazó a la Casa de Renta y permitió la propiedad individual en vivienda colectiva bajo régimen de condominio y espacios comunes, lo que llevó a una progresiva reducción de las superficies de la planta y a una tipificación de los espacios según la lógica de la oferta inmobiliaria.

A esta limitación adaptativa de la vivienda se le agrega la dificultad económica tanto para el acceso a la vivienda propia como para el traslado de una vivienda a otra, necesidad que muchas veces surge solamente de la incapacidad de las unidades de acomodarse a los cambios de las demandas funcionales y espaciales y no de la voluntad de movilizarse (por motivos personales, grupales, familiares, etc.) no condicionada por estas circunstancias.

La rigidez tanto en la organización como en las dimensiones de las unidades, y por lo tanto de los espacios requeridos, produce dificultades en los modos de habitar que se pueden observar en situaciones muy cotidianas y repetidas en la sociedad.

En muchos casos se prolonga la convivencia de los hijos con sus padres hasta edades relativamente avanzadas, con frecuencia porque se continúa con los estudios, o en incipientes instancias laborales, tiempo durante el cual se vuelve cada vez más distante para los estratos medios (y más aún para los estratos inferiores) la posibilidad de acercarse a las condiciones necesarias mínimas para el acceso a los sistemas de crédito, y en ocasiones también para el acceso al alquiler formal (debido no solo a los costos, sino muchas ve-

ces a las garantías requeridas). Esta situación ocasiona un cambio en las necesidades tanto de espacio como de independencia y privacidad a medida que se transita la adolescencia y los años posteriores a la misma.

Asimismo, se presentan dificultades cuando los adultos mayores que necesitan cuidados propios de una edad avanzada conviven con sus hijos y nietos, puesto que sus requerimientos abordan cuestiones no solo de privacidad sino de tiempos diferentes, accesibilidad, etc., por fuera de los momentos en los que se comparten ámbitos. Esta ejemplificación no es taxativa, pero intenta ser ilustrativa de situaciones concretas que definen la problemática a abordar.

Propuesta

La situación general previamente enunciada se encuadra en tres órdenes de problemas:

- Imaginarios personales y colectivos que condicionan las características de la demanda y, por lo tanto, los tipos de espacios para el desarrollo de la vida cotidiana que el mercado está dispuesto a ofrecer.
- Problemas técnicos constructivos derivados de una manera de construir básicamente estática en el tiempo y de considerar que otras formas alternativas acarrean necesariamente un incremento en los costos. Esto no significa que no existan las tecnologías adecuadas, sino que la forma de utilizarlas en la producción cotidiana (la técnica) no aprovecha al máximo sus posibilidades.
- Problemas técnicos normativos que, desde los indicadores jurídico-institucionales: códigos urbanos, de edificación y usos del suelo, condicionan las características de las dependencias de las unidades privadas, y desde lo dominial (ley de Propiedad Horizontal) dificultan la adaptabilidad de estas en el tiempo.

Los imaginarios de las personas forman parte del acervo cultural, son una condicionante sobre la cual no se puede operar de forma directa, y constituyen casi siempre un impedimento para materializar formas del habitar que no se encuadren en los parámetros que estos establecen. Para abordar este aspecto del problema se propone indagar sobre formas de producción de las viviendas que tengan la suficiente versatilidad para albergar ámbitos propicios para el desarrollo de las actividades que sean compatibles con estos imaginarios y, al mismo tiempo, ámbitos que no respondan a dispositivos preestablecidos, como una forma de producir una aceptación gradual

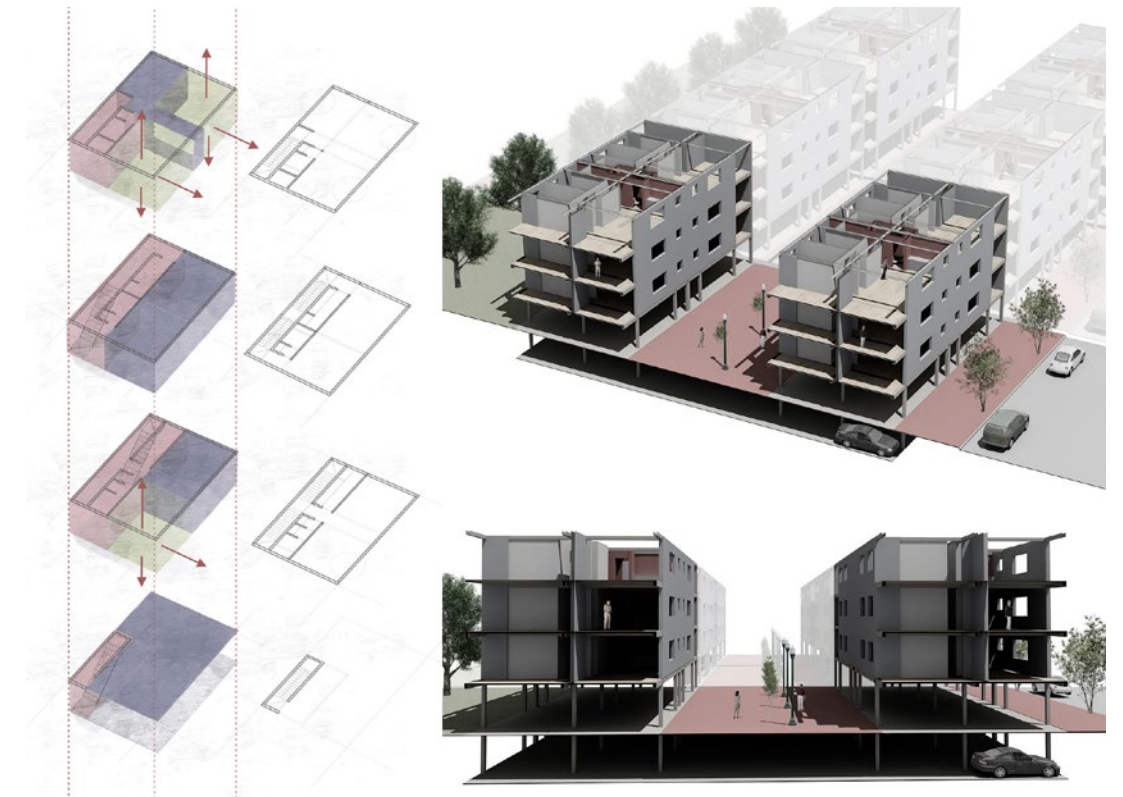


FIGURA 1 | Prefiguración espacial-dimENSIONAL de la casa y alternativas de reconfiguración; estructura de la pieza manzana. Fuente: elaboración propia.

en la población de nuevas formas que puedan generar nuevos imaginarios.

Los aspectos técnicos constructivos tienen que ver con la definición de los elementos estructurales permanentes y los subsistemas que permitan la mutación de las unidades privadas en el tiempo y, a su vez, la definición de los criterios de intervención sobre los sectores de instalaciones que hagan factible una mayor facilidad de modificación de las mismas.

Los aspectos técnicos normativos delimitan cuestiones referentes a la definición de condiciones mínimas de habitabilidad de los espacios, que trasciendan las restricciones de la planta en cuanto a superficies y dimensiones mínimas, o condiciones de ventilación e iluminación, y que incorporen nuevos aspectos, como regulaciones proporcionales en el corte, relaciones entre espacios contiguos, etc., para permitir, entre otras cosas, un mayor aprovechamiento del metraje cúbico de la edificación. Por otro lado, encuadran consideraciones sobre la propuesta de nuevas herramientas legales que amplíen las posibilidades actuales sobre la propiedad de la vivienda.

Estas cuestiones desarrolladas se enfrentan a otro orden de dificultades cuando se trata de vivienda colectiva debido a una limitación intrínseca, que es la imposibilidad de incorporar crecimientos (las alternativas que se planteen son de completamiento), por la obvia razón de ser colindantes con otras unidades de vivienda. Esta situación podría encontrar una excepción en las unidades de planta baja y del último nivel, aunque aquí la restricción es de orden formal, ya que el actual régimen de propiedad horizontal establece limitaciones a las operaciones en planta baja y azotea e igualmente en la envolvente del edificio (esta última considerada como espacio común), y sujeto al acuerdo del resto de los copropietarios.

Los modelos de vivienda elaborados en distintos momentos de la investigación que se presenta se proponen desde instancias de desarrollo tipológico, en configuraciones de los espacios habitables mínimos, que promuevan la versatilidad (flexibilidad, crecimiento, decrecimiento, reconfiguración), sometida a consideraciones respecto de marcos normativos y aspectos técnicos constructivos. Toda la producción

de vivienda es atravesada finalmente por una cuestión transversal a cualquier propuesta, y es la incorporación de las mismas a las dinámicas posibles de la producción del tejido urbano y la construcción de la ciudad (Fig. 1).

2. La casa

Una definición académica de la vivienda sería la de «módulo residencial»; sin embargo, desde el sentido social del hombre común, la definición más apropiada sería la de «casa». Como ya se ha planteado, en ambos casos hablamos de aquel espacio que, sin importar cómo haya sido concebido, permite al hombre organizar su *lugar para vivir*. Como tal, está atravesado —desde el otorgamiento de sentido de morada, de refugio, de lugar propio para la vida íntima y privada— por su compromiso con la propuesta general del formato edilicio, de la pieza arquitectónica y de su rol coherente con la construcción de piezas arquitectónicas y del espacio público urbano.

La casa tiene más significado arquitectónico y carga referencial que otros sitios, es el espacio más sentido, el «lugar». Provee amparo y no es solo un proyecto arquitectónico, tiene perfiles filosóficos, psicológicos, sociológicos y antropológicos. A ese respecto, es materia de estudios transdisciplinarios, dado que las ideas y las formas de habitar son diversas.

Merece ser interpretada como una entidad —como un objeto de espacios complejos—, concebida en forma abstracta y habitada en forma práctica, acomodada a la experiencia de quien la habita y diariamente reordenada según experiencias de la vida doméstica, *como cada uno quiere*, respondiendo a necesidades particulares.

Este es un momento de gran dinámica y diversidad propositiva y productiva, pero poco solidario, y por ese motivo hoy no sería factible hacer un *tratado*. Sin embargo, es necesario intentar encontrar la dialéctica de la relación de partes a partir de la aceptación de diferencias, incorporando desde el interior de la disciplina, por un lado, el necesario ordenamiento entre conciencia crítica y creatividad y, por el otro, los *gustos particulares* que se presentan diversos, orgánicos y cambiantes (Fig. 2).

En ese sentido, se deben considerar los ámbitos apropiados para alojar diferentes unidades de convivencia:

- Diversas formas individuales, grupales, familiares, etcétera.

- Diversas actividades de el o los miembros.
- Condiciones de adaptabilidad y calidades personales en la forma y lenguaje final del espacio.

Quizá las mejores casas sean las que soportan las condiciones que los hombres les imponen y no las que imponen condiciones que los hombres soportan, siendo necesario reformular los estándares dimensionales, pasando de las medidas producidas por el mobiliario mínimo a la consideración de múltiples adaptaciones, en relación con la posibilidad de obtener espacios de características particulares y personales del usuario.

La noción de habitar, que se concreta en un espacio «neutro», debe posibilitar la concreción de «lugar», siendo el usuario quien establece la calidad de la cosa, poniendo los adjetivos y transformando el espacio en lugar adaptado a sus características personales, familiares o grupales.

El mejor diseño es el que posibilite la utilización de la totalidad del espacio, sin lugares residuales, con dimensiones ambientales y estructurales apropiadas, así como las concentraciones de puntos duros o fijos.

Son parámetros fundamentales, en las modelizaciones que se presentan:

- las relaciones arquitectónicas surgidas del tipo edilicio con la propuesta general
- la obtención del máximo espacio útil
- la concentración de servicios
- la creación de dobles orientaciones y ventilaciones cruzadas
- obtener condiciones de privacidad e intimidad en la propia unidad y entre ellas
- posibilitar el funcionamiento bipolar de la unidad, con las condiciones que el mismo genera,
- conseguir un espacio libre propio de condiciones nobles,
- la unidad debe, funcionando como vivienda colectiva, obtener condiciones semejantes a las de la calidad ambiental de vivienda unifamiliar con terreno propio a partir de: articular relaciones y separaciones espaciales en horizontal y vertical, contar con espacio libre propio, favoreciendo las privacidades visuales y acústicas, para controlar las relaciones de vecindad y mantener el espacio urbano como referencia del sistema público,
- facilitar la accesibilidad y adaptabilidad a incorporaciones de servicios y equipamientos.



FIGURA 2 | Organización de células. Fuente: elaboración propia.

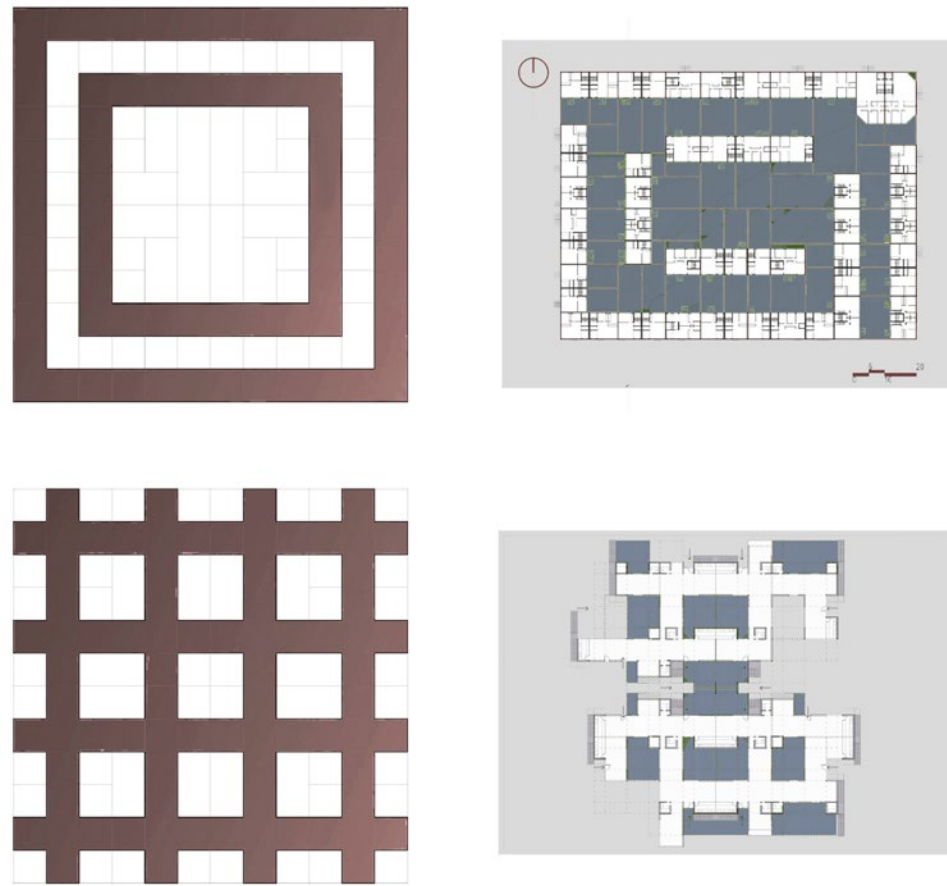


FIGURA 3 | Alternativas de organización en piezas urbanas: línea-trama. Fuente: elaboración propia.

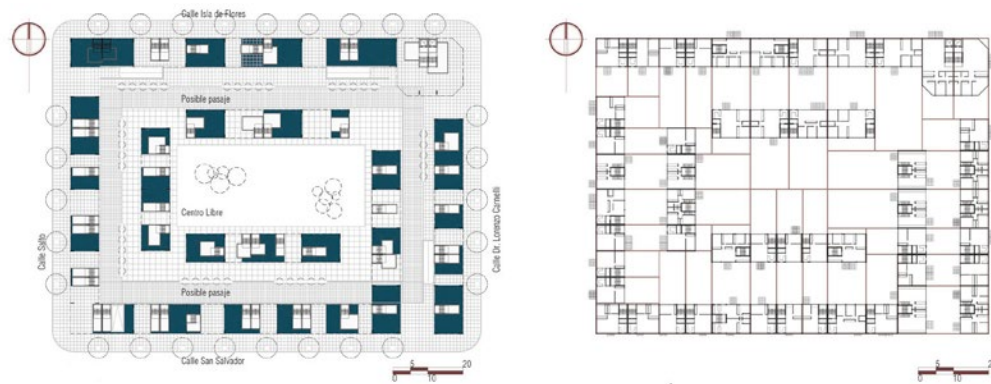


FIGURA 4 | Configuraciones de manzana residencial. Espacio residencial y semipúblico. Construcción progresiva lote a lote. Fuente: elaboración propia.

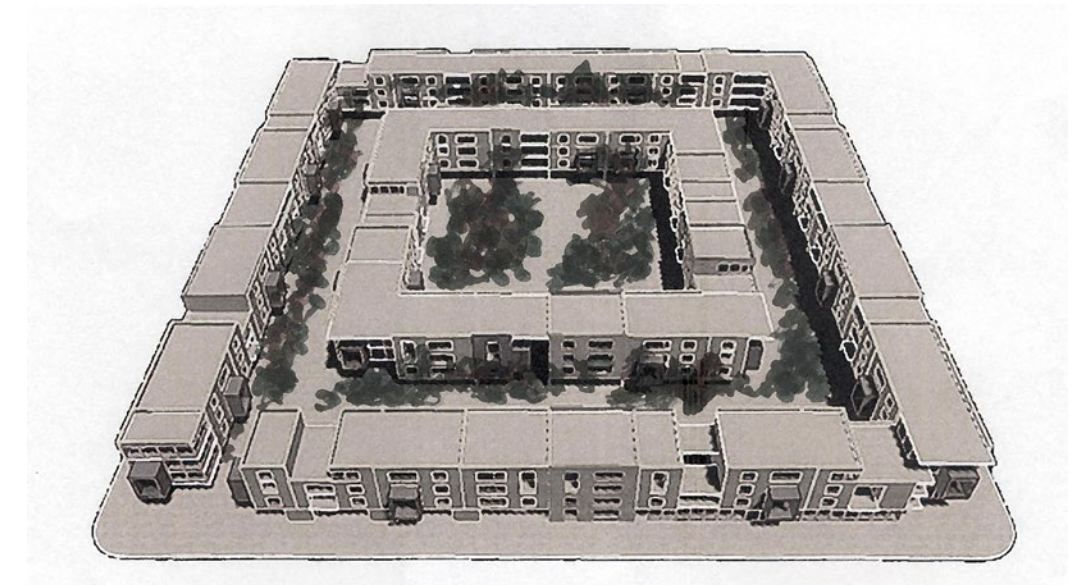


FIGURA 5 | Prefiguración del bloque manzana. Fuente: elaboración propia.

También se trata de proponer una nueva arquitectura para albergar viejos y nuevos hábitos y demandas. En ese sentido, la prefiguración o preconcepción, desde determinadas condiciones, debe ser seriamente reformulada en función de un juego dialéctico entre condiciones transitorias y permanentes.

Los procesos de los grupos familiares determinan las modificaciones y el crecimiento de la vivienda según patrones de evolución y cambios de composición y funcionamiento de personas o grupos familiares. Sin duda, la mejor casa es la que se adapta al usuario, otorgando diversas percepciones sobre lo temporal, móvil y polisémico del espacio residencial. Esto hace necesario potenciar aquellas soluciones que faciliten procesos dinámicos.

La orientación actual del tema en cuanto a determinantes de diseño es a partir de dimensiones ambientales y funcionales, ordenadas para una articulación de uso para familias tipo, según áreas públicas, privadas y de servicios, en las que las dimensiones surgen del ordenamiento del mobiliario y de los elementos que lo componen.

3. Pieza manzana

Uno de los componentes universales que, según diversas formas, está presente en el desarrollo de la historia de la ciudad, es el «bloque manzana». El mis-

mo toma como unidad de análisis para explorar —a partir de la construcción de modelos— los posibles comportamientos de la estructura espacial y su funcionamiento arquitectónico, ajustado a la propuesta urbana que se plantea. Considerando que la vida privada que alberga la vivienda y el espacio público, dotado de equipamientos y servicios comunitarios, son los componentes básicos de la «residencia urbana». (Fig. 3)

La manzana, como organización planimétrica, es una entidad definitoria de la estructura urbana. Por estar construida según edificios independientes asentados en lotes de pequeñas dimensiones, pocas veces se constituye como un bloque homogéneo. Es necesario el avance sobre algunas orientaciones de los edificios a implantar, sujetos a propuestas comprometidas con ordenamientos de espacios públicos, centros de manzana y absorción de necesidades funcionales de escala residencial urbana, preguntándose por la configuración urbana de espacios y formas, como fase necesaria para llegar a la definición del objeto.

La manzana puede transformarse en «unidad de referencia», una forma de unidad residencial que impulse el sentido de pertenencia, el uso común y solidario del espacio, que cree una dimensión social para alentar el encuentro como modo de optimizar la convivencia.



FIGURA 6 | Prefiguración del tejido resultante. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 7 | Imágenes tentativas. Fuente: elaboración propia.

Se trata de operar incorporando también las condiciones de la ciudad existente; la conformación de la cuadrícula y de la manzana tomada como resultado de la composición compleja de componentes que incluyen, además de la forma propia, las calles, las esquinas, la división del suelo, la propiedad privada de la tierra, las leyes del mercado, las tipologías de edificación posibles (Figs. 4 y 5).

4. Tejido residencial

Es condición importante, en el proceso de construcción de la ciudad, estudiar formas factibles de configuración de la masa de arquitectura que da forma al tejido urbano. En nuestras ciudades, las áreas más consolidadas, así como aquellas en vías de consolidación o de extensión, se definen a partir de diferentes piezas arquitectónicas que devienen conformaciones urbanas.

En la mayoría de las ciudades de diversas dimensiones de la región, el resultado urbano del contexto es resultado de la extensión de intervenciones parciales e inconexas; sumatoria de intervenciones producto de decisiones particulares multicausales sin probabilidades ni intereses de construir un paisaje urbano consecuente surgido de alguna intención urbano-arquitectónica sostenible.

La configuración respecto de la construcción de un tejido residencial «coherente» puede surgir de actuaciones privadas de diferentes dimensiones que direccionen piezas urbanas consolidadas en relación con una voluntad arquitectónica transformadora, innovadora, que oriente las intervenciones.

En algún sentido, se trata de desafiar la «cultura mercantil» en función de una conducta relacional responsable de la construcción de la ciudad con el Estado como orientador, impulsor y sostén de la iniciativa en el tiempo. Para ello, la «forma urbana» debe ser un indicador establecido como demanda en cada caso en la dirección de entender la configuración de lo urbano residencial como función social, un bien común; tal vez como fue planteado por Arturo Enrique Sampay en la Constitución Argentina reformada en 1949: «La propiedad privada no es inviolable ni siquiera intocable sino simplemente respetable a condición de que sea útil no solamente al propietario sino a la colectividad».

Entendido como proyecto urbano de dimensiones extendidas, la construcción concreta del tejido residencial promete una «dimensión cultural urbana» que debería apoyarse en la proposición de la forma y del lenguaje arquitectónico sostenido en el tiempo, encontrar el equilibrio entre las direcciones convenientes en cada caso con intervenciones personales, particulares y fragmentadas, encontrar los soportes constitutivos en cada caso (Fig. 6).

CONCLUSIONES

La hipótesis de implementación de la propuesta implicaría el estudio de modelos de gestión para el caso y, como correlato, la búsqueda de nuevos instrumentos normativos. Los mismos deberían articular la coexistencia de propiedad privada de las parcelas con sectores cedidos al uso público, en cuanto a las pequeñas intervenciones, siendo viables gestiones que consideren la unificación de parcelas, las que pueden ser impulsadas por libre iniciativa o por actuación del Estado u otras instituciones.

Las aplicaciones de los resultados podrían estar dirigidas a flexibilizar y/o readaptar los parámetros urbanísticos y arquitectónicos que permitan adecuar las soluciones a la propuesta, explorar lineamientos conceptuales y metodológicos de instrumentos regulatorios que definan algunos parámetros arquitectónicos y el perfil urbano.

La gestión necesaria para implementar este tipo de actuaciones implica la necesidad de ser conjuntamente desarrolladas por actores del ámbito público y del privado; este último interviniendo desde participaciones individuales o asociadas. En todos los casos, «el Estado» u «organizaciones intermedias» son actores imprescindibles.

Una conclusión emergente de los estudios de los modelos propios desarrollados es el aumento de demanda de superficies y dimensiones parciales de las unidades de vivienda. Esto implica dimensiones y diseños de la estructura arquitectónica que resuelvan la necesaria continuidad, amplitud y facilidad de cambios en el espacio doméstico. Las condiciones tecnológicas de arquitectura y mobiliario no escapan a la consideración anterior.

Se comprueba la necesidad de cierta flexibilidad en los parámetros urbanísticos y arquitectónicos. La investigación que fundamenta esta propuesta admite prefigurar modelos que orienten la exploración de lineamientos —conceptuales y metodológicos— de instrumentos regulatorios que permitan orientar la problemática de arquitectura residencial a partir de un replanteo de las formas actuales de indicadores y normativas, o su reemplazo por otras formas de organización de la producción arquitectónica y urbana (Fig. 7). ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWNE, E. (1978). *El uso de las ciudades y las viviendas*. Ediciones SIAP.
- GALFETTI, G. G. (1997). *Pisos Piloto. Células domésticas experimentales*. Gustavo Gili.
- HABRAKEN, N.J. (2000). *El diseño de soportes*. Gustavo Gili Reprints.
- LITPA (LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN TEORÍA Y PRÁCTICA ARQUITECTÓNICA) (1991–1993). *Degradación y Subutilización de estructuras habitacionales en el casco urbano de la ciudad de La Plata*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de la Plata. 11/U12.
- LITPA (LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN TEORÍA Y PRÁCTICA ARQUITECTÓNICA) (1996–1998). *Alternativas de optimización del desarrollo de la estructura habitacional en el casco urbano de la ciudad de La Plata*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de la Plata. Código 11/U021.
- LITPA (LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN TEORÍA Y PRÁCTICA ARQUITECTÓNICA) (1998–2001). *Alternativas para la estructura habitacional. El casco urbano de la ciudad de La Plata*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de la Plata. 11/U48.
- LITPA (LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN TEORÍA Y PRÁCTICA ARQUITECTÓNICA) (2001–2005). *Arquitecturas Urbanas Residenciales. Modelos Experimentales. Parámetros e indicadores emergentes*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de la Plata. 11/U53.
- LITPA (LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN TEORÍA Y PRÁCTICA ARQUITECTÓNICA) (2006–2009). *Adaptación de Modelos Residenciales en áreas en vías de consolidación en ciudades intermedias. El caso de la ciudad de La Plata*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de la Plata. 11/U84.
- LITPA (Laboratorio de Investigación en Teoría y Práctica Arquitectónica) (2006–2009). *Arquitectura Residencial y renovación urbana en áreas de oportunidad. Exploraciones sobre la vivienda y el espacio público en vacíos urbanos de la región Gran La Plata*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de la Plata. 11/U82.
- LORENZO, P.F. (2015). *Hacia una Vivienda Abierta Concebida como si el Habitante Importara*. (Tesis doctoral). Diseño Editorial.
- LLEÓ, B.; SAMBRICIO, C.; EMVS (Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo) (2006). *Informe Habitar*. EMVS.
- MARTÍN LÓPEZ, L. (2016). *La casa crecedera. El crecimiento de la vivienda con innovación europea y economía de medios latinoamericana*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.
- MOZAS, J.; OLLERO, Á.S.; PER FERNANDEZ, A. (2015). *Why Density?* a+t architecture publishers.
- SESSA, E.T. (2021). *Vivienda y Ciudad: Nuevas Tipologías Residenciales Urbanas*. Edulp.
- TATJANA SCHNEIDER, J.T. (2007). *Flexible Housing*. Architectural Press.
- ZANNONI, E.A. (2015). *Código Civil y Comercial*. Astrea.

NORMATIVA

- LEY 13512/1948. Régimen de Propiedad Horizontal, 1948.
- DECRETO REGLAMENTARIO 18734 de la Ley 13512 de Propiedad Horizontal, 06/08/1949.



Un sueño común. Plan de rehabilitación de la Ex estación de tren Pelicana. Valle del Elqui, Chile



ESP La exestación de trenes de Pelicana es una edificación en tierra cruda que se encuentra ubicada en la localidad de Pelicana, en el Valle del Elqui. En el marco de una investigación de maestría y gracias al proyecto de investigación DICYT Semilla (1) de la Universidad de Santiago de Chile, se planteó llevar a cabo una propuesta de rehabilitación de este espacio que se encuentra abandonado, revalorizándolo y poniéndolo al servicio de las necesidades del sector. El estudio llevado a cabo respondió a las características de una investigación de tipo proyectiva, cuyos eventos de estudio fueron: el deterioro arquitectónico y las necesidades de espacio comunal. Se aplicaron instrumentos de investigación para el diagnóstico crítico de patologías del inmueble y para el conocimiento de necesidades de espacios comunes por parte de la población local, resultados analizados con técnicas de tipo cualitativa y cuantitativa respectivamente. A partir de estos resultados preliminares se diseñó la propuesta de rehabilitación que abarca programas de espacios deportivos, de estudio, de paseo y de encuentro. De la investigación se concluye en el desarrollo de un plan de rehabilitación arquitectónica de una edificación arraigada en la sensibilidad, la historia e identidad de una localidad, que ha sido consultada acerca de sus necesidades e intereses en cuanto a la rehabilitación de este espacio, es un plan que tiene ganada altamente la factibilidad, la permanencia y vigencia en el tiempo, lo que garantizaría la permanencia de los valores arquitectónicos implícitos en la edificación.

ENG **A common dream. Rehabilitation plan for the former Pelicana train station. Valle del Elqui, Chile** Architectural rehabilitation plan for an earthen building, based on the needs of communal spaces in a locality. Study case former Pelicana train station. Valle del Elqui, Chile.

The former Pelicana train station is a earthen building that is located in the town of Pelicana in Valle del Elqui. Within the framework of a master's degree research and thanks to the research project DICYT Semilla (1) of the the Universidad de Santiago de Chile, it was raised to carry out a proposal for the rehabilitation of this abandoned space, revaluing it and putting it at the service of the needs of the sector. The study carried out responded to the characteristics of a projective type investigation, whose study events were: architectural deterioration and the needs of communal space. Research instruments were applied for the critical diagnosis of pathologies of the property and for the knowledge of the needs of common spaces by the local population, results analyzed with qualitative and quantitative techniques, respectively. Based on these preliminary results, the rehabilitation proposal was designed, which includes programs for sports, study, walking and meeting spaces. The investigation concludes in the development of an architectural rehabilitation plan for a building rooted in the sensitivity, history and identity of a locality, which has been consulted about its needs and interests in terms of the rehabilitation of this space, it is a plan that has highly gained feasibility, permanence and validity over time, which would guarantee the permanence of the implicit architectural values in the building.

POR **Um sonho comum. Plano de reabilitação da Ex- estação de trem Pelicana. Vale do Elqui, Chile**

A ex- estação de trens de Pelicana é uma edificação em terra crua que se encontra localizada na localidade de Pelicana no Vale del Elqui. No âmbito de uma pesquisa de mestrado e graças ao projeto de investigação *Semilla Dicyt* (1) da Usach, foi proposta a execução da reabilitação deste espaço, o qual encontra-se abandonado, revalorizando o e colocando-o a disposição das demandas do setor. O estudo realizado respondeu às características de uma investigação projetual cujos eventos de análise foram: a deterioração arquitetônica e as necessidades de espaço comunitário. Foram aplicados instrumentos de pesquisa para o diagnóstico crítico das patologias do imóvel e para o conhecimento das necessidades de espaços de uso comum para a população local. Os resultados foram analisados com técnicas de tipo qualitativa e quantitativa respectivamente. A partir dos resultados preliminares foi projetada a proposta de reabilitação que compreendeu espaços esportivos, de estúdio, de passeio e de encontro. Da investigação conclui-se que no desenvolvimento de um plano de reabilitação arquitetônica de uma edificação ancorada na sensibilidade, na história e na identidade de uma localidade, que foi consultada sobre suas necessidades e interesses enquanto a reabilitação desse espaço é um plano que têm garantida a viabilidade, a permanência e a vigência no tempo, o que garante a preservação dos valores arquitetônicos implícitos na edificação.

Autora:

Mg. Arq. Catalina Leiva Argandoña
Facultad de Arquitectura y Ambiente Construido
Universidad de Santiago de Chile
Chile

Co-autores:

Dra. Liuba Alberti Zurita

Dr. Carlos Muñoz Parra

Facultad de Arquitectura y Ambiente Construido
Universidad de Santiago de Chile
Chile

Dra. Arq. Natalia Jorquera

Facultad de Ingeniería, Departamento de
Arquitectura
Universidad de La Serena.
Chile

Mg. Arq. Carolina Valdés Rojas

Facultad de Arquitectura y Ambiente Construido
Universidad de Santiago de Chile
Chile

Email: catalina.leiva.a@usach.cl; liuba.alberti@gmail.com; carlos.munoz.p@usach.cl; natalia.jorquera@arquitectura.cl; carolina.valdes.r@usach.cl

Palabras clave: Rehabilitación arquitectónica, construcción en tierra, deterioro en inmuebles, espacios comunales, estación ferroviaria.

Keywords: Architectural rehabilitation, earthen construction, deterioration in buildings, communal spaces, railway station.

Palavras-chave: Reabilitação arquitetônica, construção em terra, deterioração em imóveis, espaços comunitários, estação ferroviária.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Leiva Argandoña, C., Alberti Zurita, L., Muñoz Parra, C., Jorquera, N., & Valdés Rojas, C. (2022). Un sueño común: Plan de rehabilitación de la exestación de tren Pelicana. Valle del Elqui, Chile. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 32-45. <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11828>

(1) Dicyt Semilla N° 092090MP_ARQ. Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación Universidad de Santiago de Chile.



ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 - MAY 2023 | PÁG. 32 - 45 | ISSN IMPRESO 1853-2365 | ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11828>

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación arquitectónica es un tema de vital importancia para la arquitectura actual, más aún cuando se trata de edificios valiosos y significativos para sus comunidades. Esta importancia se acrecienta cuando se refiere a arquitectura vernácula en tierra, pues, ante el avance tecnológico y el devenir del pensamiento contemporáneo, el riesgo a desaparecer que tiene esta arquitectura es alto, por lo que, en estos casos, actuar a tiempo es una tarea urgente.

La arquitectura en tierra ha sido empleada por innumerables pobladores y culturas, en distintas regiones del mundo, como una respuesta a las necesidades de hábitat y, en su devenir, ha configurado no sólo el espacio urbano que la contiene, sino también saberes y conocimientos de invaluable interés.

Lo que caracteriza a este tipo de arquitectura es:

1. La favorable manera en que se adapta al medio en el que se emplaza.
2. El modo en que es llevada a cabo, generalmente desarrollada con la participación activa del mismo usuario, apoyado por la comunidad.
3. La aplicación de sistemas constructivos heredados ancestralmente, cuyas técnicas e instrumentos terminan por dar carácter e identidad a estas construcciones (Morilla y Fermin, 2015).
4. Su carácter sustentable, sostenible y amigable con el ambiente.

En Chile se conocen rastros de arquitectura en tierra cuyos orígenes se remontan al período precolombino, tales como la Aldea de Tular, la Aldea de Ramaditas y el Pukara de Turi. El uso de esta materialidad tuvo continuidad en el período colonial —evidenciado en las numerosas casonas de la época que aún permanecen en pie— y se mantuvo vigente durante los primeros años del período republicano.

Sin embargo, durante la mayor parte del siglo XX, este tipo de construcción en tierra cruda se asoció a la pobreza y al retraso tecnológico, lo que llevó a una desvalorización progresiva (Lacoste, Premat y Bulo, 2014). El descrédito se evidenció en una serie de acciones que terminaron redundando en su invisibilización y riesgo de desaparición, como muestra, por ejemplo, la insistencia en esconder el sistema constructivo, disfrazando las fachadas con terminaciones en otras materialidades; la sustitución de la casa de tierra por la casa de hormigón; y, en muchos casos, el abandono de edificaciones, lo que conllevó al inminente deterioro,

en algunos casos, hasta la demolición, lo que supone un gran retroceso histórico, pues en muchos casos se trataba de inmuebles de valiosa cuantía que bien podrían haber sido reparados y rehabilitados.

Los problemas que suelen atribuirse a las edificaciones vernáculas en tierra y que sumaron a esta desvalorización social, han estado fundamentalmente asociados a temas como la durabilidad. Al ser la tierra un material en bruto, de baja capacidad de flexión, torsión y tracción, que, si no pasa por un proceso de estabilización previo a su uso como material de construcción, enfrenta un mayor riesgo de degradación ante el agua y el viento. Esto conlleva a daños severos, como el que se produce en el adobe —ladrillo en tierra cruda— el cual, debido a estos agentes, corre el riesgo de agrietarse y hacer colapsar la estructura, lo que sin duda representa una problemática para quienes habitan en este tipo de edificaciones.

Sin embargo, estas situaciones bien pueden subsanarse y saldarse así la deuda producto del descrédito. Es evidente que los prejuicios asociados a la materialidad de la arquitectura en tierra obstaculizaron su regulación y desarrollo, punto que se ve reflejado en, por ejemplo, la escasez de mano de obra capacitada y la lentitud en el avance tecnológico para el progreso de estos sistemas, lo que se traduce en realidades como el hecho de que esta mano de obra haya pasado de ser un saber extendido a ser mano de obra especializada, reflejados en elevados costos de construcción que, en muchos casos, sobrepasa los del hormigón o del ladrillo (Hernández, 2016; Guillén, 2015).

En compensación a esta problemática, desde mediados del siglo pasado se comenzó a investigar y a desarrollar proyectos para visibilizar las bondades, potencialidades y beneficios de este tipo de construcción, generando un esfuerzo por revalorizar y rescatar la arquitectura en tierra, buscando atesorar las técnicas de estos sistemas constructivos tradicionales y que, visto desde la perspectiva de la resiliencia y adaptación al contexto que posee, significan un importante apoyo social y medioambiental. Sin embargo, a pesar de los avances, es importante indicar que estos estudios de conservación y revalorización de la arquitectura en tierra no han alcanzado a todas las regiones y, en muchos casos, no ha permeado hasta sus pobladores, por lo que es posible que, si no se atienden estos temas con celeridad, pronto se habrá

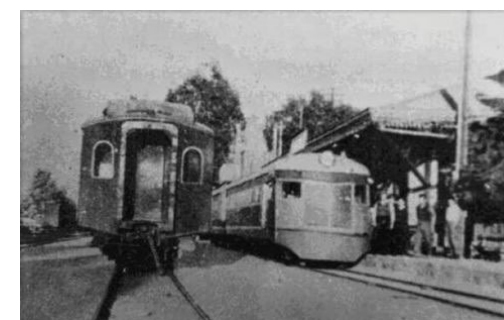


FIGURA 1 | Foto histórica del tren elquino, coche de pasajeros y automotoras Edwards en Vicuña. Fuente: Amigos del tren.



FIGURA 2 | Foto histórica de estación del tren elquino. Fuente: Amigos del tren.

perdido un número importante de edificaciones con alto valor patrimonial, así como el conocimiento de los sistemas constructivos contenido en ellas.

La ex estación de trenes de Pelicana es un edificio de inicios del siglo XX, ubicado dentro de una extensión de terreno cercana a los 1900 m², construido con una técnica conocida como pandereta, que consiste en una tabiquería de madera rellena con adobe. Se encuentra en la localidad de Pelicana, en la provincia del Valle del Elqui, en la región centro-norte de Chile.

En su momento, la estación formaba parte del recorrido por el que pasaban los trenes del ramal La Serena-Rivadavia (Figuras 1 y 2). El objetivo del Ferrocarril Elquino era generar una vía que, comenzando en La Serena, ascendiera hacia el oriente siguiendo el curso del río Elqui hasta llegar al poblado de Rivadavia. Se unían así las localidades de la región a través de tramos. En el año 1975, luego de una serie de incidentes y accidentes, la compañía concesionada Ferronor decidió desmantelar las vías del ramal y suspender completamente los servicios, dejando a su suerte muchas de las estaciones.

En la actualidad, la ex estación se encuentra abandonada, en un estado de avanzado deterioro, lo que evidencia en una degradación importante a diversas escalas, tanto a nivel estructural como en sus muros y techumbre. Pese a lo desatendido del inmueble, se mantiene en pie parte de la construcción, pero corre el riesgo de desmoronarse, sobre todo ante la posibilidad de un movimiento sísmico de magnitud considerable, como los que suelen ocurrir en la región (Araya *et al.*, 2020).

La situación es además preocupante debido a que en este tipo de espacios abandonados y eriazos se suele generar el desarrollo de otras afecciones. Es conocido, y los ejemplos abundan, que hay quienes ingresan a estos sectores para refugiarse y hacer moradas precarias, aun cuando no son espacios habilitados para permanecer. Son espacios que, si no se atienden, se convierten en nicho para el consumo de alcohol, sustancias ilícitas, depósito de basura y de necesidades biológicas. Es decir, fácilmente se pueden convertir en un factor que redunde en mayor ocurrencia y proliferación de delitos, causando sensación de inseguridad en residentes y transeúntes, disminución de satisfacción mental sostenida en el tiempo por parte de los habitantes, mayor depresión, estrés y ansiedad y, a largo plazo, aumentar la temperatura del aire y del ozono troposférico por causas medioambientales. Es decir, culminan por tornarse en puntos conflictivos, como ha ocurrido en ciudades vecinas, en las que los inmuebles en abandono terminan siendo ocupados por personas en situación de calle.

En el caso de la comunidad de Pelicana, esta realidad no llega aún a ese punto de conflicto, pero la idea es ser preventivos y atender la situación antes de que sea crítica.

LA LOCALIDAD DE PELÍCANA

Se trata de un poblado ubicado en el Valle del Elqui, en la región de Coquimbo. Corresponde a una superficie aproximada de 30,3 km², geografía que comprende una faja semiárida y que, según el censo de 2017, cuenta con un total de 358 habitantes y 128 viviendas.



FIGURA 3 | Mapa de espacios comunes de la localidad de Pelicana. Fuente: elaboración propia.

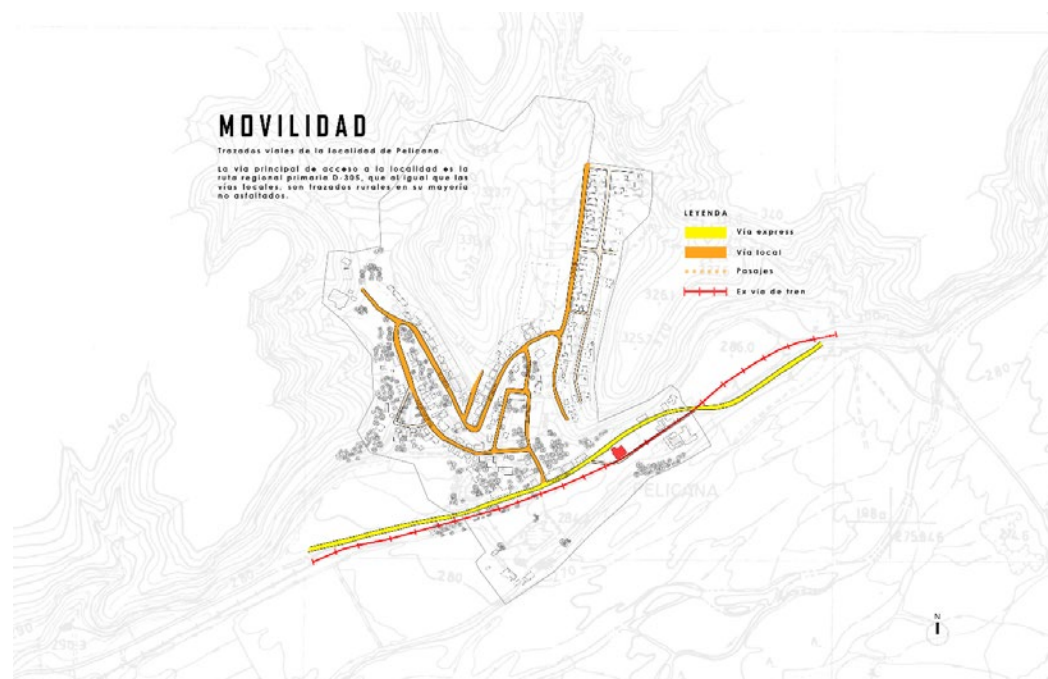


FIGURA 4 | Mapa vial de la localidad de Pelicana. Fuente: elaboración propia.

El sector se caracteriza por presentar un clima estepario, gran sequedad atmosférica y cielos limpios. Los cerros aledaños forman un paisaje estrecho que, dentro de la provincia, se van mezclando entre los viñedos, la agricultura y con el turismo. Como se aprecia en la Figura 3, la localidad de Pelicana cuenta con acotados espacios para el encuentro comunal. Entre ellos están la Plaza Pelicana y la Junta de Vecinos local. Estas áreas comunales son zonas abiertas que no acogen a los habitantes para la realización de actividades grupales, por lo que la comunidad requiere de un espacio que le brinde la posibilidad de desarrollar actividades tales como las recreativas, reuniones vecinales, talleres y cursos para la capacitación, negocios locales, entre otras.

La ex estación se encuentra en la vía principal de la localidad, como se puede observar en la Figura 4; es de fácil acceso y cumple con las características ideales para el desarrollo de las actividades que necesita y reclama la comunidad.

OBJETIVOS

En el marco de esta investigación proyectual, se planteó como objetivo general diseñar un plan de rehabilitación arquitectónica para la ex estación de trenes de Pelicana basado en el estudio de las necesidades de espacios comunales que presentaba la localidad. Este objetivo llevó a realizar, en primer lugar, un diagnóstico del estado de deterioro de la ex estación y, luego, la identificación de las necesidades de espacios comunales que la localidad de Pelicana anhela y desea, todo lo cual condujo finalmente a diseñar un plan de rehabilitación para la ex estación en el Valle del Elqui, cuya intencionalidad estuvo vinculada a exaltar temas como:

- La construcción en tierra y la importancia de proyectos realizados con materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o reciclables, entregando a su vez un espacio de visibilidad a los diferentes sistemas constructivos en tierra utilizados en el territorio.
- La arquitectura participativa, trabajos en donde se pudiera generar un diálogo entre diferentes actores, resaltando la voz a la comunidad para que así el diseño arquitectónico pueda ser entendido como un proceso continuo de interacción.
- La rehabilitación, por la importancia del rescate de inmuebles para la reutilización de una estructura en desuso, fomentando el reciclaje de edificaciones.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

El estudio llevado a cabo correspondió a lo que se conoce como investigación de tipo proyectiva, en virtud de que su objetivo fue diseñar un plan de rehabilitación arquitectónica con la intención de entregar una solución a ciertas situaciones puntuales, pasando por un proceso previo de investigación diagnóstica de patologías constructivas del inmueble y de las necesidades que, respecto de espacio comunales, tiene la localidad de Pelicana. Desde el punto de vista del diseño tenemos que, según el origen de los datos, la investigación fue de fuente mixta, puesto que hubo objetivos cuyos datos fueron recogidos de documentos —como el caso del edificio, considerado en esta investigación como un documento susceptible de ser leído— y de otras de fuentes vivas —como las consultas a los miembros de la comunidad—. Con referencia a la temporalidad, la investigación aludió a un diseño transeccional, ya que se trató del estudio de un momento puntual de historia del edificio. Y en cuanto a los eventos, la investigación fue multivariable porque atendió a dos eventos: el deterioro y las necesidades de espacios comunales.

Población y muestra

La población a la que aluden los resultados de esta investigación contempla, para el primer objetivo, estrictamente al edificio de la ex estación de Pelicana y, en un segundo objetivo, a la comunidad de Pelicana, población que alcanza a 329 personas.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos: 1) En el primer objetivo se empleó la guía de observación del Proyecto Coremans, que aplica para que se realicen observaciones y análisis de las materialidades del inmueble previo a la intervención, con fines diagnósticos. 2) Para el segundo objetivo específico, que buscó identificar las necesidades de espacios comunales que la localidad de Pelicana en el Valle del Elqui anhela y desea, se usó una guía de entrevista diseñada para hacer la consulta respecto de las necesidades de espacio comunal que tiene la comunidad; y además se implementó un cuestionario, que es parte del proyecto de investigación DICYT Semilla, destinado a consultar el nivel de compromiso de la comunidad con la posible rehabilitación de la ex estación de trenes.

Técnicas de análisis de datos

Las técnicas de análisis aplicadas para esta investigación fueron de enfoque cualitativo y cuantitativo, es decir, los datos del primer objetivo específico se recogieron y se expresaron en códigos verbales y, en el segundo objetivo específico, el procesamiento de las encuestas y el cuestionario se codificaron numéricamente y se procesaron con técnicas de estadística descriptiva de frecuencia y porcentajes.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Actualización diagnóstica de la ex estación de trenes de Pelicana

En julio de 2021 se agregaron acotaciones al diagnóstico previamente realizado por Lamas y Olivares (2021) a partir de un análisis visual llevado a cabo en terreno, a modo de actualización y complemento, siguiendo el modelo de diagnóstico sugerido por el Proyecto Coremans (2017).

Análisis general

1. Materiales y daños que presenta el caso de estudio

Materiales que posee: adobe, madera, alambre, zinc, revoque de tierra y pintura.

Materiales agregados: se encuentran en intervenciones puntuales y mínimas como, por ejemplo, arreglos de revoque con lo que pareciera ser cemento y agregados de madera para reparar agujeros en el cielo exterior.

Daños

- **Adobe:** ausencia de este y erosión de elementos.
- **Madera:** ausencia de elementos y presencia de agentes biológicos, como colonias de termitas o aves en busca de anidación.
- **Alambre:** caída, movimiento y/o ausencia del elemento por la misma ausencia del relleno en cuestión, vale decir, el adobe.
- **Zinc:** ausencia de elementos.
- **Revoque de tierra:** erosión y lesiones por causas antropológicas, como grafitis, escritos y tallados.
- **Pintura:** erosión y lesiones por causas antropológicas, como grafitis, escritos y tallados.

Se observaron, además, daños biológicos causados por agentes xilófagos, nidos de avispas en muros y pañal de abejas bajo el entramado de madera en suelos.

Al interior se advirtieron vestigios de uso por parte de moradores, como ropa, basuras y, por último, se comprobó en una de las habitaciones la presencia de líquido combustible en entramado de suelo.

A nivel de instalaciones (Figuras 5 y 6), se notó que la edificación no contaba en ese momento con instalaciones hidrológicas, es decir, no poseía instalaciones de tipo hidráulica sanitaria, evacuación de aguas, instalación eléctrica ni de climatización.

En cuanto a la techumbre, se pudo ver el desplome lateral de alero.

Se observó también que, al parecer, la estación contaba con un cuarto húmedo y un circuito eléctrico externo que se encontraba ahora deteriorado e inutilizable.

Con respecto a las terminaciones (Figuras 7 y 8), en las fachadas se apreciaron rayados, suciedad por depósito, humedad, erosión y, por tanto, fisuras y algunas grietas. Al interior se logró ver humedad, fisuras y falta de elementos. A pesar de ello, las terminaciones, como el revoque, se encontraban muy bien adheridos y lograron soportar el paso del tiempo, de las acciones naturales y antrópicas.

De todo ello se pudo concluir que:

A nivel estructural (Figuras 9 y 10), el inmueble presenta daños, como falta de elementos, deterioro por razones naturales y antrópicas, pero no se advierten deformaciones mayores, a excepción de la techumbre.

Necesidades de la comunidad de Pelicana

La representante de la Junta de Vecinos de Pelicana comentó que la localidad es un pueblo familiar, es decir, se encuentra conformado por grupos de familias que han estado desde los inicios de la comunidad y que, desde entonces, no ha entrado gente externa a vivir en el pueblo. La dirigente comunal afirmó que la necesidad que presenta la comunidad es la de un espacio cultural y un patrimonio arquitectónico que la represente como localidad y especificó que para sus pobladores prima la de un espacio dirigido a los niños más que para el turismo, negocios u otros fines.

Luego de la conversación con la representante comunal, se realizaron encuestas a la comunidad mediante visitas casa por casa. Se consultó a 22 habitantes de la localidad, quienes amablemente respondieron al cuestionario sobre necesidades comunales. Las personas plantearon expresamente la necesidad de



FIGURA 5 | Vista espacio interior. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 6 | Vista espacio interior. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 7 | Patología en cielorraso. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 8 | Patologías en revoques. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 9 | Desplome lateral de alero en techumbre. Fuente: archivo propio.



FIGURA 10 | Vista externa. Fuente: archivo propio.

¿Está usted de acuerdo con que esta edificación sea rehabilitada?

22 respuestas

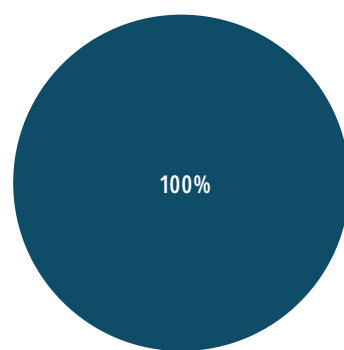


FIGURA 11 | Gráfico sobre rehabilitación de la Ex Estación de trenes de Pelicana, resultados cuestionario de compromiso. Fuente: elaboración propia.

En caso de que algunas de estas edificaciones fuese seleccionada para una rehabilitación que resalte su valor como patrimonio vernáculo ¿estaría dispuesto a participar en alguna de las siguientes actividades?

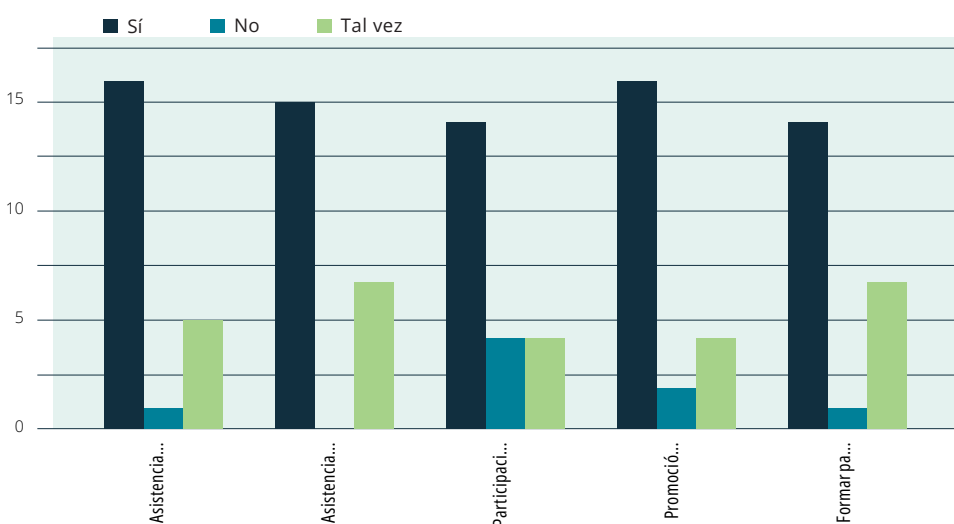


FIGURA 12 | Gráfico sobre participación, resultados cuestionario de compromiso. Fuente: elaboración propia.

espacios para el desarrollo deportivo de los niños. A pesar de que actualmente cuentan con una cancha de fútbol en tierra, apenas demarcada, los niños requieren una pista y multicancha donde entrenar y recrearse, pues recientemente se ha concretado una escuela de patín carrera llamada «Pelicana sobre Ruedas» en la que están inscritos alrededor de 30 niños, comprometidos incluso a nivel competitivo, pero que carecen de espacio adecuado para entrenar.

En cuanto a la encuesta sobre compromiso, se vieron resultados favorables para el rescate participativo del inmueble y para el aprendizaje de técnicas de construcción en tierra, ya que los habitantes mostraron en su totalidad estar de acuerdo con que la edificación en cuestión sea rehabilitada (Figura 11). En este sentido, la colectividad se mostró dispuesta a asistir a charlas, conversatorios y foros sobre patrimonio arquitectónico vernáculo en tierra, a concurrir a talleres de formación de rescate de técnicas para la rehabilitación de arquitectura vernácula en tierra, participar activamente en la restauración (como mano de obra) de la edificación seleccionada, promocionar el valor patrimonial de la edificación y formar parte del comité de promoción de declaratoria de la edificación seleccionada para ser reconocida como patrimonio chileno (Figura 12).

Conclusión de los aspectos investigativos

Del análisis arrojado por el diagnóstico de patologías realizado a la ex estación de tren Pelicana, se puede concluir que actualmente el inmueble presenta daños variados y un nivel importante de deterioro en su fachada e interiores. Sin embargo, su estructura no se ha visto comprometida y, prácticamente, no tiene daños por sismos, de modo que no posee deformaciones geométricas, ni desplomes, ni flexión, por lo que su rescate es posible y viable. Las razones de esta integridad estructural se deben a su sistema constructivo basado en tabiquería en madera rellena de adobe, lo que la hace muy resistente, a diferencia de las construcciones completamente de adobe, cuyos fallos por corte, tracción o flexión son más frecuentes.

Por otra parte, también se concluye que, a pesar del deterioro que presenta la ex estación de trenes de Pelicana, su rescate y rehabilitación son viables y es posible darle un nuevo uso como centro cultural, con espacios que abarquen una biblioteca y un área museológica, en tanto que, aledaño a la misma, pueda haber una multicancha equipada para ser utilizada

como escenario deportivo y/o recreativo, tal y como lo solicita la comunidad.

Finalmente, se concluye que la comunidad de Pelicana está muy cohesionada, muy sensibilizada con el tema, comprometida y desea rehabilitar la estación.

Propuesta técnica

La propuesta desarrollada para la rehabilitación de la ex estación de tren de Pelicana, buscó apoyarse en principios y fundamentos que rigen la autogestión, el desarrollo sostenible, el rescate de las tradiciones constructivas, así como el apego a las formas y estética del contexto en el que se ubica el edificio y la funcionalidad que alguna vez tuvo, relacionándolo con su identidad ferroviaria, disponiendo de elementos como vagones y la idea de circulación y conectividad del tren.

Este programa apunta a apoyar las principales necesidades de espacios comunales de los habitantes de la localidad de Pelicana, las que fueron detectadas en la fase investigativa y se resumen en: espacios para la cultura y el deporte que ayuden a poner en valor tanto el sistema constructivo en tierra como la historicidad del ferrocarril chileno, específicamente el del Valle del Elqui.

El criterio de intervención procura reconocer la importancia tanto en la estética como en la historicidad del inmueble en cuestión, de manera que se logre consolidar un nivel de protección adecuado para el inmueble, reemplazando aquellos elementos que se encuentren con mayor deterioro y adicionando nuevas partes para una novedosa concepción del espacio.

Ante ello, se plantearon aspectos claves para garantizar la preservación de la edificación preexistente desde un punto de vista identitario y como potencial de innovación. Es por ello que se propusieron, por un lado, criterios de intervención que nos permitieran comprender la arquitectura desde su historicidad y como soporte a la localidad y, por otro, criterios de diseño para el desarrollo consciente del proyecto, tomando en cuenta el impacto que podría generar sobre la dinámica local y del entorno próximo.

El plan se realizó siguiendo la normativa NCh 3332; 2013 sobre estructuras e intervención de construcciones patrimoniales de tierra cruda y los principios de las cartas internacionales que resguardan el patrimonio y espacio arquitectónico, como las Cartas de Venecia, México y Florencia.

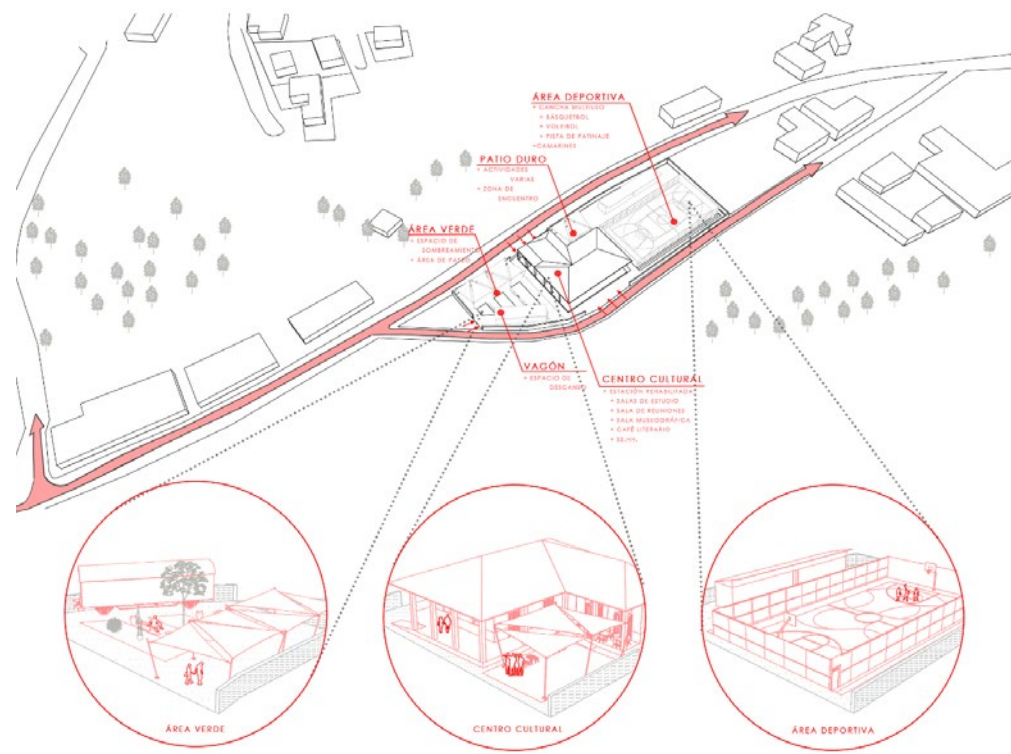


FIGURA 13 | Plan Maestro. Fuente: elaboración propia.

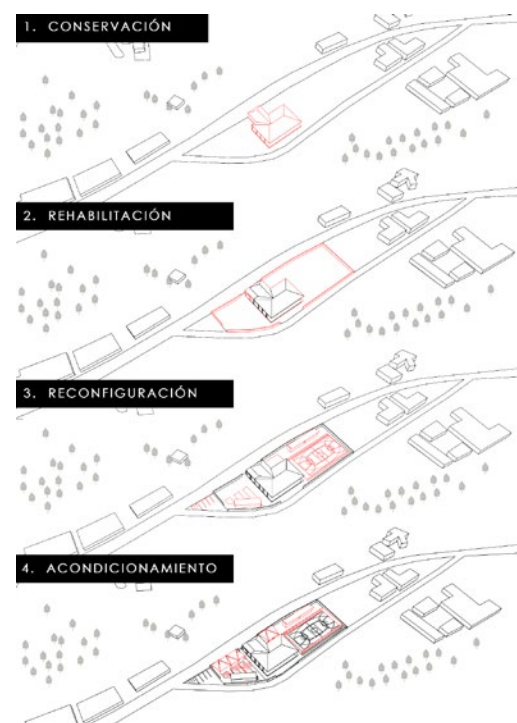


FIGURA 14 | Etapas del plan de rehabilitación. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 15 | Corte programático A-A'. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 16 | Corte programático B-B'. Fuente: elaboración propia.

El proyecto buscó mantener la personalidad del edificio en preexistencia, interviniendo de manera respetuosa y entregándole el protagonismo debido, aplicando materiales contemporáneos sólo de ser confirmada una buena compatibilidad que no produjera mayor deterioro.

La propuesta se desarrolló de manera diferenciadora, esto debido a que, a pesar de que se quería reproducir y replicar el sistema constructivo de la época en que fue edificado, no se podía reproducir la historia ni el alma del inmueble, lo que a su vez generaría un falso histórico, resultado que se deseó evitar. Es por ello que se optó por una propuesta de rehabilitación con connotaciones contemporáneas, siguiendo criterios de restauración como los planteados por Camilo Boito, expresados en términos como:

- Diferencia de estilo entre lo nuevo y lo antiguo.
- Diferencia de materiales de fábrica.
- Exposición con los elementos trastocados junto al monumento.
- Signo convencional o grabado con la fecha de la restauración.
- Inscripción explicativa sobre el monumento restaurado.
- Descripciones y fotografía de las diversas etapas del trabajo situadas en el mismo edificio o en sus cercanías (Albelo, 2017).

De este modo, el plan de rehabilitación se inscribió en las siguientes etapas (Figuras 13 a 16):

- 1) Resguardo: mantener el espacio y aquellos elementos a ser preservados por lo que significan, como su valor histórico, espacial, estéticos, entre otros.
- Cerramiento: levantamiento de un cerramiento exterior para delimitar el espacio por función de seguridad que, a su vez, dotará de equilibrio al espacio arquitectónico, para lo cual se dispondrá de una mixtura de materialidades entre el metal y la piedra, generando transparencias en distintos tramos.
- Estructura estación: mantener la estructura y el sistema constructivo de la estación, de manera de generar reparaciones puntuales para su conservación.
- 2) Rehabilitación: accionar para rescatar la imagen y estado del edificio a través de operaciones necesarias para recuperar la habitabilidad del espacio arquitectónico.
- Elementos estación: se restaurarán y se reemplazarán elementos del inmueble, como vanos, puertas, ventanas, pisos, techumbre y terminaciones.
- 3) Reconfiguración: volver a dar forma y propósito al espacio de alrededores disponiendo de nuevos elementos significantes para la identidad de la comunidad.
- Cancha multiuso: se implantará un escenario deportivo en el cual se pueda desarrollar una variedad de actividades, como la práctica de básquetbol, voleibol y patinaje.

- Vagones: se instalarán antiguos vagones de Ferrocarril para entregarles una nueva utilidad como complemento del conjunto deportivo.
 - Jardín: se diseñará un jardín sobre la base de la flora endémica de la región de Coquimbo, lugar para el encuentro y el descanso de la comunidad y visitantes del centro cultural.
 - Estacionamiento: se construirá un espacio para estacionamiento de vehículos y bicicletas.
 - Patio duro: será un espacio para el encuentro, el descanso y actividades recreativas.
- 4) Acondicionamiento: proporcionar condiciones adecuadas a los espacios del centro cultural dependiendo el fin de cada uno de estos.
- Centro cultural: en las diferentes salas se dispondrá de estanterías para libros, mesas de estudio, mesa de reuniones, computadores, objetos históricos, servicios higiénicos y cocina con elementos de cafetería.
 - Techo tenso-estructura: se dispondrá de estas estructuras para el sombreado en patio duro y jardín.
 - Vagones: se acondicionarán como camarines, con servicios higiénicos y casilleros.
 - Mobiliario urbano: se colocarán graderías, sillas y mesas de café, sillas y mesas de ajedrez (opción), asientos de antiguas pilastras, entre otros.

CONCLUSIÓN

Más allá de los resultados alcanzados en cada uno de los objetivos de la investigación, lo anteriormente expuesto sirvió como base para el reconocimiento de un bien cultural de invaluable valor que se encuentra en riesgo de desaparición y cuya atención en esta investigación busca no solo dar respuesta a las necesidades de la comunidad donde se emplaza sino, además, poner la mirada en el trato y atención que estamos dando a construcciones que bien podrían constituir parte de nuestro patrimonio resguardado.

Así, se puede concluir que el desarrollo del plan de rehabilitación propuesto procura poner en valor la arquitectura en tierra y elevar el patrimonio arquitectónico de Chile, incorporando de manera activa a su comunidad, la que será, finalmente, quien garantice, para la historia, su perennidad y buen uso. ✎

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBELO, J. (2017). *Los criterios de restauración de Viollet-le-Duc, Ruskin y Boito*. Croma Cultura. <https://www.cromacultura.com/restauracion-viollet-le-duc-ruskin-boito/>
- ARAYA, R.; LA PAZ, C.; CANIHUANTE, G.; PORTILLA, P.; TORO, A.; GUERRA, C. Y MUÑOZ, C. (2020). *Memoria y olvido: al rescate del patrimonio a través del lente*.14. https://www.museohistoricolaserena.gob.cl/sites/www.museohistoricolaserena.gob.cl/files/images/articles-95296_archivo_01.pdf
- GUILLÉN, P. (2015). *Arquitectura de Tierra. Limitaciones constructivas*. Issuu. https://issuu.com/winog.marzal/docs/guill_n_marzal_pablo_arquitectura
- HERNÁNDEZ. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/107822>
- HURTADO, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Fundación Sygal.
- INN (2013). Estructuras - Intervención de construcciones patrimoniales de tierra cruda - Requisitos del proyecto estructural. eCommerce INN. 25 de octubre de 2013, NCh3332. <https://ecommerce.inn.cl/nch3332201345840>
- LACOSTE, P.; PREMAT, E. Y BULO, V. (2014). Tierra cruda y formas de habitar el reino de Chile. *Universum*, 29(1), 85-106. <https://doi.org/10.4067/S0718-23762014000100005>
- LAMAS, C. Y OLIVARES, V. (2021). *Deterioro y riesgo de desaparición del patrimonio ferroviario del Ramal La Serena - Rivadavia, Región de Coquimbo, Chile*. [Tesis de Pregrado, Universidad de La Serena]
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE DE ESPAÑA (2017). *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en la arquitectura de tierra*. <https://www.activatie.org/publicacion?743-Proyecto-COREMANS.-Criterios-de-intervención-en-la-arquitectura-de-tierra>
- Morilla, E. y Fermín, C. (2015). La apropiación del patrimonio vernáculo. *Arquitectura Vernácula Dominicana*. <https://arquitecturavernaculadominicana.wordpress.com/2015/12/13/la-apropiacion-del-patrimonio-vernaculo>

Pabellón experimental en Friburgo: Hacia una revalorización de la *argamassa* armada a través del Hormigón Textil



ESP Este artículo presenta la investigación conjunta realizada por un equipo¹ de arquitectos e ingenieros que trabajaron en Suiza y Brasil para explorar el potencial del Hormigón Textil atento a la actualización de la tecnología de «argamassa armada» desarrollada por el arquitecto brasileño João Filgueiras Lima (Lelé) en los años 1980. Desde 2016, este trabajo funciona bajo una plataforma multidisciplinar internacional que ha permitido un intercambio continuo de experiencias y conocimientos, así como el desarrollo de aplicaciones estructurales y arquitectónicas con vocación sostenible junto a nuevas metodologías pedagógicas mediante experiencias prácticas. El resultado de estos esfuerzos ha cristalizado en la construcción de un pabellón experimental en Hormigón Textil en Friburgo, Suiza, que integra los conceptos de construcción ligera desarrollados con detalle por Lelé en el pasado e intenta renovar las tecnologías de prefabricación del siglo XX a las posibilidades actuales.

ENG **Prototype pavilion in Friburgo: towards an upgrade of argamassa armada through Textile Reinforced Concrete**

This article describes a partnership between architects and engineers researching in Switzerland and Brazil around innovative experiences on Textile Reinforced Concrete, which aim at the upgrade of the “argamassa armada” technology developed by Brazilian architect João Filgueiras Lima, Lelé in the 1980's. Since 2016, this research is developed upon knowledge exchange and new pedagogical approaches by means of construction workshops and hands-on student activities which result in update of twentieth century prefabricated technologies within a sustainable and contemporary framework, materialized by a Textile Reinforced Concrete Prototype Pavilion built in Friburgo, Switzerland.

POR **Pavilhão experimental em Friburgo: Para uma revalorização da argamassa armada a través do Concreto Têxtil**

Este artigo apresenta a investigação conjunta realizada por uma equipe de arquitetos e engenheiros que trabalharam na Suíça e no Brasil para explorar o potencial do Concreto Têxtil (HT em espanhol), focando na atualização da tecnologia da “argamassa armada” desenvolvida pelo arquiteto brasileiro João Filgueiras Lima (Lelé) nos anos 1980. Desde 2016, este trabalho funciona como uma plataforma multidisciplinar internacional que permite o intercâmbio contínuo de experiências e conhecimentos, bem como o desenvolvimento de aplicações estruturais e arquitetônicas com vocação sustentável, junto às novas metodologias pedagógicas mediante experiências práticas. O resultado destes esforços tem se cristalizado na construção de um pavilhão experimental em HT, em Friburgo, Suíça, que integra os conceitos de construção leve desenvolvidos e aprimorados anteriormente por Lelé e tenta atualizar as tecnologias de prefabricação do século XX às possibilidades atuais.

Autoras:

Dr. Arq. y Urb. Sergio Kopinski Ekerman
Faculdade de Arquitetura
Universidade Federal da Bahia
Brasil
Arq. Patrícia Guaita
École Polytechnique Fédérale de Lausanne
Suiza

Email: sekerman@ufba.br;
patricia.guaita@epfl.ch

Palabras clave: Arquitectura, ingeniería, hormigón textil, prototipo, desarrollo sostenible.

Keywords: Architecture, engineering, textile reinforced concrete, prototype, sustainability.

Palavras-chave: Arquitetura, engenharia, concreto textil, protótipo, desenvolvimento Sustentável.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Kopinski Ekerman, S., & Guaita, P. (2022). Pabellón experimental en Friburgo: Hacia una revalorización de la argamassa armada a través del Hormigón Textil. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 46–55. <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11969>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 – MAY 2023

PÁG. 46 – 55

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11969>



1. Equipo de investigación: Patrícia Guaita, Sergio Kopinski Ekerman, Raffael Baur, Miguel Fernández Ruiz y David Fernández-Ordóñez

INTRODUCCIÓN

La «*argamassa armada*» es una tecnología de construcción desarrollada en Brasil durante la segunda mitad del siglo XX, inspirada en los trabajos en ferrocemento efectuados por Pier Luigi Nervi (Gargiani; Bologna, 2016:45). Las primeras realizaciones se dieron en São Paulo, en el Instituto de Arquitectura y Urbanismo de la USP/São Carlos, creándose posteriormente otro polo en Salvador de Bahía.

La técnica se caracteriza por la disposición de armaduras de malla de acero sobre elementos finos realizados con mortero. Alcanzó un alto nivel de aplicación industrial en la prefabricación a través del pensamiento y los proyectos construidos del arquitecto brasileño João da Gama Filgueiras Lima, Lelé (1932–2014) (Latorraca, 1999:32). Durante la década de 1980, Lelé diseñó, junto a un amplio equipo de técnicos, arquitectos e ingenieros, un sistema eficiente de piezas prefabricadas ligeras que podían ser utilizadas en diferentes escalas y contextos, desde el territorio urbano al rural. También se interesó en las distintas dimensiones sociales de los problemas a los que se enfrentaba (y todavía hoy se enfrenta) Brasil en aspectos como infraestructura, educación, salud y vivienda. La mayoría de los proyectos realizados por Lelé con *argamassa armada* en los años 80 se encontraba fundamentalmente en las regiones de Salvador (Bahía), Abadiânia (Goiás) y Río de Janeiro (Kopinski Ekerman, 2018:250).

El sistema propuesto evolucionó durante los '90 y la primera década del nuevo siglo e incorporó esquemas más complejos con elementos en acero. Se realizaron distintas experiencias constructivas originales en el Centro de Tecnología de la Red Sarah Kubitschek (CTRS), una fábrica en Salvador donde se produjeron 14 hospitales, además de otros edificios para muchos Estados brasileños. La técnica de la *argamassa armada* se mostró rápidamente como altamente eficiente y adaptable, pero, sin embargo, años después de su empleo, se observaron degradaciones importantes en los elementos contra las condiciones climáticas de ciudades como Salvador.

Desde 2016, un grupo interdisciplinar de investigadores y profesores de la École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suiza) y de la Universidade Federal da Bahia (Brasil) trabajan para actualizar la *argamassa armada* con las nuevas tecnologías disponibles, como el Hormigón Textil (HT), material que permite corregir muchas deficiencias de durabilidad y mantiene sus aspectos positivos y fiabilidad (Valeri; Fernández Ruiz; Muttoni, 2020). De esta manera, se ha procedido a

identificar en las experiencias de Lelé un amplio conjunto de posibilidades e inspiraciones para abordar y responder a las necesidades arquitectónicas y a las condiciones urbanas y sociales vinculadas a la creación de nuevos entornos sostenibles. Además, este trabajo se ha revelado como una oportunidad para explorar nuevas metodologías en la enseñanza interdisciplinar, entendiendo también la investigación como una forma de intercambio de conocimientos entre diferentes culturas.

ACTUALIZACIÓN, REUTILIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD – HORMIGÓN TEXTIL ESTRUCTURAL

Las piezas industrializadas construidas en *argamassa armada*, como las desarrolladas en las fábricas de Lelé de 1979 a 1989 en Salvador, Bahía y Río de Janeiro, tienen espesores delgados, en torno a los 20 mm. Las mismas se encuentran reforzadas con acero ordinario (acero al carbono y, por lo tanto, oxidable). Dicho acero se emplea mediante mallas galvanizadas electrosoldadas de 1,65 mm de diámetro, con distancia entre barras igual a 50 x 50 mm (Figura 1). Además, en zonas más solicitadas, se emplean barras de refuerzo, nuevamente, en acero convencional. Como mortero, se utiliza uno de grado CP11-32 según práctica brasileña (cemento Portland tipo II para clase de resistencia a la compresión igual a 32 MPa). Dicho mortero emplea una relación agua-cemento máxima de 0,40 para limitar la retracción y su consiguiente fisuración. En cualquier caso, las reducidas dimensiones de los elementos solo permitieron recubrimientos mínimos para las diferentes armaduras.

Tanto los diseños de Lelé como la producción en fábrica dieron como resultado un sistema de construcción ligero y bastante económico que permitió construir cientos de edificios prefabricados y equipamientos de infraestructuras (como escaleras públicas, escuelas y guarderías) en pocos años. Sin embargo, esta técnica de construcción ha mostrado problemas de durabilidad cuando las piezas se exponen a contextos climáticos exigentes, como los entornos marinos de Salvador una vez que las dimensiones muy finas y los recubrimientos reducidos no permitían suficiente protección al acero. Los sistemas de cubierta de las escuelas (Figura 2), por ejemplo, sometidos tanto a la lluvia y el sol como al ambiente marino, alcanzaron malas condiciones en tan solo 10–15 años después de su construcción.



FIGURA 1 | Encofrado y armadura de piezas en argamassa armada – viga de las «Escolas Transitórias» (1988). Fuente: Instituto João Filgueiras Lima.



FIGURA 2 | Escuela del barrio de Nova Brasília, Salvador, Bahía, Lelé (1986). Fuente: Instituto João Filgueiras Lima.

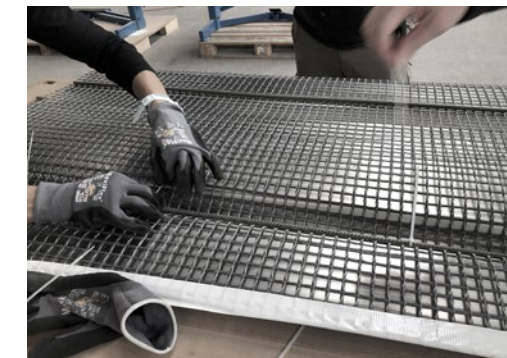


FIGURA 3 | Refuerzo con textil en fibra de carbono – HT Fotografía: Sergio Kopinski Ekerman.



FIGURA 4 | Pabellón experimental EPFL, Friburgo. Fotografía: Ana Carvalho.

Aunque fue posible sustituir algunos de los elementos más deteriorados, muchas de las fábricas originales que producían *argamassa armada* cerraron tras los cambios y ciclos políticos, en torno a la década de 1990. De hecho, Lelé trabajaría a lo largo de toda su carrera en la actualización de la tecnología, considerándola siempre como un proceso abierto y sin producir patentes específicas. Fruto de estas mejoras, Lelé propuso, por ejemplo, un proceso de curado mejor, así como el uso de fibras de acero inoxidable dentro del mortero para conseguir una superficie de hormigón menos sensible.

En este contexto, el HT puede identificarse como una evolución posible del concepto de *argamassa armada*. El HT es un material basado en el cemento cuya armadura consiste en tejidos de fibra de alta resistencia, como las fibras de carbono o de vidrio (Figura 3), y que no presenta problemas de corrosión. Puede observarse que el uso de armadura no corrosiva permite reducir los espesores de los recubrimientos (particularmente para ambientes agresivos), limitán-

dolos a valores estáticos mínimos. Esta condición abre la puerta a la construcción de estructuras duraderas, ligeras y delgadas, con elementos de 10 a 15 mm de espesor. Además, la cantidad de clínker en el cemento también puede reducirse notablemente, aumentando el carácter sostenible del material y reduciendo su huella de carbono, con empleo de volúmenes reducidos de mortero y con una cantidad inferior de clínker (FIB, 2018), creando así estructuras más sostenibles. Además, el uso de estructuras prefabricadas permite que el diseño sea desmontable y, por lo tanto, reutilizable, lo que incorpora en la construcción una dimensión que integra conceptos de economía circular.

La actualización de *argamassa armada* con la tecnología del HT fue explorada por los investigadores de este proyecto que, inspirados por una visita a Salvador en 2017 para estudiar los edificios y las fábricas de Lelé, iniciaron debates científicos permitiendo establecer una colaboración interdisciplinar. Estas discusiones mostraron claramente que la actualización de la tecnología de Lelé debe mantener también sus



FIGURA 5 | Detalle del pabellón experimental en HT, EPFL, Friburgo. Fotografía: Ana Carvalho.

fundamentos y conceptos básicos relacionados con la tecnología, el contexto y el impacto social. Así, el uso de piezas prefabricadas ligeras que pudieran ser fácilmente transportadas y montadas se identificó rápidamente como la forma más adecuada para incorporar la experiencia de la *argamassa* armada. De la misma manera, otro aspecto fundamental es la posibilidad de su aplicación en entornos constructivos donde se utiliza alta y baja tecnología, así como la posibilidad de implementar la autoconstrucción, la construcción evolutiva y la construcción de viviendas asequibles (FIB, 2011).

Como punto de arranque concreto, se comenzó a elaborar en 2016 una serie de piezas en la EPFL (Suiza) siguiendo distintos elementos desarrollados por Lelé para ser construidos en *argamassa* armada. Dicha experimentación, se realizó conjuntamente con estudiantes de arquitectura e ingeniería civil. El análisis de esta experiencia mostró que la idea de construir un pabellón prototipo en HT era necesario para entender el material a escala real. Debía verificarse que el cambio de escala era coherente y que los diferentes detalles constructivos y estáticos podían resolverse de manera satisfactoria.

A partir de 2019, a raíz de esta iniciativa, se erigió de manera evolutiva, entre 2019 y 2022, un pabellón en Friburgo (Suiza, Atelier Pop UP de la EPFL). Dicho pabellón (Figura 4) reúne una serie de aspectos del trabajo de Lelé con la prefabricación que integran los conceptos de ligereza, producción en serie, cantidades optimizadas de material, expresión arquitectónica adecuada y posibilidad de desmontar y remontar. Estos conceptos se actualizaron para adaptarse a las nuevas posibilidades que ofrece el HT y se desarrollaron en relación con el diseño y materialización del encofrado. El uso del refuerzo textil (malla de fibra de carbono en este caso), permite obtener piezas ligeras

que pueden ser transportadas por varias personas, sin necesidad de utilizar grúas ni equipos mecánicos. Al igual que la escuela rural transitoria de Abadiânia, que Lelé diseñó para ser montada y desmontada según la necesidad del movimiento poblacional de los trabajadores rurales en Brasil, el pabellón experimental en HT explora nuevas formas de técnicas de montaje y desmontaje. Aprovechando la condición abierta de los sistemas estructurales prefabricados, el pabellón en HT presenta su propio lenguaje de conexiones, realizado mediante tuercas y tornillos (Figura 5). Este sistema, más parecido de hecho a la construcción de acero que a la de hormigón, garantiza una completa reutilización. No solo puede montarse y desmontarse una estructura completa, sino que la sustitución y el mantenimiento de los elementos se realiza fácilmente mediante la sustitución de las piezas necesarias, característica que también apunta a la idea de tecnología y autonomía en la producción de viviendas dentro de los países más pobres (Terner, 1972:199). Además de estos aspectos, la actualización de la *argamassa* armada a la materialidad en HT permite evolucionar hacia un concepto de construcción mejor adaptada a los nuevos parámetros ambientales.

PEDAGOGÍA, INVESTIGACIÓN Y MULTIDISCIPLINARIEDAD

El impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes de arquitectura e ingeniería que participan en actividades prácticas de construcción durante los años de aprendizaje se encuentra ampliamente reconocido y documentado en investigaciones y estudios internacionales (Guaita *et al.*, 2021) y son una parte importante de los cursos de pregrado y posgrado. En Brasil, la idea del *canteiro experimental* (obra experimental) está establecida desde, al menos, 1996, cuando la ley de Directrices Educativas Nacionales de Brasil implantó la existencia obligatoria de laboratorios dedicados en las escuelas de arquitectura brasileñas. Más que un laboratorio de fabricación o construcción para la actividad práctica, el *canteiro experimental* debe «liberar y dar alas para que el estudiante cree, con mayor complejidad, una visión de su profesión, en relación con el interés humano respecto a la producción de conocimiento» (Ronconi, 2005:143). En otras palabras, el *canteiro experimental* brasileño refleja una propuesta pedagógica sobre cómo integrar los aspectos sociales, económicos y tecnológicos en la enseñanza de los estudiantes de arquitectura y urbanismo.

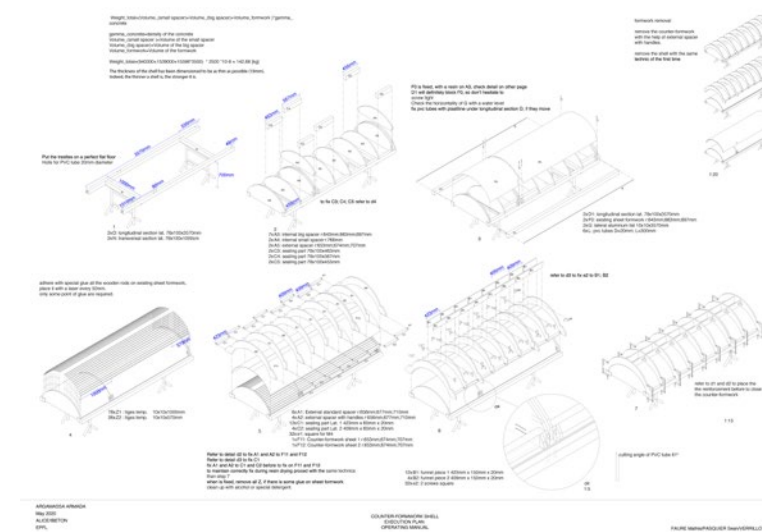


FIGURA 6 | Dibujos de los encofrados para la construcción de forjados en HT realizados en la UE «Argamassa Armada en Salvador de Bahía». Fuente: Patricia Guaita y Raffael Baur.



FIGURA 7 | Trabajo realizado en el curso UE «Argamassa Armada en Salvador de Bahía» en EPFL Lausana - ENAC/EPFL. Fotografía: Patricia Guaita.



FIGURA 8 | Trabajo realizado en el curso UE «Argamassa Armada en Salvador de Bahía» en EPFL Lausana - ENAC/EPFL. Fotografía: Patricia Guaita.

En este sentido, es importante señalar que el proyecto relativo a la actualización de la tecnología *argamassa* armada desarrollado por las escuelas de Suiza y Brasil pasa por un enfoque basado en la investigación y enseñanza a través del hacer. Esto permite que, gracias a experiencias físicas que incorporan prototipos a la escala real, se facilite una investigación en el hacer colaborativo con nuevos elementos. En todo caso, el aspecto social del trabajo de Lelé en Brasil también se potencia como punto de partida pedagógico, más allá de la producción y el pensamiento industrial que marcan el desarrollo técnico.

En la EPFL, el curso «Argamassa Armada en Salvador de Bahía», ofrecido a los estudiantes de tercer año de ingeniería y arquitectura, promueve la reinterpretación

de los elementos estructurales diseñados y construidos por Lelé. A través del diseño y la construcción de nuevos encofrados (Figura 6), el curso se desarrolla en forma de análisis e investigación empírica de la tecnología de *argamassa* armada mediante la fabricación de prototipos a escala real y el ensayo de elementos estructurales (Figuras 7 y 8). El encofrado se fabrica en chapa plegada de 1,0-1,5 mm, una tecnología ligera y fácil de desarrollar manualmente, que permite la producción en serie de piezas. Para el armado, se probaron diferentes tipos de mallas de fibra de carbono y vidrio, identificando a partir de estos ensayos los más prometedores (generalmente en fibras de carbono, ver Valeri *et al.*, 2020).



FIGURA 9 | Prototipo de un guarda bicicletas realizado en el curso «Prácticas em Tecnologias Inovadoras», FAUFBA, 2019. Fotografía: Sergio Kopinski Ekerman.

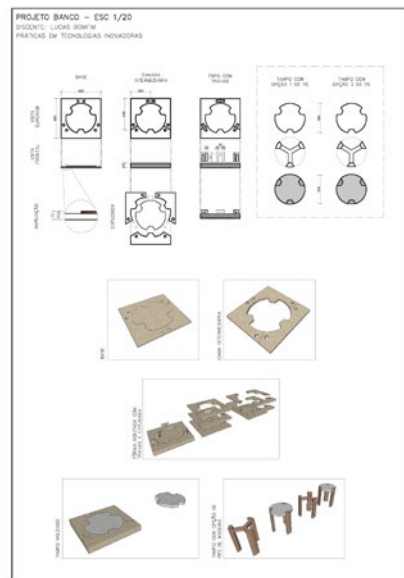


FIGURA 10 | Encofrado de un asiento en argamassa armada realizado en la router CNC – curso «Prácticas em Tecnologias inovadoras» – FAUFBA, 2019, estudiante Lucas Bomfim. Fuente: Sergio Kopinski Ekerman.

En Salvador, el curso «Prácticas em Tecnologias Inovadoras» (Prácticas en Tecnologías Innovadoras) explora nuevas formas de fabricación de encofrados, utilizando una máquina CNC para cortar con precisión piezas de madera contrachapada. Dichas piezas permiten la fabricación de encofrados que se montan y desmontan sin tornillos ni resinas (Kopinski Ekerman; Silva, 2020:661). También se ha tenido en cuenta el legado de Lelé y la innovación que él introdujo en la tecnología de encofrados. Este curso combina sesiones teóricas de clases y debates con actividades prácticas para el desarrollo de proyectos y la creación de prototipos, dependiendo también de herramientas analógicas y digitales para el diseño y la construcción. Comenzando con el corte de piezas (después de introducir los fundamentos del CNC), cada alumno explora desde el diseño hasta la construcción de un prototipo (Figuras 9 y 10). El curso se desarrolla dentro del módulo *lansã*, establecido por Lelé en la Universidade Federal da Bahia (FAUFBA) en 1988 siguiendo el modelo de las escuelas transitorias.

Especialmente en el caso suizo, la transdisciplinariedad entre arquitectos e ingenieros emerge dentro del carácter de la disciplina y reúne tanto el diseño estructural como el proceso de producción en el origen de la experiencia, lo que contribuye a la colaboración mutua y al intercambio entre áreas. En Salvador, la conexión con los procesos de ingeniería está ga-

rantizada por las visitas periódicas a la Fábrica DESAL (Companhia de Desenvolvimento Urbano da Cidade de Salvador), que heredó los encofrados y los procesos industriales de la última fábrica de Lelé en Salvador (la FAEC, cerrada en 1989). Estas visitas permiten a los estudiantes profundizar en los elementos de *argamassa armada*, los encofrados y la organización y gestión de la producción.

En ambos casos, el aprendizaje a través de la práctica y el trabajo de Lelé son los vectores didácticos comunes tanto en Salvador como en Lausana.

PLATAFORMA DE INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTOS

Actuando como síntesis del proyecto y de las experiencias descritas anteriormente, el pabellón en HT ha sido construido por estudiantes tanto de la EPFL como de la FAUFBA a lo largo de cuatro talleres de verano que tuvieron lugar en septiembre de 2019, 2020, 2021 y 2022 en Friburgo, Suiza. El pabellón en HT se erige como una plataforma de colaboración entre instituciones y de intercambio de conocimientos que fue reconocida como un esfuerzo conjunto por el Seed Money Grant 2020 de la Universidad de St. Gallen (Leading House para la Región Latinoamericana) mediante un proyecto presentado por los investigadores de la EPFL, junto con el Prof. Sergio Kopinski Ekerman (FAUFBA). El pabellón ha sido diseñado y construido *in situ* por los arquitectos e investigadores Raffael Baur y



FIGURA 11 | Taller de verano «Prototype Pavilion in Textile Reinforced Concrete», 2019, EPFL Fotografía: Ana Carvalho.



FIGURA 12 | Taller de verano «Prototype Pavilion in Textile Reinforced Concrete», 2021, EPFL. Friburgo. Fotografía: Sergio Kopinski Ekerman.

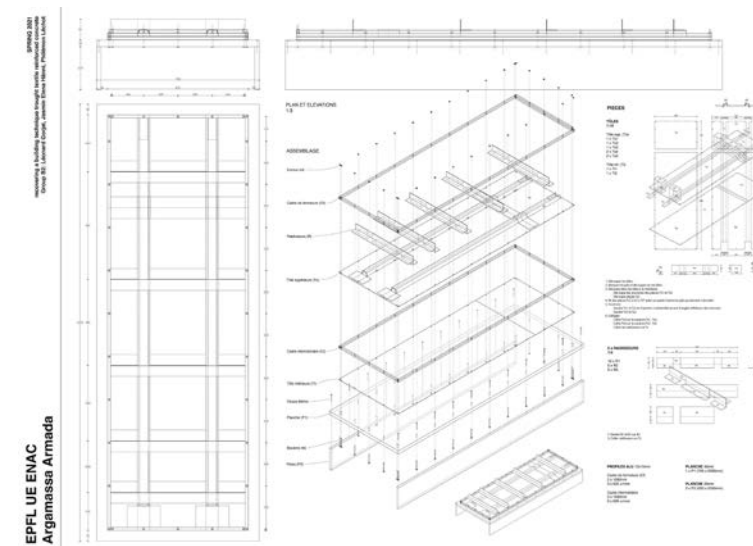


FIGURA 13 | Dibujos de los encofrados para la construcción de forjados en HT. Fuente: Patricia Guaita y Raffael Baur.

Patricia Guaita, en colaboración con los ingenieros Miguel Fernández Ruiz y David Fernández-Ordóñez, así como con el Prof. Kopinski Ekerman, investigador experto en la obra de Lelé. Este trabajo también fue posible gracias a las ideas, esfuerzos y contribución de dos estudiantes de doctorado de la EPFL en Ingeniería Civil, Patrick Valeri (2019–2020) y Enrique Corres Sojo (2020–2021), junto con la infatigable implicación de los estudiantes de Arquitectura e Ingeniería de la EPFL y puntualmente de la FAUFBA.

El primer taller, desarrollado entre agosto y septiembre de 2019 (Figura 11), contó con la participación de 26 estudiantes, 6 de ellos procedentes de Brasil, y se dedicó a la elaboración de piezas a escala real trabajadas previamente en el curso «*Argamassa Armada* en Salvador de Bahía: vigas, pilares y láminas. En el segundo taller, celebrado en 2020, se amplió el pabellón, extendiendo la trama del edificio con la repetición de

algunos elementos realizados el año anterior, y probando nuevos elementos de forjado de mayor tamaño, lo que supuso todo un reto, pero ayudó a probar los límites y la aplicabilidad del HT. Gracias a la presencia del esqueleto básico ya montado durante los dos talleres anteriores, la sesión de agosto a septiembre de 2021 (Figura 12) se centró en la construcción de diferentes elementos. Se redefinieron las dimensiones de los forjados y se desarrollaron nuevas técnicas de hormigonado específicas para las distintas piezas estructurales, incluyendo un nuevo fragmento de escalera que daba acceso al pabellón. Tanto el taller de 2020 como el de 2021 contaron con menos alumnos que la edición de 2019 debido a las restricciones de COVID-19. En términos pedagógicos, los talleres promovieron acciones experimentales y exploratorias, permitiendo a los alumnos trabajar directamente con el hormigón y la fabricación de encofrados.

En 2022, el taller desarrolló nuevos elementos, como los muros y cerramientos verticales.

Al diseñar, construir y experimentar, los estudiantes entran en un proceso en el cual la construcción se convierte en una actividad proyectiva. Todo se fabrica en el taller, desde los primeros dibujos conceptuales hasta los distintos elementos físicos, pasando por los planos constructivos (Figura 13), el encofrado, el armado, el hormigonado y el montaje *in situ*. Esta forma de trabajar expone directamente a los estudiantes a la realidad de la construcción y a sus cualidades materiales y físicas. Cada generación de estudiantes hereda los elementos construidos por las anteriores, con lo que se genera una evolución en el lenguaje constructivo. El trabajo se integra en un contexto que participa de la cultura del hacer donde el diseño y la fabricación se entienden como un acto colectivo. El tiempo y el esfuerzo que suponen construir con las propias manos reflejan la importancia de las interacciones con los materiales de forma directa.

Aprovechando la excelente infraestructura del Atelier PopUP de la EPFL en Friburgo, las actividades incluyen tanto experiencias prácticas, como construcción de encofrados y hormigonado de piezas, ligados estrechamente al diseño conceptual, así como diversas conferencias sobre temas relacionados. El diálogo e intercambio constantes entre investigadores y estudiantes se mantienen a lo largo de todo el proceso, lo que es en particular evidente en los momentos de hormigonado, que tienen lugar normalmente durante la segunda semana de trabajo.

CONCLUSIONES

Este trabajo comparte las distintas experiencias de un grupo transdisciplinar de investigadores en Suiza y Brasil que exploran cómo actualizar los principios de la construcción de la *argamassa* armada y del ferrocemento con las posibilidades que ofrecen los materiales actuales basados en el cemento. Se demuestra que se puede dar una respuesta adecuada a los retos pasados y actuales de la construcción (con un enfoque en una construcción eficiente y sostenible que se combinan con la dimensión social y de desarrollo e innovación durable de la construcción) integrando los conocimientos y experiencias anteriores con materiales y procesos de altas prestaciones.

Los resultados de la investigación identifican al HT como una evolución natural del hormigón armado y en particular de la *argamassa* armada para la construcción de elementos ligeros y delgados. Resuelve los problemas de corrosión asociados a los mismos (recubrimiento de hormigón mínimos), al tiempo que mantiene la ligereza de la construcción y las posibilidades de la prefabricación. La investigación explora las dimensiones estructurales, arquitectónicas y medioambientales del HT mediante la prefabricación y el trabajo en un proyecto compartido por ingenieros y arquitectos. Esto se lleva a cabo principalmente mediante una serie de talleres y la construcción de un prototipo en forma de pabellón en HT. Dicho pabellón permite una demostración completa del potencial del HT como material de construcción capaz de integrarse en diferentes contextos. A través de la exploración ligada al concepto de la *argamassa* armada desarrollado por Lelé en Brasil, se abren nuevas perspectivas para la aplicación de materiales basados en el cemento. Además, esta investigación muestra la posibilidad de implementar enfoques pedagógicos innovadores, reuniendo a estudiantes e investigadores tanto de Arquitectura como de Ingeniería a través de la construcción a escala real.

Los planes futuros incluyen el desarrollo de un taller en Salvador (Brasil) dedicado a la renovación del Pabellón de Iansã, en el que se permitirá a los investigadores y estudiantes concebir y hormigonar nuevos elementos en ferrocemento y HT para la cubierta del edificio. Esta propuesta permitirá una observación empírica y una comparación directa de ambas técnicas, tanto durante la fabricación como de su comportamiento durante la vida útil de la estructura. ■

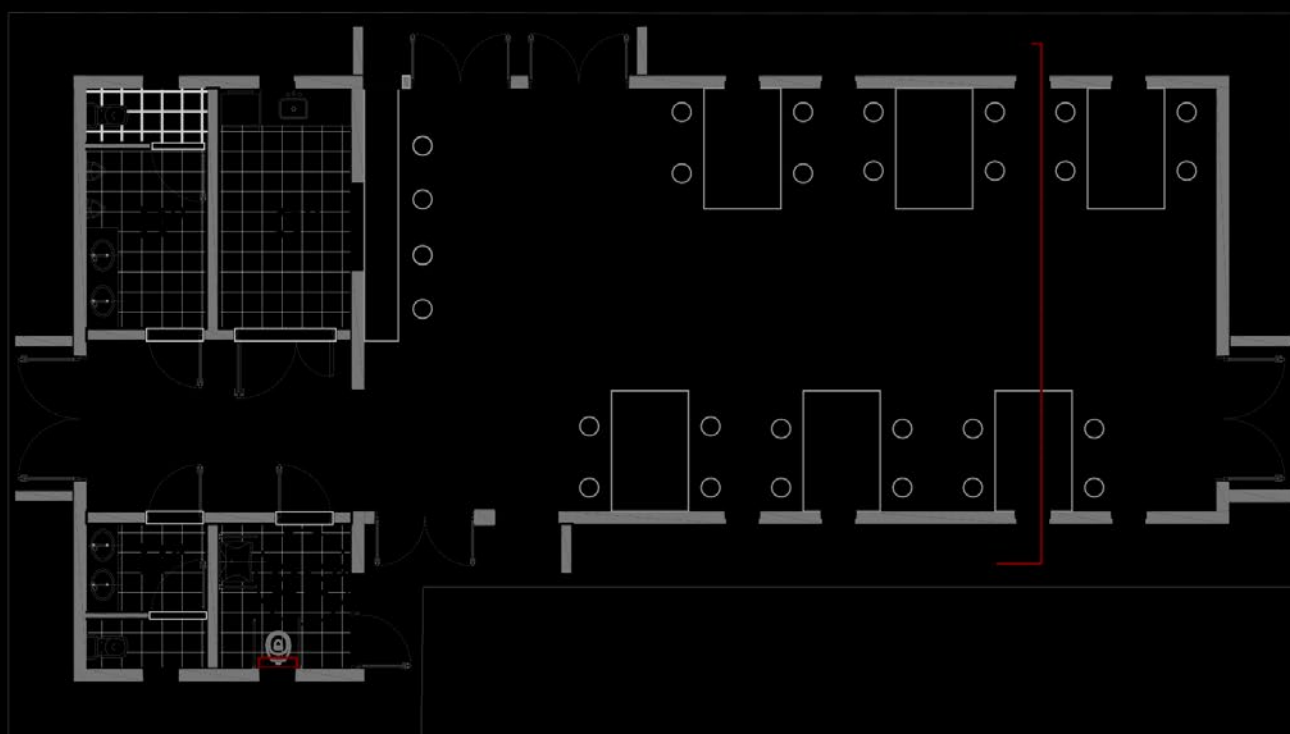
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KOPINSKI EKERMAN, S. (2018). *Tecnologia e Transformação: Pré-Fabricação Para Reestruturação de Bairros Populares e Assistência Técnica à Autoconstrução*. Universidade Federal da Bahia.
- KOPINSKI EKERMAN, S.; SILVA, L.G.M. (2020). Practices on Innovative Technologies: A Digital (Pre) Fabrication Experience at the Undergraduate Program in Architecture and Urbanism. En *XXIV International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics*. Congreso SIGraDi 2020, 660–667. Blucher.
- FIB (The International Federation for Structural Concrete) (2018). *Bulletin 88: Sustainability of precast structures, State of the art report*.
- FIB (The International Federation for Structural Concrete) (2011). *Bulletin 60: Prefabrication for affordable housing. State-of-art report*.
- GARGIANI, R. Y BOLOGNA, A. (2016). *The Rhetoric of Pier Luigi Nervi, Concrete and Ferrocement Forms*. EPFL Press.
- GUAITA, P.; BAUR, R.; FERNÁNDEZ RUIZ, M.; FERNÁNDEZ-ORDÓÑEZ, D. (2021). A Prototype Pavilion in Textile Reinforced Concrete: A Tool for Research and Pedagogy. *Proc. of the Int. fib Symp. on Conceptual Design of Structures*, 511–518. Attisholz.
- LATORRACA, G. (1999). *João Filgueiras Lima, Lelé*. Blau.
- RONCONI, R.L.N. (2005). Canteiro Experimental: Uma Proposta Pedagógica Para a Formação Do Arquiteto e Urbanista. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP*, (17), 142–159.
- TERNER, I.D. (1972). *Technology and Autonomy. Freedom to Build: Dweller Control of The Housing Process* (pp. 199–237). Macmillan.
- VALERI, P.; FERNÁNDEZ RUIZ, M.; MUTTONI, A. (2020). Tensile Response of Textile Reinforced Concrete. *Construction & Building Materials*. Elsevier, (258), 119517–119538. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119517>

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Universität St.Gallen (HSG) Centro Latinoamericano-Suizo (Suiza), mediante la beca Seed Money Grants 2020 (SMG2013). Los autores del artículo y los profesores Raffael Baur, Miguel Fernández Ruiz y David Fernández-Ordóñez, quienes forman el equipo de investigación, desean expresar además su agradecimiento a los estudiantes y personal de la EPFL y la FAUFBA que han participado en el proyecto, en particular a Patrick Valeri, Enrique Corres Sojo y Ana Carvalho, por su ayuda en los talleres de construcción.

Edificio universitario con energía y carbono casi nulo: Caso Universidad Nacional de Santiago del Estero – Argentina



ESP En la coyuntura actual en que nos encontramos dada la sostenida emergencia sanitaria, social, económica y ambiental debido a causas antropogénicas, es necesario generar iniciativas innovadoras para mitigar los impactos negativos. El aporte desde el diseño del hábitat educativo para la sustentabilidad debe enfocarse en la disminución del impacto ambiental con propuestas de edificios de energía casi nula (nZIB) tanto en existentes como en nuevos. Aquí se presenta una evaluación de la reducción de energía y carbono equivalente de un edificio educativo universitario mediante la incorporación de un aislante térmico resuelto con remanente de industria textil. Se analiza el comportamiento térmico y ambiental de la situación actual y de la propuesta de mejora en forma comparativa. Los resultados obtenidos son muy alentadores. En conclusión, se valoran las alternativas de rehabilitación energética que reflejan beneficios de triple impacto e involucran a toda la comunidad educativa universitaria y a la sociedad en general.

ENG **University building with almost zero energy and carbon: Case of the National University of Santiago del Estero-Argentina**

In the current situation in which we find ourselves, given the sustained health, social, economic and environmental emergency due to anthropogenic causes, it is necessary to generate innovative initiatives to mitigate the negative impacts. The contribution from the design of the educational habitat for sustainability should focus on reducing the environmental impact with proposals for almost zero energy buildings (nZIB) both existing and new. Here an evaluation of the reduction of energy and equivalent carbon of a university educational building is presented by incorporating a thermal insulator resolved with remnants of the textile industry. The thermal and environmental behavior of the current situation and the improvement proposal are analyzed in a comparative way. The results obtained are very encouraging. In conclusion, the energy rehabilitation alternatives that reflect triple impact benefits and involve the entire university educational community and society in general are valued.

POR **Edifício universitário com energia e carbono quase nulo: caso Universidade Nacional de Santiago del Estero-Argentina**

Na atual conjuntura que transitamos pela emergência sanitária, social, econômica e ambiental devido a causas antropogênicas, é necessário produzir iniciativas inovadoras para mitigar os impactos negativos. O aporte desde o *design* do hábitat educativo para a sustentabilidade, deve focar na diminuição do impacto ambiental com propostas de edifício de consumo energético quase nulo (nZIB) - tanto em edifícios existentes como em novos. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é avaliar a redução de energia e carbono equivalente em um edifício educativo universitário, mediante a incorporação de um isolante térmico elaborado com remanescente da indústria têxtil. Analisa-se o comportamento térmico e ambiental da situação atual e da proposta de melhora em forma comparativa. Os resultados obtidos são muito alentadores. Concluindo, valorizam-se as alternativas de reabilitação energética que produzem benefícios de triplo impacto involucrando a toda a comunidade educativa universitária e à sociedade em geral.

Autoras:

Dr. Arq. Gabriela Giuliano

IEADeR-UNSE-CONICET

Argentina

Arq. Vanesa Saez

FAU-UNT-CONICET

Argentina

Dra. Arq. Beatriz Garzón

FAU-UNT-CONICET

Argentina

Email: GM.GIULIANO@GMAIL.COM;

vanesaez@gmail.com;

bgarzono6@gmail.com.

Palabras clave: Edificios educativos, eficiencia energética, aislamiento térmico reciclado, cambio climático, sustentabilidad.

Keywords: Educational buildings, energy efficiency, recycled thermal insulation, climate change, sustainability.

Palavras-chave: Edifícios educativos, eficiência energética, isolamento térmico reciclado, mudança climática, sustentabilidade.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Giuliano, G., Saez, V., & Garzón, B.

(2022). Edificio universitario con energía

y carbono casi nulo: Caso Universidad

Nacional de Santiago del Estero-

Argentina. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 56-

65. <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11196>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 – MAY 2023

PÁG. 56 – 65

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11196>



INTRODUCCIÓN

Ante la sostenida emergencia sanitaria, social, económica y ambiental por causas antropogénicas debería plantearse a escala global y local una etapa dedicada a iniciativas innovadoras. En 2019, el secretario general de la Organización de Naciones Unidas (ONU) emitió un llamado global a una «década dedicada a la acción» para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a 2030 (ONU, 2019).

El Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), en su sexto informe denominado «Cambio Climático 2021: Bases físicas», menciona en su evaluación que, a menos que sean inmediatas y a gran escala las acciones para lograr reducciones del 40 a 70% de gases de efecto invernadero (GEI) hacia 2050, se estará fuera del alcance de la meta de limitar el calentamiento global 1,5°C (IPCC, 2021). En tal sentido, existe un fuerte consenso a nivel internacional para confeccionar proyectos que permitan reducir esos gases. El sector educativo universitario no es ajeno a estos compromisos y se considera que debe impulsar el cambio hacia energía y carbono casi nulo. A tal efecto, se evidencia la necesidad de alcanzar en sus edificaciones existentes o nuevos proyectos estándares más ambiciosos de calidad ambiental global, a lo largo del ciclo de vida, en sus vectores energía, agua, materiales y residuos (Wadel, 2013).

En el mundo, diversos grupos de investigación evalúan edificios educativos universitarios de energía casi nula. Una evaluación realizada en España certifica la eficiencia energética de 21 edificios de Facultades, y la mayoría se encuentra dentro del promedio de emisiones de CO₂ (Herrando *et al.*, 2016). El objetivo de las políticas europeas en la edificación es lograr una economía hipocarbónica sostenible y competitiva. Por tanto, para los edificios no residenciales, el objetivo es reducir el consumo de energía y lograr edificios de energía y carbono casi nulo (nZEB) a través de medidas de rehabilitación y del uso de fuentes de energía renovables (D'Agostino *et al.*, 2018).

Una investigación efectuada en la Universidad Tecnológica de Malasia estimó las emisiones de CO₂ del uso de energía dentro del campus (Abdul y Ho, 2015). Se observó que las principales emisiones eran, además del transporte, las provenientes del consumo de energía eléctrica por la prestación de servicios de refrigeración, iluminación y otros equipos. Por ello se propusieron medidas a adoptar en cuanto a eficiencia energética y a cambios de comportamiento en el uso de las instalaciones.

En Latinoamérica, en la Universidad de Passo Fundo, Brasil, se evaluaron indicadores de desempeño energético (Leite Frandoloso, 2018). En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en su Plan de Desarrollo Institucional (2015–2019), la sustentabilidad adquiere un papel relevante e implementa políticas sustentables en materia de ahorro y uso eficiente del agua y la energía. A tal efecto, la dirección general de obras de la UNAM (2020) publicó recientemente un documento que establece disposiciones en materia de construcción sustentable para el campus. En la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas de El Salvador se realizó el análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un Edificio nZIB dentro del Campus con el fin de determinar los impactos de la huella de carbono y energética que este generaba, haciendo énfasis en sus sistemas constructivos, materiales y sus etapas a lo largo del ciclo de vida (González *et al.*, 2020). En Argentina, en 2019 se inauguró el nuevo edificio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA) en la Ciudad Universitaria, «Cero más Infinito» (UBA, 2019). Este incluye conceptos de arquitectura sustentable, combina un techo verde y un sistema de alta prestación de doble vidrio hermético, lo que significa que todos los espacios reciben luz natural y se reduce así en un 50% en el consumo de energía. En la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) de la provincia de Chaco se efectuaron simulaciones, monitoreos de aulas y se completó la auditoría energética con análisis de consumos y el uso de imágenes termográficas para diagnosticar deficiencias en las envolventes de las Facultades (Alías *et al.*, 2013), a partir de lo cual se hicieron propuestas de mejoras térmico-energéticas aplicadas a aulas de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo a través de pantallas solares de diferentes materiales convencionales (Escobar *et al.*, 2012). En 2017, la Universidad de Villa María presentó un Plan Estratégico Sustentable para su campus, entre cuyas líneas de acción se encuentra la eficiencia térmico-energética de sus edificios. Y en 2018 estableció un modelo de evaluación de criterios de sostenibilidad en procesos de compra pública (Cavagliato *et al.*, 2018; Yáñez, 2018). Asimismo, al sur de Argentina fue proyectada y ejecutada una residencia universitaria bioclimática de la Universidad Nacional de La Pampa, en la ciudad de Santa Rosa, donde se realizó el control del comportamiento térmico y del ahorro energético con monitoreos en distintas estaciones del año (Filippín *et al.*, 2002).

Si bien existen numerosos trabajos concernientes a la reducción de energía y carbono, tanto en Latinoamérica como en Argentina, se detecta que la mayoría de estos se refiere a su aplicación en construcciones nuevas. Por consiguiente, se evidencia una vacancia en cuanto a investigaciones que apunten a la rehabilitación energética y, más aún, que planteen mejoramientos con materiales sustentables para la construcción.

La presente investigación se enfoca en una necesidad puntual que presenta la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Argentina. En el marco del Plan Estratégico Institucional 2019–2029 (UNSE, 2019a), en el que se establece como un eje prioritario un «modelo académico, de investigación y extensión que adhiera al desarrollo sostenible» (UNSE, 2019b), se circunscribe el Programa UNSE Verde, creado por Resolución del Consejo Superior (RES CS 204/2019), que tiene como propósito principal reducir los impactos ambientales causados por las actividades de funcionamiento de la Universidad, promoviendo a la vez un modelo académico, de investigación y extensión, que adhiera al desarrollo sostenible como eje prioritario. En tanto, a fines de 2021, el Consejo Superior aprobó la adhesión de UNSE al «Race to Zero for Universities and Colleges». Esta es una campaña mundial respaldada por la ONU para que universidades e institutos educativos superiores se comprometan con el objetivo de reducir a la mitad sus emisiones de carbono para 2030 y lograr cero emisiones netas para 2050.

Con base en lo antes mencionado, este trabajo toma como caso de estudio un Salón de Usos Múltiples para Estudiantes (SUME), por materializarse con una de las tipologías constructivas más utilizadas en el campus de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE, con el objetivo de evaluar el comportamiento térmico-energético y ambiental de una propuesta de acondicionamiento de la envolvente. Para ello, se plantea la incorporación de un aislante térmico resuelto con *scrap* de la industria textil, tanto en muros como en techos.

METODOLOGÍA

En una primera instancia, se define el clima y la zona bioambiental donde se sitúa la unidad de análisis según norma IRAM 11603. Se caracteriza la funcionalidad y el aspecto técnico-constructivo del caso de estudio, el cual se denomina caso base, y su propuesta de rehabilitación como caso mejorado. Esta última se enfoca en el mejoramiento de la envolvente mediante la

incorporación de aislante térmico resuelto con remanente de industria textil.

A partir de allí, se calculan los valores de transmitancia térmica (K) de cerramientos opacos según procedimiento de IRAM 11605 comparándolos con los admisibles de la IRAM 11900 para ambos casos. En una segunda etapa, se determinan los valores de coeficiente volumétrico de pérdidas de calor (G_{cal}) y se comparan con los con admisibles (G_{adm}) conforme a IRAM 11604, como también se calcula la carga térmica de calefacción anual (Q) proporcionada por la misma norma. Se obtienen los valores de cargas térmicas de refrigeración (Q_R) y los coeficientes volumétricos de refrigeración (G_R) de las dos situaciones y se verifican con los valores de admisibles (G_{Radm}) de Norma 11659.

En una tercera etapa se procede al Análisis de Ciclo de Vida Ambiental (ACV) simplificado según las normas IRAM en ISO 14040,14041, 14042, 14043. A los fines de este estudio solo se determina el Potencial Calentamiento Global (PCG) o (GWP) dentro de la Categoría de Impacto: Cambio Climático (CC). Se determinan las emisiones de GEI equivalentes producidas por la climatización frío/calor del edificio en estudio en su situación actual y en su situación mejorada con la incorporación del componente constructivo térmico resuelto con remanente de industria textil. Finalmente, el alcance de este análisis contempla la etapa de uso de la unidad de análisis, determinada en 50 años de vida útil, y la unidad funcional se define en 1 m³ de construcción. El flujo de referencia para la medida de las salidas es kg CO₂ eq por unidad funcional. El factor de emisión que se considera es de 0,48 kg CO₂ eq / Kwh proporcionados por la Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático, Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires (2017).

DESARROLLO

Identificación del caso de estudio

El edificio de Salón de Usos Múltiples para Estudiantes (SUME) de la UNSE corresponde al campus de extensión de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT). El mismo se implanta en la sede del Parque Industrial «La Isla» del departamento Banda, a solo 6 km de la sede central de la UNSE de la ciudad capital de la provincia de Santiago del Estero, ubicada en la región noroeste de Argentina. Este corresponde a la zona bioambiental I – Muy Cálida y subzona a, con amplitudes térmicas diarias mayores a 14°C, (Figura 1) de acuerdo con Norma IRAM 11603 (2012). La

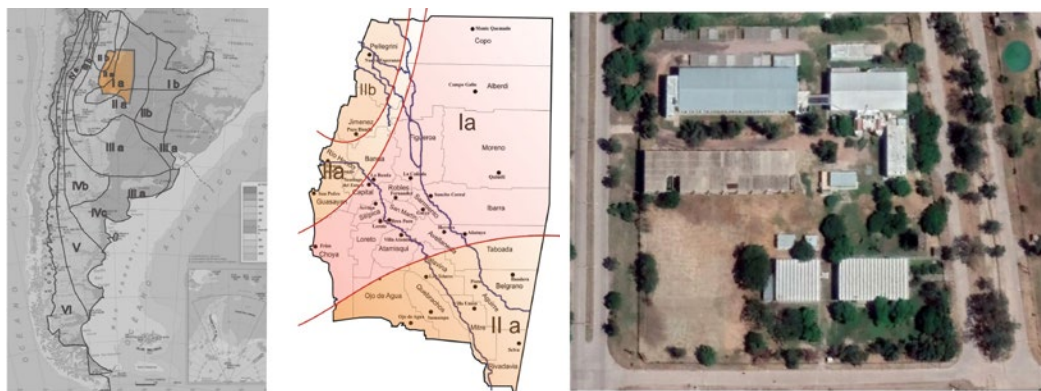


FIGURA 1 | Imágenes georreferenciales de la zona bioambiental del caso de estudio. Fuente: Google Earth y Dirección de Planeamiento Físico Universitario.

clasificación climática de Köppen (1900) define el tipo de clima del lugar como «seco semiárido estepario». El período estival es muy cálido, con altas temperaturas que pueden llegar a los 40° C en enero y lluvias distribuidas entre los meses de octubre y marzo; la época invernal es seca y registra temperaturas bajas.

Se efectuó el relevamiento arquitectónico del edificio universitario, destinado a la función de salón de usos múltiples para estudiantes de FCEyT-UNSE (Figura 2). Esta infraestructura ha sido pensada para albergar a 40 estudiantes aproximadamente, durante el transcurso del ciclo lectivo, de una forma cómoda ya que cuenta con el equipamiento de tableros, asientos y pizarrones. El SUME se desarrolla únicamente en planta baja con un espacio central en doble altura de 6 m y cuenta con 100 m² cubiertos, el cual tiene como soporte un sector de servicio, comprendido por cocina y grupo sanitario de 40 m², totalizando así 140 m² cubiertos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS: CASO BASE Y MEJORADO CON SATE RSU

La envolvente del SUME es de mampostería de ladrillo cerámico hueco (LCH) de 0,18 m de espesor, el cual se designará en adelante como Muro 1 (M1). El techo, resuelto con cubierta de chapa trapezoidal, aislación de espuma de polietileno con un film aluminizado con espesor de 0,010 m, cámara de aire ventilada y cielorraso suspendido de yeso cartón que, por ser del tipo liviano, se denomina (TL1). Las carpinterías son metálicas con vidrio simple, sin ruptor de puente térmico y sin protección solar. Para la propuesta de rehabilitación térmico-energética de la envolvente del caso base se plantea, para el cerramiento vertical, la incorporación del Sistema de Aislamiento Térmico Ex-

terior —SATE— denominado (M2). En este se propone el uso del AISLA-SUSTEX como aislante térmico entre la perfilería metálica donde se fija la placa cementicia de terminación superficial. Y en el techo, llamado de ahora en adelante (TL2), también se incorpora esta aislación en el interior del ático. En la Figura 3 se advierte el detalle constructivo de la envolvente original y su alternativa superadora.

CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE CONSTRUCTIVO RESUELTO CON RESIDUO TEXTIL

El aislante térmico diseñado presenta como materia prima principal el residuo textil industrial, es decir, remanente de pie de máquina de la fabricación de diferentes prendas textiles. La elección de la materia prima, en esta primera instancia de la investigación, se fundamenta en la posibilidad de obtener un material limpio sin la necesidad de utilización del recurso hídrico para su elaboración. Estos remanentes de industrias generalmente son mezclas de algodón, poliéster y poliamidas, puesto que las prendas no se componen de una sola materia prima textil.

Como se muestra en la Figura 4, el triturado textil se une con pegamento biodegradable blanco y se compacta mediante prensa. Para lograr su rigidez y fácil manipulación se coloca en su parte trasera un cartón corrugado reciclado de 0,004 m de espesor y en esa cara del elemento se adiciona una barrera de vapor resuelta con residuo de plástico polipropileno de alta densidad bilaminado. Sus dimensiones son 0,40 m x 0,40 m y su espesor es de 0,06 m. Como el componente constructivo se presenta en fase de estudio, se toman los valores de conductividad térmica de 0,036 W / m² K definidos para el producto RMT-Nita® Cotton.

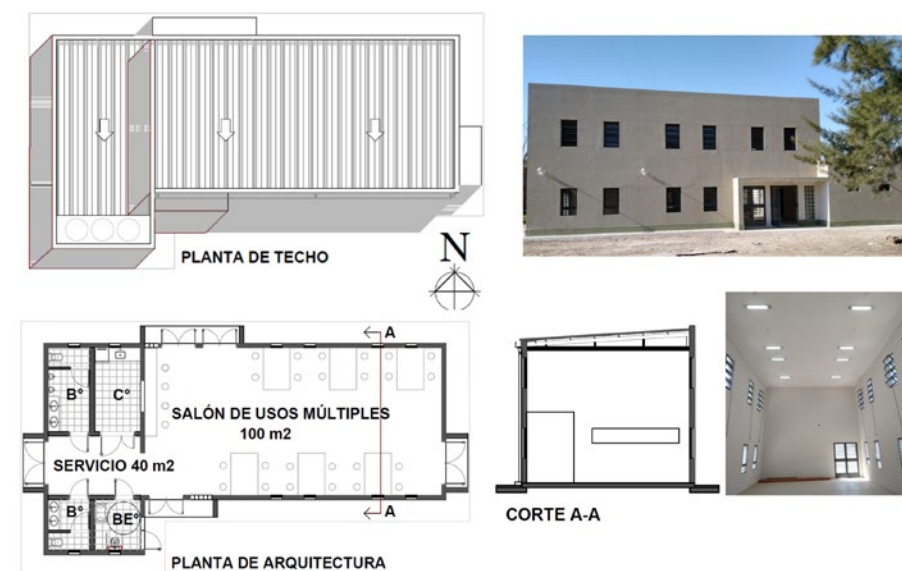


FIGURA 2 | Planimetría de SUME y fotografías de vistas exterior e interior. Fuente: elaboración propia y fotografías tomadas por el equipo de trabajo.

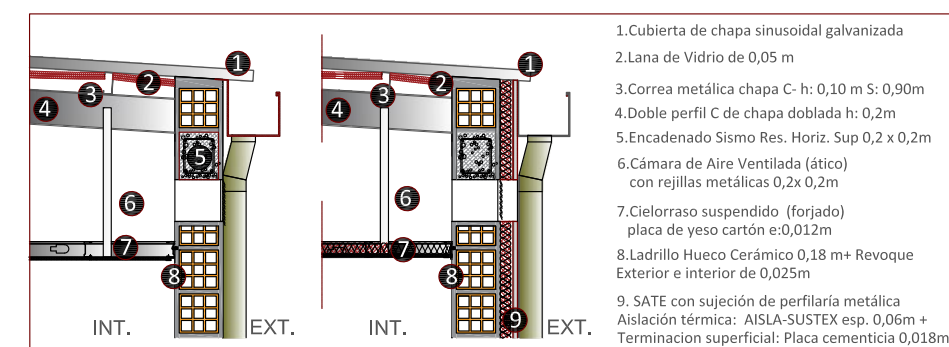


FIGURA 3 | Detalle constructivo caso base y mejorado con AISLA-SUSTEX. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4 | Placa de aislación térmica ejecutada con residuos textiles. Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIONES
Evaluación térmico-energética

Para la determinación de las propiedades térmicas de los componentes constructivos se toma la situación verano por considerarse la más desfavorable para la localidad de análisis y se utiliza el programa calculador TRANS-Q-E (Garzón y Mendonca, 2013). Se advierte así que la evolvente del caso base presenta un valor de transmitancia térmica de cálculo (K_{CAL}) para el M1 de 1,71 W/m²K y para el TL1 de 0,68 W/m²K, por lo tanto, solo verifica en el nivel C-mínimo de confort higrotérmico según IRAM 11900:2019. En cambio, en la alternativa planteada el valor de K_{CAL} del M2 es de 0,48 W/m²K y del TL2 es 0,42 W/m²K. A tal efecto, el M2 presenta el nivel de confort higrotérmico categoría A/B y el TL2 nivel B, conforme a la norma de referencia. Estos resultados muestran que incide favorablemente la incorporación al muro del SATE, así como el aumento de aislación térmica en el techo. De esta manera, se observa que el componente M2 presenta una reducción de su transmitancia térmica del 72 % respecto del M1 y el componente TL2 muestra una disminución del 38 % con relación a TL1. Se advierte además que la presente investigación propone la eficiencia energética de la envolvente resolviendo las cargas térmicas por conducción. En tal sentido, se pretende destacar la incidencia que tiene el material aislante dentro de una construcción sostenible (Carabaño *et al.*, 2017). Seguidamente, se calculan las ganancias y pérdidas térmicas según la situación verano o invierno del edificio tanto para el caso base como para el mejorado. Como muestra la Tabla 1, el caso base presenta un QR de 32 430 W y el caso mejorado de 25 046 W, es decir, se reduce la carga térmica por refrigeración en un 23 %. De todos modos, se detecta que los resultados de G_R fueron mayores al G_{Radm} estipulado en norma IRAM 11659, con lo cual se visibiliza la necesidad de utilizar sistemas activos de climatización termomecánica y queda en evidencia la rigurosidad climática de la zona. En cuanto a los resultados para la situación invierno, las pérdidas de calor se registran con un valor de 30 270 W para el edificio existente y de 16 100 W para el caso de rehabilitación, lo que significa una disminución del 45 % respecto del caso original. En cuanto al G_{cal} del caso base, es de 0,270 W/m³, por lo tanto, no verifica según el valor admisible de norma IRAM 11604, G_{Radm} de 2,713 W/m³; en cambio, en la propuesta de mejora el G_{cal} es de 2,141 W/m³, lo cual se sitúa por debajo del coeficiente admisible.

Los valores obtenidos permiten visibilizar la reducción de las cargas térmicas en el caso mejorado y esto se traduce a menor consumo de energía eléctrica para climatización, situación que se verá acrecentada a medida que aumente la necesidad de adquirir el confort higrotérmico mediante el uso de artefactos termomecánicos como consecuencia del cambio climático. Como afirman Beyrne *et al.* (2015), en la Argentina se registra en los últimos años un crecimiento sostenido en la demanda eléctrica por picos de energía y potencia que se desarrollan típicamente en verano y en invierno. El estudio realizado por Mastronardi *et al.* (2016) a cinco regiones metropolitanas de la Argentina evidencia un aumento de la demanda en meses «cálidos» que oscila entre 2 y 3 % por cada grado centígrado adicional de temperatura y, en meses fríos, sólo aumenta entre un 0,3 a 1,4 % la demanda ante la disminución de un grado adicional de temperatura. Cabe destacar que, en muchas regiones de nuestro país, en el período invierno disminuye el consumo de energía eléctrica ya que muchos usuarios utilizan artefactos de calefacción con energía a gas.

CARBONO EQUIVALENTE

Para estimar la cantidad de energía primaria utilizada en la climatización del edificio se toman los datos que provee el fabricante de los equipos de aire acondicionado instalados. En este caso, se trata de 2 equipos split. De acuerdo con especificaciones técnicas, cada uno presenta una Capacidad Nominal de Refrigeración de 33,53 Kwh y 35,54 Kwh de calefacción, su potencia es de 5,36 Kw y de 5,08 Kw, respectivamente, lo que significa que su Eficiencia Energética es de 3,13. Posteriormente, se cruzan los valores obtenidos en la evaluación térmico-energética y se determina el carbono equivalente asociado al acondicionamiento termomecánico del edificio en sus dos situaciones base y mejorado. Como indica la Tabla 2, el caso existente presenta un valor de 1550,89 Kg CO₂ eq/año por refrigeración y el caso mejorado de 1197,504 Kg CO₂ eq/año, lo que significa una reducción de emisiones GEI del 22,8 % en este último. Para la climatización por calefacción, el caso existente presenta 1447,62 Kg CO₂eq/año y en la situación propuesta se revela un valor de 769,96 Kg CO₂ eq/año, lo que representa una disminución en el orden de 46,81 %. Asimismo, si se suman los valores emitidos en la situación verano e invierno y se consideran las emisiones generadas a lo largo del período de 50 años, el caso base presenta emisiones

CLIMATIZACIÓN	Caso	Q [W]	G [W/m ³]	G adm [W/m ³]	Verifica Norma 11659 [IRAM, 2007]	Verifica Norma 11654 [IRAM, 2004]
Refrigeración	Base	32 430	57,19	18,92	$G_R > G_{Radm}$: NO	$G_{cal} > G_{adm}$: NO
	Mejorado	25 046	44,17	18,92		
Calefacción	Base	30 270	2,293	1,389	$G_R > G_{Radm}$: NO	$G_{cal} < G_{adm}$: SI
	Mejorado	16 100	1,220	1,389		

TABLA 1 | Cálculo y verificación de refrigeración y calefacción según Normas IRAM serie 11600. Fuente: elaboración propia.

Situación	Caso	Capacidad Nominal Instalada [Kwh/m ² año]	Ganancia Térmica [Kwh/m ² año]	Energía neta [Kwh/m ² año]	Energía primaria [Kwh/m ² año]	GEI [Kg CO ₂ eq/m ² año]	GEI Edificio [Kg CO ₂ eq/año]	GEI 50 años [Mt CO ₂ eq]
Refrigeración	Base	33,52	32,43	10,36	34,19	16,41	1550,89	0,000077
	Mejorado	33,52	25,04	8,00	26,40	12,672	1197,504	0,000059
Calefacción	Base	35,54	30,27	9,67	31,91	15,31	1447,62	0,000077
	Mejorado	35,54	16,10	5,14	16,97	8,14	769,96	0,000038
Total Caso Base							0,000154	0,000097
Total Caso Mejorado							0,000097	0,000038

TABLA 2 | Resultados de GEI de caso base y mejorado, según Norma IRAM serie 14000. Fuente: elaboración propia.

de GEI en el orden de 0,000154 MtCO₂eq y su mejora refleja emisiones con valores de 0,000097 MtCO₂eq. Los resultados obtenidos son muy alentadores si se toma en consideración que el período en análisis es la etapa de uso, siendo esta la fase más larga del ciclo de vida y, por lo tanto, la que incide de forma determinante en el impacto ambiental asociado al edificio. Como se menciona en párrafos anteriores, el aislante térmico resuelto con residuo textil favorece la reducción de energía incorporada (Giordano *et al.*, 2017) en la etapa de análisis, además de garantizar el confort higrotérmico de los usuarios. Asimismo, si se tiene en cuenta que muchos materiales aislantes existentes se fabrican con productos petroquímicos, principalmente poliestireno, o de fuentes naturales procesadas con altos consumos energéticos (Asdrubali *et al.*, 2015), este intenta alinearse con el concepto de ecodiseño bajo los principios de la economía circular (Fundación Ellen Mac Arthur, 2018). En tal sentido, se coincide con lo planteado por Álvarez y Ripoll Meyer (2018) en cuanto a que en la elección del aislante térmico se debe tener en cuenta la sustentabilidad ambiental y económica del material, como también que garantice la calidad de vida de los seres vivos que intervienen a lo largo de todo su ciclo de vida. Si bien existen aislantes similares en el mercado mundial, como el RMT-Nita® Cotton de origen español o los paneles ecológicos que produce la empresa Ecofibra en Chile, en la Argentina y, en especial, en Santiago del Estero, se considera fundamental realizar una producción local del

componente y favorecer así la cadena de valor de las pequeñas industrias y PyMEs. Por lo tanto, el prototipo en estudio AISLA-SUSTEX es una propuesta apta y superadora ya que, además de permitir reducir energía y carbono equivalente del edificio universitario, presenta cobeneficios a nivel económico y social para Santiago del Estero.

CONCLUSIÓN

En esta investigación se evidencia un déficit térmico-energético en las construcciones universitarias de la UNSE, las cuales deben reforzarse con el fin de alcanzar el Rate to Zero al año 2050. Se concluye que, si bien resulta necesario plantear diversas estrategias para la reducción del consumo de la energía y su impacto ambiental, es evidente que desde el campo de la arquitectura existen muchas posibilidades de realizar intervenciones tecnológicas que nos acerquen a la energía y al carbono casi nulo. De esta manera, se podría iniciar una transición hacia modelos sostenibles en el tiempo que permitan instaurar un nuevo paradigma desde la sustentabilidad convencional hacia la regenerativa. Es decir, apuntar a valorar alternativas de rehabilitación energética que reflejen beneficios de triple impacto —social, económico y ambiental— involucrando a toda la comunidad educativa universitaria y a la sociedad en general, siendo la universidad el factor fundamental para el desarrollo de nuevas soluciones sistémicas y transformadoras a través de la colaboración de múltiples actores. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

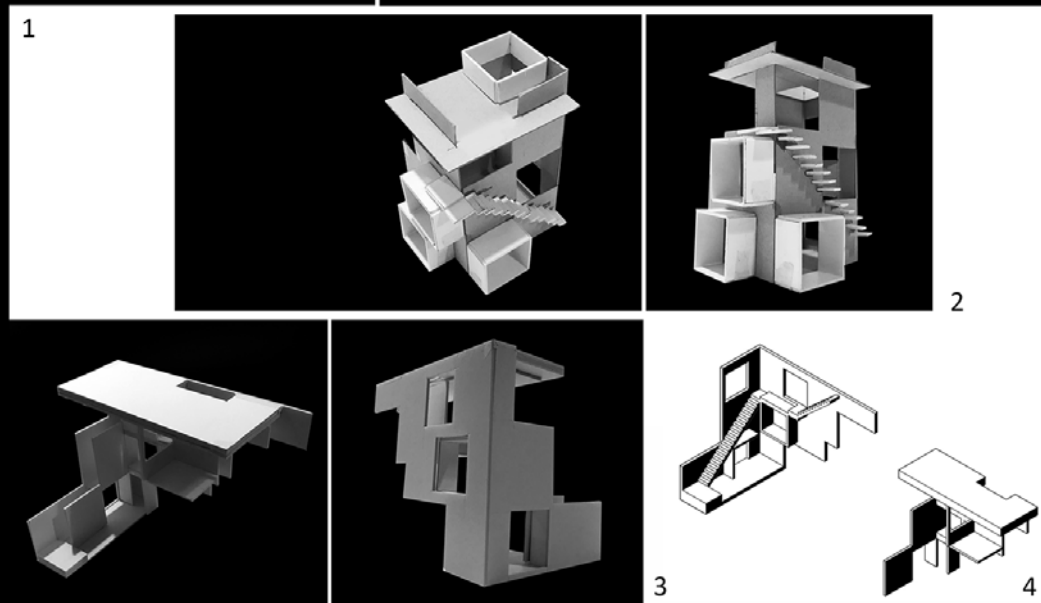
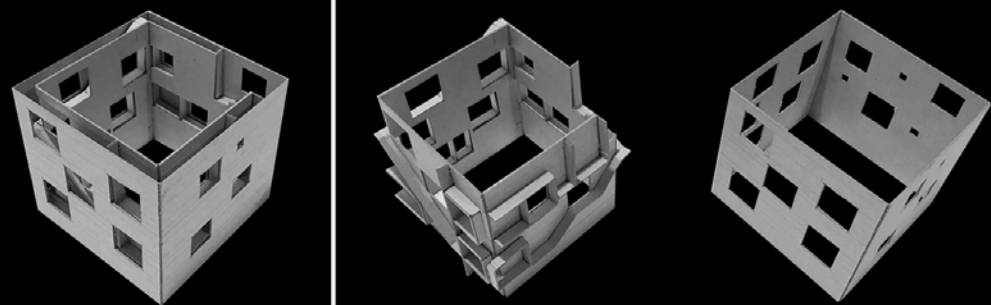
- ABDUL-AZEEZ, I.; HO, C. (2015) Realizing Low Carbon Emission in the University Campus towards Energy Sustainability. *Open Journal of Energy Efficiency*, 4, 15-27. <http://dx.doi.org/10.4236/ojee.2015.42002>
- ALÍAS, H.M.; JACOBO, G.J.; MARTINA, PA. E. y CORACE, J.J. (2013). Auditorías higrotérmicas de edificios según su diseño tecnológico-constructivo: el caso de la Facultad de Arquitectura de la UNNE. *ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del nordeste argentino*- Vol 1 N.º 1- (Diciembre 2013) Pp. 63-76 -ISSN 2347- 064X.
- ÁLVAREZ, A.A. y RIPOLL-MEYER, V. (2018). Matriz de referencia para la optimización del ciclo de vida de los materiales constructivos de la vivienda social en zonas árido-sísmicas. *Hábitat Sustentable*, 8(2), 52-63. <https://doi.org/10.22320/07190700.2018.08.02>
- ASDRUBALI, F.; D'ALESSANDRO, F. y SCHIAVONI, S. (2015). Una revisión de los materiales de aislamiento de edificios sostenibles no convencionales. *Materiales y tecnologías sostenibles*, 4, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002>
- BEYRNE, G.; MALVICINO, F.; TRAJTENBERG, L.A. (2015). Modelo Estacional de Demanda de Energía Eléctrica. *Documento de trabajo* N°11. Subsecretaría de Programación Macroeconómica.
- CARABAÑO, R.; HERNANDO, S.M.; RUIZ, D. y BEDOYA, C. (2017). Evaluación del ciclo de vida (ACV) de los materiales de construcción para la evaluación de la sostenibilidad de la edificación: el caso de los materiales de aislamiento térmico. *Revista de la construcción*, 16(1), 22-32. <https://dx.doi.org/10.7764/RDLC.16.1.22>
- D'AGOSTINO, D. y PARKER, D. (2018). A framework for the cost-optimal design of nearly zero energy buildings (NZEBs) in representative climates across Europe. *Energy*, (149), 814-829. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2018.02.020>
- DIRECCIÓN DE SUSTENTABILIDAD, MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO, MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (2018). *Manual de aplicación de la Huella de carbono 2018*. https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Huella_de_Carbono.pdf
- ESCOBAR, M.L.; ALÍAS, H.M. y JACOBO G.J. (2012). Estudio de alternativas de mejoramiento térmico de las envolventes del edificio de la FAU UNNE, mediante el software Retscreen. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16. <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/issue/view/164>
- FILIPPÍN, M.C.; FLORES LARSEN, S. y LESINO, G (2002). Simulación térmica de verano de un sector del bloque de residencias estudiantiles bioclimáticas en Santa Rosa, La Pampa. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 6, 19-24. Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente (ASADES). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/80339>
- FUNDACIÓN ELLEN MAC ARTHUR (2018). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
- GARZÓN B., y MENDONCA, C. (2013). TRANS-Q-E: Programa calculador de transmitancia, cargas térmicas de calefacción y refrigeración y consumos energéticos, según serie normas IRAM 11 600. Obra Inscripta en Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA), CABA, Buenos Aires.
- GIORDANO, R.; SERRA, V.; DEMARIA, E. y DUZEL, A. (2017). Embodied energy versus operational energy in a nearly zero energy building case study. *Energy Procedia*, 111, 367-376. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.198>

- GONZÁLEZ, C.; JAVIER, R.; RODRÍGUEZ, R. y RODRÍGUEZ, L. (2020). *Análisis de ciclo de vida del Edificio NZEB El Salvador: modelo base para calcular huella de carbono*. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. <http://hdl.handle.net/2117/346366>
- HERRANDO, M.; CAMBRA, D.; NAVARRO, M.; GEMA MILLÁN, L.; ZABALZA, I. (2016). Energy Performance Certification of Faculty Buildings in Spain: The gap between estimated and real energy consumption. *Energy Conversion and Management*, 125, 1, 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.04.037>
- IPCC (2021). Resumen para responsables de políticas de la contribución del Grupo de trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del IPCC. NERC EDS Center for Environmental Data Analysis. <http://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/ae4f1eb6fce24adcb92ddca1a7838a5c>
- KÖPPEN, W. (1936) Das geographische System der Klimate, Handbuch der Klimatologie [The Geographical System of the Climate, Handbook of Climatology]. Borntraeger, Berlin, Bd. 1, Teil. C.
- LEITE FRANDOLOSO, M.A (2018). *La inserción de la eficiencia energética en los edificios universitarios brasileños: las políticas y los procesos de toma de decisiones*. (Tesis doctoral, UPC, Departament de Tecnologia de l'Arquitectura). <http://hdl.handle.net/2117/113995>
- MASTRONARDI, L.; SFEIR, M.A. y SANCHEZ, S. (2016). *La temperatura y su influencia en la demanda de energía eléctrica: Un análisis regional para Argentina usando modelos econométricos*. Subsecretaría de Escenarios y Evaluación de Proyectos. Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico. Ministerio de Energía y Minería de la Nación.
- ONU (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA).
- UNSE (2019a). *Plan estratégico de la Universidad Nacional de Santiago del Estero* (pp. 1-78). <https://www.unse.edu.ar/index.php/plan>
- UNSE (2019b). *Res. HCS 204/2019* (p. 6). <https://www.unse.edu.ar/unseverde/>
- WADEL, G. (2009). Aislamientos térmicos renovables y reciclados de lana de oveja y algodón: un aporte a la construcción sostenible. *Revista de Arquitectura*, 15(20), 27-32. <https://doi.org/10.5354/0719-5427.2013.27962>
- YÁÑEZ, J.I. (2018). *Campus Sostenible 2018. Autoevaluación de la Sostenibilidad del Campus de la UNVM*. I Congreso Iberoamericano de Educación Para La Sustentabilidad Universitaria.

NORMAS

- IRAM 11900 (2019). Modificación N° 1 a la Norma IRAM 11900:2017-12. Prestaciones energéticas de viviendas. Métodos de cálculos. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRAM-ISO Serie 14000 (2008). Gestión Ambiental Análisis de ciclo de vida. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Reflexiones sobre el abordaje metodológico en la investigación en proyecto arquitectónico



ESP Este artículo presenta y problematiza el campo de la investigación en el marco de las maestrías en proyecto arquitectónico. Su objetivo es analizar la investigación en proyecto a la luz de las similitudes y diferencias respecto de la investigación científica —mediante un método analítico comparativo—, con la expectativa de comprender y delimitar las particularidades de nuestro objeto de estudio. Tres preguntas centrales estructuran este trabajo: ¿en qué medida el campo de la investigación en proyecto es homologable al campo de la investigación científica?, ¿cómo se construye un problema de investigación en proyecto? y, finalmente, ¿cuál es el rol del proyecto y sus técnicas en el abordaje metodológico de este tipo de investigación? Los aspectos tratados inicialmente a nivel teórico (en torno al tipo de conocimiento implicado en la investigación en proyecto, a la construcción del problema de investigación y a las estrategias metodológicas), se contrastan con dos casos de estudio —ambos en instancia de Plan de Trabajo Final en el marco de la Maestría en Proyecto Arquitectónico de la UBA—.

ENG **Reflections on the methodological approach in research in architectural project**
This article presents and problematizes the field of research within the framework of master's degrees in architectural design. Its objective is to analyze the research in architectural project attending to the similarities and differences with scientific research —through a comparative analytical method—, with the expectation of understanding and delimiting the particularities of our object of study. Three central questions structure this work: in what way is the field of research in architectural project comparable to the field of scientific research? In the type of research that interests us, how is the research problem constructed? And, finally, what is the role of the project and its techniques in the methodological approach of this type of research? The aspects initially treated at a theoretical level (around the type of knowledge involved in the research in architectural project, the construction of the research problem and the methodological strategies), are contrasted with two case studies —both in the Final Research Plan instance within the framework of the Master's Degree in Architectural Project at UBA—.

POR **Reflexões sobre a abordagem metodológica na pesquisa em projeto arquitetônico**
Este artigo apresenta e problematiza o campo da pesquisa dentro dos mestrados em projeto arquitetônico. Seu objetivo é analisar a investigação em projeto sob a luz das similitudes e diferenças ao respeito da investigação científica —mediante um método analítico-comparativo—, com a expectativa de compreender e delimitar as particularidades do nosso objeto de estudo. Três questionamentos centrais estruturam este trabalho: ¿em que medida o campo da pesquisa em projeto é homologável ao campo da pesquisa científica? ¿como se formula um problema de pesquisa em projeto? e, finalmente, ¿qual é o papel do projeto e suas técnicas na abordagem metodológica deste tipo de pesquisa? Os aspectos tratados inicialmente em nível teórico (em torno ao tipo de conhecimento abordado na pesquisa em projeto, à construção do problema de pesquisa e às estratégias metodológicas), aplicam-se a dois estudos de caso —ambos os estudos na instância do Plano de Trabalho Final no marco do Mestrado e Projeto Arquitetônico da UBA—.

Este artículo se enmarca en las investigaciones y tareas docentes que las autoras realizan como responsables del Área de Investigación de la Maestría en Proyecto Arquitectónico de la FADU, UBA (director: Arq. Justo Solsona; codirector: Arq. Roberto Busnelli).

Autoras

Mg. Arq. María de la Paz Castillo
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires
Instituto de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Habitat y Sostenibilidad
Universidad Nacional de San Martín
Argentina

Mg. Arq. Carolina Kogan
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires
Instituto de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Habitat y Sostenibilidad
Universidad Nacional de San Martín
Argentina

Email: arquitectapazcastillo@gmail.com;
carokogan@gmail.com

Palabras clave: arquitectura, investigación científica, maestría, proyecto de investigación, técnica de proyecto.

Keywords: architecture, scientific research, master degree, research projects, project technique.

Palavras-chave: Arquitetura, Pesquisa científica, Mestrado, Projeto de pesquisa, Técnica de projeto.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Kogan, C., & Castillo, M. de la P. (2022). Reflexiones sobre el abordaje metodológico en la investigación en proyecto arquitectónico. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 66–77. <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11088>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 – MAY 2023

PÁG. 66 – 77

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11088>



INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta y problematiza el campo de la investigación en el marco de las maestrías *en* proyecto arquitectónico. Su objetivo es analizar la investigación en proyecto a la luz de las similitudes y diferencias, tanto epistemológicas como metodológicas, respecto de la investigación científica, con la expectativa de que esta comparativa contribuya a comprender y delimitar las particularidades de nuestro objeto de estudio.

Para esto se hace ineludible una primera distinción dentro del propio campo del proyecto, aquella entre la práctica arquitectónica proyectual (la que se da en los talleres de grado o en los estudios profesionales) y la investigación *en* dicha práctica, a la que nos remitimos en este trabajo. Reflexionar sobre la especificidad de esta última —un campo que se encuentra en pleno debate y definición de sus alcances¹— implica diferenciarla, a su vez, de las tesis teórico-arquitectónicas, menos problemáticas de enmarcar en el campo de la investigación científica.

En vista del objetivo planteado, se desarrolla un método analítico comparativo que establece un paralelismo entre la investigación científica y la investigación *en* proyecto. Para ello, nos apoyamos fundamentalmente en los planteos que Roxana Ynoub desarrolla tanto en *Cuestión de método. Aportes para una metodología crítica* (2014), como en «Epistemología y metodología en y de la investigación en Diseño» (2020). También dialogamos, aunque en menor medida, con los aportes que Henk Borgdorff realiza para el campo artístico en su artículo «El debate sobre la investigación en las artes» (2010).

A los efectos de contrastar en forma empírica lo tratado inicialmente a nivel teórico (especialmente sobre la construcción del problema de investigación y de las estrategias metodológicas), analizamos dos planes de Trabajo Final del año 2019 —realizados en el marco de la Maestría en Proyecto Arquitectónico de la Universidad de Buenos Aires (UBA)².

Las tres preguntas centrales que estructuran este trabajo —la investigación *en* proyecto desde una perspectiva epistemológica, la construcción del problema en la investigación en proyecto, y el rol del proyecto y sus técnicas en el abordaje metodológico— se contemplan respectivamente en los siguientes tres apartados y, por último, se presentan algunas reflexiones y conclusiones provisorias.

LA INVESTIGACIÓN EN PROYECTO

Una primera pregunta —de índole epistemológica— orienta teórica y metodológicamente este trabajo: ¿en qué medida el campo de la investigación *en* proyecto es homologable al campo de la investigación científica?

Para intentar responderla, consideramos necesario revisar previamente algunos avances teóricos que se han dado en campos tan cercanos a la arquitectura como el del arte y el del diseño.

En su artículo «El debate sobre la investigación en las artes», Henk Borgdorff (2010) presenta la distinción entre la investigación *sobre* las artes, *para* las artes y *en* las artes, con el fin de problematizar las diferencias entre sus objetos y técnicas de investigación. La primera implica la distancia teórica del investigador respecto del objeto de estudio (prácticas o productos artísticos) y se interesa por los aspectos sociales, históricos, culturales, entre otros. La segunda refiere a las investigaciones aplicadas, siendo el arte más bien su objetivo. La última —aquella que interesa a este trabajo por considerarla análoga a la investigación *en* proyecto arquitectónico—, «no asume la separación de sujeto y objeto, y no contempla ninguna distancia entre el investigador y la práctica artística» (Borgdorff, 2010:30). Mientras las dos primeras se inscriben claramente en el campo de la investigación científica, la inclusión de la tercera en dicho campo es más problemática.

En línea con la taxonomía de Borgdorff, Roxana Ynoub plantea un acercamiento orientado a la investigación en diseño. Tomando la categoría de «ciencias del diseño» de Herbert Simon (1979) —quien las definiera como «las ciencias de los objetos construidos»—, señala una diferencia fundamental en cuanto a las ciencias fácticas o empíricas: en el diseño, el objeto de estudio «no constituye un dato a priori a la experiencia» sino que este «es creado en el acto y por medio de la actividad de diseño (sea como idea proyectada, sea como objeto construido)». A su vez, en la medida en que el objeto es imaginado y orientado por fines, implica valores que atienden a lo que «las cosas deben ser, pueden ser o es deseable que sean conforme a dichos fines, fijados por los intereses y perspectivas del diseño» (Ynoub, 2020:19–20). Esta dimensión valorativa vuelve conflictiva la búsqueda de objetividad inherente a toda investigación científica.

1. Debate que se evidencia en la arquitectura, en el arte y en el diseño tanto en el ámbito nacional (Jorge Sarquis, Roxana Ynoub, Ana Cravino, etc.) como en el internacional (Christopher Freyling, Henk Borgdorff, Jorgen Hauberg, Rob Roggema, entre muchos otros).
2. Dirigida por el Arq. Justo Solsona y en la cual nos desempeñamos como profesoras del Área de Investigación.

3. Según la distinción de tres fases de Ynoub, a la fase sincrética siguen la analítica y la sintética, entre las que existe cierta secuencialidad.

Es pertinente aclarar que Ynoub considera a la investigación en Diseño como aquella práctica que desarrolla cualquier diseñador sin «pretensión de validar, ni comunicar dicho proceso investigativo, ya que la “investigación” se realiza de manera muy acotada y directamente vinculada a los fines de la aplicación», tratándose de una investigación «más asistemática e intuitiva». Sin embargo, cuando el objetivo de esa praxis es aportar al conocimiento disciplinar —es decir, «extraer consecuencias, aprendizajes, teorizaciones que trasciendan al caso puntual para abonar el cuerpo teórico-disciplinar»—, «esa práctica (o algún componente de ella) puede transformarse en "objeto de estudio" abordable con los métodos de la investigación científica» (2020:26–27). En este trabajo se asume que esto es válido también para la arquitectura, y que el objetivo de contribuir al conocimiento debe aparecer en toda investigación en el marco de una maestría en proyecto.

En esta dirección podemos anticipar nuestra primera hipótesis.

A pesar de la dimensión valorativa antes señalada, es factible aportar un conocimiento que trascienda la mera práctica proyectual, desde ya implicada en este tipo de investigación. Esto puede alcanzarse construyendo un territorio epistemológico intermedio donde se articule la práctica proyectual en sí —que ocuparía el lugar de la base empírica y de los instrumentos en las ciencias fácticas— con la investigación teórica, siempre y cuando se expliciten los medios puestos en juego en el abordaje metodológico. En la fase de ideación del objeto o fase *sincrética* —como la denomina Ynoub (2014)—, la analogía entre la investigación científica y la investigación en proyecto es directa: ambas necesitan identificar un tema, problematizarlo y ponerlo en diálogo con los marcos teóricos y tradiciones disciplinares involucrados (construyendo así su objeto). La mayor distancia se produce en las fases posteriores³; en primer lugar, porque el proyecto se vuelve el principal instrumento metodológico y, en segundo lugar, porque este no intenta probar ninguna ley de alcance general o interpretar algún aspecto de la realidad (aunque el proyecto pueda ser pensado más ampliamente como una interpretación), sino dar cuenta de una de las tantas posibles respuestas a los problemas planteados.

Para avanzar ahora en la especificidad del campo de la investigación *en* proyecto, se hace necesario explicitar una distinción bastante común en el campo del arte que concierne también a la arquitectura: aquella

que distingue entre el objeto (producto/artefacto), el proceso productivo y el contexto de producción (Borgdorff, 2006). Ynoub (2020) considera que los dos primeros aspectos atañen a la especificidad del hacer (son aspectos internos afectados por determinaciones tanto objetivas como subjetivas), mientras que el contexto impone condiciones externas a la práctica: tradiciones disciplinares, criterios normativos, valorativos, éticos y estéticos, modas, estilos, condiciones socioeconómicas.

En relación con los dos aspectos inherentes al hacer (el objeto y el proceso productivo), y a los efectos de la claridad conceptual de este trabajo, discernimos entre el proyecto y la proyectación, considerando al primero como el resultado de la segunda. A la vez, los distinguimos de la obra: la materialización efectiva del proyecto. De esta manera, entendemos este último como el conjunto de documentos gráficos y de modelización capaces de ir anticipando la forma arquitectónica hasta llegar a su versión definitiva; y concebimos la proyectación como las distintas acciones comprometidas en la elaboración y desarrollo del proyecto, es decir, la práctica proyectual *en* sí.

Finalmente, como veremos en el apartado siguiente, las motivaciones del proyecto y de la forma arquitectónica pueden provenir de un interés por los fines internos de la disciplina (formas, procedimientos y valores que ella misma construyó y sigue redefiniendo en el tiempo), o de la búsqueda de respuesta a requerimientos extradisciplinares. Pero más allá de dónde y cómo surjan, su derivación hacia una investigación en proyecto necesariamente perseguirá producir un tipo de conocimiento de impacto teórico, generalizable y transferible a la disciplina.

LA CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA

Como sostiene Ynoub (2014:121), el problema de una investigación es su «nudo argumental»: en torno a él se desplegará la investigación, ya que esta «no es otra cosa que la búsqueda de una respuesta a esos problemas». Nos preguntamos ahora cómo se construye un problema de investigación *en* proyecto, es decir, vehiculizable a través del proyecto arquitectónico.

Como en la investigación científica, construir el problema implica, primero, focalizar o precisar un tema y, segundo, especificarlo o recortarlo. En el caso de la investigación *en* proyecto, consideramos que es preciso que dicho problema haga foco en alguno de los aspectos disciplinares internos. Incluso cuando la problematización sirva también a otro tipo de conocimiento,

es ineludible que contribuya de un modo explícito al conocimiento específicamente disciplinar. Por lo tanto, es necesario que la investigación problematice el proyecto, el proceso que le diera origen (la proyectación), o algún aspecto particular de ellos. Veremos que el foco puesto en uno u otro conduce a investigaciones orientadas tanto a aportar conocimiento al campo teórico de la arquitectura (cuando el objeto es el proyecto mismo), como al campo metodológico del proyecto (cuando el objeto es la propia proyectación). En ese sentido, las preguntas de investigación, a nivel general, pueden desplegarse en el arco que va desde el *qué* del hacer (cuestionando conceptos disciplinares establecidos), hasta el *cómo* de dicho hacer (indagando en las metodologías del proyecto). Desde ya, podrían intentar abarcar el arco completo. En cualquier caso, es preciso que el objeto de investigación esté lo suficientemente delimitado como para poder ser efectivamente abordado a través del proyecto o la proyectación, y es necesario enmarcarlo teóricamente: solo situándolo en la tradición disciplinar el problema planteado adquiere pertinencia (Ynoub, 2014:100).

En los dos casos que presentamos a continuación se reconstruyen los procedimientos a través de los cuales cada investigador arribó a una problematización acorde a una investigación *en* proyecto.

En el primer caso de estudio —«Habitar el muro. La resignificación de los límites en la construcción del espacio arquitectónico», del maestrando Marcos Giraud⁴—, las primeras indagaciones vinculadas al planteo del tema se presentaron como una cuestión netamente disciplinar, aquellas que llamamos «específicas» o «internas» en este trabajo: «las relaciones que existen, en arquitectura, entre los límites materiales y la conformación del espacio interior, así como sus consecuencias en la configuración volumétrica exterior de la forma arquitectónica». En el camino hacia la especificación del objeto de estudio, se afirma: «Por un lado, el elemento de borde se define como el límite material. Por el otro, la situación de borde puede representar una oportunidad para la aparición de un espacio intersticial entre el interior y el exterior» (Giraud, 2019).

Su desafío consistió en cómo construir a partir de este tema arquitectónico un objeto denso que ameritara el desarrollo de una investigación proyectual. En ese sentido, la problematización se fue desplegando en torno a ciertas tensiones que se han dado históricamente en esta relación entre límite y espacio. El principal problema identificado por Giraud fue el

de la pérdida implicada en la reducción moderna del espesor de la envolvente (al extremo de casi hacerla desaparecer):

La tendencia a desmaterializar los límites de la envolvente ha reducido el punto de contacto entre interior y exterior, dejando de lado una cantidad de operaciones sobre el borde que solamente son posibles a través de la implementación de límites gruesos. (Giraud, 2019)

Esta cuestión derivaría en una expresión unívoca del límite interior–exterior: la forma de la envolvente coincide con la forma del edificio. Como consecuencia, recursos como el *poché* de la tradición académica —donde la forma del espacio interior no se correspondía con la del exterior, permitiendo ocultar pequeños recintos en el «espesor del muro» con las partes secundarias del programa— desaparecieron de la configuración de la forma.

Otra pérdida implicada en la reducción de la envolvente es la suspensión de su uso como elemento mediador o filtro para regular diversos factores (temperatura, humedad, hermeticidad, sonido, privacidad) en el pasaje del ambiente exterior al interior.

Giraud identificó que todas las cuestiones mencionadas se desprenden en gran medida de los cambios tecnológicos en la construcción de dichas envolventes y su independencia respecto del rol estructural antiguamente unificado en el mismo elemento.

Como puede observarse, la construcción del problema a partir del tema planteado ha requerido de una serie de preguntas incisivas con el fin de poner en crisis dicho tema. De esta puesta en crisis, enmarcada teóricamente, derivarán las hipótesis de la investigación. Como señalara Ynoub: «Sin esta trama teórica el sentido de la pregunta se desvanece, porque solo a partir de esos marcos más amplios podemos interpretarla, comprenderla y operacionalizarla para el trabajo empírico» (2014:123). En este sentido, Giraud (2019) supuso que «investigar sobre operaciones en el límite grueso permitiría indagar en sus posibilidades para manipular tanto el espacio interior, como el volumen exterior».

Es así como las hipótesis se orientaron a dar respuesta a aquellas consecuencias problemáticas que la reducción del espesor de la envolvente había provocado desde comienzos del siglo XX y amplificadas en la actualidad. De esta manera, las respuestas hipotéticas proponían la manipulación del límite grueso

4. Directora: Dra. Arq. Silvia Alvite.

5. Director: Arq. Roberto Lombardi.

6. Este tipo de problemas —con alcance local y que «no pretenden validar o revisar presupuestos, saberes o hallazgos previos»— no tendrían alcance científico como sí lo tienen aquellos que Ynoub denomina «problemas de investigación» o «de conocimiento científico» (2014:124–127).

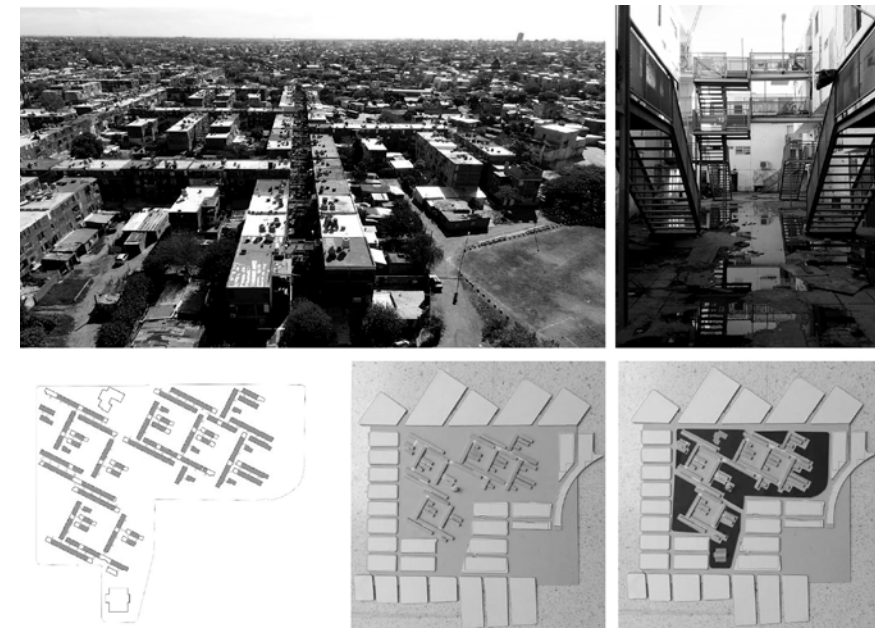


FIGURA 1 | Conjunto Presidente Sarmiento (Caso de Estudio de Pablo Peirano)

so a través de nuevas modalidades para conformarlo («el crecimiento de un elemento de la envolvente, el uso de una doble envolvente, o el plegado de los muros»), el uso de capas o filtros para mediar las diferencias ente interior y exterior, la «incorporación de espacios auxiliares en el cuerpo de la envolvente» y, finalmente, la liberación del centro espacial permitiendo «organizaciones predominantemente centripetas del espacio».

Por el contrario, el segundo caso —el trabajo «Arquitectura documental. El rol de la Arquitectura en la materialización y readequación de las políticas públicas de vivienda. El caso “Presidente Sarmiento” en Morón»⁵, de Pablo Peirano (Figura 1)— surgió de un problema concreto que no se ceñía a la especificidad arquitectónica: el estado actual de ese conjunto habitacional construido en 1973, que articula interrogantes en torno al déficit de vivienda, al deterioro de otros conjuntos de las décadas del 60 y 70, y a la capacidad (o incapacidad) de la arquitectura para dar respuesta a estos problemas a través de políticas públicas.

Antes de formular el problema, Peirano conocía el caso de primera mano: allí había desarrollado una experiencia profesional desde su trabajo en el Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires, y había detectado una serie de problemas vinculados sobre todo a las áreas comunes del barrio. Así, su acer-

camiento al tema y al problema surgieron de una primera aproximación empírica a esa realidad y de un interés por la condición política de la arquitectura, especialmente cuando la vivienda y la ciudad se gestionan desde el Estado y para la población con menos recursos.

Ese interés lo llevó a construir un primer problema «de hecho» y «de conocimiento» sobre el caso⁶— que hubiera dado lugar a una investigación de tipo «evaluativa» o «diagnóstica» sobre el barrio y el posterior desarrollo de un proyecto de adecuación del conjunto. Pero en la medida en que el proceso de construcción del problema fue avanzando, Peirano comenzó a transformar su investigación en un trabajo con otro alcance teórico para la disciplina, acercándose a un problema de «conocimiento científico». Es decir, de una investigación más «evaluativa», en la que el caso particular era el *fin* de la investigación, pasó al planteo de una investigación donde el conjunto habitacional «es también un medio que contribuye a ampliar o revisar [el] cuerpo teórico» (Ynoub, 2014:127) de la arquitectura.

La investigación logró trascender el conjunto, primero, cuando las preguntas se desplazaron desde el caso hacia las capacidades de los instrumentos del proyecto. Así, los interrogantes de la investigación pudieron formularse en tres niveles, que fueron desde

aspectos específicamente disciplinares de la proyectación hacia el caso concreto:

- I. ¿De qué modo el proyecto a través de sus métodos y sus prácticas puede ser instrumento para un análisis crítico y posibilitar la construcción de conocimiento?
- II. ¿Qué criterios proyectuales generales pueden derivarse de dicho abordaje instrumental del proyecto?
- III. ¿Qué criterios proyectuales específicos pueden derivarse para el caso del Conjunto Presidente Sarmiento? (Peirano, 2019)

La hipótesis más relevante en términos de su aporte teórico es aquella que responde a la primera pregunta: se afirma que «a través de las técnicas propias de la disciplina», y más específicamente desde una serie de documentos de relevamiento (plantas, cortes, maquetas, documentos escritos, etc.), es posible analizar críticamente lo existente para luego producir «una nueva intervención proyectual a partir de los emergentes surgidos durante este proceso» (Peirano, 2019). En la medida en que se espera que los criterios proyectuales emerjan de los relevamientos, las respuestas conjeturales a las últimas dos preguntas se vuelven más difíciles de formular.

Sin embargo, existe en segundo lugar una problematización de otro orden (Peirano no la enuncia pero la introduce implícitamente en sus últimas dos hipótesis) que también contribuye a que la investigación trascienda el caso: una serie de preguntas tácitas en torno a la idea de «zócalo» de Aureli (2019), entendido como el «elemento que posibilita explorar la noción de límite» del espacio público. Si atendemos a su segunda hipótesis, se desprende que la nueva intervención proyectual surgirá no solo de «los emergentes del relevamiento», sino también de interponer entre este tipo de conjuntos habitacionales y el tejido amanzanado que los circunda, un nuevo límite o «zócalo», capaz de reconfigurar a estas arquitecturas como «archipiélagos». De esta manera, la idea de «zócalo» teorizada por Aureli, aparece como otro vector de su investigación proyectual (aunque no termine aún de formularse explícitamente en la construcción del problema).

Por lo tanto, en su investigación se dan dos líneas problemáticas diferentes, capaces de abonar el cuerpo teórico-disciplinar, que confluyen —no sin conflicto— en su investigación: una sobre la proyectación (que se interroga por la capacidad de los relevamientos) y otra sobre el proyecto (que abre la pregunta por la productividad del concepto de zócalo aureliano para intervenir en este tipo de conjuntos). Como en el caso de Giraudo, los problemas planteados debieron ins-

cribirse en sus respectivas tradiciones y posiciones teóricas (Díaz, Lombardi y Allen para el primero, Aureli para el segundo).

En tanto, es este entramado de problemas (que incluye al problema «de hecho» que constituye el caso que dio origen a la investigación) lo que le da pertinencia y espesor a su objeto de estudio. Los aportes que se esperan también son múltiples: por un lado, una contribución al debate sobre el déficit de vivienda —que excede al campo netamente arquitectónico—, incursionando en un problema de agenda pública. Por otro lado, ya hacia el interior de la disciplina, se pretende: aportar con una nueva interpretación sobre la experiencia de los conjuntos habitacionales de los '60 y '70 —que Peirano entiende como uno «de los únicos momentos donde la arquitectura argentina se presentó como respuesta crítica y alternativa a la urbanización capitalista»—, poner a prueba la idea de zócalo aureliano como un modo de intervenir estas obras modernas y, por último, indagar en la capacidad del relevamiento como instrumento del proyecto para comprender y modificar la realidad.

Hasta aquí podríamos encontrar un paralelismo bastante directo con el procedimiento de la investigación científica: el planteo de un tema de investigación, la construcción de un objeto a partir de la problematización del tema, y la propuesta de hipótesis que derivan en los objetivos de la investigación (lo que Ynoub denomina «fase sincrética»).

Lo que sigue iniciaría una «fase analítica», donde se define la naturaleza de los datos y su modo de obtención, así como también las estrategias empíricas que permitirán contrastar las hipótesis (Ynoub, 2014). Finalmente, una última fase de investigación —la «fase sintética»— permitiría, a través del tratamiento e interpretación de los datos producidos en la etapa anterior, reintegrar el objeto anteriormente diseccionado. Desde ya que esta secuencia no es lineal, sino que entre estas tres fases suelen darse avances y retrocesos. Al mismo tiempo, como dijimos, es en estas últimas dos fases en las que encontramos las principales divergencias y tensiones entre la investigación en proyecto y la investigación científica; por eso, preferimos referirnos a un momento «analítico-proyectual» de la investigación.

Un primer conflicto en esta instancia, como hemos apuntado, es la identificación entre proyectista e investigador. Desde este punto de vista, coincidimos con Cravino (2020) en que la investigación *en* proyecto podría encuadrarse dentro de la «investigación-acción»;

esta, según Ynoub, implica «estrategias investigativas muy diferentes, pero que comparten el rasgo común de integrar el momento reflexivo-evaluativo con el de la intervención» (2014:129). Pero debe advertirse:

aunque sean los mismos sujetos los que investigan (diagnostican), toman decisiones y actúan (en procesos de retroalimentación continua), es importante distinguir desde el punto de vista formal —y real— las distintas competencias y procesos (operacionales y cognitivos) implicados en cada uno de esos momentos. (2014:138)

Nos detendremos en algunos aspectos del momento analítico-proyectual en lo que sigue.

EL PASO A LA OPERACIONALIZACIÓN

En la investigación científica, siguiendo a Ynoub, la *interfaz* entre la fase sincrética y la fase analítica se produce a través de *hipótesis de trabajo* —aquellas que «expresan» en un lenguaje más observacional o empírico lo que se afirma en la hipótesis sustantiva (enunciada en un lenguaje conceptual)—. Es esta traducción a un lenguaje de datos la que permite identificar por medio de qué procedimientos, técnicas e instrumentos, vamos a evaluar las hipótesis; de allí la centralidad del pasaje a la operacionalización.

Esta fase implica diferenciar las distintas partes de lo que se investiga y pensar cómo se accede a ellas: para que los hechos nos «informen» tenemos que organizarlos, ordenarlos, darles forma (Ynoub, 2014:102). Ynoub denomina «diseño operativo» a esta instancia que, al implicar tanto el «diseño y la selección de los instrumentos» (2014:305–306) como la definición de los casos o muestras, conduce a la formulación de una pregunta metodológica: ¿cuáles son y por qué se utilizan determinados instrumentos para obtener o producir información sobre determinados casos?

Con relación a la instrumentalización, Ynoub nos recuerda que, si bien las

distintas orientaciones disciplinares van consolidando *instrumentos* que se muestran útiles y adecuados a los paradigmas, enfoques y objetos de investigación (...), siempre es posible innovar y desarrollar instrumentos propios para ajustarlos a las necesidades de lo que específicamente se investiga. (2014:308)

Es evidente que la mayor parte de la información necesaria para desarrollar una investigación *en* proyecto difiere no solo en tipo sino, primordialmente, en los medios o instrumentos involucrados en su obtención, análisis y posterior integración.

Así, llegamos a la última pregunta de nuestro trabajo concerniente al momento operativo-instrumental de la investigación *en* proyecto: ¿cuál es el rol del proyecto y sus técnicas en el abordaje metodológico de este tipo de investigación?

Como última hipótesis, sostenemos entonces que, en la investigación *en* proyecto, este se transforma en el principal *medio* posibilitador del conocimiento, no en un *fin* en sí mismo, como podría serlo en la práctica *en sí*. En otras palabras: el producto de la proyectación no coincide con el producto de la investigación, aunque la primera sea condición ineludible de la segunda. En la medida en que las técnicas de proyectación son siempre incompletas (nunca permiten alcanzar un conocimiento acabado de aquello que se pretende proyectar), la justificación de su elección —que supone una pregunta metodológica en estrecha relación con la/s hipótesis de trabajo— adquiere un rol central. En los casos en que el foco de la investigación está puesto en la propia proyectación, la distinción entre hipótesis sustantivas e hipótesis metodológicas (las respuestas a las preguntas metodológicas) debe ser especialmente diferenciada en tanto todas las preguntas que les dan origen giran en torno a las técnicas e instrumentos de la práctica proyectual. En cualquier caso, dar cuenta de las decisiones metodológicas implica el posicionamiento del investigador en determinada tradición proyectual.

Volviendo a las investigaciones aquí comentadas, si bien aún no han avanzado más allá del Plan, cada una anticipa modalidades diferentes en relación con sus estrategias metodológicas.

Para encarar los objetivos planteados, Giraudo decide desplegar una fase analítico-proyectual mediante un abordaje basado en la técnica del «recorte de piezas» a aplicar sobre un conjunto de casos de estudio seleccionados *ad-hoc*. Cabe aclarar que esta técnica es adoptada por Giraudo luego de haberla conocido y puesto en práctica en algunos de los ejercicios proyectuales propuestos por el profesor Francisco Moskovits en el marco de la Maestría en Proyecto Arquitectónico. Al respecto, Moskovits define la pieza arquitectónica —resultante del «despiece» de una obra— como «un momento de la obra donde se reúnen algunas continuidades formales, materiales o espaciales que

resultan en una organización particularizada posible de ser discernida de otra mediante una discontinuidad efecto de una articulación, una cesura, una interrupción» (2018).

Los argumentos de Girauo para sostener el uso de esta técnica en el inicio de su investigación, por un lado, se apoyan en la posibilidad de identificar una serie de obras —directamente relacionados con su estado de la cuestión— en las que se puede reconocer, para luego aislar, aquellas partes que establecen «una relación entre su situación de borde profundo y la conformación espacial de su interioridad» (Girauo). Por otro lado, se enmarcan en una concepción que entiende la proyectación como un proceso de transformación nutrido de un «material de proyecto» arquitectónico desde el inicio, oponiéndose a la mítica «hoja en blanco». La base teórica para sostener este punto de vista la encuentra en las posiciones de Helio Piñón, Carlos Martí Arís y en los planteos del propio Moskovits.

La resultante del recorte, denominada por el maestro «pieza intersticial», conformará el principal material de proyecto de su trabajo. Si nos detenemos en uno de los seis casos de estudio —la Casa Poli de Pezo & Von Ellrichshausen—, podremos observar el proceso por el cual llega a definir la pieza final: primero, el reconocimiento de la doble envolvente (Figura 2; 1); segundo, el aislamiento de los elementos «ligados a la envolvente interior que conforman el espacio de la doble altura dentro de la obra» (Girauo) (Figura 2; 2); luego, la identificación definitiva de la pieza intersticial (Figura 2; 3); y, por último, la separación entre los elementos determinantes del espacio interior y aquellos que definen la volumetría exterior (Figura 2; 4). Los instrumentos de representación —y proyecto— involucrados en este procedimiento son los geométrales, los modelos digitales y los modelos físicos.

Esta investigación que, recordemos, había partido de un problema disciplinar específico, debe recurrir en la instancia siguiente a algunas determinaciones externas (sitio, clima, material, programa) que den sentido al trabajo sobre el borde grueso, cuestión abordada, hasta el momento, de manera autónoma. Es así que se define un sitio de intervención y un programa con los que poner a prueba su capacidad para responder a diversas exigencias externas (o fines externos): el paisaje de alta montaña de Ampimpa (Valles Calchaquíes), el clima desértico, el uso de materiales pétreos característico de la arquitectura vernácula y, finalmente, el programa de ampliación de un observatorio preexis-

tente que hoy funciona en edificios dispersos y necesita su integración.

Cabe mencionar que, dado el nivel de proyecto en que se encuentra la investigación, no se han producido aún avances en torno a cómo operacionalizar las hipótesis particulares, sobre todo en lo que respecta a las técnicas de manipulación proyectual del borde grueso (más allá de la identificación del material de proyecto inicial) y los criterios de valoración de su performance a medida que se exploren escenarios alternativos.

En el caso de Peirano, al problema que supone la identificación entre investigador y proyectista —al que nos referimos antes— se suma un segundo conflicto que surge al coincidir el abordaje metodológico con una parte del objeto de estudio. Esto se anuncia desde el título: «Arquitectura documental», que alude a una investigación que se apoyará —como vimos— en una serie de relevamientos —«la mayor cantidad de documentos que posibiliten entender el proyecto original (fase de concurso) y el proyecto en su estado actual (obra hoy)» (Peirano, 2019)—, de los que se espera que faciliten una información traducible en proyecto para el caso de estudio al tiempo que produzcan conocimiento extrapolable a situaciones análogas.

La justificación de la técnica del relevamiento se sostiene en un rechazo de los acercamientos más «inventivos» a la forma, buscando en esa dimensión «documental» una salida más objetivable. Supone, además, la estrecha vinculación entre proyecto y representación, asumiendo que esta no es indiferente, ni neutral. Como instrumento de conocimiento, es función del «relevamiento» —dice Peirano (2019) citando a Lombardi— «la re-presentación de lo que está», y agrega: «rescatar olvidos, corregir distorsiones, centrar lo desplazado, separar lo superpuesto».

Dado que esta línea de su investigación se construye alrededor de un problema que concierne a la proyectación, la hipótesis sustantiva (aquella primera hipótesis planteada) parece desplazarse hacia una hipótesis metodológica. Esta última avanza, sin embargo, hacia el modo de llevar adelante el proceso de relevamiento, recuperando la distinción necesaria entre ambas.

Para diseñar ese proceso recurre al trabajo desarrollado por el colectivo interdisciplinario dirigido por Eyal Weizman: *Forensic Architecture*, que utiliza las herramientas disciplinares en la construcción de evidencias que puedan aportar a investigaciones sobre violaciones de los derechos humanos; un trabajo analítico-proyec-

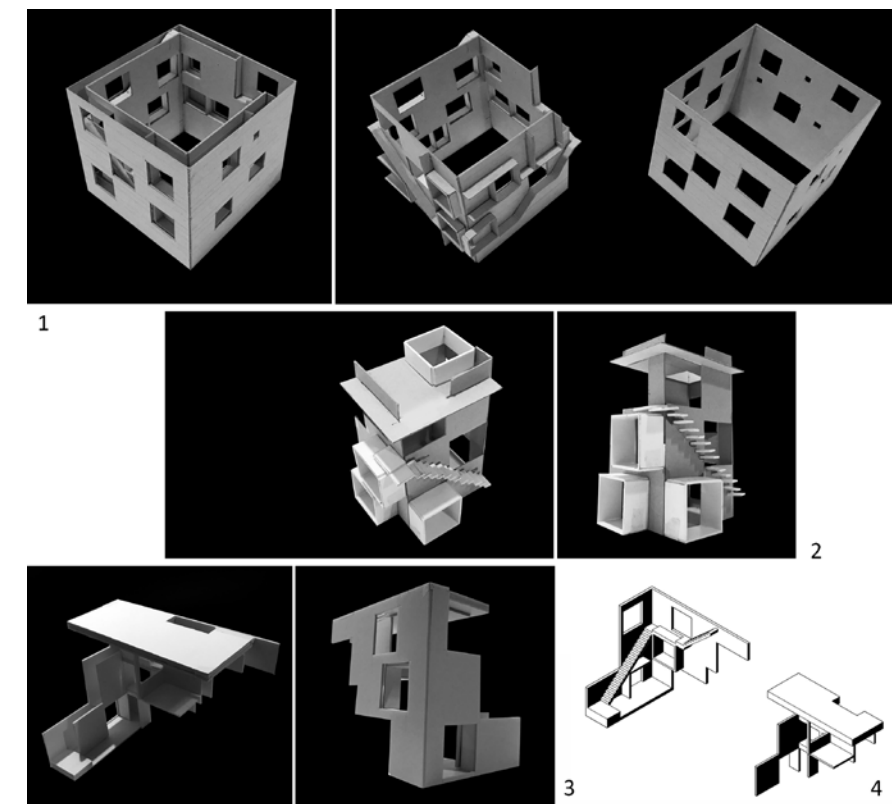


FIGURA 2 | Pieza intersticial extraída de la Casa Poli (Caso de Estudio de Marcos Girauo)

tual donde de «lo material como fuente de evidencias hace surgir lo que se oculta y produce síntomas» (Peirano, 2019). Importar este modelo interdisciplinario le permite buscar respuestas a sus preguntas metodológicas y sirve como

un disparador para ajustar estrategias de búsqueda en su propio campo. Probablemente (...) su propio enfoque irá madurando mediante un ejercicio en el que confluyen sus percepciones (intuitivas), sus modelos y tradiciones disponibles y el entramado de conceptualizaciones que le permiten justificar su modo de aproximación al tema. (Ynoub, 2014:100)

Pero, como ya advertimos, en su trabajo parecen correr dos líneas problemáticas que de algún modo deben converger en una investigación que implica no solo la indagación sobre un procedimiento proyectual, sino también el desarrollo de un proyecto. Y por eso el principal desafío metodológico no es tanto cómo producir el relevamiento, sino el hecho de que ambas

capas problemáticas suponen dos modos diferentes —hasta quizá opuestos— de abordar el proyecto. Porque, por un lado, el proyecto «emergerá» de una serie de documentos que se construirá en dos etapas: una, estrictamente «documental», y otra más «ficcional» —o proyectual— en la que «se confeccionarán una serie de dibujos diacrónicos, donde se ha de incluir el tiempo a la representación del espacio en una misma composición» a la manera de «un montaje de lo real» (Peirano, 2019) (aquí, el modelo se importa de las ilustraciones que Richard McGuire realiza para su libro *Here*). Pero, por otro lado, se afirma que un límite —un «zócalo»— es lo que deberá «imponerse» al conjunto. De esta manera, lo que se desprende de su planteo metodológico son dos caminos paralelos que, en cierto momento, deberán entrecruzarse en el proyecto. En este sentido, la idea de «zócalo» parecería funcionar como una suerte de filtro (aunque no se aclara de qué modo) para analizar el material emergente de la etapa «documental».

CONCLUSIONES

A partir de lo expuesto hasta aquí, podemos volver sobre las principales diferencias entre los trabajos presentados. Mientras Giraudo se centra en cuestiones de la forma que emergen del proyecto mismo (el *qué* del hacer) y conducen a revisar conceptos disciplinares —como el de límite—, Peirano se focaliza en el problema de la proyectación (el *cómo* del hacer) como el núcleo más trascendente de su investigación. De esta manera, en su caso, el abordaje metodológico es objeto de investigación *en sí*, a diferencia de Giraudo, quien asume metodologías preexistentes. En tanto, la investigación en este último caso surge de un tema específico disciplinar que busca luego condicionantes externos para dar densidad a su objeto de estudio; mientras que el trabajo de Peirano parte de una situación densa de la realidad que excede lo arquitectónico (aunque lo incluye) para construir, a partir de allí, un problema específicamente disciplinar.

Si bien señalamos algunos puntos de contacto entre la investigación científica y la investigación *en* proyecto, también evidenciamos que esta última constituye un campo específico. Por una parte, esta especificidad está dada por el rol central del proyecto en el abordaje metodológico. Por otra, los valores implicados en la construcción de su objeto conducen a que los problemas no tengan una única solución, cuestión que no difiere de lo que sucede en el campo del arte. Como nos recuerda Martí Arís:

El arte, al estar formado por una colección de objetos singulares que contienen respuestas diversas e incluso contrapuestas a un mismo problema, tiende a promover un conocimiento que no puede quedar encerrado en fórmulas, pues no es acumulativo ni progresivo, sino más bien cíclico y perseverante. (2004:27)

En la medida en que esto es válido para pensar el conocimiento que surge del arte y de la arquitectura, cabe al menos preguntarnos, finalmente, qué tipo de conocimiento emerge de la investigación *en* proyecto.

Si el proyecto puede pensarse como un conocimiento que surge de la *poiésis* —«campo específico del saber humano que reivindica el valor cognoscitivo de la acción» (Martí Arís, 2004:27)—, cuando este se enmarca en una investigación, necesita articularse con el conocimiento *lógico*, propio de la especulación teórica.

Pese a que la investigación *en* proyecto efectivamente comparte con la investigación *en* las artes los conflictos sobre sus alcances y sus medios, no debería perderse de vista el particular estatus de la arquitectura frente al resto de las artes: su condición dialógica, o sea, «de negociación entre múltiples determinaciones», que la transforma, según Silvestri (2007:45), en la más política de todas ellas. ■

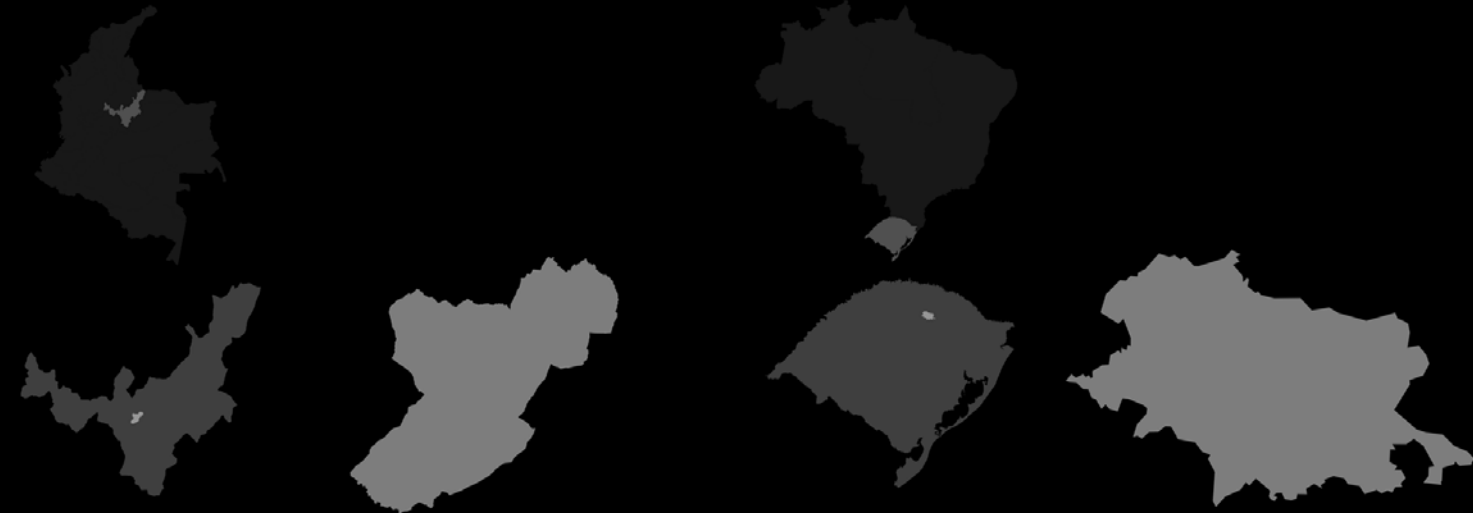
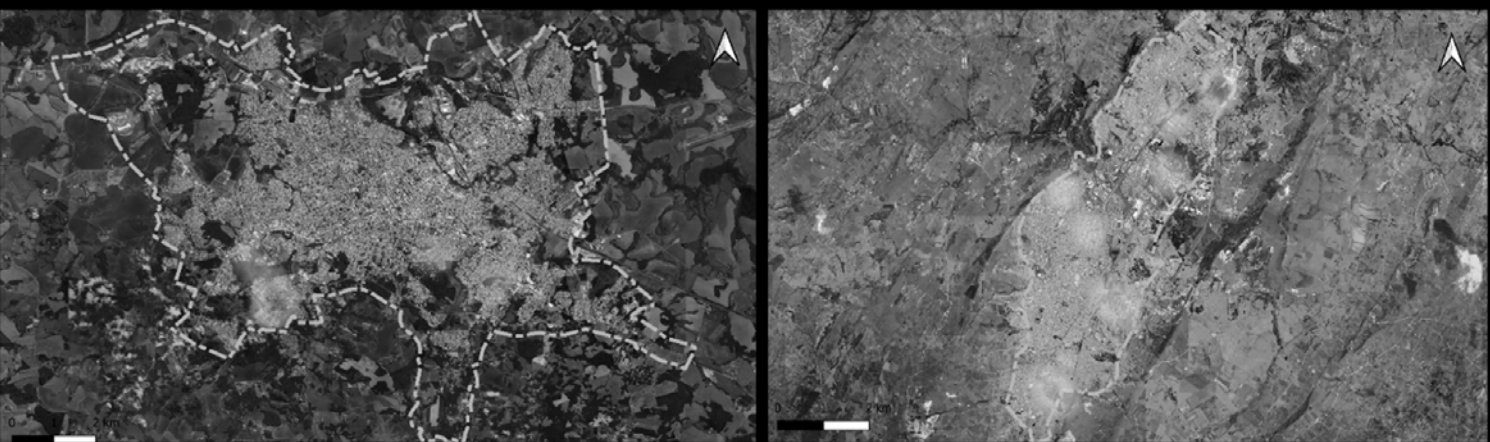
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AURELI, P. V. (2019). *La posibilidad de una Arquitectura absoluta*. Puente Editores.
- BORGENDORFF, H. (2010). El debate sobre la investigación en las artes. *Cairon: Revista de ciencias de la danza*, (13). 25-46.
- CRAVINO, A. (2020). Hacia una epistemología del diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, (82), 17-31.
- MARTÍ ARÍS, C. (2004). *La cimbra y el arco*. Fundación Caja de Arquitectos.
- SILVESTRI, G. (2007). En el círculo mágico del lenguaje: la teoría de la arquitectura contemporánea. En Sarquis, J. (Ed.). *Coloquio Teoría de la Arquitectura y Teoría del Proyecto*. Nobuko.
- YNOUB, R. (2014). *Cuestión de método. Aportes para una metodología crítica*. Tomo I. Cengage Learning Editores.
- YNOUB, R. (2020). Epistemología y metodología en y de la investigación en Diseño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, (82), 17-31.
- MOSKOVITS, F. (2018). *Indagaciones metodológicas en la enseñanza del proyecto arquitectónico. La investigación proyectual y las técnicas analítico-propositivas. La pieza arquitectónica: una determinante proyectual* (artículo inédito).

FUENTES PRIMARIAS

- GIRAUDO, M. (2019). *Habitar el muro. La resignificación de los límites en la construcción del espacio arquitectónico*. Plan de Tesis inédito. Maestría en Proyecto Arquitectónico. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires.
- PEIRANO, P. (2019). *Arquitectura documental. El rol de la Arquitectura en la materialización y readecuación de las políticas públicas de vivienda. El caso «Presidente Sarmiento» en Morón*. Plan de Tesis inédito. Maestría en Proyecto Arquitectónico. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires.

Análisis comparativo de la vivienda social en Brasil y Colombia desde una mirada del diseño resiliente. Casos de estudio: Passo Fundo y Tunja *



(* El presente artículo de reflexión se deriva de los resultados parciales de los objetivos específicos 2 y 3 del trabajo de disertación de la maestranda. Los cuales son: 1. Identificar las tecnologías de construcción tradicionales y limpias en Passo Fundo; y, 2. Comparar las características de las tecnologías utilizadas en Passo Fundo con las de Tunja. A su vez, hace parte del proyecto de Investigación denominado: Estrategias de diseño resiliente aplicando tecnologías limpias a la vivienda social en Brasil y Colombia (año 3–fase 4), desarrollado entre Atitus Educação y Universidad Católica de Colombia.

ESP Con el acelerado crecimiento de las ciudades latinoamericanas durante las últimas décadas, la construcción civil se ha disparado considerablemente. Con ello, un incremento en la demanda de vivienda social, sobre todo en las ciudades intermedias debido a la búsqueda de los habitantes por mejorar su calidad de vida y comodidad. No obstante, una de las mayores consecuencias de este crecimiento urbano, es su impacto ambiental y por ende el aumento en los efectos del cambio climático. De acuerdo a lo anterior, el objetivo del trabajo es comparar las características de los proyectos de vivienda social en dos ciudades medias de América Latina (Passo Fundo y Tunja). Para ello, se plantearon tres etapas metodológicas: geolocalización, análisis área/costo y análisis de materialidad, que permitirán además de identificar relevancias y singularidades, discutir su potencial de resiliencia. Se encontró que el panorama general de la vivienda social de estas ciudades, es muy similar entre sí. Así mismo, se concluyó que, entre otras cosas, desde la visión de la resiliencia no se están utilizando materiales de bajo impacto ambiental para la construcción de estas viviendas, a pesar del creciente intento por lograr proyectos más sostenibles en la región.

ENG **Comparative analysis of social housing in Brazil and Colombia from a resilient design perspective. Study cases: Passo Fundo y Tunja**
With the accelerated growth of Latin American cities during the last decades, civil construction has skyrocketed considerably. With this, an increase in the demand for social housing, especially in the middle cities due to the search of the inhabitants to improve their quality of life and comfort. However, one of the biggest consequences of this urban growth is its environmental impact and therefore the increase in the effects of climate change. According to the above, the objective of the work is to compare the characteristics of social housing projects in two medium cities in Latin America (Passo Fundo and Tunja). To this end, three methodological stages were proposed: geolocation, area/cost analysis and materiality analysis, which will allow, in addition to identifying relevancies and singularities, to discuss their resilience potential. The overall picture of social housing in these cities was found to be very similar to each other. Likewise, it was concluded that, among other things, from the perspective of resilience, low environmental impact materials are not being used for the construction of these homes, despite the growing attempt to achieve more sustainable projects in the region.

POR **Análises comparativas da habitação social em Brasil e na Colômbia desde uma perspectiva do design resiliente. Casos de estudo: Passo Fundo e Tunja**
Com o acelerado crescimento das cidades latino-americanas durante as últimas décadas, a construção civil tem aumentado consideravelmente o que leva a um aumento da demanda de habitação social, principalmente nas cidades intermédias devido à procura por melhor qualidade de vida e comodidade. Porém uma das maiores consequências deste crescimento urbano é seu impacto ambiental e por tanto o aumento dos efeitos do câmbio climático. De acordo com o anterior, o objetivo do trabalho é comparar as características dos projetos de habitação social em duas cidades de porte médio da América Latina (Passo Fundo e Tunja). Para tal foram propostas três etapas metodológicas: geolocalização, análise área/custo e análise da materialidade, que permitirão além de identificar relevâncias e singularidades, discutir seu potencial de resiliência. Constatou-se que o panorama geral da habitação social destas cidades, é muito similar. Assim mesmo, se concluí, entre outros assuntos, que desde a óptica da resiliência não estão sendo utilizados materiais de baixo impacto ambiental para a construção destas moradias, a pesar da crescente tentativa por realizar projetos mais sustentáveis nas regiões.

Autoras

Arq. Valentina Nieto-Barbosa

Programa de Posgrado en
Arquitectura y Urbanismo
Escola Politécnica da Atitus Educação
Brasil

Prof. Dra. Grace Tibério Cardoso

Programa de Posgrado en
Arquitectura y Urbanismo
Escola Politécnica da Atitus Educação
Brasil

Email: 1128526@atitus.edu.br;
grace.cardoso@atitus.edu.br

Palabras clave: Calidad de la vivienda social, cambio climático, sostenibilidad, tecnologías de construcción, tecnologías limpias.

Keywords: Quality of social housing, climate change, sustainability, construction technologies, clean technologies.

Palavras-chave: Qualidade da habitação social, câmbio climático, sustentabilidade, tecnologias da construção, tecnologias limpas.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Nieto Barbosa, V., & Cardoso, G. T. (2022). Análisis comparativo de la vivienda social en Brasil y Colombia desde una mirada del diseño resiliente: Casos de estudio: Passo Fundo y Tunja. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 78–87. <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11560>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 – MAY 2023

PÁG. 78 – 89

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.11560>



INTRODUCCIÓN

Latinoamérica y el Caribe son las regiones más pobladas a nivel mundial, con cerca del 80% de sus habitantes en las ciudades principales (Hernández Moreno *et al.*, 2021), lo que ha implicado una alta demanda de vivienda, particularmente vivienda social. No obstante, durante los últimos 4 años gran parte de esta población se ha desplazado a lugares aledaños a las grandes capitales en busca de una calidad de vida mejor (Joaquín Enrique, 2021). De hecho, autores como Kalinoski, Spinelli (2020) y Libertun de Duren (2017) afirman que actualmente son estas ciudades el foco de inversión para proyectos de vivienda social.

Esta situación se incrementó con la llegada de la pandemia de COVID-19, lo que impulsó la construcción y a su vez el crecimiento de las ciudades intermedias. Sin embargo, una de las mayores derivaciones de este crecimiento urbano es su impacto ambiental y, por ende, el aumento de los efectos del cambio climático. Por ejemplo, según el reporte sobre «Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe» (Calvo *et al.*, 2021), las condiciones ambientales de confort, consecuencia del cambio climático, se consideran críticas para gran parte de los países de esta región.

En este sentido, como plantean Espinosa y Fuentes (2015), la disciplina de la arquitectura debe brindar las condiciones adecuadas para las personas y su relación con el entorno, por lo cual debe ser capaz de incorporar factores climáticos y del contexto para trabajar con ellos y lograr escenarios confortables. Desde esta perspectiva, el concepto de diseño resiliente entendido, en este caso, como el diseño intencional de edificios en función de la adaptación a los impactos esperados por el calentamiento global (como las temperaturas extremas) (Resilient Design Institute, 2020), cobra importancia para responder a tales desafíos, donde estas ciudades representan una oportunidad.

De este modo, sabiendo que resulta necesario desarrollar viviendas sociales resilientes que permitan fortalecer la sostenibilidad en las ciudades medias latinoamericanas, es preciso cuestionarse: ¿cuál es el panorama general y constructivo actualmente para la vivienda social en dichas ciudades?

Para dar respuesta a esta pregunta se seleccionaron como caso de estudio dos ciudades pertenecientes a países de la región de América del sur: Passo Fundo (Brasil) y Tunja (Colombia).

Brasil, a raíz de la crisis mundial de 2008, impulsó el crecimiento de la construcción civil y desde 2009 se

viene desarrollando el programa «Minha casa, Minha vida» (Brasil *et al.*, 2016; Gobierno Federal, 2020). Este es un programa del Gobierno Federal que tiene como objetivo promover la producción de unidades habitacionales para familias de diversos estratos en el país, a través del cual se lleva a cabo gran parte de los proyectos de vivienda social.

Por su parte, Colombia no cuenta con un programa tan consolidado como «Minha casa, Minha vida», a pesar de que sí existen subsidios para acceder a la vivienda social. Además de esto, las políticas de vivienda varían de un gobierno a otro (cada cuatro años) y se pierde la continuidad en diferentes procesos. Por ejemplo, el último programa propuesto, denominado «Mi casa ya», está enfocado en la población juvenil pero viene en remplazo del programa VIPA para ahorradores, el cual está llegando a su etapa final (Arredondo Daza, 2019; Ministerio de Vivienda, 2020).

Siendo así, Passo Fundo y Tunja son ciudades intermedias que comparten condiciones similares en términos climáticos, de población y de extensión. Atento a ello, el objetivo del artículo es comparar las características de los proyectos de vivienda social en ambos lugares y destacar aspectos como su ubicación, áreas/costo y materialidad. Esto permitirá identificar sus elementos más relevantes, así como sus diferencias, y discutir su potencial de resiliencia.

METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo es de naturaleza cualitativa y de tipo exploratoria; se utiliza la investigación documental y bibliográfica para la obtención de los datos.

Dicho esto, a continuación se presenta la caracterización de las ciudades seleccionadas para el estudio seguida de las etapas de investigación.

1. CONTEXTOS DE ESTUDIO

1.1 Passo Fundo: es una ciudad latinoamericana intermedia ubicada en el sur de Brasil. Perteneció al Estado de Rio Grande do Sul y cuenta con una extensión aproximada de 459,4 km² (ver Figura 1). Esto indica que, pese a ser una ciudad media, es la más grande del norte de este Estado. Así mismo, de acuerdo con el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE) (2021), Passo Fundo posee una población estimada de 206 103 habitantes, lo cual, también la convierte en el lugar más poblado y edificado de la región. Por otro lado, sus condiciones climáticas son de carácter sub-

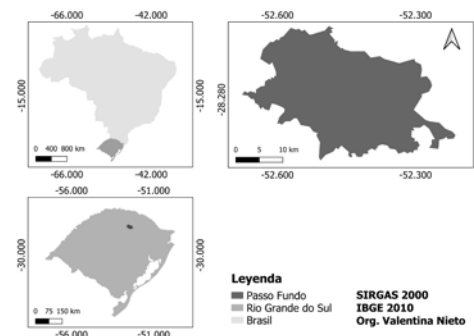


FIGURA 1 | Localización Passo Fundo. Fuente: elaboración propia.

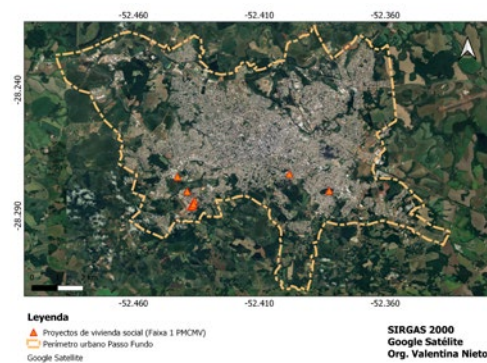


FIGURA 3 | Geolocalización proyectos de Vivienda Social en Passo Fundo. Fuente: elaboración propia.

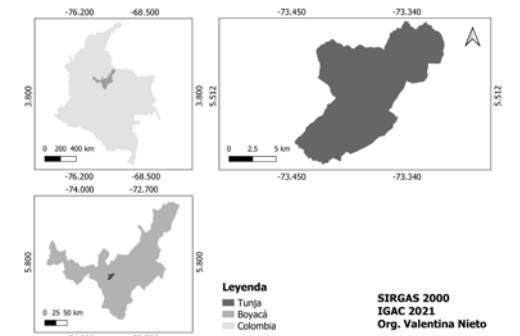


FIGURA 2 | Localización Tunja. Fuente: elaboración propia.

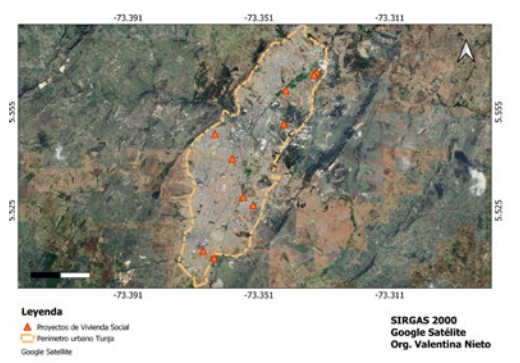


FIGURA 4 | Geolocalización proyectos de Vivienda Social Tunja. Fuente: elaboración propia.

1. El sistema de Köppen establece los límites entre un clima y otro teniendo en cuenta la distribución de la vegetación, las temperaturas, las precipitaciones medias anuales y mensuales y la estacionalidad de la precipitación.

tropical húmedo, según la clasificación de Köppen.¹ En cuanto a sus principales actividades, se destaca por los servicios en el área de salud y educación (ACISA, 2019).

1.2 Tunja: se trata de una ciudad colombiana intermedia ubicada en el centro del país (ver Figura 2). Corresponde a la capital del departamento de Boyacá y tiene una extensión de 121,5 km² y una población aproximada de 180 568 habitantes, según proyección del último censo nacional (DANE, 2019). Con respecto a su clima, Tunja es templado y húmedo, según Köppen, al estar en una zona intertropical. Se destaca por ser una ciudad universitaria emergente y conservar el casco histórico inicial (Roa, s.f.).

2 ETAPAS

2.1 Geolocalización: el estudio parte de la localización de los principales proyectos que corresponden a vivienda social en las ciudades elegidas con el apoyo del software Qgis. En esta primera etapa se observan características de ubicación y densificación con la ayuda de herramientas como mapas de calor.

2.2 Análisis área/costo: en una segunda etapa, se comparan aspectos generales de los proyectos, como el número de unidades, sus respectivas áreas y los valores económicos aproximados que están establecidos para estas viviendas.

2.3 Análisis de materialidad: por último, se analizan atributos físicos de los proyectos en cuestión. Para este caso, se revisan especialmente los sistemas constructivos utilizados, las alturas, y se discuten los rasgos de la envolvente.

RESULTADOS

1. Geolocalización

Por un lado, se localizaron los 10 proyectos del Rango I del Programa «Minha Casa Minha vida» en Passo Fundo, los cuales corresponden a vivienda social. Se encontró que, en su mayoría, estos proyectos se encuentran ubicados en sectores residenciales próximos a la periferia del área urbana de la ciudad (ver Figura 3). Por este motivo, son proyectos que tienen cercanía a zonas de prominente vegetación pero se

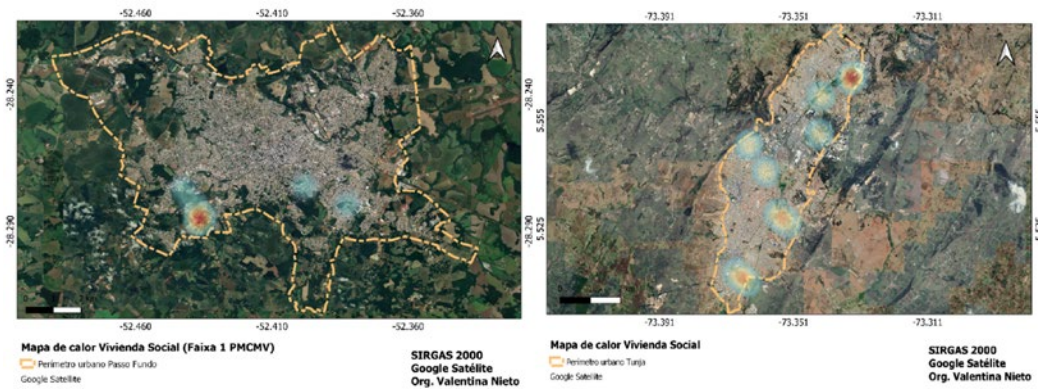


FIGURA 5 | Mapas de calor Passo Fundo y Tunja. Fuente: elaboración propia.

PASO FUNDO			
Nombre del proyecto	Número de unidades	Área de las unidades (m2)	Valor aproximado c/u (Dólar estadounidense)
1. Donaria II	58	44,7	\$ 30.522,15
2. Bosque das Cerejas	24	50,45	
3. Bosque das Pitangas	24	42	
4. Bosque Uvaías	24	40,47	
5. Residencial Recanto Planaltina I e II	220	42,03	
6. Bosque dos Araças	100	45	\$ 34.619,09
7. Bosque dos Araticuns	24	40,47	
8. Bosque dos Guabijus	24	40	
9. Bosque das Gabirobas	24	40	
10. Bosque dos Butias	24	40	
Promedio:			\$ 32.570,62

TABLA 1 | Datos proyectos vivienda social Passo Fundo (Rango I PMCMV). Fuente: elaboración propia.

encuentran alejados de las principales zonas de servicio del municipio.

Por otro lado, en la Figura 4, se sitúan los 10 edificios de vivienda social más representativos de Tunja. Para este segundo caso se observó que, aunque también existe un alto porcentaje ubicado hacia la periferia, los proyectos se encuentran más dispersos en el perímetro urbano de la ciudad. Esto aumenta su proximidad con los diferentes servicios necesarios para sus habitantes.

Asimismo, se halló que estos proyectos tienden a ser implantados juntos o cercanos entre sí. No obstante, como se muestra en la Figura 5, esta densificación es mayor en la ciudad brasileña, en donde se concentran hacia el área suroccidental. Para la ciudad colombiana, aunque se puede ver mayor dispersión entre los edificios mencionados, existe una concentración hacia los extremos norte y sur.

2. Análisis área/costo

Una vez finalizada la etapa anterior, se identificó el número de unidades habitacionales de cada proyecto seleccionado, así como sus áreas y costos a partir de la información dada por las constructoras en sus páginas web (Tablas 1 y 2). Al respecto, se visualizó que en Passo Fundo el número de unidades tiende a ser menor (24 a 100) que en Tunja, donde, por lo general, los proyectos superan las 100 unidades.

De forma similar, al comparar las áreas de estas unidades habitacionales se encontró que, para el caso de Passo Fundo, las áreas oscilan en un rango de 40 m² y 50 m² aproximadamente. Mientras que, para Tunja, el rango es más amplio, pues comprende algunos apartamentos de 29 m² y 60 m². Sin embargo, su mayor porcentaje está concentrado en el mismo rango que la ciudad de Brasil.

TUNJA					
Nombre del proyecto	Número de unidades	Área de las unidades (m2)		Valor aproximado c/u (Dólar estadounidense)	
1. Oikos Monte verde Reservado	48	58,36	53,1	26,42	\$ 34.820,96
2. Terranova Coral		48	56		\$ 28.734,43
3. Urbanización Remansos de San Francisco	189	50,16			\$ 23.517,05
4. Argami	250	37	82		\$ 30.627,09
5. Amalfi	143	45	43		\$ 37.902,37
6. Avium Tunja	416	54			\$ 41.074,60
7. Mirador de San Carlos	246	29,93	34,11	42	\$ 22.901,75
8. Manta Real	572	61,14	49,15	52,79	\$ 22.252,98
9. Altavista		72			\$ 23.886,23
10. Ciudad Hayuelos	200	49,2	69,83		\$ 46.024,31
Promedio:					\$ 31.174,18

TABLA 2 | Datos proyectos vivienda social Tunja. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 6 | Proyectos vivienda social Passo Fundo y Tunja. Fuente: recuperado de Google street view. (consultado mayo 2022)

	Sistema/envolvente	Características	Valor U
Passo Fundo y Tunja	Mampostería confinada	Se basa en la colocación de unidades de mampostería conformando un muro que luego se confina con vigas y columnas fundidas en el lugar. Se realiza un refuerzo dentro de las vigas y columnas de confinamiento. Para que el muro sea estructural, debe continuar desde la cimentación hasta la cubierta para resistir las fuerzas horizontales y cargas verticales. Por otro lado, están los muros confinados no estructurales, los cuales no soportan cargas diferentes a las de su propio peso. Su función es separar y delimitar espacios.	2,84 w/m ² k
	Sistema industrializado	Está compuesto por placas y muros en concreto reforzado con mallas electrosoldadas de alta resistencia. Es un sistema que genera buen rendimiento en obra y mejor aprovechamiento de los recursos, al ser un tipo de producción en serie. En este caso, mediante el uso de formaleta metálica modulada se pueden generar unidades de vivienda tipo, lo que incrementa la velocidad de construcción y reduce la cantidad de personal.	2,95 w/m ² k
Tunja	Mampostería estructural		
	Mampostería de cavidad reforzada	Es un tipo de mampostería de caras paralelas que pueden estar reforzadas o no, y se separan por un espacio continuo de concreto reforzado.	2,86 w/m ² k
	Mampostería reforzada	Se refiere a una construcción en piezas de mampostería de perforación vertical, que están unidas por medio de un mortero, reforzada al interior con barras y alambres de acero.	
Mampostería no reforzada	También es una construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de un mortero que en este caso no cumple con las cuantías mínimas de refuerzo establecidas.		

TABLA 3 | Caracterización de la envolvente de la Vivienda Social en Passo Fundo y Tunja. Apoyado del trabajo realizado por Granados (2019). Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los precios establecidos para estas viviendas, fue necesario convertir los valores dados en la moneda local de cada país (reales y pesos colombianos) a dólares para poderlos comparar y ver de una manera global. De este modo, se determinó que los costos de la vivienda social son muy similares en ambos países (\$ 32.570,62 y \$ 31.174,18, respectivamente). A pesar de esto, se puede decir que, en el caso brasileño, aunque las áreas tienden a ser menores, sus valores son ligeramente mayores que en el segundo país.

3. Análisis de materialidad

Por último, se revisaron las características físicas de las viviendas, en especial su envolvente y sistemas constructivos, pues son aspectos importantes a la hora de hablar de sostenibilidad y diseño resiliente. Para ello, se tomaron como referencia los tres proyectos más representativos de ambas ciudades (ver Figura 6). En primera instancia, se observó que los proyectos de vivienda en Tunja se caracterizan por su altura, puesto que por lo general superan los 5 pisos, a diferencia de los proyectos en Passo Fundo.

En relación con los sistemas constructivos, se halló que una constante en los dos casos son la estructura de hormigón armado y cerramiento de mampostería (Pedott *et al.*, 2020). Pese a ello, en el caso de la ciudad colombiana también son comunes la mampostería estructural y el sistema industrializado tipo túnel (Fonseca Granados, 2019). Adicionalmente, se identi-

ficó que en Tunja es tradicional observar fachadas con ladrillo a la vista, mientras que en Passo Fundo las fachadas usualmente cuentan con un revestimiento exterior y pintura.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad y resiliencia, la envolvente juega un papel fundamental teniendo en cuenta los efectos del cambio climático, pues es el elemento a través el cual se dan la ganancia y salida de calor. Por esta razón, un aspecto importante a revisar, entre otros, es su transmitancia térmica o valor U, el cual, entre menor sea (menor a 2), mejor aislará respecto del clima exterior. De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 3 se describen los principales rasgos de las tipologías de envolvente más utilizadas en los proyectos de vivienda social en estas ciudades.

DISCUSIÓN

Según Cubillos González, Montis, Sierra y Valladares (2020), en América Latina y el Caribe, durante la última década los gobiernos han incorporado en sus planes de desarrollo programas de construcción de vivienda social para satisfacer la creciente demanda de alojamiento. Sin embargo, estos programas generalmente no tienen en cuenta la implementación de los materiales y tecnologías limpias en su proceso de diseño y construcción (Cubillos-González y Cardoso, 2020) o, en algunos casos, como en Colombia, es una decisión opcional para las empresas constructoras de dichos proyectos.

Por ejemplo, en Tunja, conforme a autores como Mendoza, Burbano (2021) y Salingaros *et al.* (2019), algunos usuarios califican los proyectos de vivienda social como regulares desde el punto de vista físico y ambiental. Por el contrario, tienen una perspectiva positiva de la distribución de los espacios interiores, aunque los materiales de construcción también son valorados como regulares.

En tanto, en Passo Fundo, a pesar de la adopción BIM, las soluciones constructivas y la creación de la certificación de sostenibilidad Sello Azul, el panorama no ha cambiado lo suficiente en el programa «Minha Casa Minha vida». Ello debido a que en el tiempo que lleva de creación la certificación mencionada (10 años) fueron pocos los proyectos validados y certificados con los requisitos necesarios de sostenibilidad en todo el programa (Cardoso *et al.*, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, la optimización de la envolvente en los edificios residenciales asequibles podría resultar en gran parte de la resiliencia ante el cambio climático en las ciudades latinoamericanas, pues implica alargar el tiempo de confort térmico al interior y reducir los costos del uso de medios activos a mediano y largo plazo. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Tubelo *et al.* (2021), donde se obtiene que las opciones de optimización de la envolvente del edificio con el incremento menor de los costos iniciales (12 y 9%), mostraron una mejora significativa en las condiciones térmicas interiores (40 y 45%). Así mismo, las opciones de optimización de mayor costo inicial (57 y 65%), mejoran las condiciones de confort en un 76 y 73%.

En este sentido, para incorporar el uso de tecnologías limpias y lograr viviendas sociales resilientes, como afirma Cubillos-González (2019), es indispensable también fortalecer determinadas variables, como: el apoyo crediticio, la subvención del gobierno al proceso de innovación del sector y la identificación de las capacidades de innovación de las empresas. Además, impulsar la creación de normativas que obliguen a la implementación de estas tecnologías en la construcción para que los constructores se vean obligados a diseñar bajo parámetros de sostenibilidad (Cubillos-González *et al.*, 2020).

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede decir que el panorama general de la vivienda social en las ciudades intermedias latinoamericanas es muy similar entre sí. Dentro de los puntos en común, se encuentra la localización de estos proyectos en lugares cercanos a la periferia de las ciudades. A su vez, se observa que el promedio de área para las unidades habitacionales en cada caso oscila en su mayoría entre los 40 m² y 50 m².

De forma análoga, los costos de estas viviendas están en un promedio de \$ 30 000 dólares en cada ciudad. No obstante, la relación área-costo es ligeramente mejor en la ciudad de Colombia, pues cuenta con unidades tanto de área mayor como de costo menor.

En cuanto a las características constructivas y de materialidad, se identifica que los sistemas más utilizados en ambos casos son la estructura de hormigón armado y la mampostería confinada. Sin embargo, en Tunja también se está imponiendo el sistema industrializado. Esta situación se puede explicar por la diferencia de altura en las viviendas sociales de cada ciudad, pues en Passo Fundo predominan los proyectos de baja altura, mientras que en la ciudad colombiana estos proyectos son de 5 pisos o más.

Además de ello, desde la visión de la resiliencia se reconoce que no se están utilizando materiales de bajo impacto ambiental para la construcción de vivienda de carácter social en los lugares de estudio, a pesar del creciente intento por lograr proyectos más sostenibles en la región. Esto es consecuencia de los intereses económicos prevalecientes en las empresas constructoras y, por ende, del bajo interés de innovación por parte de estos países.

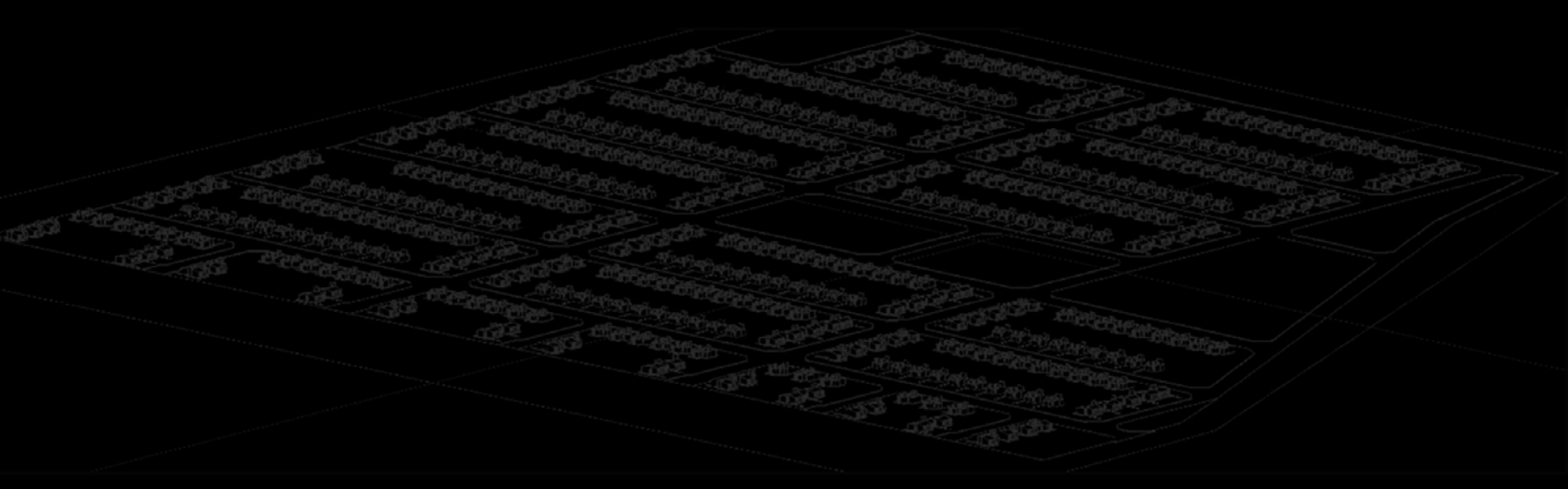
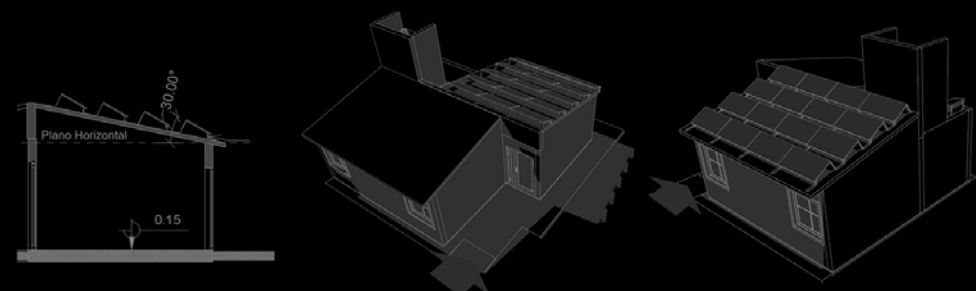
Para próximos estudios, se recomienda evaluar aspectos fundamentalmente de diseño tanto interior como exterior para alcanzar un panorama más detallado de las características de estas viviendas y pensar en soluciones más acertadas según parámetros de diseño resiliente. Integrar aspectos de flexibilidad, tecnología e innovación en estos proyectos puede alargar el ciclo de vida de las viviendas sociales y hacerlas más sostenibles en el tiempo, atendiendo a las demandas actuales y próximas de la variabilidad climática en las ciudades intermedias en América Latina. ❁

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACISA (ASSOCIAÇÃO COMERCIAL INDUSTRIAL DE SERVIÇOS E AGRONEGÓCIO) (2019). *Passo Fundo*. <https://www.acisa.org.br/passos-fundo/>
- ARREDONDO DAZA, E.J. (2019). *Evaluación de la política pública de vivienda social en Colombia y su impacto en el último quinquenio (2014-2018)*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/43772/u830319.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BRASIL, S.P.; QUADRADO, A. Y SALLES, M. (2016). Financeirização habitacional: a experiência de implantação do loteamento de interesse social Canãa em Passo Fundo, RS, Brasil. *16a Conferência Internacional Da LARES*.
- CALVO, R.; ÁLAMOS, N.; BILLI, M.; URQUIZA, A. Y CONTRERAS LISPERGUER, R. (2021). Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe. En *Serie Recursos natural y Desarrollo*, N°207. www.cepal.org/apps
- CARDOSO, G.T.; PEDOTT, G.; PALUDO, S.; TEBALDI, V. y MARQUES, N. (2019). Tecnologias sustentáveis no ambiente construído panorama da inovação tecnológica em habitação de interesse social no brasil (2013-2019). *Fórum HABITAR 2019: Habitação e Desenvolvimento Sustentável*. <https://doi.org/10.37423/200601497>
- CUBILLOS-GONZALEZ, R.A. (2019). Modelo de comprensión de las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnología limpia en la industria de la construcción. Un estado del arte. *Debates Sobre Innovación*, 3(2).
- CUBILLOS-GONZÁLEZ, R.A. y CARDOSO, G.T. (2020). Clean technology transfer and innovation in social housing production in Brazil and Colombia. A framework from a systematic review. *Sustainability*, 12(4), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su12041335>
- CUBILLOS GONZÁLEZ, R. A., MONTIS, M., SIERRA, F., & VALLADARES, H. (2020). *Tecnologías limpias y viviendas sociales en América Latina y el Caribe*. <https://hdl.handle.net/10983/25188>
- DANE (DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA) (2019). *Censo nacional de población y vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- ESPINOSA CANCINO, C.F. y FUENTES, A.C. (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *INVI*, 30(85).
- FONSECA GRANADOS, L.E. (2019). *Análisis del comportamiento térmico de las envolventes de las viviendas VIS en la ciudad de Tunja desde el enfoque de las tecnologías limpias*. (Tesis de Maestría). Universidad Católica de Colombia.
- GOBIERNO FEDERAL DE BRASIL (2020). *Minha Casa, Programa Minha Vida (MCMV)*. Ministerio de Desarrollo Regional. <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/minha-casa-minha-vida/programa-minha-casa-minha-vida-mcmv>
- HERNÁNDEZ MORENO, S.; HERNÁNDEZ MORENO, J.A. y ALCARAZ VARGAS, B.G. (2021). *Reducción de la huella*

- de carbono en las ciudades mexicanas. Enfoque urbano-arquitectónico (Primera)*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA) (2021). *População Passo Fundo*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/passos-fundo/panorama>
- JOAQUÍN ENRIQUE, G.Z. (2021). *Revisión sistemática actualizada sobre la accesibilidad a la vivienda social en migrantes latinoamericanos*. (Tesis Doctoral Universidad Católica de la Santísima Concepción). <http://repositoriodigital.ucsc.cl/handle/25022009/2219>
- KALINOSKI, R. y SPINELLI, J. (2020). Mercado imobiliário em cidades médias transformações intraurbanas em passo fundo e erechim-rs. *Revista Do Programa de Pós-Graduação Em Geografia*, 13(1). <https://doi.org/10.22456/1982-0003.98608>
- LIBERTUN DE DUREN, N. (2017). *¿Por qué allí? Los motivos por los que promotores privados de vivienda social construyen en las periferias de las ciudades de América Latina*. <https://doi.org/10.18235/0000975>
- MENDOZA-VARGAS, J.M., BURBANO-PANTOJA, V.M. y MENDOZA-VARGAS, H.H. (2021). Evaluación de la vivienda de interés prioritario desde la perspectiva de los beneficiarios: urbanización Antonia Santos, Tunja, Colombia. *Información Tecnológica*, 32(4). <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000400157>
- MINISTERIO DE VIVIENDA DE COLOMBIA (2020). *¿Cuál es el estado actual del programa VIPA?* Gobierno Nacional de Colombia. <https://www.minvivienda.gov.co/node/1425>
- PEDOTT, G.M.; TEBALDI, V.; PINHEIRO PALUDO, S.; FONSECA MARQUES, N. Y TIBÉRIO CARDOSO, G. (2020). Panorama construtivo das unidades habitacionais do programa minha casa minha vida em Passo Fundo/RS. *XIV Mostra de Iniciação Científica e Extensão Comunitária e XIII Mostra de Pesquisa de Pós-Graduação IMED 2020*, 1-13.
- RESILIENT DESIGN INSTITUTE (2020). *Resilient Design Buildings*. Resilient Design Institute. <https://www.resilientdesign.org/>
- ROA, J.M. (s.f.). *Tunja, Ciudad que emerge*. Red Cultural Del Banco de La República. <https://www.banrepultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-237/tunja-ciudad-que-emerge>
- SALINGAROS, N.A.; BRAIN, D.; DUANY, A.M.; MEHAFFY, M.W. Y PHILIBERT-PETIT, E. (2019). *La necesidad de materiales adaptables en la vivienda social latinoamericana*. ArchDaily.
- TUBELO, R.; RODRIGUES, L.; GILLOTT, M. Y ZUNE, M. (2021). Comfort within budget: Assessing the cost-effectiveness of envelope improvements in single-family affordable housing. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063054>

Lineamientos de ocupación sustentable del suelo urbano



ESP En la actualidad, políticas energéticas de numerosos países promueven la generación distribuida de energía solar fotovoltaica para contrarrestar el efecto nocivo del consumo de energía fósil de las urbes. No obstante, su despliegue territorial demanda disponer de lineamientos proyectuales de ocupación del suelo urbano sustentados en la integración de dichas tecnologías en el hábitat construido. En este marco, el trabajo que se presenta tuvo como objetivo el diseño de lineamientos que condujeran a la constitución de una futura ciudad solar. Para ello, se seleccionó un caso de estudio y se definió un proyecto conforme a las posibilidades urbano-arquitectónicas. Finalmente, el análisis crítico de las limitaciones resultantes de dicho proceso conlleva a la definición de las pautas. Se concluye que la propuesta representa un aporte a la conformación urbana y arquitectónica sustentable.

ENG **Guidelines for sustainable urban land occupation**
At present, energy policies in many countries promote the distributed generation of photovoltaic solar energy to counteract the harmful effect of fossil energy consumption in cities. However, its territorial deployment requires project guidelines for urban land occupation based on the integration of these technologies in the built habitat. In this framework, the work presented had the objective of designing guidelines that would lead to the constitution of a future solar city. For this, a case study was selected and a project was defined according to the urban-architectural possibilities. Finally, the critical analysis of the limitations resulting from this process leads to the definition of the guidelines. It is concluded that the proposal represents a contribution to sustainable urban and architectural conformation.

POR **Lineamentos de ocupação sustentável do solo urbano**
Na atualidade, políticas energéticas de numerosos países promovem a geração distribuída de energia solar fotovoltaica para mitigar o efeito nocivo do consumo de energia fósil das urbes. Porém, sua implantação territorial demanda da disposição de lineamentos projetuais de ocupação do solo urbano apoiados na integração de ditas tecnologias no hábitat construído. Neste marco, o presente trabalho tem como objetivo a proposição de lineamentos que conduzam à configuração de uma futura cidade solar. Para tal seleciona-se um estudo de caso e define-se um projeto conforme as possibilidades urbano-arquitetônicas. Finalmente, a análise crítica das limitações resultantes de dito processo leva à definição das pautas. Conclui-se que a proposta representa um aporte à conformação urbana e arquitetônica sustentável.

Autoras

Dra. Arq. Alción de las Pléyades Alonso Frank

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPha-CONICET)

Universidad Nacional de San Juan
Argentina

Arq. María Celina Michaux

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPha-CONICET)

Universidad Nacional de San Juan
Argentina

Estudiante de grado Becario CIN Diego A. Flores

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño
Universidad Nacional de San Juan

Argentina

Email: afrank@faud.unsj.edu.ar;

celinamichaux@faud.unsj.edu.ar

Palabras clave: energías renovables, energía solar fotovoltaica, sostenibilidad, sector residencial, vivienda de interés social.

Keywords: renewable energies, photovoltaic solar energy, sustainability, residential sector, social housing.

Palavras-chave: energia renovável, energia solar fotovoltaica, sustentabilidade, setor residencial, habitação de interesse social.

Artículo Recibido: 30/06/2022

Artículo Aceptado: 15/11/2022

CÓMO CITAR

Alonso Frank, A. de las P., Michaux, M.

C., & Flores, D. A. (2022). Lineamientos

de ocupación sustentable del suelo

urbano. *ARQUISUR Revista*, 12(22), 88–95.

<https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.12109>

ARQUISUR REVISTA

AÑO 12 | N° 22 | DIC 2022 – MAY 2023

PÁG. 88 – 95

ISSN IMPRESO 1853-2365

ISSN DIGITAL 2250-4206

DOI <https://doi.org/10.14409/ar.v12i22.12109>



INTRODUCCIÓN

La crisis del petróleo de la década de 1970 puso de manifiesto la necesidad de diseñar ciudades basadas en la relación entre asentamientos humanos y energía (García, 2011). En este aspecto, la planificación energética debe considerar las energías renovables (ER) como una valiosa opción para cambiar el modelo de aprovisionamiento energético (Barragán-Escandón *et al.*, 2019). Su inclusión en el desarrollo urbano responde a las posibilidades de la configuración urbana, el requerimiento energético, la disponibilidad de espacio y de recursos (IRENA, 18 de octubre de 2016).

Entre las ER, la Energía Solar Fotovoltaica (SFV por su sigla en inglés) se puede generar *in situ* aludiendo al concepto de Ciudad Solar (Beatley, 2007). Ello minimiza las necesidades de nuevas líneas de transmisión que actualmente presentan situación de estrés producto de la necesidad de satisfacer la creciente demanda (Cámara Brasileña de la Industria de la Construcción, 2016; Samadzadegan *et al.*, 2021). No obstante, el éxito del despliegue de estos sistemas está en función del nivel de exposición local a la luz solar (Redweik *et al.*, 2013).

Argentina está dando los primeros pasos para la constitución de proyectos sustentables de desarrollo e infraestructura urbana y viviendas financiadas en el marco del Plan Nacional de Vivienda. Dicho sector posee un déficit habitacional superior al millón de viviendas y requiere planificar su construcción con criterios de sustentabilidad y, a la vez, dotarlas de ER (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2019). Ejemplo de esto es el proyecto de remuneración de excedentes de energía eléctrica inyectada a la red de distribución en las viviendas provistas de equipos SFV, fundadas en la ley 27424 de Generación Distribuida de 2017.

En este marco, el presente artículo breve de investigación científica y tecnológica tiene por objeto presentar el diseño de lineamientos proyectuales de ocupación del suelo urbano sustentados en la integración de dichas tecnologías en el hábitat construido.

METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo planteado se combinan técnicas documentales, observacionales y proyectuales. En primer lugar, se selecciona como caso de estudio un barrio construido por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) en el departamento Cauçete, el cual representa la principal zona de crecimiento poblacional fuera del aglomerado del Área Metropolitana de

San Juan, Argentina (Scognamillo *et al.*, 2021). Seguidamente, se procede a un relevamiento *in situ* que permite constatar parámetros físicos de la vivienda y de su entorno inmediato.

Con esta información, sumada a la documentación técnica suministrada por el IPV, se realiza un modelado 3D empleando el software Revit Arquitectura 2021. En el mismo, se diseña la instalación de dicha tecnología y se determina la cantidad de paneles SFV a incorporar. Para conocer el potencial de generación eléctrica se utiliza el software de libre disponibilidad System Advisor Model 2021. Por último, en función de un análisis crítico de los resultados, se establecen los lineamientos proyectuales enunciados precedentemente.

Caso de estudio

El barrio Pie de Palo se emplaza en el departamento Cauçete, a 28 km de la capital provincial. Sus 20 manzanas poseen espacio para edificios escolares y zonas de recreación. De las 471 viviendas, 140 presentan orientación norte; 176, sur; 82, este y 73, oeste. Como se observa en la Figura 1, su sistema constructivo es el tradicional de ladrillón, revoque y techo liviano y sus cubiertas responden a una tipología de dos aguas.

A partir del relevamiento *in situ*, se determina que la vegetación existente en la línea de arbolado público es la Acacia de Constantinopla, caracterizada por tener un crecimiento medio, con una altura promedio de 6 m. Con referencia a la traza urbana, las vías principales tienen un ancho de 12 m y las secundarias, 8 m. Las parcelas, de 300 m², poseen una relación 3 a 1. Por su parte, las viviendas se encuentran retiradas 5 metros de la línea municipal y la distancia entre viviendas varía entre 4 y 7 m según su orientación.

DESARROLLO

Diseño de aplicación de la tecnología SFV en el caso de estudio

Se diseña la instalación SFV considerando la inclinación óptima de los paneles, esto es, el ángulo que se forma respecto de la horizontal. A efectos de alcanzar la máxima producción anual de energía, la misma se corresponde con la latitud geográfica. La Figura 2 expone la ubicación de los paneles en la cubierta inclinada con dirección al norte.

Para evitar pérdidas por sombras, en las viviendas con fachada sur se instalan 15 paneles policristalinos de 160 Wp, mientras que, en las viviendas con fachada



FIGURA 1 | Área urbana de Cauçete (izq.), barrio Pie de Palo (centro) e imágenes peatonales (der.). Fuente: elaboración propia sobre la base de Google Earth (izq. y centro) y Gobierno de San Juan, 2021 (der.).

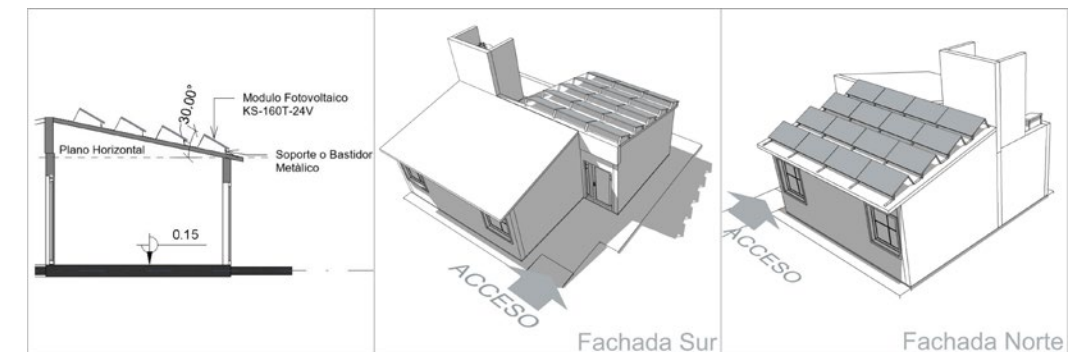


FIGURA 2 | Disposición de paneles SFV en viviendas con acceso norte y sur. Fuente: elaboración propia.

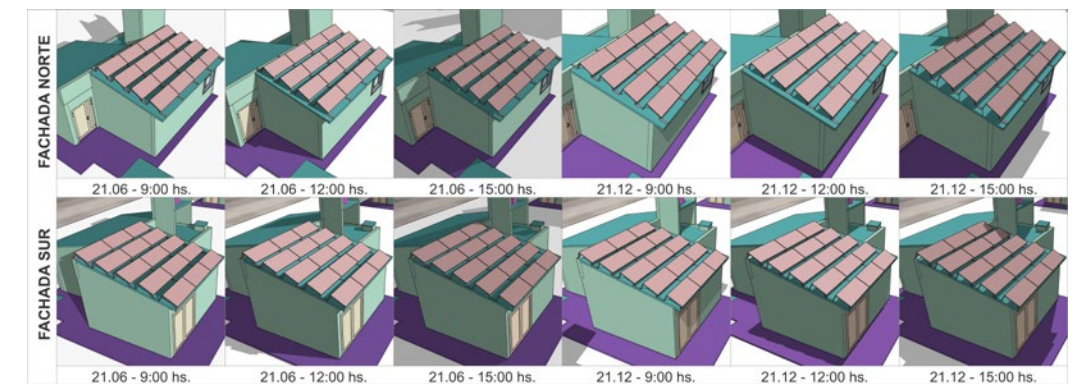


FIGURA 3 | Sombra sobre paneles en fachada norte y sur en el solsticio de verano e invierno Fuente: elaboración propia.

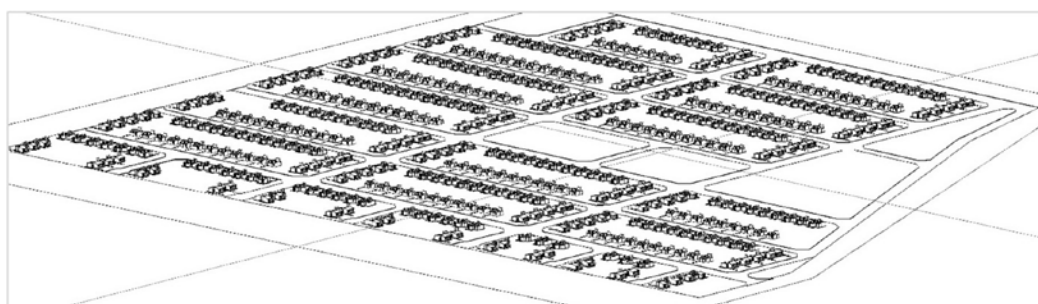


FIGURA 4 | Introducción de paneles SFV en barrio Pie de Palo. Fuente: elaboración propia.

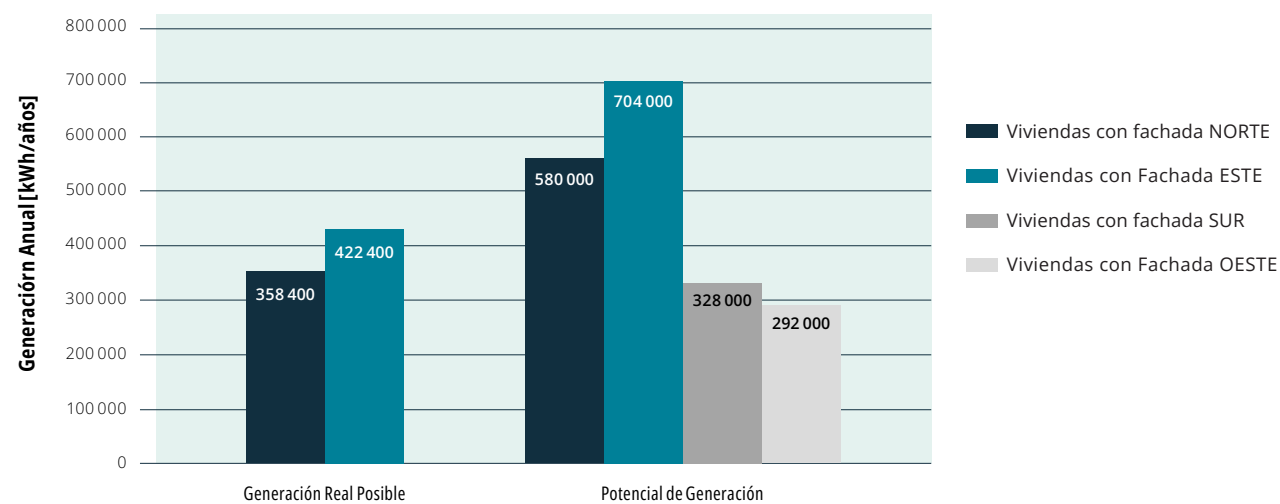


FIGURA 5 | Generación energética *in situ*. Fuente: elaboración propia.

norte, 16 paneles. En ambos casos, estos se emplazan de forma continua, estableciendo 5 bandas horizontales para las viviendas con fachada sur y 4 bandas para las viviendas con fachada norte (Figura 3). Lo expuesto está sujeto a revisión estructural.

Para visualizar la incidencia de las sombras sobre los paneles se georreferencia el modelo 3D y se concluye que no es provechoso colocar paneles en las viviendas orientadas al este y al oeste. Esto debido a que entre mayo y agosto los mismos reciben sombra desde las 16:00 h y, desde septiembre a febrero, desde las 17:00 h, lo que reduce en un 40 % las horas en que los paneles producen energía. En consecuencia, únicamente es posible disponer dicha tecnología en un total de 316 viviendas (fachada norte y sur), esto es, el 67 % del total (Figura 4).

Determinación de la generación de energía solar fotovoltaica *in situ*

La Figura 5 expone, por orientación de vivienda, los resultados obtenidos de la simulación dinámica, los cuales alcanzan los 1 476 480 kWh / año para la totalidad del barrio. Sin embargo, de haberse dispuesto cubierta plana, hubiera sido factible aplicar un promedio de 25 paneles por vivienda y alcanzar 3 505 182 kWh / año, esto es, un incremento del 237 %.

Lo enunciado conduce a reflexionar sobre la necesidad de repensar aspectos del diseño urbano y arquitectónico. Con relación a lo urbano, la distancia entre viviendas y entre éstas y la vegetación debe ser tal que permita aprovechar toda la envolvente para captación solar. La ocupación de la parcela y la vivienda emplazada en la misma tienen que prever las futuras

NIVEL URBANO	
	Proporción ancho calle-edificio Distancia existente entre dos fachadas y la altura de las edificaciones que forman parte.
	Orientación Orientación solar de la fachada principal.
	Factor de ocupación del suelo Porcentaje de la superficie útil de parcela que puede ocupar la edificación. Se obtiene de la razón: superficie construida total en planta baja / superficie de la parcela.
	Factor de ocupación del terreno Regula la superficie cubierta total edificable en el terreno. Se obtiene de la razón Σ superficie construida total / superficie de la parcela.
	Sombreado Producido por vegetación y construcciones del entorno. Se debe planificar el tipo de especie, su ubicación y crecimiento (tanto en altura como en diámetro) para evitar afecciones por sombras y analizar la existencia de elementos constructivos de edificios colindantes próximos a los paneles que puedan perjudicar la instalación.
	Equipamiento Empleo de equipamiento (luminarias, bancos, basureros) y espacios semicubiertos (solárium, pérgolas, quinchos) para generación SFV.
NIVEL ARQUITECTÓNICO	
	Altura de la edificación Conveniencia de alturas homogéneas. Garantizar fluida circulación de aire y adecuada ventilación de paneles.
	Disposición en el terreno Emplazamiento de la edificación en relación con su orientación respecto de las coordenadas geográficas.
	Superficie de captación Superficie envolvente de fachada y cubierta que es potencialmente útil para captación solar. Exigir un porcentaje determinado de superficie útil disponible, en función del FOT.
	Espacio de cocheras Emplear cubiertas para generación SFV.
	Materialidad Se debe analizar la materialidad, texturas y colores de la superficie del panel de manera que sean compatibles con los demás materiales, colores y texturas de la envolvente del edificio.
	Cubierta La totalidad de las funciones que se incorporen en las cubiertas (tenders, volumen de ascensores o escaleras, tanques de agua, barandas o parapetos, antenas, chimeneas, caños de ventilación, entre otros) deben analizarse de forma previa y considerar la sombra que los mismos arrojan. Grandes superficies favorecen la instalación de soluciones fotovoltaicas. Por esto, analizar que la cubierta se adapte a las dimensiones del panel SFV.
	Muros y aberturas Análisis de aberturas, superficies de balcones, parasoles, entre otros.
	Morfología La tipología de la envolvente debe beneficiar la instalación SFV.
	Accesibilidad Fácil acceso a la instalación para su mantenimiento y limpieza periódica.

FIGURA 6 | Lineamientos para el diseño arquitectónico y urbano integral. Fuente: elaboración propia.

ampliaciones y sus respectivos cambios morfológicos, así como su orientación solar predominante.

Asimismo, deben considerarse los retiros reglamentarios entre construcciones de diferentes parcelas para evitar la generación de sombras en la envolvente vertical. También es conveniente considerar un diseño integral que incluya al equipamiento urbano autosuficiente energéticamente. Ejemplo de esto último son los espacios semicubiertos comunes o públicos, los cuales pueden representar oportunidades para incorporar paneles SFV, así como los espacios recreativos y sus componentes, tales como bancos, farolas, basureros, cicletteros, entre otros.

En cuanto a lo arquitectónico, la materialidad y tipología arquitectónica requieren viabilizar la disposición de paneles SFV en cubiertas y muros y su fácil acceso para el mantenimiento preventivo. Del caso de estudio presentado, se asume que los volúmenes de tanques de agua pueden perjudicar de forma sustancial los paneles sobre cubierta, por lo cual se deben cuidar su altura y ubicación en el conjunto. Conforme al relevamiento efectuado, en el barrio Pie de Palo han construido espacios de cochera semicubiertos, así como galerías y porches, que podrían utilizarse para incorporar la tecnología SFV.

Lineamientos para el diseño arquitectónico y urbano integral

En función de la práctica previamente desarrollada, se determinan a continuación las variables de diseño que favorecen el uso potencial de la tecnología SFV en el sector residencial (ver Figura 6).

CONCLUSIONES

Para un mayor despliegue territorial de la tecnología SFV en entornos con elevado potencial de recurso solar, debe garantizarse un diseño urbano-arquitectónico integral. Ejemplo de ello es lo analizado en el barrio Pie de Palo del departamento Cauçete, provincia de San Juan, el cual tendría un potencial de generación de 3 505 182 kWh / año, siendo 237 % superior a lo que podría generar en las condiciones actuales de haber incorporado los lineamientos enunciados en fase de diseño.

Se concluye que los barrios de interés social pueden concebirse como un ejemplo manifiesto del modelo energético sustentable, donde su alcance depende únicamente de que los tomadores de decisiones incorporen la presente propuesta. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRAGÁN-ESCANDÓN, E.; ZALAMEA-LEÓN, E.; TERRADOS-CEPEDA, J. y VANEGAS-PERALTA, P. (2019). Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. *EURE*, 45(134), 259-277.
- BEATLEY, T. (2007). Envisioning Solar Cities: Urban Futures Powered by Sustainable Energy. *Journal of Urban Technology*, 14, (2), 31-46. <https://doi.org/10.1080/10630730701531682>
- CÁMARA BRASILEÑA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (2016). *Energías Renovables. Gestión eficiente de la energía en la industria de la construcción*. https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Energias_Renovaveis_2016_esp-1.pdf
- GARCÍA, A.P. (2011). Energía y Ciudad: Un Enfoque Postambiental. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, (XVI), 927.
- GOBIERNO DE SAN JUAN (2021). *El barrio Pie de Palo alcanzó un 90 % de avance de obra*. <https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2021-08-10/34224-el-barrio-pie-de-palo-alcanzo-un-90-de-avance-de-obra>
- IRENA (International Renewable Energy Agency) (18 de octubre de 2016). *Habitat III High-level Forum on Renewable Energy in Urban Settings*. https://habitat3.org/wp-content/uploads/RE-Energising-Cities-Outcomedoc_26Oct2016.pdf
- REDWEIK, P.; CATITA, C. y BRITO, M. (2013). Solar energy potential on roofs and facades in an urban landscape. *Solar Energy*, 97, 332-341. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.08.036>
- SAMADZADEGAN, B.; SAMAREH ABOLHASSANI, S.; DABIRIAN, S.; RANJBAR, S.; RASOULIAN, H.; SANEI, A. y EICKER, U. (2021). Novel energy system design workflow for zero-carbon energy district development. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, 23. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.662822>
- SCOGNAMILLO, A.; SORIA, M.V.; ALONSO FRANK, A. y GALDEANO RUIZ, M. (2021). Las fronteras materiales como herramienta para la planificación territorial. El caso del Departamento de Cauçete, San Juan (Argentina). *IV Jornadas de Sociología 2021*. Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE (2019). Propuestas de implementación de Energías Renovables en viviendas sociales para la generación de energía eléctrica distribuida y solar térmica. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/propuestas_de_implementation_de_er_en_viviendas_sociales_para_la_generacion_de_energia_electrica_distribuida_y_solar_termica_ok.pdf

au

ÍNDICE DE CONTENIDOS · Pág. 09

EDITORIAL · Pág. 13

ARTÍCULOS · Pág. 17

INFORMACIÓN PARA AUTORES

INFORMACIÓN PARA AUTORES

EJES TEMÁTICOS

El contenido se organiza conforme los siguientes ejes:

- Proyecto arquitectónico
- Tecnologías y sustentabilidad
- Historia de la arquitectura, la ciudad y el urbanismo
- Enseñanza de las disciplinas proyectuales
- Ciudad y territorio
- Comunicación y forma

ORIGINALIDAD Y EXCLUSIVIDAD

Los artículos postulados deben ser originales e inéditos, y no deben haber sido publicados con anterioridad ni deben estar postulados simultáneamente para su publicación en otras revistas u órganos editoriales.

ARBITRAJE

La publicación realiza una revisión de artículos por pares expertos externos en el área temática de los artículos mediante el procedimiento revisión doble ciego (*Double-blind review*) según el cual ni los árbitros ni los autores de artículos conocen sus identidades preservándose de tal modo el anonimato y la confidencialidad durante todo el proceso.

El tiempo estimado del proceso de evaluación es de 60 días contados desde el momento de la postulación. Arquisur Revista se publica en versión electrónica con periodicidad semestral, en la segunda quincena de junio y de diciembre.

FORMATO DE PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS (SEGÚN DOCUMENTO BASE ACCESIBLE EN BIBLIOTECA DEL EDITOR)

Observación:

ARQUISUR Revista opera sobre la plataforma Open Journal System administrada por la Biblioteca Virtual UNL.

Para enviar un artículo el autor debe abrir una cuenta en esta página y proceder a la carga de los archivos digitales de acuerdo a las instrucciones que brinda el sistema.

Los archivos de textos, tablas, imágenes, planimetrías, etc. serán presentados en formatos editables (doc, docx, jpg, tiff, dwg, xls, png, etc.)

Los artículos postulados deben ser originales e inéditos, y no deben estar postulados simultáneamente para su publicación en otras revistas u órganos editoriales.

Los trabajos, deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad. Como punto de referencia se pueden tomar las siguientes tipologías y definiciones:

· **Artículo de investigación científica y tecnológica:** documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro partes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

· **Artículo de reflexión:** documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

· **Artículo de revisión:** documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

También se podrán presentar otro tipo de documentos como ser: artículo corto, reporte de caso, revisión de tema, documento resultado de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, cartas al editor, traducción, documento de reflexión no derivado de investigación y reseña bibliográfica entre otros.

FORMALIDADES DE PRESENTACIÓN

Primera página:

- **Título:** en español o portugués e inglés y no exceder 15 palabras.
- **Subtítulo:** opcional, complementa el título o indica las principales subdivisiones del texto.
- **Datos del autor/es (máximo 2):** nombres y apellidos completos, grado académico, filiación institucional, formación académica, experiencia investigativa, publicaciones representativas y correo electrónico o dirección postal. El orden de los autores debe guardar relación con el aporte que cada uno hizo al trabajo. Si corresponde, también se debe nombrar el grupo de investigación, el postgrado del que el artículo es resultado o el marco en el cual se desarrolla el trabajo.
- **Descripción del proyecto de investigación:** entidad financiadora, participantes, fecha de inicio y culminación, abstract de la investigación y otros productos resultado de la misma.
- **Resumen, analítico-descriptivo o analítico-sintético:** se redacta en un solo párrafo, da cuenta del tema, el objetivo, los puntos centrales y las conclusiones, no debe exceder las 200 palabras y se presenta en idioma de origen (español o portugués) y en inglés (abstract).
- **Cinco palabras clave:** ordenadas alfabéticamente y que no se encuentren en el título o subtítulo, debe presentarse en idioma de origen (español o portugués) y en inglés (*key words*). Sirven para clasificar temáticamente al artículo. Las palabras clave deben ser seleccionadas de alguna de las siguientes tablas de materias:

a) **Tesoro de la UNESCO.** Es una lista controlada y estructurada de términos para el análisis temático y la búsqueda de documentos y publicaciones en los campos de la educación, cultura, ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, comunicación e información: <http://databases.unesco.org/thessp/>

b) **Red de Bibliotecas de Arquitectura de Buenos Aires, Vitruvius.** Es un vocabulario controlado desarrollado específicamente para las áreas de arquitectura y urbanismo. <http://vocabularyserver.com/vitruvio/>

Segunda página y siguientes:

- **Cuerpo del artículo:** Generalmente se divide en: Introducción, Metodología, Desarrollo, Resultados y Discusión y Conclusiones; luego se presentan las Referencias bibliográficas, Tablas, Leyendas de las Figuras y Anexos. En la introducción se debe describir el tipo de artículo que se está presentando.
- **Texto:** Se escribe en una sola columna, sin formato, a interlineado doble en tipografía de 12 puntos. La extensión de los artículos de investigación debe ser de 5.000 palabras (con una tolerancia del 10% en más o menos). Los artículos breves no deben exceder las 2.000 palabras. Las páginas deben ser numeradas.
- **Notas al pie:** Las notas aclaratorias al pie de página no deben exceder de cinco líneas o 40 palabras; de lo contrario, deben ser incorporadas al texto general.
- **Citas.** Pueden ser:
 - a) Cita textual corta (con menos de 40 palabras) se incluye en el texto y se encierra entre comillas dobles. A continuación se incorpora la referencia del autor (Apellido, año, p. oo);
 - b) Cita textual extensa (mayor de 40 palabras) se incluye en párrafo aparte, independiente, omitiendo las comillas, seguida de la referencia del autor.

Referencias bibliográficas:

Las referencias bibliográficas en el texto permiten identificar las fuentes que sostienen el texto o que se discuten en él. Deberán aparecer al final del artículo en orden alfabético y se harán según las normas APA (American Psychological Association). A continuación se detalla el formato que deben respetar las referencias según dichas normas:

- Apellido del autor, año de edición, dos puntos y número de página, sin espacio intermedio (Derrida, 2000:49).
- Si se hace referencia a una sola obra se omite el año (Derrida: 32).
- Si se hacen otras referencias a la obra en el mismo párrafo sólo se consignarán los números de página (38), (54).
- Si la obra tiene dos autores se mencionarán ambos apellidos.
- Si la obra tiene entre tres y cinco autores, en las menciones subsiguientes sólo se escribirá el apellido del primer autor seguido de *et al.*

· Si los autores son más de seis se escribirá el apellido del primer autor seguido de *et al.* desde la primera mención.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía es un listado de todos los textos mencionados en las referencias bibliográficas. Puede, además, incluir fuentes que sirvan para profundizar en el tema, aunque no se las haya citado en el trabajo.

El listado se ajustará a los siguientes criterios generales:

- Las obras deben ordenarse alfabéticamente por apellido del autor. Si se mencionan varias obras del mismo autor, estas irán en orden cronológico, comenzando por la más antigua.
- Si en un mismo año hay más de una obra, el orden de las obras debe indicarse con letras (1997a, 1997b).
- Si la obra tiene entre dos y siete autores, se consignará el apellido y la inicial del nombre de todos ellos.
- Si la obra tiene ocho o más autores, se consignará el apellido y la inicial del nombre de los seis primeros, luego puntos suspensivos (...) y finalmente el apellido y la inicial del nombre del último autor.
- Si la obra cuenta con un compilador (*Comp.*) o director (*Dir.*), debe identificarse por el apellido de este.
- Si la obra no tiene autor, se consignará primero el título de la obra y luego la fecha.
- Si la obra no tiene fecha, se consignará el apellido y el nombre del autor y luego (s.f.).
- En las obras en idioma extranjero se mantendrán las mayúsculas y minúsculas de los títulos originales.
- Si el libro tiene más de una edición e interesa identificarla, luego del título se consignará entre paréntesis a cuál de ellas se está haciendo referencia.

EJEMPLOS

Libro

AUTOR, A. A. (año). *Título*. Ciudad: Editorial.

AUTOR, A. A. (año). *Título*. *Subtítulo*. Ciudad: Editorial.

AUTOR, A. A. (año). *Título*. Recuperado de <http://www.xxxx.xxx> (fecha de consulta).

AUTOR, A. A. (año). *Título*. doi: xx.xxxxxxxx (El doi es un código único que tienen algunos documentos extraídos de bases de datos en la web. Cuando el documento tiene doi se omite la URL).

EDITOR, A. A. (Ed.): (año). *Título*. Ciudad: Editorial.

AA. VV. (2006). *Homenaje a Ana María Barrenechea*. Buenos Aires: Eudeba.

GRIMAL, P. (1965). *Diccionario de mitología griega y romana* (pról. Charles Picard; trad. Francisco Payarols). Barcelona: Labor.

MONTOLOÍO, E. (Coord.) et al. (2000). *Manual práctico de escritura académica, vol. III*. Barcelona: Ariel.

Capítulo de libro

AUTOR, A. A. & AUTOR, B. B. (año). *Título del capítulo o la entrada*. En EDITOR, A. A. (Ed.): *Título del libro* (pp. xx-xx). Ciudad: Editorial. GUTIÉRREZ ORDÓÑEZ, S. (1997). *Más sobre el sujeto ¿con? preposición*. En: *La oración y sus funciones* (pp. 95-140). Madrid: Arco Libros.

Artículo de revista

AUTOR A. A., AUTOR, B. B. & AUTOR, C. C. (fecha). Título del artículo. *Título de la publicación*, volumen(número), xx-xx.

AUTOR, A. A. (año). Título del artículo. *Título de la publicación, volumen* (número), xx-xx. Recuperado de URL.

AUTOR, A. A., AUTOR, B. B. & AUTOR, C. C. (fecha). Título del artículo. *Título de la publicación*, volumen(número), xx-xx. doi: xx.xxxxxx.

DUCROT, O. (2000). La elección de las descripciones en semántica argumentativa léxica. *Revista Iberoamericana de Discurso y Sociedad*, 2(4), 23-45.

GARCÍA NEGRONI, M. M. y HALL, B. (en prensa). Escritura universitaria, fragmentariedad y distorsiones enunciativas. *Boletín de Lingüística*.

RODRÍGUEZ DEL CUETO, F. (2012). Arquitecturas de barro y madera prerromanas en el occidente de Asturias: el Castro de Peña. *Arqueología de la Arquitectura*, 0(9), 83-101. doi: 10.3989/arqarqt.2012.10001.

ROXIN, C. (2012). «El concepto de bien jurídico como instrumento de crítica legislativa sometido a examen.» *Revista electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, 15(1), 1-27. Recuperado de <http://criminolnet.ugr.es/recpc/15/recpc15-01.pdf>

Artículo periodístico

AUTOR, A. A. (año, día de mes). Título del artículo. *Título de la publicación*, pp. xx-xx.

GREGORICH, L. (2009, 11 de noviembre). Soñando con el 10 de diciembre. *La Nación*, p. 17.

Ponencia en congreso publicada en actas

AUTOR, A. A. (año). Título del artículo. En COMPILADOR, C. C., *Actas del Nombre del congreso* (páginas que comprende el capítulo) organizado por Nombre de la institución organizadora, Ciudad.

GUTIÉRREZ ORDÓÑEZ, S. (1978). *Visualización sintáctica. Un nuevo modelo de representación espacial*. En AA. VV. (Comps.). *Actas del VII Coloquio Internacional de Lingüística Funcional* organizado por la Universidad de Oviedo.

Ponencia en congreso no publicada en actas

AUTOR, A. A. (año, mes). *Título del artículo o poster*. Artículo/Poster presentado en Nombre del congreso organizado por Nombre de la institución organizadora, Ciudad.

FUDIN, M. (2009, octubre). *La graduación, el día antes del día después: reflexiones sobre las prácticas de estudiantes en hospital*. Artículo presentado en la VII Jornada Anual de la Licenciatura en Psicología de UCES, Buenos Aires. Recuperado de <http://dspace.uces.edu.ar:8180/dspace/handle/123456789/676> (fecha de consulta 03/09/2018).

Documentos institucionales sin mención de autor

ORGANISMO (año). *Título de la publicación*. Recuperado de URL. PROVINCIA DE SANTA FE. MINISTERIO DE SALUD. (2014). *Situación del VIH/SIDA y las infecciones de transmisión sexual en la población de la provincia de Santa Fe*, año 2013. Recuperado de <https://www.santafe.gov.ar>

Documentos institucionales con mención de autor

AUTOR, P. P., & AUTOR, L. L. (año). *Título de la publicación* (Tipo de publicación o No. de informe). Recuperado de URL.

KESSY, S. S. A., & URIO, F. M. (2006). *The contribution of micro-finance institutions to poverty reduction in Tanzania* (Informe de investigación No. 06.3) Recuperado del sitio web de Research on Poverty Alleviation: http://www.repoa.or.tz/documents_storage/Publications/Reports/06.3_Kessy_and_Urio.pdf (fecha de consulta 03/09/2018).

Tesis

APELLIDO, A. A. (año). *Título de la tesis*. (Tesis inédita de maestría/doctorado). Nombre de la institución, Ciudad.

AGUILAR MORENO, M. (fecha de consulta 03/09/2018). *El grabado en las ediciones de bibliofilia realizadas en Madrid entre 1960-1990*. (Tesis de doctorado). Universidad Complutense de Madrid.

SIGLAS

En el caso de emplear siglas en el texto, cuadros, gráficos y/o fotografías, se deben proporcionar las equivalencias completas de cada una de ellas en la primera vez que se empleen. En el caso de citar personajes reconocidos se deben colocar nombres y/o apellidos completos, nunca emplear abreviaturas.

GRÁFICOS

Las tablas, gráficos, diagramas e ilustraciones y fotografías, deben contener el título o leyenda explicativa relacionada con el tema de investigación que no exceda las 15 palabras y la procedencia (autor y/o fuente, año, p.oo). Se deben entregar en medio digital independiente del texto a una resolución mínima de 300 dpi (en cualquiera de los formatos descritos en la sección de fotografía), según la extensión del artículo, se debe incluir de 5 a 10 gráficos y su posición dentro del texto.

El autor es el responsable de adquirir los derechos y/o autorizaciones de reproducción a que haya lugar, para imágenes y/o gráficos tomados de otras fuentes.

FOTOGRAFÍAS

Se deben digitalizar con una resolución igual o superior a 300 dpi para imágenes a color y 600 para escala de grises. Los formatos de las imágenes pueden ser TIFF o JPG sin compresión y máxima calidad. Al igual que los gráficos, debe indicarse el autor y/o fuente de las mismas.

PLANIMETRÍAS

Se debe entregar la planimetría original en medio digital, en lo posible en formato CAD y sus respectivos archivos de plumas. De no ser posible se deben hacer impresiones en tamaño A4 con las referencias de los espacios mediante numeración y una lista adjunta. Deben poseer escala gráfica, escala numérica, norte, coordenadas y localización.

REMISIÓN DE ARTÍCULOS

Los interesados en postular artículos deberán hacer una presentación ingresando a:

<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/ARQUISUR/issue/current>

Luego de registrarse podrá cargar su artículo en cinco pasos.

ADMISIÓN DE ARTÍCULOS

La revista edita artículos que presentan avances y/o resultados de investigaciones en el ámbito académico con la exigencia explícita que los mismos sean originales e inéditos. También publica artículos breves de reflexión, entrevistas, crónicas y reseñas bibliográficas. En todos los casos el material debe cumplimentar con todas las formalidades que se indican en el apartado «Forma de Presentación de Artículos».

FORMA DE ARBITRAJE

La publicación realiza una revisión de artículos por pares expertos en el mismo campo de estudio según el procedimiento conocido como *Revisión Doble Ciego (Double-blind review)* según el cual los evaluadores y los autores no se conocen recíprocamente, conservándose el anonimato durante todo el proceso editorial.

Los revisores disponen de un Formulario de Revisión remitido por el Director Editorial Técnico a efectos de pautar su labor.

Los pares evaluadores del Comité Científico deben concluir su revisión con alguno de los siguientes conceptos:

- Aceptar el artículo tal como fue entregado.
- Aceptar el artículo con algunas modificaciones: se podrá sugerir la forma más adecuada para una nueva presentación, para lo cual el autor puede o no aceptar las observaciones, de ser así se le conferirá un plazo para realizar los ajustes pertinentes.
- Rechazar el artículo: en este caso se entregará al autor un comunicado junto con las planillas de evaluación de los árbitros explicando la razón de la negación de su publicación.

Finalizado el proceso de evaluación, el Director Editorial Técnico comunicará el resultado a los autores e informará al Comité Editorial la nómina de artículos que recibieron al menos *dos evaluaciones favorables* y que, por lo tanto, en condiciones de ser publicados.

PUBLICACIÓN

El Comité Editorial es el órgano que decide en última instancia cuáles son los artículos a publicar. El Editor procederá a dar curso al proceso de edición técnica de los artículos seleccionados por el Comité Editorial. Este proceso incluye: revisión orto-tipográfica y de estilo del conjunto del material a publicar y del correspondiente diseño gráfico para lectura en pantalla y descarga en pdf. Finalizado el proceso de maquetación y revisión, la revista se publica en su web oficial <http://www.fadu.unl.edu.ar/arquisurrevista/index.html>, en la Biblioteca Virtual de la Universidad Nacional del Litoral <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/> y en la plataforma de la Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura (ARLA) <http://arla.ubiobio.cl/> respetando el siguiente cronograma anual: *Primer número del año: 20 de julio; Segundo número del año: 20 de diciembre.*

