

TEKS DEL SUD

SUSTENTABILIDAD, URBANISMO Y PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO



VOL

07

JULIO
2026



UCASAL

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y URBANISMO

| EUCASA



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA
(UCASAL)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
TEKS DEL SUD. Sustentabilidad, urbanismo
y patrimonio arquitectónico
N.º 7 | 2026

Comite Editorial:

Director: Mg. Arq. Pedro Daniel Fernández
| Decano de la Facultad de Arquitectura y
Urbanismo de la Universidad Católica de
Salta (FAU-UCASAL)

Subdirectora: Dra. Ing. María Laura Gatto
D'Andrea | FAU UCASAL
Editora en jefe: Dra. Arq. Camila Gea Salim
| INENCO (CONICET- UNSa)- FAU
UCASAL

Diseño editorial: Dra. Arq. Camila Gea
Salim | INENCO (CONICET- UNSa)- FAU
UCASAL y Flavio Burstein | FADU UBA
Corrección de estilo: Ing. Susana Gea

Imagen de la tapa: Diseñador industrial
Matías Fernández.

Edición web Marcaje XML EUCASA Flavio
Burstein | FADU UBA

Responsable técnico portal EUCASA: Ing.
Matías Nicolás Amor | FAU UCASAL

Indexaciones, representación, análisis y
gestión documental digital EUCASA: Lic.
Andrés Vuotto | UNQUI, FH UNMDP

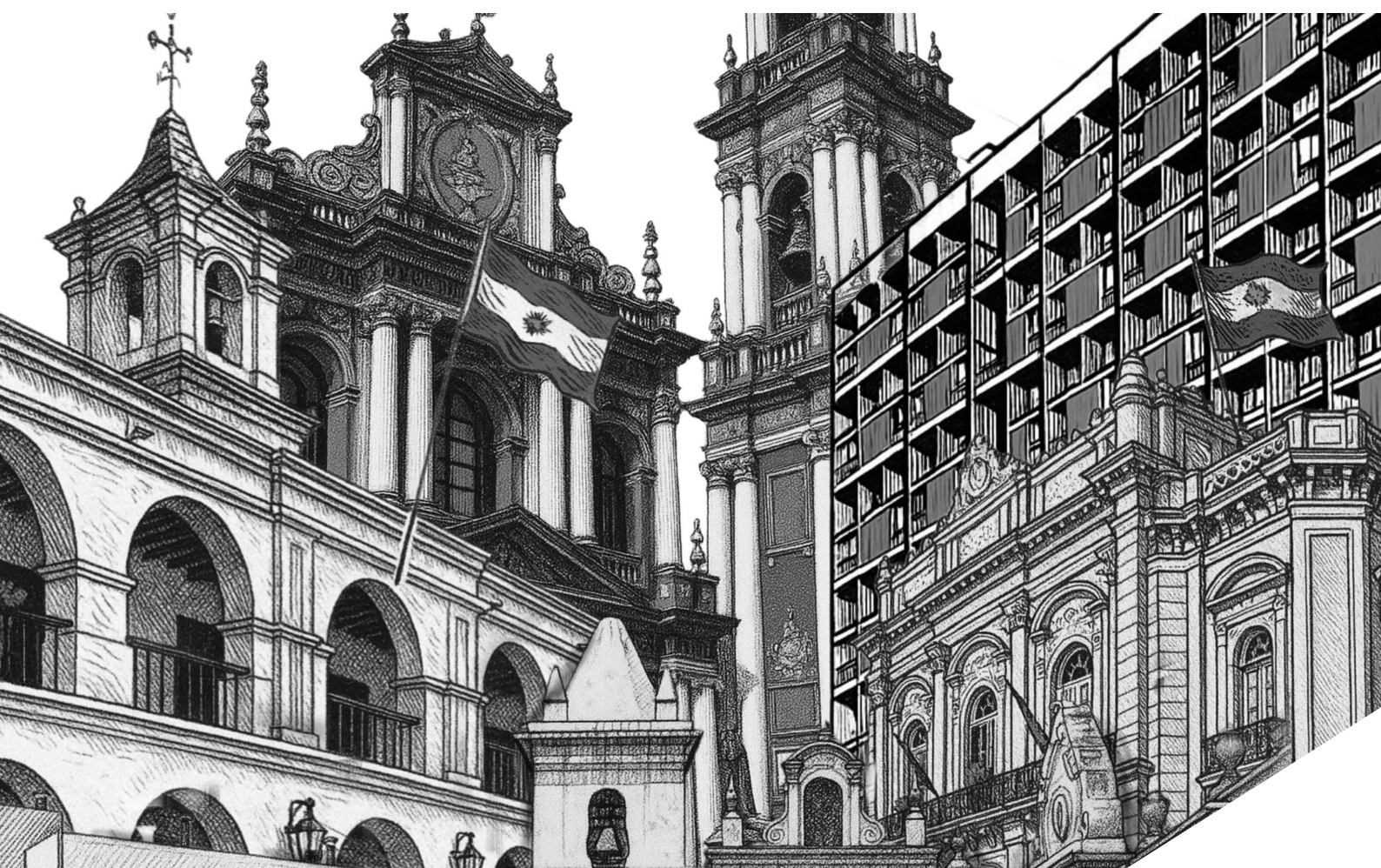
Miembros: Dra. Arq. Amalita Fernández
FAU UNT, Lic. Camila Binda INENCO
(CONICET- UNSa)-FAU UCASAL, Dr.
Federico Colombo Speroni FAU UCASAL
y Dr. Pablo Prone FAU UCASAL



TEKS DEL SUD

Publicación Académica

N.º 7 | AÑO 2026



EUCASA

EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y URBANISMO



Sobre la revista

Teks del Sud - Sustentabilidad, urbanismo y patrimonio arquitectónico es una revista científica de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Salta, Argentina, creada en el año 2019 y publicada bajo el sello EUCASA (Ediciones Universidad Católica de Salta). Es una publicación de periodicidad anual, que contiene artículos, estudios de caso y experiencias de cátedra organizados temáticamente. Los trabajos son inéditos y originales, y son sometidos a un proceso de evaluación por pares externos.

El nombre de la revista responde a las acepciones del indoeuropeo *Teks*, tejer, construir; y *Sud* (del sur), integrando aquellas expresiones que miran a la arquitectura como tejidos que posibilitan el hábitat y la convivencia humana y no humana en sus diferentes escalas y temáticas.

Teks del Sud brinda una plataforma de discusión, reflexión y exploración a la comunidad universitaria, teniendo como punto de partida la producción intelectual

y material de docentes e investigadores del ámbito del diseño proyectual, la sustentabilidad, el urbanismo, la arquitectura patrimonial; con particular énfasis en el contexto sudamericano.

Esta publicación ha sido creada con el fin de promover la divulgación de la producción científica y académica de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, así como facilitar el intercambio y la articulación con otras instituciones nacionales e internacionales.

La revista recibe artículos en español y publica versiones de los mismos en la lengua original del autor. Para mayor información sobre las convocatorias y las pautas idiomáticas, diríjase a la sección Política de secciones y contribuciones en el portal web de revistas EUCASA.



► SUMARIO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Componentes ambientales y sociales en el espacio público urbano. Efectos
en el bienestar psicofísico de los usuarios en plazas y parques de la ciudad de Salta 7
Carrizo

Planificación urbana y acceso a la energía en contextos de informalidad:
el caso del barrio Ara San Juan (Salta, Argentina) 21
Franco Lopera

Estratigrafía de la transición: arqueología mediática del hábitat sustentable en Olacapato..... 41
Cococcia

Fotogrametría digital terrestre para la documentación patrimonial:
el caso del museo de ciencias naturales 57
Gea

Gemelos digitales para la administración de proyectos. Casos de estudio:
trazo topográfico de la línea del cablebús en Uruapan, Michoacán,
México y la revisión de la construcción de la estación Constituyentes
del cablebús, Ciudad de México, México..... 73
Palomo

EXPERIENCIAS DE CÁTEDRA

Diseño inclusivo: desaprender para diseñar. Voces estudiantiles
en la enseñanza de la arquitectura 89
Pereyra

07

► Artículos Científicos

Componentes ambientales y sociales en el espacio público urbano. Efectos en el bienestar psicofísico de los usuarios en plazas y parques de la ciudad de Salta

Environmental and social components in urban public space. Effects on the psychophysical well-being of users in squares and parks in the city of Salta.

Fabiola Cristina Carrizo¹

Artículos científicos

Citar: Carrizo, F. C. (2026)
Componentes ambientales y sociales en el espacio público urbano. Efectos en el bienestar psicofísico de los usuarios en plazas y parques de la ciudad de Salta. Teks del Sud, 7, pp. 07-20

Resumen

Este artículo presenta un estudio comparativo de dos plazas emblemáticas en el área central y macrocentro y de dos parques urbanos de relevancia de Salta —ciudad ubicada en un valle a más de mil metros sobre el nivel del mar, con clima templado cálido—, evaluando sus características ambientales, morfológicas, espaciales y sociales. El objetivo fue analizar cómo los servicios ambientales de estos espacios influyen en el bienestar físico y mental de sus usuarios y visitantes. La investigación combinó enfoques cualitativos y cuantitativos, empleando técnicas documentales, mediciones con equipos certificados y encuestas estructuradas para recopilar variables ambientales y sociales. Además, se analizaron variables morfológicas y espaciales mediante imágenes satelitales y registros fotográficos. Para cuantificar las contribuciones de estos espacios se utilizaron índices de confort térmico y acústico. Los resultados indican que la forestación urbana en estos espacios mejora significativamente el bienestar, ayudando a mitigar el clima local. Sin embargo, se detectaron niveles sonoros que superan los límites aceptables en espacios públicos, lo que subraya la necesidad de implementar estrategias de diseño paisajístico y arbóreo para optimizar el confort acústico y promover entornos urbanos saludables y sostenibles.

Palabras clave: espacio público, componentes ambientales, bienestar psicofísico, confort térmico y comunidad.

Abstract

This article presents a comparative study of two emblematic plazas in the central and macro-center areas and two significant urban parks in the city of Salta, located in a va-

¹ Universidad Católica de Salta (UCASAL). Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Docente Titular Instalaciones I y II. Campo Castañares S/N. 4400 Salta, Argentina. e-mail: fcarrizo@ucasal.edu.ar

lley over 1,000 meters above sea level, with a warm temperate climate. The study evaluates the environmental, morphological, spatial, and social characteristics of these spaces. The objective was to analyze how the environmental services provided by these spaces influence the physical and mental well-being of their users and visitors. The research combined qualitative and quantitative approaches, employing documentary techniques, measurements with certified equipment, and structured surveys to collect environmental and social variables. Morphological and spatial variables were also analyzed using satellite imagery and photographic records. Thermal and acoustic comfort indices were used to quantify the contributions of these spaces. The results indicate that urban forestry in these spaces significantly improves well-being, helping to mitigate the local climate. However, noise levels exceeding acceptable limits were detected in public spaces, highlighting the need to implement landscape and tree design strategies to optimize acoustic comfort and promote healthy and sustainable urban environments.

Keywords: public space, environmental components, psychophysical well-being, thermal comfort and community.

Introducción

La ciudad, entendida como una construcción social y física, es un ecosistema urbano que se caracteriza por la interacción de elementos artificiales y naturales que configuran condiciones específicas de vida y funcionamiento. Los espacios públicos, definidos como áreas accesibles para el uso colectivo y destinados a la interacción social, cumplen funciones esenciales en la promoción de la cohesión social, la participación cívica y la integración comunitaria. Entre estos espacios, las plazas, parques y plazoletas constituyen ámbitos de encuentro y recreación, facilitando procesos de movilidad social y fortaleciendo la memoria urbana (Sitte, 1926). El concepto de espacio verde urbano se refiere a aquellos ámbitos en los que predomina la vegetación y que ofrecen funciones ambientales —como la regulación térmica, la conservación de biodiversidad y la mitigación del cambio climático—, sociales, estéticas y de conservación ecológica. Afirmar Vázquez (2005) que la función del verde urbano es especialmente relevante en la mitigación de las temperaturas urbanas y en la reducción de las islas de calor, contribuyendo al confort térmico y bienestar de los habitantes.

En el contexto de la ciudad de Salta, ubicada en el noroeste argentino, esta problemática adquiere particular relevancia. La ciudad presenta un mosaico de bienes naturales dispersos y desconectados, donde las plazas y áreas verdes, muchas de ellas en condiciones ambientales adversas, cumplen funciones sociales y recreativas importantes. Sin

embargo, su distribución es desigual, concentrándose mayormente en el centro urbano, mientras que en la periferia se evidencian limitaciones en accesibilidad, mantenimiento y seguridad. La expansión urbana descontrolada y la degradación ambiental afectan la habitabilidad y el equilibrio ecológico, requiriendo una gestión integral que considere la relación entre los espacios verdes y la calidad de vida de los habitantes.

El objeto de estudio de esta investigación es la calidad ambiental urbana en los espacios públicos de la ciudad de Salta, con énfasis en sus dimensiones físicas, higrotérmicas, sociales y su impacto en el confort y bienestar de los usuarios. Los cuatro casos elegidos son representativos para su análisis comparativo simultáneo, debido a su simbolismo urbano y espacial; en el área central los siguientes: Plaza Alvarado, Plaza Güemes y el Parque San Martín y al norte el Parque Bicentenario. La hipótesis de partida plantea que existe una relación directa entre las condiciones térmicas, los atributos físicos y ambientales, la distribución del ruido y las formas de apropiación social de los espacios públicos. Se espera que estas condiciones influyan en las preferencias y en la calidad de la experiencia de los usuarios, promoviendo un uso más consciente y saludable del entorno urbano.

Como antecedentes relevantes se consideran estudios previos sobre confort térmico y calidad ambiental en ciudades argentinas y latinoamericanas, tales como el análisis del confort térmico en zonas áridas (Correa Cantaloube y Ruiz, 2009), el confort climático en Bahía Blanca (Ramborger y Campo, 2018) y el estudio de plazas en Rosario y su relación con los servicios ambientales (Vázquez, 2004). Estos proporcionan un marco de referencia y metodológico que sustenta el abordaje de esta investigación, orientada a promover estrategias de diseño urbano y gestión ambiental que optimicen el uso y la funcionalidad de los espacios públicos verdes en la Ciudad de Salta.

Metodología

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto, combinando elementos de investigación documental y de campo, con componentes tanto cuantitativos (estadísticos y numéricos) como cualitativos (descriptivos e interpretativos). La metodología incluye mediciones de variables microclimáticas (temperatura, humedad, viento, incidencia solar) y acústicas (niveles sonoros y ruidos), realizadas en los espacios públicos seleccionados según su localización y características. Se realiza un análisis comparativo de estas variables para identificar sus particularidades y potencialidades, estableciendo relaciones entre las condiciones ambientales y la percepción de confort por parte de los usuarios. El estudio se basa en el modelo del Dr. Juan A. Samaja (2004), donde la unidad de análisis central corresponde a la identidad local en espacios públicos urbanos, considerando variables ambientales, sociales y morfológicas.

Está estructurado en tres matrices de datos: la matriz supraunitaria: analiza variables macroambientales a nivel de ciudad, como metros cuadrados de áreas verdes por habitante y densidad poblacional, para evaluar la calidad ambiental urbana; la matriz central: evalúa aspectos higrotérmicos que afectan el microclima urbano y el confort térmico, incluyendo condiciones climáticas (temperatura, humedad, viento), características superficiales de los espacios y condiciones lumínicas, acústicas y de vegetación; y la matriz subunitaria: examina las percepciones y usos del espacio por parte de los usuarios, considerando actividades, tiempo de permanencia, frecuencia de uso y apropiación social, relacionando variables físicas y conductuales con el confort.

Se miden las variables ambientales clave utilizando una estación meteorológica inalámbrica DAZA DZ WT 1081 en puntos seleccionados de parques y plazas —según criterios definidos de exposición solar, bajo arboledas a la sombra, sobre superficies duras y en superficies vegetadas— durante horarios estandarizados (9:30 a 11:00 horas) en verano e invierno.

El nivel sonoro y su distribución se registran con un decibelímetro IEC61672-1 CLASS2 (30-130 dB), en respuestas rápida y lenta. Para la recolección de datos socioambientales se aplica una metodología cualitativa participativa, a través de entrevistas a usuarios ocasionales (deportistas, peatones, niños) y observando comportamientos en el espacio público mediante registros fotográficos y notas. Los parámetros del estudio estadístico se basan sobre una muestra de población aleatoria del 10 % (transeúntes y concurrentes) en el área de influencia de cada espacio público, con un nivel de confianza del 90 %, margen de error de ± 5 % y desviación estándar de 0,5.

Se emplean métodos descriptivos de observación participante: entrevistas informales, registros fotográficos y notas de campo; de observación no participante: registro sistemático de actividades, horarios y perfiles de usuarios; y revisión de antecedentes: periódicos y registros históricos. La información sociodemográfica se obtuvo de fuentes secundarias y documentación fotográfica, siguiendo criterios de Vázquez (2005).

Resultados

Evolución espacial y características cuantitativas y cualitativas de los espacios verdes en la ciudad de Salta

El estudio sobre la ciudad de Salta muestra que ha crecido rápidamente, pero la cantidad de espacios verdes no ha sido proporcional. En 1998 Salta contaba con 247,47 hectáreas de áreas verdes para 460.889 habitantes (5 m² por persona). En 2010, con 536.113 habitantes, la superficie era de 4,63 m² por habitante. En 2022, la población alcanzó 604.130 habitantes, con 455,98 hectáreas de espacios verdes, incrementando a 7,55 m² por habitante.

Para el análisis comparativo se seleccionaron espacios verdes representativos e identitarios para el centro y norte de la ciudad: la Plaza Güemes, Plaza Alvarado y Parque San Martín de 1,35, 1,33 y 7,2 hectáreas respectivamente; y el Parque del Bicentenario, de 75 hectáreas (Figura 1).

El cálculo de superficies verdes públicas se realizó mediante cartografía en Google Earth Pro con la herramienta de cálculo automático de áreas, diferenciando plazas de configuración simple y parques de mayor extensión con estructuras complejas. Se compararon las superficies totales y las proporciones de áreas verdes y pavimentadas, destacando que plazas como Alvarado y Güemes tienen aproximadamente un 65-68 % de áreas verdes, mientras que parques como San Martín y Bicentenario alcanzan hasta un 93 %, evidenciando su mayor capacidad de absorción natural y su potencial impacto positivo en el medio ambiente y el bienestar de los usuarios.

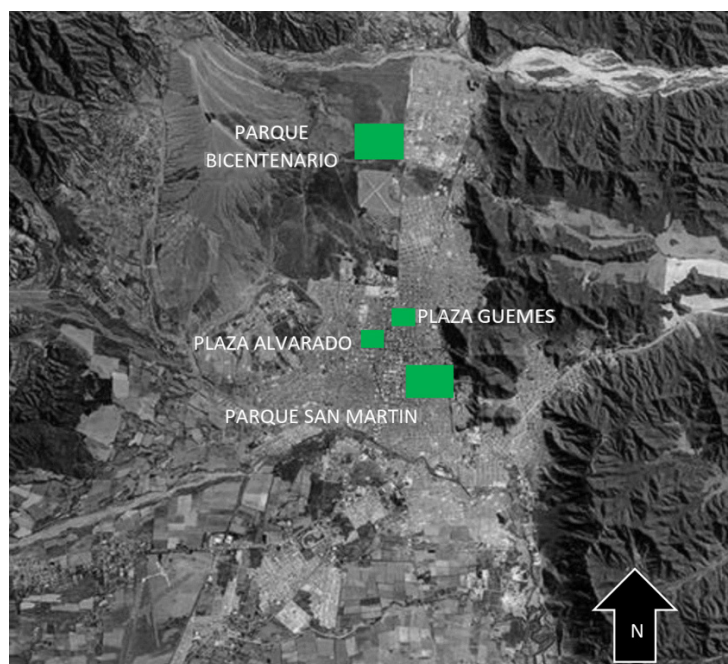


Figura 1:
Espacios verdes activos:
parques y plazas
representativas en la
ciudad de Salta.

Fuente: Base de Datos Geo
Portal Idesa. Elaboración
para investigación 2023

Análisis de matrices y de registros

La evaluación de la calidad ambiental en los espacios públicos de la ciudad de Salta se fundamenta en la matriz supraunitaria, que vincula los contextos urbanos con indicadores de sostenibilidad y bienestar. Un elemento clave según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) es la superficie de áreas verdes públicas por habitante, que, si bien es un estándar fundamental, requiere análisis complementarios que consideren su distribución espacial, características cualitativas y el perfil sociodemográfico de la población.

En relación a indicadores y normativas, la OMS recomienda un mínimo de 9 m²/hab con un estándar deseable de 15 m²/hab (Robles y Martínez, 2019). En Salta, el Decreto-Ley 8912/77 establece un estándar de 10 m²/hab, distribuidos de la siguiente manera: 3,5 m² para plazas y espacios vecinales, 2,5 m² para parques urbanos y 4 m² para parques regionales. Por otra parte, la OMS recomienda que cualquier individuo, independientemente de su lugar de residencia, tenga acceso a un espacio verde de al menos 2 hectáreas a una distancia máxima de 300 metros de su domicilio, o sea, aproximadamente a 5 minutos a pie. La Unión Europea (Servicio de Investigación del Parlamento Europeo, 2014) sugiere que esa distancia puede extenderse hasta 15 minutos caminando. La Agencia Europea del Medio Ambiente (1998) ha establecido estándares de calidad en el medio ambiente urbano basados en la accesibilidad a las áreas verdes, considerando especialmente los espacios de proximidad (<200 m), que cubren las necesidades cotidianas de recreo, incluyendo a personas con movilidad reducida, mayores y niños.

Según datos del Servicio Meteorológico Nacional del año 2023, la ciudad de Salta emplazada en coordenadas 24,86° de latitud Sur y - 65,48° de longitud Oeste con clima templado cálido III B según la clasificación IRAM 11603 (2012), registra una temperatura media anual de 17 °C. Durante el verano (diciembre-febrero), las temperaturas máximas alcanzan picos de hasta 34,6 °C, mientras que en invierno (junio-julio), las temperaturas mínimas rondan los 0 °C, con promedios que oscilan entre 8 y 12 °C. La radiación solar mensual varía entre 318 horas en invierno y 423 horas en verano. Los valores de radiación solar en superficie son de 939 W/m² en julio y 1.483 W/m² en diciembre. En días típico de julio la temperatura media es de 13,5 °C (máx. 20 °C, mín. 1.3 °C) y en diciembre de 22 °C (máx. 33 °C, mín. 13 °C). La radiación solar diaria (Plaza Güemes, Plaza Alvarado, Parque San Martín, Parque Bicentenario) es de 939 W/m² en julio y 1483 W/m² en diciembre.

Como resultado del muestreo realizado con estación total (Tabla 1), se documentaron las condiciones ambientales tanto en áreas expuestas como a la sombra. Los datos revelan que, en ambas estaciones, diciembre y julio, las condiciones son confortables y presentan una sensación térmica agradable, tanto en condiciones expuestas como en zonas sombreadas (Tabla 2).

Espacio público	Mes de registro	Registro horario	Temperatura ambiente expuesta °C	Humedad relativa %
Plaza Alvarado	Diciembre	9:30 a 11:00	27	43 / 6
Plaza Alvarado	Julio	9:30 a 11:00	23,7 / 25,8	30 / 32
Plaza Güemes	Diciembre	9:30 a 11:00	21	33
Plaza Güemes	Julio	9:30 a 11:00	17,1	38
P. San Martín	Diciembre	9:30 a 11:00	23,1 / 25,9	46 / 52
P. San Martín	Julio	9:30 a 11:00	14,6 / 15,1	34 / 41
P. Bicentenario	Diciembre	9:30 a 11:00	25,8 / 2,6	32
P. Bicentenario	Julio	9:30 a 11:00	7 / 15,1	49

Tabla 1.

Registros con estación total portátil en plazas y parques. Salta (Capital).

En cuanto al movimiento del aire y su percepción sensorial, los registros en estos espacios indicaron valores muy bajos (< 1,5 m/s). En el Parque Bicentenario la percepción del movimiento del aire fue más notable y variable dada su extensión y dispersa y escasa vegetación. Mediante la escala de Beaufort los registros: 0,5 m/s (fuego de vela) sensación de fresco; 1,0 m/s (papeles en movimiento) sensación agradable; 1,5 m/s (papeles vuelan) sensación incómoda. Estos niveles sugieren condiciones aceptables para el confort peatonal, aunque con variaciones según el entorno como afirman Fuentes Freixanet y Rodríguez Viqueira (2004). Las mediciones oscilan entre 0,3 y 1,6 m/s, indicando que en general las velocidades del viento son bajas, con mayor sensibilidad en invierno en ambos parques analizados.

Tabla 2.

Registros con estación total portátil en plazas y parques. Salta (Capital).

Estación (vereda/interior)	Temperatura a la sombra °C	Velocidad viento km/h	Velocidad viento m/s
Plaza Güemes - Verano	22	1,1 / 1,6	0,33 / 0,44
Plaza Güemes - Invierno	17	2,10 / 3,2	0,58 / 0,88
Plaza Alvarado - Verano	25	0,0 / 3,7	0,00 / 1,01
Plaza Alvarado - Invierno	23	0,0	0,00
P. San Martín - Verano	25	0,1 / 1,2	0,03 / 0,33
P. San Martín - Invierno	15	5,5 / 4,2	1,52 / 1,17
P. Bicentenario - Verano	25	1,1 / 2,1	0,30 / 0,57
P. Bicentenario - Invierno	14	4,1 / 5,8	1,14 / 1,61

Tabla 3.
Registros de niveles sonoros en plazas y parques. Salta (capital).

En cuanto a los niveles sonoros en los espacios públicos medidos en diciembre de 2024 y julio de 2024, son similares y reflejan condiciones típicas en horario entre las 9:30 h y las 11:00 h de mayor movimiento peatonal y vehicular (Tabla 3). Estas mediciones indican que los niveles sonoros en la mayoría de los espacios superan los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establecen 50 - 55 dBA Leq para exteriores diurnos y 40 - 50 dBA para nocturnos.

Ubicación	Punto de medición calle - acceso	Nivel ruido dB	Reducción teórica por distancia: metros - dB	Nivel sonoro a distan- cia con decibelíme- tro- dB	Reducciones entre distancias dB
Plaza Alvarado	Caseros y Siria	81,25	25 - 67,3 50 - 61,3	70,5 56,48	10,75 24,77
Plaza Güemes	Mitre	80,2	25 - 66,2 50 - 60,2	67,16 64,79	13,04 15,41
Parque San Martín	Santa Fe	65,0	25 - 51 50 - 45	54,16 51,68	10,84 13,32
Parque Bicentenario	Acceso	60,2	25 - 46,2 50 - 40,2	52,16 49,54	8,04 10,66



Figura 2:
Vista aérea arriba Plaza Güemes, abajo Plaza Alvarado.
(a) Izquierda verano. (b) Derecha invierno
Fuente: 2022. Base de Datos de Google Earth Pro.

Tabla 4.
Registros de cobertura vegetal y sombra en plazas y parques. Salta (Capital).

Espacio público	Verano		Invierno	
	Cobertura vegetal %	Sombra %	Cobertura vegetal %	Sombra %
Plaza Güemes	65	61	57	42
Plaza Alvarado	85	82	75	66
Parque San Martín	75	79	52	41
Parque Bicentenario	12	9	7	2

En relación a la vegetación y cobertura arbórea, los espacios analizados presentan una diversidad de especies autóctonas, como eucaliptos, cipreses, lapachos, jacarandás, molles, cebiles, ibirapitás y tipas. La vegetación es herbácea y arbustiva, con zonas arboladas que compiten por recursos con el césped, afectando su crecimiento y circulación de aire (Vázquez, J., 2005). Las imágenes aéreas (Figuras 2 y 3) muestran variaciones estacionales en la cobertura arbórea y de sombra: en verano, las áreas cubiertas y sombreadas en las plazas alcanzan valores superiores al 60 % mientras que en invierno disminuyen hasta 42 % y en parques grandes, como San Martín y Bicentenario, la cobertura y la sombra en verano rondan entre el 75 % - 12 %, y en invierno entre 52 % - 2 % (Tabla 4).



Figura 3:
Vista aérea superior Parque San Martín, inferior Parque Bicentenario.
Fuente. 2022. Base de Datos de Google Earth Pro.

El análisis de las superficies verdes en los parques y plazas de Salta revela que estas áreas representan entre el 80 % y el 98 % en parques y alrededor del 60 % al 65 % en plazas, favoreciendo la calidad ambiental, la absorción de contaminantes y el confort térmico. Las principales plazas, con radios de influencia de 500 m, abarcan áreas de 2,4 a 2,7 millones de m² y benefician a poblaciones de hasta 71.357 habitantes, con una dotación de más de 113 m² de espacio verde por habitante, cercana a estándares internacionales. Sin embargo, la superficie pública total de espacios verdes en la ciudad es de 7,548 m² por habitante, aún por debajo del rango recomendado de 9 a 15 m² según la Organización Mundial de la Salud (2016), lo que indica la necesidad de ampliar la cobertura vegetal pública, como afirman Robles y Martínez (2019).

Desde el punto de vista climático, los registros de temperatura en verano y julio muestran condiciones de confort aceptables, con valores de 13 °C a 25 °C y humedad del 30 % al 50 %. Solo en diciembre se superan ligeramente estos rangos, confirmando la idoneidad de los espacios verdes para actividades recreativas. La velocidad del viento se mantiene baja (0,5 a 1,5 m/s), favoreciendo la sensación de bienestar. El índice de confort térmico es adecuado para climas templados cálidos, aunque los niveles sonoros superan las recomendaciones en espacios con mayor circulación vehicular. La cobertura vegetal, aunque suficiente en cantidad, presenta variaciones en calidad y cantidad estacional, siendo menor en parques. La superficie verde per cápita ha mejorado desde 2010, pero aún está por debajo de los estándares internacionales, señalando la necesidad de ampliar estos espacios para potenciar su uso recreativo y de descanso, especialmente en verano y julio.

La recolección de datos en la matriz subunitaria social—uso y actividades—se realizó mediante observaciones no participativas en períodos estival e invernal, días laborables y fines de semana, en horarios matutinos y vespertinos. Se llevaron a cabo entrevistas estructuradas sobre condiciones ambientales, percepción de confort y seguridad, duración de visitas, actividades y preferencias. El muestreo estratificado aleatorio con confianza del 90 %, margen de error ± 5 % y desviación estándar 0,5 permitió determinar tamaños muestrales: Plaza Güemes (12 individuos de 11.912 habitantes), Plaza Alvarado (21 de 22.326), Parque San Martín (57 de 71.357) y Parque Bicentenario (54 de 65.997). En las plazas Güemes y Alvarado y parque San Martín, la muestra fue 60% transeúntes y 40% concurrentes, mientras que en el parque Bicentenario todos los encuestados fueron concurrentes.

Los resultados de variables psicofísicas y percepciones permitieron registrar que las condiciones de confort higrotérmico y bienestar térmico varían según el espacio y las condiciones climáticas, siendo más favorables en las plazas Güemes y Alvarado debido a la presencia de sombra y condiciones moderadas, mientras que en el Parque Bicentenario la falta de sombra y temperaturas extremas generan incomodidad. La percepción de seguridad es alta en las plazas Güemes y Alvarado, moderada en el parque San Martín y máxima en el Bicentenario, que está cerrado. En cuanto a molestias por ruidos, la mayoría

de los usuarios en las plazas no reportan afectación, aunque algunos sí perciben molestias, y en el Parque Bicentenario no se detectan molestias por ruidos.

Los análisis de comportamiento y uso del espacio revelan que en las plazas Güemes y Alvarado predominan transeúntes (75-80%), con visitas habituales superiores al 65% y permanencias cortas de menos de 30 minutos en la mayoría de los casos. En contraste, el parque San Martín presenta una mayor proporción de concurrentes (75%) y una duración de visita de 30 a 60 minutos, mientras que en el Parque Bicentenario todos los usuarios son concurrentes, con estancias superiores a una hora y un alto porcentaje de residentes que viven a más de 10 cuadras. La compañía en las visitas suele ser familiar, variando entre el 35% y 45%, y la mayoría de los usuarios en plaza Alvarado y parque Bicentenario reside en cercanías inmediatas; en las plazas Güemes y San Martín, un cuarto de los usuarios vive a menos de 5 cuadras.

Los análisis de actividades y preferencias en las plazas Güemes, Alvarado y parque San Martín muestran que el tránsito predomina con porcentajes del 64 %, 22 % y 41 %, respectivamente, mientras que las actividades recreativas representan del 5 % al 30 %, siendo mayor en el parque Bicentenario (30 %). La concurrencia en verano e invierno oscila entre 45 % y 60 %, sin diferencias estacionales significativas. En cuanto a preferencias espaciales, entre el 25 % y 30 % de los usuarios valoran positivamente vegetación y sombra, especialmente en San Martín, Güemes y Alvarado, y el 35 % prefiere la tranquilidad en el parque Bicentenario, seguido por un 25 % que disfruta del sol.

Discusión

El debate plantea varias cuestiones clave para mejorar los espacios públicos en Salta y otras ciudades similares; entre ellas:

La limitación de la muestra, como estacionalidad y horarios, que pueden sesgar los resultados.

Establecer qué diferencia a Salta en su enfoque socio-ambiental respecto a otras ciudades, y cómo esto impacta el bienestar de los usuarios.

La necesidad de diseñar espacios inclusivos para todos los grupos etarios, especialmente adultos mayores, que reportan disconfort en lugares como el parque Bicentenario.

El impacto del confort térmico y acústico en el uso de espacios verdes, y cómo el diseño puede incorporar soluciones adaptadas al clima salteño.

Las estrategias para garantizar sostenibilidad y eficiencia energética en la conservación y mantenimiento de estos espacios.

La influencia de la proximidad a viviendas en el uso del espacio y cómo la planificación urbana puede fortalecer comunidades cohesionadas y saludables.

La importancia de considerar la percepción subjetiva del confort, además de datos objetivos, en la planificación urbana y el rol de las políticas públicas y la participación ciudadana en el diseño, gestión y mantenimiento, promoviendo intervenciones que respondan a las necesidades comunitarias. En conjunto, se busca integrar variables físicas, sociales y ambientales para crear espacios públicos inclusivos, sostenibles y que mejoren la calidad de vida urbana en Salta y contextos similares, destacando la falta de estudios regionales específicos sobre vegetación y confort en estos espacios.

Conclusiones

El estudio de cuatro espacios públicos en Salta, mediante análisis morfológicos y socioambientales, revela que la calidad de vida de los usuarios está estrechamente vinculada a las condiciones de confort térmico y ambiental, influenciadas por factores como radiación solar, viento y vegetación. Los espacios con mayor protección solar y vegetación, como el parque San Martín, generan mayor percepción de bienestar, mientras que otros, como el parque Bicentenario, presentan mayores niveles de discomfort, afectando principalmente a adultos mayores. La proximidad residencial y la diversidad de actividades contribuyen a un uso más frecuente y variado. Estos resultados subrayan la importancia de diseñar y gestionar los espacios verdes urbanos de forma integral, promoviendo ambientes con diferentes patrones espaciales y funcionales que favorezcan la convivencia, el bienestar psicofísico y la sustentabilidad energética en la ciudad.

Referencias

- Agencia Europea de Medio Ambiente (1998). Medio ambiente para los europeos N° 65. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-environment-agency-eea_es
- Correa Cantaloube, E. y Ruiz, M. (2009). Confort térmico y temperatura del aire en los espacios urbanos: Cómo se relacionan estos indicadores con las decisiones de diseño en ciudades de zonas áridas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*; 13, pp. 121-128. <http://hdl.handle.net/11336/69046>
- Fuentes Freixanet, V. y Rodríguez Viqueira, M. (2004). Ventilación natural: cálculos básicos para arquitectura. Editorial Universidad Autónoma Metropolitana.
- IRAM. (2012). IRAM 11603: Acondicionamiento térmico de edificios - Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).

- Organización Mundial de la Salud. Oficina Regional para Europa (2016). Espacios verdes urbanos y salud. <https://iris.who.int/handle/10665/345751>
- Ramborger, A. y Campo, A., (2018). Confort climático del sector norte y sur de la ciudad de Bahía Blanca; Geograficando, 14, pp. 1-14. <http://dx.doi.org/10.24215/2346898Xe037>
- Robles, C. y Martínez, C. (2019). Los espacios verdes como estrategia de mitigación para el control de la contaminación sonora. Diagnóstico y análisis del Parque O'Higgins en la ciudad de Mendoza, Argentina. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 35, pp. 889-904. <https://doi:10.20937/RICA.2019.35.04.09>
- Samaja, J. (2004). Epistemología y metodología. Editorial Eudeba.
- Servicio de Investigación del Parlamento Europeo (2014). Movilidad urbana. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/new-guide-collates-initiatives-shape-15-minute-city-2022-10-18_en
- Servicio de Investigación del Parlamento Europeo (2014). Movilidad urbana. <https://ep-thinktank.eu/2014/02/15/urban-mobility/>
- Sitte, C. (1926). Construcción de Ciudades según principios artísticos. Editorial Canosa.
- Vázquez, J. (2005). El espacio público urbano: los servicios ambientales y las preferencias sociales. Estudio comparativo de plazas de Rosario. Centro de Estudios Interdisciplinarios. Universidad Nacional de Rosario. <http://doi:oi:rephip.unr.edu.ar:2133/16065>

Planificación urbana y acceso a la energía en contextos de informalidad: el caso del barrio Ara San Juan (Salta, Argentina)

Urban planning and energy access in informal contexts: the case of Ara San Juan (Salta, Argentina)

Danae Alfonsina Franco Lopera, Rodrigo Durán, Mauro Montone, Miguel Ángel Condori¹

Artículos científicos

Citar: Franco Lopera, D. A. et al. (2026) Planificación urbana y acceso a la energía en contextos de informalidad: el caso del barrio Ara San Juan (Salta, Argentina) Teks del Sud, 7, pp. 21-40

Resumen

La planificación urbana opera frecuentemente como un mecanismo de exclusión de infraestructura básica, especialmente en barrios populares invisibilizados en los instrumentos oficiales de zonificación. Este artículo sostiene como tesis central que la política de tierras constituye, en su núcleo, una política energética, en la medida en que la condición jurídica del suelo determina la calidad y la seguridad del acceso eléctrico disponible para sus habitantes. Desde un enfoque antropológico con anclaje etnográfico, complementado con análisis documental de fuentes normativas, se examina el caso del barrio ARA San Juan (Salta, Argentina), contrastando la transición entre el Código de Planeamiento Urbano Ambiental (CPUA) anterior y el CPUA 2025. Los resultados muestran que la restricción altimétrica de la cota 1225 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la definición del Perímetro Urbano Consolidado operaron como mecanismos de invisibilización cartográfica que suspendieron la obligación estatal de provisión, obligando a la población a sostener una red eléctrica informal autogestionada. Se concluye que la pobreza energética en contextos de informalidad urbana es un fenómeno previo al acceso, condicionado por la legibilidad normativa del territorio, y que el reconocimiento cartográfico resulta insuficiente sin instrumentos operativos, plazos y partidas presupuestarias específicas que lo traduzcan en obligaciones exigibles.

Palabras: informalidad urbana, pobreza energética, urbanismo, acceso informal a la energía, barrios populares, planificación urbana

¹ Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO) – UNSa – CONICET
e-mail: danaefrancolop@gmail.com

Abstract

Urban planning frequently operates as a mechanism for excluding basic infrastructure, particularly in informal settlements rendered invisible within official zoning instruments. This article argues, as its central thesis, that land policy constitutes, at its core, an energy policy, insofar as the legal status of land determines the quality and safety of the electricity access available to its residents. From an anthropological approach grounded in ethnographic fieldwork, complemented by documentary analysis of regulatory sources, the article examines the case of the ARA San Juan neighborhood (Salta, Argentina), contrasting the transition between the previous Urban Environmental Planning Code (CPUA) and the CPUA 2025. The findings show that the 1225-meter-above-sea-level altimetric restriction and the definition of the Consolidated Urban Perimeter operated as mechanisms of cartographic invisibilization that suspended the state's obligation of provision, compelling the population to sustain a self-managed informal electricity network. The study concludes that energy poverty in contexts of urban informality is a phenomenon that precedes access, conditioned by the regulatory legibility of the territory, and that cartographic recognition is insufficient without operative instruments, timelines, and specific budgetary allocations that translate it into enforceable obligations.

Keywords: urban informality, energy poverty, urbanism, informal access to energy, informal settlements, urban planning

Introducción

La planificación urbana no es un ejercicio técnico neutral. Las decisiones sobre la clasificación, zonificación y regulación del suelo urbano constituyen operaciones políticas fundamentales que delimitan la frontera entre la legalidad y la excepción en el territorio (Roy, 2005; Schmitt, 2009). Estas determinaciones actúan como “mapas cognitivos” que configuran la realidad social, donde lo que el Estado decide no mapear deja de existir para el ordenamiento jurídico (Beck, 1998). Cuando un asentamiento queda excluido de los instrumentos oficiales de zonificación, dicha exclusión cartográfica no elimina la obligación estatal de extender las redes de servicios básicos, pero sí habilita que su exigibilidad sea ambigua en la práctica administrativa, obligando a la comunidad a sostener, con recursos propios, una conexión autogestionada.

Esta lógica de soberanía diferencial atraviesa distintos estratos sociales; se verifica también en circuitos inmobiliarios de mayor poder adquisitivo que eluden las normas

de uso del suelo, lo que evidencia un ejercicio selectivo de la legalidad por parte del aparato estatal (Roy, 2005). No obstante, dado que la informalidad urbana constituye una categoría heterogénea cuyo alcance varía según el régimen institucional de cada país (Di Virgilio, 2025; Fernandes, 2011), este estudio no extiende sus conclusiones al conjunto de América Latina. El análisis se circunscribe a la experiencia argentina y, en particular, a la escala municipal de la ciudad de Salta. Aquí, la distribución de energía eléctrica está en manos de empresas privadas; sin embargo, la prestación del servicio permanece subordinada al reconocimiento estatal de la ocupación del suelo a través de los instrumentos de planeamiento municipal.

Según estimaciones del Registro Nacional de Barrios Populares (ReNaBaP), en Argentina residen aproximadamente 10 millones de personas en barrios populares, categoría que dicho registro define, en líneas generales, a partir de criterios de informalidad dominial y déficit de infraestructura. En específico, asentamientos informales con un número mínimo de ocho viviendas contiguas y carencia de acceso formal a, al menos dos servicios básicos, entre ellos la energía eléctrica. De ese universo, un subconjunto estimado de 2,5 millones de personas carece de conexión eléctrica formal (Franco Lopera et al., 2022). El acceso a la energía constituye, en este sentido, un factor estructural que condiciona el ejercicio de derechos básicos como la salud, la educación y la participación económica (Bradshaw, 2014).

Un conjunto creciente de investigaciones latinoamericanas señala que las condiciones de acceso a los servicios energéticos en estos barrios responden a factores territoriales e institucionales como la irregularidad dominial del suelo, la precariedad constructiva de las viviendas y el potencial de organización y movilización de sus habitantes (Calvo et al., 2021; Ruiz-Rivas et al., 2023). En Salta, la mayoría de los barrios populares lleva entre cuatro y treinta y cuatro años sin infraestructura básica, producto de una segregación socio residencial que el Estado gestiona habitualmente mediante la no decisión o la exclusión sancionatoria de programas habitacionales (ReNaBaP, 2023; Álvarez Leguizamón, 2000; Okoye y Lalk, 2020).

El caso que motiva esta investigación es el barrio “ARA San Juan”, formado en 2016 sobre la ladera oriental de la ciudad de Salta y nombrado en homenaje al submarino de la Armada Argentina que sufrió una implosión ese mismo año. El barrio cuenta con una red eléctrica informal, gestionada por sus propios habitantes. El Código de Planeamiento Urbano Ambiental, sancionado originalmente en 2010 y recopilado en 2020 (en adelante, CPUA anterior), instrumento municipal que regula los usos del suelo y la zonificación en la ciudad de Salta y que permaneció vigente hasta diciembre de 2025, no registraba la mancha urbana del barrio en su cartografía oficial de zonificación, correspondiente al año 2018. Tal invisibilidad cartográfica coexistió con una restricción establecida por la Carta Orgánica Municipal de 1988, que establece la cota de 1225 metros sobre el nivel del mar como uno de los límites del Perímetro Urbano Consolidado (en adelante, PUC) de la ciudad.

La coexistencia de ambos instrumentos, de distinta jerarquía normativa, generó una tensión que opera como una barrera estructural para el acceso formal a la energía. El código de planeamiento sancionado mediante la Ordenanza Municipal 16.486 de 2025, vigente desde enero de 2026 (en adelante, CPUTA 2025), reconoce por primera vez al barrio bajo la categoría de Área de Interés Urbanístico Social (en adelante, IUS). No obstante, la persistencia de la definición del PUC y la ausencia de instrumentos operativos específicos dentro de esta nueva categoría plantean interrogantes sobre la capacidad real de este marco para transformar las condiciones de exclusión energética del barrio.

El objetivo de este trabajo es analizar de qué manera la normativa urbanística de la ciudad de Salta opera como un mecanismo de producción de pobreza energética en el barrio ARA San Juan. Para ello, se examina la transición entre el CPUTA anterior y el CPUTA 2025, identificando continuidades y rupturas en el tratamiento cartográfico y regulatorio del territorio. El análisis busca contribuir a comprender la pobreza energética como un fenómeno situado e institucionalmente condicionado, y discutir los límites y las posibilidades de los instrumentos de zonificación inclusiva para garantizar el acceso a la energía en contextos de informalidad urbana.

Marco metodológico

El presente estudio se desarrolla desde una perspectiva antropológica con anclaje etnográfico, articulada con el análisis documental de fuentes normativas. Dicha opción metodológica se inscribe en la tradición de la antropología crítica latinoamericana, caracterizada por un abordaje reflexivo de la producción de conocimiento en condiciones de co-ciudadanía entre el investigador y la comunidad (Jimeno, 2005). En este marco, el análisis normativo permite reconstruir el tratamiento institucional del territorio a partir de los instrumentos regulatorios vigentes, mientras que el trabajo etnográfico posibilita contrastar dicho tratamiento con la experiencia situada de la población residente del barrio ARA San Juan.

Siguiendo la propuesta de Dietz (2011), se adopta una “etnografía doblemente reflexiva” que concatena dimensiones semánticas, pragmáticas y sintácticas, integrando las perspectivas emic y etic para desnaturalizar los contextos sociales y políticos. Asimismo, la etnografía jurídica, en tanto herramienta crítica para el estudio del derecho administrativo, permite examinar la materialidad de los procedimientos burocráticos y la agencia de los documentos en la configuración de las políticas públicas (Jaramillo y Buchely, 2019). Bajo este enfoque, se consideran evidencias válidas para examinar el vínculo entre la normativa urbanística y el acceso a la energía: a) el contenido textual de los instrumentos regulatorios de distinta jerarquía que rigen el territorio, b) los registros de observación directa de las condiciones materiales de

infraestructura, y c) los testimonios obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas a referentes y vecinos del barrio. La integración de estas tres fuentes permite reconstruir tanto el contenido formal de la norma como sus efectos materiales sobre la trayectoria de acceso eléctrico, en consonancia con un enfoque que atiende tanto a la dimensión normativa como a la práctica social situada.

Se adoptó un diseño de estudio de caso único de carácter analítico-interpretativo, con pretensión de iluminación teórica antes que de generalización estadística (Flyvbjerg, 2006). La selección del barrio ARA San Juan responde a una relación etnográfica sostenida con el territorio que se extiende desde su relevamiento por el ReNaBaP en 2018 hasta el presente. El caso permite, así, una comparación diacrónica del tratamiento cartográfico y regulatorio de un mismo territorio, sustentada en el trabajo de campo realizado.

El núcleo metodológico del trabajo consiste en el examen de una cadena de instrumentos regulatorios de distinta jerarquía y alcance territorial. La Tabla 1 ordena dichos instrumentos según el criterio de jerarquía normativa, en sentido descendente desde la norma fundante de carácter municipal hasta los instrumentos sectoriales de menor rango.

Tabla 1.
Principales normativas
utilizadas.

Norma y jerarquía	Año	Alcance territorial	Relación jerárquica	Breve descripción
Carta Orgánica Municipal de Salta (Ley 6534)	1988	Ejido Municipal de Salta Capital	Norma fundamental de máxima jerarquía municipal.	Ley fundamental y suprema del municipio de la ciudad de Salta, actúa como su propia “Constitución”. Establece cómo se organiza el gobierno local, los derechos de los ciudadanos, el funcionamiento de las instituciones y las normas para la administración de la ciudad. Se analizan artículos 7k, 93, 95 y 101.
Plan Integral de Desarrollo Urbano Ambiental II (PIDUA II)	2019	Área Metropolitana del Valle de Lerma (Salta y alrededores)	Subordinado a la Carta Orgánica Municipal	Proyecta el crecimiento y la urbanización ordenada de la ciudad y sus alrededores con un horizonte a 20 años. Sus lineamientos y proyectos prioritarios se integran directamente al Código de Planeamiento Urbano Ambiental de la ciudad.
Código de Planeamiento Urbano Ambiental (CPUA 2010)	2010 (Compendio 2020)	Municipio de Salta (Plano oficial de zonificación de 2018)	Subordinado a la Carta Orgánica y al PDUA vigente.	Normativa municipal que regula el ordenamiento territorial y el uso del suelo. Era el marco de ordenamiento del suelo vigente hasta enero de 2026. Se analizan arts. 38, 130 y 131.
Código de Planeamiento Urbano Ambiental (CPUA 2025) (Ordenanza 16.486)	2025	Municipio de Salta	Subordinado a la Carta Orgánica y al PDUA vigente.	Normativa municipal que regula el ordenamiento territorial y el uso del suelo. Se promulgó en 2025, pero está vigente desde enero de 2026 y reemplaza por completo al código anterior. Se analiza Art. 10 y anexos de zonificación.
Régimen de Regularización Dominial para la integración Socio Urbana (Ley 27.453)	2018	República Argentina	Norma nacional sin relación de subordinación directa con la normativa municipal analizada	Establece un régimen nacional orientado a la regularización dominial de barrios populares relevados por el ReNaBaP.

Con relación al acceso eléctrico, cada instrumento incide de manera diferenciada, ya sea directa o indirecta. La Carta Orgánica Municipal (1988) consagra la obligación municipal de promover la provisión del servicio eléctrico y el principio de prestación igualitaria de los servicios públicos. Simultáneamente, opera como restricción al fijar el límite altimétrico de urbanización. El PIDUA II (2019) incide de manera indirecta, dado que sus lineamientos de crecimiento condicionan posteriormente los criterios de zonificación del CPUA sin regular el servicio eléctrico de forma específica. El CPUA vigente hasta 2025 ratifica el PUC, que delimita el área donde el municipio asume la obligación de proveer servicios y las Áreas Especiales de Interés Social, orientadas a la regularización de asentamientos. El CPUA 2025, por su parte, introduce la categoría de Área de Interés Urbanístico-Social. Finalmente, la Ley 27.453 (2018) regula la integración socio urbana y la regularización dominial a escala nacional sin establecer mecanismos propios de provisión energética, aunque su aplicación remueve barreras dominiales que condicionan el acceso formal a la red de distribución.

Tabla 2.
Normativa provincial sobre
emergencia habitacional y
exclusión de ocupaciones
irregulares.

Norma y Jerarquía	Año	Alcance Territorial	Relación Jerárquica	Breve Descripción
Decreto Provincial 4414/08	2008	Provincial (Salta)	Órbita del Poder Ejecutivo Provincial. Línea de control habitacional complementaria a la municipal.	Declara la emergencia habitacional en la provincia, pero introduce un régimen sancionatorio explícito: excluye de todo beneficio habitacional a quienes se encuentren incurso en la ocupación irregular de inmuebles públicos o privados.
Resolución 07/16 (Secretaría de Tierra y Bienes de la Provincia)	2016	Provincial (Salta)	Normativa de carácter ejecutivo sectorial.	Replica la lógica punitiva de exclusión de programas oficiales como sanción a las familias que recurren a la ocupación informal de tierras, operando de manera directa e intimidatoria al momento de la conformación del barrio ARA San Juan.
Decreto Provincial 399/20	2020	Provincial (Salta)	Órbita del Poder Ejecutivo Provincial. Marco de regularización y adjudicación de tierras.	Crea el programa provincial de acceso a la tierra, pero sostiene la continuidad histórica de la prohibición: penaliza y excluye explícitamente a los hogares involucrados en tomas directas o asentamientos.

En la Tabla 2 se listan tres instrumentos provinciales también analizados, los cuales excluyen explícitamente a los hogares en situación de ocupación irregular de los programas de adjudicación de tierras, reforzando las barreras de acceso a un hábitat adecuado.

Siguiendo a Maldonado (2010), el examen de los instrumentos regulatorios se organizó en tres dimensiones operativas, cada una asociada a un procedimiento específico de rastreo del impacto sobre la electrificación del barrio.

- El contenido explícito se relevó mediante la lectura de cada instrumento, registrando toda mención directa a los términos “energía eléctrica”, “infraestructura de servicios”

y “Perímetro Urbano Consolidado”, con el fin de identificar las disposiciones que regulan de manera explícita la provisión del servicio.

- Los silencios u omisiones se determinaron contrastando el polígono del asentamiento relevado por ReNaBaP con el plano de zonificación vigente en cada periodo, verificando la presencia o ausencia de la mancha urbana del barrio en la cartografía municipal.
- Las tensiones internas o entre niveles se identificaron mediante la comparación sistemática de artículos de distinta jerarquía normativa que regulan el mismo territorio, registrando los puntos de fricción entre la restricción altimétrica de urbanización y los mandatos de provisión igualitaria del servicio.

El trabajo de campo realizado sirve para la constatación empírica de las condiciones socio energéticas del barrio, proveyendo un anclaje material al análisis de las fuentes documentales. Las técnicas de relevamiento incluyeron observación directa de las condiciones materiales de infraestructura y entrevistas semiestructuradas a referentes y a la población residente del barrio durante los años 2018, 2022 y 2026. La guía de entrevista se organizó en cuatro ejes temáticos orientados específicamente a reconstruir la relación entre la situación dominial del lote y las condiciones de acceso eléctrico. De este modo, se indagó respecto a: a) trayectoria de ocupación, b) origen y gestión de la conexión eléctrica, c) costos y modalidades de financiamiento, y d) riesgo percibido e interacción institucional. El registro principal se asienta en notas de campo y en las transcripciones de las entrevistas, fuentes primarias que permiten contrastar la realidad territorial relevada con el contenido de los instrumentos normativos listados anteriormente.

Marco teórico

Bajo la fase actual de acumulación capitalista, la ciudad funciona como una “máquina de crecimiento” en la que las élites locales y el capital financiero subordinan el valor de uso del territorio a la extracción de plusvalor (Logan y Molotch, 1987). Este proceso se inscribe en lo que se ha denominado urbanismo neoliberal, caracterizado por una “destrucción creativa” de los marcos institucionales y regulatorios heredados, orientada a favorecer la competitividad del mercado sobre las metas de reproducción social (Brenner et al., 2015). La escala urbana deja de operar como foro de la ciudadanía para constituirse en una plataforma de producción global, donde la política de suelo actúa como mecanismo de transferencia de riqueza y exclusión sistémica (Smith, 2002; Gravano, 2021). Esta racionalidad de crecimiento se traduce de manera directa en los criterios con que el Estado y el mercado jerarquizan la inversión en equipamiento urbano.

El acceso a infraestructuras críticas permanece, entonces, condicionado a la voluntad estatal de reconocer formalmente la ocupación del suelo; decisión que funciona como un mecanismo de control social y segregación (Carmona Vanegas, 2016; Di Virgilio, 2025). En esta línea, Madoery (2022) propone que el espacio no es un mero escenario pasivo donde se expresan las desigualdades, sino una dimensión constitutiva de las mismas. Desde esta perspectiva, el espacio puede promover desigualdades tanto por su ubicación en lógicas de poder geopolítico como por desequilibrios territoriales históricos y por las características intrínsecas de su configuración local. El Estado tiende a priorizar la inversión en una “ciudad virtual” funcional a la especulación inmobiliaria, mientras relega a los sectores populares a una categoría residual de informalidad que justifica la insuficiencia estructural de los servicios públicos (Clichevsky, 2003; Maricato, 2008). Así, la provisión de equipamiento colectivo no responde a la necesidad social sino a una racionalidad política que utiliza el vacío legal para desvalorizar la vida cotidiana en las periferias (Topalov, 1979).

Frente a las interpretaciones que sitúan a la informalidad como un “déficit de ley” o una anomalía residual del sistema, se la entiende aquí como un modo de urbanización producido activamente por el Estado (Roy, 2005). Esta noción no se limita a la forma en que los sectores de menores ingresos resuelven el acceso al hábitat; por el contrario, describe, en un sentido más amplio, la relación con el sistema de propiedad, ya sea porque el bien (en este caso, tierra y vivienda) se produce informalmente, o porque, como bien transable, circula en mercados informales. Hablar de informalidad implica entonces atender al papel restrictivo del mercado formal de tierra y vivienda, que permanece fuera del alcance de amplios sectores de la población. Como señalan Portes y Haller (2004), la diferencia entre lo formal y lo informal no reside en el carácter del producto final, sino en la forma en que ese producto se produce o se intercambia.

Esta definición no supone adherir a una taxonomía dualista que oponga un mercado formal a uno informal, sino reconocer que la informalidad es constitutiva de la estructura productiva y territorial de la ciudad, y que evidencia el carácter segmentado de un mercado único de suelo y vivienda que refleja la heterogeneidad del sistema. El Estado regula el territorio y, al mismo tiempo, ejerce un poder soberano al determinar la frontera entre lo legal y lo ilegal mediante la suspensión deliberada de la norma (Roy, 2005). La planificación urbana opera con criterios de “no-decisión” como los descriptos por Bachrach y Baratz (1962), produciendo “invisibilidades cartográficas” o tierras no mapeadas cuya exclusión resulta difícilmente contestada (Schmitt, 2009). La urbanización es, entonces, un proceso intensamente entrópico que degrada las condiciones de vida de los sectores populares, al privarlos de los servicios indispensables para la reproducción social y forzándolos a producir su propio hábitat (Leff, 1998; Pineda, 2016; Álvarez Leguizamón, 2000).

En este contexto la vulnerabilidad energética es un fenómeno anterior al acceso, condicionado por la legibilidad normativa del territorio (Franco Lopera et al., 2023; Calvo

et al., 2021). González e Ibáñez-Martín (2023) muestran que las disparidades energéticas en América Latina y el Caribe responden a trayectorias estructurales de larga duración antes que a privaciones coyunturales de ingreso. Estas poblaciones quedan expuestas a un riesgo institucionalizado derivado de la baja seguridad de las conexiones autogestionadas (Ruiz-Rivas et al., 2023). En términos de Beck (1998), una “irresponsabilidad organizada” donde el Estado y las empresas prestadoras eluden su responsabilidad sobre el riesgo energético, trasladando a los propios ciudadanos la gestión de conexiones precarias que comprometen su seguridad física.

No es raro, por tanto, que los mapas estatales no logren captar la complejidad de las comunidades locales y bloqueen de manera estructural el ejercicio efectivo de derechos (Vallès, 2002; Scott, 1998). Ante la falta de una “legibilidad estandarizada” se invisibiliza prácticas consuetudinarias y disciplina a poblaciones móviles. En el caso que aquí se examina la invisibilidad cartográfica constituye el mecanismo normativo cuya operatoria concreta en la exclusión del acceso eléctrico formal del barrio ARA San Juan se verificará empíricamente en los apartados siguientes.

Resultados

El barrio ARA San Juan surgió en 2016 en la ladera este de la ciudad de Salta (Figura 1). Actualmente lo habitan aproximadamente 406 familias, según un censo realizado y actualizado por la comisión de vecinos del barrio. Esta comunidad obtiene agua potable mediante camiones cisterna y elimina sus efluentes cloacales a través de cámara séptica o pozo ciego. El barrio cuenta, desde su formación, con una red eléctrica comunitaria informal y autogestionada por la propia población residente.

La restricción que prohíbe edificar por encima de la cota 1225 msnm no nació como una norma de seguridad ni de planificación de servicios. Según consigna un artículo del medio salteño *Informate Salta* (2011), la limitación se originó en 1978 con el propósito estrictamente paisajístico de preservar el corredor visual de las serranías del este, de modo que una persona ubicada en la Plaza 9 de Julio pudiera observar el Cerro San Bernardo y los cerros aledaños sin interferencias edilicias. Diez años después, en 1988, este límite se incorporó al artículo 95 de la Carta Orgánica Municipal (1988), siempre bajo la misma justificación estética.

Recién en 2009, mediante la Ordenanza 13830, se incorporaron por primera vez exigencias técnicas para otorgar factibilidad constructiva en las laderas de los cerros. Esta norma extendió la prohibición de los 1225 msnm a la totalidad de los cerros colindantes con la ciudad y dispuso la confección de un plano de relevamiento o fotografía satelital con indicación de los puntos de la cota 1225, así como la demarcación física de dichos puntos en el terreno.



Figura 1.
(a) Izquierda: Ubicación del barrio ARA San Juan (contorno rojo) en la ciudad de Salta Capital.
(b) Derecha: Contorno del Barrio ARA San Juan

La nota de Informato Salta (2011) permite, asimismo, observar cómo operó la soberanía diferencial del Estado (Roy, 2005) en la práctica administrativa concreta. El relevamiento municipal de ese año identificó cincuenta notificaciones por construcciones por encima de la cota en un período de año y medio. De manera significativa, la nota documenta que varias de las parcelas regularizadas contaban con excepciones otorgadas mediante decreto gubernamental, una de ellas correspondiente a un loteo inmobiliario autorizado en 1993. Esto sugiere que la cota 1225 no operó nunca como un límite absoluto, sino como un umbral cuya flexibilidad dependía de la capacidad de los ciudadanos para tramitar excepciones administrativas.

De manera paralela a la regulación altimétrica, la provincia de Salta sostuvo un régimen normativo específico sobre la ocupación irregular de tierras. El Decreto Provincial 4414/08, que declara la emergencia habitacional en la provincia, excluye explícitamente de los beneficios del programa a quienes se encontraran “incursos en contravenciones o infracciones de cualquier especie, vinculadas con la ocupación ilegal de inmuebles públicos o privado” (Decreto 4414/08, 2008). Esta misma disposición fue replicada posteriormente en la Resolución 07/16 de la Secretaría de Tierra y Bienes de la Provincia y en el Decreto Provincial 399/20, que crea el programa “Mi Lote” y excluye del mismo a los hogares provenientes de tomas directas o asentamientos.

La ocupación del territorio que da origen a ARA San Juan se produjo entre 2016 y 2017 mediante la extensión gradual de las calles del barrio Floresta hacia los cerros, sobrepasando la cota 1225 y las normativas que prohíben la ocupación de tierras. Las familias que iniciaron esta ocupación declararon que hasta entonces alquilaban cuartos o viviendas en otras zonas de la ciudad y dejaron de poder sostener dicho alquiler. La frontera altimétrica tenía como expresión física concreta, en ese entonces, un tanque de agua de la empresa Aguas del Norte ubicado sobre el límite de la cota y un cartel de la administración provincial que advertía sobre la ilegalidad de la usurpación de tierras conforme a la normativa vigente. Las entrevistas registran que las autoridades comunicaron explícitamente a las vecinas que “no se extendería ningún servicio público más allá de la cota”.

Ante la ausencia de toda expectativa de conexión formal, la población residente desplegó una red eléctrica que hoy abastece a buena parte del barrio mediante un empalme, realizado por las propias vecinas, a la red eléctrica formal del barrio Floresta, ubicado inmediatamente debajo de la cota. Esta solución, no obstante, no alcanza a toda la población. En los extremos superiores de cada calle, correspondientes a las ocupaciones más recientes y alejadas del punto de empalme, varias familias carecen por completo de cualquier acceso a la electricidad, incluso del informal. La distancia física respecto del empalme original se traduce, en consecuencia, en una segunda capa de desigualdad dentro de la propia informalidad energética del barrio.

La incorporación del barrio al ReNaBaP, confirmada a principios de 2018, activó asambleas vecinales organizadas por calle, convocadas para nominar las arterias del barrio. Esta estructura organizativa se mantiene en la actualidad y se ocupa ahora de la gestión de la electricidad. Cada calle principal cuenta con un representante, responsable de coordinar reparaciones ante daños en el tendido y de recolectar las contribuciones económicas necesarias para sostenerlas.

El CUPA vigente entre 2010 y 2025 ratificaba al PUC como el límite geográfico a partir del cual el municipio asume la obligación de proveer servicios públicos. El artículo 130 establecía las Áreas Especiales de Interés Social (AE-IS), destinadas a la regularización de asentamientos informales, y el artículo 131 obligaba a desarrollar proyectos especiales de integración para dichas áreas (Municipalidad de la Ciudad de Salta, 2020). No obstante, el plano de zonificación oficial de 2018 (Figura 2a) no registraba la mancha urbana de ARA San Juan. Así, el barrio permaneció fuera del PUC y las herramientas previstas en los artículos 130 y 131 no se activaron.

Las entrevistas realizadas a lo largo de los años señalan la baja de tensión como la principal dificultad técnica percibida. La calidad del tendido informal varía entre calles según el tipo de cables empleados, aunque el problema de tensión afecta de manera similar al conjunto del barrio. Las vecinas entrevistadas describen un mecanismo de control mutuo a través de grupos de WhatsApp, mediante el cual se advierten entre sí cuando

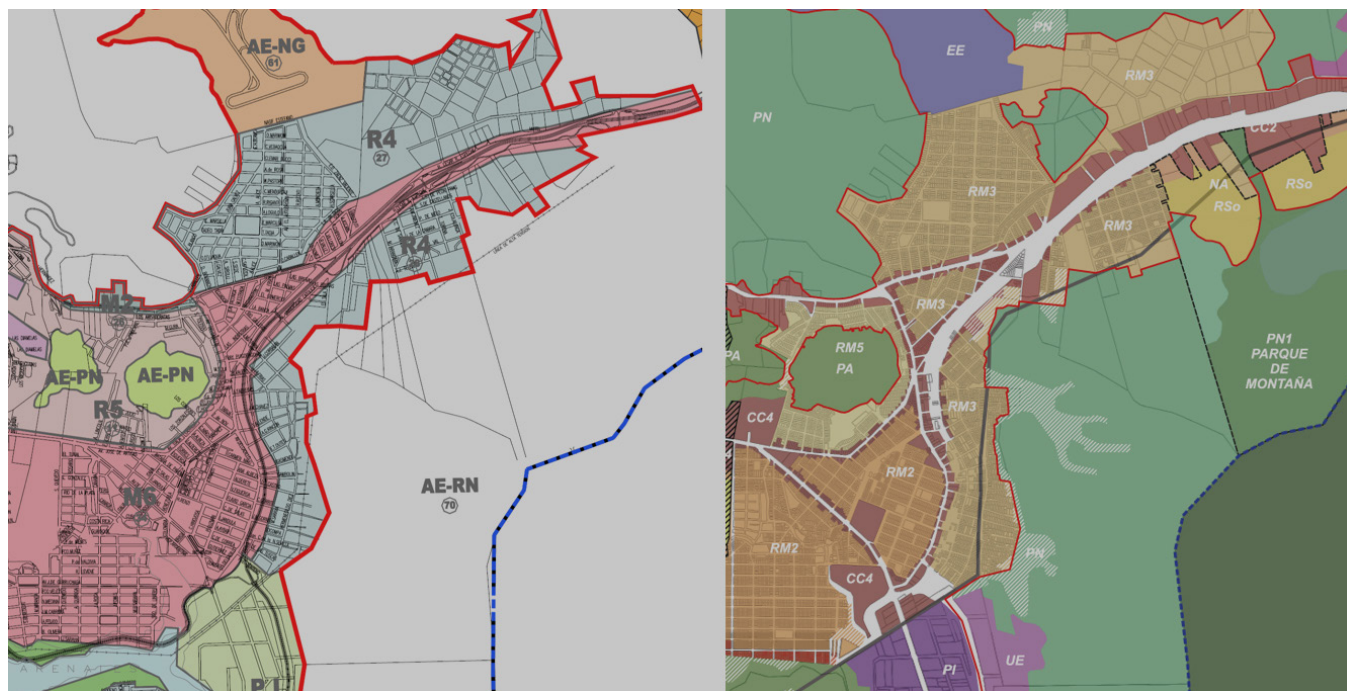
alguien conecta artefactos de alta demanda, como calefactores o pavas eléctricas. Por tanto, buena parte de los hogares entrevistados no posee heladera, ni calefacción y hace un uso restringido del televisor.

El nuevo CPUA incorpora la categoría de Área de Interés Urbanístico-Social (IUS), bajo la cual se reconoce por primera vez la existencia cartográfica de ARA San Juan (Figura 2b). Esta categoría identifica zonas de atención prioritaria para su integración urbana y social. A diferencia del código anterior, el texto de la norma no incorpora instrumentos operativos concretos, cronogramas de ejecución ni partidas presupuestarias específicas (Municipalidad de la Ciudad de Salta, 2025).

Los vecinos entrevistados manifiestan un conocimiento detallado de la heterogeneidad geológica del cerro; identifican qué sectores presentan suelos más firmes, qué zonas conservan mayor cobertura vegetal y cuáles consideran menos estables. Al ser consultados sobre las razones de la restricción de la cota 1225, la explicación ofrecida con mayor frecuencia remite a la inestabilidad del suelo y al riesgo sísmico de la región. Asimismo, la mayoría de la población entrevistada mantiene optimismo respecto de una futura extensión de la red eléctrica formal, al tiempo que sostiene, en alguna medida, que “ellos no deberían estar ahí y, por ende, el Estado no tiene la responsabilidad”, formulación que también fue registrada en declaraciones de funcionarios provinciales y municipales en distintas ocasiones.

Figura 2.

(a) Izquierda: Plano de Zonificación 2018.
(b) Derecha: Plano de Zonificación 2025. La línea roja delimita el Perímetro Urbano Consolidado (PUC)



Discusión

Los hallazgos del barrio ARA San Juan permiten sostener que la exclusión energética documentada en este estudio no debe atribuirse a actores estatales discretos que decidieron deliberadamente privar al barrio de servicios, sino a un diseño normativo-burocrático cuyo funcionamiento ordinario produce ese resultado con independencia de la intencionalidad de los funcionarios que lo ejecutan en cada instancia. La cartografía oficial generó una condición de “tierra no mapeada” que volvió difusa la obligación estatal, sin que ello requiera presuponer una voluntad persecutoria (Roy, 2005).

Lo que la normativa urbanística excluye, en sentido estricto, es el acceso a una conexión formal, técnicamente segura, regularizada y planificada, distinta de la solución autogestionada que los propios vecinos han desarrollado mediante el empalme a la red de Floresta. Esta distinción resulta central para el argumento de este trabajo, en tanto permite sostener que la normativa de suelo no opera sobre la disponibilidad de energía como tal, sino sobre la calidad jurídica y técnica de la conexión a la que una población puede acceder.

La evidencia documentada por Informato Salta (2011) sobre el relevamiento de cincuenta notificaciones por construcciones por encima de la cota 1225 msnm permite identificar un patrón de aplicación asimétrica de la norma altimétrica. Esta asimetría evidencia un ejercicio selectivo de la legalidad por parte del aparato estatal, donde la misma restricción opera de manera distinta según la posición del solicitante frente a los circuitos de poder administrativo (Roy, 2005)

No obstante, este estudio no dispone de información sistemática sobre variaciones de plusvalía inmobiliaria antes y después de la aplicación de la restricción, ni de datos comparativos sobre inversión pública diferencial en redes y equipamientos según la condición formal o informal de cada sector del cerro. Por tal razón, la hipótesis de una captura de renta diferencial asociada a la cota 1225 se declara aquí como una línea de indagación pendiente, cuya verificación excede el alcance empírico de la presente investigación. Lo que sí permite afirmar la evidencia disponible es que la aplicación desigual de la restricción altimétrica contribuyó a consolidar un terreno normativo en el cual ciertos sectores accedieron a la habilitación formal de sus construcciones, mientras que el barrio ARA San Juan permaneció fuera de toda posibilidad de regularización y, en consecuencia, fuera del perímetro donde el municipio reconoce la obligación de extender la red eléctrica.

La aceptación tácita inicial de la población es interpretada aquí como una manifestación concreta de la producción social del hábitat en las fronteras de la legalidad. Las familias que ocuparon el cerro lo hicieron ante la imposibilidad de sostener el alquiler de viviendas en otras zonas de la ciudad, de modo que la urgencia habitacional operó como condición de posibilidad de un asentamiento que, desde su origen, convivió con la

advertencia explícita de que no tendría acceso a ningún servicio público. Esta secuencia permite establecer una conexión argumentativa directa, y no meramente yuxtapuesta, entre la ocupación inicial del terreno y la problemática energética actual. La exclusión de servicios no constituye un desarrollo posterior y autónomo respecto de la informalidad dominial, sino su continuación lógica. La red eléctrica autogestionada que existe en la actualidad es, en este sentido, la respuesta comunitaria directa a la desatención presente desde el momento mismo de la fundación del barrio (Álvarez Leguizamón, 2000).

La normativa urbanística no impidió el acceso a la electricidad en términos materiales, pero sí impidió que ese acceso se produjera bajo condiciones de seguridad técnica equiparables a las de una conexión formal. Esta privatización del costo y del riesgo no se distribuye de manera homogénea dentro del propio barrio. Así, la distancia física respecto del punto de conexión reproduce, a escala micro, la misma lógica de exclusión que opera a escala municipal entre el barrio y el resto de la ciudad. Estas jerarquías de acceso constituyen una fractura metabólica interna que la normativa no contribuye a resolver (Ruiz-Rivas et al., 2023; Foster, 2000).

El fundamento de la restricción altimétrica experimentó, a su vez, una mutación discursiva significativa. Originada con un propósito estrictamente paisajístico, fue progresivamente revestida de un lenguaje técnico vinculado a la estabilidad del suelo. Esto no implica que el argumento técnico carezca de fundamento objetivo, pero sí permite observar cómo un mismo instrumento de control territorial fue dotado de narrativas legitimadoras sin que se modificara su efecto estructural sobre el sector excluido (Schmitt, 2009). Así, el urbanismo neoliberal actualiza sus marcos regulatorios para sostener restricciones funcionales a la valorización diferencial del suelo (Brenner et al., 2015).

Este estudio no cuenta con evidencia suficiente sobre los mecanismos institucionales de control y seguimiento de la aplicación de ambos CPUA, por lo que dicha dimensión se señala como una limitación que excede el alcance documental de la presente investigación. Lo que sí permite establecer la comparación entre ambos marcos, es que el reconocimiento nominal del territorio, sin la especificación de instrumentos operativos concretos, termina reproduciendo el mismo patrón de gestión de la excepción que caracterizó al marco anterior. En ambos casos, la disponibilidad formal de una categoría de regularización resulta insuficiente para garantizar por sí misma la extensión de la infraestructura eléctrica, lo cual sugiere una continuidad más que una ruptura en la manera en que el Estado administra la condición de excepcionalidad del barrio (Svampa, 2017).

El conocimiento detallado de los residentes respecto a la estabilidad del terreno evidencia una racionalidad territorial propia, construida a partir de la experiencia situada. Sin embargo, buena parte de esa misma población reproduce la explicación institucional sobre inestabilidad sísmica y, en algunos casos, internaliza la fórmula “ellos no deberían estar ahí y, por ende, el Estado no tiene la responsabilidad”. Esta coexistencia entre saber

empírico y discurso oficial puede leerse como un efecto de la legibilidad estatal (Scott, 1998), en la medida en que la racionalidad técnica impuesta por el Estado termina desplazando, en el propio discurso de los afectados, el conocimiento práctico que ellos mismos poseen sobre su territorio. La internalización de esta fórmula opera como un mecanismo de despolitización de la exclusión energética, en línea con la lógica de no-decisión descrita por Bachrach y Baratz (1962). Al naturalizar la propia presencia en el cerro como una irregularidad que exime al Estado de responsabilidad, se desplaza del debate público la pregunta por la obligación estatal de provisión de servicios básicos (Beck, 1998).

Conclusiones

El análisis longitudinal de la normativa urbanística salteña permite afirmar que la exclusión energética del barrio ARA San Juan responde a un diseño normativo que jerarquiza el suelo urbano según criterios ajenos a la cobertura de servicios básicos (Roy, 2005), antes que a un déficit técnico de planificación. La ocupación del cerro, iniciada en 2016 por encima de la cota 1225, situó al asentamiento fuera del PUC vigente y, en consecuencia, fuera del régimen de obligaciones estatales de provisión de servicios. Esa exclusión territorial originaria determinó que la electrificación del barrio se resolviera mediante un empalme informal a la red del barrio Floresta, cuyas limitaciones técnicas y desigualdades internas persisten hasta el presente. La trayectoria del caso verifica empíricamente la tesis que vertebra este trabajo: la política de tierras constituye en su núcleo política energética, en la medida en que la condición jurídica del suelo antecede y determina la calidad del acceso eléctrico disponible para sus habitantes.

En términos instrumentales, el marco normativo previo preveía mecanismos de regularización, las Áreas Especiales de Interés Social reguladas por el CUPA anterior, que permanecieron inactivos debido a la omisión cartográfica del barrio en el plano de zonificación de 2018. El CUPA 2025 resuelve esa invisibilidad al incorporar al barrio bajo la categoría de Área de Interés Urbanístico-Social; sin embargo, remite los detalles operativos a una reglamentación posterior aún no sancionada. Esta secuencia confirma que el reconocimiento cartográfico puede operar como una nueva forma de gestión administrativa de la excepción (Roy, 2005; Scott, 1998).

Resulta urgente que el gobierno municipal avance en la reglamentación del artículo 10 del CUPA 2025, estableciendo de manera explícita plazos de ejecución, responsables administrativos y una asignación presupuestaria específica dentro del Fondo de Desarrollo Urbanístico para la provisión de infraestructura en las áreas categorizadas como IUS, de modo que el reconocimiento cartográfico se traduzca en obligaciones exigibles. Es preciso, también, que el poder ejecutivo provincial revise la criminalización que realiza

de las familias que encuentran en la toma de tierras la única forma de acceso posible a la ciudad, en tanto contradice el régimen nacional de integración socio urbana (Ley 27.453, 2018) y reproduce la misma lógica de exclusión acá discutida.

Hacia el futuro la investigación se orienta a monitorear la capacidad transformadora de los nuevos marcos regulatorios. Un eje prioritario será el seguimiento de la Reforma de la Carta Orgánica (2026) para evaluar si la Convención Municipal aborda la tensión entre las restricciones de edificabilidad y los mandatos constitucionales de igualdad en la provisión de servicios.

Referencias

- Álvarez Leguizamón, S. (2000). Los «pioneros modernos», hacedores invisibles de una ciudad a medias. En M. Rabey y O. Jerez (Eds.), *Procesos de urbanización en Argentina: una mirada antropológica* (pp. 59-109). Red de Editoriales de Universidades Nacionales / Universidad Nacional de Jujuy.
- Bachrach, P. y Baratz, M. S. (1962). Two faces of power. *American Political Science Review*, 56(4), 947-952. <https://doi.org/10.2307/1952796>
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo global*. Siglo XXI.
- Bradshaw, J. (2014). *Energy and social policy* (Routledge Revivals). Routledge.
- Brenner, N., Peck, J. y Theodore, N. (2015). Urbanismo neoliberal: la ciudad y el imperio de los mercados. En Observatorio Metropolitano de Madrid (Ed.), *El mercado contra la ciudad: Sobre globalización, gentrificación y políticas urbanas* (pp. 211-244). Traficantes de Sueños. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5257051>
- 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 (Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N.º 207). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47216-desarrollo-indicadores-pobreza-energetica-america-latina-caribe>
- Carmona Vanegas, J. M. (2016). Planificación urbana capitalista: apuntes para una reflexión crítica a la producción social del espacio. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 18(3), 393-411. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2016VI8n3p393>
- Clichevsky, N. (2003). Pobreza y acceso al suelo urbano. Algunas interrogantes sobre las políticas de regularización en América Latina (Serie Medio Ambiente y Desarrollo N.º 75). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5780-pobreza-acceso-al-suelo-urbano-algunas-interrogantes-politicas-regularizacion>

- Di Virgilio, M. M. (2025). Los debates sobre la informalidad urbana en América Latina: marca y desafío de las ciudades latinoamericanas. *EURE*, 51(núm. esp.), 1-28. <https://doi.org/10.7764/eure.51.num.esp.04>
- Dietz, G. (2011). Hacia una etnografía doblemente reflexiva: una propuesta desde la antropología de la interculturalidad. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, 6(1), 3-26. <https://www.redalyc.org/pdf/623/62321332002.pdf>
- Fernandes, E. (2011). Regularización de asentamientos informales en América Latina. Lincoln Institute of Land Policy. <https://www.lincolninst.edu/es/publications/policy-focus-reports/regularizacion-asentamientos-informales-en-america-latina>
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Foster, J. B. (2000). La ecología de Marx: Materialismo y naturaleza. *El Viejo Topo*.
- Franco Lopera, D., Durán, R. y Condorí, M. (2022). Acceso a la energía en barrios populares en Argentina. Una aproximación para caracterizar la pobreza energética en el espacio urbano. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 50, 29-35. <https://portalde-revistas.unsa.edu.ar/index.php/erma/article/view/3862>
- Franco Lopera, D., Durán, R. y Condorí, M. Á. (2023). Índice multidimensional de pobreza energética para hogares tipo barrio popular: enfoque desde el acceso seguro, calidad habitacional y equidad energética. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 27, 527-538. <https://portalde-revistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/4655>
- González, F. A. I. e Ibáñez-Martín, M. M. (2023). Seis décadas de pobreza energética: ¿Reduciendo las disparidades en América Latina y el Caribe? *Revista INVI*, 38(109), 71-99. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2023.70125>
- Gravano, A. (2021). Derivas teóricas de lo urbano. Para una visión crítica. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 31(3), 11-23. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v31n3.87499>
- Honorable Congreso de la Nación Argentina. (2018). Régimen de regularización dominial para la integración socio urbana (Ley N° 27.453). *Boletín Oficial de la República Argentina*, N° 33.984 (29 de octubre de 2018). <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27453-315739/texto>
- Informate Salta. (2011, septiembre 19). Notificaciones y multas por la cota 1225. <https://informatesalta.com.ar/municipal/notificaciones-y-multas-por-la-cota-1225-a695d4e08583e698128b26a28>
- Jaramillo Sierra, I. C. y Buchely Ibarra, L. F. (2019). Etnografías burocráticas: Una nueva mirada a la construcción del estado en Colombia. Ediciones Uniandes.
- Jimeno, M. (2005). La vocación crítica de la antropología en Latinoamérica. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, Maguaré, 1, 43-65. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81400104>

- Leff, E. (1998). Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. Siglo XXI.
- Logan, J. R. y Molotch, H. (1987). Urban fortunes: The political economy of place. University of California Press.
- Madoery, O. (2022). La configuración espacial de la desigualdad. *Laboratorio*, 32(1), 12-32. <https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/laboratorio/article/view/8052>
- Maldonado, M. L. (2010). Reforma urbana argentina: Reflexiones y recomendaciones a partir del derecho brasileño y colombiano. Universidad Nacional de Rosario.
- Maricato, E. (2008). Globalização e política urbana na periferia do capitalismo. *Territórios*, (18-19), 183-205. <https://www.redalyc.org/pdf/357/35711626008.pdf>
- Municipalidad de Salta. (1988). Carta Orgánica Municipal (Ley 6534). <https://municipalidadsalta.gob.ar/wp-content/uploads/2020/12/Carta-Organica-Municipal.pdf>
- Municipalidad de Salta. (2019). Plan Integral de Desarrollo Urbano Ambiental - PIDUA II (Ordenanza N° 15.672/19). <https://municipalidadsalta.gob.ar/planificacion-territorial-y-catastro/pidua/>
- Municipalidad de Salta. (2020). Código de Planeamiento Urbano Ambiental (2010, Compendio 2020). https://www.colarqsalta.org.ar/public/descargas/normativas/edilicias/2.CPUA_Compendio-ENERO-2020.pdf
- Municipalidad de Salta. (2025). Código de Planeamiento Urbano Ambiental 2025 (Ordenanza Municipal N.º 16.486). <https://municipalidadsalta.gob.ar/wp-content/uploads/2026/01/1.CODIGO-PLANEAMIENTO%202025-VERSION-PARA-USO.pdf>
- Okoye, P. I. y Lalk, J. (2020). An energy poverty case study: A whole systems perspective applied to an informal settlement. *INCOSE International Symposium*, 30(1) 1187-1205. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2020.00780.x>
- Pineda, C. (2016). El despliegue del capital sobre la naturaleza. *Pléyade*, 18, 193-219. <https://www.revistapleyade.cl/index.php/OJS/article/view/106>
- Poder Ejecutivo de la Provincia de Salta. (2008, 21 de octubre). Decreto N° 4414/08: Crea el Programa “Comunidad Organizada”. Boletín Oficial de la Provincia de Salta, N° 17974. <https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9RHwoN-DEoLzA4cXdlcnR5PQ==>
- Poder Ejecutivo de la Provincia de Salta. (2020, 25 de junio). Decreto N° 399/20: Crea el Plan Provincial de Urbanización Social y Regularización Dominical “Mi Lote”. Boletín Oficial de la Provincia de Salta, N° 20768. <https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9RHwzOTkvMjAmZGFoYTToxMDMxMXF3ZXJocQ==>
- Portes, A. y Haller, W. (2004). La economía informal (Serie Políticas Sociales No. 100). Naciones Unidas, CEPAL, División de Desarrollo Social. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a4217dfc-5d9b-4738-b00b-ea4bf51b9e05/content>.

- Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP). (2023). Listado de barrios populares de Argentina [Base de datos]. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/sisu/renabap/listado-renabap>
- Roy, A. (2005). Urban informality: Toward an epistemology of planning. *Journal of the American Planning Association*, 71(2), 147-158. <https://doi.org/10.1080/01944360508976689>
- Ruiz-Rivas, U., Tirado-Herrero, S., Castaño-Rosa, R. y Martínez-Crespo, J. (2023). Disconnected et in the spotlight: Emergency research on extreme energy poverty in the Cañada Real informal settlement, Spain. *Energy Research & Social Science*, 102, 103182. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103182>
- Schmitt, C. (2009). *El concepto de lo político*. Alianza Editorial.
- Scott, J. C. (1998). *Seeing like a state: How certain schemes to improve the human condition have failed*. Yale University Press.
- Secretaría de Tierra y Bienes de la Provincia de Salta. (2016, 17 de noviembre). Resolución N° 7/16: Aprueba Anexo I: Reglamentación de requisitos y documentación para acceso a lotes de interés social y Anexo II: Datos mínimos a registrar en el formulario. Boletín Oficial de la Provincia de Salta, N° 19906. <https://boletinoficialsalta.gob.ar/instrumento.php?cXdlcnR5dGFibGE9Unw3LzE2JmRhGE9MTc5NzRxd2VydHk=>
- Smith, N. (2002). New globalism, new urbanism: Gentrification as global urban strategy. *Antipode*, 34(3), 427-450. <https://doi.org/10.1111/1467-8330.00249>
- Svampa, M. (2017). *Del cambio de época al fin de ciclo: Gobiernos progresistas, extractivismo y movimientos sociales*. Edhasa.
- Topalov, C. (1979). La urbanización capitalista: algunos elementos para su análisis. Edicol. https://www.christian-topalov.fr/wp-content/uploads/2023/07/Urbanizacion_Capitalista-Topalov_Christian-1979.pdf
- Vallès, J. M. (2002). *Ciencia política: Una introducción*. Ariel.

Estratigrafía de la transición: arqueología mediática del hábitat sustentable en Olacapato

Stratigraphy of transition: media archaeology of sustainable habitat in Olacapato.

Nahuel Cococcia¹

Artículos científicos

Citar: Cococcia, N. (2026)
Estratigrafía de la transición:
arqueología mediática
del hábitat sustentable en
Olacapato. Teks del Sud, 7,
pp. 41-56

Resumen

La actual transición energética global promueve la instalación de megaproyectos renovables en la puna andina (región altiplánica del noroeste argentino, provincia de Salta), imponiendo infraestructuras que frecuentemente colisionan con la realidad material de las comunidades locales. Este artículo analiza cómo la sedimentación de la tecnología energética define los límites y las exclusiones de un hábitat sustentable en la localidad de Olacapato (Departamento Los Andes, provincia de Salta, Argentina). Mediante una relectura teórico-crítica y un análisis secundario de datos apoyado en los marcos teóricos de la arqueología de los medios y las técnicas culturales, se propone el concepto de “estratigrafía del hábitat” para decodificar el territorio como un archivo material en fricción. La reinterpretación conceptual de los datos empíricos del *Informe Técnico del Censo Energético 2024* revela una fractura entre el estrato hegemónico del Parque Solar Cauchari —que opera como una grilla extractiva de espaldas a la población— y un estrato basal definido por la precariedad de generadores a gasoil, riesgo eléctrico, cortes diarios y el uso resiliente de biomasa. Se concluye que la sustentabilidad urbano-arquitectónica exige abandonar la ilusión proyectual de la tabula rasa, desarticulando estas fronteras de exclusión material para integrar las legítimas demandas comunitarias de soberanía energética y justicia epistémica.

Palabras clave: arqueología de los medios, transición energética, hábitat sustentable, técnicas culturales, puna argentina.

¹ Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta - Grupo de Estudios Sociales de la Energía y el Hábitat (GESEH) - <https://orcid.org/0009-0003-8228-4106>
e-mail: nahuelcococcia@gmail.com

Abstract

The current global energy transition promotes the installation of renewable megaprojects in the Andean Puna (a high-altitude plateau region in northwestern Argentina, Salta province), imposing infrastructures that frequently collide with the material reality of local communities. This article analyzes how the sedimentation of energy technology defines the limits and exclusions of a sustainable habitat in the town of Olacapato (Los Andes Department, Salta province, Argentina). Through a theoretical-critical re-reading and a secondary data analysis supported by the theoretical frameworks of media archaeology and cultural techniques, the concept of ‘habitat stratigraphy’ is proposed to decode the territory as a material archive in friction. The conceptual reinterpretation of empirical data from the Technical Report of the 2024 Energy Census reveals a fracture between the hegemonic stratum of the Cauchari Solar Park—which operates as an extractive grid with its back turned to the population—and a basal stratum defined by the precarity of diesel generators, electrical risk, daily power outages, and the resilient use of biomass. It concludes that urban-architectural sustainability demands abandoning the design illusion of the *tabula rasa*, dismantling these borders of material exclusion to integrate the community’s legitimate demands for energy sovereignty and epistemic justice.

Keywords: media archaeology; energy transition; sustainable habitat; cultural techniques; argentine puna.

Introducción

En las últimas décadas la agenda global ha posicionado a la transición energética y la descarbonización como imperativos ineludibles para mitigar la crisis climática contemporánea. Este discurso opera como hegemónico al priorizar los objetivos globales de reducción de emisiones y las demandas del mercado por sobre las realidades materiales del Sur Global. Frecuentemente sostenido sobre la promesa de un futuro tecnológico ‘limpio’ y aparentemente inmaterial, promueve el reemplazo acelerado de las matrices fósiles por infraestructuras de fuentes renovables a gran escala. Sin embargo, la aparente asepsia de estas nuevas materialidades tecnológicas tiende a ocultar las profundas huellas territoriales que demanda su despliegue físico, generando nuevas formas de ocupación y tensión espacial (Svampa y Slipak, 2015).

En América Latina y particularmente en los territorios andinos de la puna argentina, esta transición asume características paradójicas. La región se ha consolidado como un enclave estratégico global, no solo por su pertenencia al denominado “triángulo del litio”,

sino por sus condiciones climáticas excepcionales para la generación de energía fotovoltaica (Govetto et al., 2025). Lejos de representar un modelo de desarrollo equitativo o de inclusión tecnológica local, la instalación de estos megaproyectos frecuentemente reproduce lógicas neoextractivistas, donde el territorio es codificado y fragmentado como una mera plataforma de recursos destinados a sostener la demanda energética externa.

Es en esta intersección donde emerge una fricción material entre los discursos globales de la sustentabilidad y su impacto material real en el hábitat andino. Las comunidades que habitan estas geografías conviven cotidianamente con infraestructuras de última generación que, paradójicamente, no están diseñadas para integrarse a sus dinámicas domésticas. Esta superposición genera una profunda tensión espacial: mientras el paisaje se transforma bajo el peso de parques solares concebidos para la red nacional e internacional, las poblaciones locales continúan ancladas a matrices energéticas altamente precarias, deficientes y dependientes de combustibles fósiles. Entender esta contradicción exige dejar de concebir a la tecnología sustentable como un flujo abstracto, para comenzar a analizarla desde su peso material y su capacidad para alterar, sedimentar y excluir dentro del espacio habitable.

Para desarticular la ilusión de una tecnología “limpia” e inmaterial, este trabajo adopta como anclaje epistemológico los postulados de la arqueología de los medios, específicamente la “geología de los medios” (Parikka, 2015). Desde esta perspectiva, las infraestructuras tecnológicas y energéticas dejan de ser comprendidas como flujos invisibles o servicios abstractos —como sugiere la metáfora de “la nube” o la “energía verde”—, para ser analizadas desde su peso geológico, físico y espacial. Las redes, los cables, los paneles fotovoltaicos y los generadores a combustión son entidades profundamente materiales que extraen recursos de la tierra y, al mismo tiempo, devuelven desechos, ruidos y fricciones al paisaje (Parikka, 2015).

En estrecha relación con esta materialidad, resulta ineludible analizar cómo estas infraestructuras organizan y condicionan el espacio habitado. Para ello se recurre a la teoría de las “técnicas culturales” (Siegert, 2015). Según este autor, los objetos y las redes técnicas no son meros receptáculos de la acción humana, sino agentes que estructuran ontológicamente el mundo. Una red eléctrica o un mega parque solar operan como técnicas culturales en el territorio: funcionan como filtros, grillas y fronteras que deciden qué fluye, quién se conecta y quién queda excluido (Siegert, 2015). Así, la infraestructura energética no solo abastece a un hábitat, sino que lo diseña, lo delimita y, con frecuencia, lo fractura.

A partir del cruce de estos marcos teóricos, este artículo propone el concepto de “**estratigrafía del hábitat**” como herramienta analítica para superar las dicotomías espaciales tradicionales de los estudios urbanos (tales como centro-periferia o lo formal-informal). Entender el hábitat desde su estratigrafía implica leer el territorio andino no como una superficie plana sobre la cual se “instala” el desarrollo, sino como un archivo geológico compuesto por múltiples sedimentos tecnológicos acumulados en el tiempo.

En consonancia con este marco analítico, el objetivo principal del presente artículo es realizar una relectura teórico-crítica y una reinterpretación conceptual de los datos secundarios provenientes del Informe Técnico del Censo Energético 2024 (Govetto et al., 2025) en la localidad andina de Olacapato (Salta, Argentina), analizando cómo la sedimentación material de la tecnología energética define los límites y las exclusiones territoriales en la construcción de un hábitat sustentable. A través de este análisis secundario de la evidencia empírica preexistente se busca demostrar que la convivencia asimétrica de estas materialidades no constituye una mera etapa de adaptación hacia la descarbonización, sino la cristalización de una técnica cultural que produce, organiza y sostiene la desigualdad espacial en el territorio, dialogando críticamente con las advertencias globales sobre el neoextractivismo verde (Svampa y Slipak, 2015).

Metodología

A fin de examinar la complejidad socio-material de Olacapato, este estudio implementa un enfoque situado y teórico-crítico enfocado en la reinterpretación analítica de datos de fuentes secundarias. La elección de esta estrategia no responde a la producción de evidencia empírica propia en terreno, sino a la necesidad epistemológica de operacionalizar y reinterpretar conceptualmente los registros preexistentes bajo la noción de “estratigrafía del hábitat” propuesta en el marco teórico. Siguiendo la premisa de que las infraestructuras operan como técnicas culturales que estructuran la realidad espacial y social (Siegert, 2015), resulta imprescindible someter a discusión crítica aquellas herramientas metodológicas que permitieron medir la densidad física y operativa de estas redes y, simultáneamente, comprender las prácticas de resistencia y apropiación que emergen cotidianamente en sus márgenes.

En su dimensión cuantitativa este trabajo busca mapear la materialidad “dura” del territorio. Esta fase permite sistematizar y examinar la cuantificación de los sedimentos tecnológicos presentes en los hogares, tales como la distribución, tipología y antigüedad de los artefactos electrodomésticos, la temporalidad y frecuencia de las interrupciones del servicio eléctrico y la dependencia estructural de fuentes energéticas fósiles o biomásicas. El examen de estos datos estadísticos actúa como un sistema de indicadores directos de la fricción material y la obsolescencia que caracterizan el estrato precario del hábitat local. De este modo, la cuantificación analizada trasciende la mera estadística para convertirse en una herramienta de arqueología espacial, brindando una radiografía precisa de la pobreza energética y revelando las fallas geológicas de una infraestructura deficiente que condiciona el habitar andino.

Complementariamente, la dimensión cualitativa se orienta a capturar la experiencia humana, discursiva y adaptativa registradas en la fuente secundaria frente a la imposición de estas capas tecnológicas. Mediante el análisis categorial de las percepciones, expectativas y justificaciones expresadas por la comunidad en relación con la proximidad de los

megaproyectos solares fotovoltaicos, este enfoque de relectura permite interpretar cómo los habitantes locales decodifican y significan el estrato tecnológico hegemónico. Es precisamente en esta fase de la reinterpretación donde se visibilizan las tácticas de supervivencia doméstica —como el racionamiento eléctrico o el uso complementario de leña y carbón— y las demandas explícitas de soberanía sobre los recursos territoriales recopiladas previamente. La indagación cualitativa analizada evidencia, por tanto, que la infraestructura no es un escenario pasivo, sino un campo activo de disputa política, territorial y epistémica.

Finalmente, la perspectiva situada constituye el eje transversal y vertebrador de toda la metodología. Inspirados en los postulados críticos de los estudios de la transición en el Sur Global, se asume como condición ineludible que las materialidades infraestructurales no actúan en el vacío (Svampa y Slipak, 2015). Por el contrario, están intrínsecamente ancladas a las condiciones geográficas, históricas y climáticas extremas de la puna salteña. Analizar a la comunidad de Olacapato desde un enfoque situado implica reconocer metodológicamente el peso de su altitud (superando los 4.100 metros sobre el nivel del mar), su aislamiento histórico derivado de la matriz ferroviaria abandonada y su actual posición estratégica, y a la vez periférica, en el mapa del denominado extractivismo verde (Govetto et al., 2025). Este anclaje territorial es el que garantiza evitar las generalizaciones abstractas y universales sobre la transición energética, permitiendo enfocar la lupa analítica en las rugosidades específicas donde el discurso global de la sustentabilidad colisiona violentamente con la precariedad material del día a día.

El caso de estudio: Olacapato y la infraestructura impuesta

El análisis conceptual de este trabajo se ancla territorialmente en la localidad de Olacapato (Departamento Los Andes, provincia de Salta), el poblado ubicado a mayor altitud en Argentina, a 4.100 metros sobre el nivel del mar en la región de la puna como podemos observar en la Figura 1.



Figura 1.
Olacapato situado dentro del mapa de la provincia de Salta.
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Figura 2.

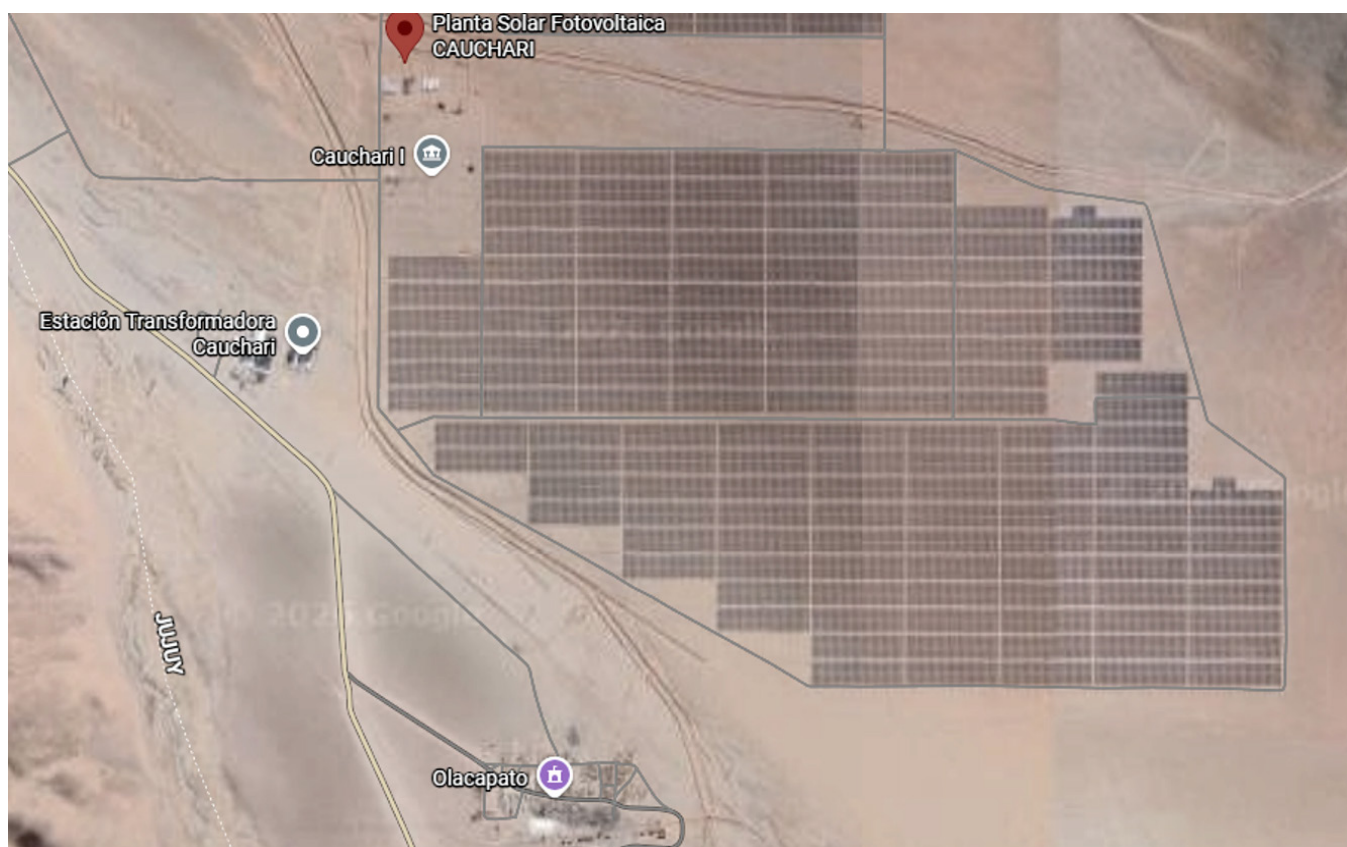
Ubicación geográfica de la localidad de Olacapato en el departamento Los Andes (provincia de Salta, Argentina). Se destaca la contigüidad territorial con el Parque Solar Cauchari, lo que ilustra la asimetría espacial entre la infraestructura energética impuesta y el aislamiento de la red doméstica local.

Fuente: Google Satelital.

Con una población inferior a los 300 habitantes y aproximadamente 40 viviendas, la localidad se caracteriza por una fuerte identidad originaria: el 80% de la población se autopercebe indígena, perteneciendo mayoritariamente (76,67%) al pueblo kolla-qewar (Govetto et al., 2025). En términos socioeconómicos, su principal fuente de empleo se encuentra vinculada a la actividad minera debido a su ubicación estratégica en el “triángulo del litio”, primando las relaciones de dependencia en el sector privado y el trabajo independiente no registrado (Govetto et al., 2025).

Si bien la comunidad cuenta con acceso a servicios de agua corriente, gas e internet, la provisión eléctrica constituye el principal vector de desigualdad material (Govetto et al., 2025). El pueblo no se encuentra interconectado a la red nacional; la electricidad es generada localmente mediante un grupo electrógeno a gasoil administrado por la prestataria EDESA, el cual exige interrupciones diarias del suministro (generalmente por la mañana y por la tarde) por requerimientos técnicos de mantenimiento (Govetto et al., 2025).

En esta geografía de precariedad colisiona el estrato tecnológico hegemónico. A escasos kilómetros del tejido urbano —e incluso de manera contigua a las viviendas— se erige el Parque Solar Cauchari, que cuenta con más de un millón de paneles y una



capacidad instalada de 300 megavatios (JEMSE, 2020). En el presente trabajo este despliegue tecnológico se define conceptualmente como una “imposición” territorial por tres motivos empíricos fundamentales que profundizan la desigualdad socio-técnica. En primer lugar, porque su instalación no nace de una demanda o necesidad local comunitaria, sino que responde a una agenda energética global y a la valorización extractiva de la puna (Govetto et al., 2025). En segundo lugar, porque el proceso operó de espaldas a la población, caracterizándose por una falta de participación comunitaria y una escasa comunicación institucional, evidenciada en que el 70% de los habitantes desconoce el funcionamiento o los impactos reales de la planta en su territorio (Govetto et al., 2025). Finalmente, porque a pesar de su magnitud y contigüidad geográfica, la planta no aporta electricidad a la comunidad kolla-quewar; su diseño infraestructural omite la integración a la precaria red del pueblo, canalizando la totalidad de la energía generada hacia las líneas de alta tensión nacionales e internacionales (Govetto et al., 2025). En la Figura 2 se puede observar de manera más ilustrativa esta dimensión de cercanía entre ambos puntos

La técnica central de este artículo se estructura en torno a la aplicación de la “lente geológica de los medios” (Parikka, 2015), transpolada metodológicamente al campo del análisis secundario, socio-técnico y territorial. Esta matriz analítica exige abandonar la observación de las infraestructuras como meras redes de distribución de servicios, para comenzar a escrutarlas en su dimensión telúrica y física. Operativamente, la técnica consiste en ejecutar una lectura crítica del paisaje andino apoyada en la evidencia pre-existente, concibiendo el territorio no como una *tabula rasa* sobre la cual se planifica la sustentabilidad, sino como un “archivo material en fricción”. Este archivo territorial resguarda, superpone y confronta diferentes temporalidades tecnológicas que, lejos de sucederse de manera lineal o pacífica, coexisten generando tensiones espaciales, ecológicas y sociales profundas (Mattern, 2017).

Para desentrañar este archivo la técnica arqueológico-mediática procede mediante la reinterpretación conceptual, el rastreo y la disección de las distintas capas de infraestructura que componen la estratigrafía del hábitat en Olacapato. El primer paso analítico radica en identificar el estrato de sedimentación más profunda registrado, vinculado a las prácticas de supervivencia térmica y alimentaria: la biomasa. El examen de la quema de leña y carbón no se codifica aquí como un mero déficit de desarrollo, sino como una técnica cultural persistente (Siegert, 2015) que la documentación constata que la comunidad despliega frente a la hostilidad del clima y la ineficacia de las redes formales.

Sobre este estrato fundacional la técnica de análisis rastrea una segunda capa tectónica correspondiente a la matriz fósil e industrial, materializada en el grupo electrógeno a gasoil y el tendido eléctrico precario que abastece al pueblo. La lente geológica permite observar esta infraestructura en los datos analizados no solo en su función,

sino en su materialidad en descomposición: cables expuestos, instalaciones inseguras, motores ruidosos y electrodomésticos que acumulan décadas de obsolescencia. Esta capa representa una “ruina activa”; una infraestructura fósil en constante falla que, no obstante, sostiene la reproducción de la vida cotidiana y dicta los ritmos del habitar a través de sus interrupciones diarias.

Finalmente, el rastreo conceptual asciende hacia las grillas contemporáneas, representadas por los megaparques de paneles fotovoltaicos que flanquean la localidad. Al aplicar el análisis socio-técnico secundario, esta infraestructura de última generación (compuesta por silicio, litio y algoritmos de control) se devela no como una solución local, sino como un estrato extractivo hegemónico (Easterling, 2014). La perspectiva adoptada permite mapear conceptualmente cómo esta capa contemporánea se impone sobre el territorio, extrayendo energía del entorno geográfico, pero estableciendo fronteras materiales y operativas que la aíslan del consumo doméstico colindante.

En síntesis, la aplicación de esta técnica hermenéutica permite documentar la fricción exacta entre estos estratos. Al contrastar analíticamente los datos secundarios del censo con la descripción cualitativa del entorno construido, se vuelve mensurable el roce violento entre un supra-sistema hipertecnológico diseñado para la exportación de energía “limpia” y un infra-sistema doméstico que sobrevive entre la leña, el humo del gasoil y el riesgo eléctrico (Govetto et al., 2025). Es en esta fricción material donde la arqueología de los medios revela las verdaderas condiciones de (in)sustentabilidad del hábitat contemporáneo.

La principal base de evidencia empírica seleccionada para este análisis secundario se sustenta en los resultados del Informe Técnico: Censo Energético 2024, un relevamiento territorial ejecutado en diciembre de dicho año por el Grupo de Estudios Socio-técnicos de la Energía y del Hábitat (GESEH) (Govetto et al., 2025). Ante la vacancia de datos oficiales actualizados a nivel local, el equipo del GESEH diseñó una encuesta estructurada (hetero-administrada en formato papel) para relevar consumos, condiciones de infraestructura y percepciones locales en la zona de estudio (Govetto et al., 2025).

Mediante un muestreo aleatorio simple, dicha investigación previa logró encuestar a 30 de las 40 viviendas del pueblo. Esto representa una cobertura sumamente robusta del 75% de la población total, garantizando la representatividad estadística de los datos analizados secundariamente en este artículo (Govetto et al., 2025). El informe documenta que el relevamiento en terreno fue llevado a cabo por un equipo conformado por 15 encuestadores (Govetto et al., 2025).

Es fundamental destacar que, según se detalla en la fuente original, esa recolección de datos empíricos no constituyó una visita académica esporádica o extractiva. El relevamiento censal se inscribió en el marco de un trabajo de campo continuo e ininterrumpido que los investigadores del GESEH sostienen con la comunidad kolla de Ola-

capato desde el año 2023 (Govetto et al., 2025). Este vínculo prolongado de cercanía y confianza mutua resulta metodológicamente indispensable; actúa en nuestra relectura como la condición de posibilidad cualitativa para poder interpretar conceptualmente los silencios (como la alta tasa de respuestas “No sabe / No contesta”), las desconfianzas institucionales y las resistencias tácticas que los habitantes manifestaron frente a las promesas de la transición energética global (Govetto et al., 2025).

En el marco de la metodología de análisis secundario propuesta, los datos obtenidos de la fuente documental no son tratados como abstracciones estadísticas, sino como verdaderos “índices geológicos” para una reinterpretación socio-técnica (Parikka, 2015). Las variables analizadas —tales como la prevalencia de instalaciones eléctricas antiguas, la frecuencia diaria de los cortes de luz, el gasto mensual o el uso de electrodomésticos obsoletos— actúan como métricas precisas que permiten cuantificar el desgaste, la precariedad y la fricción de los estratos tecnológicos basales. Asimismo, la información referida a las estrategias de reducción de consumo o el uso complementario de leña (presente en el 67% de los hogares) visibiliza las tácticas de supervivencia material que la comunidad despliega para habitar una red diseñada bajo lógicas de exclusión y racionamiento (Siegert, 2015).

Para completar la estratigrafía del hábitat estos resultados empíricos secundarios se ponen en diálogo directo y constante con la materialidad del paisaje arquitectónico y tecnológico de Olacapato. Las métricas recopiladas por el censo adquieren su verdadera dimensión crítica al contrastarse espacialmente con el entorno construido: la vulnerabilidad del diseño habitacional local frente al despliegue masivo y hermético de más de un millón de paneles de silicio y líneas de alta tensión de la vecina Planta Solar Cauchari (Govetto et al., 2025; JEMSE, 2020). Esta triangulación entre la fuente documental-cuantitativa (las encuestas del informe) y la observación de la materialidad paisajística (la infraestructura impuesta) permite poner en evidencia cómo la transición energética hegemónica no solo opera discursivamente, sino que sedimenta nuevas formas de desigualdad física, técnica y arquitectónica directamente sobre el suelo habitado.

Resultados y discusiones

El estrato hegemónico: La grilla extractiva y la desconexión territorial

El análisis de la estratigrafía del hábitat en Olacapato revela, en su capa más superficial y contemporánea, la imposición del Parque Solar Cauchari. Con más de un millón de paneles solares y una capacidad instalada de 300 megavatios, esta infraestructura de última generación se erige a escasos kilómetros del tejido urbano local.



Figura 3.
Estrato hegemónico en el paisaje andino. Imagen aérea del Parque Solar Cauchari. Esta infraestructura opera como una “grilla extractiva” (Siegert, 2015), capturando radiación solar para la red de alta tensión nacional e internacional, manteniendo una estricta clausura material frente a las necesidades del hábitat colindante.

Fuente: <https://www.eldiario24.com/energia/2025/01/23/argentina-parque-cauchari/>

Sin embargo, lejos de integrarse a la matriz doméstica, el parque opera bajo la lógica de una “grilla extractiva” (Siegert, 2015); es decir, actúa como una técnica cultural que captura la radiación solar del territorio andino y la codifica exclusivamente para su inyección en las redes de alta tensión nacionales e internacionales. Esta clausura material encuentra su correlato en la percepción de la comunidad frente al megaproyecto.

Los resultados analizados proporcionan evidencia contundente: al indagar sobre las percepciones asociadas a los impactos que trajo la instalación de las plantas fotovoltaicas al pueblo, una abrumadora mayoría del 70% de las personas encuestadas respondió “No sabe / No contesta” (Govetto et al., 2025). El espectro restante se caracteriza por la insatisfacción, dividida equitativamente entre quienes perciben los resultados como desfavorables (13%) y quienes afirman que la planta directamente no arrojó resultados tangibles para la población (13%), frente a un marginal 3% de valoraciones favorables (Govetto et al., 2025). Estos valores porcentuales reproducen fielmente los datos de la fuente original. La sumatoria total de los segmentos refleja un 99% debido al margen de redondeo de valores enteros presente en el gráfico técnico del informe que se puede visualizar en la Figura 4.

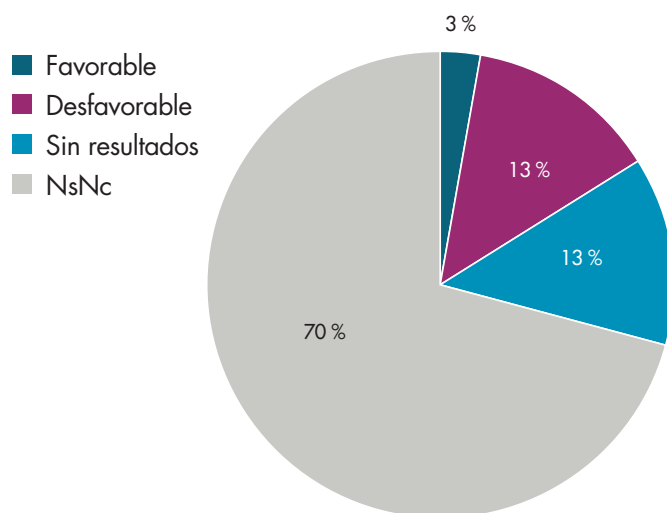


Figura 4.
Percepciones sobre los resultados de la planta.
Fuente: Govetto et al. (2025),
Figura 33, pág. 32

Atendiendo al enfoque cualitativo y situado adoptado, este predominio absoluto del desconocimiento y la insatisfacción (96% agregado) no debe leerse como un mero desinterés o déficit de la población. Por el contrario, sugiere una profunda falta de información, apropiación o participación de la comunidad respecto al funcionamiento o impacto de la planta, evidenciando una escasa comunicación institucional hacia los usuarios del territorio. De este modo, el megaproyecto consolida una nueva forma de exclusión espacial en el hábitat: extrae valor del entorno, pero su diseño técnico y comunicacional evita deliberadamente el contacto con la materialidad local.

El estrato precario y el “giro no humano”: La ruina activa y la materialidad del riesgo

En una fractura radical con la asepsia tecnológica que promete el parque solar, el estrato basal del hábitat en Olacapato está constituido por una materialidad precaria, ruidosa y dependiente de combustibles fósiles. El suministro eléctrico local es provisto a través de un grupo electrógeno a gasoil que, desde la perspectiva de la arqueología de los medios, opera como una “ruina activa”: un sedimento tecnológico obsoleto que impone el ritmo vital de la comunidad, exigiendo interrupciones diarias del servicio para su mantenimiento.

Esta fricción material se traduce en estadísticas de alta vulnerabilidad. Los datos del Censo Energético revelan que el 50% de los hogares reporta problemas regulares en el suministro y el 73,3% de los afectados afirma que estos cortes se producen diariamente, concentrándose principalmente durante la mañana (40%). Para comprender esta dinámica, resulta ineludible incorporar el “giro no humano” (Grusin, 2015). En el contexto andino, las materialidades y las fuerzas ambientales tienen una agencia activa que desbarata la sustentabilidad impuesta: los picos de interrupción del servicio no son aleatorios, sino que responden a la materialidad climática, agudizándose durante las exigencias térmicas del verano (46,67%) y el invierno (20%). Es el clima extremo colisionando con la ruina

técnica lo que determina el apagón. Esta precariedad se sedimenta además al interior de las viviendas, donde un 30% identifica explícitamente situaciones de riesgo eléctrico derivado de “instalaciones antiguas” e “inseguras”.

En definitiva, los verdaderos agentes que dictan las posibilidades del habitar cotidiano no son los discursos sobre la descarbonización, sino una serie de entidades no humanas marcadas por el desgaste y la obsolescencia. El ruido incesante del motor a gasoil, la fatiga del metal en los generadores, el cobre degradado de las instalaciones eléctricas antiguas y el clima extremo de la puna no son un mero telón de fondo pasivo; actúan como fuerzas con agencia propia que desbaratan la sustentabilidad impuesta (Grusin, 2015).

Bajo esta lente, la obsolescencia de los electrodomésticos locales —como las heladeras y planchas eléctricas relevadas— y el riesgo latente de cortocircuitos por instalaciones inseguras dejan de ser simples deficiencias técnicas para revelarse como zonas de intensa fricción material. Mientras la Planta Solar Cauchari proyecta una imagen de hiper-eficiencia ecológica hacia el exterior, en las entrañas del pueblo la vida se sostiene negociando diariamente con el riesgo eléctrico y la combustión fósil.

Por lo tanto, es imperativo reconocer que la transición energética hegemónica genera su propia “huella sucia” (Parikka, 2015). La instalación de infraestructuras masivas de energía renovable en el estrato superior del territorio no purifica el hábitat, sino que encapsula el desarrollo sustentable como un enclave extractivo. Al mismo tiempo, condena a la población local a convivir con los sedimentos tóxicos y obsoletos de las infraestructuras pasadas. La sustentabilidad, desprovista de una integración territorial real, se materializa como un filtro geológico que distribuye desigualmente tanto la energía como la precariedad.

Resistencias como técnicas de supervivencia: El uso de la biomasa

Frente a la violencia material que impone esta estratigrafía —marcada por la falla crónica del estrato fósil y la impermeabilidad del estrato renovable— la comunidad, mayoritariamente perteneciente al pueblo kolla-quewar, no opera como un actor pasivo. Por el contrario, despliega prácticas cotidianas para resistir y adaptar su hábitat. Un caso paradigmático, que los enfoques desarrollistas tradicionales suelen codificar erróneamente como mero indicador de pobreza, es la persistencia del uso de leña, reportado por el 67% de los hogares encuestados, así como la utilización de carbón en un 23%.

Desde la teoría de las técnicas culturales (Siegert, 2015), la quema de biomasa debe ser releída como una adaptación técnica altamente sofisticada y resiliente. La comunidad recurre a la biomasa como una válvula de escape material que permite eludir la vulnerabilidad impuesta por la red formal, garantizando la cocción de alimentos y el confort térmico frente a las hostilidades del clima andino. Esta hibridación demuestra que el hábitat local se construye ensamblando temporalidades diversas, resistiendo la homogeneización de las grillas extractivas.

Justicia epistémica: La demanda territorial frente al enclave

La resistencia comunitaria trasciende la adaptación doméstica para articularse como una demanda política frontal. El Censo Energético arroja un dato ineludible: el 96,7% de la población exige que la planta fotovoltaica inyecte energía directamente al pueblo. Las justificaciones a este reclamo exceden ampliamente el mero cálculo de “ahorro” (16,7%), apelando de manera preponderante a la “proximidad geográfica” (46,7%) y al “uso de los recursos del pueblo” (13,3%).

El registro cualitativo compilado en el informe permite comprender la densidad histórica de este reclamo, donde los habitantes exigen la inyección energética argumentando de manera explícita su condición de dueños ancestrales frente a la ocupación corporativa, señalando el imperativo de una retribución material justa debido al uso del espacio y a la presencia de la infraestructura sobre el territorio y las tierras originarias de sus antepasados (Govetto et al., 2025). Esta exigencia casi unánime constituye un reclamo directo de soberanía energética y justicia epistémica. La comunidad impugna la ontología misma de la planta solar como un “enclave” aislado, demandando que la técnica cultural hegemónica reconozca y nutra al estrato territorial sobre el cual se asienta. Es una interpelación a la geología de los medios (Parikka, 2015): las comunidades andinas exigen que la extracción de valor del sol y la puna deje de ser un flujo unidireccional hacia los centros de poder global, para subordinarse a las necesidades históricas, materiales y culturales del hábitat que lo sostiene.

Conclusiones

Síntesis: El territorio como archivo sedimentado frente a la ilusión de la *tabula rasa*

El análisis de la estratigrafía del hábitat en Olacapato permite arribar a una conclusión fundamental que interpela directamente las bases epistemológicas y proyectuales del diseño contemporáneo: un proyecto arquitectónico o de urbanismo verdaderamente sustentable no puede, bajo ninguna circunstancia, tratar el territorio de la puna andina como una hoja en blanco dispuesta exclusivamente para la implantación de tecnología “limpia”. La visión hegemónica de la transición energética globalizada tiende a leer estas geografías extremas desde una óptica netamente extractivista —codificándolas como desiertos vacíos, abundantes en radiación solar y minerales estratégicos—, omitiendo la densidad histórica y material que las constituye. Esta perspectiva anula la preexistencia del entorno construido y reduce el paisaje a una mera plataforma de soporte para la descarbonización de los centros urbanos e industriales, reproduciendo lógicas de ocupación colonial bajo el renovado vocabulario del capitalismo verde.

Frente a esta lógica de vaciamiento espacial, la perspectiva de la arqueología de los medios demuestra que el hábitat andino es, en realidad, un archivo geológico y material profundamente sedimentado (Parikka, 2015). La imposición del megaparque solar fotovoltaico no ocurre en el vacío, sino que colisiona de manera ineludible con un estrato de infraestructuras fósiles en estado de ruina activa y con un repertorio vivo de técnicas culturales de supervivencia comunitaria (Siegert, 2015). Como ha evidenciado el relevamiento empírico en Olacapato, la convivencia asimétrica e involuntaria entre los paneles de silicio de última generación, los motores a gasoil que dictan interrupciones eléctricas diarias y los fogones a leña que mitigan el frío extremo, conforma una estratigrafía caracterizada por la fricción constante y la desigualdad socio-técnica. Ignorar estos estratos basales implica diseñar desde una abstracción técnica que, en la práctica, perpetúa la exclusión territorial y materializa nuevas formas de violencia infraestructural sobre las poblaciones locales.

En consecuencia, redefinir la sustentabilidad en el diseño urbano y arquitectónico exige abandonar el fetichismo de la innovación tecnológica inmaterial para asumir el desafío proyectual de intervenir sobre la insoslayable materialidad de la infraestructura. Un urbanismo verdaderamente situado debe operar desde el reconocimiento de este archivo sedimentado, asumiendo que las redes precarias, la obsolescencia habitacional y las resistencias tácticas de las comunidades indígenas no son meros obstáculos a erradicar mediante intervenciones asépticas, sino componentes ontológicos del territorio. Comprender las infraestructuras en conflicto y decodificar su estratigrafía es el primer paso ineludible para proyectar hábitats que no solo sirvan como nodos de generación de energía renovable, sino que logren desarticular las grillas de dominación espacial, respondiendo estructuralmente a las demandas históricas de soberanía, arraigo y justicia epistémica de las comunidades que los habitan.

Apertura: Hacia el diseño de políticas socio-técnicas y la desarticulación de las grillas de exclusión

Frente a este diagnóstico, surge la urgencia de trazar nuevas líneas para el diseño de políticas públicas de hábitat que trasciendan la mera mitigación ambiental y asuman la complejidad sociomaterial del territorio andino. En primer lugar, es imperativo que la planificación territorial y energética abandone la lógica del enclave. Las políticas futuras deben desarticular las “grillas de exclusión” (Siegert, 2015) que operan en los nuevos monopolios renovables, las cuales configuran a regiones de la puna como zonas de sacrificio para el extractivismo verde (Svampa y Slipak, 2015). Desmontar estas fronteras materiales implica transitar hacia un modelo de gobernanza infraestructural donde la generación a gran escala esté obligada, tanto por diseño técnico como por normativa estatal, a interconectarse y nutrir la red de distribución local. Esto no es solo una necesidad técnica,

sino una respuesta ineludible a la exigencia de soberanía energética que reclama de manera casi unánime (96,7%) la comunidad de Olacapato (Govetto et al., 2025).

En segundo lugar, una política de hábitat verdaderamente situada debe reconocer e integrar la materialidad histórica local. Esto significa que la inversión pública no puede limitarse a la instalación de megaproyectos en el estrato superior del paisaje, sino que debe orientarse a la reparación, remediación y actualización del estrato precario basal. Diseñar para la estratigrafía del hábitat requiere concebir soluciones híbridas y descentralizadas —como micro-redes comunitarias de generación distribuida— que dialoguen con las técnicas culturales preexistentes. Las intervenciones deben respetar e integrar las estrategias de supervivencia que las poblaciones ya han desarrollado frente a la hostilidad climática y el abandono estatal, reconociendo el saber técnico acumulado en el uso de la biomasa y la arquitectura local, en lugar de invalidarlo bajo discursos modernizadores homogeneizantes.

Finalmente, este enfoque arqueológico y material abre un campo de indagación proyectual inexplorado para la arquitectura y el urbanismo contemporáneos. El desafío radica en proyectar infraestructuras que funcionen como suturas territoriales en lugar de fracturas; es decir, intervenciones socio-técnicas que, al asimilar el desgaste, la fricción y la agencia de los factores no humanos (clima, geografía, desgaste material), logren reconciliar la urgencia global de la transición energética con el derecho inalienable de las comunidades a gestionar su entorno (Parikka, 2015). Solo mediante este giro epistemológico y proyectual será posible construir un desarrollo sustentable que no deje a las poblaciones andinas atrapadas en las ruinas activas de la precariedad, mientras el progreso energético se exporta a través de cables de alta tensión.

Referencias

- Easterling, K. (2014). *Extrastatecraft: The power of infrastructure space*. Verso. <https://www.versobooks.com/products/2042-extrastatecraft>
- Govetto, S. C., González, F. D., Soria, J., Pedraza, M. L., Vilte, G. J. L., Vilca, M., Pérez Machado, F., López, V. M. y Corro Tosoni, F. E. (2025). Informe técnico: censo energético 2024: encuestas sobre consumos y condiciones energéticas en Olacapato (Salta, Argentina) (1a ed.). Editorial INENCO. <https://surli.cc/vhnacu>
- Grusin, R. (Ed.). (2015). *The nonhuman turn*. University of Minnesota Press. <https://www.upress.umn.edu/book-division/books/the-nonhuman-turn>
- Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado [JEMSE]. (2020). Parque Solar Cauchari inició operaciones comerciales en Argentina. <https://jemse.gob.ar/2020/09/30/parque-solar-cauchari-inicio-operaciones-comerciales-en-argentina/>
- Mattern, S. (2017). *Code and clay, data and dirt: Five thousand years of urban media*. University of Minnesota Press. <https://www.upress.umn.edu/book-division/books/code-and-clay-data-and-dirt>
- Parikka, J. (2015). *A geology of media*. University of Minnesota Press. <https://www.upress.umn.edu/book-division/books/a-geology-of-media>

Siegert, B. (2015). Cultural techniques: Grids, filters, doors, and other articulations of the real. Fordham University Press. <https://www.fordhampress.com/9780823263769/cultural-techniques/>

Svampa, M. y Slipak, A. M. (2015). Transición energética y neoextractivismo en América Latina. *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, (99), 97–109.

Fotogrametría digital terrestre para la documentación patrimonial: el caso del museo de ciencias naturales

Terrestrial digital photogrammetry for heritage documentation: the case of the museum of natural sciences

Gabriel Antonio Gea¹

Artículos científicos

Citar: Gea, G. A. (2026)
Fotogrametría digital terrestre para la documentación patrimonial: el caso del museo de ciencias naturales. Teks del Sud, 7, pp. 57-72

Resumen

La documentación técnica de precisión en edificios de valor patrimonial es crítica ante procesos de deterioro avanzados. El presente artículo evalúa la eficacia de la fotogrametría digital terrestre como herramienta no invasiva de relevamiento en el Pabellón Centenario del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta. Mediante el uso de una cámara Nikon D5500 y el software Agisoft Metashape Professional, se analizaron dos escenarios operativos con idéntico equipamiento base (sensor APS-C de 24,2 MP): el Escenario A, con condiciones óptimas de retroceso en la fachada oeste (24 mm, 84 imágenes, GSD de captura 1,12 mm/pix), y el Escenario B, con restricciones físicas por vegetación y oclusiones en la fachada sur (35 mm, 290 imágenes, GSD de captura 1,11 mm/pix). Ambos escenarios lograron un GSD de captura prácticamente idéntico, mientras que el ortomosaico del Escenario B resultó 1,7 veces más resuelto (2,23 vs. 3,77 mm/pix) y su nube de puntos fue 1,7 veces más densa. Se validó la precisión métrica mediante distanciómetro láser y testigos impresos, obteniéndose errores en medidas de distancia inferiores al 0,65 % en ambos casos. Los resultados demuestran que la fotogrametría terrestre genera nubes de puntos densas y ortofotografías de alta resolución aptas para el diagnóstico de patologías constructivas, aunque la presencia de obstáculos subraya la necesidad de integrar metodologías híbridas con sistemas aéreos para una documentación patrimonial integral.

Palabras clave: patrimonio arquitectónico, fotogrametría terrestre, relevamiento 3d, documentación no invasiva

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Salta.
Email: gabrielgea@gmail.com

Abstract

Precision technical documentation of heritage buildings is critical in the face of advanced deterioration processes. This article evaluates the effectiveness of terrestrial digital photogrammetry as a non-invasive survey tool applied to the Pabellón Centenario of the Museo de Ciencias Naturales at the Universidad Nacional de Salta (Argentina). Using a Nikon D5500 camera and Agisoft Metashape Professional software, two operational scenarios were analysed with the same sensor base (24.2 MP APS-C): Scenario A, with optimal stand-off conditions on the west façade (24 mm lens, 84 images, capture GSD 1.12 mm/pix), and Scenario B, with physical restrictions due to vegetation and occlusions on the south façade (35 mm lens, 290 images, capture GSD 1.11 mm/pix). Both scenarios achieved a virtually identical capture GSD, while Scenario B produced an orthomosaic 1.7 times more resolved (2.23 vs. 3.77 mm/pix) and a 1.7 times denser point cloud, at a computational cost 5.3 times higher in processing time. Metric precision was validated using a laser rangefinder and printed markers, yielding relative errors below 0.65% in all measured distance pairs. Results demonstrate that terrestrial photogrammetry produces dense point clouds and high-resolution orthophotographs suitable for the diagnosis of constructive pathologies. The presence of obstacles nonetheless underscores the need to integrate hybrid methodologies incorporating aerial UAV systems for comprehensive heritage building documentation.

Keywords: Heritage building, terrestrial photogrammetry

Introducción

La preservación del patrimonio arquitectónico enfrenta desafíos crecientes debido a la acción de agentes climáticos, la ausencia de estrategias de prevención y la falta de intervenciones oportunas de mantenimiento. Estos factores aceleran los procesos de deterioro en edificios históricos, evidenciando deficiencias en la planificación y gestión de su conservación a largo plazo (Asociación Española de Normalización, 2018; ICOMOS, 2003). El patrimonio cultural necesita ser preservado para asegurar que su significado sea accesible a futuras generaciones (Karachaliou et al., 2019). En este contexto surge la necesidad de implementar metodologías de diagnóstico precisas y no invasivas como la fotogrametría para garantizar la integridad del edificio y su valor cultural.

La fotogrametría se define como una técnica de medición indirecta que permite reconstruir la geometría tridimensional de objetos o espacios a partir de imágenes bidimensionales, mediante el análisis de correspondencias entre múltiples fotografías tomadas desde diferentes puntos de vista (Westoby et al., 2012). En el ámbito del patrimonio

arquitectónico, su aplicación ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas debido al desarrollo de algoritmos de visión computacional y técnicas como *Structure from Motion* (SfM), que permiten generar modelos digitales de alta precisión con costos relativamente bajos (Remondino et al., 2011). A partir de estas herramientas es posible obtener modelos tridimensionales, ortoimágenes y nubes de puntos de elevada precisión métrica, útiles para el análisis geométrico y la documentación integral del estado de conservación de los edificios (Remondino y Campana, 2014). En edificios históricos esta metodología facilita el relevamiento de patologías tales como fisuras, deformaciones y pérdida de material, contribuyendo a tareas de diagnóstico, monitoreo y conservación preventiva (Historic England, 2017). Su carácter no invasivo la convierte en una alternativa particularmente adecuada para el patrimonio construido.

En América Latina diversos estudios han demostrado su aplicabilidad en contextos patrimoniales, destacándose trabajos en México, Perú y Chile que integran fotogrametría con análisis estructurales y conservación digital (Lerma et al., 2010; Santana Quintero et al., 2018). En Argentina investigaciones recientes han aplicado esta técnica en edificios históricos y conjuntos urbanos, evidenciando su potencial para la generación de modelos HBIM (Heritage Building Information Modelling) y para el análisis de patologías constructivas en contextos locales (Fassi et al., 2015; Barazzetti et al., 2016). En el sitio Ingenio Lastenia, ubicado en Cruz Alta (Tucumán), se evaluó la aplicación de la fotogrametría digital como método complementario para el análisis y lectura de paramentos de edificios históricos, destacándose su utilidad para comprender las dinámicas constructivas del conjunto patrimonial (Villar, 2018). Asimismo, en el partido de Magdalena (provincia de Buenos Aires) se desarrolló un relevamiento fotogramétrico mediante la técnica *Structure from Motion–Multi View Stereo* (SfM-MVS), que permitió generar modelos virtuales tridimensionales de estructuras rurales históricas con alto nivel de detalle y precisión, contribuyendo al registro y conservación del patrimonio local (García Lerena y López, 2021). Investigaciones realizadas en la provincia de Buenos Aires aplicaron técnicas SfM-MVS para el relevamiento topográfico de alta resolución y la generación de modelos digitales del terreno, evidenciando la precisión y versatilidad de estas metodologías en estudios territoriales y patrimoniales (Guardo et al., 2021). Bilmes et al. (2019) utilizaron modelos digitales obtenidos mediante fotogrametría SfM para el análisis de afloramientos sedimentarios, demostrando el alcance de estas herramientas para la documentación tridimensional y el estudio detallado de superficies complejas.

La ciudad de Salta cuenta con un gran número de edificios históricos. Por su ubicación es considerada una zona de elevada peligrosidad sísmica. Esta amenaza pone en riesgo los elementos ornamentales de los edificios, por lo que resulta de gran interés el uso de la fotogrametría para resguardar información que permita una fiel reconstrucción en caso de daños (Gea y Gea, 2009).

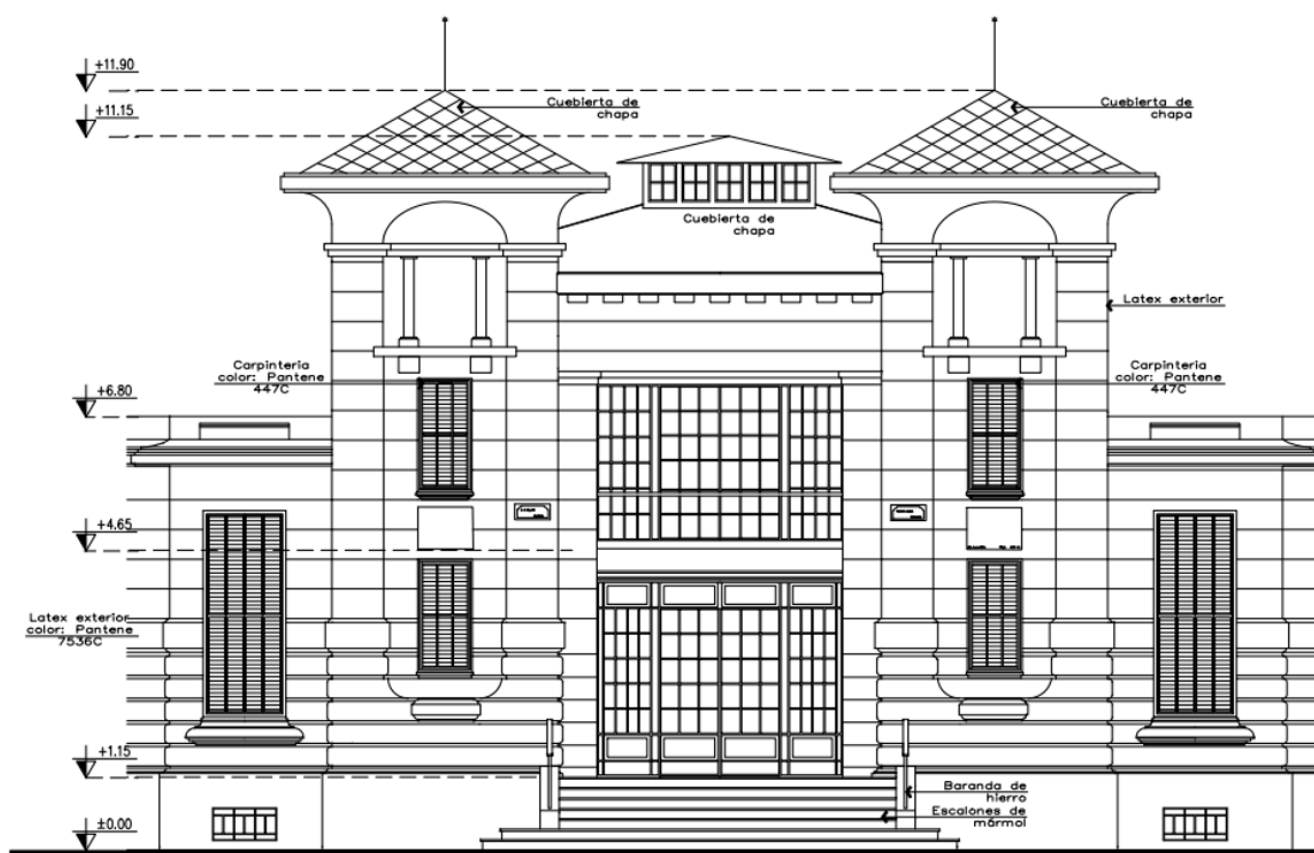
El presente relevamiento se inscribe en el marco de colaboración técnica entre la Cátedra de Sistemas de Representación de la Facultad de Ingeniería y la Dirección General de Obras y Servicios (DGOYS) de la Universidad Nacional de Salta. Esta iniciativa surge con el objetivo de aplicar tecnologías actuales en la documentación y conservación del patrimonio edilicio universitario, proporcionando a la Secretaría de Obras y Servicios una base de datos tridimensional, nubes de puntos de alta precisión y fotografías orto-rectificadas de alta calidad para la planificación de tareas de mantenimiento y puesta en valor del edificio. El proyecto permite, asimismo, articular la actividad docente con las necesidades de gestión de la infraestructura universitaria.

Caso de estudio: Pabellón Centenario

El edificio objeto de estudio es el Pabellón Centenario, actual sede del Museo de Ciencias Naturales “Lic. Miguel Ángel Arra” desde el 1950, obra del arquitecto Francesco Gianotti, proyectado y construido entre 1914 y noviembre de 1915.

En su composición arquitectónica la planta del edificio responde a una organización neoclásica estructurada a partir de ejes de simetría y jerarquización espacial. En

Figura 1.
Fachada sur del
Pabellón Centenario.

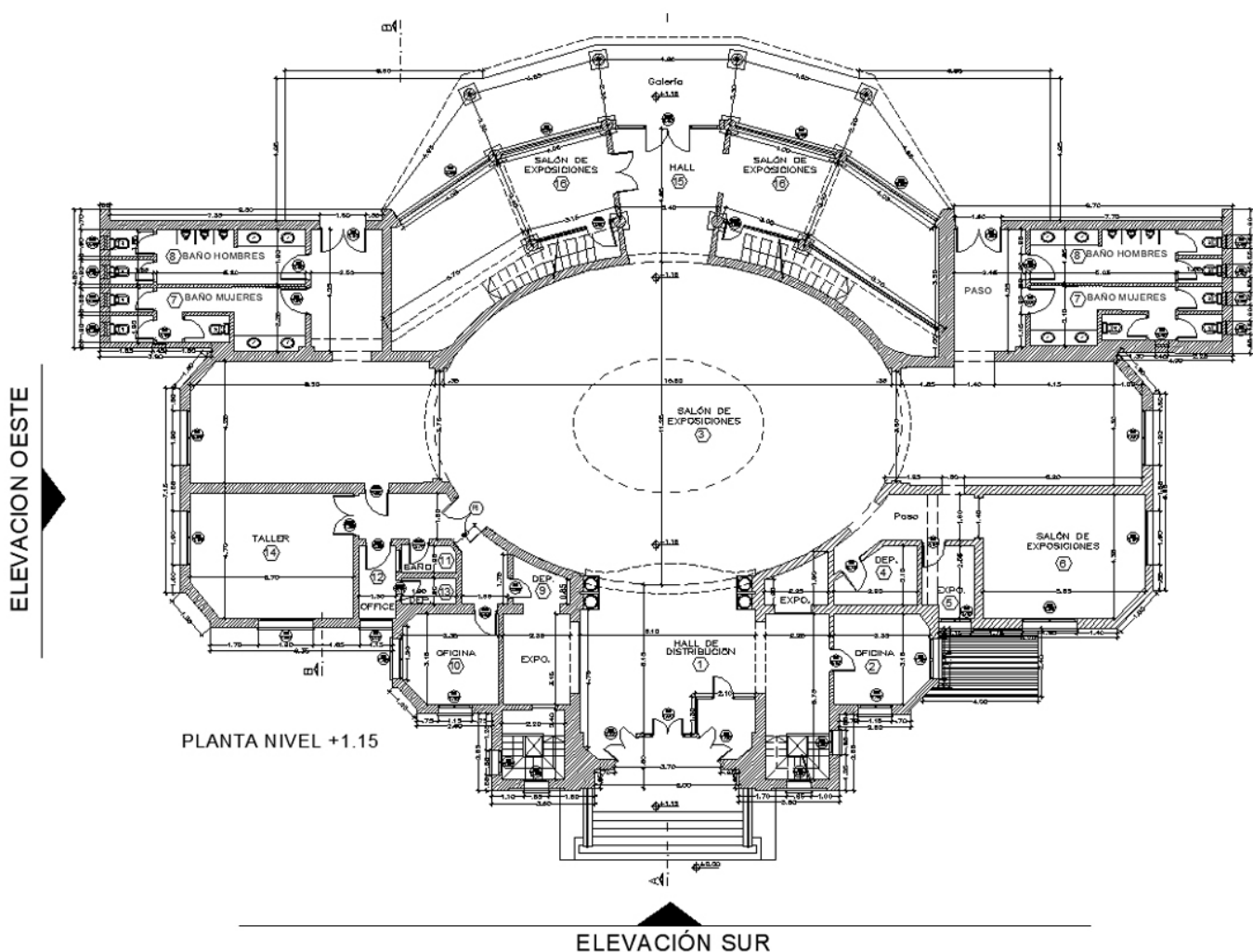


cuanto a la expresión formal exterior, incorpora elementos vinculados al movimiento Liberty (corriente italiana del Art Nouveau) en una versión más simplificada respecto de los modelos europeos.

El edificio fue encargado por las autoridades municipales salteñas en el marco de las celebraciones por el centenario de la Revolución de Mayo. Está emplazado en el Parque San Martín, un espacio urbano de relevancia paisajística y patrimonial, declarado sitio de interés arquitectónico y urbanístico de la Provincia de Salta en 2009. Asimismo, el Pabellón Centenario fue reconocido como Monumento Histórico Nacional en 2022.

Desde el punto de vista funcional y constructivo se desarrolla en tres niveles —subsuelo, planta baja y entrepiso—, alcanzando una superficie aproximada de 3.700 m². A lo largo del tiempo ha experimentado transformaciones vinculadas a su uso

Figura 1.
Planta nivel +1,15 del
Pabellón Centenario,
Museo de Ciencias
Naturales, UNSa.



como museo, lo que, sumado al envejecimiento natural de los materiales y a la exposición a condiciones ambientales variables, ha derivado en la aparición de diversas patologías constructivas.

El Pabellón Centenario presenta procesos de deterioro que requieren una documentación técnica rigurosa y sistemática, capaz de registrar con precisión tanto su geometría como sus patologías. En consecuencia, el objetivo del presente trabajo es evaluar la aplicación de la fotogrametría terrestre como herramienta de relevamiento, analizando su precisión métrica como etapa previa a su integración con técnicas de fotogrametría aérea mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés). Esta aproximación metodológica busca optimizar la captura de información, especialmente en sectores de difícil acceso, y contribuir al desarrollo de estrategias más eficientes para la conservación y gestión del patrimonio construido.

Metodología

Parámetros de adquisición de imágenes y control dimensional

Para la captura de datos se utilizó una cámara réflex Nikon D5500 (sensor CMOS APS-C de 24,2 MP) en ambos escenarios, garantizando la comparabilidad del equipamiento base. La captura se realizó en formato JPG de alta resolución, en lugar de RAW, para evaluar la agilidad del flujo de trabajo. Esto resulta especialmente útil en relevamientos que deban realizarse en breves períodos. La configuración de exposición fue: ISO 200, velocidad 1/125 s y apertura variable (f/8–f/11), buscando equilibrio entre profundidad de campo, nitidez y reducción de ruido cromático.

Se utilizaron distancias focales fijas diferenciadas según las condiciones de cada escenario: 24 mm en el Escenario A y 35 mm en el Escenario B. La elección de focales fijas responde a criterios técnicos y operativos:

- **Equivalencia y percepción:** La focal de 35 mm en el sensor APS-C (factor de recorte 1,5×) equivale aproximadamente a 52,5 mm en formato completo (sensores Full Frame), minimizando las distorsiones esferoidales típicas de los *grandes angulares* y asegurando mayor fidelidad geométrica en el registro de patologías constructivas y elementos ornamentales. La distancia focal de 24 mm ($\approx$ 36 mm FF) empleada en el Escenario A se justifica por la mayor distancia de retroceso disponible en esa fachada.
- **Profundidad de campo efectiva:** El factor de recorte del sensor DX permite mayor profundidad de campo efectiva a aperturas equivalentes respecto a un sensor Full Frame. En el Escenario B, con variaciones de profundidad importantes por oclusiones y retranqueos, esto facilitó la detección de puntos homólogos nítidos en toda la escena.

- **Estabilidad en el procesamiento:** Las distancias focales fijas simplifican la autocalibración de la cámara en Agisoft Metashape, reduciendo aberraciones geométricas en los bordes de imagen e incrementando la precisión de la nube de puntos.

Como medida de control de calidad y para asegurar el escalado preciso de los modelos, se utilizó un distanciómetro láser para obtener magnitudes reales de referencia de forma independiente al proceso fotogramétrico. En el Escenario B se emplearon, además, marcadores o dianas (puntos de control impresos) para simplificar la identificación de puntos en áreas con oclusiones severas y mantener la coherencia escalar del modelo.

Se desestimó el uso de dispositivos móviles de alta gama en favor de la Nikon D5500 debido a la necesidad de mantener la integridad geométrica original de las capturas. Los smartphones aplican algoritmos de post-procesamiento invasivos y correcciones automáticas de lente que pueden inducir errores métricos aleatorios, mientras que la combinación de un sensor APS-C con distancia focal fija garantiza una proyección central estable, priorizando la precisión milimétrica en el registro de grietas sobre la inmediatez o portabilidad del dispositivo.

Clasificación de escenarios

Escenario A (Fachada oeste – sin testigos impresos): Sector con frente despejado y mayor distancia de retroceso. Se relevaron 45,5 m² de fachada mediante 84 fotografías capturadas con focal de 24 mm desde una distancia media de 4,87 m. La amplitud del espacio permitió una convergencia angular adecuada de las tomas, obteniendo un GSD (distancia en el terreno representada por cada píxel) de captura de 1,12 mm/pix.

Escenario B (Fachada sur – con testigos impresos): Sector afectado por mayor altura a relevar, vegetación, oclusiones y variaciones de profundidad en el acceso al edificio. Se capturaron 290 fotografías con una distancia focal de 35 mm desde una altitud media (distancia de la cámara al muro) de 6,31 m, cubriendo 76,3 m². La mayor densidad de capturas y la variedad de ángulos buscaron compensar las oclusiones, logrando un GSD de captura de 1,11 mm/pix.

Resultados

El procesamiento en Agisoft Metashape Professional permitió obtener nubes de puntos densas y ortofotografías rectificadas en ambos escenarios. La Tabla 1 resume los parámetros comparativos obtenidos.

Tabla 1.
Comparativa de
parámetros técnicos de
los dos escenarios de
relevamiento.

Categoría	Parámetro técnico	Esc. A – Fachada oeste (sin testigos)	Esc. B – Fachada sur (con testigos)
Captura	N° de imágenes	84	290
	Distancia focal	24 mm	35 mm
	Área cubierta (m ²)	45,5 m ²	76,3 m ²
Alineación	Error de reproyección (pix)	0,673	1,04
Resolución	GSD de captura (mm/pix)	1,12	1,11
	GSD ortomosaico (mm/pix)	3,77	2,23
	Densidad nube de puntos	48.665.856 pts	80.968.115 pts
Control terrestre	ECM pts. de apoyo	0,629 cm	2,82 cm
	ECM pts. de control calidad	14,08 cm	(sin dato)
	Error dist. apoyo máx.	2,85 cm	0,53 cm

Análisis comparativo por escenario

Un primer resultado de relevancia es que ambos escenarios lograron un GSD de captura prácticamente idéntico (1,12 mm/pix en el Escenario A y 1,11 mm/pix en el Escenario B), pese a las diferencias marcadas en condiciones físicas, distancia focal y número de imágenes. Esto indica que la combinación de mayor distancia focal (35 mm) y mayor altitud de toma (6,31 m) en el Escenario B compensó exactamente las restricciones del entorno para producir una resolución de captura equivalente.

La diferencia se manifiesta, en cambio, en el GSD del ortomosaico final (3,77 vs. 2,23 mm/pix) y en la densidad de la nube de puntos densa (48,6 M vs. 80,9 M puntos): el Escenario B produjo resultados 1,7 veces más ricos en ambos indicadores al beneficiarse de mayor redundancia de ángulos de visión gracias a sus 290 imágenes frente a las 84 del Escenario A.

Escenario A (sin testigos impresos): A pesar de la ausencia de referencias físicas impresas, la amplitud del retroceso en la fachada oeste permitió una reconstrucción geométrica continua. La autocalibración de la óptica de 24 mm fue estable: 83 de 84 imágenes alineadas con un error de reproyección de 0,673 pix y ECM de puntos de apoyo de 0,629 cm. Sin embargo, el ECM de los 10 puntos de control de calidad independientes arrojó un error total de 14,08 cm, con valores en Z de hasta -10 cm por punto. Este resultado señala una deformación sistemática del modelo en profundidad, característica de levantamientos con escasa variación angular, que deberá corregirse en futuras campañas mediante la incorporación de tomas oblicuas convergentes adicionales.

Escenario B (con testigos e impedimentos): La presencia del árbol y la vegetación generó ruido y oclusiones en la nube de punto. Los testigos impresos facilitaron la identificación de planos de referencia en zonas donde la continuidad visual se veía fragmentada. La mayor densidad de captura se tradujo en un error de reproyección de 1,04 pix, superior al Escenario A pero dentro de rangos aceptables, reflejando la mayor complejidad geométrica de la escena.

Validación métrica (distanciómetro vs. modelo digital)

La precisión del relevamiento fue validada comparando magnitudes lineales extraídas del modelo 3D con medidas tomadas in situ con el distanciómetro láser. La Tabla 2 resume los resultados para ambos escenarios.

Par de puntos	Dist. modelo (m)	Error (m)	Error relativo (%)	Escenario
point 3 – point 4	8,686	-0,0136	0,16 %	A
point 5 – point 6	6,361	+0,0208	0,33 %	A
point 7 – point 8	5,697	+0,0075	0,13 %	A
point 10 – point 11	4,442	-0,0285	0,64 %	A
target 1 – target 9	5,285	+0,0047	0,09 %	B
target 5 – target 11	5,175	-0,0053	0,10 %	B

Tabla 2.
Validación métrica:
errores en medidas de
distancia de apoyo.

Los errores relativos resultaron inferiores al 0,65 % en todos los pares medidos, confirmando la viabilidad de la técnica para documentación patrimonial con precisión milimétrica compatible con estándares internacionales de restauración.

Generación de ortofotografías rectificadas

Además de la nube de puntos densa, la obtención de ortofotografías rectificadas constituye uno de los resultados de mayor valor para la preservación patrimonial. A diferencia de una fotografía convencional, la ortofoto elimina las distorsiones ópticas y los efectos de perspectiva, generando una proyección paralela. Las ventajas identificadas son:

- **Dimensiones generales:** Permite realizar mediciones lineales y de superficie sobre el plano de fachada con precisión milimétrica, facilitando la exportación a sistemas CAD para la confección de planos conforme a la realidad.
- **Mapeo de patologías:** La alta resolución de la imagen rectificada (producida a partir del sensor de 24,2 MP) permite visualizar con nitidez fisuras, eflorescencias y desprendimientos, sirviendo como base para un pliego de intervención técnica.

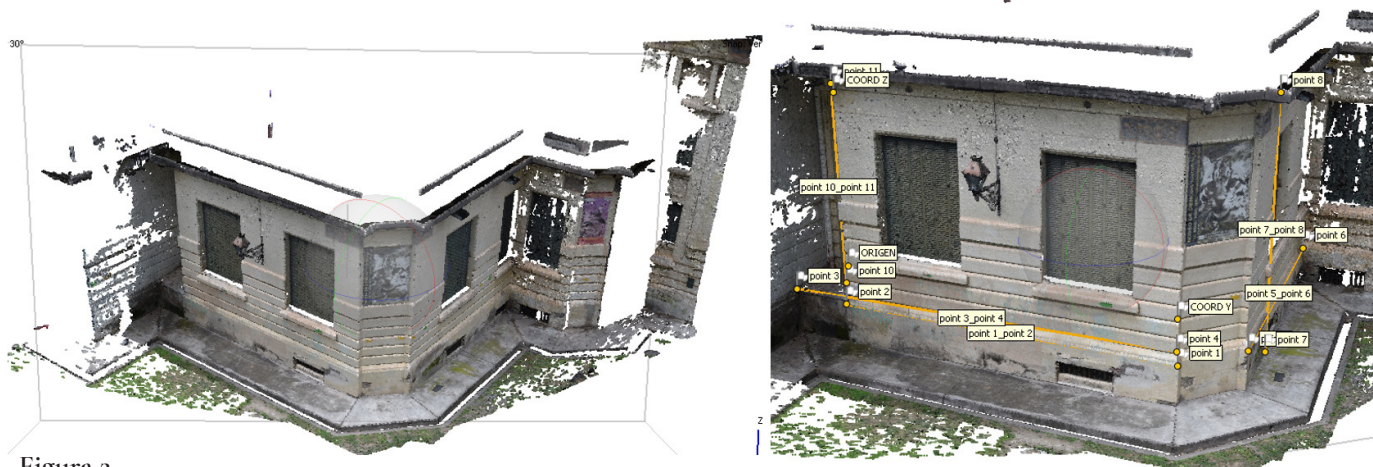


Figura 2.

(a) Izquierda y (b) derecha:
Nube de puntos del sector de
elevación oeste.

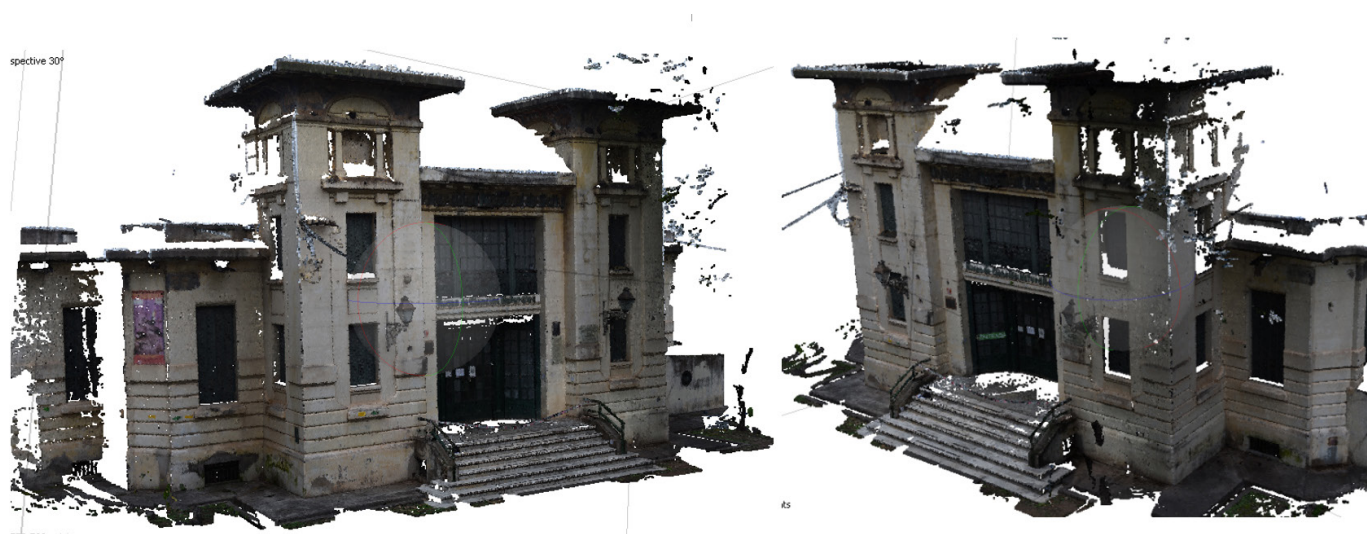


Figura 3.

(a) Izquierda y (b)
derecha: Nube de puntos
del sector de ingreso
principal, elevación sur.



Figura 4.
(a) Izquierda y (b)
derecha: Ortofoto
elevación oeste.



Figura 5.
Ortofoto elevación sur.
Ingreso principal.



Figura 6.
Ortofoto elevación sur.
Detalle de patologías.

Discusión

Los resultados permiten establecer una comparación estructurada entre ambos escenarios e identificar las condiciones que determinan la calidad del relevamiento fotogramétrico en contextos patrimoniales con restricciones físicas.

El hallazgo más significativo es que ambos escenarios lograron un GSD de captura prácticamente equivalente ($\sim 1,12$ mm/pix), lo que demuestra que la metodología fotogramétrica terrestre es robusta ante variaciones importantes en las condiciones operativas, siempre que se ajusten adecuadamente los parámetros de captura. La diferencia en la riqueza final del modelo —GSD de ortomosaico y densidad de nube— es atribuible principalmente a la mayor redundancia de ángulos del Escenario B (290 imágenes vs. 84), que le otorga una ventaja de $1,7\times$ en ambos indicadores.

Escenario A (sin testigos impresos): La fachada oeste ofreció condiciones favorables de retroceso y visibilidad, lo que permitió una alineación casi perfecta (83/84 imágenes) y el mejor error de reproyección (0,673 pix). No obstante, el ECM elevado en los puntos de control de calidad independientes (14,08 cm total, con errores en Z de hasta ~ 10 cm por punto) es una señal de alerta sobre la deformación sistemática del modelo en profundidad. Este fenómeno, típico de configuraciones de captura estrictamente frontal sin variación angular suficiente, podría comprometer la precisión de mediciones en profundidad y deberá abordarse en campañas futuras mediante tomas oblicuas convergentes o el uso de mayor número de GCP distribuidos tridimensionalmente.

Escenario B (con testigos e impedimentos): La vegetación y las oclusiones introdujeron ruido en la nube de puntos densa e incrementaron el error de reproyección (1,04 pix). Sin embargo, los testigos métricos permitieron mantener la coherencia escalar en las zonas fragmentadas. El error en medidas de distancia de apoyo fue notablemente menor que en el Escenario A (0,53 vs. 2,85 cm), sugiriendo que la mayor diversidad de ángulos y la presencia de dianas mejoró la redundancia geométrica del ajuste. La ausencia de ECM absoluto en puntos de control independientes es una limitación metodológica que deberá corregirse en trabajos posteriores.

Identificación de patologías y diagnóstico visual

En los modelos texturizados y en las fotografías ortorrectificadas de ambos escenarios, la calidad y precisión obtenidas resultan aptas para realizar un mapeo de daños preliminar, identificando fisuras y grietas claramente visibles, humedades y desprendimientos superficiales. La ortofoto del ingreso principal (Escenario B) permite además medir directamente elementos ornamentales a escala hasta aproximadamente 4 metros de altura (menos de la mitad de la altura total de la fachada sur), aspecto de particular valor para la planificación de intervenciones de restauración.

El flujo de trabajo implementado subraya una premisa fundamental para la práctica profesional contemporánea: la eficacia de una metodología científica no reside exclusivamente en la sofisticación del hardware o del software, sino en la gestión estratégica de los recursos disponibles. El uso de una cámara réflex de gama media con procesamiento de imágenes estándar demuestra que es posible alcanzar niveles de precisión compatibles con estándares internacionales de restauración sin los costos operativos de un escáner 3D de alta gama.

Esta economía de recursos no debe entenderse como una limitación, sino como una democratización de las herramientas de preservación. En contextos regionales, donde el patrimonio arquitectónico carece frecuentemente de presupuestos para documentación de alta complejidad, la fotogrametría digital surge como una solución técnica accesible. Permite a profesionales e instituciones locales generar testimonios métricos de alta fidelidad, garantizando que el diagnóstico y la protección de monumentos no dependan de tecnologías de nicho, sino de un criterio técnico riguroso aplicado a herramientas de consumo masivo.

Conclusiones

El estudio confirma que la fotogrametría terrestre es una herramienta eficaz para la documentación técnica de edificios de valor histórico, en particular para el Museo de Ciencias Naturales de la UNSa, por su carácter no invasivo. Los dos escenarios analizados demuestran que la técnica es viable en diferentes condiciones operativas, con resultados de alta calidad en ambos casos. Se concluye que:

1. Ambos escenarios lograron un GSD de captura prácticamente idéntico ($\sim 1,12$ mm/pix), demostrando que la metodología fotogramétrica terrestre es robusta ante variaciones importantes en las condiciones del entorno, siempre que los parámetros de captura se ajusten adecuadamente.
2. El Escenario B produjo un ortomosaico 1,7 veces más resuelto (GSD 2,23 vs. 3,77 mm/pix) y una nube de puntos 1,7 veces más densa, gracias a la mayor redundancia de ángulos derivada de sus 290 imágenes.
3. La validación mediante distanciómetro láser confirmó errores relativos inferiores al 0,65 % en todos los pares medidos de ambos escenarios, compatibles con estándares de documentación patrimonial internacional.
4. El error cuadrático medio elevado en los puntos de control de calidad del Escenario A (14,08 cm) advierte sobre deformaciones sistemáticas del modelo en profundidad propias de capturas estrictamente frontales. Futuras campañas deberán incorporar tomas oblicuas convergentes o mayor número de GCP distribuidos tridimensionalmente para mitigar este efecto.

5. Para una documentación patrimonial completa del museo, incluyendo coronamientos, cubiertas y la ornamentación en zonas físicamente inaccesibles, por arriba de los 4 metros aproximadamente, resulta indispensable adoptar una metodología híbrida que integre el empleo de drones (UAV). Esta incorporación tecnológica permitiría capturar perspectivas aéreas que completen las zonas obstruidas por la vegetación y registrar con precisión la volumetría general del edificio sin recurrir a andamiajes.
6. Como trabajo futuro se pretende integrar las potencialidades de dos técnicas de inspección no invasivas aplicadas al estudio de edificios históricos: la fotogrametría digital y la termografía infrarroja. La combinación de ambas metodologías permitiría complementar el relevamiento geométrico y morfológico de alta precisión con la detección de patologías y materiales constructivos desconocidos en edificios históricos, permitiendo el desarrollo de modelos HBIM (*Historic Building Information Modelling*) y simulaciones BEM (*Building Energy Modelling*) (Parracho, et al., 2021)

Referencias

- Asociación Española de Normalización. (2018). UNE-EN 16883. *Conservation of cultural heritage – Guidelines for improving the energy performance of historic buildings*.
- Barazzetti, L., Banfi, F., Brumana, R., Gusmeroli, G., Previtali, M. y Schiantarelli, G. (2016). Cloud-to-BIM-to-FEM: Structural simulation with accurate historic BIM from laser scans. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 57, 71–87. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2015.06.004>
- Bilmes, A., D'Elia, L., López, L., Richiano, S. M., Varela, A. N., Álvarez, M., Bucher, J., Eymard, I., Muravchik, M., Franzese, J. R. y Ariztegui, D. (2019). *Digital outcrop modelling using Structure-from-Motion photogrammetry: Acquisition strategies, validation and interpretations to different sedimentary environments*. Sedici. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/124602>
- Fassi, F., Fregonese, L., Ackermann, S. y De Troia, V. (2015). Comparison between laser scanning and automated 3D modelling techniques to reconstruct complex and extensive cultural heritage areas. *ISPRS Annals*. <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net>
- García Lerena, M. S. y López, L. (2021). Relevamiento del patrimonio histórico rural mediante fotogrametría (SfM-MVS) en la región pampeana argentina. “Primera Estancia” de Magdalena (Buenos Aires, Argentina). *Arqueología*, 27(2), 169–181. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t27.n2.7696>
- Gea, G. y Gea, S. (2009). Fotogrametría de bajo costo para relevamiento de edificios de valor patrimonial. En *1er Congreso Iberoamericano y VIII Jornada “Técnicas de Restaura-*

- ción y Conservación del Patrimonio” (La Plata, Argentina, 10–11 de septiembre de 2009). Universidad Nacional de Salta, Instituto de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de Salta (ICMASa). https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/CICBA_de1353ecoda3373c149d2a26c2f1226e
- Guardo, N., López, L. y Bilmes, A. (2021). Relevamiento topográfico de alta resolución: comparación de modelos del terreno mediante estación total y fotogrametría SfM-MVS. Aplicación en una cantera de suelos seleccionados, La Plata, Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 78(4). <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/164714>
- Historic England. (2017). *Photogrammetric Applications for Cultural Heritage*. <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/photogrammetric-applications-for-cultural-heritage/>
- ICOMOS. (2003). *Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*. <https://www.icomos.org>
- Karachaliou, E., Georgiou, E., Psaltis, D. y Stylianidis, E. (2019). UAV for Mapping Historic Buildings: from 3D Modelling to BIM. *ISPRS*.
- Lerma, J. L., Navarro, S., Cabrelles, M. y Villaverde, V. (2010). Terrestrial laser scanning and close-range photogrammetry for 3D archaeological documentation: The Upper Palaeolithic cave of Parpalló. *Journal of Archaeological Science*, 37(3), 499–507. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.011>
- Parracho, D. F. R., Martins, J. P. y Barreira, E. (2021). Metodologia digital para a realização de levantamentos fotogramétricos e termográficos de edifícios existentes com drones – Caso de estudo. 4º Congresso Português de Building Information Modelling.
- Remondino, F. y Campana, S. (Eds.). (2014). *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage*. BAR International Series.
- Remondino, F., Del Pizzo, S., Kersten, T. P. y Troisi, S. (2011). Low-cost and open-source solutions for automated image orientation: A critical overview. *Lecture Notes in Computer Science*, 7616. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34234-9_1
- Santana Quintero, M., Lerma, J. L. y Adán, A. (2018). Advances in digital documentation of cultural heritage in Latin America. *Journal of Cultural Heritage*. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.001>
- Villar, F. A. (2018). Fotogrametría: un aporte sustancial a la lectura de paramentos del sitio Ingenio Lastenia (Dpto. Cruz Alta, Tucumán). *La Zaranda de Ideas*, 16(1), 45–57. <https://plarci.org/index.php/lazarandadeideas/article/view/397>
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J. y Reynolds, J. M. (2012). Structure-from-Motion photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>

Gemelos digitales para la administración de proyectos. Casos de estudio: trazo topográfico de la línea del cablebús en Uruapan, Michoacán, México y la revisión de la construcción de la estación Constituyentes del cablebús, Ciudad de México, México.

Digital twins for project management. Case studies: topographic survey of the cablebús line in Uruapan, Michoacán, Mexico, and the review of the construction of the Constituyentes station of the cablebús, Mexico City, Mexico.

Clementina Palomo¹

Artículos científicos

Citar: Palomo Beltran, C. (2026) Gemelos digitales para la administración de proyectos. Casos de estudio: trazo topográfico de la línea del cablebús en Uruapan, Michoacán, México y la revisión de la construcción de la estación Constituyentes del cablebús, Ciudad de México, México.. Teks del Sud, 7, pp. 73-86

Resumen

Las herramientas para la planeación, la gestión y la construcción en la rama del diseño han evolucionado conforme la tecnología avanza. Los aparatos como los escáneres láser y estaciones totales en la rama de la topografía son cada vez más precisos, pues trabajan con información satelital. El producto de los aparatos antes mencionados son las nubes de puntos consideradas también gemelos digitales. Las nubes de puntos son pertinentes para la administración de proyectos. El objetivo del artículo es explicar la importancia del uso de gemelos digitales en la gestión de proyectos. Se presentan dos metodologías aplicadas para el levantamiento de nubes de puntos georreferenciadas, la primera con estaciones totales TS16 y una antena Móvil RTK GNSS Leica GS18 y la segunda con escáner láser RTC360; ambas generan un gemelo digital. Se presentan como casos de estudio el trazo topográfico del Cablebús Uruapan, Michoacán, México y el escaneo de una estación tipo del Cablebús Constituyentes en Ciudad de México. Los resultados muestran la precisión buscada antes y después de la construcción de los proyectos mencionados; se destaca la posibilidad de utilizar gemelos digitales con la implementación de realidad mixta para las intervenciones, mantenimiento y control de proyectos.

Palabras clave: nubes de puntos, gemelos digitales, gestión de proyectos, realidad mixta.

Abstract

The tools for planning, management, and construction in the design field have evolved alongside technological advancements, thereby enriching construction methodologies. Devices such as laser scanners and total stations are becoming increasingly precise as they utilize satellite data. The output generated by these devices is known as point clouds, or digital

¹ Sección de investigación de posgrado – Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional.
e-mail: palomo.clementina@gmail.com

twins, which play a significant role in project management. This article aims to elucidate the importance of using digital twins in project management. Two methodologies for creating georeferenced point clouds are discussed: the first employs TS16 total stations along with a Leica GS18GNSS RTK mobile antenna, while the second utilizes an RTC360 laser scanner; both approaches generate a digital twin. Case studies include the topographic survey of the Uruapan Cablebús in Mexico City. The results showcase the desired accuracy achieved before and after the construction of these projects, emphasizing the potential of digital twins when integrated with mixed reality for project interventions, maintenance, and control.

Keywords: point clouds, digital twins, project management and mixed reality.

Introducción

El espacio contenido en la arquitectura tiene diferentes áreas de exploración, de entre las cuales podemos hablar del fenómeno del uso del espacio y su modificación a través de metodologías tecnológicas sofisticadas. La búsqueda y exploración de herramientas y metodologías que mejoren el mantenimiento, la administración del espacio y las actividades involucradas para la modificación, adaptación o configuración de este han llevado a los grupos de interés en la industria de la construcción al uso y aplicación de tecnologías de última generación, como lo son el uso de gemelos digitales y la realidad mixta (RM).

Los gemelos digitales se definen como la representación detallada virtual georreferenciada (ubicación en coordenadas X, Y y Z en el espacio) de un objeto físico. Por otro lado, la realidad mixta es una interfaz de interacción computadora-usuario que consiste en la inmersión en entornos digitales complementados con la realidad física, es decir, permite la alineación de objetos reales y virtuales en el espacio y en tiempo real.

Como menciona Palomo (2015) "... la tecnología surge para satisfacer las necesidades del hombre...", dado que vivimos en un entorno que evoluciona a cada instante y la evolución de la tecnología afecta el ritmo en las actividades cotidianas. Por su parte, los involucrados en el diseño del espacio y en la tecnología deben tener una convergencia donde encuentren una propuesta en los procesos de diseño y construcción más precisos, para que resulten más eficientes.

En la actualidad la gestión de los proyectos arquitectónicos requiere una interoperabilidad entre todos los involucrados, por lo que el uso de gemelos digitales permite tener mayor control en el manejo de la información en cada fase del proyecto y desde diferentes áreas de diseño. Los gemelos digitales, como herramienta en la aplicación de metodologías de gestión de información y de procesos construidos, se vuelven aún más eficientes cuando se utiliza la RM.

Esta investigación pretende explicar la importancia del uso de gemelos digitales en el proceso de gestión de proyectos y la implementación de la realidad mixta como herramienta de monitoreo e intervención de espacios. Como caso de estudio se presenta una metodología utilizando tecnologías complementarias para el levantamiento de puntos topográficos en la comunidad de Uruapan, Michoacán, México como puntos de referencia para el Cablebús Uruapan y el levantamiento con escáner de una estación del Cablebús en Constituyentes, CDMX, México.

Marco teórico

Gestión de proyectos con nubes de puntos en México

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) y el Laboratorio de Imagen y Análisis Dimensional (LIAD), implementaron en 2009 el uso del escáner láser para mejorar el registro tridimensional de los monumentos históricos y arqueológicos (Mora, 2012).

Según Mora (2012), las primeras aplicaciones del uso de gemelos digitales en México se realizaron en la industria del petróleo, dadas las condiciones difíciles de acceso y altas temperaturas en las instalaciones de las refinerías; sin embargo, en Europa ya había una valoración de los resultados del escaneo y allí lo vieron como un área de oportunidad para proyectos de intervención, conservación e investigación, considerando la ventaja de registro idéntico al objeto arquitectónico. La potencialización de los resultados recae en las metodologías utilizadas para obtener resultados más precisos.

Los levantamientos realizados con escáner láser a edificios construidos o terrenos sin intervención son llamados modelos tridimensionales digitales y se componen de millones de puntos que están posicionados en coordenadas X, Y y Z. Al conjunto de todos estos puntos que componen el levantamiento se le llama nube de puntos y puede tener mayor densidad según la definición o precisión requerida, o bien según la tecnología ofrecida por los equipos de escaneo.

En México la metodología impartida por la Universidad Politécnica de Valencia fue documentada por el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio en el proyecto “Implementación de nuevos métodos de documentación y registro fotogramétrico digital para la protección y puesta en valor del patrimonio monumental mexicano” (Mora, 2012).

En 2014 Araceli Peralta registró el levantamiento arquitectónico del conjunto conventual de San Bernardino de Siena, Xochimilco, con la tecnología escáner láser 3D. La metodología de escaneo se realizó con un escáner láser P20 para el levantamiento topográfico y arquitectónico, mientras que la georreferenciación se realizó con una estación total TS-11 y una antena receptora Viva GS-14. El punto de partida de Peralta (2014) radicó en ajustarse a lo indicado por el Comité Internacional para la Documentación del Patrimonio Cultural, el cual solicita la documentación y almacenamiento del edificio a interve-

nir. Los hallazgos obtenidos durante el procesamiento fueron la detección de deterioros ocasionados por el paso del tiempo, los desastres naturales o la negligencia humana. La información le permitió dar soporte digital a los especialistas.

En 2019 Córdova documenta su trabajo con tecnología de escaneo láser, en Chalcatzingo. El trabajo de Córdova muestra las prácticas realizadas en el área de conservación del patrimonio arqueológico como edificios de difícil acceso para la sociedad.

Córdova (2019) amplía el uso de gemelos digitales en la investigación y actualización de la información que se conoce del asentamiento prehispánico. Entre las ventajas del uso de gemelos digitales está el registro inmediato para la conservación de los nuevos hallazgos en sitio. La mayor utilidad la reconoce cuando los datos y modelos derivados son ensamblados o vinculados con la información de diferentes áreas, ampliando el panorama del estudio.

Actualmente las empresas que se han actualizado en el uso de gemelos digitales y la gestión de proyectos en áreas de topografía, diseño, desarrollo y construcción de proyectos, así como control y mantenimiento de edificios, han visto beneficios significativos en la planeación y visualización, en tiempo real, de las intervenciones futuras.

El 9 de agosto de 2024 se realizó una entrevista al Ing. Abraham Alatríste, colaborador de la empresa CIBERNA², empresa de topografía y captura de la realidad en México. El Ing. Abraham Alatríste explicó que la idea de la captura de la realidad nació después del sismo de septiembre de 2017. En ese año creció también la demanda de datos estructurales precisos de los edificios afectados, ya que los especialistas no podían realizar la visita física, había mucho que revisar y la mayoría de los responsables se encontraban realizando el análisis de otros edificios, por lo que no daban abasto.

El levantamiento de los edificios afectados por el sismo a partir de la captura de la realidad, o bien su escaneo, permitió tener modelos idénticos para ser analizados a partir de una nube de puntos. Los resultados de la captura de la realidad se convirtieron en una herramienta para realizar un laboratorio virtual de dictaminación estructural para los directores responsables de obra y corresponsables de seguridad estructural; profesionistas que, además, en su mayoría tenían una edad avanzada que no les permitía un traslado fácil a diferentes puntos de la ciudad.

El escáner láser en México fue, hasta antes del sismo, una herramienta únicamente utilizada en el área de estudio de la topografía; el uso que se le daba era para la exploración en minas; la captura de la realidad se realizaba en edificios con valor histórico de acuerdo con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), pero sólo se enfocaba en temas de conservación y documentación. Tras el sismo del 2017, se estimaron 3.000 edificios dañados en la CDMX: el INAH reportó 3.629 inmuebles históricos y zonas

² CIBERNA es empresa pionera en el uso de tecnologías de captura de la realidad. <https://www.ciberna.com.mx/>

arqueológicas en 11 entidades (INAH, 2022); esto sólo como dato para constatar que las instituciones no estaban preparadas, y como país el sismo superó la capacidad de respuesta a la demanda de estudiar, analizar y dictaminar los inmuebles afectados.

Dadas las circunstancias anteriores, el equipo de trabajo de CIBERNA vio la oportunidad de usar el escáner láser como una herramienta para poder levantar, estudiar y analizar los elementos estructurales de los inmuebles dañados; y con base en estos análisis los directores responsables de obra y los corresponsables de seguridad estructural, tomaran decisiones justificadas sobre metodologías de intervención en los inmuebles para mitigar el riesgo. Los entregables en el proceso de intervención se resumían en reportes técnicos que incluían análisis del desplome de columnas y desniveles en piso.

Con la tecnología ha evolucionado el valor de la captura de la realidad con escáner y en las metodologías actuales es parte de los procesos de monitoreo y planeación en proyectos de construcción. El uso del escáner láser en México en proyectos de construcción ya no es nuevo, pues resulta indispensable tanto en proyectos pequeños como en megaproyectos, como aeropuertos, plantas industriales, farmacéuticas y centros comerciales, o incluso en intervenciones en proyectos ya construidos.

Normatividad de la captura de la realidad y gemelos digitales en México

Una publicación relevante para la administración de proyectos con metodología BIM en México, fue la Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México (2019).

El documento fue publicado en 2019 por la Unidad de Inversiones de la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda. Busca impulsar medidas orientadas a mejorar los procesos de desarrollo de la infraestructura pública (incluyendo una mejora en la eficiencia de la planeación), disminuir sobretiempos y sobrecostos, así como fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas. Todo lo anterior se basa en tratados y acuerdos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030), la Declaración del Gobierno Abierto (Open Government) C1, el Plan de Gobierno Abierto-México, la Alianza para las Contrataciones Abiertas MX y en coordinación con el Reino Unido, el gobierno de México elaboró el Memorándum de Entendimiento para la Colaboración, documento que tiene por objetivo promover el intercambio de información y mejores prácticas sobre las estrategias para la implementación de BIM en México.

La Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción en México (MIC, 2019) determina las directrices para transitar del modelo tradicional de planear y construir obras públicas hacia un modelo basado en una metodología de trabajo colaborativo, que optimice los procesos y documente el ciclo de vida de los proyectos. Asimismo, incentiva el desarrollo de otros complementos para la metodología, desde la iniciativa privada, que promueven la estandarización y reutilización de la información.

Por su parte, BIM Forum publicó en diciembre 2020 el manual que describe las especificaciones en el nivel de desarrollo. Su nombre en inglés es: *Level of detail (LOD) Part I* y se usa para modelos de información de la construcción.

La definición del nivel de detalle durante la aplicación de la metodología BIM es una herramienta de referencia que especifica la calidad de los modelos de la información también llamados gemelos digitales. Los modelos de la información de construcción (BIM) y las características de los modelos según el LOD amplían el esquema desarrollado por el Instituto Americano de Arquitectos (AIA) para su Exposición BIM y Datos Digitales E202-2009, el cual fue actualizado para el Formulario de protocolo BIM del proyecto G202-20138 (un formulario de protocolo utilizado con el Documento AIA E203TM-2013 para regular el desarrollo, uso e intercambio de modelos de información de construcción), y para el AIAi (los documentos de práctica digital de 2013 proporcionan una explicación detallada de los documentos de práctica digital de 2013 sección por sección), al proporcionar definiciones e ilustraciones de elementos BIM de diferentes sistemas de construcción en diferentes etapas de su desarrollo y utilización en el proceso de diseño y construcción.

En julio de 2022, se publicó la “Guía de licitaciones públicas BIM en México”, un Plan BIM en México que, como grupo multidisciplinario, pretende unir al gobierno, universidades y empresas para mejorar los procesos hacia una ciudad inteligente, por lo que se presentó la guía como una herramienta para la adopción de la metodología BIM y para realizar la alineación de la infraestructura mexicana y el desarrollo sostenible, así como para asegurar la calidad de la información que se genera durante y después del desarrollo de un proyecto, asegurando la interoperabilidad entre el software y el resguardo seguro de la información y la disponibilidad de consulta. La guía expone las fases en que debe realizarse la implementación de la metodología BIM y cómo debe desarrollarse un plan de ejecución³ BIM para la presentación de un proyecto.

En la Guía de Licitaciones (2022) al igual que en la Guía de Sistemas de Clasificación (2022), se expone la importancia de un sistema de clasificación⁴ para el intercambio de información. Según Leo Van Berlo, director técnico de *buildingSMART International*, la importancia de utilizar un sistema de clasificación debe ser específica y estricta, ya que el uso colaborativo de la metodología BIM implica el intercambio de información durante todo el ciclo de vida del proyecto entre todos los interesados.

Cada herramienta BIM dispone de sus propios procesos para aplicar sistemas de clasificación existentes o crear y/o gestionar sistemas propios. Estos sistemas de clasificación pueden ser utilizados de forma nativa o definidos en la exportación al formato estándar

³ Documento clave que define los objetivos y requisitos para la implementación de la metodología BIM en un proyecto.

⁴ En entorno BIM, un sistema de clasificación trabaja estableciendo clases de objetos de una manera muy sencilla: Reagrupa elementos que presentan características o componentes similares.

IFC⁵. Un sistema de clasificación puede ser utilizado de diversas formas. Una de sus aplicaciones es estructurar contenedores de información (carpetas, ficheros y documentos) para gestionar la información del proyecto de una manera más ordenada y eficiente.

El 15 de febrero de 2024 se publicó la Norma Técnica que regula el Modelado de Información de la Construcción en proyectos de obra pública de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes en el Diario oficial de la federación. El Diario Oficial de la Federación define la metodología *Building Information Modelling* (BIM), (en español, Modelado de la Información de la Construcción) como una metodología que hace uso de sistemas de diseño y modelado asistido e incorpora procesos que permiten obtener una mayor eficiencia, eficacia, economía y transparencia en el ejercicio de los recursos públicos y privados destinados a la inversión de proyectos de infraestructura y demás activos productivos en cada fase del ciclo de inversión; desde la planeación hasta la formulación, diseño, construcción, ampliación y modificación, así como la operación y mantenimiento de inmuebles e infraestructura, incluyendo su equipamiento.

Metodología

Fase I. Uruapan. Levantamiento de puntos de referencia del proyecto del teleférico en desarrollo (Figura 1).



Figura 1.
Prueba de medición y levantamiento de nubes de puntos. Uruapan, Michoacán, México, agosto 2024.

Fuente: <https://www.3darchmexico.com/>

Objetivo. Corroborar la ubicación de coordenadas locales y UTM (Universal Transverse Mercator) de los puntos referencia del cablebús que se está construyendo en la localidad.

⁵ Son las iniciales de Industry Foundation Classes, traducido al castellano como Clases Fundamentales de la Industria.

Alcances. Se realizó un levantamiento de los puntos topográficos señalados en la Figura 2, como: Uruapan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, (equivalentes a los puntos señalados en sitio como: banco de nivel, 4044, 4045, 4132, 4019, 7001, 7002, 7003) en diferentes puntos de la localidad de Uruapan, Michoacán, México, utilizando equipo y software de la marca Leica con la aplicación del método diferencial con antenas GS 18, para obtener la mayor precisión posible.



Figura 2.
Trabajo de campo de 3DArch.
Agosto de 2024.
Fuente. 3DArch México.

Se eligió el sistema geodésico de referencia UTM zona 13, ITRF2008 época 2010.0 GRS80, sistema oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de tal forma que se realizó la transformación de la distancia geodésica a topográfica.

El utilizó el método diferencial para la toma de puntos. Este método se rige por el posicionamiento de una estación principal o base, la cual porta una antena Leica GS18 de referencia. La GS18 permanece en un solo sitio, mientras se posicionan los otros puntos que requieren ser medidos. Las técnicas de levantamiento del método diferencial se basan en la idea de que los errores sistemáticos en las medidas de la antena al satélite poseen una gran correlación espacial.

El equipo de trabajo para el levantamiento estuvo integrado por un ingeniero geomático, un topógrafo y un ayudante. El tiempo de ejecución del trabajo fue de tres días en campo y cinco de trabajo en gabinete para procesar los datos. El software de procesamiento utilizado para el trabajo de gabinete es LEICA INFINTI; el software permite el ajuste de las mediciones y la verificación del rango de error.

El levantamiento de puntos con antenas tiene soporte en tiempo real con la empresa proveedora de equipo ACTIVE CUSTOMER CARE y HXGN SMARTNE, servicios de posicionamiento por satélite.

Para la práctica de campo se utilizó, además de una estación base, otra antena Leica GS16, la cual se posicionó en los puntos elegidos del levantamiento para trabajar en red con la antena principal. La primera práctica tomó algo más de una hora y media ya que se requirió obtener la mayor cantidad de datos posibles y así lograr la precisión requerida por el cliente. Una vez que los datos de campo fueron obtenidos se realizó un post procesado, en el que se corrigieron y verificaron los datos obtenidos por las antenas.

Fase 2. Constituyentes. Levantamiento de nubes de puntos.

Objetivo. Obtener nubes de puntos del proyecto en desarrollo para la revisión de avances.

Alcances. Nube de puntos de la estación Constituyentes de la línea del cablebús para visualización del estado actual del inmueble.

Tipo de recorrido. Lineal (Figura 3).

Tiempo para la ejecución del levantamiento: un día de trabajo de campo y tres de procesamiento de datos.



Figura 3.
Recorrido de levantamiento
en campo. Agosto de 2024.
Fuente: <https://www.3darchmexico.com/>

Equipo de escaneo. Se utilizó un escáner láser RTC360 MCA Leica. El sistema de escaneo protagoniza el levantamiento de objetos físicos, la unidad trabaja con tecnología Waveform Digitizer (WFD) a una velocidad máxima de escaneo de 2.000.000 de puntos/segundo.

Los datos obtenidos se guardan en un dispositivo de almacenamiento USB intercambiable que después se transfiere a un software de procesamiento llamado Leica Cyclone y una vez procesado se generan diferentes entregables con variados formatos de intercambio (Figuras 4 y 5).

Resultados

Fase 1. Los informes se realizaron y rectificaron con la asistencia, en tiempo real, de un equipo de trabajo que se encuentra en la oficina de la MCA. Es un equipo de soporte (ver tabla 1).

	Proyectar Coordenada X	Proyectar Coordenada Y	Altura Orto métrica	Latitud WGS84 [°]	Longitud WGS84 [°]	Factor de escala combinado	Factor de escala de proyección
Banco de nivel	806895.4569	2150962.828	1731.0824	19° 25' 46.41" N	102° 04' 39.21" O	1.000493936	1.000764363
Referencia 4044	809586.786	2149969.07	1627.6619	19° 25' 12.61" N	102° 03' 07.57" O	1.000530736	1.000784891
Referencia 4045	811420.6516	2149895.674	1606.24100	19° 25' 09.20" N	102° 02' 04.78" O	1.000548197	1.000798981
Referencia 4019	812259.22350	2149515.44200	1604.79670	19°24'56.37972" N	102°01'36.29057" O	1.000554826	1.000798981
Referencia 4132	812406.0261	2149551.473	1605.0106	19° 24' 57.46" N	102° 01' 31.22" O	1.000555999	1.000806587
Referencia 7002	812710.4700	2147956.2004	1596.2815	19°24'05.46653" N	102°01'21.76098" O	1.000559758	1.000808962
Referencia 7003	812750.2233	2147726.043	1596.5017	19°23'57.96638" N	102°01'20.53596" O	1.000560126	1.000809326
Referencia 7001	812673.8286	2147554.447	1594.1899	19° 23' 52.39" N	102° 01' 23.23" O	1.000559788	1.000808661

Tabla 1.
Resultados. Coordenadas UTM topográficas.
Agosto de 2024.
Fuente: 3DArch México.

Después de obtener las coordenadas topográficas (locales), se hizo uso del factor de escala obtenido por el programa para la comprobación de los puntos. El error encontrado fue menor a 2mm. Se obtuvo una nube de puntos georreferenciada de acuerdo con los puntos obtenidos.

Fase 2. Las siguientes imágenes muestran el levantamiento de una de las estaciones del proyecto de cablebús ubicado en Constituyentes. Las imágenes son impresiones de pantalla visualizadas desde diferentes softwares. La Figura 4 fue realizada desde Cyclone 360 (Leica) y las Figura 5 desde Revit (Autodesk); todos programas de edición y gestión de la empresa Autodesk.

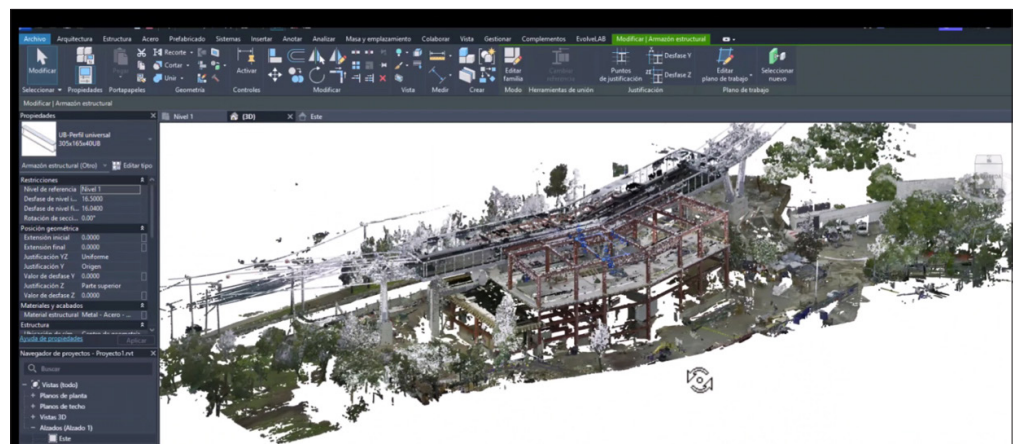
La Figura 5 nos permite la visualización del gemelo digital realizado con el software de gestión de proyectos Revit (Autodesk). Cabe mencionar que, cuando el modelo es manipulado desde Revit, es posible separar y clasificar secciones de las nubes de puntos para después convertirlas en elementos de un modelo tridimensional sólido. Por tanto, un gemelo digital realizado desde la nube de puntos georreferenciada, en palabras más sencillas, puede tener un gemelo digital sólido con los datos reales de georreferenciación.

Durante la fase de monitoreo y control del proyecto se realizan inspecciones, análisis y verificaciones de ubicación de elementos de construcción, sobre todo en edificaciones que requieren precisión en el posicionamiento de elementos estructurales, como lo es un proyecto de cablebús.

Figura 4.
Leica RTC 360.
Levantamiento de Nubes
de puntos de la estación del
cablebús Constituyentes.
Fuente 3DArch México.



Figura 5.
Visualización en software de
gestión de proyectos Revit.
Levantamiento de Nubes
de puntos de la estación del
cablebús Constituyentes.
Fuente 3DArch México.



Discusión

Fase 1. La relevancia del posicionamiento de la estación base alineada con las antenas de propiedad del INEGI establecidas en la República Mexicana en la zona de Guanajuato y Querétaro permitió la precisión de la obtención de las coordenadas geodésicas y topográficas (locales), así como los factores de escala. Sin embargo, es pertinente realizar pruebas previas al levantamiento final, ya que los levantamientos realizados en un horario de las 6:00 am a 1:00 pm fueron más exitosos. Existen factores climáticos determinantes para el éxito del levantamiento, consistentes en un cielo despejado y una temperatura aceptable entre los 27°C a 30°C para el rendimiento de la cuadrilla.

La nube de puntos es un producto que será comparado con un levantamiento de nube de puntos realizado una vez que la línea del cablebús sea construida, será una referencia para verificar la precisión de trazo y construcción.

El uso de gemelos digitales y la interfaz de RM permiten a los desarrolladores acercarse cada vez más a la perfección en la ejecución de los documentos para la construcción de un proyecto.

Fase 2. Manejar un modelo en diferentes softwares permite la interoperabilidad y el intercambio para la transferencia de datos y, en consecuencia, la visualización de estos en diferentes entornos virtuales, visualizadores o softwares de gestión de proyectos y edición de nubes de puntos.

Conclusiones

El artículo explica la importancia del uso de gemelos digitales antes, durante y al final de la construcción de un proyecto.

Los objetivos de los casos de estudio se cumplieron. Se obtuvieron coordenadas de referencia para futuras revisiones de precisión de trazo en los elementos de soporte en la construcción de la línea de transporte cablebús en Uruapan con un margen de error menor a 2mm. Se realizó el levantamiento de la estación de la línea del cablebús Constituyentes con un escáner láser que permitió el intercambio de datos (nubes de puntos) en diferentes interfaces, comprobando la eficiencia de lectura de los softwares de Autodesk (Revit, Recap y Autocad) y la interoperabilidad entre las diferentes disciplinas inmersas en el proceso de gestión de un proyecto con gemelos digitales.

Después de la entrevista realizada a la empresa CIBERNA y después del trabajo colaborativo con la empresa 3DArch México, se pudo constatar que, aunque se pretende implementar el uso de gemelos digitales para la gestión de proyectos con una interfaz con la RM, se requiere capacitación y sobre todo poner en práctica la tecnología al alcance en el país. Ambas compañías piensan que, en un futuro cercano, los gemelos digitales y la RM serán utilizados para la fase de seguimiento y control, siendo la RM un recurso para poder realizar una revisión comparativa en tiempo real de lo construido.

El uso de tecnologías, como lo es el uso de gemelos digitales y la RM, permiten a los desarrolladores acercarse cada vez más a la perfección en la ejecución de los documentos para la construcción de un proyecto. Todos los involucrados en el manejo y mantenimiento de un proyecto durante la fase de concepción, y en consecuencia en la fase de construcción y operación, pueden asegurar la revisión y control del objeto construido cuando el gemelo digital ha sido nutrido con información original y específica, pues se presenta la posibilidad de consultar en tiempo real y a detalle todas las características de forma y contenido de los elementos construidos.

Referencias

- BIM (2022). Guía de Sistemas de Clasificación cuando se utiliza BIM. Building Smart Spain.
- Córdova, M. (2019). El registro 3D y sus aportes a la conservación en Chalcatzingo. INAH Morelos.
- Chase, A., Chase, D. y Chase, A. (2017). LiDAR for Archaeological Research and the Study of Historical Landscapes. En *Sensing the Past*, pp. 89-100, editado por Nicola Masini y Francesco Soldovieri. Springer, Suiza.
- Diario Oficial de la Federación. (2024). Consultado en 31 de junio de 2024 en la web: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5716954&fecha=15/02/2024#gsc.tab=0
- Espinosa de los Monteros, R. (2015). Realidad aumentada: una nueva herramienta para la arquitectura. Tesis. Facultad de Arquitectura UNAM.
- INAH, (2022), Entra en su recta final la rehabilitación del patrimonio histórico afectado por los sismos de 2017. INAH, México. Recuperado de: <https://www.inah.gob.mx/boletines/entra-en-su-recta-final-la-rehabilitacion-del-patrimonio-historico-afectado-por-los-sismos-de-2017>.
- Level Of Development (LOD) Specification Part I & Commentary For Building Information Models and Dat. 2020. Committee Co-Chairs Jim Bedrick, FAIA, Will Ikerd, P.E., Jan Reinhardt. En la red: [archLOD Spec 2020 Part I 2020-12-31_231101_144213 \(1\).pdf](https://www.archlod.net/2020-12-31_231101_144213_1.pdf)
- Mora, A. (2012). El escáner láser, una herramienta tecnológica aplicada al patrimonio arquitectónico. Boletín de monumentos históricos / tercera época, núm. 24.
- Mora Flores, A. (2011). Tecnología escáner láser aplicada al estudio del patrimonio cultural edificado de México. Intervención. Revista internacional de conservación y restauración y museología 3:51-54.
- Palomo, C. (2015). De vivienda urbana a vivienda sustentable en la Ciudad de México. Tesis. Instituto Politécnico Nacional ESIA Tecamachalco. En línea.
- Peralta, A. (2014). Levantamiento arquitectónico del conjunto conventual de San Bernardino de Siena, Xochimilco, con la tecnología escáner láser 3D.
- Stott, R. (2014). Rem Koolhaas responde preguntas como parte de REM Kickstarter. Archdaily. México. En línea.

Otras fuentes:

BIMe Initiative publicada en la red en: <https://bimexcellence.org/resources/30series/30rin/>

BIM Project Execution Planning Guide, Penn State university. <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanning/>

BIM Project Execution Planning Guide versión 3.0. En la red: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanning/back-matter/use-author-4d-modling/>

Guía de licitaciones públicas BIM en México. 2022. Plan BIM México. En la web: <https://www.planbimmexico.org/guialicitacionesbimmexico>

Industry Foundation Classes (IFC) según el estándar ISO 16739 publicado en la red <https://www.iso.org/standard/70303.html>

Norma Mexicana NMX-C-527-ONNCCE-2017. En la red: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-c-527-1-onncce-2017/>

Manual BuildingSmart Alliance o el estándar ISO 29481 publicado en la red en: <https://technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/>

ISO 19650 parte 1 y 2 publicada en la red en <https://www.iso.org/standard/68078.html>

Level of Development (LOD), basadas en BIM Forum, que aparece en la red en: <https://bimforum.org/LOD>

Manual de uso, Versión 6.0. Español Leica RTC360/RTC360 LT. 2024. En la red: Leica Pegasus TRK Neo & Evo Data Sheet. Autonomous. Intelligent. Simplified. 2024. <https://leica-geosystems.com/es-mx/products/leica-pegasus-trk/product-overview/evo-mobile-mapping-system#>

MIC (2019). Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México. 2019. En la red: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF

07

- ▶ Experiencias de cátedra

► Diseño inclusivo: desaprender para diseñar. Voces estudiantiles en la enseñanza de la arquitectura

Inclusive design: unlearning to design. Student voices in architectural education

David H. Pereyra¹

Artículos científicos

Citar: Pereyra, D. H.
(2026) Diseño inclusivo:
desaprender para diseñar.
Voces estudiantiles en la
enseñanza de la arquitectura.
Teks del Sud, 7, pp. 89-100

Resumen

Este artículo presenta una experiencia de enseñanza desarrollada en la materia electiva Diseño Inclusivo y Emocional de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Salta (UCASAL), Argentina, durante 2025. La materia se dictó en modalidad virtual sincrónica con 22 estudiantes de 4.º y 5.º año de Arquitectura, en sesiones semanales a lo largo de 36 horas totales, dictada por dos especialistas. El Módulo 1 invitó a los estudiantes a cuestionar las normas implícitas de su formación a través del concepto de desaprendizaje. Este artículo analiza un corpus de cincuenta intervenciones escritas producidas a lo largo de tres clases sincrónicas, organizadas en torno a tres tensiones recurrentes: la desigualdad naturalizada en las condiciones materiales del aprendizaje, el miedo al error como mecanismo de control pedagógico y el conocimiento situado como recurso de diseño. Se argumenta que, al considerar las voces estudiantiles como un saber epistemológicamente válido, el aula-taller se transforma en un laboratorio de diseño inclusivo. Se concluye con tres implicancias concretas para la enseñanza de la arquitectura.

Palabras clave: diseño inclusivo, pedagogía crítica, desaprendizaje, conocimiento situado, enseñanza de la arquitectura.

Abstract

This article presents a teaching experience developed in the elective course Inclusive and Emotional Design at the Faculty of Architecture and Urban Planning of the Catholic University of Salta (UCASAL), Argentina, in 2025. The course was delivered online in synchronous mode with 22 fourth- and fifth-year architecture students, over 36 hours of

¹ Inclusive Design Research Centre (IDRC) – Ontario College of Art and Design University (OCADU) y Facultad de Arquitectura – Universidad Católica de Salta. e-mail: dpereyra@ucasal.edu.ar

weekly sessions co-taught by two specialists. Module 1 invited students to question the implicit norms embedded in their education through the framework of unlearning. The article analyses a corpus of 50 written contributions produced across three synchronous sessions, organized around three recurring tensions: naturalized inequality in learning conditions, fear of error as a pedagogical control mechanism, and situated knowledge as a design resource. It argues that by considering student voices as epistemologically valid knowledge, the design studio is transformed into an inclusive design laboratory. The article concludes with three concrete implications for architectural pedagogy.

Keywords: inclusive design, critical pedagogy, unlearning, situated knowledge, architectural education.

Introducción: una voz emplazada – de Toronto a Salta

este artículo parte de una premisa que el diseño inclusivo sostiene con insistencia: no existen voces neutrales. Toda escritura proviene de algún lugar, de algún cuerpo, de alguna trayectoria. La trayectoria que sustenta esta reflexión atraviesa Buenos Aires, Toronto y Salta, y esa línea no es un accidente biográfico: es el argumento central de lo que se enseñó.

La formación académica del autor comienza en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires y continúa en la Facultad de Teología de la Universidad Católica Argentina. Luego de años de ejercicio profesional, el traslado a Toronto llevó a una formación integrada: una maestría y un doctorado en filosofía y teología en la Universidad de Toronto, orientados a preguntarse qué hace sacro a un espacio religioso y qué lo convierte en un lugar de acogida.

Esa pregunta condujo al *Inclusive Design Research Centre* (IDRC) de la *Ontario College of Art & Design University*, cuya directora, Jutta Treviranus, le extendió una invitación a integrarse al equipo como investigador postdoctoral entre 2012 y 2015. Desde entonces, el autor se desempeña allí como coordinador de proyectos de diseño inclusivo, con responsabilidad específica en la participación comunitaria y en la inclusión de voces habitualmente marginadas en los procesos de diseño.

El IDRC no es un lugar donde se diseñen rampas y servicios sanitarios accesibles. Es un lugar donde se aprende a escuchar otras voces. El principio fundamental del diseño inclusivo es que “la diversidad humana no es un problema a resolver sino una realidad que enriquece el diseño si se la escucha” (Treviranus, 2022). La figura del “usuario promedio”, base de buena parte de la formación arquitectónica convencional, es allí entendida como una ficción estadística que excluye a la mayoría.

El vínculo con la UCASAL se inició en septiembre de 2024, cuando la Facultad de Arquitectura y Urbanismo convocó al autor a dictar las Jornadas de Capacitación “La casa de Dios es nuestra casa: Re-imaginar el espacio litúrgico”. En esas jornadas presenciales, orientadas a arquitectos, teólogos y funcionarios eclesiásticos, el diseño inclusivo emergió como marco conceptual inesperado: la pregunta por quién puede participar plenamente en un espacio de culto resultó inseparable de la pregunta por quién puede participar plenamente en cualquier espacio diseñado.

El interés que despertó ese cruce entre liturgia e inclusión derivó en una invitación institucional para diseñar y dictar la materia electiva “Diseño Inclusivo y Emocional” durante el ciclo 2025. Ese recorrido —de la arquitectura sacra al aula de diseño— es el puente que conecta la trayectoria del autor con la experiencia pedagógica que se analiza aquí.

En 2025 “Diseño Inclusivo y Emocional” se dictó en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCASAL. Lo que sigue es una reflexión sobre esa experiencia, en especial sobre lo que los estudiantes dijeron cuando se les dio espacio para hablar. Porque lo más valioso que emergió del Módulo 1 no fue lo que se enseñó, sino lo que los estudiantes ya sabían y todavía no tenían palabras para nombrar.

Metodología: desaprender como punto de partida pedagógico

“Diseño Inclusivo y Emocional” se dictó en modalidad virtual sincrónica durante el ciclo lectivo 2025, dirigida a estudiantes de 4.º y 5.º año de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCASAL. El grupo estuvo compuesto por 22 estudiantes. La carga horaria fue de 36 horas, distribuidas en encuentros semanales de 2 horas y 25 minutos, realizados a través de la plataforma virtual institucional. La materia fue dictada por dos especialistas: el responsable del Módulo de Diseño Inclusivo y el responsable del Módulo de Diseño Emocional.

La metodología combinó clases teórico-prácticas, aprendizaje colaborativo mediante dinámicas grupales y co-diseño, entendido como proceso de creación compartida entre docentes y estudiantes (McKercher, 2020), y tutorías asincrónicas a través del campus virtual. Este artículo se centra en el Módulo 1, “Cuestionando el diseño tradicional”, cuyo eje pedagógico fue el desaprendizaje.

El concepto de desaprendizaje que estructura el módulo proviene de Jutta Trevi-
ranus, fundadora y directora del IDRC, cuyo trabajo sobre diseño inclusivo es hoy una referencia obligada en las políticas de accesibilidad en Canadá, la Unión Europea y las Naciones Unidas. En su marco pedagógico, desaprender implica cuestionar tanto lo que se nos enseñó explícitamente como lo que internalizamos implícitamente: las normas que consideramos naturales, los estándares que asumimos como neutros y los

procedimientos que repetimos sin preguntarnos a quiénes excluyen (Treviranus, 2022). La *Figura 1* muestra el material pedagógico utilizado para introducir este concepto a los estudiantes al inicio de la Clase 1.

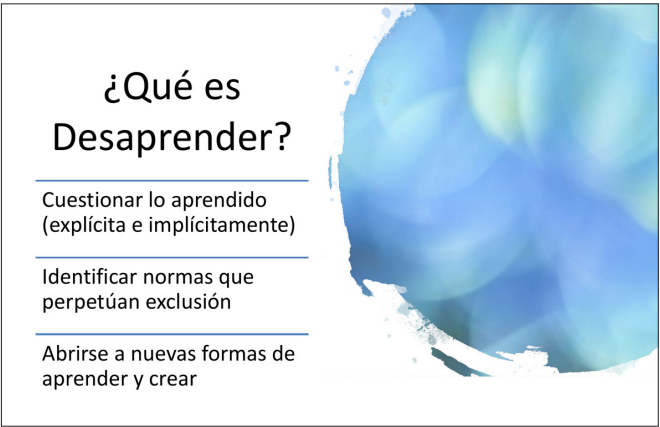


Figura 1. Diapositiva utilizada en la Clase 1 del Módulo 1 para introducir el concepto de desaprendizaje como práctica pedagógica activa. El material fue diseñado por los docentes para orientar la reflexión de los estudiantes antes de la lectura teórica. (Autor, 2025)

Treviranus (2022) sostiene que los sistemas educativos tienden a crear homogeneidad en una comunidad singular y diversa en un mundo caótico y complejo. La igualdad de trato, que el sistema celebra como ideal de justicia, en realidad niega las diferencias y los contextos. La equidad, en cambio, significa responder a las necesidades individuales de cada persona reconociendo sus historias y trayectorias distintas —una distinción que, como veremos, los propios estudiantes articularon con precisión antes de encontrarla en la teoría, tal como ilustra el material pedagógico presentado en la Clase 1 (Figura 2).

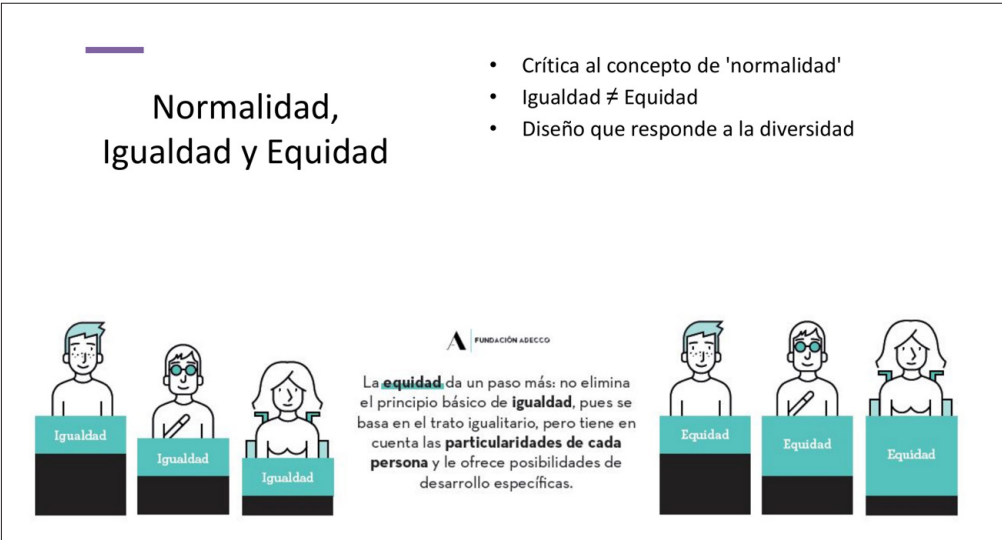


Figura 2. Diapositiva utilizada en la Clase 1 para trabajar la distinción entre igualdad y equidad. Su función pedagógica fue provocar en los estudiantes el reconocimiento de esa tensión en su propia experiencia formativa, antes de abordarla conceptualmente. (Autor, 2025).

El desaprendizaje no es cómodo. Donald Schön (1983), en su estudio sobre profesionales reflexivos, señalaba que el taller de diseño es un espacio donde se aprende no solo a proyectar, sino también a pensar a través de la práctica, lo que implica revisar los supuestos que uno trae consigo. Treviranus (2022) agrega que este proceso requiere un entorno de confianza y generosidad donde el error sea fuente de crecimiento. Ambas condiciones, la revisión de supuestos y el aula como espacio seguro, son exactamente lo que los estudiantes describieron como ausente o presente en sus experiencias previas.

El Módulo 1 se organizó en tres clases sincrónicas de tres horas cada una. La Clase 1 introdujo el marco reflexivo “¿Qué? ¿Y qué? ¿Y ahora qué?” de Treviranus, que ayuda a guiar el análisis de experiencias compartidas, desde la observación y descripción: ¿qué?, ¿qué pasó?, ¿qué notaste?; sus implicancias: ¿Y qué?, ¿por qué eso es importante?, ¿qué patrones o conclusiones emergen?; y finalmente, ¿y ahora qué?, ¿qué acciones tiene sentido tomar?

La Clase 2 analizó las estructuras heredadas de la enseñanza: sus supuestos, su historia y los mecanismos mediante los cuales producen exclusión sin proponérselo. La Clase 3 trabajó con el principio “nada sobre nosotros sin nosotros”, central en los movimientos por los derechos de las personas con discapacidad, y reflexionó sobre el valor del conocimiento situado en la práctica del diseño.

El corpus de análisis está compuesto por 50 intervenciones escritas producidas por los 22 estudiantes del grupo a lo largo de las tres clases del módulo, con un promedio de 2,3 intervenciones por estudiante, en respuesta a consignas abiertas que invitaban a reflexionar desde la experiencia personal. Las actividades incluyeron reflexiones individuales por escrito, foros asincrónicos en la plataforma UCASAL y trabajos grupales en formato virtual. Todas las intervenciones se presentan de forma anónima. Los criterios de selección de las citas que aparecen en este artículo fueron la representatividad temática respecto de las tensiones identificadas en el conjunto y la diversidad de registros, priorizando las voces que articulaban con mayor claridad el problema que el módulo buscaba nombrar.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio adopta un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, enmarcado en la tradición de la investigación narrativa en educación (Connelly y Clandinin, 1990). El análisis del corpus se realizó mediante un procedimiento de codificación temática inductiva: en una primera etapa se identificaron unidades de sentido recurrentes en el conjunto de las 50 intervenciones; en una segunda etapa, esas unidades se agruparon en categorías emergentes a partir de su densidad y transversalidad. Las tres tensiones presentadas en la sección Resultados: la desigualdad naturalizada, el miedo al error y el conocimiento situado, constituyen las categorías analíticas resultantes de ese proceso y no categorías predefinidas por el marco teórico. Este procedimiento es consistente con los principios del conocimiento situado (Haraway, 1988): las categorías no fueron impuestas desde la teoría sino construidas en diálogo con la evidencia empírica.

Resultados: lo que los estudiantes nombraron

Las participaciones estudiantiles se analizan aquí en torno a tres tensiones que emergieron de manera transversal en las tres clases del módulo. Lo que sigue no son ilustraciones de un argumento teórico, sino evidencia de lo que los estudiantes nombraron con precisión y honestidad cuando se les dio espacio para hacerlo.

La desigualdad que se llama normalidad

La tensión más recurrente fue la de los recursos materiales para el aprendizaje, no como queja, sino como análisis. Muchos estudiantes llegaron, sin haber leído previamente a Treviranus, a la misma conclusión que fundamenta el diseño inclusivo: que exigir lo mismo a todos cuando las condiciones de partida son distintas no es igualdad, sino exclusión.

En la materia Medios I me pidieron realizar fotomontajes y trabajos digitales, pero en ese momento no tenía computadora propia. Esa situación me puso en desventaja frente a mis compañeros y me generó frustración, porque sentí que el sistema asumía que todos contábamos con los mismos recursos. Según mi experiencia, lo más difícil de transformar en la carrera es la cuestión económica y las formas de presentación, porque implica un gasto constante en materiales, maquetas, impresiones, lo que genera desigualdad entre estudiantes.

A veces se espera que todos podamos comprar materiales especiales, impresiones en gran formato o herramientas caras, y eso genera una diferencia entre quienes pueden costearlo y quienes no. También ocurre con los tiempos: muchos trabajos requieren jornadas larguísimas fuera del horario de cursada, lo que no siempre es posible si alguien trabaja o tiene responsabilidades familiares.

Hay algo pedagógicamente significativo en esto: estos estudiantes no leyeron primero la teoría y luego la aplicaron a su experiencia. La teoría llegó después, a dar lenguaje a lo que ya habían vivido. Lo que más llama la atención es el mecanismo de naturalización que los propios estudiantes identifican:

Está tan naturalizado asumir que los estudiantes deben contar con determinados recursos o conocimientos que la universidad no siempre garantiza.

Creía 'normal' diseñar pensando más en lo que el docente quería ver que en mis propias ideas. Había naturalizado que lo correcto era seguir la idea que el profesor quería.

Naturalizar es el mecanismo central que Treviranus (2022) identifica en el corazón de la exclusión: cuando una práctica se vuelve invisible como tal, deja de ser cuestionable. Saavedra (2025) añade una dimensión práctica a este análisis: la desnaturalización no es

solo un acto de reconocimiento, sino una demanda de intervención — lo que en el aula de arquitectura se traduce en la obligación de rediseñar las condiciones que producen exclusión, no solo de nombrarlas.

Lo que estas citas revelan, sin embargo, va más allá de lo que Treviranus describe como exclusión sistémica: muestran que la naturalización opera también en el nivel subjetivo, en la internalización de criterios ajenos como propios. Haraway (1988) permite profundizar en esta dimensión: si todo conocimiento es situado y parcial, entonces el estudiante que naturalizó ‘diseñar para el docente’ no estaba simplemente obedeciendo, sino adoptando un punto de vista ajeno como si fuera universal. Hacer visible ese desplazamiento es, en el aula de arquitectura, el primer acto crítico —y, paradójicamente, el más resistido.

El miedo al error como herramienta de control

La segunda tensión fue la relación con el error en las correcciones. Los relatos de los estudiantes sobre sus experiencias en el taller de diseño son impactantes no por su peculiaridad, sino por lo comunes que resultan.

En una materia, el profesor fue muy duro conmigo, criticando y hablando en un tono fuerte como gritando. Eso me hizo sentir mal, incómoda y sin valor delante de todos, tanto que terminé dejando la materia.

En primer año, en la materia Diseño, tuve una situación que me incomodó mucho. Una compañera estaba teniendo dificultades para resolver la función en su proyecto, y el jefe de cátedra le dijo delante de todos: ‘rubia tonta’. Éramos recién ingresantes y todavía estábamos adaptándonos a la facultad.

Una vez, en mis primeros años como estudiante de arquitectura, un profesor mostró mi proyecto para ejemplificar las cosas que no se deberían hacer. Me sentí incómoda y expuesta al ver cómo todos observaban mis errores, como si mi esfuerzo no valiera.

En una entrega no llegué bien con lo pedido, pero presenté igual. Era la primera crítica del proyecto. En la segunda entrega llegué muy bien. Cuando me viene a corregir una profesora, busca mi nombre en el rótulo y en tono de burla me decía que no sabía si era de tercero o cuarto año. Sentí que todo el esfuerzo que hice fue nulo porque estaba etiquetada.

Estos relatos no describen docentes malvados. Describen un sistema que enseñó durante décadas que la corrección dura es señal de rigor y que el estudiante que no resiste ese trato no está hecho para la profesión. Es un modelo pedagógico heredado que no requiere malas intenciones para reproducirse: basta con repetirlo porque “así se aprendía”.

Cuando los estudiantes describieron experiencias donde el error fue posible sin consecuencias devastadoras, emergieron condiciones muy precisas:

Lo que hizo posible que ese momento fuera de aprendizaje y no solo de frustración fue el apoyo de mis compañeros. Al ver mi reacción, una de ellas me dijo: 'No te preocupes, a todos nos pasó. ¿Querés que veamos el proyecto juntas?'.

Lo que hizo posible que pudiera equivocarme sin sentirme juzgada fue el clima del taller. Los docentes daban devoluciones de manera respetuosa, explicando cómo podía mejorar, en lugar de solo marcar lo que estaba mal.

El quiebre se dio cuando entré a una cátedra donde, desde el primer momento, los docentes estuvieron presentes y brindaron su apoyo constante. La calidez humana, la comprensión y la empatía hicieron desaparecer mis temores.

La condición que emerge no es la ausencia de crítica, sino la presencia de confianza, un clima que se construye o se destruye en los gestos cotidianos: cómo se dice algo, si se reconoce el esfuerzo, si el docente también se muestra como alguien que aprende. Un estudiante formuló esto con notable precisión:

Un docente de Construcciones nos dice siempre: 'Este es el momento de equivocarse, no afuera'.

Esa frase condensa algo que ningún programa curricular puede establecer por sí solo: la disposición de un docente a transformar el aula-taller en un espacio donde equivocarse sea práctica y no derrota. Lo que los relatos estudiantiles permiten analizar, desde la perspectiva de Schön (1983), es que el taller de arquitectura tradicional no solo no enseña a reflexionar en la acción, sino que activamente sanciona ese intento: el error público, la burla o la descalificación operan como mecanismos que bloquean la revisión de supuestos antes de que pueda ocurrir. La confianza que los estudiantes identifican como condición del aprendizaje genuino no es, entonces, un dato afectivo secundario, sino una condición epistemológica: sin ella, la reflexión en la acción que Schön propone como núcleo de la formación profesional resulta estructuralmente imposible.

El conocimiento situado como recurso de diseño

La tercera tensión emergió con mayor fuerza en la Clase 3: el conocimiento proveniente de la experiencia vivida. Cuando se presentó el principio “nada sobre nosotros sin nosotros”, los estudiantes no lo recibieron como un concepto abstracto, sino que lo reconocieron por sí mismos.

Para mí, esta frase significa que no se puede tomar ninguna decisión que afecte a las personas sin escucharlas y hacerlas parte activa del proceso. Implica respeto, reconocimiento y compromiso de no imponer soluciones.

Es urgente incluir a todos en cualquier ámbito, porque escuchar experiencias vividas no es un extra, es la base para que lo que se haga sea justo y funcional.



Figura 3. Diapositiva utilizada en la Clase 3 para presentar el principio “nada sobre nosotros sin nosotros”. Su función en el módulo fue activar en los estudiantes la conexión entre este principio —proveniente del activismo por los derechos de las personas con discapacidad— y su propia experiencia de ser diseñados por un sistema que no los consultó. (Autor, 2025).

La Figura 3 muestra el material pedagógico utilizado en la Clase 3 para presentar este principio. Lo más revelador fue cómo los estudiantes conectaron este principio con su propia formación. Varios señalaron una paradoja: lo que en el futuro reclamarían a las comunidades con las que trabajen como arquitectos —ser incluidos, ser escuchados, no tener que acatar decisiones tomadas sin ellos— era exactamente lo que habían experimentado en carne propia como estudiantes.

Los ejemplos y referencias en clase eran casi siempre edificios de Europa o América del Norte, y rara vez se mencionaban proyectos locales o latinoamericanos. Me di cuenta de que eso limita nuestra visión y nos hace menos conscientes de contextos culturales y sociales propios de nuestra región. Me gustaría que sea una relación de colaboración genuina. Dejaría de ser quien tiene todas las respuestas y me convertiría en un estudiante constante.

La última cita ilustra algo que llega al núcleo del conocimiento situado como categoría analítica. Haraway (1988) argumenta que el conocimiento parcial y localizado no es una limitación que deba superarse, sino la única base posible para una objetividad responsable. Lo que estos estudiantes producen al conectar ‘nada sobre nosotros sin nosotros’ con su propia experiencia formativa es exactamente eso: conocimiento situado sobre el sistema que los forma, generado desde adentro y con consecuencias para la práctica futura. Schön (1983) complementa esta lectura: si la reflexión en la acción es el núcleo de

la formación profesional, entonces el estudiante que aprendió a diseñar sin ser escuchado habrá internalizado también, como arquitecto, que diseñar sin escuchar es la norma. La continuidad entre cómo se aprende y cómo se practica no es una metáfora pedagógica — es una hipótesis analítica que estos datos respaldan.

Discusión: el aula-taller como laboratorio de diseño inclusivo

Enseñar diseño inclusivo en instituciones cuyo sistema de enseñanza reproduce exclusiones no es una contradicción fácil de resolver. Los estudiantes la nombraron con claridad: el mismo módulo que proponía desaprender la normalización de la desigualdad se desarrollaba dentro de un sistema que la normalizaba. La respuesta a esa tensión no fue resolverla antes de enseñar, sino incorporarla al aprendizaje: el desaprendizaje ocurre en tensión con las estructuras existentes, no en un laboratorio aséptico.

En la práctica esa tensión se gestionó de dos maneras concretas. Por un lado, las actividades fueron diseñadas para que los propios estudiantes nombraran las exclusiones que vivían, sin que el docente las señalara de antemano. Por otro lado, las consignas invitaban a conectar lo vivido como estudiantes con lo que se les pediría hacer como arquitectos, estableciendo explícitamente la continuidad entre pedagogía y práctica profesional.

Lo que resultó posible fue construir un espacio en el que las voces de los estudiantes fueron tratadas como conocimiento, no como devolución a procesar ni como evidencia de que el diseño curricular funcionaba, sino como saber situado que tenía algo que decirle a la teoría. Treviranus (2022) sostiene que la educación inclusiva requiere que los estudiantes tengan autoría sobre su proceso y sobre qué significa el “éxito”. Lo que el módulo mostró es que, cuando se les da ese espacio, no lo usan para quejarse: lo usan para pensar con una claridad que sorprende.

Conclusiones: hacia una pedagogía del diseño que practica lo que predica

Los resultados de esta experiencia permiten formular tres implicancias concretas para la enseñanza de la arquitectura.

Primera: las condiciones materiales del estudiante no son externas al problema pedagógico. Una materia sobre inclusión que no considera quién tiene computadora y quién no, o quién trabaja y quién puede quedarse hasta las dos de la mañana haciendo maquetas, ya está enseñando algo sobre la inclusión: que esta es solo para los proyectos de los demás.

Segunda: la corrección en el taller es un acto de diseño. Diseña la relación que el fu-

turo profesional tendrá con el error, la crítica y la incertidumbre. Un taller que enseña a temer el error produce arquitectos que temerán el error; un taller que trata la vulnerabilidad como punto de partida del aprendizaje genuino produce algo diferente.

Tercera: los estudiantes poseen un conocimiento situado del sistema que los forma. No como víctimas, sino como personas que han habitado ese sistema con sus cuerpos, sus realidades y sus inteligencias. Involucrarlos en la reflexión sobre la enseñanza no es un gesto democrático opcional: es una condición metodológica para que la enseñanza sea más justa y eficaz.

En conjunto, estas tres implicancias señalan una brecha persistente entre lo que la enseñanza de la arquitectura proclama y lo que practica. El diseño inclusivo plantea una pregunta para cerrar esa brecha: ¿a quién no estamos escuchando?

Cuando esa pregunta se formula en un aula de arquitectura en Salta, las respuestas son locales, precisas y urgentes, conocimientos situados, como diría Treviranus (2022), que esta experiencia en la UCASAL busca poner en circulación. Documentarlos, analizarlos y publicarlos forman parte del mismo compromiso pedagógico que motivó el módulo.

Referencias

- Connelly, F. M., y Clandinin, D. J. (1990). Stories of experience and narrative inquiry. *Educational Researcher*, 19(5), 4-14.
- Haraway, D. (1988). Situated knowledges: The science question in feminism and the privilege of partial perspective. *Feminist Studies*, 14(3), 575-599.
- Inclusive Design Research Centre (IDRC). (2024). OCAD University. Recuperado de <https://idrc.ocadu.ca/>
- McKercher, K. (2020). *Beyond sticky notes: Co-design for real: Mindsets, methods and movements*. Beyond Sticky Notes.
- Pereyra, D. (2024). La casa de Dios es nuestra casa: Re-imaginar el espacio litúrgico [Jornadas de capacitación]. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Católica de Salta, Argentina.
- Pereyra, D. (2025). Diseño Inclusivo y Emocional [Presentaciones de clase, Módulo 1]. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Católica de Salta, Argentina.
- Roberts, V., y Pereyra, D. (2023). Inclusive co-research with experts with disabilities. En M. H. Rioux et al. (Eds.), *Handbook of disability* (pp. 779-795). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6056-7_103
- Saavedra, J. (2025). Desnaturalización y Norma-tensión: dos demandas a la intervención social contemporánea. *Propuestas Críticas en Trabajo Social / Critical Proposals in Social Work*, 5 (9), 132-153. <https://doi.org/10.5354/2735-6620.2025.76506>

- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Treviranus, J. (2022). *Module 1: Unlearning and unsettling: Questioning and reflecting*. En *On human learning*. eCampusOntario Pressbooks. Recuperado de <https://ecampusontario.pressbooks.pub/onhumanlearn/>
- Treviranus, J. (2022). *Module 2: Students as agents of their own diverse destiny: Vulnerability and failure*. En *On human learning*. eCampusOntario Pressbooks.
- Treviranus, J. (2022). *Module 3: Nothing about us without us: Including lived experience*. En *On human learning*. eCampusOntario Pressbooks.