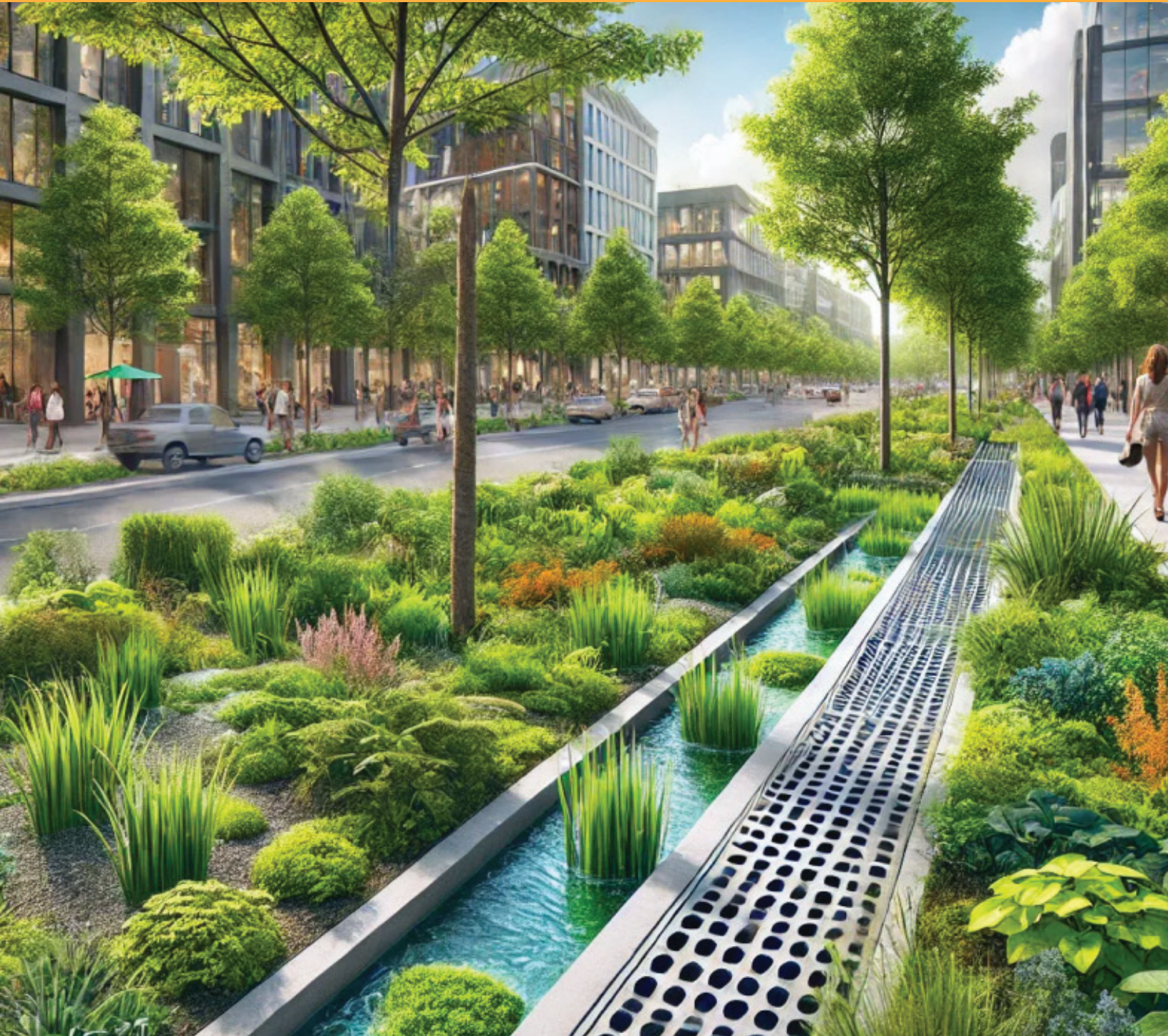


Entorno Académico

Revista arbitrada
del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme

ISSN: 2448-7635

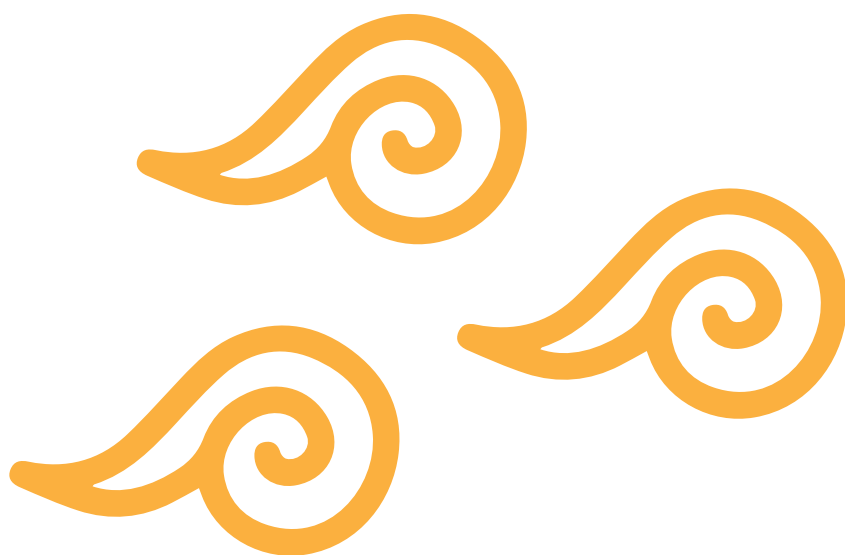


Educación
Secretaría de Educación Pública

AÑO 20 / No. 26 / Junio de 2025



www.itesca.edu.mx



Prólogo

Es un honor presentar la nueva edición de la revista Entorno Académico, en la que se integran 22 artículos que reflejan el compromiso del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme con la investigación, la innovación y la generación de soluciones a problemáticas actuales de nuestra región.

La edición abre con estudios sobre el espacio público, el transporte urbano y las estrategias frente al deterioro de zonas específicas de Ciudad Obregón. Estos trabajos se complementan con propuestas que destacan la construcción con tierra, la infraestructura verde y la conservación de parques como alternativas para una mejor calidad de vida urbana.

Asimismo, se incluyen investigaciones que analizan la toma ilegal de inmuebles, la eficiencia energética en los hogares, el abandono de edificaciones, la gestión de residuos de construcción y la accesibilidad universal, subrayando la importancia de

una planeación sostenible e inclusiva.

En el ámbito educativo y tecnológico se presentan propuestas de diseño para niños con trastorno del espectro autista, herramientas interactivas para aulas multisensoriales y aplicaciones de la lógica difusa, inteligencia artificial y control computacional en áreas diversas como veterinaria, motores eléctricos, medición de ruido y reconocimiento digital.

De esta manera, Entorno Académico reafirma su misión como un espacio de difusión del conocimiento científico y tecnológico que impulsa la transformación de nuestra sociedad. Confiamos en que los contenidos de esta edición serán de gran interés para la comunidad académica y el público en general.

Respetuosamente,
Comité Editorial



Directorio

DIRECTORIO GENERAL

Mtro. Mario Delgado Carrillo
Secretario de Educación Pública

Dr. Ricardo Villanueva Lomelí
Subsecretario de Educación Superior

Mtro. Ramón Jiménez López
Director General del Tecnológico
Nacional de México

Mtro. Manuel Chávez Sáenz
Director de Institutos Tecnológicos
Descentralizados

Lic. Froylán Gámez Gamboa
Secretario de Educación y Cultura
del Gobierno del Estado de Sonora

Dr. Rodolfo Basurto Álvarez
Subsecretario de Educación Media Superior
y Superior de la SEC del Estado de Sonora

C.P. Rodrigo Flores Hurtado
Subsecretario de Planeación y Administración
de la SEC del Estado de Sonora

Dr. Ricardo Aragón Pérez
Subsecretario de Educación Básica de la SEC en el
Estado de Sonora

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Lic. Margarita Vélez de la Rocha
Directora General

Dr. Juan Enrique Palomares Ruiz
Dirección Académica

Mtra. Dora Luz López
Dirección de Vinculación

Mtro. Hiram Álvarez Velázquez
Subdirección Académica

Dra. Belinda LaMadrid Bours
Subdirección de Posgrado e Investigación

Mtra. Elda Kisai Castelo Mendoza
Subdirección de Vinculación

Lic. María Zouleth Carrasco Medina
Subdirección de Servicios Administrativos

Mtra. Berenice Agüero Flores
Subdirección de Planeación

Mtra. Mariela Ruby Navarro Valdéz
Departamento de Desarrollo Académico

Ing. Tadrío Eugenio Terán Serrano
Dpto. de Tecnología de Información y Comunicación

M.I. Guadalupe Vásquez Chávez
Departamento de Calidad

Mtro. Juan Grijalva Tapia
Jefe de departamento de Posgrado e Investigación

Mtro. David Quintana Loya
División de Ingeniería Ambiental

Mtro. Iván Oswaldo Luna Rodríguez
División de Ingeniería Electrónica

Mtra. Anabel Gutiérrez Espinoza
División de Ingeniería en sistemas computacionales

Ing. Victor Manuel Ochoa Estrella
División de Ingeniería Industrial

Mtra. Luz Nataly Flores Armendariz
División de Ingeniería Mecánica

Mtro. Luis Alberto Cuevas Othón
División de Arquitectura

Dra. Sara Lizette Sonqui Amador
División de Ingeniería en Gestión Empresarial

Mtro. Juan Soto Álvarez
División de Ciencias Básicas

Mtra. Teresita Burgos Ochoa
División de Ingeniería en Geociencias

Dra. Evelyn Peña Escárcega
División de Licenciatura en Administración

Dr. Horacio Valenzuela Martínez
Responsable de Maestría en Ing. Mecatrónica

Dra. Adelisa Machado Acosta
Coordinación de Idiomas

COMITÉ DE PRODUCCIÓN

Dr. Juan Enrique Palomares
Editor responsable

Dra. María Luisa López Roa
Editor Ejecutivo

Lic. Jonathan Alberto Monteverde López
Responsable de Diseño y Producción Digital

COLABORADORES

Dr. Ángel Rodríguez Soto, Pontificia
Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Dr. Armando Alberto León López,
Tecnológico Nacional de México / Centro
Interdisciplinario de Investigación y
Docencia en Educación Técnica

Dr. Joan Oswald O'Connor Blanco, Instituto
Nacional de Tecnología, Brasil

Dr. José Manuel Cortez Valadez,
Universidad de Sonora

Dr. Pierre Giovanni Mani González,
Universidad de Ciudad Juárez

Dr. Sergio Ochoa Jiménez, Instituto
Tecnológico de Sonora

Dra. Alba Rocío Ochoa Meza, Tecnológico
Nacional de México campus Valle del Yaqui

Dra. Beatriz Alicia Leyva Osuna, Instituto
Tecnológico de Sonora

ENTORNO ACADÉMICO, año 20, No. 26, Junio 2025,
es una publicación semestral editada por el Instituto
Tecnológico Superior de Cajeme,
Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amaneceres 2,
Cajeme, Sonora, C.P. 85024, Tel. 01 64 44 10 86
50, www.itesca.edu.mx, jepalomares@itesca.edu.mx.
Editor responsable: Dr. Juan Enrique Palomares
ISSN: 2448-7635, otorgado por el Instituto Nacional del
Derecho de Autor.

Responsable de la última actualización de este número,
Lic. Jonathan Alberto Monteverde López, Comunicación
Social del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme.
Fecha de última modificación, Junio 2025.
Las opiniones expresadas por los autores no
necesariamente reflejan la postura del editor de la
publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los
contenidos e imágenes de la publicación sin previa
autorización del Instituto Tecnológico Superior de
Cajeme.

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Alberto Ramírez Treviño
Dr. Baldomero Lucero Velázquez
Dr. Horacio Valenzuela Martínez
Dr. José Humberto Salguero Antelo
Dr. Juan Enrique Palomares Ruiz
Dr. Luis Alberto Limón Valencia
Dr. Miguel Ángel Hernández Rosales
Dr. Omar Chávez López
Dra. Manuela Ruiz Castro
Dra. María Luisa López Roa
Dra. Miriam Orrantía López
Dra. Rocío Grajeda Caballero
Mtra. Berenice Luna Ponce
Mtro. Oswaldo Espinoza Millán

Índice

COB Zona Oriente: Diagnóstico y evaluación del espacio público y la creación de nuevas zonas verdes	6-10
Análisis a las deficiencias en el sistema de transporte público de Ciudad Obregón	11-16
Deterioro urbano: Estrategias de solución al caso de los callejones de Cd. Obregón	17-24
La construcción con tierra: Una alternativa para una vivienda confortable	25-28
Infraestructura verde en colonias de Ciudad Obregón	29-37
Toma ilegal de inmuebles en Ciudad Obregón	38-42
Eficiencia energética en los hogares en Ciudad Obregón	43-48
Análisis de los factores de abandono en edificaciones y viviendas en Ciudad Obregón, Sonora: Una exploración para la recuperación urbana	49-55
Impacto de la conservación de parques en la calidad de vida urbana de Ciudad Obregón	56-60
Estudio de las banquetas mal reguladas en la colonia Maximiliano R. López, Cd. Obregón, Sonora, México	61-69
Regeneración urbana en Ciudad Obregón: transformaciones y desafíos en la colonia campestre	70-74
Estado y perspectivas en la gestión de residuos de construcción en Cd. Obregón, Sonora	75-79
Accesibilidad universal en entornos urbanos	80-87
Parámetros de diseño para niños con trastorno de espectro autista (TEA) en instituciones de enseñanza	88-96
Implementación de tablero y programa interactivo para aula multisensorial del Centro de Atención Múltiple Estatal No. 1	97-102
Máquinas de estado finito para control de menús de navegación	103-107
Aplicación en veterinaria del método apgar empleando lógica difusa	108-113
Seguimiento de la señal real y modelada de un motor DC con enconder por una neurona adaline a través de Arduino,Python y MaTLab	114-121
Medición de ruido con lógica difusa	122-128
Reconocimiento de números escritos a mano desde imágenes digitales	129-134
Aplicación Turística con Realidad Aumentada: Desarrollo Backend para la Promoción de Cajeme	135-140
Obsolescencia y la necesidad del uso de inteligencias artificiales en los diferentes campos de la arquitectura	141-147



COB zona oriente: Diagnóstico y evaluación del espacio público y la creación de nuevas zonas verdes

C. Grijalva-Angulo¹, R. Anguiano-Aldama¹, J.M. Romero-Balderrama^{1,*}, N.M. López-Medina²

¹División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: jromero@itesca.edu.mx

Resumen: Esta investigación tiene como objeto de estudio las áreas verdes de Cajeme solo en la zona oriente de la ciudad, desde la perspectiva del estado actual en el que se encuentran. Para determinar las condiciones en las que están, se llevó a cabo una investigación de fuente directa para hacerlo con exactitud. Para determinar las condiciones actuales se tomaron en cuenta las siguientes categorías: áreas verdes, parques, deportivos y áreas de donación según el Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana (IMIP). Por tanto, con el método de investigación directa se determina y se descarta que lo indicado en el plano IMIP 2023 sea verídico o no. Así mismo, se consideran las condiciones en las que se encuentra cada categoría por colonia. Los resultados obtenidos arrojan una decadencia en el estado de los espacios mencionados; abandonados, deteriorados por la falta de cuidados, falta de vegetación y mobiliario urbano. Cabe mencionar, que se puede apreciar la poca planeación que hay sobre las áreas verdes y el cuidado de las mismas para que estas tengan un adecuado funcionamiento con el usuario.

Palabras clave: BTC, Construcción Sustentable, Arquitectura Vernácula.

Abstract: This research has as its object the study of the green areas of Cajeme only in the eastern part of the city, from the perspective of the current state in which they are. To determine the conditions in which they are, a direct source investigation was carried out to do so accurately. To determine the current conditions the following categories were taken into account: green areas, Parks, sports and donation areas according to the Municipal Institute of Urban Research and planning (IMIP). Therefore, with the direct research method it is determined and ruled out whether what is indicated in the IMIP 2023 plan is true or not. Likewise, the conditions in which each category is found by colony are considered. The results obtained show a decline in the state of the mentioned spaces; abandoned, deteriorated due to lack of care, lack of vegetation and urban furniture. It is worth mentioning that one can appreciate the Little planning that there is on the green areas and the care of them so that they have an adequate functioning with the user.

Keywords: BTC, Sustainable Construction, Vernacular Architecture.

1. Introducción

Ciudad Obregón se encuentra actualmente en un proceso de crecimiento, generando un gran incremento de áreas urbanas en muchos sectores de la Ciudad. Esta tendencia dentro del marco de crecimiento no ha tomado en cuenta a los espacios verdes como parte de la ciudad, ya que las existentes no han sido planeadas como elemento integral de la misma y considerando las propuestas mundiales de la ONU para este tipo de áreas.

Para Lina Córdova en México las áreas verdes urbanas

ofrecen una infinidad de beneficios a los habitantes, tanto en lo individual como en lo colectivo y a pesar de eso no reciben la atención necesaria, ya que no se tienen por parte de las autoridades municipales una programación y presupuesto para su mantenimiento, sumándole a esto la poca o nula participación de la población [1].

Cualquier persona aprecia las áreas verdes como un entorno donde se pueda descansar y relajarse para recobrase del estrés cotidiano. En la actualidad por el ritmo de vida tan agitada que vivimos existe una necesidad de espacios públicos como una fuente para la relajación y recreación, ya que el disfrutar la naturaleza ya no es obvio, ya que ha presentado una disminución

de los espacios verdes urbanos tanto en calidad como en cantidad [2].

La falta de mantenimiento, la mala planeación y ubicación de las áreas verdes crean muchos problemas a la población, como la acumulación de basura provocando la proliferación de plagas de mosquitos e insectos perniciosos, creando una imagen de inseguridad por el incremento del vandalismo causante de daños a la infraestructura y mobiliario urbano, el descuido de la falta de manejo en el arbolado que pueden representar un peligro vial ya que rompen las banquetas, tuberías hidráulicas y sanitarias, por el reblandecimiento del suelo árboles y ramas derribados, exceso de basura por grandes volúmenes de hojas que provocan obstrucción de la red de alcantarillado, etc [1,3].

Existen pocos estudios epidemiológicos sobre la relación entre la naturaleza y la salud. En los países bajos se llevó a cabo un estudio epidemiológico que demostró que habitantes de los barrios con dotación generosa de espacios verdes públicos tienden a disfrutar una mejor salud en general. El efecto de las áreas verdes en la salud puede ser resultado de una selección directa o indirecta. La selección directa se produce cuando la salud aumenta las posibilidades de vivir un ambiente propicio. La selección indirecta se produce cuando las personas con ciertas características relacionadas con el bienestar (ingresos) pueden acceder a vivir en un entorno próspero [2].

La elaboración de proyectos urbanos enfocados en la dotación de áreas verdes públicas y esparcimiento, al mismo tiempo que provocan en zonas que requieren un mayor impulso el incremento del turismo y generar la conservación del medio ambiente, favorecen el incremento de la economía de ciertas zonas específicas, ya que se crean empleos por la diversidad de actividades generadas por las estrategias proyectadas [4].

El objetivo de la investigación fue conocer la cantidad y el estado actual de las áreas verdes públicas en el sector oriente de Ciudad Obregón, con el fin de establecer la problemática del déficit de los espacios abiertos dentro de los límites urbanos de Ciudad Obregón. Desarrollo de un diagnóstico y evaluación integral medio ambiental del sector oriente de la Ciudad en relación con materia ecológica, la tendencia de crecimiento y calidad del espacio público.

2. Antecedentes

Los jardines en todas las épocas siempre han representado una conexión con el mundo exterior, de tal forma que

esta función es tan sincera y arraigada que no hay civilización a través de la historia aun en su forma primaria que no se hayan inspirado en incluirlos. De echo los primeros indicios de su presencia datan desde la historia primitiva de los pueblos mostrando siempre ese deseo de armonía con la naturaleza. El jardín en su inicio posee un significado mágico y religioso, por lo que en la antigüedad las religiones contienen su propio jardín místico como: el Edén de los israelitas, el Eridu de los asirios, el Ida -Varsha de los hindúes o el bosque sagrado de los primeros Itálicos. En todas estas civilizaciones el jardín se asocia a la idea del Paraíso [5].

Toda ciudad se encuentra conformada por varios factores que interactúan entre si: urbanos, sociales y ambientales. Los mas característicos son lo de estadía de largo tiempo sean estas viviendas, centros comerciales o comercios y los de recorrido como calles, avenidas y puentes. Y dentro de estos lugares están puntos intermedios que son áreas de uso y circulación: Parques, plazas, jardines denominadas áreas verdes urbanas, que vienen siendo los pulmones de las urbes [4].

Según las NTC del Reglamento de Construcciones del Municipio de Cajeme define a las áreas de donación como la superficie de terreno de los desarrollos inmobiliarios y desarrollos en condominio, que el desarrollador tiene la obligación de transmitir a favor del Municipio de Cajeme destinada para equipamiento urbano y áreas verdes. A su vez también se definen como el conjunto de inmuebles, instalaciones y construcciones, destinados a prestar a la población servicios de administración pública, educación, cultura, comercio, salud y asistencia, deporte y recreación, traslado, transporte y otros para satisfacer sus necesidades.

El numeral IV del Artículo 2 de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora [6] define que el Espacio Público Verde es el parque, plaza o corredor verde de acceso público, con vegetación nativa o de bajo consumo hídrico (xerófilo) y la infraestructura urbana que proporcione a la población servicios ambientales y sociales como la captura de carbono, protección de biodiversidad, mejora de la calidad de aire, control de temperatura urbana, calidad de vida, integración social y actividad física para los usuarios.

Actualmente en Cd. Obregón, Sonora quien regula las áreas que se deben destinar a áreas verdes o espacios públicos verdes es la Norma Técnica Complementaria del Reglamento de Construcciones del Municipio de Cajeme [7] que se basa a su vez en la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora, misma que su artículo 80 menciona: Los

desarrollos inmobiliarios deberán ceder áreas destinadas para garantizar la superficie necesaria de equipamiento urbano, áreas verdes y reservas territoriales, debiendo ser el 12 % de la superficie vendible urbanizable, del cual 9 % será destinado para equipamiento urbano y 3 % para áreas verdes [6].

A partir de reconocer lo primordial de las áreas verdes en la calidad de vida de las personas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un mínimo de 9M2 por habitante [8]. También la Organización para la Cooperación y el Desarrollo económico (OCDE) contempla la inserción del parámetro de la medida de área verde por habitante en sus indicadores ambientales urbanos [9].

3. Metodología

Se utilizó la metodología cualitativa y cuantitativa; cualitativa, para describir las condiciones en las que se encuentran las áreas verdes y parques del Oriente de la ciudad; y, cuantitativa, para saber los metros cuadrados con los que se cuentan actualmente.

3.1. Registro de información documental

El estudio comenzó con una revisión bibliográfica del tema, luego se realizó la gestión para el registro de información documental oficial en las diferentes dependencias municipales (IMIP), para posteriormente elaborar un diagnóstico preliminar de la situación de las áreas verdes de la zona oriente.

3.2. Registro de información por observación directa

Debido a la falta de información oficial se procedió a la investigación por observación directa, ya que se desconoce la cantidad y la ubicación del total de las áreas verdes para verificar con la información previa obtenida en las instancias gubernamentales, el plano proporcionado por IMIP se encuentra actualizado, pero, aun así, muchas de las áreas verdes no se encuentran construidas como lo marca el plano. La información básicamente fue la siguiente:

- Sectorización de áreas verdes urbanas con su correspondiente ubicación.
- Superficie (m^2) área verde por colonia.
- Numero de áreas verdes por colonia (clasificación del área).

3.3. Determinar factores

Tiene como objetivo integrar la información obtenida contemplando las siguientes etapas: Comparar las evoluciones en el diseño de las áreas verdes públicas, para determinar los principales factores que han intervenido en el diseño de los espacios públicos de la ciudad y confrontarlos con los factores que intervienen en la conformación de los espacios públicos actuales. El estudio de cada una de las etapas anteriores se hará a través de tres ejes de análisis:

- Participación comunitaria.
- El marco legislativo normativo.
- El impacto ambiental ecológico de las áreas verdes.

4. Resultados

Inicialmente en este apartado se muestran algunas muestras de las áreas verdes existentes en Cajeme, particularmente en la Zona Oriente de la ciudad así como en algunas de las colonias que conforman el municipio, Ver Figuras 1, 2, 3 y 4.



Figura 1. “Unidad Deportiva Benito Juárez Sur”. Dirección: Cal. Francisco Villanueva/C. Constitución y C. Francisco I. Madero. Fuente: Investigación observación directa; E. Arq. Nuvia López.



Figura 2. “Área Verde”. Dirección: Calle 100/C. Cuauhtémoc y Av. Pomona. Fuente: Investigación observación directa; E. Arq. Nuvia López.



Figura 3. “Área Verde”. Dirección: Calle Buckingham/Av. San Merino y Edimburgo. Fuente: Investigación observación directa; E. Arq. Nuvia López.



Figura 4. “Unidad Deportiva Cajeme”. Dirección: Calle Lázaro Cárdenas/C. Agustín Lara y María Greever. Fuente: Investigación observación directa; E. Arq. Nuvia López.

En base a la investigación directa de campo, el uso y las condiciones de las áreas verdes en Ciudad Obregón por colonias se pudo determinar lo siguiente:
La distribución de las áreas verdes, las cuales conforman una totalidad de 452,606 m², se muestra en las figura 5.

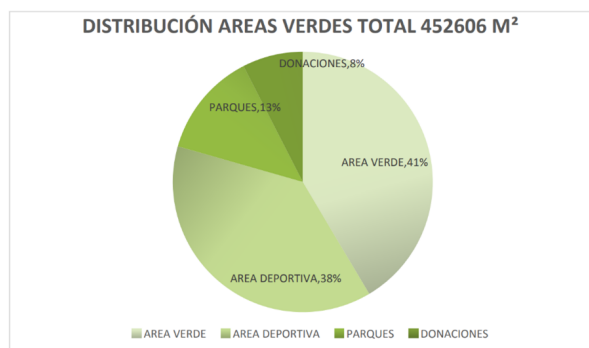


Figura 5. Distribución Áreas Verdes Total.

Las áreas que poseen mobiliario urbano se muestran en la figura 6 de igual forma las que cuentan con áreas infantiles se muestran en la figura 7.
Tomando en cuenta que solo 65 áreas fueron estudiadas del total que marca el plano de IMIP con la comparación existente a la realidad; los porcentajes son los siguientes: resulta que el 74.00 % del total de colonias con áreas verdes son espacios que cuentan con césped, el 94.00 % tiene

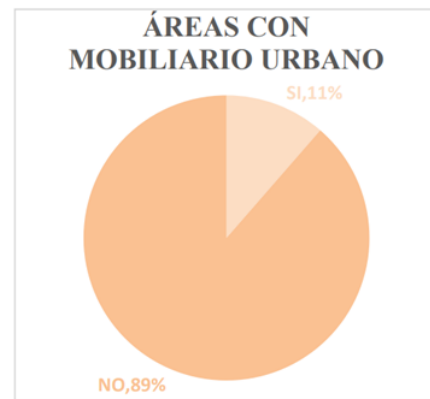


Figura 6. Áreas con Mobiliario Urbano.



Figura 7. Áreas con Juegos Infantiles.

algún tipo de árbol, el 77.00 % tienen arbustos o hierbas, el 90.00 % contiene juegos infantiles en regular o pésimo estado, el 89.00 % cuentan con bancas como mínimo en los parques y jardines, el 68 % no cuentan con andadores en buen estado o carecen del mismo.

5. Conclusiones y Recomendaciones

De los resultados anteriores la importancia de los datos arrojados en la investigación de los cuales convergen en la opinión de contar con mayor número de áreas verdes y con mejores cuidados. El departamento de Desarrollo Urbano de Cajeme cuenta con organismos rectores para la atención de las áreas verdes, pero no participan como asesores técnicos sino como simples espectadores en la elaboración del esquema del plan de desarrollo municipal. Para los planes de desarrollo urbano es fundamental que las áreas verdes tengan igual importancia que el resto de la infraestructura, para que no sean ubicadas en lugares equivocados, baldíos solitarios por una mala elección, por lo que deben estudiarse la relación existente entre parques, plazas y espacios públicos y la articulación con otros

sistemas de la ciudad.

Las recomendaciones del presente estudio se mencionan los siguientes puntos:

- Como ya hay espacios especificados para áreas verdes solo queda que estos se mantengan en buen estado;
- En los espacios que carezcan de mobiliario o vegetación debería de gestionar restauración de los mismos con el gobierno del Estado;
- Integrar a la comunidad como participante activo en los planes de desarrollo municipal para incentivar el sentido de pertenencia social.

Referencias

- [1] Lina Ojeda Revah and Ileana Espejel. *Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos: la visión de Baja California*. El Colegio de la Frontera Norte, 2014.
- [2] Jolanda Maas, Robert A Verheij, Peter P Groenewegen, Sjerp De Vries, and Peter Spreeuwenberg. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of epidemiology & community health*, 60(7):587–592, 2006.
- [3] María Magdalena Bernal Grijalva, Luis Alan Navarro Navarro, and José Luis Moreno Vázquez. Adopción de especies nativas en la gestión de espacios verdes públicos sostenibles: El caso de hermosillo. *Frontera norte*, 31, 2019.
- [4] E López. Beneficios en la implementación de áreas verdes urbanas para el desarrollo de ciudades turísticas. *Revista de arquitectura, urbanismo y ciencias sociales*, 4(1):1–16, 2013.
- [5] Francesco Fariello. *La arquitectura de los jardines: de la antigüedad al siglo XX*. Reverté, 2018.
- [6] Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora. Available online: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/510826/25._Ley_de_Ordenamiento_Territorial_y_Development_Urbano_del_Estado_de_Sonora.pdf. (acceso el 11 de junio de 2024).
- [7] Reglamento de construcciones para el municipio de cajeme. Available online: [https://www.imipcajeme.org/pdf/REGLAMENTO%20DE%20CONSTRUCCIONES%20PARA%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20CAJEME\(OFICIAL%202018\).pdf](https://www.imipcajeme.org/pdf/REGLAMENTO%20DE%20CONSTRUCCIONES%20PARA%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20CAJEME(OFICIAL%202018).pdf). (acceso el 11 de junio de 2024).
- [8] Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Available online: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2015/01/Draft-report-of-the-Committee-of-the-Whole-S.pdf>. (acceso el 14 de octubre de 2024).
- [9] Néstor Javier Gómez and Guillermo A Velázquez. Asociación entre los espacios verdes públicos y la calidad de vida en el municipio de santa fe, argentina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(1):164–179, 2018.



Análisis a las deficiencias en el sistema de transporte público de Ciudad Obregón

R. Anguiano-Aldama^{1,*}, R. Borboa-Ramirez², I.G. Cervantes-Espinoza²

¹División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: ranguiano@itesca.edu.mx

Resumen: *El transporte público es esencial para la movilidad urbana, impactando la calidad de vida, la economía y el medio ambiente. En Ciudad Obregón, enfrenta problemas como unidades deterioradas, infraestructura vial deficiente, paradas de autobús en mal estado, falta de señalización e inseguridad, afectando significativamente a sus usuarios. Este estudio analiza las condiciones operativas del servicio, la percepción de los usuarios y cómo estas deficiencias influyen en su calidad de vida, tiempos de traslado y accesibilidad. Un sistema eficiente fomenta la actividad económica al facilitar el desplazamiento de trabajadores, estudiantes y consumidores, mejorando la productividad y el bienestar de los ciudadanos. Además, el transporte público contribuye a la sostenibilidad al reducir el uso de vehículos particulares, disminuyendo el ruido, la contaminación y la congestión vial, lo que beneficia la calidad de vida y promueve un entorno más saludable.*

Palabras clave: Autobuses, Infraestructura vial, Transporte público, Calidad de transporte, Problemática urbana.

Abstract: *Public transport is essential for urban mobility, impacting the quality of life, the economy and the environment. In Ciudad Obregón, it faces problems such as deteriorated units, poor road infrastructure, bus stops in poor condition, lack of signage and insecurity, significantly affecting its users. This study analyzes the operating conditions of the service, the perception of users and how these deficiencies influence their quality of life, travel times and accessibility. An efficient system fosters economic activity by facilitating the movement of workers, students and consumers, improving the productivity and well-being of citizens. In addition, public transport contributes to sustainability by reducing the use of private vehicles, reducing noise, pollution and road congestion, which benefits quality of life and promotes a healthier environment.*

Keywords: Buses, Road infrastructure, Public transport, Transport quality, Urban problems.

ambiental. Su accesibilidad, especialmente para personas con discapacidad, es esencial, como lo señala la organización Libre Acceso, A.C.

1. Introducción

El propósito principal de esta investigación es analizar las causas y consecuencias de las deficiencias en el servicio y proponer soluciones viables que lo hagan más eficiente, seguro y accesible. Esto implica estudiar aspectos como infraestructura, cobertura, seguridad, horarios y percepción de los usuarios.

El transporte público es clave para la movilidad urbana [1], la cohesión social, la reducción de congestión vehicular, el desarrollo económico y la sostenibilidad

2. Desarrollo

Problemas identificados, la infraestructura y cobertura del transporte público en Ciudad Obregón presenta deficiencias significativas, como la falta de paradas adecuadas y rutas insuficientes. Por la cantidad de población y el tamaño de la ciudad se estima deberían circular al menos 280 unidades, y aunque en algún tiempo así fue, en la actualidad, incluso algunas rutas han desaparecido completamente [2].

La frecuencia e irregularidad de los horarios dificultan la planificación de los viajes para los usuarios. Además, la percepción de inseguridad física y operativa dentro de las unidades, así como las tarifas desproporcionadas en relación con la calidad del servicio, desincentivan su uso.

Estas problemáticas, en gran medida, son resultado de decisiones y políticas implementadas a nivel estatal por el Instituto de Movilidad y Transporte para el Estado de Sonora, lo que subraya la importancia de una gestión coordinada y eficiente entre los diferentes niveles de gobierno para garantizar un servicio de transporte público de calidad que tome en cuenta las necesidades particulares de cada municipio.

Contexto actual, la investigación refleja un aumento significativo en el parque vehicular de Ciudad Obregón, alcanzando 173,000 unidades en 2021, con un crecimiento anual del 6.1 %. Este incremento, junto con la preferencia por automóviles particulares, ha generado problemas como congestión vehicular, emisiones contaminantes y falta de espacios públicos, agravando los desafíos de movilidad urbana [3]. Por otra parte, también existe una controversia entre concesionarios y el Gobierno Estatal, pues se hablaba de la reactivación e incluso apertura de nuevas líneas con la llegada de unidades al municipio, hecho que presentó problemas y sigue a la espera de que se cumpla [4,5].

El análisis se basa en datos públicos, que podrían ser incompletos o desactualizados. Por ello, se complementará con información primaria a través de encuestas, entrevistas y observación directa.

La necesidad de mejorar el sistema de transporte público surge como una respuesta crucial al crecimiento vehicular en la ciudad, destacando la importancia de la cobertura y la accesibilidad como pilares que determinan la calidad del servicio y su impacto en los usuarios. Factores como la densidad poblacional, la extensión territorial y las condiciones topográficas influyen directamente en la cobertura, ya que las áreas densamente pobladas, las ciudades extensas y los terrenos complicados requieren soluciones específicas y redes amplias para garantizar una adecuada conexión.

Para alcanzar un transporte público eficiente y equitativo, es esencial integrar una red bien estructurada con infraestructura accesible y tarifas asequibles, promoviendo un sistema seguro, cómodo y sostenible para toda la

población. Sin embargo, esta meta se ve afectada por la desaparición de importantes líneas de autobuses, como la 12, que recorría gran parte de la ciudad, la 2, que conectaba el centro con el sur, y la disminución del flujo en la línea 7, además de la unificación de la línea 5, que anteriormente ofrecía opciones norte y sur.

Público Objetivo, el transporte público en Ciudad Obregón debe atender a una amplia gama de usuarios con necesidades diversas. Si bien el sistema actual ya sirve a una gran parte de la población, existen oportunidades para mejorar su accesibilidad, eficiencia y equidad para que sea realmente "para todos". A continuación se presentan algunos factores predeterminantes identificados:

- Rango de edad: Los adultos que trabajan viajan más. Los niños y jóvenes también viajan mucho para ir al colegio. Los niños pequeños y los abuelos viajan menos.
- Ingresos: Las personas con más ingresos suelen viajar más. Pueden pagar más por el transporte y tienen más opciones para moverse.
- Estructura familiar: Las familias con niños pequeños suelen presentar una mayor demanda debido a la necesidad de realizar viajes conjuntos, como ir al colegio, al médico o a actividades recreativas.
- Discapacidad: Las personas con discapacidad viajan menos. Les puede resultar difícil usar el transporte público pues este no está adaptado correctamente.

Como se puede observar en el diagrama anterior, El transporte público en Ciudad Obregón es utilizado principalmente por estudiantes, debido a su necesidad diaria de desplazarse a centros educativos y la frecuente falta de un vehículo propio. Factores como la edad, ingresos y estructura familiar influyen en este patrón. Sin embargo, un porcentaje considerable de personas de diversos grupos también depende de este servicio, lo que subraya la importancia de garantizar que sea accesible, inclusivo y eficiente para satisfacer las necesidades de toda la población y mejorar su calidad de vida.

A su vez, el sistema de transporte público en Cajeme enfrenta múltiples desafíos, incluyendo la reducción de líneas y la disminución de frecuencia en la circulación de las unidades, lo que incrementa los tiempos de espera y genera descontento entre los usuarios. Este panorama obliga a muchos a buscar alternativas como servicios de

movilidad por aplicaciones (Uber, Didi), a pesar del costo adicional, para evitar las molestias asociadas al transporte público.

Entre las principales quejas destacan las condiciones de las unidades, ver Fig. 1 muchas de las cuales son obsoletas y carecen de mantenimiento adecuado. Esto se traduce en averías frecuentes, ruidos, falta de aire acondicionado en épocas de calor extremo y asientos inseguros, factores que desincentivan su uso y agravan la percepción negativa del servicio.



Figura 1. Ventana de unidad de la ruta 6 cubierta con hule y cintas ante la ausencia de cristal.

Otra de las notables causas que orillan a los pasajeros a preferir estos servicios colectivos por encima del transporte público son las condiciones en las que se presentan las unidades de transporte; es bien sabido que la mayoría de autobuses que se encuentran en circulación por las calles de Cajeme son viejos, desgastados y con un mantenimiento deficiente, traducándose en posibles averías frecuentes, ruidos molestos, una incómoda falta de aire acondicionado en los periodos más calurosos así como asientos poco seguros para los usuarios.

Las paradas de autobús, en su mayoría, son inadecuadas, ver Fig. 2, estas son pequeñas, están mal diseñadas y desprotegidas contra el clima extremo, exponiendo a los pasajeros al sol, lluvia o frío, especialmente crítico en una región con temperaturas extremas.

El deterioro de las calles agrava la problemática. La presencia de baches, grietas y desniveles, sumado a la falta de pavimentación en algunas áreas, genera incomodidad para los pasajeros, incrementa el desgaste de los vehículos y aumenta los riesgos de accidentes. Este mal estado



Figura 2. Parada de autobús con infraestructura nula.

ha llevado a la reducción de unidades disponibles y de frecuencia de servicio, ya que operar en estas condiciones incrementa costos y reduce la viabilidad económica de las rutas.

Los conductores también enfrentan dificultades, como la necesidad de modificar o acortar rutas para evitar calles intransitables, lo que afecta la cobertura del servicio. Un ejemplo es la Ruta 6, que evita ciertas zonas inundables en temporada de lluvias, afectando a los usuarios habituales.

Además, el sistema no es accesible para personas con movilidad reducida, lo que limita su independencia y calidad de vida. La falta de capacitación del personal del transporte público para atender a personas con discapacidad genera discriminación y maltrato, lo que desalienta a este grupo, así como a adultos mayores, a utilizar este servicio. Esta situación vulnera los derechos humanos y limita su movilidad.

Es urgente que las autoridades tomen medidas para garantizar un transporte público accesible, cómodo y seguro para todos, eliminando las barreras que impiden una vida plena a estos sectores de la población. Estas condiciones reflejan una obsolescencia general del transporte público en Cajeme, con consecuencias negativas tanto para la calidad de vida de los habitantes como para el desarrollo económico de la ciudad. Es crucial que las autoridades implementen medidas urgentes para modernizar el transporte, mejorar la infraestructura vial y garantizar un servicio inclusivo y eficiente.

3. Resultados

Para la elaboración de esta encuesta, hicimos una selección de preguntas que creímos relevantes para

comprobar nuestra hipótesis, teniendo en cuenta la misma experiencia de los ciudadanos que son usuarios de este servicio. Las preguntas que se plantearon fueron por supuesto enfocadas en la infraestructura del transporte público, tomando en cuenta factores como la seguridad, la accesibilidad, eficiencia, etc. A continuación presentaremos la encuesta realizada junto con sus resultados.

La mayor parte de los encuestados se encuentra en un rango de edad entre 15 y 30 años ver, Fig. 3. Esto sugiere que las opiniones y experiencias de este grupo son especialmente relevantes para mejorar el servicio de transporte público, ya que son quienes más lo utilizan. La mayor parte de los encuestados se encuentra en un rango de edad entre 15 y 30 años.

Esto sugiere que las opiniones y experiencias de este grupo son especialmente relevantes para mejorar el servicio de transporte público, ya que son quienes más lo utilizan.

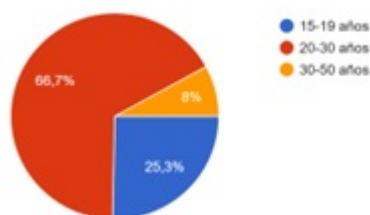


Figura 3. Pregunta 1 Rango de edad de los encuestados.

En la pregunta número 3 le pedimos al usuario especificar la zona donde reside, obteniendo una amplia lista de respuestas que abarcan la mayoría de colonias y zonas residenciales de la ciudad, como por ejemplo, Villa Bonita, Plano Oriente, Las Haciendas, Urbi villa, Cajeme, Kino, Valle Verde entre otras.

Un alto porcentaje de encuestados utiliza el transporte público diariamente o varias veces a la semana, lo que indica una dependencia significativa de este servicio.

La gran mayoría de los encuestados considera que las paradas de autobús no están bien ubicadas, lo que sugiere problemas de accesibilidad y planificación urbana, los resultados se pueden observar en la Fig. 4.

La sensación de inseguridad en las paradas es alta, lo que puede estar relacionado con factores como la falta de iluminación, la presencia de personas sospechosas o la

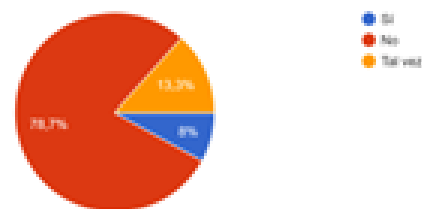


Figura 4. Pregunta 5 ¿Considera que las paradas de autobús están bien ubicadas?

sensación de abandono de ciertas zonas.

Los encuestados reportan una alta frecuencia de percances como asaltos, accidentes y agresiones, lo que refleja una sensación de inseguridad y falta de protección en el transporte público, esto se refleja en los resultados mostrados en la Fig. 5.



Figura 5. Pregunta 6 ¿Se siente seguro(a) en las paradas de autobuses?

A su vez, se considera que las malas condiciones de los autobuses y de las vías de comunicación son un problema recurrente, lo que afecta la comodidad y la seguridad de los usuarios, ver Fig. 6.

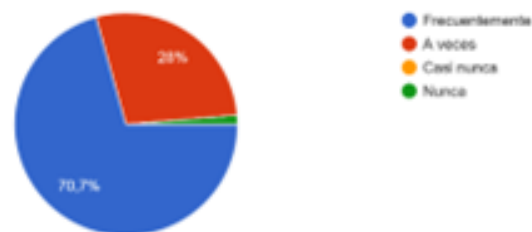


Figura 6. Pregunta 8 ¿Con qué frecuencia la presencia de baches, hoyos u otras irregularidades incomodan su experiencia al viajar en el transporte público?

La mayoría de los usuarios encuestados considera que la

habilitación de carriles exclusivos mejorarían el servicio, ver Fig. 7. De lo que es posible inferir que el problema de la congestión vehicular resulta significativo a pesar de ser esta una ciudad de tamaño medio.

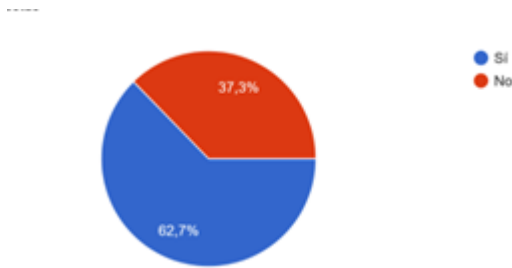


Figura 7. Pregunta 9 ¿Considera que la existencia de carriles exclusivos para los autobuses, mejoraría los tiempos de espera y la calidad del servicio?

Por último, mediante la aplicación de la encuesta se pudo determinar que los horarios y las rutas del transporte público no se ajustan a las necesidades de los usuarios, generando con esto tiempos de espera demasiado prolongados y trayectos más largos, al existir la necesidad de realizar conexiones para evitar demoras, ver Fig. 8.

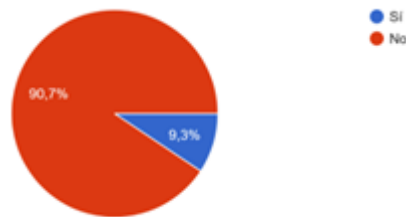


Figura 8. Pregunta 10 ¿Considera adecuados los horarios en los que opera el servicio de transporte?

Los problemas de movilidad reducida, la señalización insuficiente y las malas condiciones de las paradas, son los problemas que se identifican como determinantes y que a su vez evidencian una falta de atención a las necesidades de todos los usuarios, ver Fig. 9.

4. Conclusiones

Recomendaciones

Se encontró que hay demasiadas deficiencias significativas en la infraestructura la cual está mayoritariamente obsoleta y en estado de abandono. Además de la falta

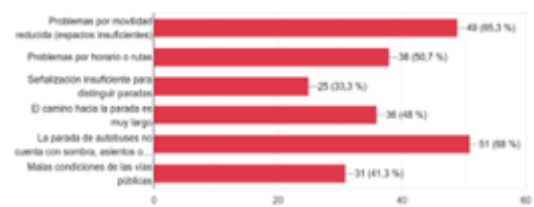


Figura 9. Pregunta 11 De las siguientes: ¿Cuáles problemas ha experimentado a la hora de ser usuario del transporte público?

de instalaciones esenciales como asientos, iluminación y techado, salvo en el centro comercial de la ciudad. Por último, se identificó la ausencia de infraestructura dedicada para autobuses y bicicletas dificulta la intermodalidad y agrava el tráfico urbano.

Recomendaciones:

Renovación de Infraestructura: Implementar un plan integral de mantenimiento y modernización. Dotar a las paradas de autobuses con mobiliario adecuado: asientos, techado y sistemas de iluminación.

Carriles Exclusivos: Diseñar y establecer carriles exclusivos para autobuses y bicicletas en los principales ejes viales.

Mejora de Señalización: Optimizar la señalización en paradas para mejorar la orientación de los usuarios y la eficiencia del sistema.

Sistema de Monitoreo: Evaluar la creación de un sistema continuo de monitoreo y evaluación para garantizar el mantenimiento y adaptación de la infraestructura según las necesidades de los usuarios.

La mejora del transporte público requiere de una visión a largo plazo y de la implementación de un conjunto de medidas que aborden tanto los aspectos técnicos como los sociales. Es fundamental invertir en infraestructura, tecnología y en la participación ciudadana para construir un sistema de transporte público eficiente, sostenible y que responda a las necesidades de los ciudadanos.

Y Referencias

- [1] Roberto Ulises Estrada Meza, Mario Guadalupe González Pérez, Yefer Asprilla Lara, Magnolia Soto Felix, and Gibran Humberto Manjarrez Pérez. Caracterización de tarifas del transporte público

metropolitano: entre lo técnico, lo social y lo justo.
Acta universitaria, 34, 2024.

- [2] Liz Ileana Rodríguez Gámez. Demanda y provisión de transporte público en ciudad obregón, sonora. *Región y sociedad*, 28(67):243–275, 2016.
- [3] Alejandra Trejo Nieto. La gobernanza del transporte público metropolitano en la ciudad de México. *Espacialidades*, 10(1):60–79, 2021.
- [4] Mariana Echeverría El Imparcial. Available online: https://www.elimparcial.com/son/ciudad_obregon/2023/09/25/anejos-problemas-en-transporte-urbano-siguen-en-obregon/#:~:text=Sin%20aire%20acondicionado%2C%20ventanas%20rotas%2C%20desperfectos%20en%20la,y%20que%20no%20se%20ve%20para%20cuando%20qued. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [5] Román González Tribuna del Yaqui. Available online: <https://www.tribuna.com.mx/sonora/2024/1/10/transporte-publico-en-cajeme-continua-sin-presentar-mejoras-pese-anuncio-de-programa-357039.html>. (acceso el 14 de agosto de 2024).



Deterioro urbano: Estrategias de solución al caso de los callejones de Cd. Obregón

M. Bojórquez-Camargo^{1,*}, J.H. Salguero-Anteló²

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: 20130301@e-itesca.edu.mx

Resumen: *El deterioro urbano es una problemática que afecta a múltiples ciudades de Latinoamérica y del mundo y a la cual en general no se le da la suficiente importancia; Cd. Obregón no se encuentra exenta de esta problemática, y particularmente en la Colonia Centro, el singular caso de los callejones de la ciudad es un tema serio al cual no se le ha podido encontrar una solución satisfactoria. En base a un análisis detallado de casos similares en otras ciudades, así como del contexto de la propia ciudad y de la realidad que enfrentan los habitantes de estos espacios, se trató de dar con una posible estrategia de solución al problema del deterioro urbano en los callejones del centro, que atienda de manera satisfactoria las problemáticas más graves identificadas.*

Palabras clave: Deterioro urbano, imagen urbana, callejones, problemática, Colonia Centro.

Abstract: *Urban decay is an issue that affects multiple cities from Latin America and around the world, and is a problem that often doesn't receive the attention that it deserves. Obregon City is no exception to this problem, and particularly in the central neighborhood, the specific case of the city's alleyways is a serious matter for which a satisfactory solution has yet to be found. Based on a detailed analysis of similar cases in other cities, as well as the local context and the realities faced by the residents of these spaces, an attempt was made to identify a potential strategy to address the problem of urban decay in the downtown alleyways, effectively addressing the most pressing issues identified.*

Keywords: Urban deterioration, urban image, alleyways, issue, central neighborhood.

1. Introducción

El enfoque del presente artículo se centra en el tema del deterioro urbano en el espacio público, particularmente enfocado al caso de los callejones del centro de Cd. Obregón, los cuales enfrentan problemáticas graves para las cuales se buscó encontrar una solución satisfactoria y aplicable a cualquier tramo.

Durante el proceso de investigación, se realizó un análisis a profundidad de estudios previos sobre el tema del deterioro urbano en otras ciudades latinoamericanas, así como de conceptos importantes como lo son la imagen urbana, la infraestructura y posibles estrategias de solución a ciertas problemáticas como, por ejemplo, el arte urbano en cuestiones estéticas. En base a dicho análisis, se identificaron las problemáticas más graves y constantes en la mayor cantidad de callejones posibles, tanto por medio de la observación directa como de la

recopilación de opiniones de los vecinos afectados por las mismas, con la finalidad de encontrar una solución efectiva al problema.

2. Desarrollo

2.1. El contexto histórico de Cd. Obregón y la Colonia Centro

La Colonia Fundo Legal, popularmente conocida como Colonia Centro por su localización dentro de la urbe, es una de las colonias más antiguas de Cd. Obregón, datando su primer registro histórico del año 1925, en el cual se definiría la traza urbana en base a esta colonia y los urbanizables que le rodean [1]. Esta información es de suma importancia para comprender la riqueza histórica y patrimonio que la colonia supone para la ciudad.

Es una zona multifacética, ya que con los años, sus usos de suelo la han definido dentro de 3 tipos, siendo éstos el

uso habitacional, comercial e industrial. Gracias a ello, su historia se ha vuelto bastante basta y variada a lo largo de los años, ya que si bien se ha destacado por ser un importante foco del comercio en la ciudad, siendo mayormente conocida y visitada por la grancantidad de negocios que aloja en sus calles, también ha sido el hogar de múltiples familias, que mayormente, se han alojado en los tramos habitacionales de los callejones que se ubican por todo lo largo y ancho de la colonia.

Tomando eso en cuenta, se puede afirmar que estos callejones son parte integral de la historia y la imagen urbana de la colonia, ya que albergan el patrimonio construido de miles de personas, que han contribuido de manera significativa a la cultura obregonense. A pesar de ello, con el pasar de los años, estos espacios han entrado en un estado de decadencia y abandono que con el tiempo ha ido generando una visión de desconfianza e inseguridad en los habitantes de la ciudad, así como de insatisfacción en los vecinos que residen en ellos, perdiendo el sentido de pertenencia poco a poco.

Actualmente estos espacios presentan múltiples problemas que se suman a la negativa opinión general que se tiene de ellos, como un pavimento en mal estado, deficiencias en el alumbrado público, y una falta de seguridad, especialmente por la noche, lo que ha llevado a que los residentes y visitantes se sientan inseguros al transitar por ellos, así como una clara falta de atención a otros servicios públicos como el alcantarillado y la recolección de basura, este último detalle desencadenando que los propios habitantes y dueños de negocios locales no tengan más opción que tirar su basura a la vía pública o, por otro lado, aplicar soluciones improvisadas.

A pesar de que han existido esfuerzos previos por mejorar los callejones, como un plan de tematización cultural llamado “100 Callejones”, la falta de apoyo económico del Ayuntamiento y la crisis causada por la pandemia de COVID-19 han obstaculizado los esfuerzos por mejorar la situación. Solo 6 callejones, de 100 que se tenían planeados, pudieron ser rehabilitados como parte de aquel proyecto, de entre los cuales solamente la mitad, siendo estos el Callejón de la Salud, el Callejón de la Familia y el Callejón de la Inclusión, siguen en buenas condiciones, mayormente debido a que grupos de terceros se han encargado de su mantenimiento. En contraste, otros callejones han caído en un estado de abandono y deterioro considerable, incluyendo el Bunka o Callejón del Arte, que solía atraer a un gran número de visitantes en el pasado y actualmente se encuentra en pésimo estado, siendo quizás el caso más impactante.

Son muchas las posibles causas del estado actual de los

callejones, como pueden ser la negligencia administrativa, el abandono del espacio en favor de otros puntos de crecimiento en la ciudad, o la propia falta de responsabilidad y compromiso de los ocupantes. Lo ideal sería que ambas partes, los políticos y la población, trabajasen juntos para poder alcanzar un objetivo que verdaderamente beneficie a la comunidad, destacando que la historia ha demostrado que cuando se pone empeño en ello, este tipo de espacios pueden convertirse en espacios sociales y turísticos con potencial para ser muy concurridos y formar parte de la identidad cultural de la ciudad entera.

2.2. El deterioro urbano

El deterioro urbano o la obsolescencia urbana se refiere al proceso por el cual las grandes ciudades experimentan un deterioro en las condiciones de sus edificios, infraestructura y servicios debido a diversos motivos. Esta es una problemática común en el mundo actual que afecta a ciudades de todo el mundo.

En esencia, el deterioro urbano comienza cuando un área, o en este caso, un lugar específico, deja de satisfacer las necesidades de sus habitantes y se vuelve menos deseable. Una de las principales causas de este proceso, aunque no la única, puede ser la negligencia administrativa, ya que a menudo los gobiernos locales carecen de los recursos o el interés para mantener y revitalizar áreas que no generan ingresos significativos o no se alinean con sus ideas de expansión. Esto resulta en el abandono de estos espacios [2].

Es importante destacar que la insatisfacción de las personas que lo habitan puede ser una causa igualmente significativa y, a veces, se combina con la negligencia administrativa para agravar el problema. Esta insatisfacción puede llevar a la emigración de los habitantes insatisfechos en busca de un lugar que satisfaga sus necesidades. Por otro lado, quienes optan por quedarse suelen pertenecer a clases sociales vulnerables y se ven obligados a adaptarse a vivir en la obsolescencia, lo que resulta en la creación de áreas en declive y en la falta de sentido de pertenencia a su hogar [3].

2.3. La importancia de la imagen urbana

El concepto de imagen urbana va muy de la mano con el deterioro urbano, no necesariamente porque se conecten de forma directa, sino porque se define como la manera en que sus habitantes la perciben y se sienten relacionados con ella. Esta percepción se basa en la forma en que la

ciudad se presenta a través de sus calles, edificios, espacios públicos y servicios [4].

Una imagen limpia y cuidada genera sentimientos positivos en la población local, lo que fomenta un sentido de pertenencia al lugar en el que habitan. Esto les motiva a mantenerlo en buenas condiciones para seguir disfrutando de su patrimonio y permite que otras personas lo conozcan y disfruten. Un patrimonio bien cuidado a menudo se convierte en un atractivo turístico importante, atrayendo a visitantes extranjeros y generando beneficios económicos para la ciudad en general. Estos ingresos pueden contribuir significativamente a la resiliencia de la urbe [5].

Hasta ahora, únicamente se han expuesto las ventajas que trae consigo una buena imagen urbana, sin embargo, ¿qué tiene que ver eso con el deterioro urbano? Es simple: es un concepto que se conecta con este otro cuando la imagen urbana es negativa. El deterioro urbano puede ser una causa, pero también, una consecuencia de la mala percepción ciudadana, ya que las malas condiciones generan inconformidad y rechazo, y esa falta de sentimientos por el entorno se convierte en indiferencia, causando que los habitantes puedan optar por dos opciones distintas pero igual de perjudiciales: irse de aquel lugar que les genera rechazo, muchas veces contribuyendo al abandono del espacio, o, y en su mayoría en los casos más vulnerables, verse obligados a vivir en conjunto con la obsolescencia, cayendo en el conformismo (más por obligación que por gusto) y con un desinterés enorme por el cuidado del entorno en que habitan, agravando muchas veces el problema [3].

Otro concepto importante, que va muy de la mano con la imagen urbana, es la calidad de vida, ya que en base a esta se determina el estado de bienestar de los habitantes y por ende, su grado de satisfacción con el entorno físico, el cual se compone mayormente del conjunto de técnicas, instalaciones y servicios esenciales, englobados bajo el concepto de infraestructura, que respaldan el funcionamiento de la ciudad y mejoran la calidad de vida de sus residentes al facilitar las actividades diarias de manera eficiente y en un todo, contribuyen a la felicidad y satisfacción personal de los habitantes [6].

Debido a su importancia en el funcionamiento de las urbes, la infraestructura desempeña un papel crucial en la calidad de vida ya que abarca todos los servicios básicos como las redes de distribución de agua y alcantarillado, la red eléctrica o servicios esenciales para las actividades del día a día como las telecomunicaciones o las vialidades, mismas que si no existieran, la movilidad tanto peatonal, como vehicular, sería imposible. Examinando los diversos

tipos de infraestructura urbana, se vuelve evidente que su presencia es esencial no solo para el bienestar de los habitantes, sino también para el crecimiento económico de la ciudad, ya que resulta inconcebible que un trabajador promedio pueda llevar a cabo sus labores de manera eficiente sin tener acceso a estos servicios básicos.

Cuando se descuida el estado de la infraestructura, comienza la insatisfacción y la insuficiencia de servicios, y el deterioro urbano entra en acción. Son varias las razones que pueden llevar a la degradación de la infraestructura urbana de una ciudad, lo que repercute en la calidad de vida de sus habitantes. Una de las principales causas es el desgaste y envejecimiento natural, ya que con el tiempo y el uso constante, las estructuras tienden a deteriorarse gradualmente. Otro factor relevante es el crecimiento urbano y la gentrificación, ya que un rápido aumento en la población sin una planificación adecuada puede ejercer presión sobre la infraestructura existente, provocando un mayor deterioro y congestión de manera tan rápida que no permite tomar medidas preventivas.

En México, así como en otros países de América Latina, un problema muy común es la baja calidad en la construcción de la infraestructura, lo que la hace vulnerable a daños prematuros. Esto es consecuencia directa de la falta de inversión, ya que la asignación insuficiente de recursos financieros por parte de las autoridades resulta en una infraestructura inicialmente débil y una reducción significativa de su vida útil [7].

El daño a la infraestructura es el primer paso hacia el deterioro urbano, y como tal, trae consigo consecuencias notablemente perjudiciales en varios aspectos. En primer lugar, la seguridad de los ciudadanos se ve significativamente comprometida, ya que estructuras inseguras pueden dar lugar a accidentes, así como un aumento en las tasas de delincuencia. La movilidad de la población se ve igualmente afectada, dado que el tener calles en mal estado y sistemas de transporte deficientes dificultan el desplazamiento eficaz de las personas.

Desde una perspectiva económica, una infraestructura deteriorada implica costos adicionales, ya sea en términos de reparaciones, pérdida de productividad o gastos médicos por accidentes, impactando negativamente la economía de la ciudad. Asimismo, la reputación de la ciudad sufre, ya que una infraestructura en mal estado puede disminuir su atractivo para inversiones y turismo, afectando su imagen tanto a nivel local como internacional.

En la búsqueda de una ciudad más próspera, segura y habitable, es crucial que las autoridades locales y la comunidad trabajen en conjunto para abordar los desafíos

urbanos y lograr mejoras significativas en la calidad de vida de los habitantes. Esta colaboración estrecha entre los organismos gubernamentales y los ciudadanos desempeñan un papel fundamental en la construcción de ciudades más inclusivas, resilientes y atractivas.

2.4. Estudios análogos

Las problemáticas del deterioro urbano en América Latina y también en España, son evidentes y preocupantes, y distintos estudios provenientes de distintas localidades alrededor del mundo lo demuestran. Lugares emblemáticos y de alto valor histórico y turístico, como lo son los Centros Históricos de Madrid y Sevilla en España, se ven afectados en la actualidad por el abandono y la degradación del espacio público, lo que daña la imagen urbana de estas ciudades. El deterioro urbano afecta no solo la estética de las plazas y calles, sino también la calidad de vida de los residentes y la percepción de los visitantes, especialmente en el caso de la industria turística [8,9].

Ambos casos destacan la necesidad de abordar de manera urgente el deterioro urbano, ya que este no solo tiene implicaciones estéticas, sino que también refleja problemas más profundos en la calidad de la infraestructura y los servicios públicos de las ciudades. Factores sociales, políticos y culturales desempeñan un papel fundamental en la génesis y persistencia de este problema. La atención a estas cuestiones es esencial para preservar y mejorar la imagen urbana y la sostenibilidad turística de estas ciudades históricas.

Medidas de acción para contrarrestar los efectos del deterioro urbano y sus consecuencias existen y se han aplicado en distintas ciudades de América Latina. Dichas consecuencias del deterioro urbano, incluyen la inseguridad en los espacios públicos, el abandono de áreas urbanas, y el efecto negativo que esto tiene en la calidad de vida de los ciudadanos y en la percepción que tanto locales como turistas tienen de las ciudades. La inseguridad en las calles es un problema recurrente en ciudades como Caracas, Venezuela y Ciudad de México, donde las teorías del Espacio Defendible, Ventanas Rotas y Ojos en la Calle se han aplicado como estrategias de autoprotección y donde se ha explorado la percepción de la inseguridad en función del género [10].

Con el objetivo de adaptarse a la inseguridad existente, se han desarrollado soluciones que adaptan la configuración urbana a la problemática existente. Ésta implica estrategias que van desde la aparente desatención de espacios públicos, la concentración en áreas consideradas

”seguras”, la privatización de parques y calles, la instalación de servicios de vigilancia privados y la construcción de muros en zonas privilegiadas. Estas medidas se justifican como estrategias de autodefensa, ya que a menudo las autoridades no intervienen de manera efectiva en la solución de estos problemas [11].

2.5. El arte como estrategia de solución

El problema del deterioro urbano es una cuestión que trasciende lo meramente estético, afectando la calidad de vida de las comunidades en todo el mundo. Sin embargo, en numerosos casos, se ha demostrado que la mejora de la estética de los espacios en estado de abandono puede ser un factor determinante para darles una segunda oportunidad y para que la comunidad sienta un mayor deseo de involucrarse en la renovación y el cuidado del entorno.

El arte urbano, en sus diversas manifestaciones, emerge como una poderosa herramienta en la lucha contra el deterioro urbano. No se limita a embellecer físicamente los lugares, sino que también desempeña un papel vital en la revitalización de las áreas degradadas. Por medio de murales, esculturas y otras expresiones artísticas, el arte urbano tiene el poder de transformar drásticamente la estética de los espacios abandonados. Estas obras de arte pueden aportar color, creatividad y vitalidad a áreas que anteriormente se percibían como poco atractivas, alterando la forma en que los residentes y visitantes las ven y sienten.

A pesar de ello, es importante destacar que la relación entre el arte urbano y la legalidad es un tema complejo que varía según diversos factores, especialmente la ubicación geográfica y la naturaleza de la obra. Por ejemplo, el graffiti, una forma de arte urbano, es a menudo considerado controvertido y puede ser visto como actos vandálicos que causan daños en la propiedad ajena. La percepción de su legalidad puede variar según el lugar y las regulaciones locales, lo que en su mayoría genera inconformidad en los artistas interesados en este tipo específico de arte, que incluso podrían considerarse incomprendidos, ya que muchas veces la gente tiende a considerar su forma de expresarse como meros actos vandálicos sin ningún valor estético [12,13].

Por otro lado, el muralismo, particularmente en países como México, se ha presentado como una forma de arte más aceptada y formalmente reconocida, como un movimiento social y político de libertad de expresión. A pesar de las diferencias en la percepción legal, tanto el graffiti como el muralismo comparten similitudes

marcadas y su marco legal depende de dónde se realicen y la identidad del artista.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, el deterioro urbano, a pesar de ser un problema de gran magnitud, se presenta como un área de oportunidad para los artistas urbanos, y la obtención de permisos y la colaboración con las autoridades o propietarios son factores esenciales para asegurar que la obra cumpla con las regulaciones locales y cuente con la aprobación de la comunidad, así como contenido y el mensaje del arte urbano. Considerando estas complejidades legales, cuando existen casos marcados de espacios en abandono con una clara necesidad de una renovación visual, el marco de lo legal no debe ser visto como un obstáculo, sino como una oportunidad para brindar oportunidades de acción que permitan a los artistas callejeros ejercer su pasión de manera legal.

Como fue mencionado al inicio de esta sección, el arte urbano ya ha probado su efectividad para abordar el problema del deterioro urbano en América Latina. En San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, los jóvenes se han unido a la práctica del muralismo urbano con el objetivo de apelar a los sentimientos de los ciudadanos e invitar a la reflexión sobre su entorno. Los murales se han convertido en un reflejo de la historia y los sentimientos de comunidad, fortaleciendo la identidad de la población y dando un nuevo significado a los espacios urbanos [14]. Otro caso importante es el de Xanenetla, en Puebla, en el cual se destaca la importancia de la participación ciudadana en la rehabilitación de barrios a través del arte urbano. La colaboración entre artistas locales y ciudadanos resultó en la creación de 55 murales que expresan los valores de la comunidad. Esto no solo transformó los espacios, sino que también atrajo la atención de las autoridades para abordar los problemas urbanos [15].

Por otro lado, como casos internacionales pero igualmente en Latinoamérica, en Montevideo, Uruguay, la exitosa transformación de espacios abandonados, como la Vieja Farmacia Solís, en lugares con un enfoque artístico demuestra cómo el arte puede revitalizar zonas previamente en desuso, al estudiar la memoria urbana a través de la etnografía y la producción audiovisual [15]. Mientras que en Caracas, Venezuela, se promueve la idea de convertir la ciudad en un "museo de arte urbano."¹ incorporar elementos artísticos en la arquitectura y espacios públicos. Esta estrategia busca atraer turistas y presionar a las autoridades para abordar problemas de inseguridad, destacando el poder del arte urbano para cambiar la percepción de la ciudad [16].

Estos ejemplos resaltan cómo el arte puede revitalizar y transformar espacios urbanos abandonados o degradados, al mismo tiempo que involucra a la comunidad y mejora la calidad de vida en las ciudades. Esta práctica puede no solo enriquecer la cultura y la identidad de una comunidad, sino también empoderar a los artistas urbanos al brindarles la libertad y el reconocimiento que merecen. Además, al fomentar la colaboración entre los artistas y las autoridades, se puede lograr un entendimiento mutuo que beneficie a ambas partes y a la comunidad en general.

2.6. El proyecto "100 Callejones: Rumbo al Centenario"

El proyecto Çajeme al 100: rumbo al centenario.^{en} Cd. Obregón, se originó en 2018 como una respuesta creativa y comunitaria al deterioro que experimentaban los callejones de la Colonia Centro. La iniciativa se basó en la idea de que estos callejones, que habían caído en desuso y abandono, podrían transformarse en espacios vibrantes y culturalmente significativos para la ciudad. La primera intervención tuvo lugar en el Callejón República de Haití, que, gracias al apoyo de la Secretaría de Imagen Urbana del ayuntamiento, se convirtió en el Çallejón de la Inclusión". Este proceso de rehabilitación no solo involucró mejoras en la infraestructura sino también una expresión artística que dio al lugar una nueva identidad. El proyecto no solo atrajo la atención de la comunidad local, sino que también generó interés entre las autoridades municipales. El entonces presidente municipal, Sergio Pablo Mariscal Alvarado, se acercó a los ciudadanos involucrados y manifestó su apoyo para ampliar la escala del proyecto bajo la iniciativa Çajeme al Cien". Su visión apuntaba a construir una ciudad que reflejara el interés común, más allá de divisiones políticas o intereses individuales. El proyecto, rebautizado como "100 callejones rumbo al centenario", buscaba rehabilitar un total de 100 callejones en la ciudad utilizando diferentes temáticas, como salud, arte, feminismo, familia, entre otras [17].

Uno de los casos más exitosos dentro de este proyecto fue la transformación del Callejón República de Colombia en el "Bunka", callejón del Arte. Bajo la dirección de Rafael Evans y con la colaboración de aproximadamente 300 voluntarios [18], este espacio pasó de ser un callejón en desuso a un lugar culturalmente atractivo y concurrido. La colocación de sombrillas de colores como techumbre y una variedad de actividades culturales atrajeron a jóvenes y familias, y fue un cambio que evidenció cómo el arte urbano y la comunidad pueden revitalizar áreas urbanas

abandonadas, ofreciendo opciones de entretenimiento y cultura. En el transcurso del año 2019, el proyecto continuó con la renovación de otros 4 callejones, siendo éstos el Callejón de la Salud, el Callejón de la Mujer, el Callejón de la Familia y el Callejón del Deporte, aunque ninguno de ellos tuvo el mismo impacto en la ciudadanía como lo fue el Bunka.

A pesar del éxito inicial, el proyecto enfrentó desafíos, especialmente con la llegada de la pandemia de COVID-19, que obligó a la suspensión de actividades y limitó el uso de los espacios intervenidos. Los problemas de mantenimiento, el deterioro y la falta de inversión del Ayuntamiento contribuyeron al declive del "Bunka", como el caso de mayor impacto ya que fue el que se deterioró de forma más estrepitosa a pesar de su impacto cultural [18], aunque el resto de los callejones rehabilitados también experimentaron, en mayor o menor medida, los efectos del deterioro urbano de nueva cuenta.

A pesar de que el proyecto en la actualidad puede ser considerado un fracaso debido al estancamiento que experimentó y a la rápida caída en el interés de la población, la recuperación y revitalización de los callejones haciendo uso del arte urbano sigue siendo una oportunidad para transformar los espacios urbanos y fortalecer la comunidad, ya que como se expuso anteriormente, ha demostrado ser una solución satisfactoria en otros lugares del mundo cuando se realiza adecuadamente, promoviendo la colaboración entre ciudadanos, artistas locales y las autoridades resultando en una fórmula exitosa para revitalizar y mantener estos espacios culturales en beneficio de la comunidad y la ciudad en su conjunto.

2.7. Metodología empleada

El estudio llevado a cabo para analizar los efectos del deterioro urbano en los callejones de la Colonia Centro se basó en un enfoque de estudio mixto, combinando elementos de investigación cuantitativos y cualitativos. Esta metodología se eligió con el objetivo de obtener una visión completa y detallada de la problemática.

En lo que respecta al aspecto cuantitativo, se implementó una encuesta estructurada que se aplicó a los residentes de los callejones con la finalidad de recopilar datos precisos sobre las condiciones físicas de los callejones y evaluar el impacto de estas condiciones en la vida de los residentes. La muestra principal para esta parte del estudio estuvo compuesta por residentes adultos habitantes de distintos callejones de la ciudad, ya que son las personas que experimentan directamente la situación y que tienen

mayor conocimiento acerca de cómo la problemática se ha ido agravando con los años. Con el objetivo de verificar la viabilidad de la encuesta, se realizó un pilotaje de 30 encuestas en base al cual se calculó el Alfa de Cronbach, el cual arrojó un resultado de 0,82 que según la escala de fiabilidad, denota una confiabilidad alta.

En el aspecto cualitativo, se utilizó la observación directa como el método principal de recopilación de datos. Esto implicó realizar recorridos exhaustivos por los callejones para obtener información detallada sobre el estado de los edificios, las banquetas, las calles y el resto de la infraestructura. La observación directa permitió identificar patrones, comportamientos y características específicas de los callejones y su entorno, además de permitir identificar áreas donde la situación era más crítica, lo que proporcionó información valiosa para la comprensión integral de la problemática.

3. Resultados

En base a los instrumentos de investigación mencionados con anterioridad, se obtuvieron resultados detallados que, efectivamente, permitieron identificar patrones y situaciones críticas en los distintos callejones de la Colonia Centro, así como las diferencias existentes en la perspectiva de género.

100 personas fueron encuestadas de las cuales 63 eran hombres y 37 mujeres. Los datos de la encuesta arrojaron, como problemáticas más graves, la inseguridad y la delincuencia con un 66 % de respuestas negativas, además del vandalismo y la falta de limpieza en general en el entorno con otro 66 % de respuestas negativas, revelando además que para estas dos problemáticas, las mujeres mostraron una mayor tendencia a responder negativamente, con un 15 % de diferencia para el primer caso siendo el más drástico, así como un 6 % para el segundo.

En cuanto al estado de las calles para el tráfico vehicular, el 31 % de los encuestados se mostraron indiferentes al respecto, posiblemente debido a que no tenían vehículos personales, destacando que los hombres mostraron una percepción más negativa sobre el estado de las calles, con una diferencia del 7 % con respecto a las mujeres, mientras que en el caso de las banquetas, si bien la mayor parte de los encuestados tuvieron una opinión desfavorable, representando el 52 %, un porcentaje ligeramente mayor de mujeres, con una diferencia del 7 %, se mostró en desacuerdo.

Los problemas de menor preocupación identificados en la

encuesta resultaron ser el estado de las viviendas, con un 61 % de los encuestados mostrándose conformes con sus hogares, y los servicios básicos, ya que si bien, en algunos callejones específicos hubo respuestas más negativas que en otros, representado estas el 40 % de la encuesta, en general la mayoría de los encuestados no presentaron problemas significativos o en su defecto, les daba igual, destacando que a pesar de ello, las mujeres mostraron mayor inconformidad con el estado de las viviendas que los hombres con una diferencia del 15 %.

Finalmente, en lo que respecta a la satisfacción general con sus condiciones de vida, la mayoría de los encuestados expresó insatisfacción, con un menor porcentaje de mujeres que respondieron positivamente a esta pregunta. Para las fichas de observación, se llevó a cabo un análisis minucioso de diversos aspectos en los callejones, con el propósito de complementar la información recopilada a través de las encuestas. Tras revisar los datos obtenidos, se pueden extraer algunas conclusiones generales. En primer lugar, se observaron deficiencias en las banquetas y calles, como grietas, obstrucciones, baches y problemas en el asfalto en algunos de los callejones analizados.

En relación a las viviendas, se identificaron casos de abandono y otras viviendas en mal estado, aunque estas situaciones fueron principalmente casos aislados y no representan una problemática predominante en estos espacios. El vandalismo, por otro lado, emergió como uno de los problemas principales, ya que se observó como un patrón recurrente en muchos de los lugares analizados, siendo pocos los casos en los que no se detectó al menos en menor medida algún caso de vandalismo, siendo el graffiti el principal problema encontrado.

Otra de las problemáticas más graves y persistentes es la falta de contenedores de basura formales en la mayoría de los callejones analizados, lo que conlleva a la acumulación de basura en banquetas, calles y terrenos baldíos. Algunos residentes recurren a soluciones improvisadas, como colgar bolsas en rejas, lo que, si bien evita la dispersión de basura, sigue indicando un problema grave en la gestión de desechos.

Por último, la carencia de áreas verdes en estos espacios, en una ciudad que ya sufre de una falta significativa de vegetación, es otro problema recurrente en los callejones. En la mayoría de los casos, la vegetación se limita a patios de viviendas en situaciones aisladas, y en otros, es prácticamente inexistente.

Como se puede observar, los datos de las encuestas y las fichas de observación se complementan en el sentido de que arrojaron resultados similares, demostrando que si bien las condiciones de las banquetas y calles plantean

un problema constante, no necesariamente representan la problemática más grave ni la que debe centrar la atención principal. En su lugar, se identifican oportunidades significativas en áreas como la gestión de residuos y la basura, la prevención del vandalismo y la creación de espacios verdes.

4. Conclusiones

Para diseñar un plan de acción efectivo, es esencial la colaboración entre los residentes y las autoridades, y particularmente la participación de género en situaciones específicas donde las estadísticas así lo respalden, como en cuestiones de seguridad, limpieza y movilidad vehicular. El aprender de experiencias previas y casos análogos es igual de importante para el desarrollo de soluciones satisfactorias, ya que a pesar de que el proyecto “100 callejones: rumbo al centenario” pueda considerarse un fracaso, es relevante destacar que logró implementar soluciones duraderas, especialmente en la reducción del vandalismo, respaldado por la información recabada mediante la observación directa. Los murales pintados por los artistas locales en los callejones rehabilitados han contribuido de manera satisfactoria a resolver problemas como el graffiti, ya que en su mayoría el trabajo de los artistas ha sido respetado.

Es crucial considerar la creación de una estrategia aplicable a cualquier tramo de callejón, que involucre tanto el arte urbano en colaboración con artistas locales y los vecinos, como se mencionó previamente, además de la implementación de contenedores de basura formales en ubicaciones accesibles para los camiones de basura, y la creación de más áreas verdes. En este último caso, debido al espacio limitado de los corredores peatonales, se puede recurrir a soluciones alternativas como plantas colgantes, muros verdes o el aprovechamiento de los terrenos baldíos y jardines de los hogares, siempre en consulta y con la aprobación de los vecinos.

Referencias

- [1] L. Compañía Agrícola Nainari L. C. . Compañía Fraccionadora C. L. Alardin R. Available online: <https://redescubramossonora.mx/repositorio/plano-general-de-ciudad-obregon-sonora-el-fundo-legal-y-los-urbanizables/1-2-3-4-5-6-y-7/>. (acceso el 14 de agosto de 2024).

- [2] Edwin Aguirre Ramírez, Camilo Lozano Rivera, and Valentina Mejía Amézquita. Deterioro, obsolescencia y configuración urbana. *Universidad Autónoma de Baja California*.
- [3] Patricia Safa Barraza and Juan Manuel Ramírez Sáiz. Deterioro urbano y calidad de vida en las grandes urbes: la participación de las mujeres en las organizaciones vecinales. *La ventana. Revista de estudios de género*, 4(34):110–145, 2011.
- [4] Lynch Kevin. La imagen de la ciudad. *G. G Reprints, Barcelona*, 1998.
- [5] Ciudades Coloniales et al. La imagen urbana en ciudades turísticas con patrimonio histórico: manual de protección y mejoramiento.
- [6] Rolando Sánchez Serrano. Ciudades fronterizas de bolivia: Condiciones socioeconómicas y bienestar social. *Temas Sociales*, (42):117–146, 2018.
- [7] Milton Aragón. Ciudad y bienestar: la tensión entre la urbanización y el habitar. *Revista Costarricense de Psicología*, 39(1):5–18, 2020.
- [8] Dolores Brandis García and Isabel del Río Lafuente. Paisaje y espacio público urbano. el deterioro de las plazas del centro histórico madrileño (1945-2015). *Cuadernos geográficos*, 55(2):238–264, 2016.
- [9] Inmaculada Mercado Alonso and Alfonso Fernández. La percepción social del paisaje urbano como indicador de sostenibilidad turística. el caso de sevilla. In *Turismo y crisis, turismo colaborativo y ecoturismo*, pages 131–142. Societat d'Història Natural de les Balears, 2016.
- [10] Alba Luz Robles Mendoza. Miedo en las calles: principal emoción de la inseguridad pública delictiva. un estudio criminológico y de género. *Revista Ius*, 8(34):81–100, 2014.
- [11] Lucía Carmina Jasso-López and Selenne Galeana-Cruz. Configuraciones urbanas y arquitectónicas ante la violencia y la inseguridad en iztapalapa, ciudad de méxico. *Quívera. Revista de Estudios Territoriales*, 23(2):111–129, 2021.
- [12] Vera De La Cruz Baltazar, Luz Cecilia Rodríguez Sánchez, and Mayra Elitania Galán Villa Galán Villa. Arte público o vandalismo: el grafiti en el centro histórico de oaxaca. *Estudios sobre conservación, restauración y museología*, 2.
- [13] J Noguera-Cámara and R Amor-García. Chapter eleven vandalismo en grafitis y otras pinturas. *Conservation Issues in Modern and Contemporary Murals*, page 166, 2015.
- [14] María de Lourdes Morales-Vargas. Relatos a la espera. muralismo urbano en los espacios públicos de san cristóbal de las casas, chiapas. *LiminaR*, 18(1):61–81, 2020.
- [15] Daniel Fagundez D'Anello and Alejandro Cabrera Canabese. Transformación de espacios abandonados en espacios artísticos: El caso de la vieja farmacia solís al este de la bahía de montevideo. *Revista INVI*, 36(104), 2022.
- [16] Blanca Leonor Rivero Urdaneta. Caracas: un museo de arte urbano. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 5(9), 2012.
- [17] C. Aragón and Meganoticias. Available online: <https://www.meganoticias.mx/index.php/obregon-navojoa/noticia/callejon-de-la-inclusion-el-primer-de-100/44596>. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [18] A. Monteverde and Uniradio. Available online: <https://www.uniradioinforma.com/cd-obregon/en-abandono-total-bunka-callejon-arte-n560036>. (acceso el 14 de agosto de 2024).



La construcción con tierra: Una alternativa para una vivienda confortable

J.M. Romero-Balderrama^{1,*}, N. Marcial-Chavez¹, B. Garcia-Llanes¹

¹División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: jromero@itesca.edu.mx

Resumen: *La construcción con tierra ha sido una de las formas más usadas en los pueblos mexicanos y esto no es la excepción en el Noroeste de México, donde, desde el siglo XIX, se ha usado recurrentemente la tierra cruda, como material de construcción. Este método constructivo fue seleccionado por las características de confort térmico que ofrece, muros gruesos que evitan el ingreso del calor por conducción, y por inercia térmica en climas fríos, el ingreso de bajas temperaturas; es usado con juntas de tierra que evita los puentes térmicos y también permite frescura, resistencia y economía, y para su elaboración se requiere solamente de un material que puede ser propio de la zona donde se elaborará el proyecto y que cuente con una mezcla de arena, limos y arcilla, esto hace que la construcción pueda ser hecho en un proceso de autoconstrucción por parte de las familias, ahorrando así gran parte del costo total de muros, si bien este material utilizado en el sur de Sonora, puede ser acompañado de productos constructivos más avanzados tecnológicamente, es tradicional también usarlo en techos o tejados. Se sabe que existen algunos métodos constructivos a base de tierra tales como el adobe, el block de tierra comprimida (BTC), el tapial y el cob, pero el adobe y BTC son de los más utilizados, es importante destacar que el bloque de tierra comprimida adicionado con materiales como la cal cuenta ya con una normativa mexicana para su uso como material de muros de carga en los procesos constructivos, esta norma puede hacer que este material BTC cobre auge en el medio de la construcción en el Noroeste del país donde las temperaturas máximas pueden llegar hasta los 50° C.*

Palabras clave: BTC, Construcción Sustentable, Arquitectura Vernácula.

Abstract: *Construction with earth has been one of the most used forms in Mexican towns and this is no exception in the Northwest of Mexico where the use of raw earth as construction material has been used recurrently since the 19th century. This construction method was selected for the thermal comfort characteristics it offers, thick walls that prevent heat from entering the home through conduction, thermal inertia in cold climates, it is used with ground joints that prevents thermal bridges and also offers freshness, resistance and economy, just for its elaboration a material is required that can be specific to the area where the project will be developed and that has a mixture of sand, silt and clay, this means that the construction can be done in one process. of self-construction by families, thus saving a large part of the total cost of walls, although this vernacular material in the south of Sonora can be accompanied by more technological construction products, the traditional one is also to use it on roofs or roofs. It is known that there are some earth-based construction methods such as adobe, compressed earth block (BTC), rammed earth and cob, but adobe and BTC are the most used, it is important to highlight that the earth block compressed compound added with materials such as lime already has a Mexican regulation for its use as a material for load-bearing walls in construction processes, this standard can make this BTC material boom in the construction sector in the Northwest of the country where Maximum temperatures can reach up to 50° C.*

Keywords: BTC, Sustainable Construction, Vernacular Architecture.

1. Introducción

La búsqueda de la Sostenibilidad global, obliga a que los procesos constructivos en la actualidad ofrezcan todas las características de confort térmico, economía y resiliencia, la tierra cruda como material es una opción que debe ser evaluada y utilizada en la construcción de viviendas en México, la norma NMX-C-508-ONNCCE-2015 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADOS CON CAL ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO *“Esta norma mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones y métodos de ensayo de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal, usados en muros de carga, divisorios pudiendo o no ser aparentes y techos en bóvedas, así como los métodos de ensayo adecuados a las formas prismáticas con empatía entre ellos”*. Esta norma da certeza a los usuarios de casas de tierra hechos con BTC ya que cualquier casa que fuera construida con este método debe utilizar dichos métodos de ensayo para garantizar su resistencia. El objetivo de este artículo es ofrecer un panorama sobre la construcción con tierra cruda para que las familias mexicanas puedan utilizarlo con confianza basado en usos anteriores documentados y metodologías constructivas.

“La construcción con tierra ha dado un paso adelante en los procesos de fabricación. Con la industrialización de los materiales de tierra se mejoran las características naturales del material y se garantizan unas calidades óptimas para su empleo y puesta en obra” [1].

La propuesta del presente trabajo esta encaminada a la elaboración de un material constructivo denominado Block de Tierra Comprimido (BTC) para la construcción de un prototipo de vivienda, con base en la utilización de este tipo de muro, cimentaciones de concreto, y losas de vigueta y bovedilla, como herramientas de enseñanza de este metodo constructivo.

El trabajo cuenta con doble proposito, uno de los puntos fundamentales es probar que las construcciones hechas a base de BTC son térmicas y de mayor confort, pero también que existen ventajas al momento de la construcción, tal es el caso de que como los bloques se elaborarán por parte de los alumnos, con las dosificaciones estudiadas y previstas en la normativa, los participantes aprenden un proceso replicable para su vida profesional, pudiendo ser un detonante de la economía de cada uno de ellos.

Por otra parte, el diseño del prototipo, estará también a cargo de los alumnos, mismos que utilizarán el Reglamento de Edificación para el Municipio de Cajeme,

así como habrán de atender la Metodología aplicada en los cursos de Taller de Diseño para el Diseño Arquitectónico, establecido por el TecNM.

2. Marco teórico

El BTC tiene varias ventajas constructivas entre las principales están que por estar elaborados con un material de tierra como producto base se tiene material suficiente en cualquier parte de México para su elaboración, el material que se sugiere es un material que cuente con al menos un 50 % o 60 % de arenas, de un 25 % a un 20 % de limos y de un 25 % a un 20 % de arcillas, esta conformación de materiales logra una estabilidad en el material de manera que no craquele al contar con mucha arcilla y que no se degrade al tener demasiada arena. Para lograr una mayor estabilidad de la tierra se le puede adicionar Cal y Cemento en proporciones no mayores al 15 % del volumen total de la mezcla con lo que se logra mayor cohesión en la mezcla a la vez que mayor resistencia. La densidad del BTC oscila entre los 1500 kg/m^3 hasta los 2000 kg/m^3 . Según Cabrera [2]. *“El Bloque de Tierra Comprimida o BTC es un mampuesto fabricado mediante la compresión de un mortero de tierra, generalmente estabilizada con aditivos minerales, que se encuentra contenido en el interior de una prensa específicamente diseñada para tal fin cuyo accionamiento puede ser manual o automatizado, dependiendo del nivel de producción requerido”*.

Por otra parte, y de acuerdo con Doubi [3], el BTC cuenta con una Resistencia Térmica promedio de $\lambda = 0,72 \text{ W/mK}$ aunque algunos experimentos con añadiduras de distintos materiales a la tierra y cemento obtuvieron resistencias térmicas de hasta $\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$, esto es una de las ventajas más importantes del BTC para ser considerado como un material térmico que puede reducir considerablemente el costo energético de la vivienda.

“El Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento - CINVA fue un proyecto creado en 1951 por el Programa de Cooperación Técnica de la Organización de los Estados Americanos - OEA. Su origen bien puede encuadrarse en las relaciones interamericanas de la posguerra y de manera especial en los programas de cooperación técnica establecidos entre Estados Unidos y los países latinoamericanos. Con sede en Bogotá –al interior del campus de la Universidad Nacional de Colombia– su inauguración tuvo lugar en 1952” [4]. La máquina CINVA RAM de la Fig. 1 ha sido utilizada a lo largo de toda Latinoamérica para la construcción de vivienda social, donde los mismos moradores de la vivienda construyeron

sus casas con esta máquina.

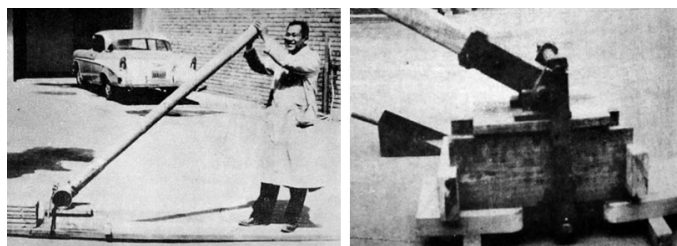


Figura 1. Izquierda. Primera versión simplificada de la máquina diseñada en el CINVA para la elaboración de BTC. Derecha: detalle del sistema bi-articulado de la segunda versión. (Fuente: Galindo [4]).

3. Metodología

El proyecto del prototipo de vivienda social se divide en algunas actividades con la colaboración de los alumnos de Servicio social de la División de Arquitectura; para la investigación se están produciendo Bloques de 10cm x 14cm x 28cm aproximadamente, presentándose variabilidades en milímetros; éstas dimensiones son ya determinadas por la máquina que los moldea, Fig. 2.

El método para elaborar los bloques con la máquina de compresión manufacturada exclusivamente para la elaboración de los bloques basada en las maquinas CINVA-RAM tradicionales, con ello se logra una uniformidad entre cada uno de estos, al ser utilizado el mismo volumen de tierra para cada bloque y la misma presión ejercida, para cada bloque.



Figura 2. Máquina de elaboración de BTC adquirida por ITESCA.

Un ejemplo de los BTC elaborados se muestra en la Fig. 3.

La metodología seguida consiste en lo siguiente:

- Se selecciona de un banco de materiales, una tierra con las características idóneas para usar en la mezcla,



Figura 3. Bloques de Tierra Comprimida, Elaboración Propia.

el banco fue seleccionado con la casa comercial IQ Materiales. La calidad que se solicito fue de material de relleno inherte con contenidos de Arena, Limos y Arcillas, ver Fig. 4.



Figura 4. Material de Relleno para materia prima del BTC.

- Se Usan 5 diferentes tipos de Mezcla con diferentes cantidades de Cal, Cemento y Aditivo. Que van desde el 5 % al 10 % de dichos compuestos en volumen total.
- Se utiliza la prensa de BTC para hacer la cantidad necesaria de Bloques para la construcción del prototipo de vivienda.
- Se elabora un proyecto Arquitectónico Integrador del prototipo de vivienda. En este punto se opto por diseñar una vivienda mínima de 38.75 m2 con 1 recamara, baño, sala y cocina, se presenta en la Fig. 5.
- Se elaborarán las pruebas de Resistencia a los BTC para establecer sus características físicas.
- Se establece la metodología para la elaboración de los BTC.

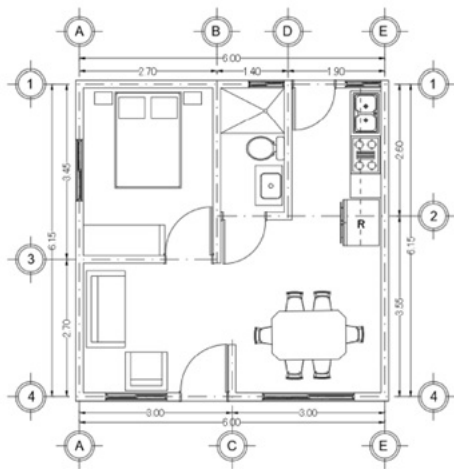


Figura 5. Anteproyecto de Vivienda Social Mínima.

- Se construye el prototipo de vivienda.

4. Conclusiones

Recomendaciones

De los resultados anteriores la importancia de los datos arrojados en la investigación de los cuales convergen en la opinión de contar con mayor número de áreas verdes y con mejores cuidados. El departamento de Desarrollo Urbano de Cajeme cuenta con organismos rectores para la atención de las áreas verdes, pero no participan como asesores técnicos sino como simples espectadores en la elaboración del esquema del plan de desarrollo municipal. Para los planes de desarrollo urbano es fundamental que las áreas verdes tengan igual importancia que el resto de la infraestructura, para que no sean ubicadas en lugares equivocados, baldíos solitarios por una mala elección, por lo que deben estudiarse la relación existente entre parques, plazas y espacios públicos y la articulación con otros sistemas de la ciudad.

Las recomendaciones del presente estudio se mencionan los siguientes puntos:

- Como ya hay espacios especificados para áreas verdes solo queda que estos se mantengan en buen estado;
- En los espacios que carezcan de mobiliario o vegetación debería de gestionar restauración de los mismos con el gobierno del Estado;
- Integrar a la comunidad como participante activo en los planes de desarrollo municipal para incentivar el sentido de pertenencia social.

Referencias

- [1] Sandra Bestraten, Emilio Hormías, and Anna Altemir. Construcción con tierra en el siglo xxi. *Informes de la Construcción*, 63(523):5–20, 2011.
- [2] Santiago Cabrera, Ariel González, and Santiago Noguera. Sistemas de información geográfica aplicados a la difusión de la técnica de bloque de tierra comprimida en argentina. *Memorias del Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra-SIACOT*, (20):773–782, 2022.
- [3] Herve Goure Doubi, Alfred Niamien Kouamé, Léon Koffi Konan, Monique Tognonvi, Samuel Oyetola, et al. Thermal conductivity of compressed earth bricks strengthening by shea butter wastes with cement. *Materials Sciences and Applications*, 8(12):848, 2017.
- [4] Jorge Galindo-Díaz, Olavo Escorcía-Oyola, and Alleck J González-Calderón. El centro interamericano de vivienda-cinva y los orígenes de la experimentación con bloques de tierra comprimida (btc) en la vivienda social (1953-1957). *Informes de la Construcción*, 75(570):e503–e503, 2023.



Infraestructura verde en colonias de Ciudad Obregón

G.J. Acosta-Valencia¹, A.A. Gil Bórquez¹, S. Munguía-Avilés¹, C. Grijalva-Angulo^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: cgrijalva@itesca.edu.mx

Resumen: La investigación aborda la gestión de la infraestructura verde en Ciudad Obregón, Sonora, enfocándose en la rehabilitación de áreas verdes y zonas sociales y deportivas. El problema principal es la insuficiencia de estos espacios, que afecta la calidad de vida y el bienestar comunitario. El objetivo es mitigar el calor urbano y promover la integración social mediante la creación y mejora de espacios verdes. Se emplea un método descriptivo y evaluativo, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. Se recopilan datos a través de encuestas a residentes, observaciones de campo y análisis de variables ambientales como temperatura y biodiversidad. Los resultados muestran que la ampliación de infraestructura verde puede reducir las temperaturas urbanas y fomentar interacciones comunitarias, aumentando la satisfacción y percepción de seguridad entre los usuarios. En conclusión, la investigación destaca que la rehabilitación de áreas verdes no solo mejora el entorno físico, sino que también fortalece las relaciones comunitarias. La colaboración entre autoridades y ciudadanos es esencial para mantener el valor ambiental y social de estos espacios, contribuyendo a un desarrollo urbano más sostenible en Ciudad Obregón.

Palabras clave: Infraestructura Verde, Urbanismo, Calidad de Vida, Reforestación Urbana, Bienestar Social.

Abstract: The research addresses the management of green infrastructure in Ciudad Obregón, Sonora, focusing on the rehabilitation of green areas and social and sports areas. The main problem is the inadequacy of these spaces, which affects the quality of life and community well-being. The aim is to mitigate urban heat and promote social integration by creating and improving green spaces. A descriptive and evaluative method is used, combining qualitative and quantitative approaches. Data is collected through resident surveys, field observations, and analysis of environmental variables such as temperature and biodiversity. The results show that the expansion of green infrastructure can reduce urban temperatures and foster community interactions, increasing satisfaction and perception of safety among users. In conclusion, the research highlights that the rehabilitation of green areas not only improves the physical environment, but also strengthens community relationships. Collaboration between authorities and citizens is essential to maintain the environmental and social value of these spaces, contributing to a more sustainable urban development in Ciudad Obregón.

Keywords: Green Infrastructure, Urban Planning, Quality of Life, Urban Reforestation, Social Welfare.

1. Introducción

El presente trabajo abarca la importancia de un diseño urbano adecuado para la zona este de Ciudad Obregón Sonora, basándose en sí en los principios de la infraestructura verde y en cómo se pueden mejorar los espacios ya existentes. En la ciudad las áreas verdes ya sean de convivencia o de uso deportivo suelen carecer de factores primordiales para su buen funcionamiento, en la mayoría de los casos la falta de atención a los detalles al momento de su construcción, pueden llegar a comprometer tanto la seguridad de las

zonas como la salud de la población. El enfoque incluye metodologías descriptivas, evaluaciones del impacto ambiental, encuestas y estudios de campo. El objetivo es reducir la temperatura urbana, fomentar la integración social y mejorar el entorno mediante la planificación y rehabilitación de áreas verdes.

Los documentos reflejan cómo las intervenciones verdes no solo mitigan problemas climáticos, sino que promueven una ciudad más habitable y cohesionada. La colaboración y planificación integral se destacan como esenciales para maximizar los beneficios de la infraestructura verde y consolidar un modelo de ciudad amigable con el ambiente y sus habitantes

2. Marco teórico

2.1. Infraestructura verde para la salud y el bienestar

La infraestructura verde en las ciudades no solo embellece el entorno, sino que también promueve una mejora sustancial en la calidad de vida de los habitantes. Las áreas verdes ofrecen servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del clima, la reducción de la contaminación atmosférica y la promoción de actividades físicas al aire libre [1]. La presencia de árboles en parques y jardines urbanos proporciona y propicia un espacio más confortable para las actividades físicas, lo que contribuye en gran medida a la reducción del estrés y mejora la salud mental. Además, la conexión con la naturaleza ha demostrado ser un factor positivo para combatir enfermedades relacionadas con el sedentarismo y la ansiedad. Estudios revelan que vivir cerca de áreas verdes reduce la presión arterial y mejora la concentración en niños y adultos mayores [2].

Los parques y jardines comunitarios también fomentan la cohesión social al proporcionar espacios de reunión, generando lazos de confianza y una mayor integración social. En el caso específico de Ciudad Obregón, donde las temperaturas son extremas, la infraestructura verde ayuda a mitigar el efecto de "isla o golpe de calor", creando microclimas más frescos y habitables. En suma, estos espacios promueven un entorno urbano que no solo es visualmente atractivo, sino también saludable y resiliente frente a los desafíos ambientales.

2.1.1. Efectos positivos de la infraestructura verde en la salud y calidad del aire

La infraestructura verde actúa como un filtro natural en los entornos urbanos, mejorando la calidad del aire al capturar y eliminar contaminantes como el dióxido de carbono, el ozono y otras partículas dañinas. Los árboles y plantas absorben gases contaminantes y emiten oxígeno, lo que contribuye a un aire más limpio y saludable. Este proceso reduce el riesgo de enfermedades respiratorias como el asma y la bronquitis, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas.

Además, las superficies vegetales ayudan a mitigar el fenómeno de isla de calor.³ Al proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiente, lo cual disminuye el consumo de energía por refrigeración y mejora el confort térmico [3]. En términos de salud mental, el contacto regular con las áreas verdes ha demostrado disminuir el estrés y la ansiedad, promoviendo el bienestar emocional y aumentar

la felicidad de los residentes. En ciudades como Ciudad Obregón, donde la calidad del aire puede ser afectada por condiciones climáticas extremas, la incorporación de infraestructura verde no solo mejora la salud física y emocional, sino que también contribuye a la resiliencia climática, al proteger a la comunidad de los efectos adversos del cambio climático y mejorar el entorno general.

2.1.2. Bienestar comunitario: cómo los espacios verdes mejoran la calidad de vida

La infraestructura verde desempeña un papel crucial en la construcción de comunidades saludables y cohesionadas. Los parques, jardines y plazas proporcionan espacios públicos donde las personas pueden reunirse, socializar, jugar y participar tanto en actividades culturales como deportivas. Esta interacción contribuye al fortalecimiento de lazos comunitarios y al sentido de pertenencia, generando una mayor cohesión social. En las ciudades, donde el estrés y el aislamiento social pueden ser frecuentes, los espacios verdes ofrecen un respiro y un lugar para el disfrute y la recreación. Los residentes que viven cercanos a las áreas verdes tienden a presentar mayores niveles de satisfacción y felicidad, así como una mejor percepción de seguridad, ya que la visibilidad y la actividad en estos espacios disuaden la delincuencia [4].

Además, la mejora estética del entorno urbano, a través de la integración de la naturaleza, genera un sentido de orgullo y aprecio por el lugar donde se vive. En el caso de Ciudad Obregón, la creación de infraestructura verde en comunidades con recursos limitados ayuda a reducir las desigualdades sociales al ofrecer a todos los ciudadanos acceso a los beneficios de la naturaleza, promoviendo un desarrollo más equitativo y sostenible para todos.

2.1.3. Resiliencia ante desastres naturales: cómo la naturaleza protege contra desastres

La infraestructura verde actúa como un sistema de defensa natural frente a los desastres climáticos. Humedales, parques y bosques urbanos desempeñan un papel fundamental en la gestión del agua de lluvia, reduciendo el riesgo de inundaciones al absorber y filtrar el exceso de agua. En zonas propensas a deslizamientos de tierra, la vegetación estabiliza el suelo y previene la erosión, protegiendo las infraestructuras y las áreas residenciales. Además, las áreas verdes son una solución efectiva para mitigar el calor urbano, un problema común en ciudades con alta densidad poblacional y superficies impermeables.

La presencia de árboles y jardines reduce las temperaturas extremas, aliviando el estrés térmico y contribuyendo a un entorno urbano más seguro y agradable. La infraestructura verde también mejora la calidad del agua al filtrar contaminantes y sedimentos, protegiendo los recursos hídricos. Integrar estos elementos en el diseño urbano no solo embellece la ciudad, sino que también fortalece su capacidad de adaptación al cambio climático, creando un entorno más resiliente frente a eventos climáticos extremos [2].

2.2. Jardines urbanos: más que un adorno

Los jardines urbanos no son simples espacios decorativos, sino catalizadores de bienestar, educación y sostenibilidad. Además de embellecer el entorno, proporcionan alimentos frescos y saludables, fortaleciendo la seguridad alimentaria en las ciudades. En áreas de bajos ingresos, donde el acceso a alimentos frescos puede ser limitado, los jardines comunitarios ofrecen una solución viable y económica. Estos espacios verdes también sirven como aulas abiertas, fomentando la educación ambiental y enseñando a las personas sobre agricultura, ecología y sostenibilidad.

Al participar en la creación y el mantenimiento de estos jardines, los residentes desarrollan habilidades prácticas, desde la siembra hasta la cosecha, lo que puede ser útil para su desarrollo personal y laboral. Los jardines urbanos fomentan el sentido de comunidad, ya que vecinos de diferentes culturas y contextos se unen para cultivar, compartir conocimientos y disfrutar de los frutos de su trabajo. Además, estos espacios contribuyen a reducir la huella de carbono al promover la producción local de alimentos y minimizar el transporte. En definitiva, los jardines urbanos no solo embellecen las ciudades, sino que también empoderan a sus comunidades, fortaleciendo su tejido social y contribuyendo a un futuro urbano más verde y saludable [5,6].

2.2.1. Techos verdes y paredes vegetales: integración de la naturaleza en la arquitectura urbana

La incorporación de techos verdes y paredes vegetales en las ciudades representa una solución innovadora para mitigar el impacto del desarrollo urbano en el medio ambiente. Estos elementos no solo embellecen las fachadas y los tejados de los edificios, sino que también proporcionan beneficios ambientales y económicos. Los techos verdes, por ejemplo, actúan como aislantes térmicos, reduciendo el consumo de energía para la

climatización y prolongando la vida útil de las estructuras [7].

Además, contribuyen a la reducción del efecto de isla de calor urbano, mejorando el confort térmico en áreas densamente pobladas. Las paredes vegetales, por otro lado, ayudan a purificar el aire al absorber contaminantes y liberar oxígeno, y también crean un entorno más fresco y agradable al reducir el calor y el ruido. La integración de la naturaleza en la arquitectura moderna no solo responde a una necesidad estética, sino también a un enfoque estratégico para mejorar la calidad de vida urbana. En el contexto de Ciudad Obregón, estos elementos pueden ser una herramienta poderosa para hacer frente a las altas temperaturas y mejorar la resiliencia ambiental, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo urbano y el medio ambiente natural.

2.2.2. Corredores biológicos y huellas verdes: conectando espacios para la biodiversidad

Los corredores biológicos y las huellas verdes son elementos clave de la infraestructura verde que conectan fragmentos de hábitat natural, creando una red integrada de espacios que permiten el movimiento y la interacción de la fauna y la flora en las ciudades. En lugar de ser zonas aisladas, estos corredores permiten que las especies se desplacen con mayor libertad, garantizando su reproducción, alimentación y refugio. Al integrar corredores y huellas verdes, se evita la fragmentación de ecosistemas, lo que previene la extinción de especies locales y fomenta una biodiversidad más rica y saludable. Estos espacios también mejoran la calidad ambiental de las ciudades, ya que contribuyen a la purificación del aire, la regulación del clima y la reducción del ruido.

Además, los corredores verdes pueden ser puntos de encuentro para los ciudadanos, promoviendo la educación ambiental y el disfrute de la naturaleza en un contexto urbano. En Ciudad Obregón, estos elementos son especialmente relevantes para contrarrestar el impacto de la urbanización acelerada, ofreciendo refugios naturales que enriquecen el entorno y generan un equilibrio entre el desarrollo urbano y la conservación ambiental.

2.2.3. Drenaje sostenible e infraestructura azul: integrando el agua en la ciudad

La infraestructura azul, compuesta por elementos como jardines de lluvia, humedales y sistemas de drenaje sostenible, desempeña un papel esencial en la gestión del agua en las ciudades. En entornos urbanos, donde las

superficies impermeables predominan, las lluvias intensas pueden provocar inundaciones y desbordamientos.

La infraestructura azul actúa como una esponja natural, absorbiendo y filtrando el agua de lluvia, lo que no solo reduce el riesgo de inundaciones, sino que también mejora la calidad del agua y la recarga de acuíferos. Además, estos espacios acuáticos ofrecen hábitats para la biodiversidad, mejorando la riqueza ecológica del entorno.

Los humedales urbanos, por ejemplo, ayudan a mitigar el cambio climático al capturar carbono y regular el microclima. La integración de elementos acuáticos también tiene un impacto estético, creando entornos frescos y relajantes que contribuyen al bienestar de los ciudadanos. En Ciudad Obregón, donde el acceso al agua y el manejo de lluvias son temas críticos, la infraestructura azul podría ser una estrategia clave para enfrentar los desafíos climáticos y así poder ofrecer soluciones sostenibles que beneficien a la comunidad y al medio ambiente.

2.2.4. Casos emblemáticos de transformación urbana mediante la infraestructura verde

Los proyectos locales e internacionales demuestran cómo la infraestructura verde puede transformar entornos urbanos, promoviendo la sostenibilidad, mejorando la calidad de vida y fomentando la cohesión social. Ejemplos destacados incluyen el High Line en Nueva York [8, 9], un parque lineal construido sobre una antigua vía ferroviaria que revitalizó una zona urbana, y el Cinturón Verde de Seúl, que rodea la ciudad con un anillo de espacios verdes [10]. Estos proyectos muestran cómo la naturaleza puede integrarse creativamente en el diseño urbano para proporcionar beneficios ecológicos, económicos y sociales. En Ciudad de México, el Parque Ecológico Xochimilco es un ejemplo de infraestructura verde tradicional que conserva la biodiversidad mientras ofrece espacios recreativos y educativos [11]. Estos casos emblemáticos destacan la importancia de la participación ciudadana y la planificación integral para maximizar el impacto de las soluciones verdes.

En Ciudad Obregón, la inspiración de estos ejemplos puede ayudar a diseñar e implementar proyectos de corredores verdes bien planteados enfocados en los bordes canaleros como Bordo Nuevo, Bordo Prieto, entre otros, que respondan a las necesidades locales, transformando los espacios degradados en áreas que mejoren la vida de los residentes y el entorno urbano.

2.2.5. Desafíos y barreras para la implementación de la infraestructura verde

A pesar de sus múltiples beneficios, la implementación de la infraestructura verde enfrenta una serie de desafíos técnicos, financieros y sociales. Uno de los principales obstáculos es el financiamiento, ya que el desarrollo de estos proyectos puede requerir inversiones iniciales significativas. Asimismo, la falta de conocimientos técnicos especializados y la dificultad de integrar estos elementos en la planificación urbana convencional pueden complicar su desarrollo.

Otro desafío clave es la participación comunitaria, que es esencial para el éxito de estos proyectos; sin el apoyo y el compromiso de los ciudadanos, los espacios verdes pueden carecer del cuidado y uso adecuados. Además, las ciudades con alta densidad poblacional enfrentan el reto de encontrar espacios disponibles para estos proyectos. Superar estas barreras requiere enfoques innovadores, como la creación de asociaciones público-privadas, el uso de tecnologías avanzadas y la promoción de la educación ambiental [12, 13].

En Ciudad Obregón, estos desafíos deben abordarse mediante estrategias colaborativas que involucren a las autoridades, las comunidades y el sector privado, garantizando que la infraestructura verde sea una solución efectiva y duradera.

2.2.6. Integración con la infraestructura convencional: una sinergia para ciudades sostenibles

La infraestructura verde no busca reemplazar la infraestructura convencional, sino complementarla y potenciarla mediante un enfoque integrado que maximice sus beneficios. Cuando ambas formas de infraestructura trabajan en conjunto, se crean soluciones más sostenibles y resilientes que responden de mejor manera a las necesidades de las ciudades modernas. Por ejemplo, los árboles y áreas verdes, además de embellecer los espacios urbanos, cumplen funciones ecológicas esenciales, como absorber dióxido de carbono, disminuir la temperatura ambiente y brindar sombra natural. Estas características ayudan a reducir la necesidad de aire acondicionado y mejoran la durabilidad de los pavimentos, que se ven menos afectados por el calor extremo. Además, la infraestructura verde puede reducir la escorrentía del agua de lluvia, disminuyendo el riesgo de inundaciones en zonas urbanas al permitir que el agua sea absorbida y filtrada naturalmente.

Las soluciones híbridas son un claro ejemplo de cómo la infraestructura verde y la convencional pueden fusionarse para generar beneficios acumulativos. Por ejemplo, un techo verde equipado con paneles solares no solo contribuye a la generación de energía limpia, sino que también actúa como un aislante natural, reduciendo las necesidades energéticas de los edificios. Asimismo, jardines verticales que capturan y gestionan el agua de lluvia pueden transformar fachadas de concreto en áreas activas de biodiversidad, aportando un elemento estético que además favorece el medio ambiente. Para que esta integración sea efectiva, es fundamental contar con una planificación urbana holística que contemple desde el inicio el papel de la naturaleza y su relación con las estructuras urbanas. Es clave que los tomadores de decisiones, urbanistas, arquitectos y la comunidad trabajen juntos para diseñar una ciudad que integre la infraestructura verde como parte esencial de su desarrollo. En el contexto de Ciudad Obregón, esta sinergia entre infraestructura verde y convencional puede tener un impacto significativo. Con una adecuada implementación, la combinación de ambas puede ayudar a mitigar los desafíos ambientales específicos de la región, como el calor extremo, la escasez de agua y la contaminación del aire. Además, promueve un entorno urbano más habitable, donde la naturaleza y el desarrollo humano coexisten armónicamente, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos y fomentando una ciudad más resiliente y preparada para los desafíos futuros.

3. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas a los residentes y visitantes de las áreas verdes de los sectores mostraron la realidad del cómo cada persona logra percibir los elementos verdes de su alrededor, se encontró una relación de opiniones entre las colonias encuestadas, la mayoría de éstas comparten elementos o la carencia de los mismos, enfatizando así los factores que se tendrían que tomar en cuenta para poder rescatar o crear nuevas áreas.

Las encuestas también reflejaron un aumento posible de satisfacción futura al realizar modificaciones en los espacios, ya que muchas de las áreas se reconocen como espacios desperdiciados debido principalmente a la falta de mantenimiento y vegetación que permita poder estar dentro de las mismas. Este mayor uso se vincula no solo con el disfrute personal, sino también con una mejor percepción de seguridad. Muchas personas mencionaron

que sienten una comunidad más unida y un entorno más seguro, lo que muestra que estas iniciativas no solo mejoran la calidad de vida, sino que también fortalecen las relaciones y la confianza entre vecinos.

El análisis muestra que en el sector este de Ciudad Obregón de las 100 respuestas obtenidas, el 36 % de los encuestados se encuentran en el rango de edad de 18 a 30 años, siendo el grupo más representado. Le sigue el grupo de 31 a 45 años con un 26 %, el grupo de 46 a 60 años con un 21 % y finalmente, un 17 % de los encuestados tienen más de 60 años, ver Fig. 1.

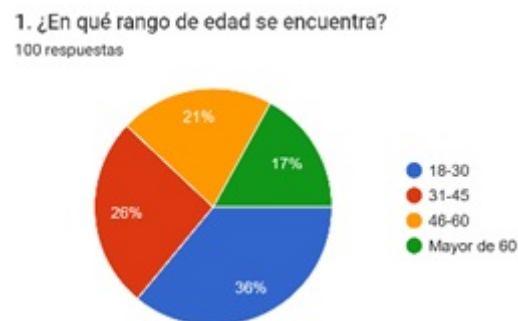


Figura 1. Rango de edad de los encuestados.

Al realizar la encuesta se pudo notar que los grupos que tenían menos conocimiento en cuestión del término “infraestructura verde” eran los grupos de edad más avanzada que en este caso serían los de 60 años en adelante, así como también dentro del grupo de los de 18 a 30 los jóvenes menores de 20 años también mostraban una desinformación acerca del tema.

Por lo tanto, la información es útil para poder saber a que grupos de edad estaría mejor inculcar este tipo de información y sus beneficios, además de que al conocer el rango de edad de los encuestados nos ayuda a entender las necesidades y expectativas específicas de cada grupo etario en relación con los espacios verdes. Por ejemplo, los más jóvenes podrían preferir áreas para deportes y socialización, mientras que los mayores pueden enfocarse en zonas de descanso y seguridad.

Al visitar las colonias pudo observarse que la mayor parte de los usuarios pertenecían al género femenino ya que conforman el 58 % de las entrevistas, mientras que el 42 % son de género masculino. No hay respuestas de personas que prefieran no decir su género, ver Fig. 2.

La distribución de género puede proporcionar información valiosa para diseñar espacios verdes que respondan de manera inclusiva a las necesidades de mujeres y hombres. Esto podría incluir áreas de seguridad reforzada para mujeres o características específicas de interés para distintos géneros.

2. ¿Cuál es su género?

100 respuestas

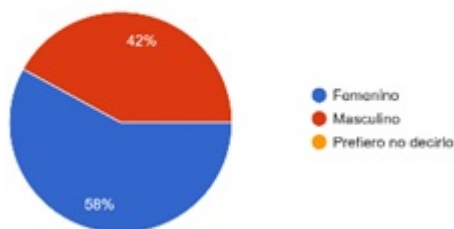


Figura 2. Resultados de género.

Se analizó la cantidad de cuantas personas viven en un solo hogar, la respuesta más predominante con 52 % de las 100 personas encuestadas fue de 3 a 4 personas por casa, el 27 % vive con 1 o 2 personas por casa y solo el 21 % vive con más de 5 personas por casa. Este dato nos ofrece una visión de la estructura familiar predominante y cómo afecta el uso de espacios verdes. Familias más grandes pueden necesitar áreas de recreo amplias o zonas de picnic, mientras que hogares más pequeños podrían buscar espacios más íntimos o especializados.

La distribución de ocupaciones muestra que el 18 % de los encuestados son estudiantes, el 37 % empleados, el 12 % ama/o de casa, el 19 % trabajan por cuenta propia y el 14 % son jubilados.

4. ¿A qué se dedica?

100 respuestas

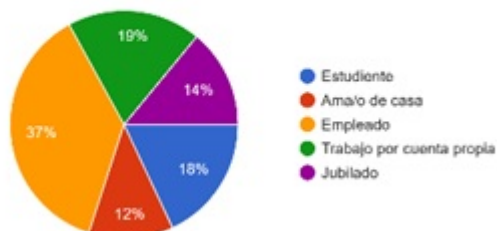


Figura 3. Distribución de la ocupación.

Esta información es útil para adaptar el diseño y mantenimiento de áreas verdes de acuerdo con las actividades predominantes de los habitantes. Por ejemplo, la alta proporción de amas de casa y estudiantes sugiere que los espacios verdes pueden enfocarse en actividades recreativas, educativas y familiares, de acuerdo con las recomendaciones para el diseño de infraestructuras verdes que fomenten la cohesión social y el uso comunitario.

La mayor parte de los encuestados que en este caso es el 59 %, vive en la colonia Benito Juárez, mientras que el resto está distribuido prácticamente de forma uniforme. Saber que la mayoría de los encuestados reside en Benito

Juárez permite priorizar el desarrollo y la rehabilitación de áreas verdes en esta colonia, maximizando el impacto de las intervenciones. Los documentos sugieren que focalizar recursos en áreas con alta densidad de usuarios mejora la percepción y el uso de los espacios.

El 67 % de los encuestados lleva más de 10 años en su hogar, el 13 % entre 6 y 10 años, el 15 % de 1 a 5 años, y solo el 5 % menos de un año. Este dato sugiere que la mayoría de los habitantes tiene una residencia prolongada, lo cual puede traducirse en un mayor compromiso con el mantenimiento y cuidado de las áreas verdes. Según el documento, una comunidad estable tiende a valorar y cuidar los espacios públicos, siendo una ventaja para proyectos de largo plazo en infraestructura verde.

El 5 % de esta población visita estas áreas diariamente, el 15 % varias veces por semana, el 45 % una vez por semana, y el resto nunca. Por lo que La alta proporción de personas que visitan áreas verdes al menos semanalmente muestra una demanda significativa por estos espacios, pero el 35 % que no los visita podría indicar barreras de acceso o falta de atractivo. Este dato es útil para entender los hábitos de la comunidad y adaptar los espacios a las necesidades mencionadas en los demás resultados.

Por otra parte, El 57 % indica que sí tiene acceso fácil a áreas verdes, el 17 % menciona que hay pero no son de fácil acceso, y el 26 % dice que no hay. Con esta información, es posible identificar aproximadamente la cantidad de personas que tienen carencia de un área verde y así poder crear o mejorar dichas áreas en zonas con acceso limitado. Cabe resaltar que los usuarios realizaron énfasis en que las zonas que no cumplen con accesibilidad son aquellas que no tienen espacios o banquetas para transitar, no cuentan con rampas o caminos lisos para las personas con discapacidad, así como también carecen de algún tipo de adaptación enfocado en la inclusión a todo público.

Un 75 % de los encuestados considera que los espacios verdes de su colonia son seguros de día, pero no de noche, el 15 % cree que no son nada seguros y solo el 10 % opina que son seguros en todo momento. Por lo que, la percepción de inseguridad influye en la manera en que las personas usan los espacios verdes. Mejorar la seguridad mediante iluminación adecuada, vigilancia o diseño espacial es clave para fomentar el uso de estos lugares y fortalecer el tejido social.

Dado el impacto del calor en el uso de las áreas verdes, es esencial incorporar elementos de sombra, fuentes de agua y diseños que mitigan el efecto del calor, creando espacios más cómodos y funcionales para la comunidad.

De igual manera se observa que un 48 % de los encuestados prefiere áreas de picnic o mesas con sombra en los parques,

el 28 % se inclina por juegos para niños y el 24 % prefiere caminos para caminatas o correr.

Las preferencias sobre elementos en los parques reflejan el interés de la comunidad en espacios que promuevan la interacción social, la actividad física y la convivencia familiar. Esto puede orientar futuras inversiones y planes de diseño de parques.

El 58 % de los encuestados prefiere actividades deportivas, el 22 % opta por actividades familiares o sociales, el 18 % por actividades recreativas, y un 2 % elige actividades artísticas. Identificar los tipos de actividades más demandadas permite diseñar y programar espacios que se adapten a las preferencias de los usuarios. Esto puede incluir canchas deportivas, áreas recreativas o zonas para eventos culturales, ver Fig. 4.



Figura 4. Preferencias de distribución

La evaluación de las áreas verdes y espacios comunitarios en Ciudad Obregón, Sonora, evidencia tanto fortalezas como áreas de oportunidad. En términos ecológicos, la vegetación de parques y jardines cumple su función al proporcionar sombra y frescura gracias a los árboles de gran tamaño. Sin embargo, su aspecto estético es poco atractivo, lo que puede limitar la experiencia de los usuarios. Además, la vegetación requiere mantenimiento constante, como riego y limpieza, lo que demanda recursos y atención por parte de las autoridades.

El 35 % de los encuestados destaca la falta de cuidado en las zonas verdes como la principal problemática. Le siguen la inseguridad (20 %), la iluminación insuficiente (18 %) y la falta de accesibilidad para personas con discapacidad (13 %). El 14 % menciona todas las problemáticas anteriores. Conocer estas problemáticas proporciona un enfoque claro sobre áreas de mejora en la gestión de los espacios verdes, desde mantenimiento, seguridad y accesibilidad, hasta la creación de políticas públicas que respondan a estas necesidades.

Aunque algunos espacios cuentan con mobiliario urbano para actividades físicas, la mayoría carece de iluminación pública adecuada, lo que genera una percepción de inseguridad durante la noche y limita el uso seguro de

estas áreas en horarios nocturnos.

En cuanto a biodiversidad, no existen corredores ecológicos que favorezcan la conectividad entre espacios naturales, lo que restringe las oportunidades de promover la flora y fauna locales en el entorno urbano.

Finalmente, los parques carecen de servicios básicos como bebederos, sanitarios y un mantenimiento constante en sus instalaciones, lo que afecta la comodidad y satisfacción de los usuarios. Estos problemas limitan la funcionalidad y el potencial de las áreas verdes como puntos de encuentro y recreación comunitaria.

A su vez se pudo concluir que a pesar de que en el sector se ubican más mujeres, son más los hombres los que utilizan las áreas debido a que la inseguridad y falta de iluminación son los factores principales por los cuales ciertas mujeres no se sienten seguras al ir a realizar actividades a dichas zonas.

En base a las encuestas y las conversaciones con los usuarios se pudo comprender que las principales colonias donde se registró una insuficiencia de iluminación fueron la colonia Benito Juárez y colonia Campanario. La colonia que presenta mayor índice de inseguridad es la colonia Cajeme. La colonia Las Haciendas presentó una mayor carencia de accesibilidad para personas con discapacidad y por último la principal colonia con falta de mantenimiento es la Lindavista.

Otro punto importante que destacó en los resultados fue que los usuarios realizaron énfasis en que las zonas que no cumplen con accesibilidad son aquellas que no tienen espacios o banquetas para transitar, no cuentan con rampas o caminos lisos para las personas con discapacidad.

Además, distintos usuarios comentaron que un factor que consideran importante es la participación ciudadana, ya que en diversos parques o zonas verdes en sus inicios estaban bien conservados y que por el mismo descuido de la comunidad o el mal uso de las instalaciones fue degenerando lentamente la zona, un ejemplo de una situación así es el centro deportivo Benito Juárez, donde los espacios designados para el deporte están completamente abandonados, sin mantenimiento, además que hace un par de años se llevó a cabo una demolición de una escuela primaria que se encontraba en muy malas condiciones y la misma, colindaba con el centro deportivo, dicho terreno en el que se ubicaba la escuela iba a ser donado para la creación de una zona de área verde para complementar la sección de el centro deportivo; los usuarios comentaban que al finalizar la demolición ni siquiera se llevó a cabo una limpieza por parte de las autoridades correspondientes, por lo cual dicha zona

se encuentra clausurada por escombros que además de afectar la funcionalidad también afecta el desarrollo de la comunidad e incluso el uso de esa sección, por lo tanto hubo testimonios de personas que disminuyeron sus actividades físicas de la zona.

4. Conclusiones

La conclusión de la investigación sobre la infraestructura verde en Ciudad Obregón, respaldada por los datos de las encuestas, refleja la importancia de rehabilitar y mejorar las áreas verdes, contribuyendo al bienestar social y ambiental. Entre las aportaciones más destacadas, se encuentra la identificación de las principales necesidades de la comunidad, como la seguridad, mayor cobertura de vegetación, accesibilidad y áreas para actividades familiares y recreativas. Las encuestas confirman que los espacios verdes impactan la percepción de seguridad y el bienestar de la población, además de mostrar interés por zonas de sombra, árboles y actividades deportivas.

Los alcances del trabajo incluyen proporcionar datos concretos sobre la percepción comunitaria y elementos clave para diseñar políticas de infraestructura verde que fomenten la cohesión social, la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático. Las limitaciones residen principalmente en el tamaño muestral y la capacidad de generalizar resultados a toda la ciudad, así como posibles dificultades de implementación por factores económicos o técnicos.

Las aplicaciones de esta investigación son amplias: desde la planificación urbana sostenible hasta la promoción de espacios comunitarios más inclusivos, verdes y seguros. La colaboración entre autoridades, sociedad civil y profesionales será fundamental para maximizar el impacto positivo de estos proyectos, transformando entornos urbanos en lugares más resilientes y habitables.

Referencias

- [1] World Health Organization et al. Urban green spaces and health. Technical report, World Health Organization. Regional Office for Europe, 2016.
- [2] Payam Dadvand, Xavier Bartoll, Xavier Basagaña, Albert Dalmau-Bueno, David Martinez, Albert Ambros, Marta Cirach, Margarita Triguero-Mas, Mireia Gascon, Carme Borrell, et al. Green spaces and general health: roles of mental health status, social support, and physical activity. *Environment international*, 91:161–167, 2016.
- [3] Yan Wang and Yinyin Xu. Global Development Policy Center. Available online: <https://www.bu.edu/gdp/2023/07/24/why-governments-must-protect-and-invest-in-green-natural-capital-for-a-sustainable-future/>. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [4] Mark J Nieuwenhuijsen. Green infrastructure and health. *Annual Review of Public Health*, 42(1):317–328, 2021.
- [5] Greg Browder, Suzanne Ozment, I Rehberger Bescos, Todd Gartner, and Glenn-Marie Lange. Integrating green and gray. *Washington, DC: World Bank and World Resources Institute*, 2019.
- [6] Charles J Vörösmarty, Ben Stewart-Koster, Pamela A Green, Edward L Boone, Martina Flörke, Günther Fischer, David A Wiberg, Stuart E Bunn, Anik Bhaduri, Peter B McIntyre, et al. A green-gray path to global water security and sustainable infrastructure. *Global Environmental Change*, 70:102344, 2021.
- [7] David Hochman. Available online: <https://www.forbes.com/sites/davidhochman/2022/07/01/best-of-mexico-city-2022-what-to-do-taste-and-protect\discretionary{\char\hyphenchar\font}{\}\experience-in-cdmx/?sh=4a36f607d802>. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [8] Joshua David and Robert Hammond. *High Line: The inside story of New York City's park in the sky*. Farrar, Straus and Giroux New York, 2011.
- [9] Steven Lang and Julia Rothenberg. Neoliberal urbanism, public space, and the greening of the growth machine: New york city's high line park. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 49(8):1743–1761, 2017.
- [10] Dong-Wook Lee, Kyong-Jae Lee, Bong-Ho Han, Jae-Hoon Jang, and Jong-Yup Kim. Change of green space arrangement and planting structure of apartment complexes in seoul. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 40(4):1–17, 2012.
- [11] Clifford J Wirth and Continental Plaza Hotel. The governmental response to environmental degradation in the xochimilco ecological zone of mexico city. In *Prepared for delivery at the 1997 meeting of the Latin American Studies Association, Continental Plaza Hotel, Guadalajara, Mexico*. Citeseer, 1997.

- [12] Matthew E Kahn. *Green cities: urban growth and the environment*. Rowman & Littlefield, 2007.
- [13] Monika Janiszek and Robert Krzysztofik. Green infrastructure as an effective tool for urban adaptation—solutions from a big city in a postindustrial region. *Sustainability*, 15(11):8928, 2023.



Toma ilegal de inmuebles en Ciudad Obregón

M.A. Velázquez-Calvo¹, J.H. Sarmiento-Medrano¹, R. Anguiano-Aldama^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: ranguiano@itesca.edu.mx

Resumen: *La ocupación ilegal de viviendas abandonadas es un fenómeno que surge principalmente por la falta de acceso a vivienda, la pobreza y la especulación inmobiliaria. Las personas que ocupan estos inmuebles lo hacen a menudo como último recurso para conseguir un lugar donde vivir, especialmente en contextos de crisis económica. Esta práctica tiene consecuencias graves tanto para los propietarios como para las comunidades, como la depreciación de las propiedades, el aumento del crimen y la inseguridad, además de la degradación del entorno urbano. En algunos casos, los grupos criminales aprovechan estas viviendas para actividades ilegales, como narcotráfico o lavado de dinero. Para abordar eficazmente el problema, las autoridades locales deben implementar un enfoque integral que combine diversas estrategias. Esto incluye acciones legales para desalojar a los ocupantes ilegales, programas de vivienda asequible para prevenir la ocupación ilegal y la rehabilitación de viviendas abandonadas. También es importante regular la especulación inmobiliaria para evitar que las propiedades se dejen vacías o se utilicen como activos especulativos. Además, se deben ofrecer programas de apoyo social a las personas en situación de vulnerabilidad y mejorar la seguridad pública para reducir la influencia del crimen organizado. Así, se puede abordar tanto las causas subyacentes como las consecuencias de la invasión de inmuebles.*

Palabras clave: Habitabilidad, Vivienda social, Abandono, Políticas, Urbanismo.

Abstract: *The illegal occupation of abandoned homes is a phenomenon that arises mainly due to lack of access to housing, poverty and real estate speculation. People who occupy these properties often do so as a last resort to find a place to live, especially in context of economic crisis. This practice has serious consequences for both homeowners and communities, such as property depreciation, increased crime and insecurity, as well as degradation of the urban environment. In some cases, criminal groups take advantage of these homes for illegal activities, such as drug trafficking or money laundering. To effectively address the problem, local authorities must implement a comprehensive approach that combines various strategies. This includes legal action to evict squatters, affordable housing programs to prevent squatting, and rehabilitation of abandoned homes. It is also important to regulate real estate speculation to prevent properties from being left empty or used as speculative assets. In addition, social support programs must be offered to people in vulnerable situations and public security must be improved to reduce the influence of organized crime. Thus, both the underlying causes and consequences of property invasion can be addressed.*

Keywords: Habitability, Social housing, Abandonment, Policies, Town planning.

1. Introducción

El trabajo aborda el fenómeno de la ocupación ilegal de viviendas abandonadas, donde individuos toman posesión de propiedades desocupadas sin el consentimiento del propietario. El objetivo principal consiste en analizar este problema desde diversas perspectivas, incluyendo

las implicaciones legales y las causas socioeconómicas subyacentes, con el objetivo de resolver de manera eficaz el desafío que representa la ocupación ilegal [1,2].

Problema de estudio: Invasión (toma ilegal de inmuebles). La ocupación de viviendas abandonadas es un fenómeno en el que individuos toman posesión ilegal de propiedades desocupadas, generalmente con la intención de residir en ellas sin el consentimiento del propietario [3,4]. Este asunto puede ser analizado desde distintas perspectivas: Desde el punto de vista legal, la ocupación ilegal

está sujeta a las leyes y normativas de cada país o área jurisdiccional. En muchos casos, esta acción es considerada como un delito o una infracción civil, lo que otorga a los propietarios el derecho de desalojar a los ocupantes mediante procesos legales. No obstante, en algunas situaciones, las leyes pueden brindar protección a los ocupantes ilegales, especialmente si han habitado la propiedad por un período prolongado y pueden argumentar derechos de posesión. Las causas subyacentes de la ocupación ilegal suelen estar relacionadas con factores socioeconómicos, como la falta de vivienda, la pobreza, la especulación inmobiliaria y las crisis económicas. Las personas pueden recurrir a esta práctica como una manera de asegurar vivienda asequible cuando no tienen los recursos para pagar alquileres o adquirir una casa en el mercado convencional.

Esta ocupación ilegal puede tener repercusiones tanto para los propietarios como para la comunidad en general. Los dueños de las propiedades pueden sufrir pérdidas económicas debido a la depreciación del inmueble, los gastos legales asociados con el desalojo de los ocupantes ilegales y los daños causados a la propiedad. Además, la presencia de ocupantes ilegales puede generar preocupaciones de seguridad y contribuir a la degradación del vecindario, afectando la calidad de vida de los residentes locales y disminuyendo el valor de las propiedades circundantes [5].

Abordar este problema requiere de enfoques integrales que consideren tanto las causas subyacentes como las consecuencias del fenómeno. Esto puede implicar medidas legales para proteger los derechos de propiedad, programas de vivienda asequible para abordar la falta de vivienda, iniciativas de rehabilitación urbana para revitalizar áreas con viviendas abandonadas y políticas que desalienten la especulación inmobiliaria y fomenten la ocupación responsable de las propiedades desocupadas [6].

Además, es importante brindar apoyo social y servicios a las personas en situación de vulnerabilidad que recurren a la ocupación ilegal como último recurso.

En el caso de Ciudad Obregón, si existen problemas de invasiones de casas abandonadas, es probable que las autoridades locales están tomando medidas para abordar esta situación. Esto podría incluir acciones legales para desalojar a los ocupantes ilegales, así como programas de vivienda y desarrollo urbano para abordar las necesidades de vivienda de la población [7].

2. Método

En este estudio, empleamos dos métodos de investigación fundamentales para la recolección de datos: la encuesta y la observación. Ambos enfoques nos permiten obtener información tanto de manera directa como indirecta, complementándose entre sí para proporcionar una visión más completa y detallada del fenómeno en cuestión.

La encuesta fue utilizada como herramienta principal para recopilar datos de un grupo amplio de participantes. A través de preguntas estructuradas, buscamos obtener respuestas específicas sobre opiniones, actitudes, comportamientos y características de los individuos en relación con el tema de investigación. Este método permite la recopilación de grandes volúmenes de información de manera rápida y eficiente, lo que facilita el análisis cuantitativo y la identificación de patrones generales en la población estudiada, ver Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de INEGI, casas de la colonia.

Viviendas		
	Total de viviendas	9,441
	Total de viviendas particulares	9,426
	Viviendas particulares habitadas	8,400
	Viviendas particulares no habitadas	806

3. Resultados

Inseguridad que perciben los habitantes:

Las mujeres parecen haber participado más activamente en la encuesta, con un número significativamente mayor de respuestas en comparación con los hombres.

Un número reducido de encuestados prefirió no responder a algunas preguntas, lo que podría indicar cierta incertidumbre o reticencia a expresar su opinión. Aunque la inseguridad es percibida como el mayor impacto por ambos géneros, existe una ligera diferencia en la distribución de respuestas.

Las mujeres parecen percibir un mayor impacto en la desorganización del entorno urbano y en la desvalorización de propiedades en comparación con los hombres.

Los hombres muestran una menor percepción del impacto en la desvalorización de propiedades.

Conocimiento relacionado al tema:

Es posible que las personas encuestadas no tengan un conocimiento completo de todas las acciones implementadas, lo que podría sesgar sus respuestas hacia una percepción más positiva.

La percepción de efectividad puede estar influenciada por la experiencia personal de cada individuo con la toma ilegal de inmuebles [8]. Los resultados de la encuesta indican una percepción positiva sobre la efectividad de las acciones implementadas para prevenir la toma ilegal de inmuebles, ver Fig. 1. Sin embargo, es necesario realizar estudios más profundos para comprender mejor las razones detrás de esta percepción y para identificar áreas de mejora.

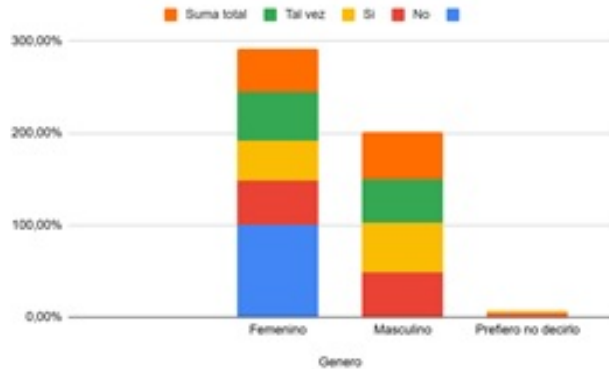


Figura 1. Grafica de resultados.

Participación de la ciudadanía:

La acción más común reportada es "No he tomado ninguna acción específica". Esto sugiere que a pesar de la preocupación por la toma ilegal de inmuebles, una parte significativa de la población encuestada no ha llevado a cabo acciones concretas.

Un número considerable de personas ha colaborado con organizaciones para abordar esta problemática. Esto indica un nivel de conciencia y compromiso ciudadano.

Aunque menos frecuente que la colaboración con organizaciones, un número significativo de personas ha informado a las autoridades sobre casos de toma ilegal de inmuebles.

Los datos sugieren que existe una preocupación generalizada por la toma ilegal de inmuebles, pero que la respuesta a esta problemática es heterogénea. Si bien hay un número considerable de personas que han tomado acciones para prevenir este delito, también hay un grupo importante que no ha realizado ninguna acción, estos resultados se muestran en la Fig. 2.

Soluciones viables:

Al igual que en el análisis anterior, las mujeres parecen haber participado más activamente en la encuesta, con un número significativamente mayor de respuestas en comparación con los hombres. La mayoría de los encuestados consideran que el fortalecimiento de la

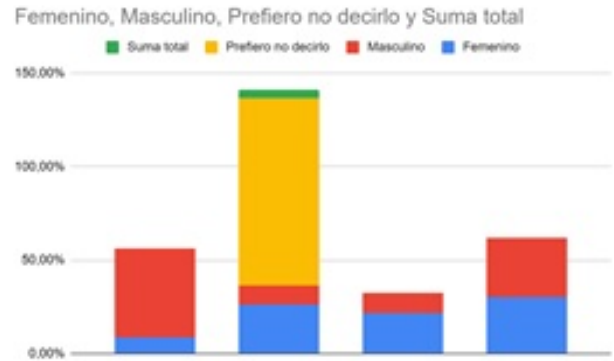


Figura 2. Grafica de resultados.

vigilancia y la presencia policial es la medida más efectiva para abordar el problema de las tomas ilegales. Debido a que no se observan diferencias significativas en la percepción entre hombres y mujeres. Tanto hombres como mujeres consideran que el fortalecimiento de la vigilancia policial es la medida más efectiva.

Los inmuebles evaluados presentan una amplia gama de problemas, desde daños estructurales hasta cuestiones de higiene y seguridad.

Algunos problemas pueden estar relacionados entre sí. Por ejemplo, la falta de recursos puede estar asociada con daños en la vivienda y falta de servicios públicos.

Al evaluar el estado de una vivienda, se toman en cuenta varios aspectos importantes que nos permiten entender su situación general. Estos aspectos incluyen el estado de la estructura de la casa, los servicios públicos disponibles, la vegetación circundante, la presencia de contaminación visual, la seguridad del inmueble y los posibles signos de falta de recursos económicos. Para cada uno de estos puntos, se asigna una calificación en una escala del 1 al 4, donde 4 indica que el estado es óptimo y 1 significa un alto nivel de deterioro, esto se puede observar en la Fig. 3.

CATEGORÍA	1	2	3	4	Observaciones
DAÑOS EN LA VIVIENDA	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas.
SERVICIOS PÚBLICOS	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas.
VEGETACIÓN	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas.
CONTAMINACIÓN VISUAL	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas.
SEGURIDAD DEL INMUEBLE	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas.
FALTA DE RECURSOS	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	SE OBSERVAN DAÑOS EN LAS PAREDES, PUERTAS Y VENTANAS.	Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas. Se observan daños en las paredes, puertas y ventanas.

Figura 3. Ficha de observaciones.

En cuanto a los daños en la vivienda, se observan daños evidentes en las paredes, puertas y ventanas, lo que indica

un deterioro general de la estructura. Este tipo de daños no solo afecta la funcionalidad del hogar, sino que también contribuye a una sensación de abandono. En relación con los servicios públicos, no se reportan problemas graves, lo que es positivo, ya que el acceso a agua, electricidad y drenaje parece estar funcionando correctamente.

La evaluación de la vivienda revela varios problemas, como daños en la estructura, con paredes, puertas y cristales deteriorados. Afortunadamente, los servicios públicos (agua, electricidad, saneamiento) no presentan fallas. Sin embargo, el entorno muestra un crecimiento descontrolado de vegetación y acumulación de basura, lo que contribuye a la sensación de abandono. Además, hay modificaciones improvisadas en la vivienda, como bardas y láminas, lo que refleja una falta de recursos, ver Fig. 4.

NÚMERO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1	CONDICIÓN DE LA VIVIENDA	2	Se observó un deterioro en las paredes de las viviendas, las puertas y los cristales de las ventanas.
2	SERVICIOS PÚBLICOS	4	No se observó ningún daño en los servicios públicos.
3	VEGETACIÓN	1	Se observó el crecimiento de vegetación descontrolada en la zona, lo cual contribuye a un aspecto poco atractivo del entorno.
4	CONTAMINACIÓN VISUAL	3	Se observó que la vivienda se encuentra afectada de manera considerable, ya que se aprecia el uso de láminas y bardas para cubrir las modificaciones realizadas por los habitantes. Estas modificaciones afectan la estética visual de la vivienda y contribuyen a una sensación de abandono. La colocación de láminas y bardas en la fachada de la vivienda es una modificación improvisada que afecta la estética del lugar, así como también puede comprometer la calidad estructural de la vivienda.
5	SEGURIDAD DEL HABITANTE	2	Se logró observar control al tránsito cuando se usó la fuerza de persuasión de voluntarios locales, pero se reportó que los habitantes continúan con el uso del espacio con frecuencia para vender o comprar mercancías.
6	FALTA DE RECURSOS	1	Se observó la falta de recursos materiales de los habitantes, lo que se refleja en las modificaciones improvisadas en la vivienda, así como en el uso de láminas y bardas para cubrir las modificaciones.

Figura 4. Ficha de observaciones.

La seguridad es insuficiente, ya que, a pesar de las medidas básicas como rejas, se han registrado intentos de intrusión. También se observa una clara falta de recursos económicos, reflejada en las adaptaciones improvisadas realizadas por los residentes.

Para mejorar las condiciones, se recomienda una inspección estructural para reparar los daños, realizar una limpieza profunda y controlar la vegetación, reforzar la seguridad con medidas adicionales y asegurar el acceso adecuado a servicios básicos. Además, es fundamental implementar programas de apoyo social y económico para ayudar a los residentes a mejorar sus condiciones de vida.

La vivienda evaluada se encuentra en buenas condiciones generales. No presenta daños estructurales visibles, y los servicios públicos como agua, electricidad y saneamiento están en buen estado. Sin embargo, la vegetación muestra un ligero descuido, con crecimiento descontrolado que afecta la estética, aunque no es un problema grave. El entorno está limpio, sin contaminación visual.

En cuanto a la seguridad, se han observado intentos de intrusión, lo que indica que las medidas de protección actuales necesitan ser mejoradas. A pesar de esto, no hay falta de recursos evidentes, ya que la vivienda parece estar bien equipada y en condiciones funcionales.

4. Conclusiones

El texto destaca la importancia de garantizar la calidad de vida en asentamientos populares, subrayando que el acceso a una vivienda digna es un derecho humano fundamental. Se propone un enfoque integral que incluye planificación urbana, diseño arquitectónico y acceso a servicios básicos. Se analizan las causas del abandono de viviendas en México, como la pobreza, la violencia y la falta de oportunidades económicas, así como los impactos socioeconómicos de la ocupación ilegal, que incluyen la pérdida de ingresos para propietarios y la degradación del entorno urbano.

Además, se presentan siete elementos que definen una vivienda adecuada, y se discute la importancia de la iluminación pública para la seguridad y el desarrollo social. Se menciona el proceso de usucapión para adquirir propiedades abandonadas y se plantean la necesidad de establecer estándares de calidad en la vivienda social.

El documento también aborda la ocupación ilegal de viviendas abandonadas en Ciudad Obregón, identificando sus causas y la influencia del crimen organizado. Se enfatiza la necesidad de legislación clara, programas de rehabilitación de viviendas y cooperación interinstitucional para abordar el problema de manera integral, buscando mejorar la seguridad y el bienestar de la comunidad.

Referencias

- [1] Víctor López and Leticia Peña. "solares baldíos", la problemática actual de la vivienda de interés social en Juárez, México. *Economía creativa*, (5):74–92, 2016.
- [2] Arturo Nicolai Martínez. Vivienda en abandono. análisis socio espacial de la vivienda abandonada en México. *Territorios en formación*, (12):41–54, 2017.
- [3] Avihay Dorfman and Assaf Jacob. The fault of trespass. *University of Toronto Law Journal*, 65(1):48–98, 2015.
- [4] Bob Cunha. No trespassing: How state constitutions can prevent warrantless searches of private property. *T. Marshall L. Rev.*, 48:1, 2023.
- [5] Matthew Murphy Furlong. *The Politics of Invasion: Northern Mexican Public Housing, Land Struggle History, and the Twilight of an Infrastructure-Building State*. PhD thesis, The University of Chicago, 2021.

- [6] Inés Escobar González and Mercedes González de la Rocha. Pobreza y vivienda en guadalajara, méxico, de 1980 a 2020. *Revista mexicana de sociología*, 86(4):935–961, 2024.
- [7] Daniela María Acosta Campoy. Asentamientos informales, caso de estudio infravivienda en invasión polígono 4 de marzo en hermosillo, sonora, méxico. Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2015.
- [8] Raúl Holguín Ávila and Elvira Maycotte Pansza. Vivienda social invadida y la percepción de soledad: Un estudio de caso sobre los fraccionamientos con viviendas deshabitadas en el suroriente de ciudad juárez. *Nóesis. Revista de ciencias sociales*, 33(66):57–74, 2024.



Eficiencia energética en los hogares en Ciudad Obregón

M.F. Arguelles-Márquez¹, C.P. Morales-Conant¹, J.M. Romero-Balderrama^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: jlbalderrama@itesca.edu.mx

Resumen: La eficiencia energética en los hogares es un aspecto esencial y prioritario para disminuir el uso de recursos naturales, reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del confort de los ocupantes en las viviendas de todos los mexicanos. En esta investigación se plantea la problemática del consumo energético en viviendas en Ciudad Obregón, Sonora enfocada en la zona central de la ciudad y se proponen estrategias eficaces para mejorar esa eficiencia. Uno de los principales objetivos es detectar y utilizar materiales termoaíslantes en la envolvente de la vivienda, usar una ventilación cruzada adecuada, la iluminación y el uso de energías limpias en los hogares, de tal manera que se logre constatar que sea aplicada en la práctica. La metodología incluye revisión de la literatura y el análisis de casos prácticos que aplican esas estrategias en los diferentes tipos de vivienda y en diferentes climas. Los resultados se traducen en la energía y la economía asociadas a estos aspectos. Finalmente, se presentan las medidas de eficiencia energética en los hogares como un resultado viable para reducir costos, aumentar la sostenibilidad y combatir la emisión de gases de efecto invernadero.

Palabras clave: Eficiencia energética, Hogar sostenible, Energía renovable, Aislamiento térmico, Climatización eficiente.

Abstract: Energy efficiency in homes is an essential and priority aspect to reduce the use of natural resources, reduce the environmental impact and improve the quality of comfort for the occupants in the homes of all Mexicans. In this research, the problem of energy consumption in homes is raised and effective strategies are proposed to improve this efficiency. One of the main objectives is to detect and use heat-insulating materials in the housing envelope, use adequate cross ventilation, lighting and the use of clean energy in homes, in such a way that it can be verified that it is applied in practice. The methodology includes a review of the literature and the analysis of practical cases that apply these strategies in different types of housing and in different climates. The results translate into the energy and economy associated with these aspects. Finally, energy efficiency measures in homes are presented as a viable result to reduce costs, increase sustainability and combat the emission of greenhouse gasses.

Keywords: Energy efficiency, Sustainable home, Renewable energy, Thermal insulation, Efficient HVAC.

1. Introducción

El sector residencial es el mayor consumidor de energía a nivel mundial, cubriendo aproximadamente el 20 % de la demanda. En México, el porcentaje es del 25 %, por lo tanto, las oportunidades de mejorar la eficiencia energética en los hogares son significativamente altas [1-3]. Ciudad Obregón, Sonora, sigue sufriendo de calor, por lo que la aplicación de medidas efectivas de economía de energía es imprescindible. Los hogares en la región son tradicionales y presentan características como bajo aislamiento térmico, uso de materiales energéticamente ineficaces y anticuados para la refrigeración, entre otros

[4]. El consumo de energía excesivo reduce la economía de la familia y agrava las emisiones de gases de efecto invernadero, acelerando el cambio climático en general [5,6].

2. Método

El objetivo del presente artículo es analizar estas cuestiones específicas, sus razones y proponer una solución viable, considerando las características climáticas y socioeconómicas de la región. A través de un enfoque sistémico, se pueden reducir las brechas energéticas y mejorar la calidad de vida de los residentes.

La metodología de esta investigación se enfoca en el

método cuantitativo, que se lleva a cabo a través de la recolección y el análisis de datos numéricos a partir de encuestas estructuradas. Las encuestas fueron aplicadas a 100 residentes de Ciudad Obregón, elegidos al azar en diversas zonas de la ciudad, buscando obtener una muestra diversificada y representativa. El instrumento de recolección contaba con 24 preguntas dirigidas a establecer patrones de consumo de energía, las características de la vivienda e instalaciones de servicios utilizados por los participantes, además de su nivel de conocimiento sobre el tema. Los datos recopilados se sometieron a un análisis estadístico descriptivo para identificar las tendencias dominantes y los puntos críticos que pueden atacarse con acciones específicas.

Para darle más profundidad a la encuesta a continuación, les mostraremos las graficas donde podrán observar los valores que obtuvimos se explica que en el proyecto de Eficiencia Energética, los resultados que emergen de los instrumentos cuantitativos se describen mediante la construcción de gráficos que representan las tendencias de las respuestas a las preguntas fundamentales de los cuestionarios aplicados. Las gráficas en cuestión exponen los patrones que emergen en temas como el uso medio de dispositivos de climatización, la cantidad de energía consumida en diferentes épocas del año y las prácticas habituales de los habitantes en relación a la eficiencia energética. Cada gráfico se complementa con una interpretación suficientemente detallada que ayuda a contextualizar y comprender el comportamiento de los encuestados y, en este sentido, tratar de realzar los elementos que más determinan el consumo energético del hogar.

También, cada interpretación se acompaña con una descripción de las decisiones proyectadas, en función de estas evidencias, que tienen como objetivo el ámbito de la eficiencia energética de los hogares de los habitantes de la población estudiada. Por otra parte, y en el caso de los instrumentos cualitativos, entrevistas y fichas de observación, se estudian para hallar una descripción detallada de las percepciones, las barreras y las motivaciones a la hora de abordar prácticas de Eficiencia Energética. Este tipo cualitativo de datos aporta una mirada mucho más viva de las experiencias/tipos de habitus y de las representaciones de los habitantes tal como los habitan; por lo tanto, poder derivar estrategias más cercanas a los actores sociales o residentes de la población estudiada. Por último, en una sección de anexos se incorporan los instrumentos de recolección de la información, en este caso, los cuestionarios, los guiones de entrevistas y las fichas de observación para sustentar

el contexto de los resultados presentados.

3. Resultados

El análisis muestra que en Ciudad Obregón el interés por la eficiencia energética es mayor entre personas de 40 a 60 años, que representan el 43.8 % de la muestra. Les siguen los jóvenes de 18 a 30 años, con un 26 % de participación, posiblemente motivados por su conciencia ambiental. Los grupos de 31 a 45 años y mayores de 60 años tienen menor representación, con un 19.8 % y 10.4 %, respectivamente. En resumen, la encuesta sugiere que el interés en la eficiencia energética en Ciudad Obregón es más alto entre personas de 40 a 60 años, seguido por los jóvenes de 18 a 30 años. Estos resultados podrían guiar futuros esfuerzos de concienciación y programas enfocados en eficiencia energética, adaptándose a los intereses y niveles de participación de cada grupo de edad, Fig. 1.



Figura 1. Rango de edades de los encuestados.

De las 100 personas encuestadas, el 56 % se identificó como femenino, es decir, 56 personas, mientras que el 44 % se identificó como masculino. Esta distribución muestra una participación ligeramente mayor de mujeres en la encuesta sobre eficiencia energética en los hogares de Ciudad Obregón. Esto podría reflejar que las mujeres están más interesadas o involucradas en temas relacionados con el consumo y la gestión energética del hogar. La información es útil para identificar patrones de participación y podría ser relevante al diseñar campañas de concientización o programas específicos dirigidos a cada género en el contexto de la eficiencia energética.

La encuesta de eficiencia energética en los hogares de Ciudad Obregón revela que la mayoría de los participantes vive en hogares de tamaño medio, con entre 3 y 4 personas (58 %), mientras que un cuarto de los hogares (25 %) está compuesto por 5 o más personas, y el 17 % corresponde a viviendas con solo 1 o 2 ocupantes. Esto sugiere una estructura familiar en su mayoría de tamaño medio a grande en la región, Fig. 2.

En cuanto a la ocupación, el grupo más representado en la muestra son los empleados, quienes constituyen el 46 % de los encuestados. Le siguen los comerciantes, que



Figura 2. Cantidad de personas por vivienda.

representan un 19 %, y los jubilados, con un 10 %. Las amas de casa y los trabajadores por cuenta propia forman el 12 % cada uno, y los estudiantes el 4 %. Esta diversidad ocupacional destaca un interés generalizado en temas de eficiencia energética, principalmente entre empleados y comerciantes.

La encuesta también muestra que la mayoría de los encuestados (72 %) ha residido en su vivienda actual por más de 10 años, mientras que un 15 % lleva entre 6 y 10 años. Solo el 9 % de los participantes ha vivido en su hogar entre 1 y 5 años, y el 4 % menos de un año. Esta prolongada permanencia en la vivienda indica una relación estable con el hogar, lo cual podría favorecer la disposición a invertir en medidas de eficiencia energética a largo plazo.

La mayoría de los encuestados (38 %) indica que el mayor consumo de electricidad ocurre durante la noche. Un 24 % afirma que utiliza electricidad durante todo el día, mientras que un 22 % reporta mayor consumo en la tarde. Solo un 11 % y un 5 % reportan el mediodía y la mañana, respectivamente, como sus principales momentos de consumo. Estos datos sugieren que el uso de electricidad está concentrado en horas en las que los hogares probablemente tienen mayor actividad, especialmente en la noche, lo cual puede relacionarse con el uso de iluminación y electrodomésticos.



Figura 3. Periodo que considera el de mayor consumo.

El 54 % de los participantes paga más de 1500 pesos en su recibo de luz, lo cual indica un consumo alto en una parte significativa de la población. Un 35 % paga entre 1000 y 1500 pesos, mientras que el 10 % paga entre 500 y 1000 pesos. Solo el 1 % de los encuestados reporta un gasto de entre 0 y 500 pesos. Estos resultados reflejan que la mayoría de los hogares tiene un gasto considerable

en electricidad, lo cual podría motivar la búsqueda de prácticas de eficiencia energética para reducir el costo de los servicios.

La mayoría de los encuestados utiliza bombillas LED, que son conocidas por su eficiencia energética y menor consumo en comparación con otros tipos de bombillas. Otro parte usa una combinación de diferentes tipos de bombillas, mientras que el 22 % emplea bombillas fluorescentes. Las bombillas incandescentes, que consumen más energía, son utilizadas solo por el 7 % de los hogares, y una cantidad semejante no está segura del tipo de bombilla que utiliza. El predominio de bombillas LED sugiere que una buena parte de los hogares ya ha adoptado medidas para mejorar su eficiencia energética, al menos en lo que respecta a la iluminación.

Solo el 30 % de los hogares cuenta con aislamiento térmico, mientras que el 45 % no tiene este tipo de protección. Además, el 25 % de los encuestados no está seguro si su hogar cuenta o no con aislamiento. La falta de aislamiento en la mayoría de los hogares puede contribuir a un mayor consumo de energía, ya que sin este recurso es necesario utilizar más aparatos de climatización para mantener temperaturas agradables.

Los aparatos más utilizados son el refrigerador, con un 35 %, y el aire acondicionado, con un 36 %. Estos dos electrodomésticos son los que más energía suelen consumir en los hogares. Les siguen la televisión (9 %), la computadora/laptop (12 %), y la lavadora (8 %). El alto uso del aire acondicionado y el refrigerador es común en climas cálidos como el de Ciudad Obregón, lo cual puede elevar significativamente el consumo energético en los hogares.

Otro de los puntos interesantes de la encuesta es la posibilidad de la intención de adoptar tecnologías renovables en el hogar, en este caso, los paneles solares. A lo largo de la encuesta, el 44 % de los datos indican que en una posibilidad en términos de la posibilidad de su capacidad económica. Nuevamente, la respuesta es positiva cuando se trata de reducir la dependencia en fuentes de energía tradicionales. Sin embargo, el 33 % de las respuestas no puede permitírselo a sí mismos económicamente, y el 23 % no está bajo, seguridad, si era posible. Esto es a la vez interesante y limitador para los hogares. Los participantes de la encuesta están interesados en ello, pero están limitados económicamente. A pesar de la creciente conciencia interesadas en en fuentes de energía.. renovable, la falta de ingresos agregados y la incertidumbre al respecto son los factores contribuyen limitantes. Por lo tanto, más voluntad de los programas de financiación, subsidios o políticas. Los estímulos del

gobierno permiten a.. más familias hacer la transición a fuentes de energía sostenible.

En primer lugar, la encuesta muestra que, en total, el 61 % de los entrevistados tenía alguna medida para el ahorro de energía en el hogar, por lo tanto, la mayoría de las personas está familiarizada con las prácticas que bajan el umbral para nuevas ideas. Por otro lado, el 17 % afirmó que no tenía conocimiento de ninguna medida de ahorro de energía en el hogar, lo que demuestra que hay un grupo importante de personas que no están familiarizadas con estas medidas, un 22 % no está seguro qué significa que hay falta de claridad. Por lo tanto, aunque la conciencia está ahí, quizás exista algún espacio para la educación y la promoción, y educar a las personas sobre el tema a través de programas educativos, por ejemplo, puede ser beneficioso para mejorar los resultados a largo plazo.

En cuanto a la iluminación natural, el 38 % de los encuestados intenta “siempre” aprovechar la luz solar para usar menos luz artificial, seguido del 43 % que lo hace “a veces” y el 19 % que “nunca” aprovecha la luz solar.

Por otro lado, el hecho de que un porcentaje considerable de personas no se beneficie regularmente de la luz solar podría ser atribuido a la estructura física de sus hogares, ya sea en términos de arquitectura o de orientación de las ventanas, o simplemente porque desconocen los beneficios de la percepción de la luz natural para ahorrar energía.

Los hallazgos mostraron que: el 61 % de los encuestados pueden nombrar al menos una medida de ahorro de energía en sus hogares. Este número sugiere que una cantidad adecuada de conciencia previa sobre la importancia de la eficiencia energética y las medidas que pueden ayudar a reducir el consumo ya está presente. El 17 % de los encuestados no puede nombrar ninguna medida como se ha discutido. Este número refleja una fuerte oportunidad para la moda educativa y los programas de concientización. El 22 % de los encuestados no están seguros de las respuestas. Esto puede indicar una necesidad de información más clara y accesible sobre eficiencia energética entre este grupo específico de personas.

Con respecto a la predisposición a invertir en tecnología o prácticas de ahorro de energía, el 54 % de los encuestados mostró su predisposición, lo que demuestra un grado de interés y una actitud positiva hacia la implantación de soluciones más eficientes, siempre que se les dé la opción. Un 45 % contestó que dependería del coste, lo que indica que la variable económica tiene un peso específico en la decisión de aplicar medidas para la eficiencia energética. Un 1 % contestó que no estaría dispuesto/a a realizar inversión alguna, lo que se considera

un porcentaje bastante bajo que se puede interpretar como una aceptación generalizada de la necesidad de mejorar el consumo energético, Fig. 4.

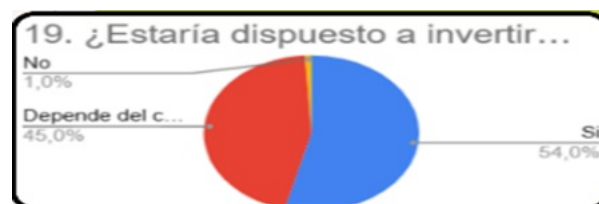


Figura 4. Disponibilidad para la inversión.

En relación a las dificultades que impiden aplicar prácticas de ahorro de energía, el 55 % de los encuestados indicó el coste como la dificultad más importante, lo que reafirma que la variable económica es clave en la toma de decisiones sobre eficiencia energética. Un 31 % de los encuestados comentó que la falta de información les dificulta la aplicación de las medidas de ahorro, lo que indica que hacen falta programas de información o de concienciación sobre las ventajas de las prácticas de ahorro energético. Finalmente, un 14 % contestó que la falta de tiempo es una dificultad, lo que se podría interpretar como una dificultad para la adaptación de hábitos o la realización de mejoras en el hogar derivada de sus rutinas diarias.

En cuanto a los métodos que dicen emplear a fin de mantener un ambiente temperado en sus hogares el 70 % de los participantes de la muestra dice utilizar aire acondicionado, lo cual indica que este electrodoméstico es uno de los principales dispositivos de consumo energético en las viviendas, el 19 % dice utilizar ventiladores de techo o de pie, que generalmente suelen algo más eficientes teniendo en cuenta su menor consumo energético, el 11 % dice abrir ventanas o puertas para ventilar sus hogares, lo cual puede no utilizarse mucho por el clima o con la falta de circulación del aire en algunos lugares.

En cuanto a la fuente de calefacción principal, un 51 % de los encuestados, destaca la utilización de calentadores de electricidad, lo que indica una preferencia señalada por esta tecnología, probablemente por su facilidad o por ser el recurso más económico. Un 45 % indica la utilización de calentadores de gas, que es, de hecho, una opción que suele ser común en muchos hogares, en especial en aquellos donde el gas es más accesible o ya se tienen las instalaciones necesarias. Un 4 % usa calentadores-solares, lo que representa que este tipo de tecnología, a pesar de ser eficiente y respetuosa con el medio ambiente, no es de las que gozan de mayor popularidad, probablemente debido a unos costos de instalación muy elevados o por la breve experiencia que tienen en su uso.

En cuanto a los equipos de enfriamiento, un 71 % de

los encuestados indica que hace uso de minisplit, lo que indica que existe una preferencia notable por este tipo de dispositivo, que permite lograr el control de la temperatura. Un 12 % de encuestados hace uso de ventiladores, que son típicamente de bajo consumo en comparación con los minisplits, pero proporcionan un bajo nivel de refrigeración. Un 9 % usa abanicos de techo y un 8 % hace uso de aire central, que es una de las opciones más poco habituales en los hogares debido a los altos costes en la instalación y en su mantenimiento, aunque proporciona una refrigeración homogénea en toda la vivienda.

Para comenzar a abordar el uso de la calefacción y practicidades de confort térmico, indicar aquí que 81 % de las personas encuestadas indican que no hacen uso de la calefacción y solo un 19 % indica su uso, lo que nos indica que la calefacción es poco frecuente en los hogares, ya sea por motivos de clima que no requieren calefacción constante o bien por la búsqueda de métodos alternativos de confort térmico como ropa de abrigo o mantas, en vez de calefacción. En general, la tendencia se manifiesta en las personas encuestadas por el uso de calefacción eléctrica y de gas frente al enfriamiento al apuntar los minisplits como la opción elegida por los encuestados, aunque la baja adopción de tecnologías más sostenibles como los calentadores solares pone de manifiesto la oportunidad de fomentar la adopción de soluciones con eficiencia energética que reduzcan el consumo de recursos no renovables.

Los resultados revelaron varios patrones preocupantes en los hogares de Ciudad Obregón:

- Altos costos de energía: El 54 % de los participantes reportó un gasto mensual superior a los 1500 pesos en electricidad, lo que refleja un consumo elevado.
- Uso de tecnologías ineficientes: Aunque el 41 % de los encuestados utiliza bombillas LED, la mayoría de los electrodomésticos en uso carecen de certificaciones de eficiencia energética.
- Condiciones estructurales inadecuadas: Más del 70 % de las viviendas analizadas carece de aislamiento térmico, lo que aumenta la demanda de energía para climatización.
- Bajo nivel de conciencia ambiental: Un porcentaje significativo de los encuestados desconocía las prácticas básicas para optimizar el consumo de energía, como el mantenimiento adecuado de los sistemas de refrigeración o el uso eficiente de la luz natural.

Los resultados de este estudio confirman la urgente necesidad de implementar una serie de estrategias encaminadas a incrementar la eficiencia energética de los hogares de Ciudad Obregón por ende estamos mostrando diferentes propuestas para mejorar;

- Diseño de edificios bioclimáticos: adaptar las viviendas nuevas y existentes a los principios de diseño bioclimático, como el uso de materiales altamente aislantes, la orientación correcta del edificio y la integración de sistemas de aire acondicionado pasivos.
- Educar y sensibilizar al público: implementar programas educativos diseñados para informar al público sobre la conservación de energía y el uso responsable de los recursos. Esto incluirá talleres, campañas de concientización y el desarrollo de materiales educativos.
- Incentivos gubernamentales y fiscales: se recomienda que los programas gubernamentales proporcionen subsidios o préstamos a bajo interés para comprar tecnologías eficientes como paneles solares, ventanas de doble acristalamiento y equipos certificados.
- Promover el uso de energías renovables: Promover la instalación de paneles solares en los hogares a través de programas de financiamiento flexibles aprovechando los altos niveles de radiación solar de la zona.
- Monitoreo y evaluación continuos: Desarrollar un sistema de monitoreo de energía en el hogar para identificar áreas de mejora y evaluar el impacto de las medidas implementadas.

4. Conclusión

La eficiencia energética en la arquitectura es un aspecto esencial que permite combatir el cambio climático. Este trabajo pone de manifiesto que emplear modelos de eficiencia energética, junto a un marco jurídico apropiado, puede derivar en obras de sostenibilidad, eficiencia y también económicas a largo plazo. En la localidad de Ciudad Obregón, mejorar la eficiencia energética en los hogares no sólo conlleva un ahorro de costes, sino que también ayudará a minimizar el impacto ambiental y a hacer frente al cambio climático, por lo que aplicar estrategias de diseño pasivo y soluciones sostenibles, unidas a una normativa clara y a unos incentivos adecuados, permitirá cambiar el perfil del

consumo energético de la región. Se deben establecer políticas locales con incentivos fiscales, actividades de sensibilización y ayudas económicas para llevar a cabo la adopción de tecnologías eficientes en el uso energético, lo que mejorará la eficiencia energética y la calidad de vida en la región, así como el desarrollo sostenible de la misma.

Referencias

- [1] Dario Bonino, Fulvio Corno, and Luigi De Russis. Home energy consumption feedback: A user survey. *Energy and Buildings*, 47:383–393, 2012.
- [2] Margrethe Aune. Energy comes home. *Energy policy*, 35(11):5457–5465, 2007.
- [3] Line Valdorff Madsen. The comfortable home and energy consumption. *Housing, Theory and Society*, 35(3):329–352, 2018.
- [4] Nicolás Pineda Pablos, Alejandro Salazar Adams, América Lutz Ley, Luis Miguel Silva Gutiérrez, and América Murrieta Saldivar. Asentamientos irregulares, vivienda precaria y población vulnerable al clima en la ciudad de hermosillo, sonora; un estudio exploratorio. *SAVIA Revista de investigación e intervención social*, pages 27–38, 2015.
- [5] Noah S Diffenbaugh and Marshall Burke. Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(20):9808–9813, 2019.
- [6] Armon Rezai, Duncan K Foley, and Lance Taylor. Global warming and economic externalities. *Economic theory*, 49:329–351, 2012.



Análisis de los factores de abandono en edificaciones y viviendas en Ciudad Obregón, Sonora: Una exploración para la recuperación urbana

A. Franco-Arredondo¹, M.D. Parra-Covarrubias¹, R. Anguiano-Almada^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: ranguiano@itesca.edu.mx

Resumen: El estudio "Análisis de los Factores de Abandono en Edificaciones y Viviendas en Ciudad Obregón, Sonora" explora las causas y efectos del abandono de inmuebles en la ciudad, con el objetivo de proponer estrategias de recuperación urbana. La investigación examina factores económicos, sociales y urbanísticos que impulsan el abandono, especialmente en áreas periféricas y barrios antiguos como la Zona Centro, Nueva Palmira y Aves del Castillo. A través de un enfoque multidimensional, el estudio busca identificar las causas de esta problemática, evaluar su impacto en la calidad de vida, el entorno urbano y la seguridad, y desarrollar políticas de intervención para revitalizar las zonas afectadas. Además, se consideran los retos asociados con la gestión de residuos y la necesidad de aprovechar el potencial de estos espacios abandonados para fomentar un desarrollo urbano sostenible y equitativo.

Palabras clave: Abandono de edificaciones, Vivienda desocupada, Recuperación urbana, Calidad de vida, Gestión de residuos, Expansión urbana.

Abstract: The study "Analysis of Abandonment Factors in Buildings and Housing in Ciudad Obregón, Sonora" explores the causes and effects of property abandonment in the city, with the aim of proposing urban recovery strategies. The research examines economic, social, and urban planning factors driving abandonment, especially in peripheral areas and older neighborhoods such as the Zona Centro, Nueva Palmira, and Aves del Castillo. Through a multidimensional approach, the study seeks to identify the causes of this issue, assess its impact on quality of life, the urban environment, and security, and develop intervention policies to revitalize affected areas. Additionally, it addresses challenges related to waste management and the need to leverage the potential of these abandoned spaces to promote sustainable and equitable urban development.

Keywords: Building abandonment, Vacant housing, Urban recovery, Quality of life, Waste management, Urban expansion.

1. Introducción

La problemática del abandono de edificios y viviendas en Ciudad Obregón plantea desafíos significativos que impactan tanto en el tejido social como en el desarrollo urbano sostenible. Para abordar esta compleja situación, este estudio propone alcanzar una comprensión integral, desde sus causas hasta sus consecuencias, y proponer soluciones concretas. Los objetivos generales se centran en analizar las raíces del abandono, evaluar su impacto en diversos aspectos y ofrecer recomendaciones que promuevan una gestión efectiva de las propiedades

afectadas. Para ello, se plantean objetivos específicos que incluyen desde la identificación de las causas hasta el estudio de las políticas existentes y las mejores prácticas a nivel internacional. Este enfoque multidimensional busca no solo comprender la problemática, sino también proporcionar herramientas para su abordaje integral y la mejora de la calidad de vida de la comunidad.

2. Antecedentes

En Ciudad Obregón, Sonora, el fenómeno del abandono de edificaciones y viviendas presenta un desafío significativo

para el desarrollo urbano. Este problema no solo afecta la estética y funcionalidad de los espacios urbanos, sino que también tiene implicaciones sociales, económicas y de seguridad. La creciente presencia de edificios y viviendas abandonadas plantea preguntas sobre las causas subyacentes de este fenómeno y su impacto en la comunidad local.

Este estudio tiene como objetivo investigar los factores que contribuyen al abandono de edificaciones y viviendas en Ciudad Obregón, identificando tanto las razones estructurales como socioeconómicas que llevan a esta situación. La exploración de estas causas permitirá delinear estrategias efectivas para la revitalización y recuperación urbana, promoviendo así un entorno habitable y sostenible para los residentes.



Figura 1. Sitio de Análisis. Imágenes Obtenidas de Google Earth.

Constituye un problema urbano creciente, concentrado en áreas periféricas y en barrios antiguos con menor desarrollo económico y pocos servicios básicos, como la Zona Centro, Nueva Palmira y Aves del Castillo. La presencia de inmuebles desocupados en estas áreas contribuye a la degradación del paisaje urbano y a una percepción de inseguridad en la comunidad. Este fenómeno se agrava por la expansión urbana sin planificación adecuada, que ha dejado zonas incompletas o abandonadas en los márgenes de la ciudad, intensificando el deterioro general del entorno.

Este estudio pretende delimitar y caracterizar las áreas más afectadas por el abandono, identificando patrones geográficos y socioeconómicos que ayuden a entender las causas detrás de esta problemática. A través de un análisis detallado, se busca comprender los factores económicos, sociales, urbanísticos y de propiedad que impulsan el abandono de inmuebles en Ciudad Obregón y cómo interactúan entre sí para afectar la dinámica urbana.

Asimismo, el estudio evalúa los impactos negativos del abandono en el entorno urbano, en la seguridad pública, en la calidad de vida de los residentes y en el medio ambiente. La acumulación de desechos en estos espacios representa un reto de gestión y un riesgo para la salud pública y la sostenibilidad del entorno. Este análisis integral de causas y consecuencias permite visualizar el abanico de efectos y costos de esta situación.

Finalmente, el estudio apunta a identificar oportunidades de intervención para revitalizar las áreas afectadas. Se proponen estrategias que incluyan la gestión adecuada de los residuos de construcción y la rehabilitación de edificaciones abandonadas, junto con el desarrollo de políticas específicas para la recuperación de estas zonas. La meta es fomentar un desarrollo urbano más sostenible y equitativo, aprovechando el potencial de los espacios abandonados para mejorar el tejido social y la calidad de vida en Ciudad Obregón.

Los datos extraídos del inventario nacional de vivienda 2020 del inegi nos mostró que en un rango de 11 manzanas se encuentran un total de 10 viviendas abandonadas.

Viviendas	
	Total de viviendas 105
	Total de viviendas particulares 96
	Viviendas particulares habitadas 83
	Viviendas particulares no habitadas 10
Fecha de actualización: 2020	

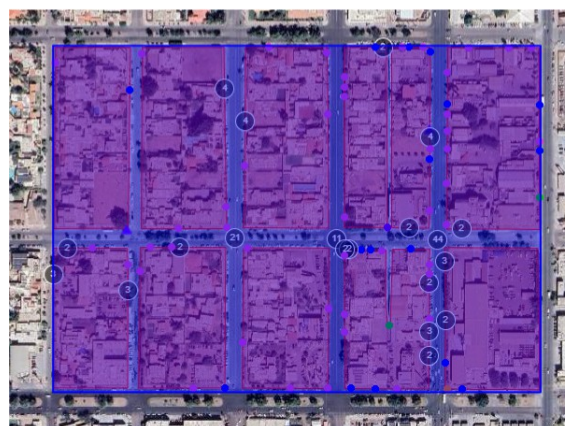


Figura 2. Datos extraídos del inegi.

3. Problema de investigación

El problema de los "Vacíos Urbanos" en Ciudad Obregón, Sonora, refiere a áreas urbanas con edificios y viviendas abandonadas, las cuales generan vacíos físicos y funcionales que degradan el entorno. Estos espacios desocupados afectan el paisaje urbano, reduciendo el atractivo visual de la ciudad debido a su deterioro y descuido. Además, representan un riesgo para la seguridad al convertirse en posibles focos de actividades delictivas y vandalismo, lo que compromete el bienestar de los residentes cercanos. La investigación plantea como problema central la identificación de las causas subyacentes de este abandono y la búsqueda de formas de mitigarlo para revitalizar el entorno urbano. En un enfoque cuantitativo, una variable clave podría ser el nivel socioeconómico de las áreas afectadas, permitiendo relacionar estos factores con la incidencia de vacíos urbanos.

3.1. Objetivos de la investigación

Analizar las causas, impactos y posibles soluciones al abandono de edificios y viviendas en Ciudad Obregón, para comprender esta problemática y ofrecer recomendaciones para políticas y acciones efectivas que contribuyan a prevenir el abandono, rehabilitar las propiedades afectadas y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Identificar causas del abandono en el área específica. Analizar el impacto socioeconómico y ambiental en la comunidad local. Evaluar la eficacia de políticas y regulaciones sobre el abandono de propiedades. Investigar mejores prácticas de otras ciudades con problemas similares. Examinar desafíos estructurales y arquitectónicos para la rehabilitación de edificios.

3.2. Justificación

El abandono de edificios y viviendas puede tener efectos negativos profundos en las comunidades locales, incluyendo la degradación del entorno urbano, el aumento de la criminalidad y la reducción del valor de las propiedades. Investigar este fenómeno permite comprender mejor su alcance y sus causas subyacentes. Los edificios y viviendas abandonadas pueden representar riesgos para la salud pública al convertirse en refugios para plagas, incendios u otras amenazas. La investigación puede ayudar a identificar medidas para mitigar estos riesgos y proteger la salud y seguridad de los residentes locales.

3.3. Alcances

Los directamente beneficiados y beneficiados subsecuentes Ámbitos en los que beneficiará directamente el edificio Ámbitos a los que se pretende beneficiar o influir en segunda instancia con el proyecto (social, académico, comunitario, etc.) en la modificación de una conducta Posible aporte teórico y práctico.

3.4. Limitaciones

Las limitaciones del estudio incluyen la falta de datos precisos sobre los edificios abandonados, lo que puede dificultar la identificación de causas y el análisis del impacto. Además, los recursos financieros y humanos disponibles podrían ser insuficientes para una investigación más profunda. Las diferencias socioeconómicas entre las áreas afectadas también pueden dificultar la generalización de los resultados. La resistencia local a las intervenciones y los complejos desafíos estructurales de los edificios abandonados pueden ser barreras para implementar soluciones efectivas.

4. Marco teórico

4.1. Impacto del abandono en el entorno urbano

El abandono de edificios y viviendas, conocido como "vacíos urbanos" [1, 2], deteriora el entorno de las ciudades, incrementa la inseguridad y genera riesgos para la salud pública debido a la posible contaminación de suelos y aguas subterráneas. Factores económicos y sociales, como la desvalorización de áreas y la sobreoferta de vivienda, contribuyen a este fenómeno, especialmente en zonas periféricas. Este abandono también ha sido vinculado al aumento de delitos, como robos y homicidios, en ciudades fronterizas como Ciudad Juárez y Tijuana [3, 4]. Para abordar estos problemas, es fundamental implementar políticas de conservación, evaluar riesgos de salud y promover la reurbanización sostenible de estas áreas [5].

4.2. Deterioro ambiental y económico

La rehabilitación de edificios abandonados juega un papel clave en la mitigación y adaptación al cambio climático. Al mejorar la eficiencia energética de estos edificios mediante el uso de aislamiento y energías renovables, se reduce el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, apoyando los objetivos del ODS 13

(2). Además, la transformación de estos espacios puede incluir la creación de áreas verdes, lo que contribuye a reducir la temperatura urbana, mejorar la calidad del aire y fortalecer la resiliencia ante fenómenos climáticos extremos. Este enfoque también se alinea con los ODS 11 [6], promoviendo ciudades más verdes y habitables, y la integración de infraestructura urbana que apoya la adaptación al cambio climático, como áreas recreativas y soluciones de infraestructura verde. En resumen, la rehabilitación de edificios abandonados es fundamental tanto para reducir el impacto climático como para mejorar la calidad de vida en las ciudades.

4.3. Análisis de uso en terrenos baldíos

La reutilización de espacios urbanos abandonados es fundamental para promover la sostenibilidad en la arquitectura y el urbanismo. Conserva recursos, reduce residuos y revitaliza áreas degradadas, mejorando la calidad ambiental y social. Al adaptar edificios existentes, se evita la demolición y se conserva el patrimonio. Además, contribuye a la creación de viviendas asequibles, empleo y mejora la integración paisajística. Este enfoque apoya los ODS 12 y 11 [6], promoviendo infraestructuras resilientes y ciudades adaptadas al cambio climático. También reduce plazos de construcción y puede recibir apoyo económico. La clasificación de vacíos urbanos de Azevedo de Sousa [4] y la idea de "no lugares" de Augé [5] subrayan la importancia de recuperar estos espacios para un desarrollo más sostenible.

4.4. Rehabilitación y reuso de edificios y productos de la demolición

La generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) está vinculada a la actividad del sector de la construcción, producto de la demolición de edificaciones obsoletas y la construcción de nuevas infraestructuras. Estos residuos incluyen materiales inertes como tierras, áridos, hormigón, ladrillos y maderas, los cuales a menudo no se gestionan adecuadamente y se depositan en vertederos, generando impactos ambientales negativos [7]. La rehabilitación y reutilización de edificios existentes promueven la eficiencia de los recursos, alineándose con los principios de sostenibilidad y el ODS 12 [6] de Producción y Consumo Responsables, al reducir la necesidad de nuevos materiales y energía. Esto contribuye a la regeneración urbana, revitalizando espacios abandonados y fomentando la sostenibilidad económica y social [5, 8]. Proyectos emblemáticos como la regeneración de

Docklands en Melbourne, el Tate Modern en Londres y el Parque Biblioteca España en Medellín, Colombia, muestran cómo la reutilización de espacios puede transformar áreas en desuso en centros vibrantes de actividad social y cultural, apoyando el desarrollo urbano sostenible.

5. Método

Este estudio es descriptivo, ya que detalla los fenómenos observados en las zonas afectadas, como el deterioro estructural, la percepción de inseguridad, el impacto en la calidad de vida, y la disposición comunitaria hacia la intervención y rehabilitación. Se busca cuantificar y caracterizar las percepciones y problemas identificados en la comunidad.

La investigación utilizó una encuesta en Google Forms como instrumento principal para recopilar las opiniones, sugerencias y problemas relacionados con los edificios y casas abandonadas en la ciudad. La encuesta se estructuró en secciones clave que abordaron: Datos demográficos de los encuestados, para entender la influencia de edad, género y tiempo de residencia en las respuestas. Percepción de la inseguridad y cómo ésta se relaciona con el abandono de propiedades en su entorno.

Impacto en la calidad de vida de los residentes, con preguntas sobre problemas de salud y limpieza en la zona.

6. Resultados

El análisis de la encuesta revela que el vandalismo es el problema más reportado (44.57 %) en las calles o colonias abandonadas, especialmente por mujeres (50 %). La higiene es la segunda preocupación, con una mayor percepción entre hombres (33.33 %). Las plagas son el problema menos mencionado (7.61 %).

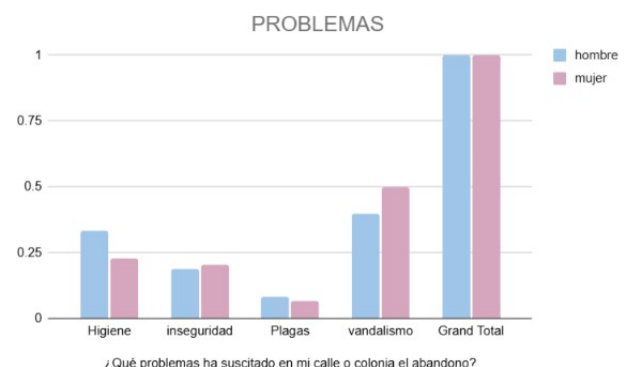


Figura 3. Pregunta número 1. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora.

En general, las mujeres parecen tener una mayor percepción del vandalismo como un problema (50 %) en comparación con los hombres (39.58 %). Los hombres reportan en mayor medida problemas de higiene (33.33 %) en comparación con las mujeres (22.73 %).

Este análisis indica que el vandalismo es una de las principales preocupaciones en cuanto al abandono en las calles o colonias, y que hay diferencias en la percepción de problemas de acuerdo con el género.

6.1. Problemas a Causa del Abandono de Viviendas: Inseguridad

En cuanto a la percepción de la inseguridad como un factor relacionado con el abandono de viviendas, 52.94 % de los encuestados considera que este es un elemento clave. La respuesta está equilibrada entre géneros, aunque los hombres parecen percibir ligeramente más la inseguridad como una causa del abandono. Esta tendencia refleja un reconocimiento generalizado de la inseguridad como un problema grave en las zonas afectadas por la presencia de edificios vacíos.

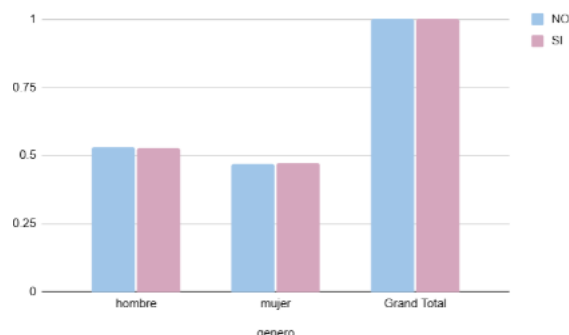


Figura 4. Pregunta número 3. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora.

6.2. Afectados por el Abandono de Viviendas

Más de la mitad de los encuestados (57.8 %) ha experimentado afectaciones directas relacionadas con el abandono de viviendas. Las respuestas indican que la inseguridad es vista como la principal causa del abandono, con más de la mitad de la muestra apuntando a esta problemática. Este dato resalta el impacto directo que tiene el abandono en la calidad de vida de los residentes cercanos, ya sea por accidentes, inseguridad o problemas de salud pública. Los resultados de la pregunta 5 y 6 refuerzan esta visión, mostrando que los encuestados perciben el abandono como un factor que deteriora

considerablemente su calidad de vida, principalmente por el aumento de riesgos de accidentes y la sensación de inseguridad. Además, se destaca la presencia de daños estructurales y plagas como efectos adicionales del abandono, lo que genera una carga tanto económica como social sobre los residentes cercanos.

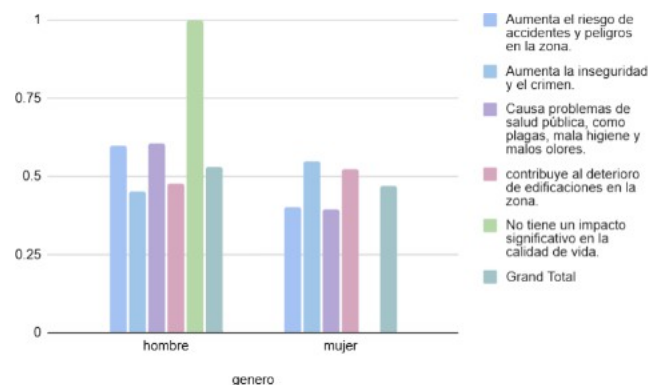


Figura 5. Pregunta número 6. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora.

6.3. Rehabilitación e Intervención

En términos de rehabilitación, los encuestados muestran una alta disposición a participar en iniciativas comunitarias para resolver la situación del abandono. Las mujeres en particular muestran una disposición ligeramente superior a los hombres. Las motivaciones para participar son variadas, incluyendo el deseo de mejorar la comunidad y generar un impacto social positivo. Esto resalta una posible movilización comunitaria como vía para enfrentar este problema. La percepción de la efectividad gubernamental también es destacable. La mayoría de los encuestados considera que las intervenciones gubernamentales serían efectivas o muy efectivas. Esto refleja una alta expectativa en torno a la capacidad del gobierno local para mitigar los efectos del abandono de viviendas. Además, existe un consenso generalizado en cuanto a que la rehabilitación de edificios abandonados podría revitalizar la comunidad y mejorar las oportunidades económicas de las zonas afectadas. Esto refuerza la idea de que el abandono no solo impacta a nivel social, sino también en términos económicos.

6.4. Imagen Urbana

Las preguntas relacionadas con la imagen urbana revelan una percepción negativa generalizada sobre el abandono de edificios. La mayoría de los encuestados considera que este problema tiene un impacto grave en su comunidad,

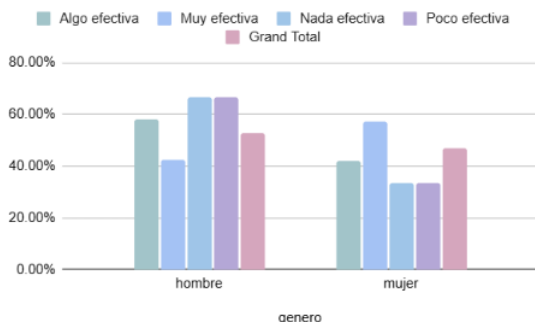


Figura 6. Pregunta número 10. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora. (Percepción de la efectividad gubernamental).

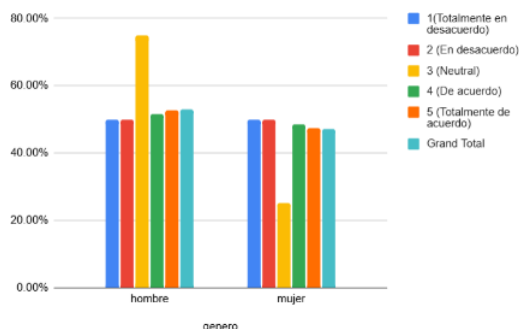


Figura 7. Pregunta número 16. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora. (Apoyo a la rehabilitación).

afectando directamente su calidad de vida. Existe un alto consenso entre géneros en cuanto a la percepción de la problemática, aunque las mujeres tienden a mostrar una expectativa ligeramente mayor en la efectividad de las intervenciones gubernamentales.

El abandono de edificios también está vinculado con la falta de oportunidades económicas en las zonas afectadas, lo que refuerza la conexión entre deterioro urbano y pobreza. Esto se refleja en la mayoría de las respuestas a la pregunta 15, donde se reconoce que la falta de empleo y oportunidades contribuye directamente al abandono y deterioro de los barrios.

6.5. Fichas de observación

El deterioro observado en el inmueble tiene consecuencias tanto para la seguridad física de los ocupantes como para la salud pública. Los problemas estructurales, como las grietas y el pandeo en las losas, pueden llevar a un colapso parcial o total si no se abordan de manera inmediata. La presencia de humedad, filtraciones y plagas, por su parte, afecta la calidad del aire y aumenta los riesgos de enfermedades, especialmente respiratorias y dermatológicas. El edificio, al carecer de medidas de

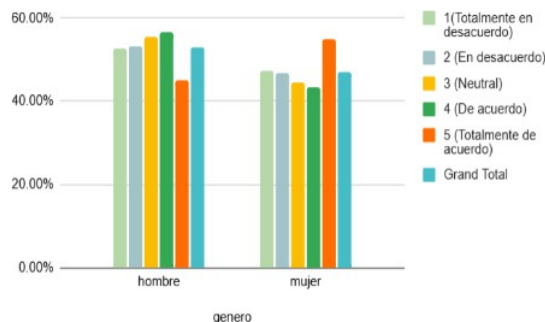


Figura 8. Pregunta número 15. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora.

seguridad, se vuelve un objetivo fácil para ocupaciones ilegales y actos de vandalismo, lo que agrava aún más el deterioro general. Además, la falta de mantenimiento preventivo y la acumulación de problemas, como las ventanas rotas y el mal estado de la fachada, contribuyen a una mayor depreciación del inmueble, lo que hace que la rehabilitación sea cada vez más costosa y compleja.

7. Conclusión

El análisis de los resultados de la encuesta sobre el abandono de viviendas, combinado con los hallazgos de la ficha de observación, subraya de manera contundente la gravedad del problema que enfrentan las comunidades afectadas por edificios desocupados y deteriorados. La inseguridad emerge como el factor más citado en las respuestas de los encuestados, quienes coinciden en que la presencia de viviendas abandonadas genera un ambiente propenso a la delincuencia, lo que impacta directamente la calidad de vida. Esta percepción se ve respaldada por las inspecciones estructurales del inmueble, que evidencian un claro deterioro tanto en el exterior como en el interior, lo que aumenta el riesgo para los habitantes cercanos y la comunidad en general.

La afectación directa a los residentes, documentada por más de la mitad de los encuestados, se refleja también en los problemas estructurales del inmueble inspeccionado, que incluyen grietas, filtraciones de humedad y plagas, lo cual pone en peligro la salud y seguridad de los vecinos. Los resultados de la encuesta destacan que la falta de mantenimiento y la presencia de plagas son preocupaciones comunes entre los afectados, con implicaciones serias para la habitabilidad de las zonas. Además, la encuesta revela una alta disposición de la comunidad para involucrarse en la rehabilitación de edificios abandonados, con una preferencia por la intervención gubernamental, lo que refleja una fuerte

demanda de acción. Este deseo de participar en proyectos de rehabilitación se alinea con la necesidad urgente de realizar intervenciones estructurales en los inmuebles afectados. La presencia de grafitis, vegetación descontrolada y un ambiente de insalubridad reflejan un abandono no solo físico, sino también social, que afecta la imagen urbana y las oportunidades económicas de la zona.

La disposición para la rehabilitación y la necesidad de mejorar la seguridad son puntos clave que deben ser atendidos en cualquier plan de intervención. La rehabilitación de edificios abandonados, junto con una mejora en la seguridad pública y el desarrollo de oportunidades económicas, es esencial para revitalizar las áreas afectadas. Los encuestados sugieren que una combinación de acciones comunitarias y gubernamentales sería la mejor estrategia para abordar de manera integral el abandono de viviendas.

Referencias

- [1] Giuseppe Aricó and Marco Luca Stanchieri. La trampa urbanística de los ‘vacíos urbanos’: casos etnográficos en barcelona. *X Jornadas de Sociología*, 20, 2013.
- [2] Carlos Enrique Rodríguez Mogollón and Javier Nestor Miranda Flores. Vacíos urbanos: Dimensión física o existencial. *Tzhoeco*, 12(4):503–515, 2020.
- [3] César M Fuentes Flores. El impacto de las viviendas deshabitadas en el incremento de delitos (robo a casa habitación y homicidios) en ciudad juárez, chihuahua, 2010. *Frontera norte*, 27(54):171–196, 2015.
- [4] Claudio Curzio and Héctor de la Torre. Vacíos urbanos y desigualdad socioeconómica: temas que convergen en la frontera norte de México. *Frontera norte*, 33, 2021.
- [5] Josemanuel Luna Nemecio and Sergio Tobón. Urbanización sustentable y resiliente ante el covid-19: nuevos horizontes para la investigación de las ciudades. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1):110–118, 2021.
- [6] María Novo Villaverde. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de educación*, (1):195–217, 2009.
- [7] Fernando Díaz. Los residuos peligrosos en México. evaluación del riesgo para la salud. *Salud pública de México*, 38(4):280–291, 1996.

- [8] The decorative surfaces COMPAC. Available online: <https://www.thedecorativesurfaces.com/la-reutilizacion-de-espacios-abandonados/>.



Impacto de la conservación de parques en la calidad de vida urbana de Ciudad Obregón

S.A. Fraijo-Gonzalez¹, F.D. Montoya-Villa¹, J.H. Salguero-Antelo^{2,*}, J.M. Romero-Balderrama²

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: jsalguero@itesca.edu.mx

Resumen: Esta investigación explora la importancia de la conservación de parques, evaluando las estrategias actuales e identificando áreas de mejora. Resalta los beneficios de los parques para la salud, la biodiversidad y el clima, abordando la problemática de la protección frente a la urbanización. Justifican el estudio por el impacto positivo de los parques en la salud, la sostenibilidad y la cohesión social.

Palabras clave: Calidad urbana, espacios verdes, espacios públicos, infraestructura, eficiencia.

Abstract: This research explores the importance of park conservation, evaluating current strategies and identifying areas for improvement. It highlights the benefits of parks for health, biodiversity, and climate, addressing the challenges of protection against urbanization. The study is justified by the positive impact of parks on health, sustainability, and social cohesion.

Keywords: Urban quality, green spaces, public spaces, infrastructure, efficiency.

restringiendo los beneficios sociales y ambientales de estos lugares.

1. Introducción

El análisis de la preservación de parques en zonas urbanas se ha vuelto fundamental a medida que las ciudades lidian con problemas medioambientales como el aumento de la temperatura, la contaminación y la disminución de la diversidad biológica.

Los parques urbanos proporcionan ventajas importantes, incluidas la mejora de la salud mental y física de los ciudadanos, además de contribuir a la biodiversidad y la regulación de los microclimas en las ciudades. En Ciudad Obregón, la protección de estos entornos es crucial debido al incremento de la urbanización y sus efectos tanto ambientales como sociales.

Este estudio se enfoca en el parque público “linda vista” de Ciudad Obregón, Sonora, México, permitiendo un examen minucioso del manejo y conservación de los espacios verdes en un entorno urbano concreto.

Los parques son esenciales para el bienestar en las ciudades, sin embargo, en Ciudad Obregón es imperativo evaluar y optimizar las prácticas de conservación actuales. La deficiente gestión, la limitada participación de la comunidad y políticas ineficaces podrían estar

2. Problema de investigación

En el contexto urbano de Ciudad Obregón, los parques públicos están enfrentando una serie de desafíos que comprometen su función como infraestructura verde esencial. La degradación de estos espacios no solo afecta la estética y el uso funcional del área, sino que también disminuye su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos, tales como la mejora de la calidad del aire, la regulación térmica y el soporte de la biodiversidad.

Además, la falta de mantenimiento adecuado y una gestión ineficaz han llevado a una disminución en la calidad de estos espacios como lugares de recreación y encuentro social, afectando directamente el bienestar de la comunidad.

2.1. Objetivo general

Evaluar el impacto de la conservación de parques urbanos en la calidad de vida de los residentes de Ciudad Obregón
Objetivos específicos
Identificar las principales

características y condiciones actuales de los parques urbanos en Ciudad Obregón.

Esto podría incluir el mantenimiento, las instalaciones disponibles, la seguridad en los parques, y la biodiversidad. Determinar los índices de utilización de parques urbanos por parte de los residentes de Ciudad Obregón. Esto podría incluir la realización de encuestas o entrevistas para evaluar la frecuencia y el tipo de uso que los residentes hacen de los parques.

Explorar la relación entre la conservación del parque y las percepciones de bienestar y calidad de vida de los residentes. Examinar los efectos de los parques bien mantenidos en aspectos específicos de la calidad de vida urbana, como la salud física y mental, la interacción social y la reducción del estrés

2.2. Justificación

Salud y Bienestar Público: Numerosos estudios han demostrado que los espacios verdes urbanos, como los parques, juegan un papel crucial en la mejora de la salud física y mental de la población. En contextos urbanos, donde el estrés y la congestión son comunes, los parques bien mantenidos ofrecen un respiro necesario que puede reducir significativamente el estrés, fomentar la actividad física y mejorar el bienestar general.

Sostenibilidad y Medio Ambiente: Los parques urbanos son elementos clave en la infraestructura verde de las ciudades, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. Ayudan en la regulación del clima local, mejoran la calidad del aire y proporcionan hábitats para diversas especies. Investigar su conservación es esencial para promover prácticas urbanas que respeten y potencien los recursos naturales.

Cohesión Social: Los parques también son espacios que fomentan la cohesión social al proporcionar sitios de encuentro para personas de diferentes edades, culturas y estratos sociales. Actividades comunitarias, recreativas y deportivas en estos espacios pueden mejorar las relaciones sociales y fortalecer el tejido comunitario.

Necesidad del Estudio: Aunque el impacto de los espacios verdes en la calidad de vida urbana ha sido estudiado globalmente, existe una carencia de investigación enfocada en ciudades específicas como Ciudad Obregón. Dada su ubicación geográfica y particularidades socioeconómicas, los resultados de estudios en otros contextos no siempre son directamente aplicables.

Los hallazgos de este estudio pueden informar y mejorar la planificación urbana y las políticas públicas locales.

Entender específicamente cómo la conservación de parques afecta la calidad de vida en Ciudad Obregón puede guiar la asignación de recursos, el diseño urbano y las estrategias de conservación de manera más efectiva.

2.3. Alcances

Beneficiarios Directos: Residentes de Ciudad Obregón: Los primeros beneficiarios serán los residentes de la ciudad que utilizan estos parques en conjunto para recreación, deportes y reuniones. Aprovechar información valiosa que puede guiar la planificación urbana y la asignación de recursos para mejorar los parques.

Investigadores y académicos: Los resultados respaldan el conocimiento existente y podrán utilizarse en futuras investigaciones sobre la relación entre los espacios verdes y el estilo de vida urbano. Les permite aumentar el tráfico peatonal.

Áreas de beneficio directo: Medio ambiente: Este estudio apoyará la protección del medio ambiente al revelar los beneficios de la gestión de parques en la ciudad. La investigación sobre salud física y mental puede respaldar políticas de salud pública que promuevan una mejor calidad de vida. Permitir que los ciudadanos desempeñen un papel importante en el desarrollo de la ciudad cooperando en la planificación y preservación de la ciudad en la gestión y protección de los parques.

2.4. Limitaciones

El estudio se centra específicamente en la ciudad de Obregón; esto puede limitar la generalización de los resultados a otras ciudades con diferentes características demográficas, climáticas o urbanas. Con este fin, se pueden utilizar estudios de casos, análisis de datos de salud pública o entrevistas transversales para comprender mejor los beneficios específicos de la preservación de parques.

3. Marco Teórico

3.1. Calidad urbana

”La calidad de vida urbana se define como el conjunto de condiciones presentes en el medio urbano que garantizan el confort biológico y el soporte funcional para el desarrollo de los individuos y sus actividades en condiciones equitativas y dignas dentro de una ciudad [1].” Sin embargo, existen algunos indicadores y herramientas que pueden ser útiles para medir la calidad urbana en diferentes dimensiones. Estos indicadores pueden ser

utilizados para evaluar el progreso a lo largo del tiempo y para identificar áreas donde se necesitan mejoras.

La agenda 20/30 dice que no es posible alcanzar el desarrollo sostenible sin transformar significativamente la forma en que se construyen y gestionan los espacios urbanos [2–4].

La mejora de la calidad urbana es un proceso continuo que requiere la participación de toda la sociedad, desde el gobierno y las empresas hasta las organizaciones civiles y los ciudadanos individuales. Es importante trabajar de manera conjunta para crear ciudades más sostenibles, justas y equitativas para todos.

3.2. Importancia de la calidad urbana en ciudades en desarrollo

La calidad urbana es fundamental para el desarrollo de las ciudades en crecimiento por varias razones:

- Mejora la salud y el bienestar de la población.
- Impulsa el desarrollo económico
- Contribuye a la reducción de la pobreza y la desigualdad.

La Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDATU-2020 dictamina que el mantenimiento, recuperación y mejora de los espacios públicos existentes deberá tener mayor jerarquía que la creación de nuevos espacios públicos. Es decir, se pueden crear espacios públicos nuevos siempre y cuando a los espacios existentes se les garantice su correcto mantenimiento y operación [5].

3.3. Importancia de los espacios verdes en el entorno urbano

”Los parques, los espacios verdes y los cursos de agua son importantes espacios públicos en la mayoría de las ciudades. Ofrecen soluciones a la repercusión de la urbanización rápida y poco sostenible en la salud y el bienestar. Los beneficios sociales y económicos de los espacios verdes urbanos son igualmente importantes, y deben estudiarse en el contexto de cuestiones de interés mundial como el cambio climático y de otras prioridades establecidas en los ODS, incluidas las ciudades sostenibles, la salud pública y la conservación de la naturaleza [6–8].” Los parques aparte de mejorar la salud mental de los habitantes que los frecuentan también son espacios que mejoran al medio ambiente y son amigables, ya que los árboles y plantas que se encuentran en los parques urbanos tienen la función de ser filtros naturales

El artículo Componentes del derecho a la ciudad redacta que los espacios y servicios públicos deben contribuir a construir ciudades más seguras (especialmente para mujeres y niñas) y a satisfacer las necesidades de sus habitantes (especialmente las relacionadas con los medios de subsistencia) [9].”

Además los parques contribuyen a regular la temperatura ambiente, especialmente en zonas urbanas con alta densidad de población. Las áreas verdes absorben el calor del sol y liberan humedad, creando un microclima más fresco.

3.4. Impacto social de los espacios verdes

Los parques, plazas y jardines se convierten en puntos de convergencia para personas de todas las edades, culturas y estratos socioeconómicos. Estos lugares fomentan la interacción social, el diálogo y la construcción de relaciones duraderas entre los miembros de la comunidad. El acceso a espacios verdes promueve la participación en actividades al aire libre, combatiendo el aislamiento social y el sedentarismo, especialmente entre las personas mayores, los niños y generan un sentido de pertenencia a una comunidad, lo que fortalece los lazos sociales y contribuye a crear un entorno más unido y solidario.

3.5. Importancia de la sostenibilidad y la resiliencia en la gestión de espacios públicos urbanos

Las ciudades enfrentan desafíos cada vez más complejos, como el cambio climático, la escasez de recursos y el crecimiento demográfico. Estos desafíos exigen un enfoque nuevo y sostenible para la gestión de los espacios públicos urbanos, que son esenciales para la calidad de vida de los ciudadanos.

El artículo ”Componentes del Derecho a la Ciudad” de la ONU propone que una ciudad/asentamiento humano sostenible debe tener vínculos urbano-rurales inclusivos que beneficie a las personas empobrecidas, tanto en zonas rurales como urbanas, y asegure la soberanía alimentaria. Una ciudad que proteja la biodiversidad, los hábitats naturales y los ecosistemas de su entorno [6]. La gestión sostenible y resiliente de los espacios públicos urbanos se refiere a un enfoque que busca crear espacios públicos que sean:

- Ambientalmente sostenibles: Deben minimizar su impacto ambiental, utilizando recursos de manera eficiente, reduciendo la contaminación y promoviendo la biodiversidad.

- Socialmente inclusivos: Deben ser accesibles y acogedores para todos los miembros de la comunidad, independientemente de su edad, género, origen étnico o capacidad física.
- Económicamente viables: Deben ser gestionados de manera eficiente y rentable, generando beneficios económicos para la comunidad.

3.6. Adaptación de espacios públicos a las necesidades y preferencias de la comunidad local

La adaptación de los espacios a las necesidades y preferencias de la comunidad local es fundamental para crear lugares vibrantes, inclusivos y sostenibles.

Un enfoque participativo, que involucra activamente a los residentes en el proceso de planificación, diseño y gestión, es esencial para garantizar que los espacios públicos respondan efectivamente a las necesidades y aspiraciones de la comunidad.

La ONU dicta que una ciudad/asentamiento humano de ciudadanía inclusiva en el que todos los habitantes (permanentes o temporales) sean considerados ciudadanos y se les trate con igualdad [6].

La adaptación de los espacios públicos a las necesidades y preferencias de la comunidad local es un proceso continuo que requiere un compromiso constante con la participación ciudadana. Al implementar estrategias participativas y aprender de las mejores prácticas, podemos crear espacios públicos que sean verdaderamente representativos de las comunidades a las que sirven y que contribuyan a mejorar la calidad de vida de todos.

4. Metodología

La investigación se llevó a cabo siguiendo esta metodología: se realizaron visitas y recorridos en el sector Linda Vista, específicamente en el parque del fraccionamiento, acompañados de levantamientos fotográficos para evaluar su estado actual.

Además, se aplicó una encuesta a 100 habitantes con el propósito de identificar las necesidades más urgentes de la comunidad respecto a su percepción del parque.

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue una encuesta en línea, creada a partir de un formulario con preguntas de opción múltiple, para ofrecer mejor accesibilidad y facilidad. Esta encuesta está constituida por preguntas que abordan el tema de las condiciones de los parques. La información recabada servirá para llevar

a cabo la investigación y ayudar a observar y tomar conciencia de la situación.

5. Conclusión

Los parques urbanos son esenciales para el bienestar de los ciudadanos y el medio ambiente en Ciudad Obregón. Ofrecen espacios para la recreación, la salud física y mental, y la interacción social, al mismo tiempo que contribuyen a la biodiversidad y la regulación del clima.

La mayoría de los encuestados participa en eventos o actividades organizadas. Si bien la tendencia general es participar en eventos, existen algunas diferencias por género. Los hombres tienden a participar en eventos con una frecuencia ligeramente mayor que las mujeres.

El artículo número 10 del reglamento de parques y jardines en Cajeme dice que las autoridades municipales promoverán la participación ciudadana formando Comités de vecinos que estén dispuestos a coadyuvar la elaboración y ejecución de programas para forestar, reforestar y conservar las áreas verdes del municipio, a fin de lograr un mejor aprovechamiento ecológico.[8]

Los parques urbanos en Ciudad Obregón enfrentan desafíos importantes que afectan su conservación. Se identifican problemas como la degradación de las áreas verdes, la falta de mantenimiento adecuado de los juegos infantiles y el mobiliario urbano, y una gestión ineficaz que limita su potencial.

Los resultados sugieren que podría ser necesario aumentar la frecuencia de mantenimiento en algunas áreas del parque, ya que los encuestados perciben que el actual no es suficiente. Es crucial mejorar la gestión y conservación de los parques urbanos para asegurar que sigan brindando beneficios a la comunidad y al medio ambiente.

Esto implica una mayor inversión en su mantenimiento, la participación activa de la comunidad en su cuidado, y la implementación de políticas públicas que promuevan su conservación.

Referencias

- [1] Diego Azqueta Oyarzun and Luis Alfonso Escobar Jaramillo. Calidad de vida urbana. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 57:216–239, 2004.
- [2] María del Mar Hidalgo García. Las ciudades como objetivo de desarrollo sostenible. *bie3: Boletín IEEE*, (5):22–32, 2017.

- [3] Rosa María Chacón and Daniela Silva. Las ciudades hacia el desarrollo sostenible. *Ábaco*, pages 71–78, 2005.
- [4] Diario Oficial de la Federación Secretaria de Gobernación. Available online: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5608336&fecha=21/12/2020#gsc.tab=0. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [5] ONU Naciones Unidas. Available online: <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [6] ONU-Habitat Naciones Unidas. Available online: <https://mail.onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-derecho-a-la-ciudad>. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [7] Jordi Borja, M Delgado, H Espinosa, A Mendo, V Pinto, E Torres, F González-Guerra, A Gutiérrez, L Algoed, J Ávila, et al. El derecho a la ciudad. In *ponencia presentada en el Forum Universal de les Culures, sessió: El pret a la ciutat, Barcelona*, volume 8, 2004.
- [8] Erika Tatiana Ayala-García. La arquitectura, el espacio público y el derecho a la ciudad. entre lo físico y lo vivencial. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(2):36–46, 2021.
- [9] Frank Molano Camargo. El derecho a la ciudad: de henri lefebvre a los análisis sobre la ciudad capitalista contemporánea. *Folios*, (44):3–19, 2016.



Estudio de las banquetas mal reguladas en la colonia Maximiliano R. López, Cd. Obregón, Sonora, México

D.R. Hernández-Camacho¹, A.F. Valenzuela-Reyna^{1,*}, F.G. Lule-Martínez²

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: dianarhdezch@gmail.com

Resumen: *Una problemática social-urbana muy presente en México es el de las banquetas mal reguladas, en Ciudad Obregón se presentan una cantidad innumerable de noticias sobre accidentes peatonales que son causados por personas a bordo de transportes motorizados. Es por eso que en el presente proyecto de investigación se tiene como propósito dar a conocer aquellos obstáculos que intervienen en la mejora de las banquetas dentro de la colonia Maximiliano R. López "Machi López" al sur de Ciudad Obregón. Los resultados obtenidos de la investigación han dado paso a la conclusión sobre la necesidad de propuestas de mejora y rehabilitación de banquetas para evitar aquellos percances que se presentan con cotidianidad en la colonia Maximiliano R. López con respecto al peatón y las vialidades automovilísticas, así como también el difundir con mayor claridad las leyes de construcción dedicado a las personas que hacen uso de las banquetas, sin sobrepasar las posibilidades del entorno urbano, social, ambiental y económico de la ciudad.*

Palabras clave: Banquetas, peatón, infraestructura peatonal, inseguridad, accesibilidad.

Abstract: *A social-urban problem that is very present in Mexico is poorly regulated sidewalks. In Ciudad Obregón there is an innumerable amount of news about pedestrian accidents that are caused by people aboard motorized transport. That is why the purpose of this research project is to publicize those obstacles that intervene in the improvement of the sidewalks within the Maximiliano R. López "Machi López" neighborhood south of Ciudad Obregón. The results obtained from the investigation have led to the conclusion about the need for proposals for the improvement and rehabilitation of sidewalks to avoid those mishaps that occur daily in the Maximiliano R. López neighborhood with respect to pedestrians and automobile roads, as well as the more clearly disseminate the construction laws dedicated to the people who use the sidewalks, without exceeding the possibilities of the urban, social, environmental and economic environment of the city.*

Keywords: Sidewalks, pedestrian, pedestrian infrastructure, insecurity, accessibility.

1. Introducción

Por medio de este proyecto de investigación sobre las banquetas mal reguladas se pretende conocer el estado de las banquetas de la colonia Maximiliano R. López debido a la mala regulación, y al evidente mal uso y poco mantenimiento. Es importante conocer aquellos obstáculos que impiden el desplazamiento de peatones de banqueta a banqueta como un espacio público. Así como llegar al por qué se infravalora el mantenimiento de las banquetas y a los derechos de la movilidad peatonal.

El consultar distintas situaciones de banquetas presentes en México es necesario para conocer aquellas causas y obstáculos con los que se encuentra el peatón

continuamente al realizar sus actividades de circulación y desplazamiento sobre las banquetas de la ciudad o de la colonia.

Se documentaron los principales problemas que enfrentaba la comunidad: desde banquetas en mal estado, hasta tramos inexistentes o bloqueados por desechos, basura o maleza.

La investigación realizada en la colonia Maximiliano R. López, ubicada al sur de Ciudad Obregón reveló que, a pesar de las normativas vigentes, las autoridades locales no habían implementado un control efectivo sobre el uso y mantenimiento de estos espacios, lo que generaba una serie de dificultades para los peatones, especialmente para personas con capacidades diferentes y adultos mayores.

La falta de acción por parte de las autoridades, aunado a

la ausencia de un plan de mantenimiento y supervisión de la infraestructura peatonal, había propiciado un ambiente urbano poco inclusivo y peligroso para la comunidad. Con esta investigación se pretende mostrar la situación y el estado deficiente de las banquetas en esta colonia, así como demostrar la opinión y experiencia de los usuarios, que nos ayudan a demostrar las dificultades que sufren en su día con día, para así contar con datos que fundamenten las necesidades de atención y mejora de la infraestructura ante las autoridades municipales correspondientes.

2. Problema de investigación

El problema nace desde el descuido de la infraestructura urbana en la desatención de parte de usuarios y de los gobiernos encargados de utilizar recursos económicos a su mejora y mantenimiento, también a su mal aprovechamiento que genera desgaste, erosión y daño a las banquetas. Se expone como una causa al demérito del peatón dentro del sistema de movilidad urbana, poniendo por encima a los vehículos motorizados, lo que ocasiona siniestros donde el peatón toma un papel más vulnerable sobre los medios de transporte motorizados (automóviles, autobuses, motocicletas, vehículos de carga, entre otros). La falta de contemplación de un ciudadano caminante en el marco de movilidad urbana ocasiona que la infraestructura peatonal no sea vista como una prioridad. Otra causa es la desorganización de la sociedad y la falta de regulación y seguimiento de las normas de construcción, donde tanto ciudadanos como gobierno, se ven involucrados en la omisión de atención a las normas adecuadas a la construcción y regulación de aceras.

Estos problemas se manifiestan en aceras irregulares e intransitables, con diferentes niveles, rampas con inclinaciones inadecuadas, con el concreto roto o levantado debido a su mala construcción, que tienen una medida limitada que impide el tránsito peatonal correcto o que varía en su medida sobre una misma acera, o simplemente la falta de existencia de este elemento de la infraestructura urbana en zonas marginadas de la ciudad a las cuales el gobierno no provee de este.

Las causas de la mala regulación de banquetas son la falta de personal de supervisión y gestión por parte de organismos de los municipios que están relacionados con el área de desarrollo urbano y público. También se encuentra el desinterés de la sociedad a conocer y respetar las leyes de construcción, este problema se presenta con las rampas, guarniciones sin un orden en sus niveles y material utilizado siendo esto incómodo para el usuario.

Es así como el usuario se ve en la necesidad de bajarse de la calle y caminar por el arroyo vehicular lo cual significa un riesgo para el peatón.

2.1. Objetivo general

El objetivo de la investigación fue generar aceras más accesibles para los ciudadanos de cualquier edad o con capacidades físicas diversas que deseen transitarlas para moverse de un punto a otro dentro de la ciudad o en este caso dentro de la colonia Maximiliano R. López "Machi López".

Así como evitar accidentes de tránsito que involucren a los peatones con los vehículos, en un escenario de siniestro donde el peatón es el actor más vulnerable al estar expuesto físicamente a golpes, fracturas o decesos, por esto se busca que con las banquetas en un mejor estado el peatón no tenga la necesidad de introducirse dentro de carriles vehiculares evitando así esta problemática.

También haciéndolas más agradables visualmente dando así una mejor imagen urbana a Obregón que contribuya a la incentivación de más proyectos para mejorar la infraestructura de la ciudad y a su vez generar una ciudad más ordenada, lo que podría atraer a más personas para invertir en ella.

El proceso de consulta de la zona de estudio, consiste en definir la problemática que se desea comprender más a fondo para así llevar a cabo un estudio descriptivo de zonas que presentan situaciones relacionadas con el tema a investigar.

3. Método

La investigación utilizó una metodología cuantitativa basada en encuestas aplicadas a los residentes de la colonia para medir su percepción y experiencia con la infraestructura peatonal de su entorno cotidiano, así como el uso de resultados en base al alfa de cronbach, estos resultados dieron como resultado .70 en representación de resultados verídicos y confiables. Además, se emplearon fichas de observación para evaluar directamente las condiciones físicas de las banquetas, incluyendo aspectos como limpieza, nivelación, dimensiones y accesibilidad para personas discapacitadas. Los resultados se cuantifican para obtener porcentajes y detectar los principales problemas que afectan a los peatones.

3.1. Aspectos

A partir de la inexistencia de un modelo de Desarrollo Urbano establecido o una falla en la actualización y seguimiento de este en las regiones es imperativo que el desarrollo de la infraestructura de las ciudades se realice de manera desordenada lo que provoca las fallas en el levantamiento de las banquetas, causando las irregularidades que provocan problemas peatonales.

Es necesario analizar las deficiencias urbanísticas con relación a lo geográfico y lo social con las que cuenta el lugar que se estudia, y así poder crear un plan de desarrollo urbano que beneficie al peatón a manera de brindar su seguridad. Teniendo el objetivo principal de identificar instrumentos y estándares de diseño que promuevan al peatón en la ciudad.

La insuficiencia con la que cuentan los instrumentos de planificación urbana que regulan los espacios públicos y viales, trae como consecuencia la falta de uniformidad de las banquetas. En diversos países se ha optado por añadir la caminata como un medio de transporte sustentable presentando al peatón como un elemento clave en el sistema de movilidad urbano, integrando objetivos económicos, sociales y ambientales para promover el tránsito peatonal. El peatón es vulnerable hacia la mala calidad de la infraestructura de las localidades, como consecuencia están los accidentes de tránsito donde el peatón es el actor que sufre lesiones. Los carriles de carros abarcan mayor área pública a diferencia de las banquetas que son diseñadas con las dimensiones mínimas.

La gestión formal o informal de banquetas corresponde al tipo de sociedad que le da orden a la vialidad pública peatonal. El estado físico y material en el que se presentan las banquetas, habla de las personas que lo realizan y de la seguridad de un sector atendido o desatendido.

Esta problemática se debe a la falta de conciencia cívica, recursos, coordinación entre ciudadanos y autoridades, y una planificación urbana deficiente. Para solucionarlo, es esencial que todos los ciudadanos, comerciantes, autoridades y organizaciones civiles trabajen juntos para garantizar la seguridad y accesibilidad de estos espacios. Solo con un esfuerzo colectivo se mejorará la calidad de vida urbana y se asegurará que las banquetas sean un recurso útil para todos. La falta de conservación y mantenimiento de banquetas se debe a la mala o nula organización de los vecinos que habitan en las manzanas de las colonias, pues los vecinos tienden a perjudicar el estado de la banqueta, modificando su material de construcción, su nivel de piso y obstruyendo con objetos o árboles que obstaculizan la circulación libre del peatón

que viaja de banqueta a banqueta. Esta problemática se podría evitar con el mantenimiento colectivo de banquetas, así como el mantenimiento de áreas verdes, árboles inadecuados.

La falta de cultura social en el cumplimiento de las leyes sobre las banquetas en Cd. Obregón refleja un problema estructural que involucra educación cívica, infraestructura urbana deficiente y un déficit en la aplicación de las normas. Esta problemática no solo afecta a la movilidad peatonal, sino que tiene un impacto negativo en la calidad de vida de los ciudadanos, especialmente de las personas con discapacidad, los adultos mayores y las madres con niños pequeños. Abordar este tema requiere la colaboración de autoridades, ciudadanos y sociedad civil para lograr una ciudad más ordenada, inclusiva y segura para todos.

El incumplimiento de reglas sobre la infraestructura de la ciudad se ha normalizado con el paso de los tiempos, se le ha restado importancia a la falta de seguimiento de leyes por parte de los ciudadanos y del gobierno, esta situación se demuestra con la falta de mantenimiento en la infraestructura pública dedicada al peatón y a la falta de elementos de mobiliario urbano.

Esta problemática es cada vez más evidente, debido a la rápida expansión urbana sin una visión integral ni un control adecuado sobre el uso del suelo. Este fenómeno tiene consecuencias significativas para el bienestar social, la cohesión comunitaria y el acceso equitativo a servicios básicos. En la colonia Maximiliano R. López podemos notar claramente la división de espacios sociales con relación a colonias vecinas, esto debido a diferencias en características socioeconómicas de la ciudad que se han dado a lo largo de los años, así como también a la desigualdad en el acceso a servicios públicos y políticas de uso de suelo ineficientes. Todo esto da como resultado: inseguridad y conflictos urbanos, problemas de movilidad y transporte, descuido de infraestructura en la colonia y aislamiento social.

Genera segregación residencial para barrios con condiciones materiales y estructurales de pobreza, generando a su vez zonas de poca accesibilidad peatonal y baja seguridad. Dificulta la movilidad cotidiana e impacta de manera negativa a la realización de actividades diarias de las personas del sector segregado.

Las banquetas tienen el propósito de brindar utilidad y servicio a las personas que transitan sobre ellas. El ancho de una banqueta se relaciona con las actividades que el peatón realiza cotidianamente, como lo son; actividades de comercio, de compra, de viaje y de recreación. Sin embargo con frecuencia todas estas actividades no

permiten que las banquetas presten su servicio principal a las personas que transitan a manera de viaje de banqueta a banqueta, en la mayoría de los casos las banquetas no se encuentran en un buen estado material y son muy angostas que no permiten el desplazamiento rápido de las personas [1].

El uso de las banquetas por el peatón también es un tema que se discute y tiene reglas creadas por la comunidad por colonias y/o manzanas de la zona, de ahí la llamada inseguridad que comenta la comunidad de vecinos donde se discute sobre el comportamiento inapropiado o sospechoso de los vecinos nuevos en la zona alrededor o sobre las banquetas del lugar, los vecinos que viven un tiempo más largo en la colonia prefieren no circular cerca o sobre las banquetas frente de las casas sospechosas o abandonadas ya que representan peligro e incomodidad para el peatón [2].

Existe una relación de la accesibilidad peatonal con el equipamiento, infraestructura y servicios a escala urbana, pues a partir de estos tres se consideran las actividades que el peatón crea en cada momento al circular. La accesibilidad para el peatón y para personas con condiciones de movilidad reducida debe tomar en cuenta las cruces y aceras de todo aquel transite por banquetas reducidas, sobre todo aquel espacio que cuente con mobiliario urbano, todo esto para llegar a la accesibilidad segura y cómoda por las banquetas [3].

La infraestructura para uso peatonal presenta una conexión con las calles dedicadas a la circulación de vehículos, esta conexión se presenta por medio de cruces peatonales por donde las personas caminan para llegar a una determinada banqueta desde otra banqueta, o también por medio de semáforos peatonales. Entendiendo así a la infraestructura peatonal como el espacio o mobiliario ubicado a los lados de la vía dedicada al tránsito vehicular o llámese también, calle [4].

La simplificación de traslado del peatón desde un espacio de origen hacia otro destino definido es algo que la movilidad peatonal pretende cumplir. El desplazamiento de personas por las banquetas de las colonias a menudo presentan inconvenientes provocados por los mismos vecinos que habitan en la zona, pues se convierte en zona privada aquel pedazo de banqueta que colinda con una casa, es así como la movilidad peatonal a interviene y se relaciona de manera forzada con la movilidad vehicular y motorizada [3].

La banqueta además de cumplir el papel de transitar sobre ella, también es posible colocar mobiliario fijo; como bancas, macetas o postes luminarios, el problema es que no suele tener un orden y suele faltar espacio para la

circulación de peatones [1, 5, 6].

La normatividad sobre banquetas y movilidad de peatones es escasa o de difícil acceso en ciertos lugares de México, o bien es ignorada y no se respeta. Existen muchas limitaciones para las delimitaciones de espacios peatonales públicos, ya que las banquetas y guarniciones son consideradas vialidades secundarias. La Secretaría de Seguridad Pública sanciona a los puestos de comercio estacionados informalmente, así como también a los vehículos motorizados, informa sobre la infracción que han cometido al transitar o estacionarse sobre una banqueta y sobre cómo pueden repercutir a mal sobre la seguridad del peatón [5].

Los espacios urbanos de Chile y Alemania donde la existencia o la falta de elementos de la infraestructura peatonal repercute en la movilidad, haciendo que las banquetas se transiten o no con cierta dificultad [7].

4. Resultados

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de las encuestas y fichas de observación realizadas para la investigación de El estado de las banquetas en la colonia Maximiliano R. López. Se busca obtener resultados aplicando estas herramientas cuantitativas y cualitativas, que nos ayuden a generar la información necesaria para el análisis y la interpretación de datos para la investigación. En base a las fichas de observación aplicadas a distintas calles de la colonia Maximiliano R. López se obtuvieron resultados que podrían resultar problemáticos para los peatones que transitan día a día por las banquetas de esta área de estudio. Las calles; Coahuila, Paseo de las Palmas, Crisantemos, Violetas, Tulipanes, Orquídeas, Lirios, Laureles, Ajonjolí, Magnolias, se analizan por categoría y criterio de banqueta, las cuales muestran una ponderación muy baja. Se aplicó una encuesta con preguntas clave para obtener la opinión de los habitantes de la colonia, En relación con las encuestas aplicadas podemos observar a través de gráficos las respuestas, que se analizaran en este documento. También se anexaron al final del documento, la tabla de fichas de observación y una tabla con sus ponderaciones y porcentajes, y las preguntas aplicadas en la encuesta.

4.1. Datos sociodemográficos

Los datos obtenidos nos ayudan a analizar la edad y el género de la población que participó en la encuesta, el análisis de la edad y el género en esta encuesta es clave para entender mejor las experiencias de

diferentes grupos de personas que habitan en la colonia. Las personas mayores pueden requerir banquetas más accesibles, mientras que los jóvenes pueden no priorizar estos aspectos. Asimismo, las mujeres suelen estar más preocupadas por la seguridad, mientras que los hombres se centran en la amplitud o accesibilidad para actividades físicas.

Con los datos obtenidos en la encuesta notamos que existe una mayor participación de Hombres con un porcentaje de 57,4 %, a diferencia de las mujeres que estas representan un porcentaje menor con el 42,6 % de participación en esta encuesta.

Los datos de rango de edad demuestran una mayor participación de las personas jóvenes, esto lo atribuimos a que estas están más familiarizadas con la tecnología y también al hecho de que son los que más transitan las banquetas al realizar sus actividades como acudir a la escuela o su trabajo, el porcentaje que las personas de 17 - 30 años representan en la encuesta es de 43,6 %, de ellas siguen las personas de 31 - 50 años que son las segundas de más participación ya que tienen una opinión más experimentada y fueron los segundos más participativos, ellos representan el 43,6 %, el siguiente grupo de personas encuestadas fueron de 51 - 80 años con un porcentaje del 11,9 %, y con una breve participación del grupo de personas arriba de los 81 años del 1 % en la encuesta.

4.2. Frecuencia de uso de las banquetas

Los resultados muestran que la gran mayoría de los encuestados utiliza las banquetas de forma regular, lo que subraya la necesidad de mantenerlas en buenas condiciones para asegurar una movilidad peatonal segura y cómoda para los residentes de la colonia.

El 41 % de los encuestados indicó que camina diariamente por las banquetas, lo que refleja que una parte importante de los vecinos depende de las banquetas como su principal medio de movilidad peatonal. Este grupo es el más afectado por las condiciones de las banquetas, ya que las utilizan constantemente para sus desplazamientos cotidianos. Por otro lado, el 35 % camina por las banquetas varias veces por semana, lo que indica que, aunque no las usan todos los días, también son usuarios frecuentes. Esto sugiere que más del 70 % de los encuestados tiene una conexión regular con el espacio peatonal de la colonia, lo que refuerza la importancia de mantener las banquetas en buen estado. Un 17 % lo hace ocasionalmente, lo que implica un uso esporádico, probablemente en situaciones específicas como salidas cortas o caminatas ocasionales. Aunque no dependen

tanto de las banquetas como los otros grupos, su experiencia con las banquetas sigue siendo relevante. Por último, un 7 % de los encuestados mencionó que nunca camina sobre las banquetas de la colonia, ya sea porque prefieren otros medios de transporte o por la falta de confianza en las condiciones actuales de las banquetas.

4.3. Accidentes en las banquetas

Los resultados muestran que más del 70 % de los encuestados ha tenido algún percance debido al mal estado de las banquetas, ya sea de forma ocasional o repetida, lo que subraya la necesidad urgente de mejorar la infraestructura peatonal para garantizar la seguridad de los peatones en la colonia.

El 39.6 % de los encuestados mencionó que ha tenido un accidente o percance en una ocasión, lo que refleja que casi 4 de cada 10 personas han enfrentado algún tipo de problema por las malas condiciones de las banquetas. Esto sugiere que las banquetas en varias zonas no están en condiciones óptimas, presentando riesgos para los peatones.

El 33.7 % de la población encuestada ha sufrido un percance en más de una ocasión, lo que revela que un tercio de los vecinos ha tenido experiencias repetidas de accidentes. Este dato es preocupante, ya que indica que las condiciones deficientes de las banquetas no son casos aislados y que pueden estar afectando de manera recurrente a muchas personas.

El 26.7 % de los encuestados mencionó que nunca ha tenido un accidente por el mal estado de las banquetas, lo que indica que una minoría de los vecinos no ha tenido problemas, posiblemente porque caminan con menos frecuencia o lo hacen en áreas donde las banquetas están en mejores condiciones.

4.4. Limpieza y mantenimiento

La Fig. 1, obtenida con la encuesta muestra la visión de las personas con respecto a cómo perciben la limpieza en las banquetas de la colonia, donde se muestra como un 36,6 % de ellas opinan que las banquetas son regularmente limpias, el 32,7 % opina que las banquetas son limpias, y el 30,7 % opina que las banquetas no son limpias.

De acuerdo con los resultados observados en la aplicación de las fichas de observación se concluye que la limpieza y el mantenimiento es deficiente en las banquetas de las calles observadas y encuestadas, obteniendo un valor de aproximadamente 26 % de acuerdo al valor asignado a cada puntuación dentro de la tabla de ficha

6. ¿Cómo calificaría la limpieza de las banquetas en su colonia?
101 respuestas

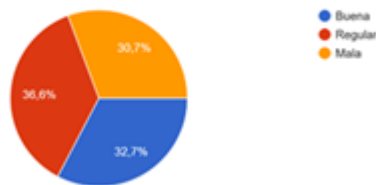


Figura 1. Gráfica de opinión ciudadana sobre limpieza y mantenimiento de banquetas.

de observación, también se analizó la necesidad y la frecuencia del mantenimiento de estas dando porcentajes de 22 % y 26 % respectivamente, lo que explica que las banquetas de esta colonia se encuentran en un mal estado físico, debido a existencia de basura y el poco o nulo mantenimiento aplicado.

4.5. Visibilidad de banquetas

Lo anterior tiene relación con la visibilidad de banquetas, pues al tener una frecuencia baja de mantenimiento y limpieza, las banquetas serán no visibles para el peatón por lo que este mismo recurrirá a caminar fuera del límite de la banqueta. De acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas a los ciudadanos que habitan en esta colonia, se obtuvieron resultados negativos en la limpieza de las banquetas en cuanto a la observación de cada vecino. Esto se puede mostrar de manera gráfica en la Fig. 2.



Figura 2. Banqueta ubicada en calle Violetas.

Según los datos de la tabla de porcentajes de la ficha de observación se observa que las banquetas tienen al menos un porcentaje de 44 % de visibilidad, lo que nos indica que los resultados varían entre que las banquetas son parcialmente visibles, poco visibles y no visibles, esto indica la seriedad de la problemática, ya que la poca visibilidad de la banqueta provoca que existan problemas como accidentes, dificultad de movilidad y desuso de las mismas al no cumplir con su propósito adecuadamente, lo que propicia que siga existiendo la falta de limpieza y mantenimiento.

4.6. Niveles de banquetas

La existencia de diferentes alturas en las banquetas que dificultan el caminar por estas mismas, afectando la movilidad de las personas que las transitan diariamente, y el acceso o uso a personas con movilidad limitada y personas de la tercera edad, poniendo en riesgo la integridad física del peatón, propiciando accidentes como caídas u obligándolos a caminar sobre la calle donde podrían tener un accidente de tránsito. Como se puede ver en la Fig. 3.



Figura 3. Banqueta ubicada en calle Coahuila.

Los resultados muestran que las banquetas en la colonia tienen condiciones bastante variadas en cuanto a su nivelación. El 40 % de ellas presenta cambios de nivel continuos y pronunciados, lo que significa que casi la mitad de estas banquetas son irregulares y podrían causar problemas a los peatones.

Por otro lado, otro 40 % de las banquetas tiene cambios de nivel que responden a la topografía del lugar, pero estos desniveles no son tan problemáticos para caminar. A pesar de que hay algunas variaciones, siguen siendo cómodas y seguras para los peatones. Estas banquetas consiguen adaptarse bien al terreno sin comprometer la movilidad de quienes las utilizan, logrando un buen balance entre las características naturales del área y la comodidad para los usuarios.

Finalmente, el 20 % restante de las banquetas también presenta desniveles, pero no son tan pronunciados. Aunque no son completamente uniformes, no llegan a representar un gran problema para los peatones y se pueden transitar con relativa facilidad. Sin embargo, sería ideal mejorar su condición para lograr una mayor uniformidad y reducir posibles inconvenientes.

Aunque una parte importante de las banquetas tiene problemas de nivelación, muchas otras se encuentran en condiciones aceptables para el tránsito peatonal. De acuerdo a los valores obtenidos de la tabla de porcentajes de las fichas de observación se obtuvo un 32 % en relación al análisis de la categoría y las calles analizadas.

4.7. Dimensiones de banquetas

Muchas de estas banquetas no cumplen con las medidas mínimas de la normatividad del municipio de Cajeme, especialmente las banquetas que están ubicadas en las primeras calles habitadas en la colonia Machi R. López. No obstante también se encuentran banquetas con dimensiones extensas que permiten la adecuada circulación del peatón, estas son de las últimas calles establecidas en la colonia, como lo es en la calle principal Coahuila.

Al analizar las fichas de observación sobre las dimensiones de las banquetas, los resultados muestran un panorama bastante desfavorable en cuanto al ancho de las mismas. El 60 % de las banquetas es muy estrecho, lo que no permite que dos personas circulen al mismo tiempo. Esto es un gran inconveniente, ya que no solo hace más difícil que los peatones se muevan con fluidez, sino que también aumenta el riesgo de accidentes o bloqueos, especialmente en zonas muy transitadas.

Por otro lado, un 30 % de las banquetas tiene un ancho pequeño que, aunque permite el paso, lo hace de manera limitada. Esto podría generar incomodidad o problemas cuando hay personas caminando en ambas direcciones. Estas banquetas no son lo suficientemente anchas para que el tránsito peatonal sea cómodo y seguro, especialmente en horas pico o lugares concurridos.

Finalmente, solo un 10 % de las banquetas tiene un ancho amplio que permite una circulación adecuada en ambos sentidos. Estas banquetas son las más funcionales, ofreciendo espacio suficiente para que los peatones caminen sin problemas ni riesgos.

Según el reglamento de construcción de Cajeme en el artículo 85 las banquetas deben de tener un ancho mínimo de 1.20 metros, y deben permitir la doble circulación peatonal libre sin ningún obstáculo de por medio.

Promediando los resultados en relación a la tabla de porcentajes obtenida de las fichas de observación las banquetas se encuentran en un 22 % acorde con el reglamento.

4.8. Movilidad

En la investigación sobre las banquetas, al revisar las fichas de observación enfocadas en la movilidad, los resultados muestran que la mayoría de las banquetas tienen problemas para permitir un tránsito peatonal fluido.

El 60 % de las banquetas solo tiene espacio para que una persona pase a la vez. Esto significa que son tan estrechas que no se puede caminar en pareja, lo que puede ser

incómodo, especialmente en zonas con mucho tráfico de gente. Además, este espacio reducido puede causar tráfico peatonal o incluso accidentes, ya que las personas tienen que esperar o moverse con cuidado para no chocar entre ellas.

Otro 30 % de las banquetas permite que dos personas pasen al mismo tiempo, pero de manera apretada. Aunque técnicamente se puede caminar de a dos, no es una experiencia cómoda ni fluida. Esto puede volverse un problema en momentos de mayor afluencia o cuando la gente necesita moverse rápido, lo que hace que el uso de estas banquetas sea menos práctico.

Finalmente, solo el 10 % de las banquetas tiene el espacio suficiente para que una o dos personas caminen cómodamente a la vez. Estas banquetas permiten una circulación sin problemas, donde las personas pueden andar juntas sin sentirse apretadas.

En resumen, la mayoría de las banquetas tienen problemas de espacio que limitan el tránsito peatonal. Muchas no permiten que más de una persona pase a la vez, lo que muestra la necesidad de rediseñarlas para que sean más amplias, funcionales y cómodas para todos.

4.9. Inclusión

La inclusión de personas discapacitadas no está aplicada por completo en las banquetas de la colonia, las pocas rampas para discapacitados que existen en las banquetas no cumplen con la pendiente correcta de acuerdo al reglamento de construcción para el municipio de Cajeme, además de que la existencia de estas mismas no va acorde a los niveles de las banquetas.

En la investigación sobre las banquetas, al analizar las fichas de observación con el criterio de "inclusión", los resultados revelan una situación preocupante en cuanto a la accesibilidad para personas con discapacidad.

El 80 % de las banquetas cuenta con rampas en casi todas sus esquinas, pero estas rampas están en muy malas condiciones físicas. Además, no cumplen con las dimensiones ni las pendientes adecuadas, lo que dificulta su uso por parte de personas con movilidad reducida o que utilizan sillas de ruedas. A pesar de que existen rampas, su estado deficiente y el hecho de que no están construidas de acuerdo a los estándares establecidos impiden que sean verdaderamente útiles.

Por otro lado, un 10 % de las banquetas ni siquiera cuenta con rampas para discapacitados, como se representa en la Fig. 4.

Esto significa que estas zonas son inaccesibles para muchas personas, lo que genera una clara exclusión y una falta de



Figura 4. Banqueta ubicada en calle Margaritas.

consideración hacia las necesidades de movilidad de este grupo.

Finalmente, otro 10 % de las banquetas tiene rampas en todas sus esquinas. Aunque están en malas condiciones físicas, al menos cumplen con las dimensiones y pendientes adecuadas, lo que facilita un poco más su uso, aunque aún sea necesario mejorar su estado.

En resumen, los resultados muestran que, aunque la mayoría de las banquetas cuenta con rampas, éstas están lejos de ser funcionales o seguras debido a su mal estado y la falta de cumplimiento con las normativas de accesibilidad. Esto resalta la necesidad urgente de mejorar las rampas para garantizar una verdadera inclusión y accesibilidad para todas las personas.

5. Conclusiones

La investigación realizada sobre las banquetas de la colonia Maximiliano R. López permitió obtener valiosos aportes en torno al estado de la infraestructura peatonal y su impacto en la movilidad y seguridad de los habitantes. Uno de los principales hallazgos fue la identificación de la deficiente condición en que se encuentran las banquetas, lo que afecta significativamente el tránsito peatonal, especialmente para personas mayores y aquellas con movilidad reducida. El estudio destacó que, en su mayoría, las banquetas no cumplen con las normativas vigentes del municipio de Cajeme, lo que impide su uso adecuado y plantea serios riesgos para los peatones.

Entre los aportes más relevantes del trabajo está la constatación de que la infraestructura actual no solo limita la movilidad, sino que también genera un entorno inseguro, donde los peatones a menudo se ven obligados a caminar en la calle por la intransitabilidad de las banquetas. Las opiniones de los residentes refuerzan la necesidad de realizar mejoras sustanciales, pues muchos manifestaron haber sufrido accidentes o percances debido a las malas condiciones de las banquetas. En particular, se evidenció una falta de mantenimiento y limpieza, lo que agrava la problemática al reducir la visibilidad de las aceras y provocar su deterioro.

Otro de los puntos clave fue la cuestión de la accesibilidad. A pesar de la existencia de rampas para discapacitados en algunas zonas, su mal estado y la falta de cumplimiento con las normas de construcción impiden que sean funcionales. Esto refuerza la exclusión de las personas con movilidad reducida y resalta la necesidad de rediseñar la infraestructura urbana para garantizar un entorno más inclusivo.

El alcance de esta investigación permite vislumbrar las áreas específicas que deben ser abordadas para mejorar la calidad de vida de los residentes de la colonia, tales como la nivelación de las banquetas, su ampliación para facilitar el tránsito de varias personas a la vez y la implementación de rampas adecuadas.

En cuanto a sus aplicaciones, este trabajo puede servir como punto de partida para futuros proyectos enfocados en la mejora de la infraestructura peatonal de Cajeme y otras áreas urbanas. Las recomendaciones derivadas de la investigación pueden ser utilizadas por las autoridades municipales para priorizar la inversión en el mantenimiento y construcción de banquetas que cumplan con los estándares de seguridad, accesibilidad y funcionalidad, fomentando un entorno más ordenado y atractivo para sus habitantes y visitantes.

Referencias

- [1] Fredy Alberto Guío Burgos. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (29):179–203, 2010.
- [2] Miguel Ángel Aguilar Díaz and Guénola Capron. La banqueta insegura en una colonia en vía de gentrificación: la construcción de los otros desde las relaciones vecinales. *Estudios demográficos y urbanos*, 37(3):977–1005, 2022.
- [3] Oscar Arturo Hernández-Mercado, Mariana Esquivel Cuevas, and Rubén Garnica Monroy. Modelo de accesibilidad peatonal (map). *Bitácora Urbano-Territorial*, 23(2):14, 2013.
- [4] Diego A Escobar, Juan E Aristizábal, and Carlos A Moncada. Análisis de la distribución espacial de cruces peatonales aplicando un modelo de accesibilidad geográfica. caso de estudio: Avenida santander, manizales (colombia). *Información tecnológica*, 33(2):157–168, 2022.

- [5] Guénola Capron, Jérôme Monnet, and Ruth Pérez López. Infraestructura peatonal: el papel de la banqueta (acera). *Ciudades*, (119):33–46, 2018.
- [6] Jonatan Jair Villamarín Monroy, Fredy Alberto Guío Burgos, and Domingo Ernesto Dueñas Ruiz. Caracterización de la velocidad de caminata. caso de estudio puente peatonal. *Tecnura*, 26(71):96–110, 2022.
- [7] Marie Geraldine Herrmann Lunecke. Instrumentos de planificación y diseño urbano para promover al peatón en las ciudades chilenas. un estudio comparado entre chile y alemania. *Urbano*, pages 48–57, 2016.



Regeneración urbana en Ciudad Obregón: transformaciones y desafíos en la colonia campestre

F.S. Godoy-Camacho¹, C.L. Palacios-Martínez¹, X.L. Sandoval-Salcido¹, E.C. Morales-Rojas^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: emorales@itesca.edu.mx

Resumen: *La Colonia Campestre en Ciudad Obregón enfrenta problemas de degradación urbana debido al abandono de viviendas, falta de servicios en cuanto a su infraestructura urbana, lo que contribuye a la inseguridad y el deterioro de la zona. Esta investigación busca analizar la situación y las percepciones de los habitantes y de personas externas.*

Palabras clave: Regeneración, causas, condiciones, reurbanización, infraestructura.

Abstract: *The suburb Campestre in Ciudad Obregón faces problems of urban degradation due to the abandonment of housing and lack of services in terms of urban infrastructure, which contributes to insecurity and the deterioration of the area. This research seeks to analyze the situation and the perceptions of residents and outsiders.*

Keywords: Regeneration, causes, conditions, redevelopment, infrastructure.

1. Introducción

La regeneración urbana de Ciudad Obregón es un proceso que requiere un análisis exhaustivo de los factores que afectan a la ciudad y la identificación de soluciones sostenibles. Este esfuerzo demanda una colaboración estrecha entre el gobierno, la sociedad civil, el sector privado y la academia, con el fin de construir una ciudad más justa, sostenible y próspera. El objetivo general es comprender las causas de la necesidad de regeneración urbana, aportando conocimientos especializados y un análisis riguroso que guíe las intervenciones. A través de estudios detallados, se evaluará el impacto de las acciones y se generarán recomendaciones para mejorar la calidad de vida de los habitantes, impulsando el desarrollo económico local y la sostenibilidad ambiental.

En cuanto a los específicos incluyen una comprensión de los conflictos sociales, el impacto de la gentrificación y los efectos ambientales; el fomento del desarrollo económico local mediante la creación de empleos e inversiones; y la promoción de la participación comunitaria a través del diálogo, la colaboración y la capacitación, asegurando que todos los actores participen activamente en el proceso de regeneración.

La regeneración de la colonia Campestre debería enfocarse

en mejorar la infraestructura vial, crear espacios públicos de calidad, conservar y mejorar las áreas verdes, y garantizar un ambiente seguro. Es fundamental planificar cuidadosamente estas intervenciones para preservar el carácter distintivo de la colonia y asegurar que las mejoras beneficien a la comunidad.

2. Marco teórico

”La práctica de la regeneración urbana se define como el conjunto de acciones integradas que, aplicadas a una zona urbana en crisis, pretenden frenar las dinámicas y los factores de declive, reactivando la capacidad local para afrontar los cambios urbanos, económicos y sociales [1].”

La regeneración urbana es un concepto amplio que implica la rehabilitación y transformación de espacios urbanos en crisis [2-4], con el objetivo de contrarrestar el declive y reactivar la capacidad local para adaptarse a los cambios urbanos, económicos y sociales. Este proceso busca mejorar la calidad de vida en áreas degradadas, promoviendo la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico [5-7]. En el caso de Ciudad Obregón, la regeneración urbana se presenta como una necesidad urgente debido a desafíos como la fragmentación espacial, la falta de servicios básicos, la degradación ambiental, la segregación social y la

obsolescencia de la infraestructura. Ante estos problemas, la regeneración urbana se convierte en una herramienta clave para revitalizar la ciudad y fomentar un desarrollo más equitativo y sostenible.

Para la regeneración urbana de la colonia campestre nuestra zona de estudio.

El ayuntamiento es el primer punto de contacto para la regeneración de colonias. A través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, puedes solicitar proyectos de regeneración urbana que incluyan pavimentación, alumbrado, áreas recreativas, y seguridad.

- Constitución Mexicana, Art. 115, Fracción II y III: Establece que los municipios son responsables de la planeación y administración del desarrollo urbano en sus localidades, incluyendo mejoramiento de colonias. (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión., 1857) [8]
- Ley de Gobierno Municipal de Sonora, Art. 84: Obliga a los municipios a conservar infraestructura urbana y áreas públicas, lo cual incluye proyectos de rehabilitación.
- Constitución del Estado de Sonora, Art. 64, Fracción XVII: Asigna a los municipios el control y administración de servicios públicos, como el mantenimiento de calles.
- Reglamento de Construcción del Municipio de Cajeme: Define los lineamientos específicos para el diseño y mantenimiento de banquetas, incluyendo requisitos de accesibilidad para personas con discapacidad, y faculta al municipio para inspeccionar y sancionar incumplimientos.
- Reglamento Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Cajeme Mantenimiento y Reparación: Este reglamento dispone que los ciudadanos están obligados a reportar cualquier falla o desperfecto en el sistema de drenaje, y establece protocolos específicos para el mantenimiento preventivo y correctivo.

Artículo 15: El municipio debe realizar revisiones periódicas de las redes de alcantarillado para evitar bloqueos, fugas y desbordamientos que puedan afectar la salud pública.

- Reglamento de Tránsito y Vialidad del Municipio de Cajeme.

Capítulo IV (Señalización Vial): Describe las responsabilidades del Ayuntamiento para instalar

y mantener las señales de tráfico, las señales preventivas, restrictivas, informativas y de servicios en todas las vías municipales.

Artículo 30: Obliga al municipio a que las señales de tránsito cumplan con las normas oficiales y a mantenerlas en buen estado. También indica que deben ser visibles, claras y estar bien ubicadas.

Artículo 32: Regula la nomenclatura de calles, disponiendo que los nombres de calles sean legibles y estén instalados en las esquinas principales. Las placas con nombres deben ser mantenidas en condiciones óptimas.

3. Método

En este estudio se utilizaron dos métodos para recopilar datos: la observación estructurada y la encuesta. La observación estructurada nos permitió observar de manera ordenada el entorno, ayudándonos a entender mejor lo que sucedía. Por otro lado, el enfoque cuantitativo se utilizó para obtener resultados numéricos que nos ayudaran a confirmar nuestras hipótesis. Al combinar ambos métodos, pudimos obtener una visión más completa y clara del tema que estábamos investigando.

La entrevista fue aplicada exclusivamente a los habitantes de la colonia de campestre mientras que las fichas de observación fueron hechas a partir de los datos de la calle Rodolfo Elías calles – Blvd. Ignacio Ramírez y Calle zacatecas- Blvd. Norman E. Borlaug.

4. Resultados

Sobre el estado general de las calles (Coahuila, zacatecas, chihuahua y Blvd. Ramírez, entre otras): En malo o pésimo estado obtuvimos que 34.34 % de los encuestados observan que están en mal estado las calles. En excelente estado que fue la opción menos elegida se obtuvo un resultado de 6.06 % (6 de los 98 encuestados) siendo una población minoritaria la que piensa esto y la más seleccionada: En estado regular 59.60 % sobrepasando la mitad de los participantes (59 de los 98 encuestados), que, aunque no son óptimas pueden ser transitables. Reflejando un estado en vialidades principales ni tan bueno, ni tan fatal en la mayoría de estas calles.

Tomado de las fichas de observación la Calidad de las vialidades.^{es} Regular - mala” debido a la presencia de un bache pequeño, debido a la presencia de baches y daños en el pavimento pues hay zonas con hundimientos o daños en el pavimento. Se señalan problemas en algunas zonas

donde el pavimento está hundido o se presentan hoyo sin reparar en la intersección de la calle Zacatecas tomándola como ejemplo, ver Fig. 1.



Figura 1. Ejemplo del estado en que se encuentran algunas de las calles vistas en la colonia campestre.

A través de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología, se encarga de la construcción, reparación, y mantenimiento de calles, avenidas, y banquetas dentro de la ciudad. Ellos gestionan los recursos y programas para bacheo, pavimentación y rehabilitación de las vialidades urbanas.

Calidad del alumbrado público: Tomado de las fichas de observación la calidad del alumbrado público se clasifica como Regular - deficiente”, aunque depende la zona porque hay sectores que están cubiertos y son pocas las zonas oscuras en la noche, a diferencia de otras áreas con sectores oscuros y una demanda que pareciera no cubre la demanda de todas las zonas como La Coahuila y la intersección con la calle Chihuahua. Algunas luminarias no funcionan. Por lo que requiere un equipo de mayor cobertura, renovación de equipos viejos o mantenimiento a las actuales. Donde sea necesario colocar luminarias, para evitar ese peligro que se presta a la inseguridad. Tomar en cuenta que a pesar que es responsabilidad del municipio administrar y mantener en funcionamiento el alumbrado público, suceden robos de los mismos que afectan el correcto funcionamiento de estos.

Calidad en la limpieza y el mantenimiento de los espacios públicos: Solo el 4.4% considera que el estado de estos espacios es excelente, lo que indica que muy pocos están satisfechos con el nivel de limpieza y mantenimiento. El 47.47% califica los espacios como regulares, lo que sugiere que, aunque no están en condiciones óptimas, tampoco están completamente descuidados. Un 48.48% de los encuestados valora la limpieza y el mantenimiento como malo o pésimo, lo que refleja una clara insatisfacción y preocupación por el estado de estos espacios. Es decir, la respuesta es mala y pésima respecto a la limpieza en

áreas públicas.

Se observa un esfuerzo en el cuidado por parte de los vecinos, aunque se sugiere la intervención del gobierno en ciertas áreas ya que se presentan irregularidades, aunque estas son causadas principalmente por los transeúntes y el tiempo, falta de mantenimiento.

Accesibilidad y el estado de las aceras: Si somos objetivos la antigüedad de la colonia y el uso antiguo del suelo en la región se presta a las irregularidades que solemos encontrar en determinadas zonas. Si puede ser accesible y de libre tránsito solo son esa diferencia en los niveles de ciertos terrenos los que dificultarían el paso de los peatones, esto se puede observar en la Fig. 2.



Figura 2. Estado deplorable en la banqueta en la C. Mariano Escobedo.

Sistema de drenaje y alcantarillado: Un 13.27% de los encuestados consideran que el sistema de drenaje y alcantarillado es excelente, lo que indica que una pequeña parte de la población está satisfecha con su funcionamiento. La mayoría, el 45.92%, lo califica como regular, sugiriendo que, aunque el sistema funciona, tiene aspectos que requieren atención o mejora. Un 40.82% de los encuestados lo percibe como malo o pésimo, lo que refleja una insatisfacción significativa y problemas graves en el servicio.

”Sistema de drenaje y alcantarillado” tiene problemas en áreas concretas, como en la esquina de las calles Zacatecas y Hermanos Talamante, donde es evidente la necesidad de mantenimiento. Se reporta que el agua tiende a salir de los drenajes en algunas zonas, debido a su estructura vieja y deteriorada.

Señalización y la información en las calles: El 9.09% considera que la señalización y la información son excelentes, lo que indica que una pequeña parte de los encuestados está completamente satisfecha con el estado actual. El 54.55% lo califica como regular, lo que sugiere que, aunque cumplen su función, existen aspectos que podrían mejorarse en términos de visibilidad, claridad o

actualización. Un 36.36 % opina que la señalización es mala o pésima, lo que refleja una insatisfacción notable con el estado o la presencia de señales y nombres en las calles.

Observamos un incumplimiento en el reglamento de tránsito y vialidades del municipio, ya que son muchas las vialidades que no cuentan con señalizaciones claras ni legibles.

Infraestructura de transporte público: Solo el 7.07 % se declara satisfecho, lo que indica que muy pocas personas están conformes con el estado actual del transporte público en su área. Un 32.32 % lo califica como regular, lo que sugiere que, aunque funcional, el transporte público presenta deficiencias que requieren mejoras. La mayoría, un 60.61 %, se muestra insatisfecha, lo que refleja una percepción negativa y una gran necesidad de mejorar la infraestructura relacionada con el transporte público.

Consideramos la ausencia de paradas bien establecidas y las ya presentes, no cuentan con identificación para nuevos usuarios o quienes no conocen el servicio de transporte público.

Viviendas en abandono: La mayoría de los encuestados (45.45 %) observó entre 1 y 5 viviendas en abandono. Un 27.27 % vio entre 5 y 10, mientras que el 17.17 % reportó entre 10 y 15 viviendas en abandono. Solo el 10.10 % indicó haber visto más de 15 viviendas en estado de abandono.

Las viviendas abandonadas pueden representar problemas de salud, seguridad y estética, y su regulación en Cajeme está enmarcada principalmente en la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora y en el Código Municipal de Cajeme.

Son pocas las viviendas en abandono en todo el sector de la colonia campestre, podría ser algo más rápido de tratar y resolver, tanto de parte de los propietarios y los responsables en el estado.

5. Conclusiones

En el municipio hay colonias con menos acceso a los servicios básicos, con peor mantenimiento. Pero debido a la zona donde se encuentra la colonia campestre es bueno para la ciudad mantenerla en buen estado, por su tránsito diario, de casa habitación, negocios y ubicación. Tiene buenas mejoras por delante que pueden clasificarse en prioridades de mayor a menor.

Un ejemplo sería: Señalamientos, alcantarillado y drenaje, vialidades y aceras. Áreas verdes.

La SIDUR puede colaborar con el municipio en

proyectos de mayor alcance, especialmente si requieren financiamiento estatal o infraestructura significativa.

Constitución de Sonora, Art. 64, Fracción XVII: Menciona que los municipios y el estado deben coordinarse en el desarrollo y mantenimiento de infraestructura urbana.

Código de Desarrollo Urbano de Sonora: Regula la planificación, construcción y mantenimiento de infraestructura urbana, y fomenta la regeneración de espacios habitacionales.

Para intervenir en la regeneración de la colonia campestre, ubicada en Obregón, Son. México. debemos presentar una solicitud al Ayuntamiento de Cajeme, colaborar con un Comité Vecinal para fortalecer el respaldo ciudadano y ello se sientan involucrados en el proyecto lo que asegura el funcionamiento a futuro de este. Buscar el apoyo de SIDUR o SEDATU para financiamiento especial. Por lo que esto facilita la colaboración de los vecinos y el gobierno para mejorar la colonia para los habitantes del sector.

Referencias

- [1] María José Ramírez and Paula Kapstein. Regeneración urbana integrada: proyectos de acupuntura en medellín. *Revistarquis*, 5(1), 2016.
- [2] F Martín-Consuegra, C Alonso, and B Frutos. La regeneración urbana integrada y la declaración de toledo. *Informes de la Construcción*, 67(Extra-1):nt002–nt002, 2015.
- [3] María Castrillo, Angela Matesanz Parellada, Domingo Sánchez Fuentes, and Álvaro Sevilla Buitrago. ¿ regeneración urbana? deconstrucción y reconstrucción de un concepto incuestionado. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (126):129–139, 2014.
- [4] Pedro Gómez Portilla, Alejandro Cabarga-Varona, and Soledad Nogués Linares. La regeneración urbana integrada: una respuesta a la crisis urbana. In *Congreso Latinoamericano sobre patología de la construcción, tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio: REHABEND 2014*. Santander (España), 1-4 de abril de 2014, pages 247–254. Universidad de Cantabria, 2014.
- [5] Hao Wang, Yizhu Zhao, Xichen Gao, and Boyang Gao. Collaborative decision-making for urban regeneration: A literature review and bibliometric analysis. *Land Use Policy*, 107:105479, 2021.

- [6] Yohani Dominik dos Santos Figueiredo, Marcia Aparecida Prim, and Gertrudes Aparecida Dandolini. Urban regeneration in the light of social innovation: A systematic integrative literature review. *Land Use Policy*, 113:105873, 2022.
- [7] Tiyan Shen, Xinyi Yao, and Fenghua Wen. The urban regeneration engine model: An analytical framework and case study of the renewal of old communities. *Land use policy*, 108:105571, 2021.
- [8] Jorge Carpizo. La constitución mexicana y el derecho internacional de los derechos humanos. *Anuario mexicano de derecho internacional*, 12:799–858, 2012.



Estado y perspectivas en la gestión de residuos de construcción en Cd. Obregón, Sonora

M.V. Icedo-Pérez¹, Y.A. Ayala-Acosta¹, J.H. Salguero-Antelo^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: jsalguero@itesca.edu.mx

Resumen: *La inadecuada gestión de los residuos de construcción genera problemas ambientales significativos, tales como la contaminación del suelo, aire y agua, además de contribuir al cambio climático. Este fenómeno implica también un desperdicio de recursos potencialmente reciclables, como el concreto, el metal y la madera. En este contexto, se realizó un análisis de los vertederos de residuos de construcción en Ciudad Obregón, Sonora, y de la forma en que estos son gestionados. Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada en dicha ciudad evidencian problemas notables en la gestión de residuos de construcción, destacando la deficiencia en el servicio de recolección de basura y la proliferación de vertederos no autorizados. Cabe señalar que el 46.60 % de los encuestados reportó la presencia de residuos de construcción en su entorno, lo cual sugiere deficiencias en la aplicación de la normativa NOM-083-SEMARNAT-2003.*

Palabras clave: Gestión de residuos de construcción, Recolección de basura, Ineficiencia, Planificación, Recolección de desechos, Supervisión, Sostenibilidad.

Abstract: *The inadequate management of construction waste generates significant environmental problems, such as soil, air, and water pollution, in addition to contributing to climate change. This issue also implies a waste of potentially recyclable resources, such as concrete, metal, and wood. In this context, an analysis was conducted on construction waste landfills in Ciudad Obregón, Sonora, and how they are managed. The survey results obtained in this city reveal notable issues in construction waste management, highlighting deficiencies in waste collection services and the proliferation of unauthorized landfills. It is worth noting that 46.60 % of respondents reported the presence of construction waste in their surroundings, suggesting deficiencies in the enforcement of the NOM-083-SEMARNAT-2003 standard.*

Keywords: Construction waste management, garbage collection, inefficiency, planning, waste collection, supervision, sustainability.

1. Introducción

La gestión de residuos sólidos urbanos y de construcción se ha convertido en un desafío ambiental y logístico significativo en muchas ciudades en desarrollo. En Ciudad Obregón, Sonora, el incremento en la generación de desechos de construcción, la percepción de ineficiencia en el servicio de recolección de basura y la presencia de vertederos no oficiales han generado preocupaciones tanto entre los habitantes como en las autoridades. La falta de aplicación efectiva de normas como la NOM-083-SEMARNAT-2003 [1] para la disposición de residuos ha contribuido al incremento de estos problemas, afectando la calidad de vida y el entorno local. La metodología del

“Ciclo de Deming” es una herramienta eficaz para abordar esta problemática [2-4]. .

2. Antecedentes

La industria de la construcción requiere una gran cantidad de recursos naturales, como madera, piedra, arena y agua, cuya extracción y transporte impactan negativamente en el medio ambiente al degradar el suelo y generar contaminación [5]. Además, esta actividad produce una gran cantidad de residuos, como escombros de demolición y materiales de embalaje. La falta de una adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición (RCyD), respaldada por normativas, ha resultado en la acumulación de escombros, incluidas

sustancias contaminantes como el yeso, y materiales reciclables como el concreto y la arena, que muchas veces son desechados de manera ilegal [6].

A través de un mapeo en Google Earth, se identificaron en Ciudad Obregón, Sonora, varias áreas afectadas por la acumulación de estos residuos, ver Fig. 1.



Figura 1. Sitio de Análisis. Imágenes Obtenidas de Google Earth.

Entre las principales se encuentran la Carretera Esperanza Km. 15, Calz. Antonio Valdez Herrera, y Blvd. Bordo Nuevo, donde se observan grandes cantidades de escombros de concreto. Este problema afecta tanto la estética urbana como la calidad del suelo y el entorno ambiental.

A nivel global, la cantidad de residuos de construcción y demolición varía considerablemente [7], y en el municipio de Cajeme, aunque la Dirección de Desarrollo Urbano lleva un registro de las actividades de construcción, no cuantifica de manera precisa los materiales desechados. En Ciudad Obregón, los residentes han expresado su preocupación por la acumulación ilegal de estos residuos, que representa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente. Este estudio examina cómo el crecimiento urbano de la última década ha intensificado la problemática del manejo inadecuado de desechos de construcción en la región, contribuyendo al deterioro ambiental.

3. Problema de investigación

La inadecuada gestión de residuos de construcción causa problemas ambientales graves, como la contaminación del suelo, aire y agua, además de contribuir al cambio climático. También implica un desperdicio de recursos, ya que materiales como concreto, metal y madera podrían ser reciclados en lugar de ser desechados. Finalmente, este problema representa costos adicionales para las comunidades, tanto en la limpieza de vertederos ilegales como en la disminución del valor de las propiedades cercanas a los sitios de desechos.

3.1. Objetivos

Analizar los desafíos relacionados con la producción de residuos de construcción y demolición en Ciudad Obregón, Sonora.

Realizar un análisis de los vertederos de residuos de construcción en Cd. Obregón y como estos son gestionados.

3.2. Justificación

La identificación de oportunidades para optimizar la reducción de desechos de construcción, así como para fomentar la reutilización y el reciclaje, resulta beneficiosa tanto para las empresas como para las autoridades en el ámbito de la gestión de residuos.

3.3. Alcance del Trabajo

La investigación se enfoca en los residuos de construcción y demolición en Ciudad Obregón Sonora, utilizando datos de la tesis de Jerónimo Takeshi Dohi Fuji y artículos relevantes, [8]. Este enfoque integral permitirá evaluar la cantidad, composición y procesos locales de manejo de estos residuos, identificando cambios recientes en las prácticas de gestión en la región.

3.4. Limitaciones

Durante la investigación se llevó a cabo un mapeo presencial; sin embargo, debido a la dificultad de acceso a las áreas más afectadas por los desechos de construcción, también se empleó Google Earth como herramienta complementaria. La falta de recursos impidió abordar la identificación del origen de dichos residuos de construcción.

4. Marco teórico

4.1. Fundamentos de sostenibilidad en el sector de construcción según la agenda 2030

El sector de la construcción, aunque fundamental para el desarrollo de un país, genera un impacto ambiental considerable debido a su demanda de recursos y generación de residuos. En línea con el Objetivo 11 de la Agenda 2030 [9], que busca crear ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, es crucial minimizar la generación de residuos mediante un diseño eficiente y fomentar la reutilización, reciclaje y valorización de materiales. Esto contribuye a una economía circular y reduce el uso de recursos vírgenes. La gestión adecuada de residuos de construcción y demolición (RCD) es esencial para evitar la contaminación y fomentar una planificación urbana resiliente. Lograr estos objetivos requiere la colaboración de gobiernos, empresas, academia y sociedad civil para avanzar hacia ciudades sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

4.2. Efectos ambientales de los Residuos de Construcción y Demolición

La clasificación de los RCD (Residuo de Construcción y Demolición), se pueden clasificar según;

- Por su Origen:
 - Residuos de punto de extracción de áridos
 - Residuos de construcción
 - Residuos de demolición
- Por su Naturaleza:
 - Residuos inertes
 - Residuos no peligrosos
 - Residuos tóxicos y peligrosos
- Los impactos ambientales de los RCD:
 - En el medio inerte
 - En el medio biótico
 - En el medio Humano

4.3. 2.3 Procesos de reciclado de RCyD

La gestión de residuos de construcción, según la norma NADF-007-RNAT-2004, incluye actividades como almacenamiento, recolección, transporte,

aprovechamiento, reutilización, tratamiento, reciclaje y disposición final. Para optimizar esta gestión, es crucial considerar la cantidad, volumen y tipos de residuos, así como su manejo actual. Con estos datos, es posible implementar estrategias que reduzcan la contaminación y el consumo de energía en el proceso, mejorando así la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de residuos.

Según el esquema de manejo de RCD de Dohi Fuji [8] representa el proceso de manejo de residuos de construcción y demolición, desde su generación hasta su disposición final o comercialización. Los pasos principales son los siguientes:

- 1 Generación: Se produce el residuo en el lugar de la obra.
- 2 Separación en obra (fuente): Los residuos se separan en el sitio de generación, lo cual facilita su recolección y tratamiento posterior.
- 3 Recolección:
 - Recolección separada: Los residuos previamente separados son recogidos de manera específica para un tratamiento adecuado.
 - Recolección mixta: Los residuos no separados en el sitio de generación son recogidos en conjunto.
- 4 Limpieza de obra: Se realiza una limpieza en el lugar de la obra para asegurar que los residuos restantes sean recolectados y trasladados adecuadamente.
- 5 Transferencia: Los residuos recolectados son llevados a instalaciones de transferencia para su posterior distribución.
- 6 Transporte: Los residuos son transportados hacia instalaciones de tratamiento, reciclaje, o disposición final.
- 7 Tratamiento: Los residuos pasan por un proceso de tratamiento para reducir su impacto ambiental o facilitar su reciclaje.
- 8 Reciclado: Los residuos que pueden ser aprovechados son reciclados, transformándolos en nuevos materiales.
- 9 Comercialización: Los materiales reciclados están disponibles para su venta o reutilización en nuevos proyectos.
- 10 Disposición final: Los residuos que no pueden ser reciclados son depositados en lugares de disposición final, como rellenos sanitarios o vertederos.

4.4. Administración de los residuos de construcción y demolición

En Sonora, la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) está regulada por leyes federales y estatales, con la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) y los municipios como principales responsables. Sin embargo, un estudio de 2021 en Hermosillo muestra que solo el 30 % de los RCD se reutiliza o recicla, mientras que el 70 % acaba en vertederos no controlados. La falta de conciencia, infraestructura insuficiente, costos altos y un mercado limitado para materiales reciclados son obstáculos importantes. Aunque Sonora está en una fase inicial en el manejo de RCD, la colaboración entre autoridades, empresas y ciudadanos es clave para avanzar hacia una gestión más sostenible.

5. Resultados

Los resultados de la encuesta realizada en Ciudad Obregón, Sonora, revelan una problemática considerable en la gestión de residuos de construcción, la eficiencia del servicio de recolección de basura y la percepción de los vertederos no oficiales. La encuesta refleja que un 46.60 % de los encuestados identifica residuos de construcción en sus alrededores, lo cual sugiere deficiencias en la aplicación de la NOM-083-SEMARNAT-2003 para la disposición de residuos.

Los resultados revelan que el 22.00 % de los encuestados ha experimentado estrés y malestar debido a la presencia de vertederos ilegales en las cercanías de su hogar. Un 17.20 % reportó haber estado expuesto a sustancias tóxicas con potencial de generar enfermedades a largo plazo. Además, el 26.00 % señaló problemas respiratorios ocasionados por la inhalación de polvo y partículas, mientras que el 23.00 % mencionó riesgos de lesiones físicas al manipular escombros. Lo que significa que, el 12.00 % indicó no haber experimentado ninguna de estas afecciones.

Se concluye como resultado que el 88 % de la población entrevistada es afectada por dicha problemática, en donde pueden haber distintos factores que puede provocar esto, tanto como la falta de educación por la ciudadanía para el manejo adecuado de estos residuos cuando se enfrentan con el problema, o la falta de ética por el personal de obra que hacen caso omiso a indicaciones del manejo adecuado. Los resultados muestran que el 21.78 % de los encuestados consideró que el servicio de recolección de basura es eficiente, mientras que el 24.75 % lo calificó como ineficiente. Por su parte, el 9.90 % opinó que es muy

eficiente, y el 41.57 % indicó que es poco eficiente. Estos datos reflejan una percepción mayoritariamente negativa sobre la eficiencia del servicio, lo que sugiere la necesidad de implementar mejoras para aumentar su desempeño y satisfacción entre la población.

Los resultados indican que el 13.16 % de los encuestados señaló que los accidentes representan el principal problema asociado con los desechos de construcción. El 11.22 % destacó la contaminación del aire como el mayor inconveniente, mientras que el 24.49 % mencionó la contaminación del suelo. Dos categorías obtuvieron el mismo porcentaje: el 17.35 % identificó la delincuencia y las plagas como problemáticas relevantes. Por último, el 16.33 % consideró que el manejo inadecuado de los desechos genera tiraderos de basura. Estos datos reflejan una diversidad de percepciones sobre las consecuencias negativas de la mala gestión de estos residuos, asimismo se demuestra que todas aquellas problemáticas están relacionadas ya sea directa o indirectamente con problemas de salud, ver Fig. 2.



Figura 2. Pregunta número 5. Encuesta online en Cd. Obregón, Sonora.

Los resultados indican que el 10.78 % de los encuestados identificó los costos asociados al reciclaje como un obstáculo para participar en esta práctica. El 13.73 % mencionó que las dificultades en la separación de residuos representan un desafío, mientras que el 25.49 % señaló la falta de facilidades para el depósito adecuado de desechos. Asimismo, el 31.37 % destacó la falta de información sobre programas disponibles como una barrera importante, y el 17.65 % atribuyó la baja participación al reciclaje a la resistencia cultural o falta de interés. Estos datos subrayan la necesidad de abordar tanto las barreras económicas y operativas como los factores sociales para fomentar una gestión más efectiva de los residuos.

Los resultados indican que el 18.81 % de los encuestados calificó como muy adecuadas las instalaciones de reciclaje actuales para el manejo de residuos, mientras que el 15.84 % las consideró adecuadas. Sin embargo, el 29.70 % opinó que son poco adecuadas, y el 34.65 %

las calificó como inadecuadas. Estos datos reflejan una percepción mayoritariamente crítica hacia la capacidad de las instalaciones actuales, evidenciando la necesidad de mejorar la infraestructura para optimizar la gestión de residuos. Según, la “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA): Esta ley establece los principios generales de la política ambiental en México, incluyendo la prevención y control de la contaminación, la protección de la biodiversidad y la gestión integral de los residuos”.

6. Conclusiones

La investigación sobre la gestión de residuos de construcción en Ciudad Obregón, Sonora, evidencia la urgente necesidad de implementar estrategias sostenibles y regulaciones más efectivas para enfrentar los desafíos ambientales derivados de la disposición inadecuada de estos materiales. La aplicación deficiente de la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 reflejan áreas críticas para la mejora en la gestión de residuos en la región.

El patrón recurrente en los sitios de observación es la presencia de escombros y residuos de construcción, particularmente materiales de concreto y bloques de demolición, dispersos por las áreas inspeccionadas. En cada ubicación, se identificaron también fragmentos de materiales de construcción como bloques huecos, muros, firmes de concreto y agregados (arena, tierra, grava).

Además, cada sitio presenta contaminación y riesgos ambientales, incluyendo la posibilidad de accidentes y la creación de hábitats no deseados (como nidos de animales entre los escombros).

Todos los sitios mencionados están relacionados con empresas de materiales o concretos ubicadas en las inmediaciones, lo que sugiere un vínculo entre estas actividades comerciales y la acumulación de residuos en las áreas.

Para enfrentar esta problemática, la metodología del “Ciclo de Deming” puede ser una herramienta útil. En la fase de planificación, se podrían definir acciones concretas, como optimizar la recolección de residuos de construcción y establecer centros de reciclaje en puntos estratégicos. La fase de ejecución consistiría en llevar a cabo el plan mediante campañas de sensibilización, una mayor supervisión en la disposición de desechos y la implementación de regulaciones que prevengan vertederos clandestinos. En la fase de verificación, sería necesario evaluar los resultados obtenidos y compararlos con los objetivos establecidos, tales como la disminución de

residuos en espacios públicos. Finalmente, en la fase de ajuste, se podrían modificar o mejorar las estrategias según los resultados obtenidos, promoviendo un proceso de mejora continua.

Referencias

- [1] Medio Ambiente Y Recursos Naturales. Norma oficial mexicana nom-083-semarnat-2003, especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- [2] Miles Free. Adapting the deming cycle to the management process. *Production Machining*, 12(7):17–18, 2012.
- [3] Richard A Reid, Elsa L Koljonen, and J Bruce Buell. The deming cycle provides a framework for managing environmentally responsible process improvements. *Quality Engineering*, 12(2):199–209, 1999.
- [4] Katherine Suárez Vásquez and José La Rosa Zeña Ramos. El ciclo deming y la productividad: Una revisión bibliográfica y futuras líneas de investigación. *Qantu Yachay*, 2(1):63–79, 2022.
- [5] Zezhou Wu, Xiaoling Zhang, and Min Wu. Mitigating construction dust pollution: State of the art and the way forward. *Journal of cleaner production*, 112:1658–1666, 2016.
- [6] Antonija Ana Wieser, Marco Scherz, Alexander Passer, and Helmuth Kreiner. Challenges of a healthy built environment: Air pollution in construction industry. *Sustainability*, 13(18):10469, 2021.
- [7] Erica Mejía, Jim Giraldo, and Luisa Martínez. Residuos de construcción y demolición revisión sobre su composición, impactos y gestión. *Revista Cintex*, 18:105–130, 2013.
- [8] Jeronimo Dohi-Fuji. Recuperación y prácticas de reciclaje de residuos de construcción y demolición en ciudad obregón, sonora.
- [9] ONU Ciudades. Available online: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities>.



Accesibilidad universal en entornos urbanos

B. García-Llanes^{1,*}, E. Ocegueda-Pintado², J. Perez-Villa²

¹División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: bgarcia@itesca.edu.mx

Resumen: Ciudad Obregón, Sonora, enfrenta un problema crítico de Accesibilidad Universal en su área central, delimitada ésta por las calles Miguel Hidalgo, Ignacio Zaragoza, Miguel Alemán, y Puebla. La falta de infraestructura adecuada, especialmente la ausencia de pódos táctiles y la escasez de rampas en buen estado, crea un entorno urbano excluyente, que limita la movilidad y participación de personas en desventaja física para su desplazamiento en ambiente urbano, en particular aquellas con discapacidad motriz o visual. Esta investigación se centra en estos problemas específicos, buscando sensibilizar tanto a la población como a las autoridades sobre la necesidad de una infraestructura inclusiva que permita el desplazamiento seguro y autónomo de la totalidad de las personas. El planteamiento del problema se basa en la ausencia de un “Desarrollo Urbano Inclusivo” en el centro de Ciudad Obregón, y se enfoca en la falta de infraestructura accesible como la variable independiente del estudio. La investigación plantea determinar si esta zona cuenta con infraestructura adecuada para personas con discapacidad. Con este análisis se busca además, concientizar sobre la importancia de instalar elementos de accesibilidad en el área central de la ciudad, promoviendo un entorno urbano adecuado, equitativo y seguro para sus habitantes. Bajo la premisa de que fomentar la Accesibilidad universal es clave para avanzar hacia ciudades sostenibles, que garanticen calidad de vida e igualdad de oportunidades.

Palabras clave: Accesibilidad universal, Ciudad Inclusiva, Movilidad.

Abstract: Ciudad Obregón, Sonora, faces a critical problem in terms of universal accessibility within its central area, bounded by Hidalgo, Zaragoza, Miguel Alemán, and Puebla streets. The lack of adequate infrastructure—specifically the absence of tactile paving and the scarcity of accessible, well-maintained ramps—creates an exclusionary urban environment that significantly limits the mobility and participation of people with disabilities, especially those with mobility or visual impairments. This research focuses on these specific issues, aiming to raise awareness among both the general public and local authorities regarding the need for inclusive infrastructure that enables safe and independent movement for all individuals. The problem statement centers on the absence of Inclusive Urban Development in downtown Ciudad Obregón, focusing on the lack of accessible infrastructure as the study's independent variable. This research seeks to determine whether this area has adequate infrastructure for people with disabilities. Through this analysis, the study aims to underscore the importance of installing accessible elements in the city center, promoting a more inclusive, equitable, and safe urban environment for its residents. Advancing universal accessibility is essential to achieving sustainable cities that ensure quality of life and equal opportunities for all.

Keywords: Accessibility, Inclusive cities, Mobility.

1. Introducción

Este proyecto aborda la urgente necesidad de desarrollar entornos urbanos accesibles en el centro de Ciudad Obregón, Sonora, con especial atención a las personas con discapacidad visual y motriz. Con más de 17,000 residentes con discapacidad visual o motriz en la ciudad, según datos de SCITEL [1], la falta de infraestructura

accesible se convierte en un problema de derechos humanos, equidad y bienestar social. La investigación se centró en un área delimitada del centro de la ciudad, entre las calles Hidalgo, Zaragoza, Miguel Alemán y Puebla, que representa un núcleo clave de actividad social y económica. Sin embargo, la carencia de rampas adecuadas, la ausencia de pódos táctiles y otras deficiencias de accesibilidad en la zona crean barreras físicas que dificultan la inclusión y la participación equitativa de las

personas con discapacidad.

El propósito de este estudio fue promover la accesibilidad universal en Ciudad Obregón, sensibilizando tanto a las autoridades locales como a la población sobre la importancia de implementar adecuadamente elementos como podos táctiles y rampas en áreas públicas. Para lograrlo, el proyecto contempló objetivos específicos, como la realización de campañas educativas y el análisis de la infraestructura existente. Se busca con ello, no solo evaluar las carencias actuales, sino también proponer mejoras concretas que permitan la movilidad y participación de todas las personas en la vida urbana de forma independiente y segura, respetando el Reglamento de Edificación del Municipio de Cajeme.

De igual manera, el proyecto pretende influir en el diseño y gestión de políticas urbanas con perfiles inclusivos, estableciendo estándares mínimos de accesibilidad que, al ser implementados, ayuden a construir una ciudad justa y sostenible. En última instancia, el objetivo es sentar las bases de un modelo de desarrollo urbano que aumente la calidad de vida de todos los ciudadanos, independientemente de sus capacidades físicas, y asegure que puedan disfrutar del entorno urbano de manera justa y digna.

El “Desarrollo Urbano Inclusivo” es el centro del presente trabajo. El problema que se planteó en el desarrollo de la investigación, es la falta de infraestructura en el centro de la ciudad, la cual podemos identificar como la variable independiente. Teniendo esta información presente: ¿Cuenta el centro de Ciudad Obregón con una infraestructura inclusiva y adecuada?

2. Antecedentes

El centro de la ciudad enfrenta un desafío crucial en términos de accesibilidad universal, especialmente para usuarios con discapacidad. La ausencia total de podos táctiles, así como la escasez de rampas accesibles, ha creado un entorno urbano excluyente que limita significativamente la movilidad y participación de las personas con discapacidad en la vida cotidiana. El objetivo de esta investigación fue lograr que tanto las autoridades locales, junto con la comunidad, implementen medidas efectivas para mejorar la accesibilidad universal en el centro de la ciudad; la sensibilización sobre la importancia de la inclusión son pasos cruciales para transformar la ciudad en un espacio más accesible y equitativo para todos sus habitantes.

3. Problema de investigación

La inadecuada gestión de residuos de construcción causa problemas ambientales graves, como la contaminación del suelo, aire y agua, además de contribuir al cambio climático. También implica un desperdicio de recursos, ya que materiales como concreto, metal y madera podrían ser reciclados en lugar de ser desechados. Finalmente, este problema representa costos adicionales para las comunidades, tanto en la limpieza de vertederos ilegales como en la disminución del valor de las propiedades cercanas a los sitios de desechos.

Los problemas en que se enfocó esta investigación son la escasez de rampas para discapacitados y la ausencia total de los podos táctiles.

- Rampas para discapacitados:

-Causa: La ausencia de estas rampas se ve influenciada por la falta de cumplimiento del Reglamento de Edificación del Municipio de Cajeme; el cual exige contar con estos elementos de accesibilidad y circulación, en todos los lugares públicos, y asegurar su buen estado en todo momento. Las edificaciones que, sí cumplen con este primer reglamento, dejan de lado las rampas, sin la renovación y cuidado que deben tener.

-Manifestación: Limitaciones significativas en la movilidad de personas con discapacidad motora, excluyéndolas de espacios públicos y servicios esenciales.

- Podos táctiles:

-Causa: La falta de planificación y diseño urbano que integre elementos táctiles para la orientación de personas con discapacidad visual. Además, la falta de cumplimiento del reglamento de edificación del municipio de Cajeme, ya que este exige, por lo mínimo, cambios de textura en cruces o descansos.

-Manifestación: Dificultad para la navegación segura, aumento de riesgo de accidentes para independencia de las personas con discapacidad visual.

3.1. Relación del problema con la carencia de un espacio o servicio

La carencia de estos elementos limita considerablemente la accesibilidad a los espacios construidos, abiertos o cerrados, tanto privados como públicos, y es en estos últimos, que obligados por definición, a dar cumplimiento

a la normativa vigente mencionada, con mucha frecuencia solo cumplen con la forma, sin llegar a ser realmente funcionales. Así, la movilidad independiente por la ciudad, de la población en riesgo, se presenta como un escenario por lo menos lejano en tiempo e improbable en espacio. Para cubrir el problema de la accesibilidad universal urbana, es importante considerar un conjunto de satisfactores que influyen en la capacidad de las personas para acceder y utilizar los entornos urbanos de manera equitativa. Estos se agrupan bajo las siguientes categorías:

I. Físicas y Sensoriales:

- Accesibilidad para personas en sillas de ruedas o con movilidad reducida.
- Accesibilidad para personas con discapacidades visuales o auditivas.
- Diseño de espacios públicos que sean seguros y fáciles de navegar para todas las personas.

II. Infraestructura Urbana:

- Diseño de calles y aceras que permitan la circulación peatonal sin barreras.
- Acceso a transporte público accesible, incluyendo paradas de autobús y estaciones de tren con rampas y ascensores.
- Señalización clara y comprensible que guíe a todas las personas de manera efectiva.

III. Servicios y Equipamientos:

- Acceso a edificios públicos y privados, incluyendo oficinas gubernamentales, centros de salud, tiendas y restaurantes.
- Disponibilidad de servicios como sanitarios accesibles en lugares públicos.
- Instalaciones recreativas y culturales que sean accesibles para todas las personas.

IV. Tecnología y Comunicación:

- Uso de tecnología accesible, como aplicaciones móviles y dispositivos de navegación, para ayudar a las personas con discapacidades a moverse por la ciudad.
- Acceso a información relevante sobre transporte, eventos y servicios en formatos accesibles para personas con discapacidades.

V. Factores Socioeconómicos:

- Consideración de las necesidades de personas de bajos ingresos y comunidades marginadas en el diseño de políticas y proyectos de accesibilidad.
- Garantizar que los costos asociados con la accesibilidad no sean prohibitivos para individuos o comunidades.

VI. Participación y Consulta:

- Involucramiento activo de personas con discapacidades y grupos de interés en el proceso de planificación y diseño urbano.
- Consulta regular con la comunidad para identificar barreras existentes y áreas de mejora en términos de accesibilidad.

VII. Normativas y Políticas:

- Cumplimiento de normativas y leyes existentes relacionadas con la accesibilidad urbana.
- Desarrollo de políticas públicas que promuevan la inclusión y la accesibilidad en todos los aspectos de la vida urbana

3.2. El Urbanismo y la Accesibilidad Universal en el peatón

El urbanismo es un campo multidisciplinario que abarca aspectos estéticos, sociológicos, económicos, políticos, sanitarios y tecnológicos, para diseñar y gestionar el desarrollo de las ciudades, tanto en su expansión como en su mejora continua, con el objetivo de mantener o mejorar sus estructuras e instalaciones [2].

Es esencial para el bienestar de nuestras comunidades garantizar un desarrollo coherente que armonice el uso del suelo con la conservación de los recursos naturales. Todas las prácticas urbanísticas deben priorizar el interés público, promoviendo un crecimiento equitativo que beneficie a todos los habitantes de nuestras ciudades. Además, es crucial establecer una relación adecuada entre los distintos elementos urbanos, destacando algunos y subordinando otros, así como diseñar las partes más pequeñas considerando su relación con el conjunto urbano. Tener un desarrollo urbano sostenible que equilibre el uso del suelo nos ayuda con la conservación de los recursos naturales, priorizando el interés público y buscando un crecimiento congruente para todos los habitantes de las ciudades. Además, destaca la necesidad de una planificación urbana que establezca relaciones adecuadas entre los distintos elementos urbanos, así como un diseño que tenga en cuenta la integración de las partes individuales en el conjunto urbano. Esta opinión refleja

una preocupación por el bienestar de las comunidades y la importancia de una planificación urbana que promueva la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental.

La accesibilidad urbana se relaciona con la facilidad para alcanzar bienes, servicios o contactos desde un punto específico, y se utiliza para describir la facilidad con la que usuarios y proveedores pueden acceder a un lugar determinado [3]. La accesibilidad se evalúa en función del costo o dificultad de desplazamiento necesario para satisfacer las necesidades, así como del costo o dificultad para que los clientes o proveedores lleguen al lugar en cuestión. Por otra parte, se entiende como la condición que deben cumplir los espacios, bienes e instrumentos para que cualquier persona, independientemente de su discapacidad, pueda utilizarlos de manera autónoma.

El urbanismo [4] es el derecho de las personas a la ciudad, cualquiera que sea su condición física, deben contar con la posibilidad al libre tránsito, al disfrute de las áreas públicas con la seguridad de contar con las facilidades adecuadas; la movilidad peatonal puede considerarse así, dentro de las diversas redes que conforman la ciudad como una de las más importantes, puesto que “la escala peatonal o interpersonal es donde se registran la mayor cantidad de interacciones”. Espacialmente es la más cercana al ser humano y es a partir de la cual se conecta a otras redes de mayor escala como la red ciclista, de transporte público, de espacio público, entre otras, puesto que todos, en un momento determinado, somos peatones.

3.3. Ciudad Inclusiva

La ciudad inclusiva es aquella comunidad, que incorpora a sus habitantes en la toma de decisiones, al tener en cuenta sus necesidades en la transformación urbana, por lo tanto, permite la participación y admite la diversidad. Los espacios que facilitan esta participación, en ocasiones son demandados por la ciudadanía y frecuentemente contruidos por ella misma, a modo de la ciudad natural propuesta por Cristopher Alexander [5-7].

La relevancia de la inclusión social en el desarrollo urbano radica en la idea de que una ciudad inclusiva es aquella que involucra a sus residentes en la toma de decisiones y tiene en cuenta sus necesidades durante el proceso de transformación urbana. Se enfatiza la participación activa de la ciudadanía como un factor fundamental para crear una ciudad receptiva a la diversidad y que facilite la inclusión de todos sus habitantes. Asimismo, se reconoce que los espacios que fomentan esta participación pueden ser tanto solicitados como contruidos por la comunidad misma, lo que subraya la importancia de otorgar poder a

los ciudadanos en la configuración de su entorno urbano. Esta perspectiva recalca la necesidad de una gobernanza urbana que promueva la democracia participativa y la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos [8,9]. Las personas con discapacidad se refieren a aquellos individuos que enfrentan limitaciones físicas, mentales, intelectuales o sensoriales que persisten a lo largo del tiempo [10,11].

Estas limitaciones, cuando se encuentran con barreras sociales y estructurales, pueden dificultar su integración completa en la sociedad y su participación activa en igualdad de condiciones con los demás miembros de la comunidad. Según estas definiciones, nos muestran o nos hacen ver que la diversidad de limitaciones que las personas con discapacidad pueden enfrentar, ya sea física, mental, intelectual o sensorial, y subraya cómo estas dificultades interactúan con las barreras sociales para obstaculizar su participación plena en la sociedad. Estas definiciones reflejan una comprensión holística de la discapacidad y enfatiza la importancia de abordar tanto las limitaciones individuales como las barreras sociales para lograr una inclusión efectiva.

3.4. Inclusividad

La inclusividad es el proceso mediante el cual se integra a personas en situación de riesgo, exclusión o que experimentan discriminación en la sociedad, proporcionándoles igualdad de oportunidades para asegurar su crecimiento y desarrollo personal en igualdad de condiciones con el resto de la comunidad. Este proceso implica la eliminación de barreras y la creación de un entorno que fomente la participación activa y la plena integración de todas las personas, independientemente de sus circunstancias o características individuales [12].

Se resalta la importancia fundamental de la inclusión social como un proceso que busca garantizar que todas las personas, independientemente de sus circunstancias o experiencias pasadas, tengan la oportunidad de participar plenamente en la sociedad y desarrollarse personalmente. Es crucial reconocer que la exclusión y la discriminación pueden crear barreras significativas que limitan el acceso a oportunidades y recursos para ciertos grupos de personas. La inclusión social no solo implica brindar igualdad de oportunidades, sino también crear un ambiente que promueva la participación activa y el respeto mutuo entre todos los miembros de la sociedad. En última instancia, la inclusión social no solo beneficia a los individuos que han sido marginados, sino que enriquece a toda la comunidad al fomentar la diversidad, la empatía y la cohesión social.

3.5. Accesibilidad Universal

La expresión “Accesibilidad Universal” se emplea comúnmente para describir la capacidad de llegar a cualquier lugar necesario o alcanzar cualquier objetivo deseado. Sin embargo, cuando se aplica al ámbito de la discapacidad, adquiere un carácter reivindicativo al referirse a los derechos de las personas que, debido a limitaciones físicas, sensoriales u otras, enfrentan dificultades para interactuar con su entorno o con otros individuos en igualdad de condiciones [13,14].

La accesibilidad universal se debe ver desde una perspectiva inclusiva y reivindicativa. Al reconocer que la accesibilidad va más allá de simplemente llegar a un lugar físico, sino también incluye la capacidad de interactuar plenamente con el entorno y con otras personas, se subraya la necesidad de eliminar las barreras que impiden la participación equitativa de las personas con discapacidad en la sociedad. Además, al resaltar que la accesibilidad universal es un derecho fundamental para las personas con dificultades físicas, sensoriales u otras, se enfatiza la importancia de abordar la inclusión desde una perspectiva de derechos humanos. En conjunto, este enfoque refleja un compromiso con la igualdad de oportunidades y el respeto a la diversidad en todas sus formas [15,16].

4. Resultados

La encuesta utilizada para obtener estos resultados fue validada por el alfa de Cronbach el cual nos dio un resultado nos dio 7.9, el cual según la escala de Cronbach está en un rango aceptable.

Un análisis exhaustivo sobre el diseño y organización espacial de las áreas públicas en el centro de Ciudad Obregón, destacando los resultados obtenidos a partir de la implementación de herramientas de evaluación cuantitativa y cualitativa. A través de encuestas y fichas de observación estructuradas, se ha recopilado información relevante que permite identificar patrones de uso, áreas de mejora, y las principales barreras que afectan la interacción de los habitantes y visitantes en estos espacios.

Los instrumentos de evaluación incluyen 100 encuestas y 5 fichas de observación, cuyas conclusiones serán presentadas en formato gráfico para facilitar la interpretación de los datos y guiar la toma de decisiones en proyectos futuros.

4.1. Accidentes en el centro de la ciudad circulando peatonalmente por las calles

En la Fig. 1 se ilustra los porcentajes de respuestas de personas que han experimentado algún tipo de incidente mientras transitaban peatonalmente por el centro de la ciudad. Los resultados están distribuidos en tres categorías que reflejan diferentes niveles de experiencia en cuanto a accidentes o situaciones riesgosas.



Figura 1. Experiencia de accidentes peatonales al circular por las calles del centro de la ciudad.

En primer lugar, un 29 % de los encuestados respondió que no ha sufrido ningún accidente mientras caminaba por el centro. Por otro lado, el 36 % de los encuestados afirmó que sí ha tenido algún tipo de accidente mientras caminaba por las calles del área de estudio. Este grupo, que representa el porcentaje más alto, indica que más de un tercio de los participantes ha experimentado algún incidente directo y negativo durante su tránsito peatonal. Este dato es preocupante, ya que refleja la existencia de problemas de seguridad o infraestructura en el centro de la ciudad que afectan a un número significativo de peatones. Finalmente, un 35 % de los encuestados respondió que ha tenido "solo sustos." al caminar por el centro de la ciudad. Este grupo es casi tan grande como el que ha sufrido accidentes reales, lo cual sugiere que muchas personas han tenido experiencias cercanas a un incidente, aunque afortunadamente sin llegar a un accidente grave. Estas situaciones de "susto" podrían incluir eventos como tropezones, caídas evitadas a último momento, o situaciones en las que se sintieron en riesgo, pero lograron evitar un accidente. La alta proporción de personas que ha experimentado sustos indica que, aunque estos no siempre resulten en accidentes, existe una sensación de inseguridad entre los peatones, que posiblemente perciben el entorno como poco seguro o no amigable para el tránsito peatonal.

Estos datos reflejan un panorama mixto en cuanto a la seguridad peatonal en el centro de la ciudad. Mientras que un 29 % de los encuestados no ha tenido experiencias negativas, el 71 % restante ha experimentado ya sea un

accidente real o una situación de riesgo que pudo haber terminado en un accidente.

Esto sugiere que, para la mayoría de los encuestados, transitar peatonalmente por el centro de la ciudad no es una actividad completamente segura, ya que muchos han enfrentado o temido enfrentar algún tipo de incidente

4.2. Accidentes peatonales al circular por las aceras

La Fig. 2 presentada ilustra el porcentaje de personas que han experimentado algún tipo de accidente mientras transitaban a pie por las banquetas del centro de la ciudad. Los resultados revelan una variedad de experiencias que destacan tanto la percepción de seguridad como los riesgos que enfrentan los peatones en esta área urbana.



Figura 2. Experiencia de accidentes peatonales al caminar sobre las banquetas del centro de la ciudad.

En primer lugar, el 34 % de los encuestados señaló que nunca ha sufrido un accidente al caminar por las banquetas del centro de la ciudad. Este grupo representa a aquellas personas que, al menos en sus experiencias personales, no han encontrado mayores inconvenientes en su desplazamiento peatonal.

Por otro lado, un 29 % de los encuestados afirmó que, aunque no han tenido accidentes graves, han experimentado tropiezos al caminar por las banquetas. Este grupo indica una frecuencia considerable de pequeños incidentes, lo cual puede evidenciar problemas en la infraestructura peatonal, como desniveles, pavimento irregular, o la presencia de obstáculos que dificultan el libre tránsito.

Finalmente, el grupo más grande, con un 37 % de los encuestados, respondió que sí ha sufrido algún tipo de accidente al caminar por las banquetas del centro. Este dato es particularmente preocupante, ya que sugiere que una proporción significativa de la población ha enfrentado condiciones en las banquetas que no solo dificultan el paso, sino que también representan un riesgo tangible para su

seguridad.

La alta proporción de accidentes peatonales podría ser indicativa de problemas graves en el diseño o mantenimiento de las banquetas, y pone de relieve la necesidad de realizar mejoras sustanciales en estos espacios para evitar futuros accidentes.

La Fig. 2 refleja una situación variada pero alarmante en cuanto a la seguridad de los peatones en el centro de la ciudad. Si bien un 34 % de las personas no ha experimentado accidentes y un 29 % solo ha tenido tropiezos, el 37 % restante que ha sufrido accidentes señala una problemática que merece atención prioritaria. Mejorar la infraestructura peatonal no solo podría reducir estos incidentes, sino que también contribuiría a una experiencia urbana más segura y cómoda para todos los transeúntes.

4.3. Mejoras para tener una mejor accesibilidad urbana

Esta consulta busca identificar las áreas en las que los ciudadanos consideran que se deben realizar cambios para facilitar el desplazamiento y la inclusión de todas las personas en el entorno urbano.

Al observar los datos, notamos que un 17 % de los encuestados destacó la necesidad de mejorar la señalización en las calles y espacios públicos. Esto sugiere que muchos consideran que una señalización más clara y eficiente podría hacer una gran diferencia en la navegación de los peatones, especialmente para aquellos que tienen alguna discapacidad visual o cognitiva. Un 12 % de los participantes mencionó que la mejora de los accesos es fundamental. Este aspecto es crucial, ya que los accesos deben ser adecuados para todos los ciudadanos, incluyendo rampas para personas en sillas de ruedas, pasamanos y espacios suficientes para el tránsito de personas con movilidad reducida.

Asimismo, un 10 % de los encuestados mencionó los cruces peatonales como un área que requiere atención. Esto implica que los cruces deben ser más seguros y visibles, ofreciendo un espacio adecuado para que los peatones puedan cruzar las calles sin temor a accidentes.

De manera paralela, otro 17 % de los participantes hizo hincapié en la importancia de reparar los baches. La presencia de baches no solo afecta el paisaje urbano, sino que también representa un peligro significativo para los transeúntes, especialmente para quienes utilizan dispositivos de movilidad.

Un porcentaje notable, de aproximadamente el 26 %, señaló que la mejora de las rampas es esencial. Las rampas

son un componente clave de la accesibilidad, ya que permiten que las personas con movilidad reducida puedan desplazarse de manera más cómoda y segura en diferentes espacios urbanos.

Finalmente, un 18 % de los encuestados opinó que las aceras deben ser objeto de mejora. Unas aceras amplias y bien mantenidas son fundamentales para facilitar el tránsito de todas las personas, incluyendo aquellas que utilizan sillas de ruedas, carritos de bebé o que simplemente tienen dificultades para caminar.

4.4. Fichas de observación

A continuación, se presenta un análisis formal de la evaluación de cinco calles en el centro de ciudad Obregón, llevado a cabo a través de fichas de observación. Las calles evaluadas fueron:

- Miguel Alemán y Galeana
- Miguel Alemán y No Reección
- Miguel Alemán y Vicente Guerrero
- Calle 5 de Febrero y Vicente Guerrero
- No Reección y 5 de Febrero

4.5. Movilidad

Rampas: En el criterio de rampas, se observó que el 60 % de las calles (3 de 5) presentan rampas en buen estado, cumpliendo con las dimensiones y la inclinación especificadas por el reglamento de construcción de Cajeme. En contraste, el 40 % de las calles (2 de 5) cuentan con rampas que, aunque cumplen con las dimensiones y la inclinación requeridas, no se encontraban en óptimas condiciones.

Banquetas: En lo que respecta a las banquetas, el 100 % de las calles evaluadas (5 de 5) cumplen con las dimensiones estipuladas por el reglamento de construcción de Cajeme, lo que indica un cumplimiento total en esta categoría.

Cruces Peatonales: En el análisis de cruces peatonales, se determinó que el 20 % de las calles evaluadas (1 de 5) cuentan con cruces en excelente estado, con buena representación gráfica y colores, conforme a lo que establece el reglamento. Un 60 % de las calles (3 de 5) presenta cruces en buen estado, que cumplen con la representación gráfica requerida, mientras que el 20 % restante (1 de 5) muestra cruces en buen estado, pero con deficiencias en la representación gráfica.

4.6. Servicios

Semáforos: En relación con los semáforos, se constató que el 40 % de las calles evaluadas (2 de 5) tienen semáforos en mal estado, aunque cumplen con el reglamento de construcción de Cajeme. En contraposición, otro 40 % (2 de 5) cuenta con semáforos en excelente estado, que poseen sonido y colores que indican el paso peatonal, conforme a la normativa. Finalmente, el 20 % (1 de 5) tiene semáforos en buen estado, que también cuentan con sonido y colores que indican el paso peatonal.

Señalamientos: En cuanto a los señalamientos, el 100 % de las calles evaluadas (5 de 5) se reportan en buen estado y cumplen con las disposiciones del reglamento de construcción de Cajeme.

5. Conclusiones

Categoricamente, se puede establecer que Ciudad Obregón no es una ciudad inclusiva. Esto debido a la falta de empatía que hay en la sociedad, para cuidar las pocas cosas otorgadas por el gobierno y por limitar el espacio que se brindó para colocar locales de venta. Sin embargo, el principal motivo por el cual Ciudad Obregón no entra en esta definición, es por la falta de apoyo del gobierno, al no cumplir sus propios reglamentos de construcción, al no dar la infraestructura necesaria. Por otro lado nosotros creemos fielmente que obregón tiene potencial para poder ser una ciudad inclusiva y ser un ejemplo para el país. ¿Cómo se podría lograr esto?, haciendo ruido como con esta investigación. Haciendo conciencia primero entre las personas que lean esta investigación y poco a poco ir haciendo que el gobierno de la ciudad lo está haciendo mal. Que nosotros como sociedad queremos ser una ciudad inclusiva y darles la oportunidad a las personas con discapacidad el mismo acceso que nosotros tenemos de desplazarnos libremente sin ningún tipo de peligro.

Al ser Ciudad Obregón una ciudad tan pequeña, no sería tan difícil poder estar todos de acuerdo y realizar algún tipo de campaña para empezar con estos cambios, empezando por el centro de la ciudad, y siendo ambiciosos se podría ir adaptando al resto de la ciudad incluyendo más sectores, como el transporte público inclusivo que actualmente en obregón no existe uno solo.

Referencias

- [1] SCITEL INEGI. Available online: <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>. (acceso el 14 de agosto de 2024).

- [2] Arquitasa. Available online: <https://arquitasa.com/urbanismo/>. (acceso el 14 de agosto de 2024).
- [3] Leydy María Cevallos Barberán and Juliana Carolina Anchundia Pazmiño. Propuesta de un plan estratégico de desarrollo turístico de la ciudad de manta con fines de divulgación educativo. *Educare*, 22(2):45–73, 2018.
- [4] María Elena Ducci. Introducción al urbanismo. *México: Editorial Trillas*, 1989.
- [5] Christopher Alexander. La ciudad no es un árbol. *Cuadernos summa-nueva visión: enciclopedia de la arquitectura de hoy*, (9):29–30, 1968.
- [6] Daniel Navas Carrillo, Javier Ostos Prieto, María Teresa Pérez Cano, Ordenación del Territorio, and U de Sevilla. La construcción de la ciudad inclusiva desde la cultura: la igualdad de género como objetivo. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 27(97):150–152, 2019.
- [7] S Fernández. Accesibilidad urbana: concepto y aplicaciones. *XV Seminario de Urbanismo Internacional. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. Ciudad de México*, 2019.
- [8] Jorge León Casero and Ana Ruiz Varona. Estrategias de desarrollo urbano sostenible: inclusión social y regeneración urbana en consenso obligado. zaragoza como caso de estudio. *Ciudades: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid*, (20):111–134, 2017.
- [9] Ángela María Franco Calderón. El edificio escolar en la ciudad. la localización de los equipamientos educativos y su aporte en el desarrollo urbano y social. *Revista Educacion y pedagogia*, (54):141–153, 2009.
- [10] Javier González Rodrí guez et al. Accesibilidad universal y entorno urbano: diferencias de aplicación normativa peatonal en distintas realidades territoriales a partir de demostración instrumental. 2021.
- [11] Marcos Cereceda-Otárola and Víctor Yáñez-Pereira. Paradojas de la accesibilidad urbana: estandarización y fragmentación en santiago de chile. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 28:1–26, 2024.
- [12] Maria Tania Magro Huertas. Hacia la ciudad inclusiva. prácticas sociales urbanas en barcelona, 1969-1979. 2014.
- [13] Jhair Victor Alberto Hilaes Palomino. Uso de texturas podo táctiles y su influencia en la circulación de personas invidentes en la calle real en el tramo jr. ayacucho al jr. cajamarca en la ciudad de huancayo al 2019. 2020.
- [14] Norma Edith Alonso Hernández, Lakshmi Caballero Ortiz, and Azalea Itzel García García. Diseño museográfico accesible. la inclusión como modelo expositivo. *Gaceta de Museos*, (78):49–58.
- [15] Sarahi Lazcano Tepehua. Mejoramiento de la accesibilidad urbana para la movilidad peatonal en la calle 16 de septiembre, san martín texmelucan.
- [16] Kei Tanikawa-Obregón and Diana Marcela Paz-Gómez. El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en latinoamérica: una visión para construir ciudades del futuro. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (50):33–38, 2021.



Parámetros de diseño para niños con trastorno de espectro autista (TEA) en instituciones de enseñanza

J. G. Díaz-Ramírez¹, A. Medina-Gutierrez¹, J. H. Salguero-Antelo², I. Yepiz-Villaburú^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: iyepiz@itesca.edu.mx

Resumen: Esta investigación analiza la falta de espacios arquitectónicos inclusivos en Ciudad Obregón, Sonora, específicamente para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) en el contexto educativo. El problema radica en la ausencia de aulas adaptadas para niños con TEA, lo que limita su participación y bienestar en entornos escolares, pudiendo generar sobrecarga sensorial y exclusión social. El objetivo principal es identificar las características de diseño necesarias para crear aulas inclusivas que promuevan el aprendizaje y desarrollo de los niños con TEA en escuelas primarias. El estudio se apoya en la revisión de normativas legales en México, como el artículo 3ro constitucional, que promueve una educación equitativa e inclusiva. A través de métodos de análisis arquitectónico y entrevistas con expertos, se espera proponer estándares de diseño específicos, considerando aspectos como temperatura, iluminación y disposición espacial. Los resultados apuntan a la necesidad de un entorno adaptado que facilite la concentración y reduzca los estímulos sensoriales excesivos. La investigación concluye que la implementación de estos parámetros no solo beneficia a los niños con TEA y sus familias, sino que también contribuye a una arquitectura educativa más inclusiva y socialmente responsable.

Palabras clave: Autismo, arquitectura inclusiva, diseño sensorial, educación especial, accesibilidad.

Abstract: This research examines the lack of inclusive architectural spaces in Ciudad Obregón, Sonora, specifically for children with autism spectrum disorder (ASD) in educational settings. The main issue is the absence of adapted classrooms for children with ASD, which limits their participation and well-being in school environments, potentially causing sensory overload and social exclusion. The primary objective is to identify necessary design features to create inclusive classrooms that foster learning and development for children with ASD in primary schools. The study references Mexican legal frameworks, such as Article 3 of the Constitution, promoting equitable and inclusive education. Through architectural analysis and expert interviews, the research proposes specific design standards, considering factors like temperature, lighting, and spatial layout. Results indicate the need for an adapted environment that facilitates concentration and reduces excessive sensory stimuli. The research concludes that implementing these standards benefits not only children with ASD and their families but also contributes to a more inclusive and socially responsible educational architecture.

Keywords: Autism, inclusive, architecture, sensory design, special education, accessibility.

1. Introducción

El presente trabajo explora la importancia del diseño arquitectónico inclusivo en Ciudad Obregón, Sonora, enfocado en atender las necesidades educativas de los niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). En esta región, los espacios escolares suelen carecer de adaptaciones específicas que consideren

las particularidades sensoriales y cognitivas de estos estudiantes, lo que limita su participación en la vida escolar, incrementa la posibilidad de sobrecarga sensorial y puede comprometer su seguridad. Dado el impacto significativo de estos factores en el aprendizaje y bienestar de los niños con TEA, la creación de ambientes educativos inclusivos es fundamental para su desarrollo integral.

En México, la Constitución Política garantiza el derecho a una educación accesible y de calidad, lo que refuerza

la importancia de construir entornos escolares que respeten las necesidades especiales de los estudiantes con discapacidad. Este trabajo destaca la responsabilidad de arquitectos y diseñadores para crear espacios escolares que permitan a los estudiantes con TEA integrarse plenamente, superando barreras que obstaculizan su desarrollo. En este contexto, se exploran criterios de diseño inclusivo como la iluminación regulable, una temperatura estable y una disposición clara de los elementos espaciales que facilite la movilidad y reduzca la desorientación. Estos principios, combinados con áreas de descanso y relajación, favorecen un ambiente cómodo y seguro para los niños con TEA.

A través del análisis de normativas locales y recomendaciones de expertos, el trabajo propone lineamientos que podrían guiar el diseño de aulas inclusivas en las escuelas de Ciudad Obregón. Establecer un estándar arquitectónico que responda a las necesidades de esta población no solo beneficiará su experiencia educativa, sino que también promoverá una comunidad más inclusiva y sensible a la diversidad de sus integrantes.

2. Marco teórico

En los últimos años, la arquitectura educativa ha avanzado significativamente en la creación de entornos que fomenten la inclusión y el desarrollo integral de todos los estudiantes, independientemente de sus características o necesidades. En este contexto, el diseño de aulas en las escuelas primarias públicas en México ha adquirido un protagonismo especial, especialmente en relación con la integración de estudiantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA).

El TEA es una condición neuropsiquiátrica que afecta a niños desde la primera infancia, dificultando aspectos como la comunicación social, la interacción y la percepción sensorial del entorno. Debido a estas particularidades, es esencial crear ambientes educativos que favorezcan su aprendizaje y bienestar, lo que requiere un enfoque integral en el diseño de las aulas escolares.

En México, la implementación de estrategias de diseño arquitectónico que favorezcan la inclusión de niños con TEA en las aulas de escuelas primarias públicas aún enfrenta numerosos desafíos. A pesar de los esfuerzos por parte de diversas organizaciones y entidades gubernamentales para mejorar la infraestructura educativa, la mayoría de las escuelas aún carecen de una orientación clara sobre cómo adaptar sus espacios para atender las necesidades específicas de los estudiantes

con TEA. Por ello, la creación de parámetros de diseño para las aulas de educación primaria se vuelve una necesidad urgente para garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos los niños.

Parámetros de Diseño para Aulas Inclusivas: El diseño de aulas para niños con TEA debe tener en cuenta una serie de parámetros específicos, que respondan a las características sensoriales, cognitivas y emocionales de estos estudiantes. Los principales aspectos que deben ser considerados incluyen la distribución del espacio, la elección de materiales, el control acústico, la iluminación, los colores y la organización de los muebles.

2.1. Distribución del espacio

“Un diseño flexible en aulas fomenta la comodidad y autonomía de los estudiantes”. [1]

Para los niños con TEA, una distribución clara y organizada puede reducir la sobrecarga sensorial y ayudar a disminuir la ansiedad. Se debe evitar el desorden y los muebles innecesarios que puedan interferir con la concentración de los estudiantes. Además, el aula debe contar con áreas diferenciadas para actividades grupales e individuales. Espacios tranquilos y privados, como rincones o zonas de relajación, son fundamentales para que los niños puedan retirarse cuando necesiten un descanso sensorial o emocional.

Un diseño flexible es clave, permitiendo adaptaciones para diferentes tipos de actividades. Las áreas de enseñanza deben ser amplias y permitir la circulación cómoda de los estudiantes y los docentes, mientras que los muebles deben ser accesibles y adaptables a las necesidades de los niños, incluyendo aquellos con movilidad reducida. Es importante prever que las aulas cuenten con espacios multifuncionales que puedan ser utilizados para actividades terapéuticas o de estimulación sensorial.

2.2. Elección de Materiales y Acabados

Los materiales utilizados en la construcción y el mobiliario deben ser cuidadosamente seleccionados para crear un ambiente educativo seguro y agradable. En el caso de los niños con TEA, es crucial evitar materiales que puedan generar molestias sensoriales, como aquellos con texturas rugosas o colores demasiado brillantes. Por ejemplo, el uso de superficies suaves y antideslizantes en el piso puede ayudar a reducir el riesgo de caídas y proporcionar una sensación de confort.

“El uso de materiales inclusivos reduce barreras

sensoriales para niños con TEA.” [2,3]

Asimismo, los acabados deben ser de fácil mantenimiento y limpieza, ya que los niños con TEA pueden ser más sensibles a factores ambientales como el polvo o los gérmenes. Es recomendable el uso de materiales naturales o sintéticos que sean duraderos, no tóxicos y respetuosos con el medio ambiente, lo que contribuye tanto a la salud física de los estudiantes como a su bienestar emocional.

2.3. Control acústico

Uno de los principales desafíos para los niños con TEA es la sensibilidad a los ruidos. Las aulas tradicionales pueden ser muy ruidosas, lo que dificulta la concentración y puede generar estrés. Por lo tanto, el control acústico es un parámetro esencial en el diseño de aulas inclusivas. Se deben emplear materiales absorbentes de sonido, como paneles acústicos en las paredes, alfombras y cortinas gruesas, que ayuden a reducir el eco y el ruido ambiente. Además, la disposición del mobiliario debe tener en cuenta la creación de zonas de baja acústica donde los niños puedan concentrarse sin distracciones. Para los niños con TEA, un entorno silencioso o con sonidos suaves y controlados facilita la concentración y el aprendizaje.

2.4. Iluminación

“El control acústico y la iluminación adecuada son esenciales para un ambiente inclusivo.” [4]

Se debe evitar la luz directa y brillante que pueda resultar deslumbrante, así como la luz artificial demasiado fría. En lugar de esto, se deben utilizar fuentes de luz natural siempre que sea posible, complementadas con iluminación artificial suave y regulable. Las lámparas de luz cálida son recomendables para generar un ambiente relajado y confortable.

También es fundamental que la iluminación sea homogénea y que no haya deslumbramientos. El uso de luces regulables permitirá crear diferentes niveles de iluminación según las necesidades del momento, favoreciendo tanto la concentración como el descanso.

2.5. Colores y estética

Los colores tienen un impacto significativo en el estado emocional de los niños con TEA. Se debe optar por una paleta de colores suaves y neutros, evitando los tonos demasiado brillantes o contrastantes que puedan generar una sobrecarga sensorial. *“Estudios confirman que los colores como el beige y azul reducen la sobrecarga sensorial, favoreciendo ambientes más calmantes.” [5,6]*

El uso de colores suaves en las paredes, el mobiliario y los accesorios también contribuye a crear un ambiente armónico y equilibrado, donde los estudiantes puedan sentirse cómodos. Sin embargo, también se pueden incorporar colores más vivos en zonas específicas para promover la estimulación cognitiva, siempre que se utilicen de manera equilibrada y respetuosa con las necesidades sensoriales de los estudiantes.

2.6. Mobiliario adaptado

El mobiliario de las aulas debe ser ergonómico, flexible y accesible. Las sillas y mesas deben ser ajustables en altura y permitir una correcta postura para los niños con TEA, quienes a menudo pueden tener dificultades para mantener la atención durante períodos prolongados. También es importante que el mobiliario sea adecuado para actividades sensoriales, como el uso de mesas sensoriales o muebles modulares que permitan la creación de espacios de juego y aprendizaje interactivos.

2.7. La Inclusión de los Jardines Sensoriales

“La arquitectura sensorial ha demostrado ser esencial para la inclusión educativa en niños con TEA.” [7,8]

Aunque el enfoque principal de la investigación se centra en el diseño de aulas, es importante señalar que los espacios exteriores, como los jardines sensoriales, complementan de manera significativa el ambiente educativo. La integración de estos jardines en las escuelas primarias permite que los niños con TEA tengan un espacio adicional donde puedan interactuar con la naturaleza, experimentar diferentes estímulos sensoriales y regular sus emociones. Estos jardines deben ser diseñados de manera que favorezcan la interacción, la exploración sensorial y el descanso, proporcionando un equilibrio entre los ambientes de calma y estimulación.

El diseño de aulas inclusivas para niños con TEA en las escuelas primarias públicas de México es una tarea que exige un enfoque integral, considerando todos los aspectos sensoriales, emocionales y cognitivos de los estudiantes. La implementación de parámetros de diseño adecuados, que incluyen la distribución del espacio, el control acústico, la iluminación, el mobiliario adaptado y el uso de colores suaves, contribuirá significativamente a mejorar la calidad educativa y la inclusión de los niños con TEA en el sistema escolar mexicano. Además, la incorporación de jardines sensoriales puede complementar este diseño, proporcionando un entorno que favorezca

tanto el aprendizaje como el bienestar emocional de los estudiantes. El reto es grande, pero la creación de aulas inclusivas no solo es una necesidad, sino una responsabilidad para asegurar un futuro educativo más equitativo para todos.

3. Método

La investigación adoptó un enfoque de métodos mixtos para lograr un análisis integral en el desarrollo de parámetros de diseño aplicables a aulas en escuelas primarias públicas en México, específicamente en la escuela Centro de Atención múltiple #11, ubicado en Cd. Obregón, Sonora México.

Este enfoque, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, resultó fundamental para capturar tanto las percepciones de los docentes como las preferencias de los estudiantes, asegurando una perspectiva completa y fundamentada. Para recopilar las opiniones de los docentes, se diseñó y aplicó una encuesta estructurada. Esta herramienta permitió recoger datos detallados sobre las necesidades y sugerencias desde el punto de vista pedagógico y organizacional, aspectos esenciales en el diseño de espacios educativos. A través de preguntas específicas, se buscó identificar los elementos del entorno físico que los docentes consideran relevantes para optimizar el aprendizaje, la comodidad y el bienestar de los estudiantes. Este método proporcionó resultados cuantificables y precisos, facilitando la identificación de patrones y tendencias en las respuestas de los docentes.

Por otra parte, para comprender la percepción y preferencias de los alumnos, se utilizó un método observacional que incluyó el uso de una maqueta didáctica interactiva. Esta maqueta fue diseñada para imitar el espacio del aula, permitiendo a los estudiantes interactuar con distintos elementos que compondrían un entorno escolar, como el mobiliario, la distribución de los asientos, y los colores de las paredes. Los alumnos podían explorar activamente las opciones y expresar sus preferencias a través de sus interacciones, lo cual generó una fuente de información única y valiosa. La metodología observacional permitió observar de manera directa las reacciones de los alumnos, capturando sus gustos en términos de colores, formas, y organización del espacio.

Además, se buscó identificar patrones en la manera en que los alumnos interactuaban con diferentes configuraciones y tonalidades. Por ejemplo, se registraron las preferencias en la elección de colores en los muros, que suelen tener un impacto directo en el estado de ánimo y la concentración

de los estudiantes ver Fig. 1. Esta exploración sensorial y perceptiva fue especialmente relevante, dado que las investigaciones previas sugieren que los colores y la disposición del espacio pueden influir significativamente en la experiencia de aprendizaje y en la sensación de confort y seguridad de los estudiantes.



Figura 1. Maqueta didáctica.

4. Resultados

El Centro de Atención Múltiple se escogió para realizar la investigación por ser la única escuela en Ciudad Obregón que se especializa en atender a niños con TEA.

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas a los docentes y del método observacional didáctico con los estudiantes, aunque no lograron alcanzar la precisión deseada inicialmente, ofrecieron un avance significativo en la identificación de las áreas que requieren mayor atención en el diseño de aulas inclusivas, especialmente al considerar las necesidades del Trastorno del Espectro Autista (TEA) en el contexto de las escuelas primarias públicas.

Este análisis preliminar, basado en la retroalimentación de los docentes y la observación directa de las interacciones de los alumnos con la maqueta didáctica, arrojó una visión integral sobre los elementos que inciden en la accesibilidad

y el confort de los estudiantes con TEA. Así, se logró identificar aspectos específicos del entorno físico que deben ajustarse para mejorar la experiencia de aprendizaje y fomentar un ambiente inclusivo.

A continuación, se detallan los principales hallazgos derivados tanto de las encuestas como de la observación con la maqueta didáctica, fig. 2:

1 ¿En qué medida está de acuerdo con la siguiente afirmación?: "Es necesario contar con un aula especial para impartir clases a alumnos con TEA".

6 respuestas

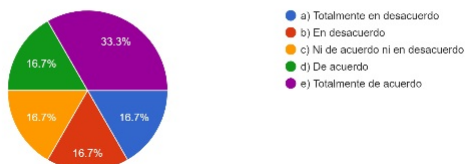


Figura 2. Diagrama de pastel relativo a la pregunta 1 de la encuesta.

Respecto a la primera pregunta se observa una división clara entre las respuestas, teniendo un mayor porcentaje las respuestas negativas, indicando que no es necesario excluir a los niños con TEA en un aula separada.

El resultado de la segunda pregunta nos arroja un resultado que, si bien ya pensaba sería así, este confirma el problema que son los ruidos externos, ver Fig. 3, y por consecuente el mal trabajo de aislamiento auditivo en las aulas

2 ¿Cuál de los siguientes elementos consideras que afectan a la concentración de los alumnos con TEA? (Puedes seleccionar más de una opción).

6 respuestas

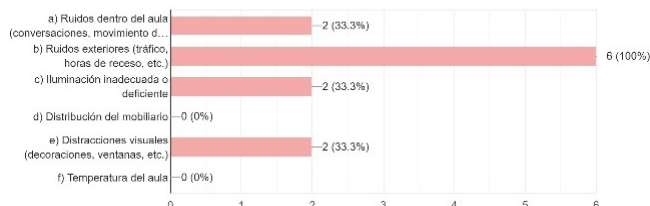


Figura 3. En esta gráfica se encuentra el indicador de ruido externo como el efecto principal.

Al visitar las instalaciones se observó que toda la iluminación en las aulas era la misma, una luz blanca, sin embargo, esto puede ser perjudicial para su atención ya que la luz blanca intensa cansa la vista, por eso el uso de iluminación natural debería ser un factor que siempre este en consideración a la hora de diseñar un aula, ver Fig 4.

El cambio de ambientes siempre es un factor importante para tomar en cuenta ya que, las instituciones no deberían tener la necesidad de estar moviendo a los alumnos entre aulas, si no que todas deberían tener las mismas

4 ¿Cómo describiría la eficiencia de la iluminación en el aula de clases?

6 respuestas

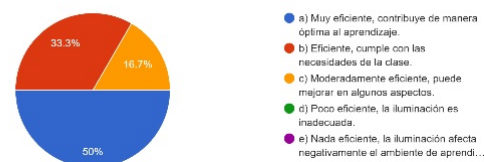


Figura 4. En esta gráfica se reafirma la respuesta de la pregunta anterior, si bien la iluminación es suficiente, no es la mas adecuada para apoyar la concentración de los alumnos.

características. Si bien los colores neutros predominan en las aulas, durante el desarrollo de la prueba didáctica y de observación, se obtuvieron resultados que demuestran que no siempre es la opción mas adecuada para los alumnos con TEA.

La conexión con el medio ambiente y las áreas verdes, si bien no son aspectos que deban ir incluidos dentro de las aulas, dentro de las instituciones siempre se deben tomar en cuenta ya que las áreas verdes cumplen la función de áreas de descanso y relajación, lo cual es beneficiario para los niños con TEA ya que estos suelen tener problemas con el estrés.

Si bien el mobiliario es una parte importante de la investigación, el mantenerlo funcional es fundamental para el desempeño de los niños, ya que, si este es deficiente o se encuentra en mal estado, puede actuar como factor para que se distraigan.

Si bien la distribución del mobiliario no es el factor mas relevante, se observa como si afecta la distribución y el estado de este a la hora de buscar la atención de los niños.

4.1. Resultados maqueta didáctica

La forma de analizar los resultados de la maqueta didáctica será en base a las opciones que los niños tenían para escoger, siendo estas las siguientes; Tres sets diferentes de muros que incluían un muro largo con 2 ventanas, 1 muro corto con ventana y un muro corto sin ventanas. Estos venían en colores beige, rosa y azul. El mobiliario se dividía en 2 estanterías, 1 mesa para maestro, y 3 sets de mesas redondas con 4 sillas cada una, ver Fig. 5.

Se registraron comportamientos y preferencias que arrojan luz sobre sus necesidades sensoriales y espaciales en el contexto de un aula diseñada para estudiantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Todos los participantes mostraron signos de pertenencia al TEA y eran niños no verbales con una alta



Figura 5. Primer ejemplo de maqueta.

sensibilidad emocional, características que influenciaron sus interacciones con los elementos de la maqueta, como los colores, el mobiliario y las ventanas.

Preferencias de Color y Regulación Sensorial, los colores que eligieron los estudiantes reflejan un rango de preferencias, con algunos mostrando predilección por tonos neutros y otros por colores más vivos, lo cual podría estar relacionado con sus necesidades sensoriales y emocionales:

Beige: Dos de los estudiantes se sintieron atraídos por el beige, un tono calmante que tiende a reducir la sobreestimulación sensorial. La preferencia por este color sugiere que un ambiente en tonos neutros podría ofrecerles mayor tranquilidad y menos distracciones visuales.

Azul: Varios estudiantes eligieron el azul como color predominante. El azul es generalmente asociado con una sensación de calma y serenidad, lo que puede ser beneficioso para estudiantes con TEA, ya que facilita un ambiente donde pueden concentrarse y sentirse menos abrumados.

Variado: Un estudiante mostró interés en combinar tres colores diferentes, lo que puede ser una manifestación de su necesidad de estímulo visual variado. Aunque esta combinación podría ser una señal de curiosidad, también puede indicar que algunos estudiantes encuentran agradable tener diversidad de colores en su entorno.

Estas elecciones sugieren que los colores empleados en el diseño de aulas inclusivas deben ser cuidadosamente seleccionados, privilegiando una gama que permita la

regulación emocional y sensorial, sin caer en la saturación que podría ser perjudicial para algunos estudiantes con TEA.

Interacciones con el mobiliario y la flexibilidad Espacial, la mayoría de los estudiantes interactuaron con el mobiliario en la maqueta, ya sea moviéndolo o reorganizándolo, lo cual evidencia la importancia de permitir la adaptabilidad del espacio:

Reorganización del mobiliario: Dos de los estudiantes optaron por reacomodar las mesas y sillas, lo cual indica un deseo de personalizar su espacio y de sentirse en control de su entorno inmediato. La posibilidad de mover el mobiliario les permite crear un entorno a su gusto, aspecto que parece tener un efecto positivo en su disposición y comodidad.

Interés particular por las sillas: Otro estudiante mostró un marcado interés en las sillas, moviéndolas repetidamente. Este comportamiento puede interpretarse como una búsqueda de familiaridad y confort en los elementos del entorno, lo cual podría estar vinculado con una necesidad de constancia y estabilidad en el diseño de sus espacios de aprendizaje.

El análisis sugiere que un diseño de aula que permita a los estudiantes modificar la disposición del mobiliario podría ser beneficioso, promoviendo su autonomía y bienestar en el espacio escolar.

Conexión con el exterior a través de las ventanas, estas fueron un elemento de interés para varios estudiantes, lo que subraya la relevancia de contar con una conexión visual con el exterior en los espacios educativos inclusivos. La interacción con las ventanas puede representar para los estudiantes un "respiro" visual, que les permite desconectar momentáneamente y recuperar su enfoque en el aula, ver Fig. 6.

Además, para los estudiantes con TEA, la luz natural y la vista al exterior pueden ayudar a reducir la ansiedad, promoviendo un ambiente más relajante y permitiendo un control sensorial adicional que disminuye los niveles de estrés. Incorporar grandes ventanas en el diseño de aulas podría resultar en un beneficio importante para estos estudiantes.

Sensibilidad al ruido y regulación sensorial, dos de los estudiantes manifestaron incomodidad ante el ruido, a pesar de encontrarse en un entorno con un número reducido de personas. La sensibilidad a los ruidos es una característica común en estudiantes con TEA y, en este caso, se observó en la necesidad de retirarse de la situación cuando los niveles de sonido se volvían molestos.

Este comportamiento indica que es crucial considerar estrategias de aislamiento acústico en el diseño de las aulas



Figura 6. Utilización de color azul y ventanas.

para reducir el ruido de fondo y proporcionar un ambiente más controlado y menos invasivo. Materiales que absorban el sonido y una distribución adecuada del espacio pueden contribuir a un entorno auditivo más amigable.

5. Conclusiones

Las observaciones realizadas revelan que los estudiantes con TEA se benefician de un diseño de aula que toma en cuenta tanto las preferencias individuales como sus necesidades sensoriales. Los resultados sugieren:

Uso de colores neutros y relajantes: Una paleta de colores que incluya tonos como el beige y el azul puede ayudar a crear un entorno visualmente calmante.

Flexibilidad en el mobiliario: Permitir la adaptación del mobiliario en el aula podría fomentar el confort y la autonomía de los estudiantes.

Conexión con el exterior y luz natural: Las ventanas amplias podrían mejorar la calidad de su experiencia en el aula, brindando oportunidades de regulación sensorial.

Control del ruido: La reducción del ruido es esencial para evitar distracciones y molestias, promoviendo una atmósfera más confortable para los estudiantes con TEA. Este análisis refuerza la importancia de un enfoque inclusivo en el diseño de aulas, adaptado a las necesidades específicas de estudiantes con TEA, para facilitar un ambiente de aprendizaje que sea tanto accesible como

agradable.

El análisis detallado de las interacciones de estudiantes con TEA en una maqueta didáctica, junto con los resultados de una encuesta aplicada a docentes, revela una serie de parámetros esenciales para el diseño de aulas verdaderamente inclusivas. Estos hallazgos no solo proporcionan una dirección clara para mejorar el entorno de aprendizaje, sino que también ofrecen una oportunidad de construir espacios donde los estudiantes con TEA puedan sentirse seguros, cómodos y motivados a participar plenamente en su educación. Un aula bien diseñada puede marcar la diferencia entre un ambiente de aprendizaje desafiante y uno que fomente el desarrollo emocional, sensorial y cognitivo de cada estudiante, respetando sus características únicas y promoviendo una integración armoniosa en la comunidad escolar.

Control del ruido y ambientes tranquilos: La necesidad de reducir el ruido en las aulas se muestra como un factor crucial para el bienestar de los estudiantes. El uso de materiales con propiedades acústicas y un diseño de aislamiento adecuado no solo minimiza distracciones, sino que también crea un ambiente de calma y concentración, donde los estudiantes pueden enfocarse sin el estrés adicional que generan los ruidos intensos. Este control acústico puede ofrecer a los niños con TEA un espacio donde el sonido no sea un obstáculo, sino una parte amable del entorno.

Iluminación natural y regulable: La calidad de la luz en un aula tiene un profundo impacto en la atención y comodidad de los estudiantes. La incorporación de luz natural y la opción de iluminación regulable ayudan a mantener un ambiente acogedor y adaptable, donde los estudiantes pueden ajustar el nivel de iluminación según sus necesidades y preferencias. Este ajuste, especialmente importante para los estudiantes con TEA, permite evitar la fatiga visual y contribuye a un ambiente más sereno que apoya tanto la concentración como el bienestar emocional. Colores y flexibilidad en el diseño: La preferencia de colores suaves como el beige y el azul, observada en los estudiantes, destaca la importancia de una paleta de colores que no sature los sentidos, sino que promueva un ambiente visualmente armonioso y agradable. La flexibilidad en la disposición del mobiliario permite a los estudiantes adaptar su espacio a sus necesidades diarias, lo que se traduce en un sentido de pertenencia y control sobre su entorno, elementos fundamentales para el bienestar y la autoconfianza. Este espacio adaptable fomenta una experiencia de aprendizaje inclusiva y colaborativa.

Conexión con el exterior y zonas verdes: Las ventanas y vistas al exterior, junto con áreas verdes accesibles

dentro de la institución, son elementos que ofrecen a los estudiantes un vínculo con la naturaleza y un escape visual que alivia el estrés. La oportunidad de observar el mundo exterior, combinada con zonas verdes que funcionan como espacios de descanso, permite a los estudiantes con TEA recuperar su equilibrio sensorial, creando un entorno educativo que no solo enseña, sino que también cuida de su bienestar emocional. *“La integración de jardines sensoriales complementa el aprendizaje en aulas inclusivas.”* [9]

Mobiliario funcional y accesible: Un mobiliario en buen estado, accesible y flexible es clave para que el aula se convierta en un espacio seguro y cómodo. Hay que asegurar que el mobiliario sea funcional y esté bien conservado permite que los estudiantes se sientan seguros y enfocados, eliminando distracciones innecesarias y facilitando la concentración. Esta atención a los detalles físicos es una muestra de respeto hacia el estudiante, reflejando una comprensión de que su bienestar se construye a partir de cada elemento que compone el espacio en el que aprenden y crecen.

En conjunto, estos parámetros sugieren un enfoque en el diseño de aulas que va más allá de la funcionalidad básica, abrazando la misión de crear espacios donde cada estudiante, independientemente de sus características, se sienta valorado y entendido. La creación de entornos inclusivos en las aulas de escuelas primarias públicas en México no solo responde a una necesidad educativa, sino que representa un compromiso con la equidad y la inclusión, promoviendo una experiencia de aprendizaje que invita a cada estudiante a prosperar en un espacio acogedor y bien adaptado a sus necesidades. Este enfoque inclusivo y compasivo en el diseño escolar contribuye al crecimiento de una comunidad más comprensiva, accesible y preparada para celebrar la diversidad de todos sus integrantes.

Uso de colores neutros y relajantes: En este punto se destacó que el uso de una paleta de colores que incluya tonos como el beige y el azul puede ayudar a crear un entorno visualmente calmante. En la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad se establece que se debe asegurar el Diseño sensorialmente adecuado, para personas con discapacidades cognitivas, como el TEA. Esto implica evitar sobrecargar el entorno con estímulos (ruidos, luces brillantes o colores vibrantes). En la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas se indica que se deben utilizar materiales inclusivos: Como texturas que no sean abrasivas y colores que no generen confusión o ansiedad en personas con discapacidades cognitivas o del desarrollo.

Flexibilidad en el mobiliario: Permitir la adaptación del mobiliario en el aula podría fomentar el confort y la autonomía de los estudiantes. En la Agenda del Derecho a la Ciudad se considera que los espacios deben ser legibles y accesibles tanto física como cognitivamente e Incluir señalización clara, iconografía universal, colores que no sobreestimen, y materiales que no generen barreras sensoriales.

Conexión con el exterior y luz natural: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS 11, “Ciudades y comunidades sostenibles”, busca hacer que las ciudades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Entre sus metas se encuentra la creación de espacios accesibles para todas las personas, especialmente para aquellas en situación de vulnerabilidad, como las personas con discapacidad. En términos de diseño, esto se traduce en la necesidad de planificar entornos que cuenten con un diseño sensorial adecuado para personas con trastornos del procesamiento sensorial, como el TEA, donde la iluminación debe ser suave y ajustable, y los colores no sean abrumadores.

Este enfoque favorece la creación de espacios educativos que sean no solo físicamente accesibles, sino también sensorialmente apropiados para los estudiantes con autismo.

Control del ruido y ambientes tranquilos: La Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat) establece un marco para transformar las ciudades y asentamientos humanos, enfocándose en la sostenibilidad y accesibilidad. Para las personas con discapacidades, uno de sus puntos clave es la creación de entornos contruidos accesibles, lo cual es obligatorio tanto en infraestructuras nuevas como en la renovación de las existentes.

Esta agenda promueve el diseño universal, el cual considera: Espacios sensorialmente amigables (control de ruidos, iluminación ajustable, y uso de texturas suaves).

Iluminación natural y regulable: La ONU establece en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que debe existir un diseño sensorial adecuado para personas con trastornos del procesamiento sensorial, como el TEA, en este se indica que la iluminación debe ser suave y ajustable. También se indica en este documento que los colores no deben ser abrumadores.

Colores y Flexibilidad en el Diseño: El Reglamento de Construcción de Sonora establece criterios específicos para la construcción de edificaciones públicas y privadas, incluyendo las escuelas. Según este reglamento, todas las nuevas construcciones y renovaciones deben cumplir con las normas de accesibilidad para personas con

discapacidad, lo cual incluye:

- Accesos y salidas accesibles.
- Diseño que facilite la orientación espacial (usando colores neutros y materiales que no sobrecarguen sensorialmente a los usuarios).

Conexión con el Exterior y Zonas Verdes: La ODS 11.7 establece como meta proporcionar acceso universal a áreas verdes y espacios públicos, con especial énfasis en los más vulnerables, incluidas las personas con discapacidad y niños. En este contexto, la arquitectura sensorial para personas con TEA, que incluye la creación de jardines sensoriales y áreas verdes adaptadas, se alinea directamente con el propósito de estos objetivos. La implementación de espacios exteriores en escuelas y comunidades puede contribuir al bienestar físico y emocional, proporcionando entornos multisensoriales que promuevan la relajación o estimulación controlada, dependiendo de las necesidades del usuario.

Referencias

- [1] Pedro Aravena. Historicidad e historicismo: Tensiones en la crítica arquitectónica de m. waisman. *A&P Continuidad*, 4(6):96–103, 2017.
- [2] Roxana Suárez Estrada. Pensar y diseñar en plural. los siete principios del diseño universal. *Revista digital universitaria*, 18(4), 2017.
- [3] Laura Silvia Iñigo Dehud. Materiales didácticos para estudiantes con trastorno del espectro autista. *European Public & Social Innovation Review*, 10:1–16, 2025.
- [4] Valentín Martín Fanjul and Francesc de Paula Daumal Domènech. Arquitectura y autismo: Aspectos de la investigación en el medio acústico. In *I Jornadas de Investigación y Doctorado: calidad y acreditación*, pages 1–3. Universidad Católica San Antonio de Murcia, 2015.
- [5] Ayaka Ishii-Takahashi, Ryu Takizawa, Yukika Nishimura, Yuki Kawakubo, Hitoshi Kuwabara, Junko Matsubayashi, Kasumi Hamada, Shiho Okuhata, Noriaki Yahata, Takashi Igarashi, et al. Prefrontal activation during inhibitory control measured by near-infrared spectroscopy for differentiating between autism spectrum disorders and attention deficit hyperactivity disorder in adults. *NeuroImage: Clinical*, 4:53–63, 2014.
- [6] Ashwini Sunil Nair, Radhakrishnan Shanthi Priya, Prashanthini Rajagopal, Chandramouli Pradeepa, Ramalingam Senthil, Samiappan Dhanalakshmi, Khin Wee Lai, Xiang Wu, and Xiaowei Zuo. A case study on the effect of light and colors in the built environment on autistic children’s behavior. *Frontiers in psychiatry*, 13:1042641, 2022.
- [7] Tamy Orrego Arauco, Daniela Urpe Yalico, and Jemima Carrión Gómez. Diseño de arquitectura sensorial en equipamientos educativos para niños con autismo. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 12(2):4, 2024.
- [8] Lizbeth Castañeda-Sifuentes, Mariana Maya-López, and Maya Leyva-Lapizco. Arquitectura para el autismo: Una reflexión del diseño. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 17(31), 2022.
- [9] O Abdul and A Vasquez. Arquitectura sensorial aplicada al diseño de un centro especializado en niños con trastorno del espectro autista en chicalayo. *USAT*. Obtenido de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500,12423:3915>, 2021.



Implementación de tablero y programa interactivo para aula multisensorial del Centro de Atención Múltiple Estatal No. 1

I. O. Luna-Rodriguez^{1,*}, A. Ramirez-Treviño¹, C. A. Díaz-Beltrán¹

¹División de Ingeniería en Electrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: iluna@itesca.edu.mx

Resumen: En el presente artículo se plasma el trabajo realizado para la implementación de un tablero con la integración de un microcontrolador Arduino uno, botones tipo arcade con luz led integrada, para interactuar con un programa diseñado en el software mBlock v5.4.3; el cual permite leer datos del microcontrolador en tiempo real como recurso para crear ambientes de aprendizaje y de terapia para el desarrollo de habilidades adaptativas para niños con trastorno generalizado del desarrollo. El tablero con programa interactivo fue instalado en el aula multisensorial del Centro de Atención Múltiple Estatal No.1 en Cd. Obregón, Sonora. El tablero con sus sensores de tacto permite al docente realizar actividades para que los niños con necesidades especiales relacionen colores, sonidos e imágenes generando experiencias que favorecen la atención de los niños para mejorar sus capacidades funcionales. De igual manera, el proyecto ha permitido equipar y actualizar los materiales de trabajo del Centro de Atención Múltiple. El resultado del proyecto puede ser replicado a otros centros de atención con necesidades de similares.

Palabras clave: Software Interactivo, Necesidades Educativas Especiales, Tecnologías de apoyo.

Abstract: This article describes the work done for the implementation of a board with the integration of an Arduino Uno microcontroller, arcade type buttons with integrated LED light, to interact with a program designed in the mBlock v5.4.3 software; which allows reading data from the microcontroller in real time as a resource to create learning and therapy environments for the development of adaptive skills for children with pervasive developmental disorder. The board with interactive program was installed in the multisensory classroom of the Centro de Atención Múltiple Estatal No.1 in Cd. Obregón, Sonora. The board with its touch sensors allows the teacher to carry out activities for children with special needs to relate colors, sounds and images, generating experiences that favor the children's attention to improve their functional abilities. Likewise, the project has made it possible to equip and update the work materials of the Multiple Attention Center. The results of the project can be replicated in other centers with similar needs.

Keywords: Interactive Software, Special Educational Needs, Assistive Technology.

1. Introducción

La sociedad digital y los avances tecnológicos representan un cambio de paradigma, es un escenario que emerge como desafío, pero también como oportunidad para repensar y adaptar las prácticas de enseñanza-aprendizaje a la cultura inclusiva. Integrar tecnologías de la información y la comunicación (TIC's), la electrónica y el procesamiento de señales en el contexto educativo permite aplicar recursos específicos y aportes significativos que impliquen una mejora en la calidad educativa. El reto en el uso de las tecnologías es el de estar a la altura de las necesidades pedagógicas, sugiriendo y diseñando

materiales de instrucción flexibles, técnicas y estrategias que apoyen a los y las docentes en la atención y reconocimiento de diversas necesidades. [1].

Las personas con necesidades educativas especiales suelen manifestar dificultad, más o menos significativa en sus habilidades y estrategias para desenvolverse en su ámbito y contexto social. Cuando se habla de habilidades adaptativas se refiere a las capacidades, conductas y destrezas que una persona debería adquirir para desempeñarse o desarrollarse en sus entornos habituales, en sus grupos de referencia y acordes a su edad. Por otra parte, considerando que los apoyos tecnológicos son todo tipo de equipos o servicios que pueden ocuparse para favorecer las capacidades funcionales de las personas

con discapacidad en su vida independiente. Algunos ejemplos de estos recursos son sillas de ruedas adecuadas, estructuras para organizar objetos o mantenerlos al alcance, útiles escolares adaptados, andaderas, muebles, prótesis, videos en lengua de señas, material didáctico como pictogramas, etc. Es decir, todos los recursos relacionados a los diferentes ámbitos de la vida. Casa, escuela, trabajo, vida urbana [2].

El diseño e implementación de tecnologías interactivas permite el desarrollo de habilidades adaptativas en el esquema corporal, como ejemplo: la coordinación visión-manual para niños y niñas con alguna discapacidad motriz.

A través del análisis de normativas locales y recomendaciones de expertos, el trabajo propone lineamientos que podrían guiar el diseño de aulas inclusivas en las escuelas de Ciudad Obregón. Establecer un estándar arquitectónico que responda a las necesidades de esta población no solo beneficiará su experiencia educativa, sino que también promoverá una comunidad más inclusiva y sensible a la diversidad de sus integrantes.

1.1. Objetivo

Implementar aplicaciones y dispositivos de diseño electrónico y sistemas programables para crear ambientes de aprendizaje y de terapia para el desarrollo de habilidades adaptativas para niños con trastorno generalizado del desarrollo.

1.2. Planteamiento del problema

En el Centro de Atención Múltiple Estatal No. 1 de Cd. Obregón, Sonora. Tiene la responsabilidad de escolarizar alumnos y alumnas con alguna discapacidad o discapacidad múltiple que por distintas razones no logran integrarse al sistema educativo regular. Por lo que requiere de recursos y programas que les permitan atender a los niños y niñas en general poniendo en marcha estrategias, materiales y equipos adecuados para las terapias que requieren los niños y niñas de esta comunidad educativa. Por lo que existe la necesidad de equipar un aula multisensorial con recursos tecnológicos que permitan mejorar y desarrollar las capacidades de los y las alumnas del Centro mediante diversas actividades terapéuticas y de desarrollo del aprendizaje de acuerdo a las diversas afectaciones que se presentan.

1.3. Justificación

las tecnologías como apoyo a las necesidades educativas especiales, pueden aumentar o mejorar capacidades funcionales de individuos con discapacidad, modificando o instaurando conductas. Las tecnologías como soporte a las terapias del desarrollo en personas con discapacidad les permiten en la mayoría de los casos integrarse socialmente a la comunidad. Por lo que se requiere que sujetos con deficiencia motora, sensorial o intelectual cuenten con las adaptaciones del entorno necesarios para que puedan adaptarse al medio social en el que viven. La intervención en la discapacidad debe ser con base en programas que respondan a las necesidades de las personas en el área educativa, personal, laboral y social. En especial, se espera que desarrollen habilidades prácticas y sociales que les permitan alcanzar el máximo grado de autonomía posible.

2. Marco teórico

2.1. La educación especial

La educación especial se ha diversificado bastante durante los últimos años, a tal grado que prácticamente se diluyó como concepto, al incorporarse el término de “educación inclusiva”. En un principio lo “especial” estuvo relacionado esencialmente con las características físicas y psicológicas que se podían percibir a simple vista (ceguera, sordera, deficiencia mental, problemas de adaptación social, etc.), pero en el transcurrir del tiempo se incorporaron conceptos como el de anormalidad, atipicidad, minusvalía, discapacidad o necesidades educativas especiales, para referirse a la gran diversidad de características que presentan las personas [3].

El proceso de integración educativa está asociado con el concepto de necesidades educativas especiales. Este concepto se refiere a los apoyos que deben darse a los alumnos cuyos aprendizajes difieren significativamente de los del resto del grupo, para potenciarlos. El concepto de NEE no se refiere exclusivamente a los alumnos con discapacidad, sino a todos los alumnos que estén aprendiendo por debajo de su potencial [4].

2.2. Las tecnologías en educación especial

En general, la bibliografía encontrada en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para educación especial pone de manifiesto la utilidad de las TIC como un instrumento de mejora de accesibilidad cognitiva, de autonomía personal e interacción. Así las

TIC ofrecen a los usuarios diferentes beneficios en la educación. Así como en la estimulación de los sentidos y al desarrollo de habilidades que le ayuden a la integración, mejorando sus habilidades sociales para lograr una mejor relación con sus iguales. Esto representa un valor añadido a la educación y valida el valor potencial que justifica su inmersión en el aula [5].

Las TIC en educación especial son herramientas innovadoras que posibilitan la superación de barreras, el estímulo de la autodeterminación y el empoderamiento, lo que fortalece el actuar autónomo de las personas con discapacidad; convirtiéndose en apoyos esenciales a implementar en el trabajo realizado con esta población [6]. Las nuevas perspectivas acerca de la inclusión han permitido logros importantes alcanzados en pro de las personas con discapacidad. En este sentido, se debe dar crédito al importante crecimiento de movimientos pro-inclusión, investigaciones, proyectos e iniciativas individuales y colectivas que demuestran un marcado interés por la inclusión educativa y la implementación y fortalecimiento de las tecnologías y los marcos normativos de la discapacidad en América Latina [7].

2.3. Tecnologías de apoyo a las necesidades educativas especiales

Las tecnologías de apoyo es cualquier artículo o herramienta que se usa para mejorar las capacidades funcionales de personas con discapacidad. Estas tecnologías suponen, en la mayoría de los casos un gran apoyo en la calidad de vida de estas personas ya que permiten reducir las barreras que pueden perjudicar o impedir que las personas con discapacidad participen en actividades cotidianas. La interacción entre oportunidad social y habilidades personales potencia la inclusión de personas con discapacidad. Por lo tanto, las TIC abren la puerta nuevas oportunidades y prometen empoderar a las personas con discapacidad en la misma medida que a sus pares sin discapacidad [8].

2.4. Sistema programable arduino

Arduino es una plataforma de código abierto que combina hardware y software para construir proyectos electrónicos. Está compuesta por una placa de circuito programable (microcontrolador) y un software o entorno de desarrollo integrado (IDE). Gracias a su flexibilidad de diseño, junto al hecho de que es software de código abierto ha generado una gran comunidad de usuarios que han contribuido con código, instrucciones y librerías que permiten un gran

desarrollo de proyectos tanto para principiantes como expertos [9].

2.5. Herramienta de programación mBlock

Mblock es una herramienta de entorno gráfico de programación por bloques, basada en el editor Scratch 3.0. En esta herramienta los usuarios pueden crear sus propias historias interactivas, animaciones, juegos y música, e incluso compartirlos en la web. Presenta la ventaja de poder enlazar la herramienta con Python y Arduino. MBlock tiene características que lo hacen adecuado para trabajar con placas arduino y robots. Algunas herramientas también permiten enlazar con estos recursos, pero se requiere de conexión permanente entre el PC y el Arduino, por cable o por Bluetooth. Al usar mBlock no se tiene este problema, ya que permite elegir la forma en la que se quiere trabajar: ejecutándolo en tiempo real en el PC o cargando el programa en la placa de forma que podamos prescindir del PC [10,11].

2.6. Push buttons

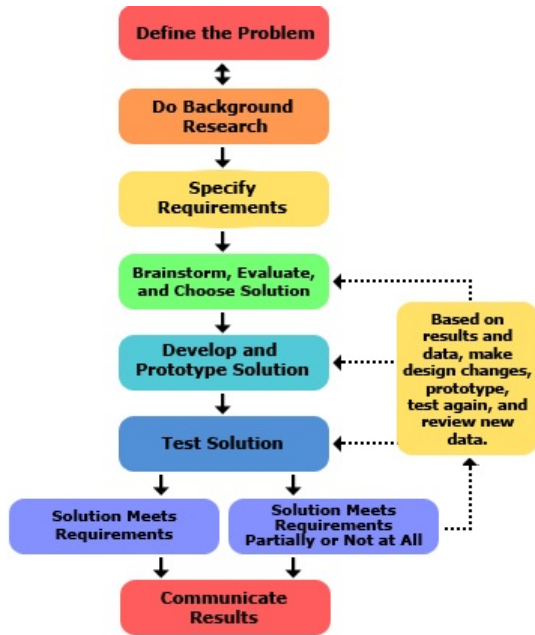
Es el elemento más básico y el más usado en los sistemas de control. Estos pueden ser Normalmente Abierto (NO) o Normalmente Cerrado (NC). Estos dispositivos en su configuración básica necesitan tener una presión mecánica en ellos para mantenerse conectados o desconectados. Existe el tipo de push button con indicador luminoso (usado para el proyecto), sirven para indicar con una señal luminosa cuando el botón está cerrado o abierto.

2.7. El software educativo interactivo

Las expresiones software educativo interactivo, programas educativos o programas didácticos, se utilizan como sinónimos para designar genéricamente los programas para computadora creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Un software o programa interactivo facilita la creación de actividades interactivas, ya sea mediante software en la web, o bien mediante programas instalados en una PC [12]. Un programa interactivo es aquel que requiere que el usuario se involucre activamente a través de diferentes acciones: deslizar el mouse, tocar una imagen, marcar una casilla, etc.

3. Metodología

Para el diseño e implementación del tablero y programa interactivo, el cual fue instalado en el aula multisensorial del CAME No. 1; se siguió el proceso de diseño de ingeniería y que consta de los bloques mostrados en la Fig 1.



Crédito de la imagen: creada por Amy Cowen para Science Buddies /

Figura 1. Proceso de diseño de ingeniería.

Como primer paso se definió la problemática y necesidad, este se logró mediante visitas y reuniones con docentes del CAME No. 1 quienes externaron diversas situaciones y carencias del centro educativo y que impedían tener mejores condiciones para realizar sus actividades educativas. En conjunto con los docentes del centro se priorizó la implementación de un tablero con programa interactivo para actualizar material instalado en aula multisensorial. Una vez planteada la necesidad y problemática se procedió a realizar una investigación de antecedentes y obtener información de soluciones para problemas similares. Con la información recabada se especificaron requerimientos para plantear y evaluar un diseño de solución al problema planteado. Se seleccionó la integración de hardware y software, donde el hardware consta del diseño de un tablero de madera tipo alder con cuatro botoneras tipo arcade con luces integradas. El software a utilizar fue mBlock v5.4.3 por la facilidad de ser de código abierto y libre y permite su conexión en tiempo real con la placa programable Arduino. Mediante un software de diseño se realizó un boceto del tablero para determinar dimensiones y estructura del

mismo para su posterior fabricación. Ver Fig. 2.

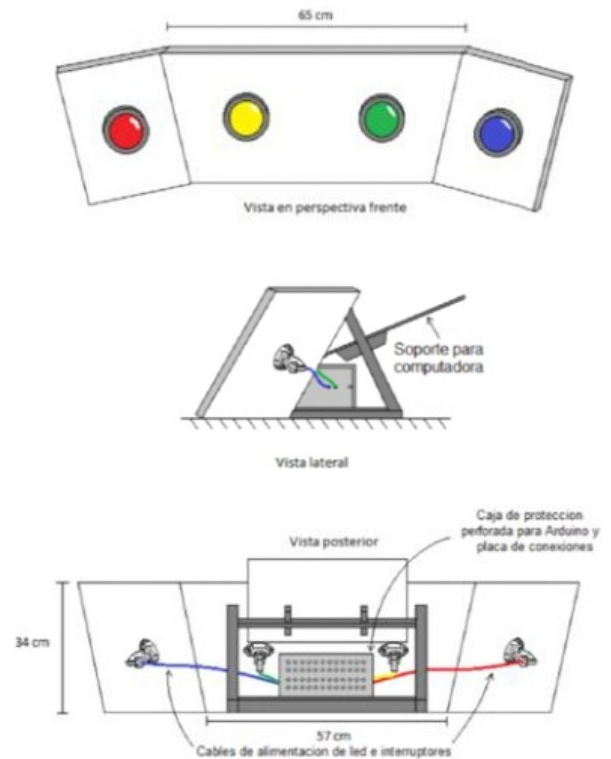


Figura 2. Vistas del dispositivo.

Se realizó la adquisición de los push buttons tipo arcade con luz integrada (en color rojo, verde, amarillo y azul) y se fabricó el tablero para proceder a la instalación física de los pushbuttons. Fig. 3.



Figura 3. Tablero con Push Buttons integrados.

El tablero permitió actualizar las condiciones de un espacio del aula multisensorial del Centro de Atención Múltiple, en la Fig. 4 se puede observar la instalación de

luces y botones con las que operaba un docente para sus actividades de terapia antes de la instalación del tablero.



Figura 4. Luces y botones del aula multisensorial antes de la actualización con el proyecto propuesto.

Una vez instalados los push buttons en el tablero se realizó la conexión a la placa programable Arduino Uno, la cual fue instalada en la parte posterior del tablero, adecuando la salida de comunicación a la PC mediante cable tipo USB. (Fig. 5).

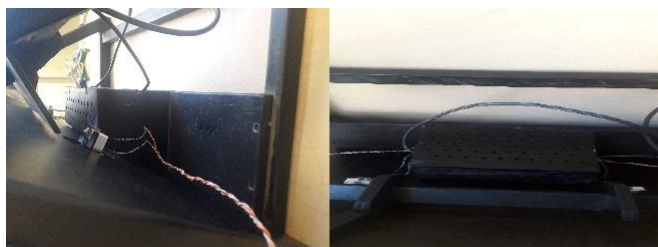


Figura 5. Instalación y conexión de placa programable.

Para la interacción en tiempo real con las señales digitales enviadas por la placa Arduino Uno, se diseñó un programa interactivo en el software mBlock. El programa consiste en visualizar en pantalla cuatro pelotas de color rojo, verde, amarillo y azul; que corresponden a las luces integradas en los push buttons. Las pelotas inician en color blanco y son programadas para rebotar de forma aleatoria y detenerse cuando son tocadas por el usuario.

Una vez integrado el hardware y software se realizó la prueba y validación del proyecto con docentes del Centro de Atención Múltiple, donde se les capacitó en el uso del software y procedieron a realizar actividades dentro del aula multisensorial el objeto “estrella”, y en ese momento cambian de color. (Fig. 6).

El software mBlock se basa en un entorno gráfico y de programación por bloques que permite programar y leer

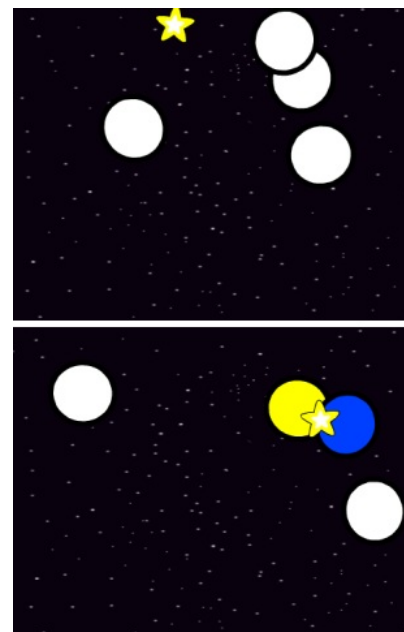


Figura 6. Arriba se muestran las pelotas sin ser tocadas por el objeto “estrella”, abajo las pelotas después de ser tocadas por el objeto “estrella”.

o escribir datos en tiempo real con placas programables Arduino. En la Fig. 7 se muestra una parte del código desarrollado para leer los pines digitales de la placa programable, así como todas las acciones de los objetos al ejecutar el programa (movimientos, rebotes y cambios de color).

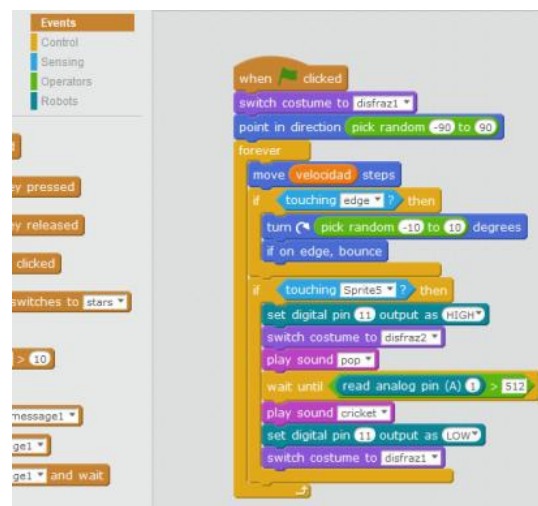


Figura 7. Programación por bloques.

Para tener una visión general del funcionamiento del tablero y el programa interactivo. (Fig. 8). El tablero multisensorial fue validado por docentes del Centro de Atención Múltiple Estatal para realizar terapias de apoyo con niños que requieren el desarrollo de sus capacidades sensoriales.



Figura 8. Pruebas en aula multisensorial.

4. Conclusiones

El presente diseño tecnológico de tablero multisensorial ha permitido cubrir necesidades específicas del Centro de Atención Múltiple Estatal de Cd. Obregón, Sonora; equipando el aula multisensorial para mejorar su infraestructura y capacidad de atención a niños con necesidades especiales. El tablero contribuye a las actividades de terapias que realizan los docentes del CAME. A su vez; puede ser replicado para su instalación en otros centros de atención a niños con necesidades especiales, lo que permite equipar aulas multisensoriales a un bajo costo.

El trabajo realizado ha permitido generar conocimiento como parte de los proyectos de investigación realizados por el cuerpo académico de Diseño Electrónico y Sistemas Programables del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme y que permiten transmitir estos conocimientos aplicándolo al aula, donde los estudiantes pueden visualizar las necesidades reales en un contexto social.

El proyecto va permitir dar continuidad a otros proyectos enfocados a cubrir necesidades tecnológicas del Centro de Atención Múltiple Estatal.

Referencias

- [1] Antoni Garrell and Llorenç Guilerà. *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Marge books, 2019.
- [2] Tim Barlott, Tammy Aplin, Emma Catchpole, Rebecca Kranz, Damian Le Goullon, Amanda Toivanen, and Sarah Hutchens. Connectedness and ict: Opening the door to possibilities for people with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disabilities*, 24(4):503–521, 2020.
- [3] Jesús Adolfo Trujillo Holguín. La educación especial en México, un recorrido histórico desde el ámbito normativo. *Desarrollo profesional docente: reflexiones y experiencias de inclusión en el aula*, 15.
- [4] Silvia Romero Contreras, Ismael García Cedillo, Silviana Rubio Rodríguez, Araceli Martínez Ramírez, and Vasthi Jocabel Flores Barrera. Influencia del tipo de escuela (especial o regular) sobre el aprovechamiento académico del alumnado con necesidades educativas especiales. *Universitas Psychologica*, 17(1):210–220, 2018.
- [5] Miguel Ángel Guillomía San Bartolomé, Jorge Falcó, José Ignacio Artigas, et al. Integración de tecnologías de apoyo para educación especial. *Jornada de Jóvenes Investigadores del I3A*, 8, 2020.
- [6] Alexia Arrieta Casasola. Tic dirigidas a la superación de barreras educativas de las personas con discapacidad. *Innovaciones educativas*, 21(31):115–130, 2019.
- [7] Melenie Felipa Guzmán Ocampo, Heidi Angélica Salinas Padilla, Nancy Verónica Sánchez Súlu, Juan José Díaz Perera, et al. Inclusión educativa desde la perspectiva del estudiante de educación. *Boletín Redipe*, 7(7):187–198, 2018.
- [8] Rafael Reyes Chávez and Anna Beatriz Prado Rodríguez. Las tecnologías de información y comunicación como herramienta para una educación primaria inclusiva. *Revista Educación*, 44(2):506–525, 2020.
- [9] Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, et al. Arduino. *The official Arduino web page at <http://arduino.cc>*, 2014.
- [10] María Isabel Blanco Pumar. Programación y creatividad unidas en mblock. *Aula de innovación educativa*, (311):69–70, 2021.
- [11] Mustafa Serkan Gunbatar and Halit Karalar. Gender differences in middle school students' attitudes and self-efficacy perceptions towards mblock programming. *European Journal of Educational Research*, 7(4):925–933, 2018.
- [12] Flaviano Armando Zenteno Ruiz, Armando Isaías Carhuachín Marcelo, and Tito Armando Rivera Espinoza. Uso de software educativo interactivo para la enseñanza y aprendizaje de la matemática en educación básica, región pasco. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19):178–190, 2020.



Máquinas de estado finito para control de menús de navegación

R. E. Gonzalez-Salas^{1,*}, J. G. Castro-Lugo², J. E. Palomares-Ruiz², F. Muñoz-Beltrán²

¹Universidad Tecnológica de Nogales, Ave universidad 271, Universitaria, 84097 Heroica Nogales, Sonora, México

²Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: rgonzalez@utnogales.edu.mx

Resumen: En este artículo se presenta una solución para controlar la navegación de un sistema mecatrónico con enfoque en la navegación por medio de software utilizando pocos componentes electrónicos para presentar un menú de opciones para las diferentes funciones del sistema, utilizando una máquina de estado finito, una placa Arduino UNO R3, una pantalla LCD y un encoder rotativo KY040.

Palabras clave: Máquina de estado finito, Arduino, encoder rotativo, menú de navegación.

Abstract: The following article presents a solution for controlling the navigation of a mechatronic system with a focus on software-based navigation. It utilizes a minimal number of electronic components to display an options menu for the system's various functions. The solution employs a finite state machine, an Arduino UNO R3 board, an LCD screen, and a KY040 rotary encoder.

Keywords: Finite state machine, Arduino, rotary encoder, options menu.

1. Introducción

Dentro de las aplicaciones es a veces necesario tener un sistema lógico de control del estado de la aplicación, la cual nos proporcionará una manera más controlada y eficiente de ejecutar diferentes funciones de nuestra aplicación. Una manera de cómo lograr esto es mediante el uso de máquinas de estado finito. Esta herramienta nos proporciona la capacidad de manejar menús para controlar las opciones disponibles para que el usuario realice diferentes funciones de nuestro sistema de manera ordenada, [1-3].

1.1. Objetivo

El siguiente artículo exponer la manera de como una máquina de estado finito es utilizada para ordenar el acceso a diferentes funcionalidades de un sistema controlado por una placa Arduino utilizando como interfaz de entrada un encoder KY-040 con botón de pulso y una pantalla LCD para mostrar la información requerida al usuario.

2. Metodología

Diseño del sistema físico Para poder reproducir la parte de la máquina de estado finito presentado en este artículo, es necesario utilizar una pantalla LCD 16x2 (Fig. 1), un encoder KY-040 (Fig. 2) y una placa Arduino UNO Rev3. Los diagramas eléctricos se presentan a continuación.

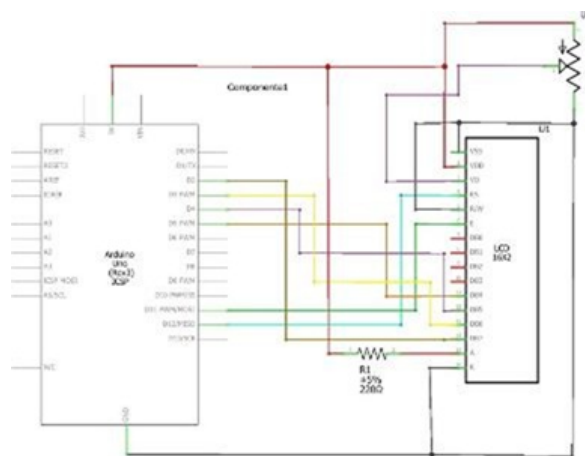


Figura 1. Circuito para pantalla LCD.

Diseño del sistema lógico: Primeramente, se diseñó una tabla de estados, en la cual se identifican las entradas y

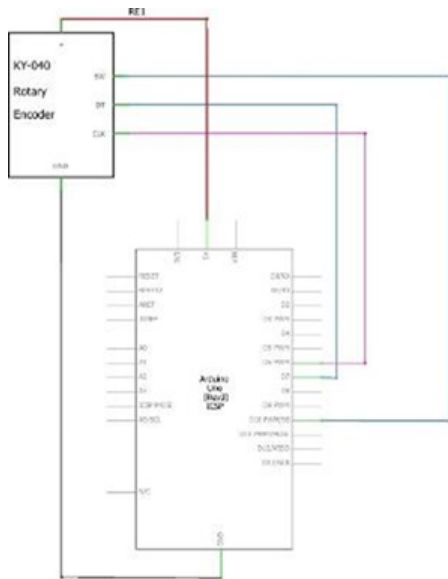


Figura 2. Circuito para encoder KY-040.

las salidas del sistema. Cabe mencionar que para llegar a este punto es necesario ya tener en consideración el hardware que será utilizado para el sistema, puesto que las entradas dependerán del mismo. Para el caso que se verá en este artículo se utilizó un encoder rotatorio KY-040 [4], con esta opción utilizaremos menor número de entradas digitales de la placa Arduino.

Se identifican tres entradas principales (Fig. 3) para la máquina de estado finito, dos de ellas corresponden al movimiento de rotación del encoder y una más al presionar el botón de pulso del encoder.

Entradas
Movimiento hacia la derecha
Movimiento hacia la izquierda
Presionar botón de pulso

Figura 3. Entradas para FSM.

Se identifican las salidas (Fig. 4) del sistema según el funcionamiento que se le quiera proporcionar.

Salidas
Realizar el proceso de mezcla entre <u>coolant</u> y agua.
Llenar con agua hasta el nivel máximo de capacidad.
Configurar nivel máximo de capacidad.
Configurar proporción de <u>coolant</u> .
Configurar proporción de agua.
Configurar distancia de nivel vacío

Figura 4. Salidas para FSM.

Ya una vez habiendo identificado las entradas y salidas del sistema, se diseñó la tabla de estados (Fig. 5) considerando

la estructura del menú que deseamos mostrar al usuario, agregando el texto a mostrar en cada estado.

Estados	Izquierda	Derecha	Clic	Menú
1	0	0	1	Inicio
2	1	2	-1	Mezclar
3	1	4	-2	Llenar
4	3	9	-3	Nivel Máximo
5	2	5	3	Configuración
6	4	5	0	Salir
7	9	7	-4	Coolant
8	6	8	-5	Agua
9	7	8	1	Regresar
10	3	6	-6	Nivel Vacío
Salidas	Proceso			
-1	Realizar el proceso de mezcla entre coolant y agua.			
-2	Llenar con agua hasta el nivel máximo de capacidad.			
-3	Configurar nivel máximo de capacidad.			
-4	Configurar proporción de coolant.			
-5	Configurar proporción de agua.			
-6	Configurar distancia de nivel vacío			

Figura 5. Tabla de estados para FSM.

Para poder utilizar la máquina de estado finito dentro de la aplicación se utilizó un tipo de datos compuesto que permite agrupar datos de diferente tipo en una sola variable llamado estructura o struct [5-7]. Para poder almacenar la tabla de estados, se generó un array del tipo struct generado para la tabla. (Fig. 6)

```
//Estructura para almacenar estados
typedef struct{
    int izquierda;
    int derecha;
    int dok;
    String texto;
} elemento;
//Array con tabla de estados
elemento A[]={
    /*0*/{0,0,1,"Presiona boton"},
    /*1*/{1,2,-1,"Mezclar"},
    /*2*/{1,4,-2,"Llenar"},
    /*3*/{3,9,-3,"Nivel maximo"},
    /*4*/{2,5,3,"Configuracion"},
    /*5*/{4,5,0,"Salir"},
    /*6*/{9,7,-4,"P. Coolant"},
    /*7*/{6,8,-5,"P. Agua"},
    /*8*/{7,8,1,"Regresar"},
    /*9*/{3,6,-6,"Nivel Vacio"}
};
elemento edo = A[0]; //Inicializar variable estado de fsm
```

Figura 6. Estructura de datos y array de la tabla de estados.

El siguiente paso fue el desarrollo de las diferentes funciones para los procesos de salida de nuestra máquina de estado finito y funciones auxiliares recursivas para facilitar el trabajo de codificación y tener un código más limpio y ordenado.

Dos de las funciones más importantes para controlar el estado de la máquina que se desarrollaron fueron la de leer el encoder para determinar las entradas al sistema (Fig. 7) y la de mostrar los mensajes del menú e información en la pantalla LCD. (Fig. 8)

```
int readEncoder()
{
    int r=-100;
    aState = digitalRead(outputA); //Leer estado del econdor
    if (aState != aLastState){
        //Movimiento hacia la derecha
        if (digitalRead(outputB) != aState) {
            c++; //El contador c nos ayuda a contar dos interrupciones del encoder por cada salto
            if(c==2)
            {
                c=0;
                r = DERECHA;
            }
        } else { //Movimiento hacia la izquierda
            c++;
            if(c==2)
            {
                c=0;
                r = IZQUIERDA;
            }
        }
    }
    aLastState = aState; // Actualizar estado de outputA
    //delay(5);
    return r;
}
```

Figura 7. Función para leer encoder KY-040.

```
//Funcion para escribir en LCD
void writeLCD(bool clr,int col, int ren, String txt)//clr limpiar o no el lcd
{
    if(clr)
        lcd.clear();
    lcd.setCursor(col,ren);
    lcd.print(txt);
    delayMicroseconds(dly);
}
```

Figura 8. Función para escribir al LCD.

Ambas funciones se desarrollaron con la idea de que pudieran ser reutilizadas bajo diferentes situaciones, esto para disminuir la cantidad de líneas de código y hacer mas eficiente el procesamiento de datos.

La función de lectura del encoder diseñada específicamente para detectar el movimiento del encoder y regresar el valor de DERECHA o IZQUIERDA para determinar la entrada para la máquina de estado finito, y así poder navegar el menú.

Fue necesario agregar un contador para poder contar las dos interrupciones del encoder por salto como un solo movimiento, de lo contrario nos daría dos entradas con el mismo valor y en lugar de interpretarlo como un solo movimiento, lo detectaría como un movimiento doble. (Fig. 7)

Utilizando la función incorporada de loop de Arduino como un ciclo infinito, monitoreamos constantemente las entradas. (Fig. 9) Dependiendo de las entradas, el sistema se encarga de navegar el menú del sistema utilizando el array que contiene la tabla de estados.

El primer problema con el cual nos enfrentamos fue al momento de usar el botón incorporado en el encoder para

```
switch(readEncoder())
{
    case DERECHA:
        Serial.println("DERECHA");
        edo = A[edo.derecha];
        writeLCD(true,0,0,edo.texto);
        monitor();
        break;
    case IZQUIERDA:
        Serial.println("IZQUIERDA");
        edo = A[edo.izquierda];
        writeLCD(true,0,0,edo.texto);
        monitor();
        break;
    default:
        break;
}
```

Figura 9. Código de navegación de la FSM.

aceptar la opción seleccionada en el menú. Al inicio el botón ejecutaba el proceso al momento de detectar que el botón era presionado, ocasionando que el programa detectara ese clic como una entrada doble, incluso si se le agregaba un delay para darle tiempo al usuario de soltar el botón. Después de un poco de investigación, se encontró que el método indicado para este tipo de dispositivos era ejecutar los procesos al detectar que soltábamos el botón. Se incorporó el proceso de detección de liberación del botón para poder ejecutar las diferentes opciones del menú. (Fig. 10)

```
if(digitalRead(OK_BTN)==HIGH)
{
    switch(readEncoder())
    {
        ...Navegar Menu...
    }
}
else
{
    if(!btn)
    {
        btn = true;
        while(true)
        {
            if(digitalRead(OK_BTN)==HIGH)
            {
                btn = false;
                break;
            }
        }
        if(edo.dok>=0)
        {
            edo = A[edo.dok];
        }
        else
        {
            switch(edo.dok)
            {
                ...Funciones de Salidas...
            }
        }
    }
}
```

Figura 10. Código para detección de clic en botón.

Para ejecutar las diferentes funciones del sistema, utilizamos una instrucción de switch (Fig. 11) donde el valor lo tomamos de la matriz de estados para determinar

que función ejecutar.

```
switch(edo.dok)
{
    case MEZCLA:
        mezclar();
        break;
    case LLENA:
        llenar();
        break;
    case MAX:
        nMax();
        break;
    case COOLANT:
        nCoolant();
        break;
    case AGUA:
        nAgua();
        break;
    case EMPTY:
        nVacio();
        break;
    default:
        break;
}
```

Figura 11. Código para ejecutar las diferentes funciones del sistema.

3. Resultados

Al encender el dispositivo automáticamente hace una lectura del nivel actual de refrigerante, presentándolo en porcentaje. (Fig. 12)



Figura 12. Pantalla inicial del sistema.

Para poder entrar al menú debemos presionar el botón del encoder. Si hacemos cualquier movimiento, nos mostrara un mensaje de que debemos presionar el botón para iniciar.

Una vez dentro del menú tenemos las opciones de mezclar, llenar, configurar o salir a la pantalla principal. (Fig. 13) Podemos navegar entre las opciones usando el giro del encoder.



Figura 13. Pantallas de opciones principales.

Dentro de la opción de Configuración (Fig. 14) podemos encontrar las opciones para configurar el nivel máximo,

el nivel mínimo, la proporción de agua, la proporción de lubricante y una opción para regresar al menú anterior.



Figura 14. Pantalla de opciones de configuración.

4. Conclusiones

El prototipo diseñado utilizando la máquina de estado finito, simplifica grandemente la complejidad del algoritmo que el sistema debe seguir para saber qué opciones debe mostrar según la posición dentro de la matriz de estados en la que nos encontramos. Y este ejemplo puede servir como base para diseñar menús de opciones mucho más complejos o simplemente agregar más funcionalidades a este mismo prototipo con solo modificar la matriz de estados (Fig. 6), la instrucción de switch para ejecutar las diferentes funciones (Fig. 11) y codificando las diferentes funciones faltantes. Estas funciones podrán ser tan complejas como sea necesario, y esto no deberá afectar el funcionamiento de la máquina de estado finito.

El uso de un encoder rotativo como el instrumento de interfaz entre el usuario y el sistema, facilitó el diseño del circuito eléctrico al disminuir la cantidad de componentes de entrada como son los botones de pulso.

Referencias

- [1] Richa Netto and Aditya Bagri. Programmable logic controllers. *International Journal of Computer Applications*, 77(11), 2013.
- [2] Luiz Carlos Bresser Pereira. State reform in the 1990s: Logic and control mechanisms. In *Institutions and the Role of the State*, pages 175–220. Edward Elgar Publishing, 2000.
- [3] James A Weaver, Jessica Melin, Don Stark, Stephen R Quake, and Mark A Horowitz. Static control logic for microfluidic devices using pressure-gain valves. *Nature Physics*, 6(3):218–223, 2010.

- [4] Neil Cameron. Rotary encoder. In *Arduino Applied: Comprehensive Projects for Everyday Electronics*, pages 177–187. Springer, 2018.
- [5] Daniel Brand and Pitro Zafropulo. On communicating finite-state machines. *Journal of the ACM (JACM)*, 30(2):323–342, 1983.
- [6] Giovanni De Micheli, Robert K Brayton, and Alberto Sangiovanni-Vincentelli. Optimal state assignment for finite state machines. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 4(3):269–285, 1985.
- [7] Wolfgang Grieskamp, Yuri Gurevich, Wolfram Schulte, and Margus Veanes. Generating finite state machines from abstract state machines. In *Proceedings of the 2002 ACM SIGSOFT international symposium on Software Testing and Analysis*, pages 112–122, 2002.



Aplicación en veterinaria del método apgar empleando lógica difusa

I. Reyes-Gastelum¹, J.M. Salazar-Beltrán¹, F. Muñoz-Beltrán^{2,*}, J.G. Castro-Lugo², F.J. Ochoa-Estrella²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: fmunoz@itesca.edu.mx

Resumen: El artículo aborda la aplicación de métodos de lógica difusa en la evaluación del método Apgar en contextos veterinarios. Dado que el método Apgar implica un análisis subjetivo, su eficacia depende en gran medida de la experiencia de los médicos especialistas. Por lo general, se le asigna una importancia constante a los valores evaluados, a pesar de que se reconoce que estas características varían en importancia real. La hipótesis plantea que la lógica difusa puede mejorar la precisión al considerar la variabilidad en la importancia de las características evaluadas. La metodología implica la aplicación de lógica difusa al método Apgar en casos veterinarios. En conclusión, este estudio aporta una perspectiva innovadora al incorporar lógica difusa en la evaluación de métodos clínicos, mejorando su aplicabilidad y precisión en entornos veterinarios.

Palabras clave: IA, Lógica difusa, Apgar.

Abstract: The article addresses the application of fuzzy logic methods in the assessment of the Apgar method in veterinary contexts. Since the Apgar method involves subjective analysis, its effectiveness heavily relies on the experience of specialized veterinarians. Typically, a constant importance is assigned to the evaluated values, despite recognizing that these characteristics vary in actual importance. The hypothesis suggests that fuzzy logic can enhance accuracy by considering variability in the importance of the assessed features. The methodology involves applying fuzzy logic to the Apgar method in veterinary cases. In conclusion, this study offers an innovative perspective by incorporating fuzzy logic into the evaluation of clinical methods, improving their applicability and precision in veterinary settings.

Keywords: AI, Fuzzy logic, Apgar.

1. Introducción

El puntaje de Apgar fue creado hace 50 años para evaluar el estado del neonato un minuto después del nacimiento y orientar las intervenciones subsiguientes. Se evalúan cinco características de fácil identificación (respiración, frecuencia cardíaca, color, reflejo de irritabilidad y tono muscular) y se les asigna un valor entre 0 y 2. En la actualidad, el puntaje de Apgar sigue siendo relevante para la evaluación de los neonatos. Inclusive se ha utilizado este método para predecir la mortalidad y el desarrollo neurológico a largo plazo. Sin embargo, en publicaciones recientes se ha demostrado que la asignación del puntaje se ve afectada por la falta de uniformidad de las definiciones usadas por los profesionales, lo

cual da lugar a amplias variaciones entre los distintos observadores [1-4].

El fallecimiento neonatal impacta no solo tiene connotaciones negativas en el ámbito económico, sino también tiene repercusiones emocionales en criadores y propietarios de mascotas e incluso puede considerarse como un problema de bienestar animal [5]. Se ha reportado que el porcentaje de mortalidad en cachorros caninos y felinos puede ser tan alto como el 40 % [6]; lo cual contrasta notablemente con los porcentajes de mortalidad relativamente bajos reportados para otras especies (típicamente debajo del 10 %) como bovinos lecheros, bovinos de carne y ovinos [7, 8].

La lógica difusa nos brinda la posibilidad de representar conocimientos de tipo lingüístico cualitativo en un lenguaje matemático a través de la teoría de conjuntos

difusos y funciones asociadas a ellos, [9–11].

La fusión del método Apgar con la lógica difusa proporciona la capacidad de cuantificar el estado aparente de los neonatos caninos, mejorando significativamente su evaluación temprana. Este estudio se llevó a cabo con la colaboración de médicos veterinarios especializados en el método, utilizando datos recopilados en diversas clínicas de Ciudad Obregón, Sonora. La aplicación de la lógica difusa en este método implica una constante actualización de reglas y variables para garantizar los mejores resultados posibles. Un aspecto destacado del proyecto es la obtención de una representación visual, utilizando colores como verde, amarillo o rojo, que reflejan el resultado y la situación del paciente. Esta innovadora combinación de métodos no solo permite una evaluación más precisa sino también una interpretación visual rápida y efectiva del estado neonatal canino [12, 13].

Aunque en la actualidad son escasos los autores que investigan sobre la aplicación de herramientas en medicina veterinaria, estas pueden resultar de gran utilidad en procesos quirúrgicos de diversas especies. A diferencia de los partos humanos, los partos en especies caninas presentan un nivel de complejidad aún mayor debido a la posibilidad de que nazcan múltiples neonatos en un solo procedimiento quirúrgico. Además, la escasez de personal involucrado complica aún más la situación.

Esta realidad ha suscitado un interés creciente en la búsqueda de herramientas que faciliten estos procedimientos y permitan optimizar las técnicas y herramientas ya empleadas. El método Apgar, que tradicionalmente se elabora de manera analógica y manual, implica la entrega de una tabla impresa a la enfermera, quien posteriormente la completa a mano con los datos evaluados durante la cirugía. Aunque este método puede ser eficiente en partos humanos, su aplicación en partos animales interfiere en la fluidez del proceso y complica las maniobras críticas del cirujano.

En este contexto, el presente documento propone la implementación de una interfaz electrónica que permita ingresar y obtener datos de manera más rápida y eficiente. Este enfoque busca superar las limitaciones asociadas con el método manual, proporcionando una solución más ágil y adecuada para la complejidad de los procedimientos quirúrgicos en especies caninas. La introducción de esta interfaz electrónica no solo agilizará el proceso, sino que también contribuirá a mejorar la precisión y la eficacia de la evaluación Apgar en contextos veterinarios.

2. Antecedentes

Los autores Mario Rüdiger, Helmut Küster, Egbert Herting, Angelika Berger, Christoph Müller, Berndt Urlesberger, Burkhard Simma, Christian F. Poets, Roland R. Wauer y Edda Tschirch, en su documento “Variaciones en el puntaje de Apgar asignado a neonatos con muy bajo peso al nacer en diferentes unidades de cuidados intensivos neonatales”, llevaron a cabo una evaluación exhaustiva de la variabilidad en las puntuaciones del Apgar asignadas por 121 médicos pediatras en 14 hospitales universitarios [14].

Durante el estudio, se observó una variación significativa en las evaluaciones realizadas por los médicos, destacando que los porcentajes de repetibilidad en los resultados estaban por debajo del 60 %. En términos concretos, esto significa que en el mejor escenario, 72 de los 121 médicos evaluaron de manera similar una característica particular del paciente. Estas variaciones resaltan la necesidad de abordar y comprender las diferencias en las evaluaciones del Apgar, especialmente en el contexto de neonatos con muy bajo peso al nacer, con el objetivo de mejorar la consistencia y la fiabilidad de estas evaluaciones en diversas unidades de cuidados intensivos neonatales.

La Teoría difusa fue introducida por Lofti A. Zadeh en su trabajo de tesis “Conjuntos Difusos”, Antes de trabajar en la teoría difusa Zadeh se dedicó a la teoría de Control. A principios de los 60s Zadeh pensó que la teoría de control clásico puso demasiado énfasis en la precisión y por tanto no podía manejar los sistemas complejos. [5] La intención de Zadeh era la creación de un formalismo para manejar de forma más eficiente la imprecisión del razonamiento humano.

Distintos autores señalan este elevado índice de mortalidad en neonatos caninos, atribuyéndolo a diversas causas, entre las cuales destaca la escasez de personal en cirugías y métodos ineficientes para controlar adversidades. En el ámbito de las clínicas veterinarias, la diversidad de razas con características distintas complica la unificación de métodos. En este contexto, el método Apgar emerge como una solución al permitir la evaluación estandarizada de parámetros, creando así una herramienta universal adaptable a diversas especies, contribuyendo significativamente a mejorar la atención neonatal y, por ende, el bienestar animal.

3. Marco teórico

El control difuso, puede ser expresado mejor como un control a través de palabras que interpretan el sentido

común, en lugar de números, o bien sentencias en lugar de ecuaciones.

Sin embargo, las variables de los procesos no se miden en sentido común, sino en números. Por lo tanto, se hace necesario realizar una adaptación previa antes de introducir el estado de la variable al controlador. Esta etapa es llamada fusificación. En la Fig. 1 se aprecian las distintas transformaciones que sufren las variables y los datos en un lazo de control difuso.

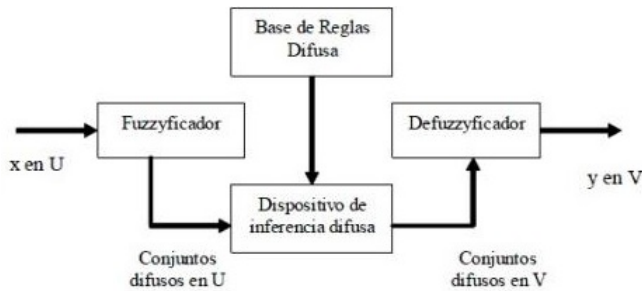


Figura 1. Lógica difusa.

La etapa de fusificación, le otorga a los datos de entrada un grado de membresía dentro de las distintas expresiones posibles, para ello busca la correspondencia entre el estado de las variables, y las funciones de pertenencia definidas para tal propósito.

Desde luego, para un determinado valor de una variable, su grado de pertenencia será mayor en una expresión que en las demás.

Las funciones de pertenencia son una forma de representar gráficamente un conjunto difuso sobre un universo. A la hora de determinar una función de pertenencia, normalmente se eligen funciones sencillas, para que los cálculos no sean complicados. En particular, en aplicaciones en distintos entornos, son muy utilizadas las triangulares y las trapezoidales.

La función triangular, Eq. 1. Está definida mediante el límite inferior a , el superior b y el valor modal m , tal que $a < m < b$.

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} \frac{x-a}{m-a} & \text{si } a \leq x \leq m \\ \frac{m-x}{m-b} & \text{si } m \leq x \leq b \\ 0 & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad (1)$$

4. Desarrollo

A pesar de la diversidad de métodos de programación disponibles para abordar el problema, se tomó la decisión de implementar el concepto de lógica difusa debido a las características subjetivas de las entradas del sistema.

Como paso inicial, se procedió a definir las entradas y salidas del sistema, tal como se ilustra en la Fig. 2



Figura 2. Entradas y salidas.

Una vez comprendidos los conceptos y características del método de lógica difusa, se procedió a emplear la herramienta Fuzzy incluida en el programa MATLAB para agilizar los cálculos del método. Esta herramienta posibilita la rápida modificación de los parámetros necesarios, proporcionando resultados más precisos y eficientes. Inicialmente, se ingresaron las cinco entradas requeridas por el método: Apariencia, Pulso, Gesticulación, Actividad y Respiración, cada una evaluada en un rango del 0 al 10. La utilización de MATLAB y la lógica difusa no solo simplificaron el proceso de cálculo, sino que también ofrecieron flexibilidad para ajustar variables de manera ágil, permitiendo así obtener resultados más exactos y en menor tiempo, ver Fig. 3.

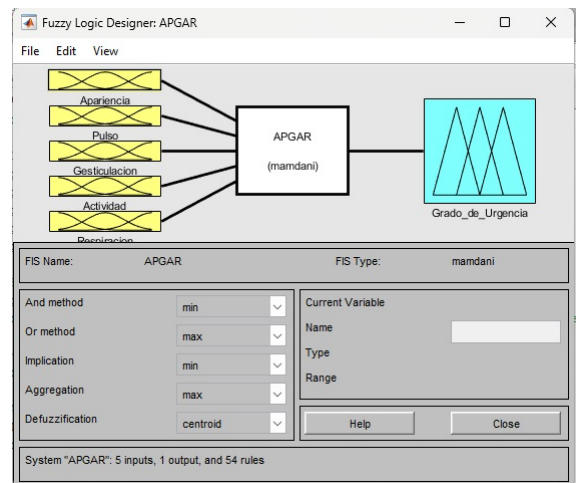


Figura 3. Caracterización de entradas.

Tras definir y caracterizar las entradas mediante las herramientas de MATLAB, se avanzó en la formulación de reglas que determinarán las decisiones y el comportamiento del método. Estas reglas, desarrolladas con la colaboración de un médico veterinario especializado, representan un punto inicial crucial para

la implementación del programa. Al establecer estas reglas, se proporciona al sistema la capacidad de tomar decisiones de manera autónoma basándose en la información ingresada, marcando así el inicio del proceso de aplicación del programa en la evaluación de neonatos caninos. La colaboración con expertos en medicina veterinaria garantiza la relevancia y precisión de las reglas, fundamentales para el éxito y la efectividad del método, ver Fig. 4.

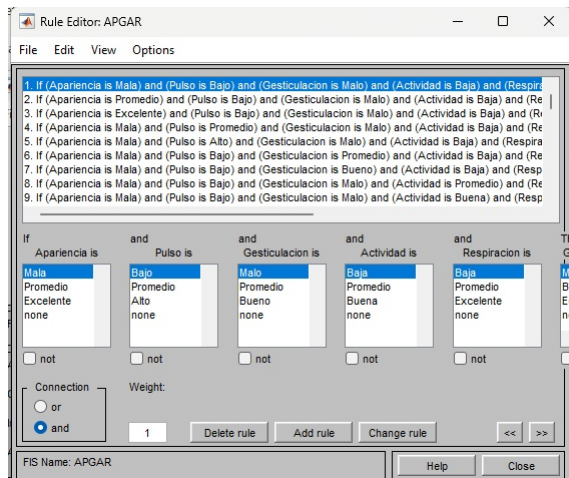


Figura 4. Caracterización de entradas.

Las reglas desempeñan un papel crucial al indicar los resultados generales para cada combinación de entradas. En este contexto, se han formulado un total de 69 reglas que abarcan todas las posibles combinaciones. La decisión de no incluir el 100 % de las posibilidades en la implementación de prueba se basó en la obtención de resultados dentro de los rangos esperados durante la fase de prueba del programa. Este enfoque se adoptó considerando la eficiencia del sistema y la optimización de recursos.

Es importante destacar que, a diferencia del método tradicional de evaluación, las reglas nos ofrecen la flexibilidad de asignar mayor relevancia a ciertas entradas. Esto conduce a resultados más precisos y alineados con la realidad. Asimismo, cabe señalar que los rangos de las entradas pueden ser ajustados según sea necesario para mejorar la eficacia de la herramienta, proporcionando así una adaptabilidad fundamental a las condiciones cambiantes o específicas del entorno.

4.1. Interfaz visual

Habiendo caracterizado todos los componentes del método de lógica difusa, se procedió a diseñar una interfaz gráfica y visual con el fin de simplificar la introducción de

datos a la herramienta y, al mismo tiempo, proporcionar una alerta visual clara sobre el resultado obtenido. Este enfoque adquiere especial relevancia dado que la gestión eficiente del tiempo es uno de los aspectos más críticos. La interfaz gráfica no solo agiliza la interacción con la herramienta, sino que también optimiza la interpretación rápida y efectiva de los resultados, contribuyendo así a una toma de decisiones más ágil y precisa en la evaluación de neonatos caninos.

- Cargar el sistema fuzzy APGAR: Se carga un sistema fuzzy previamente definido desde un archivo llamado 'APGAR.fis'.
- Crear la interfaz gráfica: Se crea una ventana de interfaz gráfica (GUI) con controles deslizantes para cada una de las cinco entradas del método APGAR (Apariencia, Pulso, Gesticulación, Actividad y Respiración).
- Etiquetas para los controles deslizantes: Se agregan etiquetas para identificar cada control deslizante con el nombre de la entrada correspondiente.
- Botón de ejecución: Se añade un botón que ejecuta la función runFuzzySystem cuando se presiona.
- Indicador de salida: Se crea un indicador de salida que mostrará el resultado del método APGAR después de la ejecución.
- Guardar variables en el objeto de la figura: Se guardan las variables relevantes (controles deslizantes, sistema fuzzy, indicador de salida) en el objeto de la figura para que estén disponibles en las funciones callback.
- Función para ejecutar el sistema fuzzy (runFuzzySystem): Esta función se activa cuando se presiona el botón de ejecución. Obtiene los valores de los controles deslizantes, evalúa el sistema fuzzy y muestra el resultado en el indicador de salida. Además, asigna un color al indicador según el valor de salida.
- Función getColor: Asigna un color al indicador de salida según el valor obtenido del sistema fuzzy. Rojo para valores bajos, amarillo para valores intermedios y verde para valores altos.

Este código proporciona una interfaz gráfica interactiva para evaluar el método APGAR con lógica difusa, permitiendo a los usuarios ajustar las entradas y observar visualmente el resultado, ver Fig. 5.

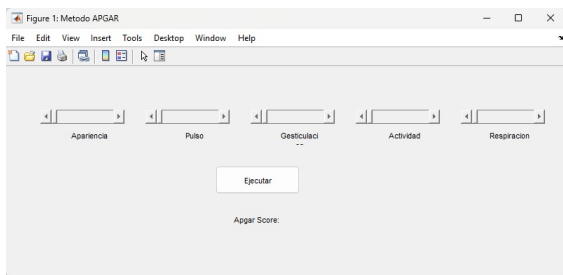


Figura 5. Interfaz Visual.

5. Resultados

Una de las características más atractivas de la herramienta fuzzy es la visualización gráfica del comportamiento del método. A continuación, se presentan algunos ejemplos de dicho comportamiento representados en gráficos tridimensionales. Estas visualizaciones ofrecen una perspectiva única que facilita la comprensión y el análisis del funcionamiento del método APGAR bajo la lógica difusa. La representación gráfica proporciona una clara interpretación de cómo las variaciones en las entradas afectan la salida del sistema, ver Fig. 6 y 7.

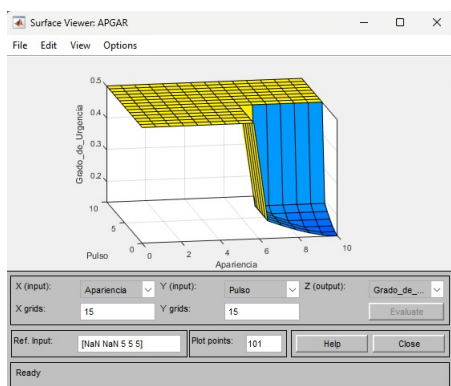


Figura 6. Surface Viewer.

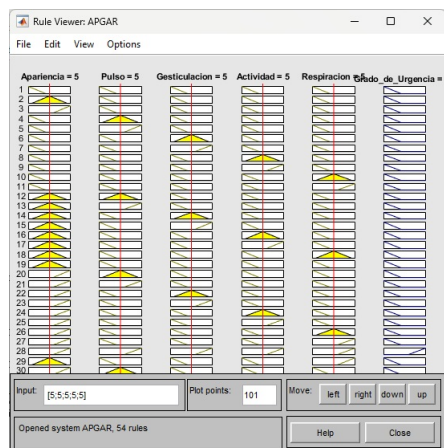


Figura 7. Surface Viewer.

Como se observa en las figuras anteriores, la interfaz de MATLAB simplifica la realización de modificaciones en variables y reglas, fomentando así una mejora continua del método. Finalmente, se procedió a ingresar datos en la interfaz gráfica y visualizar el comportamiento del sistema. La flexibilidad proporcionada por la interfaz no solo facilita la adaptabilidad del método APGAR a diferentes escenarios clínicos, sino que también permite una evaluación rápida y eficiente de su desempeño. Este enfoque interactivo no solo optimiza la eficacia del método, sino que también ofrece una valiosa herramienta para la investigación y el refinamiento constante de la evaluación de neonatos caninos mediante lógica difusa.

Como se evidencia en la Fig 8, se presentan los tres posibles resultados. En el escenario de una alerta roja, el médico a cargo identificará que el caso demanda atención inmediata. En el caso de una alerta amarilla, se indica que la situación debe ser monitoreada en los próximos minutos. Por último, la alerta verde sugiere que se requiere una menor atención. Estas representaciones visuales, con colores distintivos, ofrecen al personal médico una clara guía para la toma de decisiones, permitiendo una respuesta rápida y adecuada en función de la evaluación del método APGAR bajo lógica difusa.

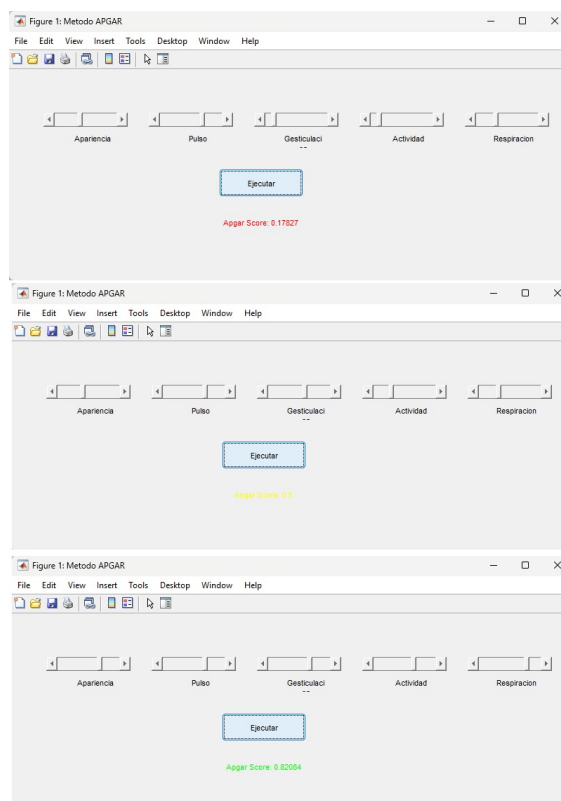


Figura 8. Ejemplo de resultados.

6. Conclusiones

En conclusión, se evidencia que la lógica difusa ha demostrado ser de alto impacto en su aplicación, revelando un potencial significativo para la mejora y optimización de procesos. Aunque el proyecto se diseñó principalmente para comprobar el funcionamiento teórico del método, se observa un genuino interés por parte de los profesionales médicos en facilitar la utilización del método Apgar en procedimientos quirúrgicos veterinarios. Este entusiasmo sugiere que la incorporación de la lógica difusa en la evaluación clínica, como se ilustra en este estudio, puede tener un impacto positivo y práctico en la práctica veterinaria, mejorando la toma de decisiones y la atención a neonatos caninos.

Referencias

- [1] Virginia Apgar. The newborn (apgar) scoring system. *Pediatr Clin North Am*, 13(3):645–50, 1966.
- [2] María Eugenia Hübner and María Eugenia Juárez. Test de apgar: Después de medio siglo, sigue vigente? *Revista médica de Chile*, 130(8):925–930, 2002.
- [3] American Academy of Pediatrics Committee on Fetus, Newborn, American College of Obstetricians, Gynecologists Committee on Obstetric Practice, Kristi L Watterberg, Susan Aucott, William E Benitz, James J Cummings, Eric C Eichenwald, Jay Goldsmith, Brenda B Poindexter, Karen Puopolo, et al. The apgar score. *Pediatrics*, 136(4):819–822, 2015.
- [4] Lu-Ann Papile. The apgar score in the 21st century, 2001.
- [5] Rebecca Axelsson. Apgar score as a method for prediction of survival prognosis in newborn puppies and kittens. 2019.
- [6] Margret Casal. Clinical approach to neonatal conditions. In *BSAVA manual of canine and feline reproduction and neonatology*, pages 147–154. BSAVA Library, 2010.
- [7] Robert M Hyde, Martin J Green, Virginia E Sherwin, Chris Hudson, Jenny Gibbons, Tom Forshaw, Mary Vickers, and Peter M Down. Quantitative analysis of calf mortality in great britain. *Journal of dairy science*, 103(3):2615–2623, 2020.
- [8] Gerard M Murray, Seamus Fagan, Denise Murphy, John Fagan, Colm Ó Muireagáin, Rebecca Froehlich-Kelly, Damien J Barrett, Maresa Sheehan, Margaret Wilson, Colm Philip Brady, et al. Descriptive analysis of ovine mortality in sentinel sheep flocks in ireland. *Veterinary Record*, 184(21):649–649, 2019.
- [9] Badredine Arfi. *Linguistic fuzzy logic methods in social sciences*, volume 253. Springer, 2010.
- [10] Vilém Novák. Fuzzy logic in natural language processing. In *2017 IEEE international conference on fuzzy systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–6. IEEE, 2017.
- [11] Janusz Kacprzyk, Ronald R Yager, and Sławomir Zadrozny. A fuzzy logic based approach to linguistic summaries of databases. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 10(4):813–834, 2000.
- [12] Maria Cristina Veronesi. Assessment of canine neonatal viability—the apgar score. *Reproduction in Domestic Animals*, 51:46–50, 2016.
- [13] Maria Cristina Veronesi, Massimo Faustini, Monica Probo, Alessandro Rota, and Jasmine Fusi. Refining the apgar score cutoff values and viability classes according to breed body size in newborn dogs. *Animals*, 12(13):1664, 2022.
- [14] Edda Tschirch, Mario Rüdiger, Helmut Küster, Egbert Herting, Angelika Berger, Christoph Müller, Berndt Urlesberger, Burkhard Simma, Christian F Poets, and Roland R Wauer. Variaciones en el puntaje de apgar asignado a neonatos con muy bajo peso al nacer en diferentes unidades de cuidados intensivos neonatales. *Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá*, 29(1):10–15, 2010.



Seguimiento de la señal real y modelada de un motor DC con encoder por una neurona adaline a través de Arduino, Python y MaTLab.

J. E. López-Sánchez¹, S. A. Benitez-Beltrán¹, F. Muñoz-Beltrán^{2,*}, J.J. Delfín-Vásquez², B. Lucero-Velázquez²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: fmunoz@itesca.edu.mx

Resumen: En el presente artículo se mostrarán los resultados obtenidos al realizar un modelo de un motor dc de 5v-12v con encoder utilizando sus parámetros físicos y funciones de transferencia en el software MATLAB, para después realizar un seguimiento de su señal de salida real con una neurona adaline, utilizando paralelamente programación en lenguaje Python y utilizando Arduino como hardware principal.

Palabras clave: Arduino, Adaline, Python, Matlab, Simulink.

Abstract: This article will show the results obtained by making a model of a 5v-12v dc motor with encoder using its physical parameters and transfer functions in the MATLAB software, and then tracking its real output signal with a neuron adaline, using parallel programming in the Python language, and using Arduino as the main hardware.

Keywords: Autism, inclusive, architecture, sensory design, special education, accessibility.

1. Introducción

A lo largo de los años, se han buscado diferentes técnicas, herramientas y sistemas para poder facilitar la vida humana, así como poder automatizar diferentes tipos de procesos. El desarrollo de softwares de programación y el desarrollo de las computadoras, han sido de una gran ayuda para que el ser humano siga evolucionando e innovando en tecnologías en todas las ramas, y si se incluye a la inteligencia artificial, con mayor razón.

2. Antecedentes

El motor de corriente directa de imanes permanentes es ampliamente utilizado debido a su desempeño, pues es fácil controlar su velocidad y su posición, este dispositivo tiene características mecánicas y eléctricas que requieren del uso de ecuaciones diferenciales para poder ser modelado [1].

Diversos autores han realizado anteriormente la labor de caracterizar un motor, sacar su modelo matemático o

función de transferencia, así como realizar simulaciones con distintos tipos de neuronas artificiales: En la tesis “Obtención experimental de los parámetros del motor que se utilizará en el sistema de locomoción de una esfera rodante” el autor explica como obtener todos los parámetros físicos necesarios para poder hacer una caracterización de un motor, lo cual se necesita para realizar su modelo matemático, y poder hacer simulaciones [2].

3. Marco teórico

3.1. Motores DD

El motor DC, también llamado motor de corriente continua, pertenece a la clase de los electromotores y sirve principalmente para transformar la energía eléctrica en energía mecánica. La mayoría de las formas de construcción del motor DC se basa en fuerzas magnéticas y dispone de mecanismos internos de tipo electrónico o electromecánico.

También característico de los motores de corriente

continua convencionales es el acumulador, que cambia periódicamente la dirección del flujo de corriente dentro del motor. Una modificación del motor DC clásico que resulta más potente en numerosos ámbitos de aplicación es el motor DC sin escobillas, que prescinde de contactos de roce y ofrece así, entre otras cosas, una vida útil más larga.

La estructura del motor DC clásico sigue un modo de construcción sobrio y emplea pocos componentes. Los elementos principales son el estator y el rotor. Como componente fijo, inmóvil, el estator suele estar compuesto de un electroimán o, (sobre todo en máquinas pequeñas), de un imán permanente. En el interior del estator, con el rotor, también denominado ancla, se encuentra un componente giratorio que en los motores DC convencionales también está hecho con un electroimán. Los motores de corriente continua con la asignación descrita de estator y rotor se denominan de rotor interior o central, mientras que la estructura contraria se corresponde al denominado motor de rotor exterior o inducido exterior [3].

3.2. Función de transferencia

La función de transferencia es una herramienta matemática que describe la relación entre la entrada y la salida de un sistema. En el caso de un motor de CC, representa cómo la tensión aplicada al motor afecta la velocidad de rotación o el par de salida. La función de transferencia es una representación matemática que permite analizar y diseñar el motor de CC de manera eficiente.

La función de transferencia de un motor de CC se calcula utilizando la teoría de circuitos y la mecánica de los motores. Se tienen en cuenta diferentes parámetros, como la resistencia interna del motor, la inductancia, la constante de tiempo mecánica y la constante de tiempo eléctrica. Estos parámetros se combinan para obtener una ecuación que representa la función de transferencia.

La función de transferencia de un motor de CC proporciona información crucial sobre su comportamiento. A través de la función de transferencia, es posible determinar la respuesta del motor a diferentes entradas de tensión. Esto incluye la velocidad de rotación, el par de salida y la relación entre la entrada y la salida. La función de transferencia también se utiliza para diseñar y ajustar el control del motor, lo que permite optimizar su rendimiento.

La función de transferencia es fundamental en el diseño de sistemas que utilizan motores de CC. Permite diseñar

controladores eficientes que regulan la velocidad y el par del motor de manera precisa. Además, la función de transferencia se utiliza para evaluar y mejorar el rendimiento del sistema en términos de estabilidad, respuesta dinámica y eficiencia energética. La función de transferencia del motor DC relaciona la tensión de entrada aplicada al motor con la velocidad angular de salida. Esta función puede ser expresada matemáticamente como una relación entre la transformada de Laplace de la velocidad angular y la transformada de Laplace de la tensión de entrada [4].

3.3. Redes neuronales

Una red neuronal es un modelo simplificado que emula el modo en que el cerebro humano procesa la información: Funciona simultaneando un número elevado de unidades de procesamiento interconectadas que parecen versiones abstractas de neuronas.

Las unidades de procesamiento se organizan en capas. Hay tres partes normalmente en una red neuronal: una capa de entrada, con unidades que representan los campos de entrada; una o varias capas ocultas; y una capa de salida, con una unidad o unidades que representa el campo o los campos de destino. Las unidades se conectan con fuerzas de conexión variables (o ponderaciones). Los datos de entrada se presentan en la primera capa, y los valores se propagan desde cada neurona hasta cada neurona de la capa siguiente. al final, se envía un resultado desde la capa de salida.

La red aprende examinando los registros individuales, generando una predicción para cada registro y realizando ajustes a las ponderaciones cuando realiza una predicción incorrecta. Este proceso se repite muchas veces y la red sigue mejorando sus predicciones hasta haber alcanzado uno o varios criterios de parada.

Al principio, todas las ponderaciones son aleatorias y las respuestas que resultan de la red son, posiblemente, disparatadas. La red aprende a través del entrenamiento. Continuamente se presentan a la red ejemplos para los que se conoce el resultado, y las respuestas que proporciona se comparan con los resultados conocidos.

La información procedente de esta comparación se pasa hacia atrás a través de la red, cambiando las ponderaciones gradualmente. A medida que progresa el entrenamiento, la red se va haciendo cada vez más precisa en la replicación de resultados conocidos. Una vez entrenada, la red se puede aplicar a casos futuros en los que se desconoce el resultado [5].

Existen diferentes tipos de redes neuronales, como el

perceptrón simple, perceptrón multicapa, y la neurona adaline. La neurona Adaline (Adaptive Linear Neuron) es un modelo de red neuronal artificial propuesto por Bernard Widrow y Ted Hoff en 1960. Es similar al perceptrón, pero en lugar de una función de activación escalonada, utiliza una función de activación lineal.

El Adaline es un modelo de aprendizaje supervisado que se utiliza para realizar la clasificación binaria y la regresión lineal. La red neuronal está formada por una capa de entrada, una capa de salida y una capa de retroalimentación que ajusta los pesos de la capa de entrada en función de la salida obtenida. El objetivo del ADALINE es minimizar el error cuadrático medio (MSE) entre la salida deseada y la salida real de la red. Para ello, utiliza el algoritmo de descenso del gradiente para ajustar los pesos de la capa de entrada.

El ADALINE es un modelo lineal [6], lo que significa que solo puede aprender relaciones lineales entre las entradas y las salidas. Sin embargo, puede ser utilizado como una unidad básica en modelos más complejos de redes neuronales, como las redes neuronales multicapa, ver Fig. 1.

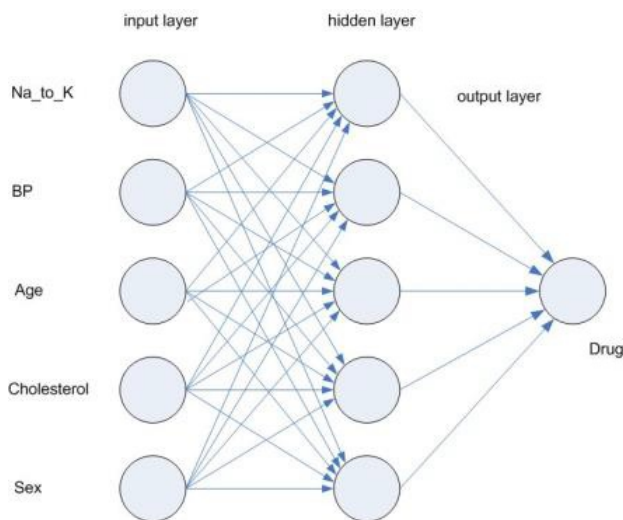


Figura 1. Estructura de una red.

3.4. Lenguaje Python

Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones web, el desarrollo de software, la ciencia de datos y el machine learning (ML). Los desarrolladores utilizan Python porque es eficiente y fácil de aprender, además de que se puede ejecutar en muchas plataformas diferentes. El software Python se puede descargar gratis, se integra bien a todos los tipos de sistemas y aumenta la velocidad del desarrollo [7].

3.5. Ambiente Arduino

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso [8].

3.6. Matlab y Simulink

Simulink es un entorno de diagrama de bloques para simulación multidominio y diseño basado en modelos. Ofrece soporte para el diseño en el nivel de sistema, la simulación, la generación automática de código, y las pruebas y verificación continuas de sistemas embebidos. Simulink proporciona un editor gráfico, bibliotecas de bloques personalizables y solvers para modelar y simular sistemas dinámicos. Se integra con MATLAB®, lo que permite incorporar algoritmos de MATLAB en modelos y exportar los resultados de simulación a MATLAB para seguir analizándolos [9].

3.7. Características principales

- Editor gráfico para generar y gestionar diagramas de bloques jerárquicos.
- Bibliotecas de bloques predefinidos para modelar sistemas de tiempo continuo y tiempo discreto.
- Motor de simulación con solvers ODE de paso fijo y paso variable.
- Scopes y otras visualizaciones de datos para ver los resultados de la simulación.
- Herramientas de gestión de proyectos y datos para gestionar archivos y datos de modelos.
- Herramientas de análisis de modelos para refinar la arquitectura del modelo y aumentar la velocidad de la simulación.
- Bloque MATLAB Function para importar algoritmos de MATLAB a modelos.
- Legacy Code Tool para importar código C y C++ a modelos.

3.8. Modelado y fórmulas a utilizar

Para poder realizar un modelo matemático de un motor en MATLAB y poder hacer una simulación en simulink, es necesario obtener los parámetros del motor, ver Fig. 2.

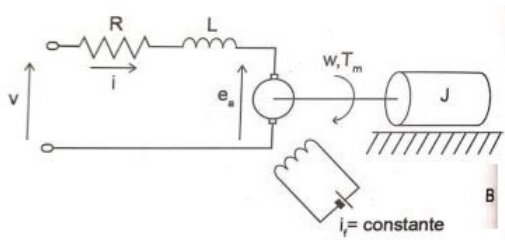


Figura 2. Diagrama del modelo electromecánico.

En la figura anterior se aprecian todas las variables necesarias para poder hacer la caracterización del motor para luego obtener sus funciones de transferencia. Para poder realizar el modelo del motor en simulink se necesitan calcular los siguientes parámetros:

- Voltaje aplicado.
- Corriente de armadura.
- Resistencia de armadura.
- Inductancia eléctrica.
- Momento de inercia.
- Constante de fricción viscosa.
- Constante de fuerza electromotriz.
- Constante del par del motor.
- Tiempo de estabilización mecánica.
- Constante de tiempo mecánica.
- Corriente de arranque.
- Torque de fricción.
- Torque mecánico.

Dichos parámetros se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$L \frac{di(t)}{dt} = v(t) - Ri(t) - E_a(t) \quad (1)$$

$$J \frac{d\omega(t)}{dt} = T_m(t) - B\omega(t) \quad (2)$$

$$E_a(t) = K_a\omega(t) \quad (3)$$

$$T_m(t) = K_m i(t) \quad (4)$$

Después de aplicar la transformada de Laplace a las ecuaciones de la 1 a la 4, se obtienen las ecuaciones de la 5 a la 8:

$$Lsi(s) = v(s) - Ri(s) - E_a(s) \quad (5)$$

$$Js\omega(s) = T_m(s) - B\omega(s) \quad (6)$$

$$E_a(s) = K_a\omega(s) \quad (7)$$

$$T_m(s) = k_m i(s) \quad (8)$$

De la ecuación 6 es posible obtener la velocidad angular

$$\omega(s) = \frac{T_m(s)}{Js + B} \quad (9)$$

$$v(s) = \frac{(R + Ls)(Js + B) + K_a K_m}{K_m (Js + B)} \quad (10)$$

De la siguiente forma se puede obtener la función de transferencia que relaciona la salida (torque) del motor con la entrada (voltaje):

$$\frac{T_m(s)}{v(s)} = \frac{K_m (Js + B)}{LJs^2 + (RJ + LB)s + RB + K_m K_a} \quad (11)$$

Función de transferencia de la fuerza contraelectromotriz con relación al voltaje:

$$\frac{E_a(s)}{v(s)} = \frac{K_m K_a}{LJs^2 + (RJ + LB)s + RB + K_m K_a} \quad (12)$$

Función de transferencia de la corriente de armadura con relación al voltaje:

$$\frac{i(s)}{v(s)} = \frac{Js + B}{LJs^2 + (RJ + LB)s + RB + K_m K_a} \quad (13)$$

Función de transferencia de la velocidad angular con relación al voltaje:

$$\frac{\omega(s)}{v(s)} = \frac{K_m}{LJs^2 + (RJ + LB)s + RB + K_m K_a} \quad (14)$$

Función de transferencia que representa la posición del motor:

$$\frac{\theta(s)}{v(s)} = \frac{K_m}{s(LJs^2 + (RJ + LB)s + RB + K_m K_a)} \quad (15)$$

4. Desarrollo

4.1. Motor real

El motor empleado para el modelo es un motor de 12V con una caja de engranajes de metal 34: 1 y un codificador de cuadratura integrado que proporciona una resolución de 11 conteos por revolución del eje del motor, lo que corresponde a 374 conteos por revolución del eje de salida de la caja de engranajes, ver Fig. 3.



Figura 3. Motor DC con encoder.

4.2. Parámetros reales del motor

Después de despejar las formulas y medir todas las variables físicas necesarias, se realizó, la siguiente tabla con los datos obtenidos, ver Tabla 1.

Tabla 1. Parámetro reales medidos.

Parámetros de Motor DC de Imán Permanente			
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Momento de Inercia	J	0.00040095	Kg.m ²
Constante de Fricción viscosa	B	0.00223579	N.m.s
Constante de Fuerza Electromotriz	Ka	0.23351629	V/rad s
Constante del Par del Motor	Km	0.23351629	N.m/A
Resistencia de Armadura	R	3.4	Ohms
Inductancia eléctrica	L	0.0015	H
Constante Electromotriz			
	Va (v)	Ia (A)	W(RPM)
	5.28	0.19	189.5
			19.84444
Parámetros de Motor DC de Imán Permanente			
Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Tiempo de Estabilización Mecánica	tmss	0.1	s
Constante de Tiempo Mecánica	tm	0.025	s
Corriente de Arranque	iarr	0	A
Torque de Fricción	Tf	0	N.m
Torque Mecánico	Tm	0.0443681	N.m

4.3. Conexiones en Arduino

Después de obtener las variables del motor, se realizó un código en el lenguaje de Arduino para tener una

comunicación con Simulink de MATLAB. El diagrama de conexiones físicas es el siguiente, Fig. 4.

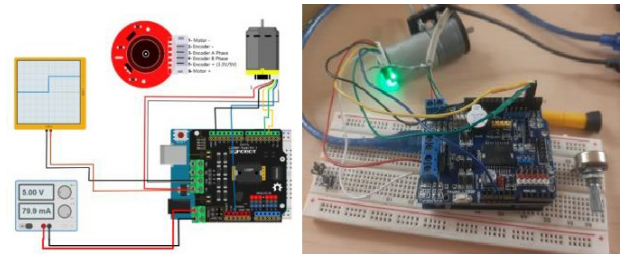


Figura 4. Conexiones físicas.

4.4. Modelo del motor en simulink

Con los datos obtenidos en la tabla 1 y las fórmulas de la figura 2, se realizó un modelo en simulink que imita el comportamiento del motor real como se puede observar en la Fig. 5, se tiene la entrada para suministrar la señal de voltaje y se tienen 3 salidas: de corriente, de velocidad angular y desplazamiento.

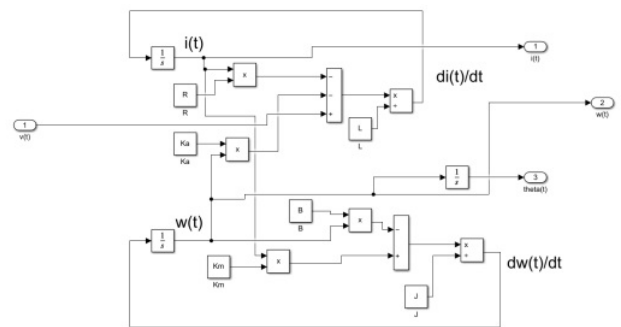


Figura 5. Modelo del motor.

4.5. Comunicación Arduino-MATLAB

A continuación, se aprecia el bloque de comunicación entre ambas plataformas en simulink, ver Fig. 6: Para ello se necesito un programa en el software de Arduino, para poder controlar el hardware y el motor desde simulink, este programa se encuentra en el Anexo 1.

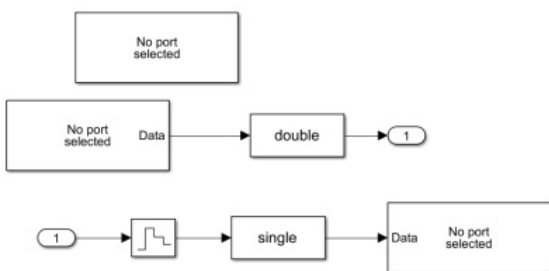


Figura 6. Comunicación serial.

4.6. Modelo y funciones de transferencia

En la siguiente imagen se observa el modelo del motor conectado a una entrada del tipo step, para simular la curva característica de cuando se energiza el motor, ver Fig. 7.

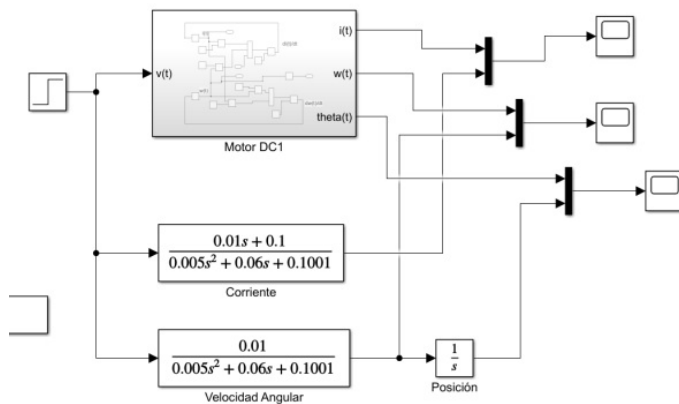


Figura 7. Modelo del motor en simulink.

En la siguiente imagen se puede ver la salida en el scope de la simulación mostrada en la imagen anterior. Se ingresó una señal de entrada del tipo step de 5vdc para energizar el modelo y las funciones de transferencia, ver Fig. 8. Se observa que la velocidad alcanza el punto máximo de 12 rads/s en un tiempo aproximado de 0.9 segundos.

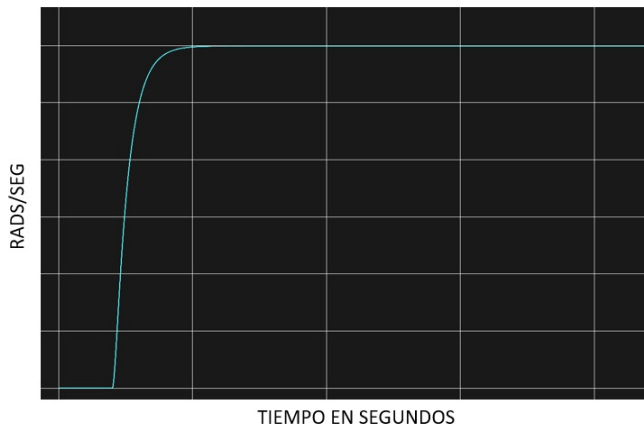


Figura 8. Salida del modelo.

4.7. Programación en Python

Siguiendo los ejemplos hechos en clase, se realizó un código en Python para la neurona adaline, el cual tuvo la función de generar pesos corregidos en base a los valores de entrada U y salida Y que se ingresaron desde los datos para la simulación.

Para poder generar correctamente el código en Python, primero se necesitó realizar la siguiente simulación en

simulink: (FIG. 9).

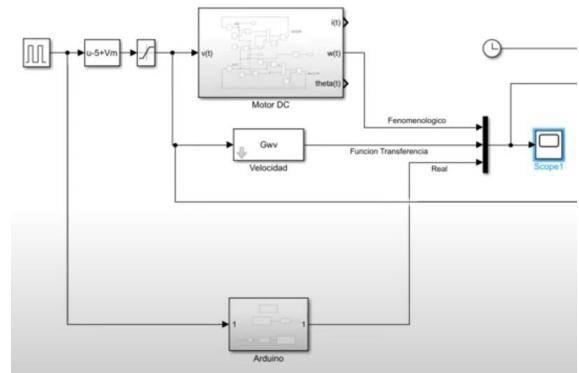


Figura 9. Esquema de bloques Arduino/Simulink.

El programa anterior compara 3 señales: la salida de velocidad del modelo, la señal leída por el encoder del motor, y la señal de la velocidad resultado de ingresar los parametros reales en las formulas matematicas. Se ingresó una señal cuadrada como entrada con amplitud de 5v, con una duracion de 2 segundos en bajo y 2 segundos en alto, asi repitiendose indefinidamente.

Ya que al motor real solo le llegan 3.57v se hizo un ajuste con el bias para poder corregir la señal de entrada.

En la siguiente imagen se aprecia la salida de velocidad angular del modelo (azul) comparada a la salida que da el encoder (amarillo). Se puede observar que los valores son muy cercanos, lo que dice que el modelo fue realizado correctamente, ver Fig 10.

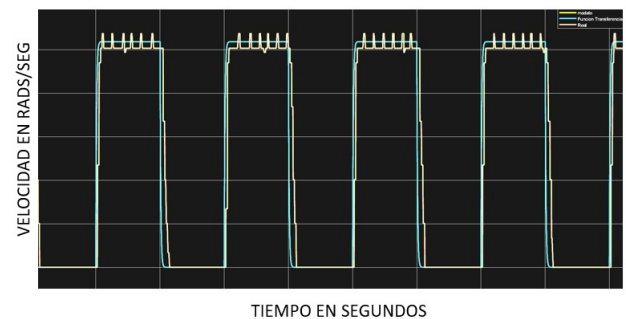


Figura 10. Comparación entre la salidad del modelo y el motor real.

Ahora con los datos ingresados y obtenidos, se seleccionaron muestras cada 0.25 segundos como se aprecia en la siguiente Fig. 11, lo mismo se realizó con la señal de entrada.

Posteriormente se realizó la siguiente tabla con todos los datos, Tabla 2:

Con base en los datos de la tabla anterior, se utilizaron los valores de U y Y del motor real como los pesos para

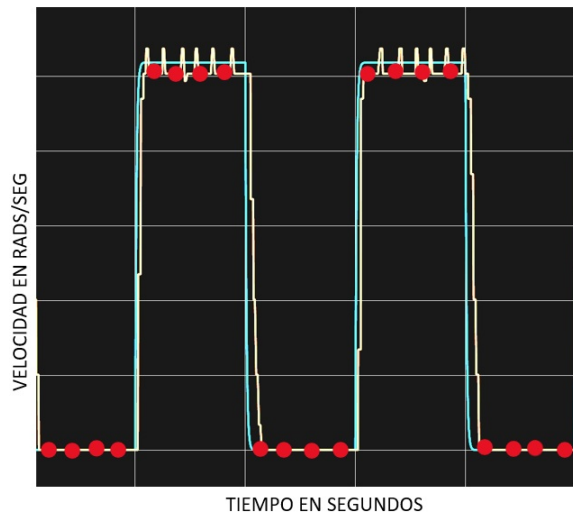


Figura 11. Muestréos en la salida.

Tabla 2. Muestréos de entrada y salida.

POSICIÓN	SEGUNDOS	ENTRADA U (V)	SALIDA Y (RADS/S)
0	0	0	0
1	0.25	0	0
2	0.5	0	0
3	0.75	0	0
4	1	0	0
5	1.25	0	0
6	1.5	0	0
7	1.75	0	0
8	2	3.57	5.2
9	2.25	3.57	5.2
10	2.5	3.57	5.2
11	2.75	3.57	5.2
12	3	3.57	5.2
13	3.25	3.57	5.2
14	3.5	3.57	5.2
15	3.75	3.57	5.2
16	4	0	0
17	4.25	0	0
18	4.5	0	0
19	4.75	0	0
20	5	0	0
21	5.25	0	0
22	5.5	0	0
23	5.75	0	0
24	6	3.57	5.2
25	6.25	3.57	5.2
26	6.5	3.57	5.2
27	6.75	3.57	5.2
28	7	3.57	5.2
29	7.25	3.57	5.2
30	7.5	3.57	5.2
31	7.75	3.57	5.2
32	8	0	0
33	8.25	0	0
34	8.5	0	0
35	8.75	0	0
36	9	0	0
37	9.25	0	0
38	9.5	0	0
39	9.75	0	0

entrenar el adaline en el programa de Phyton, asi como los valores de Y del modelo como salida deseada D.

4.8. Modelo Adaline en Simulink

Siguiendo los ejemplos vistos en la clase, se realizo un modelo en simulink que representa 3 entradas y 3 salidas,

donde las ganancias son los valores de los pesos corregidos, resultados del programa en Python, ver Fig. 12.

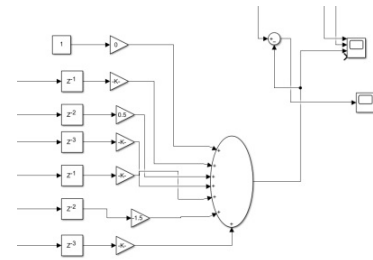


Figura 12. Adaline en Simulink.

4.9. Simulación completa en Matlab

En la siguiente imagen se observan todos los bloques utilizados para las simulaciones, modelo del motor, bloque de comunicación Arduino, adaline, entradas y salidas, ver Fig. 13.

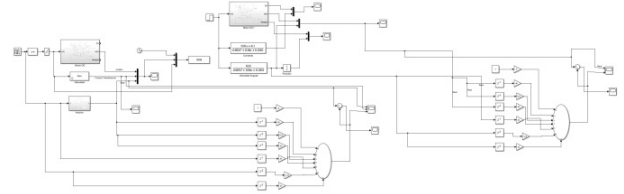


Figura 13. Modelo completo en Simulink.

5. Resultados

5.1. Simulación modelo y Adaline

En la Fig. 14 se aprecia la salida de la velocidad del modelo junto a la neurona adaline.

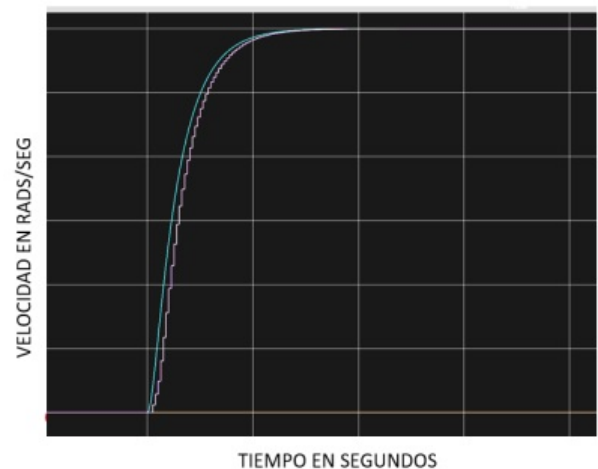


Figura 14. Adaline y salida del modelo.

5.2. Simulación motor real, modelo y seguimiento del adaline

En la siguiente imagen se pueden apreciar 3 salidas en el scope, la salida del modelo, la salida real del motor leída con el encoder, y la señal generada por el adaline, ver Fig. 15.

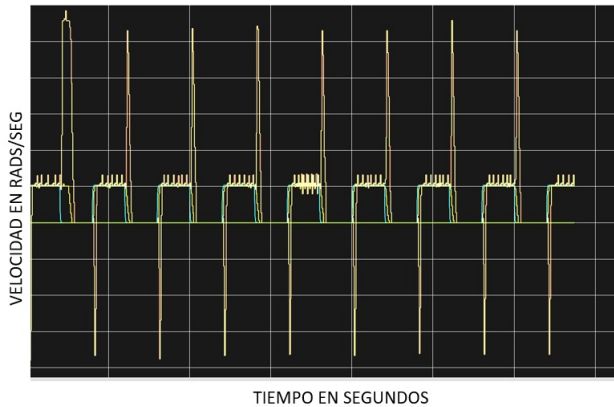


Figura 15. Simulación final.

A la entrada se le inyectó una señal de 3.5 volts y se envió una señal cuadrada con duración de 2 segundos en alto y 2 segundos en bajo.

Como se pudo apreciar, la salida real del motor y el modelo se comportan correctamente, ambos dando una señal muy similar, donde se puede comprobar que los datos obtenidos y utilizados en la caracterización del sensor, fueron correctos.

En la parte del adaline se puede apreciar un error de ruido al principio y al final, resultado de la falta de algunas mejoras y correcciones en el programa generador de pesos corregidos en python, fuera de ello se aprecia que sigue de cerca al modelo y a la señal real dada por el encoder.

6. Conclusiones

Como se pudo apreciar en el presente proyecto. Es muy importante conocer todos los parámetros reales de un motor para poder hacer correctamente simulaciones y modelos matemáticos, existen diferentes tipos de motores, por lo cual cada uno lleva sus parámetros específicos y tienen su propia forma de trabajarlos.

La neurona adaline es muy útil cuando se necesita seguir alguna señal hecha por una función de transferencia o un modelo matemático como el de un motor en este caso, las inteligencias artificiales cada día van avanzando en complejidad y lo mejor es saber como aprovecharlas para realizar mejores trabajos de campo o investigación.

Referencias

- [1] Manuel Sebastian Alvarado. Modelo matemático de un motor de corriente continua separadamente excitado: Control de velocidad por corriente de armadura. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.* 6(1):155, 2012.
- [2] Dany Yadir Jaimes and Fabio Fajardo. Caracterización de motores dc de imán permanente mediante un sistema motor-generador. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44:e20220199, 2022.
- [3] M Surya Kalavathi and C Subba Rami Reddy. Performance evaluation of classical and fuzzy logic control techniques for brushless dc motor drive. In *2012 IEEE international power modulator and high voltage conference (IPMHVC)*, pages 488–491. IEEE, 2012.
- [4] José Jacob Lazarte Rivera. Obtención de la función de transferencia de un motor de corriente continua, basada en mediciones experimentales. *Revista I+ i*, 12, 2018.
- [5] Kwan Y. Wong, Richard G. Casey, and Friedrich M. Wahl. Document analysis system. *IBM journal of research and development*, 26(6):647–656, 1982.
- [6] Bernard Widrow and Michael A Lehr. Perceptrons, adalines, and backpropagation. *Arbib*, 4:719–724, 1995.
- [7] Ivet Challenger-Pérez, Yanet Díaz-Ricardo, and Roberto Antonio Becerra-García. El lenguaje de programación python. *Ciencias Holguín*, 20(2):1–13, 2014.
- [8] Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, et al. Arduino. *The official Arduino web page at <http://arduino.cc>*, 2014.
- [9] James B Dabney and Thomas L Harman. *Mastering simulink*, volume 230. Pearson/Prentice Hall Upper Saddle River, 2004.



Medición de ruido con lógica difusa

R. Leyva-Villanueva¹, C.R. Figueroa-Castañeda¹, M.J. Quintero-Hernández¹, J.E. Ruelas-Ruiz^{2,*}, J.G. Castro-Lugo²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: eruelas@itesca.edu.mx

Resumen: *El ruido excesivo en ambientes expuestos es una problemática que va en crecimiento, generando trastornos auditivos y problemas emocionales. Con el fin de identificar los riesgos en la salud, se plantea identificar mediante lógica difusa, las horas y escenarios en los cuales se tenga más exposición al ruido. Mediante el uso de Arduino y Matlab, se planea ejecutar una codificación para simular en tiempo real las reglas generadas en nuestro proyecto.*

Palabras clave: Lógica difusa, Matlab, Arduino, Ruido.

Abstract: *Excessive noise in expose ambients is a trouble that is rising, making hearing loss degrees and emotional issues. With the goal of identify health risk, making use of fuzzy logic is taking account to identify different scenarios with excessive noise. Using Matlab and Arduino to codify and simulate different fuzzy logic rules.*

Keywords: Fuzzy logic, Matlab, Arduino, Noise.

1. Introducción

En este artículo se aborda la clasificación de las intensidades en los sonidos diarios que una persona puede enfrentar de acuerdo con el momento del día y el número de personas.

Se presenta a continuación un detallado reporte de una implementación de lógica difusa con 9 reglas aplicadas y la percepción de un cierto ruido mediante un script de Arduino en comunicación con Matlab.

El ruido en el ambiente laboral genera múltiples efectos sobre la salud de los trabajadores, desde estrés, malestar general, dolor de cabeza, hasta hipoacusia, trauma acústico permanente y pérdida total de la capacidad auditiva.

La existencia de un nivel de ruido, fondo sonoro, puede dificultar la comprensión del mensaje verbal, con la importancia que esto puede tener tanto para la propia seguridad como para el proceso productivo [1].

Una exposición de más de 8 horas diarias a una intensidad de ruido de 85 dB genera malestar, por lo que es de vital importancia la identificación oportuna de probables excesos en los niveles de ruido del sitio del empleo [2].

2. Antecedentes

Uno de los riesgos laborales más graves reconocidos desde el siglo XVIII es la pérdida de la capacidad auditiva. La sordera profesional es una condición sensorial irreversible, causada por daños a las células nerviosas del oído interno debido a la exposición constante a niveles de ruido mayores a 85 decibelios. A esto se le suele llamar ruido industrial o ruido ocupacional y es mucho más que una simple molestia, es una amenaza para la seguridad y la salud de todos los empleados que están expuestos a el [3,4].

Los efectos negativos del ruido sobre la salud se conocen desde hace muchos siglos: Plinio en su historia natural (s.I) cuenta que la gente que vivía cerca de las cataratas del Nilo «quedaba sorda». Posteriormente, hacia el año 600 a.C., los habitantes de la antigua ciudad griega de Sybaris prohibieron trabajar los metales a martillazos dentro de los límites de la ciudad.

Hoy en día, el ruido, o el sonido no deseado sigue siendo uno de los riesgos laborales más comunes en el entorno laboral. Físicamente, no existe ninguna diferencia entre el sonido y el ruido. Ambas son una percepción sensorial.

Indudablemente, la situación está mejorando en los países desarrollados, ya que la concienciación de este peligro está cada vez más generalizada y se están llevando a cabo medidas legales de protección y correctivas, sin

embargo, los altos niveles de ruido ocupacional siguen siendo un problema para tratar en todas las regiones del mundo. Según la OMS, en Alemania, uno de los países más industrializados del mundo, entre 4 y 5 millones de personas, están expuestos a niveles de ruido definidos como peligrosos, lo cual supone el 12-15 % de la fuerza laboral [5,6].

En Polonia, los datos sobre la exposición ocupacional a diferentes factores de riesgo son registrados por la oficina Central de Estadística a base de encuestas anuales sobre la condición del trabajo. El objetivo principal de la encuesta es obtener datos sobre el número de personas para quienes la exposición a factores de riesgo en el entorno laboral (sustancias químicas, polvo, ruido, vibraciones, microclima, etc.) es superior a los valores admisibles establecidos en los requisitos legales [7].

3. Marco teórico

3.1. Sonido y ruido

El sonido es una parte tan común de la vida cotidiana que rara vez apreciamos todas sus funciones. Proporciona experiencias agradables, como escuchar música o disfrutar del canto de los pájaros. Permite la comunicación hablada con familiares y amigos. Puede alertarnos o advertirnos, como el timbre de un teléfono o una sirena. También nos permite realizar evaluaciones y diagnósticos: una rueda que chirría o una cadena mal lubricada. Sin embargo, con demasiada frecuencia en nuestra sociedad moderna, el sonido nos molesta. Muchos sonidos son desagradables o no deseados, a esto se le llama ruido.

Físicamente se puede definir al sonido como una rápida variación de presión atmosférica causada por alguna perturbación en el aire. El sonido se propaga como una onda de perturbaciones de presión positiva (compuestas por compresiones) y perturbaciones de presión negativa (que son rarefacciones) y puede viajar a través de cualquier medio elástico como, por ejemplo, el aire, agua, madera o roca.

Un sonido que tiene una sola frecuencia se conoce como un tono puro. En la práctica, los tonos puros rara vez se encuentran y en la mayoría de los sonidos se componen de diferentes frecuencias. Incluso una sola nota en un piano tiene una forma de onda compleja. La mayoría del ruido industrial consiste en una amplia mezcla de frecuencias conocidas como ruido de banda ancha [8].

Si el ruido tiene frecuencias distribuidas únicamente en todo el rango audible, se le conoce como ruido blanco y suena más bien como una corriente de agua.

Las vibraciones asociadas con el sonido se detectan como ligeras vibraciones en la presión. El rango de presiones de sonido percibido como sonido es extremadamente grande, comenzando con una presión muy débil que causa sonidos débiles y aumenta el ruido tan fuerte que causa dolor.

El umbral del dolor, o la mayor presión de sonido que puede percibirse sin dolor, es aproximadamente 10 millones de veces mayor que el umbral de audición. Por lo tanto, es más conveniente usar una escala relativa (por ejemplo, logarítmica) de presión de sonido en lugar de una escala absoluta [9].

3.2. Lógica difusa

El concepto de lógica difusa surgió como respuesta a las limitaciones de la lógica clásica para modelar la incertidumbre inherente a muchos problemas en la vida real. Lotfi Zadeh propuso por primera vez la lógica difusa en su artículo seminal de 1965, "Fuzzy Sets" [10].

Desarrollo y Evolución: Desde su introducción inicial, la lógica difusa ha experimentado un rápido desarrollo y ha encontrado aplicaciones en una amplia gama de campos, incluyendo control de procesos, inteligencia artificial, sistemas de soporte a decisiones y más. Investigadores de diversas disciplinas han contribuido a la teoría y aplicación de la lógica difusa.

Conjuntos Difusos: El concepto central en la lógica difusa es el de conjuntos difusos, que permite la representación de la vaguedad o imprecisión asociada con términos lingüísticos. A diferencia de los conjuntos clásicos, los conjuntos difusos asignan grados de pertenencia a los elementos en lugar de valores binarios (pertenencia total o nula).

Funciones de pertenencia: La función de pertenencia proporciona una medida del grado de similaridad de un elemento de U con el conjunto difuso. La forma de la función de pertenencia utilizada depende del criterio aplicado en la resolución de cada problema y cambia en función del punto de vista del usuario. La única condición que debe cumplir una función de pertenencia es que tome valores entre 0 y 1 con continuidad. Las funciones de pertenencia más comúnmente utilizadas por su simplicidad matemática y su manejabilidad son: triangular (superior), trapezoidal (medio) y singleton (inferior), ver Fig. 1.

Conceptualmente existen dos aproximaciones para determinar la función de pertenencia asociada a un conjunto: la primera aproximación está basada en el conocimiento humano de los expertos, y la segunda aproximación es utilizar una colección de datos

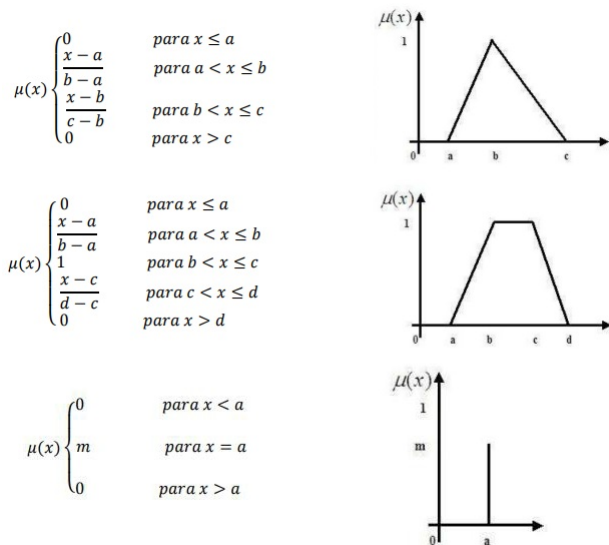


Figura 1. Funciones de pertenencia más comunes.

para diseñar una función. El número de funciones de pertenencia asociadas a una misma variable es elegido por el experto: a mayor número de funciones de pertenencia se tiene mayor resolución pero también mayor complejidad computacional; además estas funciones pueden estar superpuestas o no, el hecho de estar una sobre otra pone de manifiesto un aspecto clave de la lógica difusa: una variable puede tener diferentes grados de pertenencia de varios conjuntos difusos, es decir el vaso puede estar medio lleno y medio vacío a la vez.

Operaciones entre conjuntos difusos: Las tres operaciones básicas entre conjuntos clásicos, Unión, Intersección y Complemento, se definen también para los conjuntos difusos, intentando mantener el significado de tales operaciones. La definición de estas operaciones se hace empleando el concepto de función de pertenencia de los conjuntos. Dados dos conjuntos difusos A y B en el mismo universo X , con funciones de pertenencia $\mu_A(x)$ y $\mu_B(x)$ respectivamente, se pueden definir las siguientes operaciones básicas:

La función de pertenencia de la unión de A y B se define como:

$$\mu_{A \cup B} = \max \{(\mu_A(x), \mu_B(x))\}$$

La función de pertenencia de la intersección de A y B es:

$$\mu_{A \cap B} = \min \{(\mu_A(x), \mu_B(x))\}$$

Por último, la función de pertenencia del complemento de A se define como:

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Principios básicos de lógica difusa: Es sabido que la teoría de conjuntos, el álgebra booleana y la lógica clásica son isomorfas, bajo transformaciones adecuadas. Esto significa que tienen una estructura subyacente similar, y que, por tanto, las definiciones que se hagan en una cualquiera de las tres teorías se puede llevar a las otras dos, mediante transformaciones adecuadas. La Tabla 1 muestra la correspondencia de algunos operadores

Tabla 1. Correspondencia entre operadores de la Teoría de conjuntos, el Álgebra Booleana y la lógica tradicional.

Teoría de conjuntos	Álgebra Booleana	Lógica tradicional
Intersección	Conjunción	AND
Unión	Disyunción	OR
Complemento	Negación	NOT

Inferencia en Lógica difusa: Esta consiste en la combinación de proposiciones para producir nuevas proposiciones. Así, al combinar la proposición “ X es A ” con la proposición “IF X es A THEN Y es B ”, se puede inferir la proposición “ Y es B ”.

Modelos difusos lingüísticos: Estos modelos se basan en un conjunto de reglas heurísticas donde las variables lingüísticas de las entradas y salidas se representan por conjuntos difusos. La siguiente figura muestra los principales componentes de un modelo difuso lingüístico: interfaz de difusión, base de conocimientos, motor de inferencia e interfaz de desfucificación.

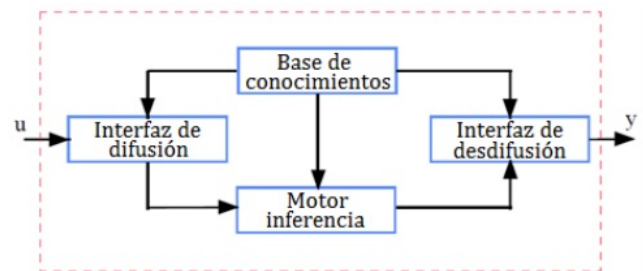


Figura 2. Modelo difuso.

Interfaz de difusión: Este elemento transforma las variables de entrada del modelo (u) en variables difusas. Para esta interfaz se deben tener definidos los rangos de variación de las variables de entrada y los conjuntos difusos asociados con sus respectivas funciones de pertenencia.

Base de conocimientos: Contiene las reglas lingüísticas del control y la información referente a las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos. Estas reglas lingüísticas, tienen típicamente la siguiente forma:

si u_1 es A y u_2 es B entonces y es C

donde A , B y C son los conjuntos difusos de las variables de entrada u_1 y u_2 , y de la variable de salida y respectivamente. Existen varias formas de derivar las reglas, entre las que destacan las basadas en:

- La experiencia de expertos y el conocimiento de ingeniería de control. La base de reglas se determina a partir de entrevistas con el operador o a través del conocimiento de la dinámica del proceso.
- La modelación del proceso. Los parámetros de la base de conocimiento se obtienen a partir de datos de entrada y salida del proceso.

Motor de inferencia: Una vez obtenidos los valores difusos, el objetivo de la inferencia difusa es transportarlos de la premisa a la conclusión de cada regla. Esto resulta en un conjunto difuso para cada variable de salida de cada regla. En este proceso, los métodos más usados son mínimo y producto.

Producto: En este método, la función de pertenencia de salida graduada por el grado de pertenencia calculado para la premisa de la regla, ver Fig. 3.

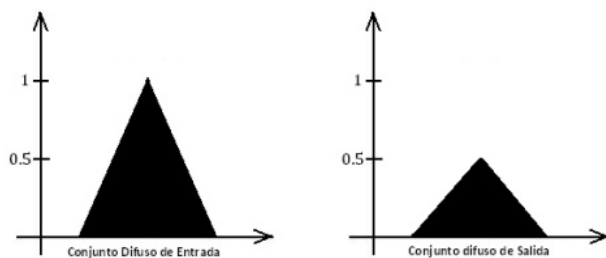


Figura 3. Conjuntos difusos de entrada y salidas aplicando el método de inferencia difuso: producto.

Mínimo: En el método de inferencia mínimo, la función de pertenencia de salida es recortada a la altura correspondiente al grado de verdad calculado para la premisa de la regla. La forma de la salida resultante se afecta por este método formando un trapecio, ver Fig. 4. Combinación de reglas: En este paso todos los subconjuntos difusos de salida asignados para cada variable de salida de las diferentes reglas se combinan en un solo conjunto difuso. Para determinar la forma

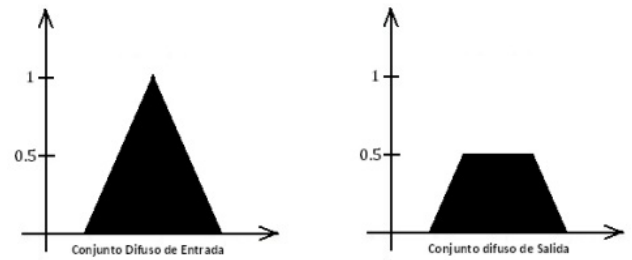


Figura 4. Conjuntos difusos de entrada y salida aplicando el método de inferencia difuso: Mínimo.

del conjunto difuso de salida a partir del conjunto de respuestas obtenidas de las diversas reglas, Lógica Difusa cuenta con los métodos Máximo y Suma.

Interfaz de desdifusión: Este elemento provee salidas discretas y determinísticas a partir de los conjuntos difusos C' obtenidos como resultado de la inferencia.

Método del centroide: Consiste en determinar el punto de equilibrio de la figura formada por los conjuntos difusos de salida, con la expresión 1:

$$z^* = \frac{\int x\mu(x)dx}{\int \mu(x)dx} \quad (1)$$

El punto de equilibrio obtenido se utiliza para representar a los conjuntos difusos de salida.

4. Desarrollo

Primeramente, se creó un programa en Arduino el cual leyerá el valor analógico presente en la entrada seleccionada y que por puerto serial se transmitiera para posteriormente procesar los datos, ver Fig. 5.

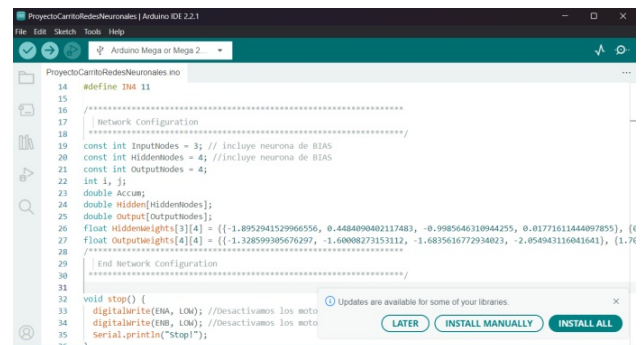


Figura 5. Arduino IDE utilizado para generar el código.

Después con Matlab se ejecuta en la ventana de comandos el comando “Fuzzy” para así abrir el diseñador de lógica difusa en el mismo programa, este procedimiento se puede visualizar en la Fig. 6.

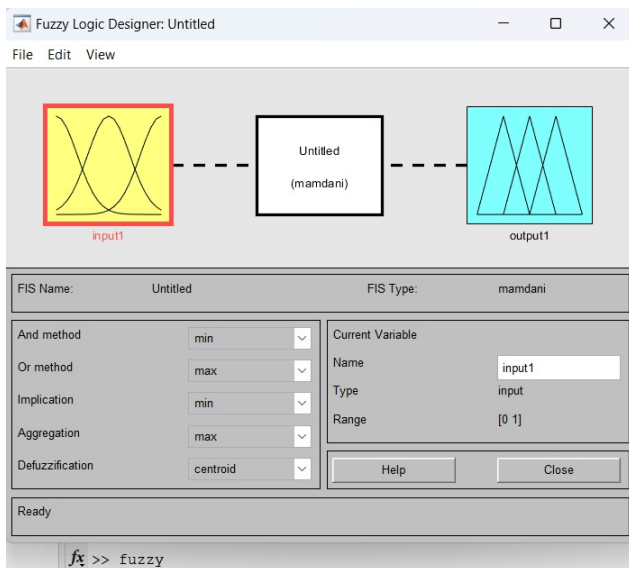


Figura 6. Herramienta utilizada en Matlab.

Una vez con la ventana de la herramienta abierta, se editaron las entradas y salidas con funciones de membresía triangular y trapezoidal, ver Fig. 7.

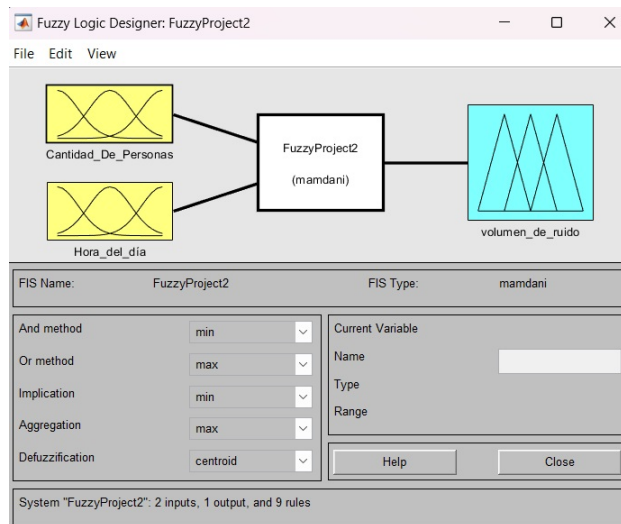


Figura 7. Entradas y salidas seleccionadas.

Para el uso de las reglas se exporto al espacio de trabajo para posteriormente utilizarse en un bloque de lógica difusa en simulink, ver Fig. 8.

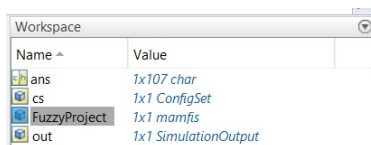


Figura 8. Datos exportados a workspace.

4.1. Proceso en Arduino y MatLab

En esta subsección se presentan las configuraciones adicionales que se requirieron al momento de establecer la comunicación entre Matlab y Arduino.

En la Fig. 9 se puede observar los requerimientos que se instalaron para poder comunicar Arduino con Matlab.



Figura 9. Soporte para Arduino en Matlab.

Una vez instalado el soporte se crearon las funciones de membresías las cuales fueron 3 para cada entrada y salida tal como se vio en clase para posteriormente realizar un diagrama de bloques con ayuda de simulink y simular en tiempo real la interacción del modelo difuso con el hardware implementado en Arduino.

5. Resultados

De acuerdo con las entradas propuestas, se implementaron nueve reglas las cuales se pueden observar en la figura 13, esto debido a las 3 funciones de membresía en cada una de las entradas y salidas.

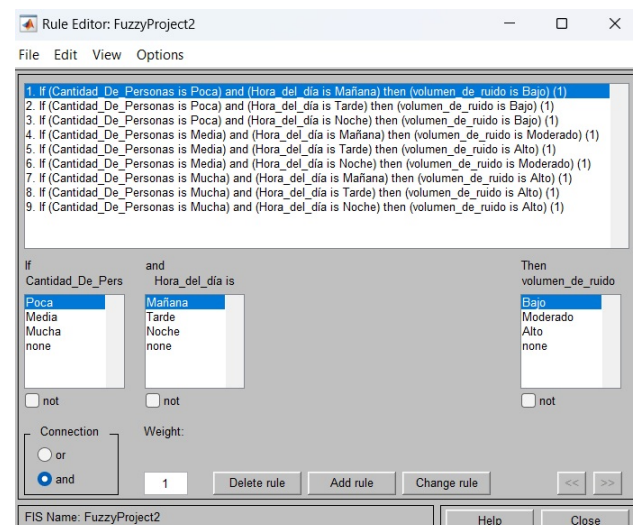


Figura 10. Reglas resultantes.

A continuación, se muestran como quedaron las 3 funciones de membresía utilizadas tanto para entradas como salidas.

Primero se muestra en la Fig. 11, la función de membresía para el entrada de cantidad de personas.

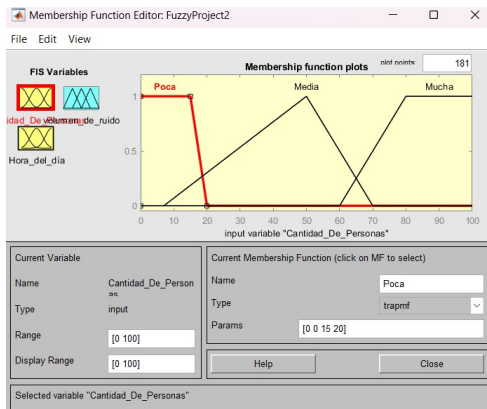


Figura 11. Entrada cantidad de personas.

Después la entrada de hora del día, ver Fig. 12.

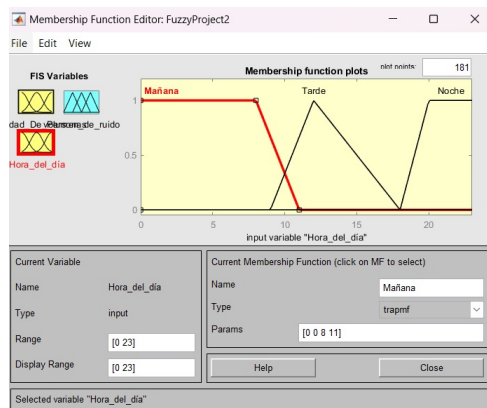


Figura 12. Entrada cantidad de personas.

Y por último se muestra la salida que proporciona las funciones de membresía, Fig. 13.

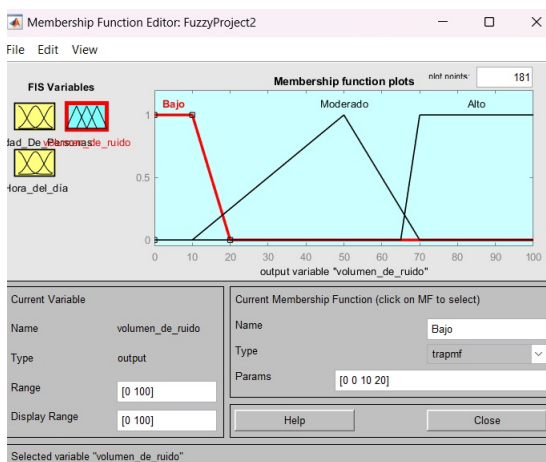


Figura 13. Salida de las funciones de membresía.

Una vez establecidas las funciones de membresía para

nuestras entradas y salidas, se creó el siguiente código el cual lee un valor analógico a través de un potenciómetro y se comunica con Matlab para variar en tiempo real dicha señal y así interactuar con nuestro modelo.

Con el diagrama de bloques en simulink creado se estableció la comunicación en Arduino donde se varió la señal analógica para calcular la respuesta del modelo, interactuando el diagrama creado en simulink con Arduino gracias al complemento instalado para ver en tiempo real su respuesta, ver Fig. 14.

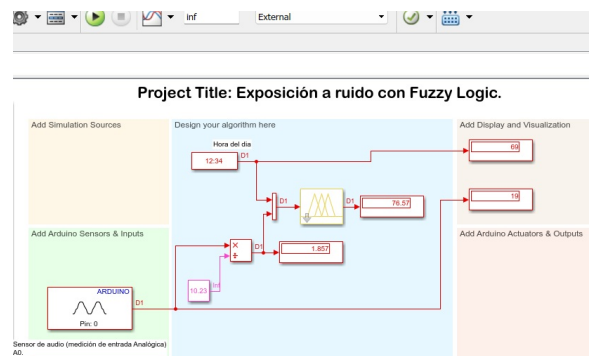


Figura 14. Bloque en Simulink con Arduino.

Variando la cantidad de personas y la hora del día, se pudo observar el volumen expuesto de acuerdo con nuestras condiciones de entrada y reglas creadas de acuerdo con las funciones de membresía seleccionadas. En la Fig. 15 se pueden observar los resultados en tiempo real del modelo difuso en conjunto con Arduino.

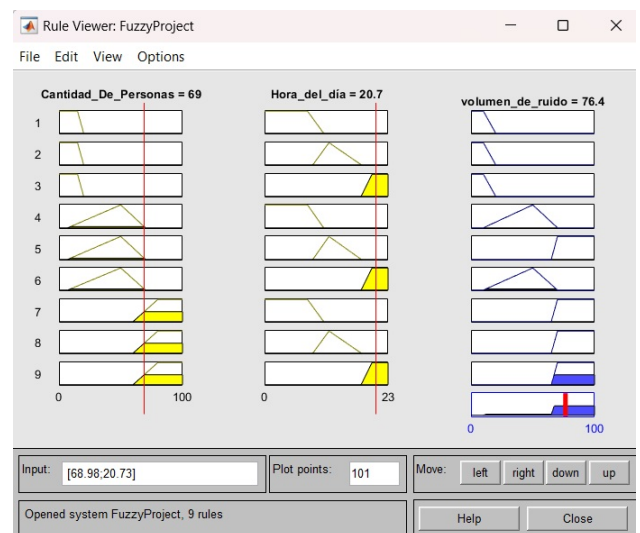


Figura 15. Reglas y resultados.

Como extra en la Fig. 16 podemos observar el resultado obtenido para la superficie creada, la cual viéndola detalladamente y con ayuda de sus colores, nos puede dejar más claro los resultados obtenidos para cada

clasificación.

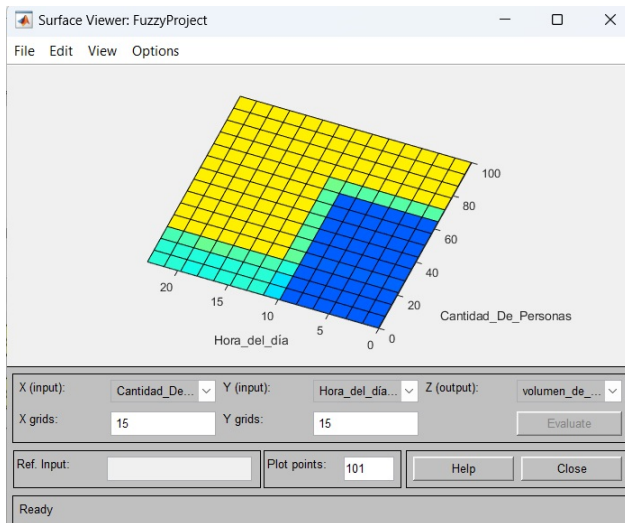


Figura 16. Superficie resultante.

6. Conclusiones

Con ayuda de la lógica difusa logramos darle un cierto grado de pertenencia a variables y situaciones para así conocer que tanto grado de pertenencia se tenga en función de sus entradas y salidas. Obteniendo así conocimiento a la hora de conceptualizar alguna variable en base a que tanto es con lo que cuenta y viceversa.

Referencias

- [1] Miguel Marcano, Misael Ron, Estela Hernández-Runque, Hilfel Coronado, and Jesús Salvador Hernández Romero. El ruido y sus efectos auditivos como riesgo para trabajadores de una empresa azucarera venezolana. *Revista cubana de salud y trabajo*, 24(1), 2023.
- [2] ME Lutman. What is the risk of noise-induced hearing loss at 80, 85, 90 db (a) and above? *Occupational medicine*, 50(4):274–275, 2000.
- [3] Nick Bostrom. Existential risk prevention as global priority. *Global Policy*, 4(1):15–31, 2013.
- [4] A Romero Barriuso, BM Villena Escribano, M Segarra Cañamares, MN González García, and A Rodríguez Sáiz. Analysis and diagnosis of risk-prevention training actions in the spanish construction sector. *Safety science*, 106:79–91, 2018.
- [5] José Luis García-Vigil. International trends in the labor risk legislation. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 48(4):351–352, 2010.
- [6] Brain H Castro and Katheryn M Nevarez. First and second stages of labor: risk factors, diagnoses, management. *Am J Biomed*, 2(4):374–87, 2014.
- [7] Mariola Sliwinska-Kowalska, Ewa Zamyslawska-Szmytko, Wiesław Szymczak, Piotr Kotylo, Marta Fiszer, Wiktor Wesolowski, and Malgorzata Pawlaczyk-Luszczynska. Ototoxic effects of occupational exposure to styrene and co-exposure to styrene and noise. *Journal of occupational and environmental medicine*, 45(1):15–24, 2003.
- [8] Birgitta Berglund, Peter Hassmen, and RF Soames Job. Sources and effects of low-frequency noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 99(5):2985–3002, 1996.
- [9] James L Szalma and Peter A Hancock. Noise effects on human performance: a meta-analytic synthesis. *Psychological bulletin*, 137(4):682, 2011.
- [10] Lotfi Asker Zadeh. Fuzzy logic. *Computer*, 21(4):83–93, 1988.



Reconocimiento de números escritos a mano desde imágenes digitales

I. Reyes-Gastelum¹, J.M. Salazar-Beltrán¹, J.G. Castro-Lugo^{2,*}, F. Muñoz-Beltrán², F.J. Ochoa-Estrella²

¹Estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²Maestría en Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: jcastro@itesca.edu.mx

Resumen: *El reconocimiento de caracteres escritos a mano por medio de imágenes digitales, no es algo nuevo, sin embargo, ha resultado ser de gran importancia pues las técnicas desarrolladas para llevar a cabo esta tarea permitieron realizar tareas de mayor complejidad, el objetivo es identificar un carácter desde una imagen digitalizada que es representada en píxeles. Para el presente trabajo se utilizaron como entrada las imágenes de números escritos a mano de la base de datos 'mnist' del dataset de TensorFlow. Haciendo uso de estas librerías, configurando la red neuronal con dos capas ocultas de 64 neuronas cada una, se consigue una precisión de hasta un 97%.*

Palabras clave: TensorFlow, Red multicapa, Aprendizaje de máquina.

Abstract: *The recognition of handwritten characters by means of digital images is not something new, however, it has turned out to be of great importance because the techniques developed to carry out this task allowed to perform tasks of greater complexity, the objective is to identify a character from a digitized image that is represented in pixels. For the present work we used as input the images of handwritten numbers from the 'mnist' database of the TensorFlow dataset. By making use of these libraries, configuring the neural network with two hidden layers of 64 neurons each, an accuracy of up to 97% is achieved.*

Keywords: TensorFlow, Multilayer network, Machine Learning.

1. Introducción

El reconocimiento de caracteres consiste en identificar un símbolo el cual puede ser un número o una letra a partir de una imagen digitalizada la cual atraviesa por algunos procesos hasta obtener una binarización de dicha imagen. Estas técnicas de reconocimiento de caracteres son utilizados en diversas áreas de trabajo desde el correo postal para redireccionar cartas de forma automática. En este trabajo se llevó a cabo la identificación de caracteres a partir de píxeles que representan números escritos a mano desde imágenes obtenidas desde una base de datos llamada 'mnist'.

2. Antecedentes

Desde hace tiempo, a la comunidad científica le ha parecido fascinante encontrar la forma de que un

ordenador imita funciones humanas, como la capacidad de leer, escribir, ver cosas, etc. La investigación y el desarrollo del Reconocimiento Óptico de Símbolos (OCR por sus siglas en inglés) se remontan a principios de los años 50, cuando los científicos intentaron capturar las imágenes de caracteres y textos, primero por medios mecánicos y ópticos de discos giratorios y fotomultiplicadores, escáner de punto flotante con lente de tubo de rayos catódicos, seguido de fotoceldas y matrices de ellas. Al principio, la operación de escaneado era lenta y se podía digitalizar una línea de caracteres cada vez moviendo el escáner o el soporte de papel. Posteriormente, llegaron los inventos de los escáneres de tambor y los escáneres planos, que ampliaron el escaneado a la página completa. Luego, los avances en los circuitos integrados digitales trajeron arreglos de fotos con mayor densidad, formatos de lectura más rápidos para los documentos, y mayor velocidad en el escaneado y las conversiones digitales. Estas importantes mejoras aceleraron enormemente la

velocidad de reconocimiento de caracteres y redujeron el coste, abriendo las posibilidades de procesar una gran variedad de formularios y documentos [1-3].

Gracias a las investigaciones en sistemas informáticos, se obtuvieron nuevas y prometedoras propuestas que buscan explicar el conocimiento visual humano y aunque las características más avanzadas de análisis de imágenes por computadora se apoyaban en fórmulas heurísticas, adaptadas para resolver problemas específicos, como la capacidad de algunas máquinas para leer documentos impresos con formato adecuado a velocidades significativamente mayores que las de lectores expertos. Estas capacidades de dichos sistemas eran altamente especializados y tenían aplicaciones limitadas o nulas en otras áreas [4,5].

En el año de 2004 que Vicente M. A. et al, proponen un método para clasificar números manuscritos basado en la distancia Euclidiana a prototipos. Utilizando el prototipo más cercano para la clasificación en la base de prueba, lograron un 93,5 % de clasificación correcta con un umbral de creación (u) de 7,7. Es importante destacar que al mantener el mismo umbral ($u=7,7$), el método con desplazamiento mejora el rendimiento del sistema al aumentar el porcentaje de clasificación correcta (de 90,1 % a 93,5 %) y al mismo tiempo reducir el número de prototipos (de 250 a 184). Si se entrena con un umbral de creación más bajo ($u=4,5$) y con desplazamiento, la cantidad de prototipos aumenta a 267. Al clasificar mediante una función de votación lineal con una distancia de aceptación de 4, $=0,6$, se logra un reconocimiento correcto del 94,8 %. Estos resultados se compararon, utilizando los mismos patrones de entrenamiento y prueba, con una red perceptrón multicapa entrenada con patrones desplazados hasta el borde, que logró un rendimiento del 91,8 %, y con un algoritmo 50M+LVQ1, también entrenado con desplazamiento hasta el borde, alcanzando un 91,5 % [6,7].

En Perú, el año 2015 se realizó un trabajo de reconocimiento de dígitos escritos a mano, donde habla sobre el interés de del campo de ciencias de la computación sobre lograr que una maquina sea capaz de “ver” y que a partir de este logro se podría partir para que las maquinas sean capaces de realizar tareas de mayor complejidad. En el trabajo presentado, los autores hacen uso de la base de datos MNIST y desarrollaron un algoritmo en Matlab [8-10].

Un año después, fue publicado un trabajo más, en esta ocasión en México, en el estado de Zacatecas, el cual habla sobre la importancia del reconocimiento de dígitos manuscritos y el auge del are de reconocimiento de

patrones. También se habla sobre el uso de una red neuronal usando un algoritmo de retro-propagación de una sola capa para la obtención de información desde una imagen aplicando filtros, llegando a obtener resultados de precisión cercanos al 85 %.

3. Marco teórico

3.1. Red neuronal

Una red neuronal artificial está compuesta por varios procesadores simples conectados entre sí, los cuales se denominan neuronas, se dice que estas son análogas a las neuronas biológicas que se encuentran en el cerebro humano.

Una gran característica de las redes neuronales artificiales es su capacidad de aprender de manera autónoma y han demostrado conseguir un buen desempeño incluso siendo alimentadas con datos que contienen “ruido”. Las neuronas se conectan entre sí por conexiones denominadas sinapsis, cada conexión tiene un peso asociado a cada una de ellas, estos pesos son aleatorios en un principio, el aprendizaje se lleva a cabo al modificar el valor de dichos pesos, esto se logra a partir de una función matemática conocida como función de costo o función de activación, a partir de esta, se determina si el resultado es correcto o no y que tan grande es el error del dato obtenido y así proceder al ajuste de los pesos, repitiendo este proceso es como se logra decir la red neuronal “aprende”. Ver Fig. 1.

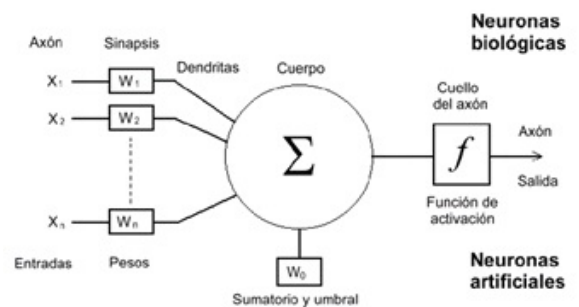


Figura 1. Neurona artificial.

3.2. Base de datos

Por lo regular, el reconocimiento de caracteres comienza con la digitalización de imágenes con símbolos escritos a mano, Sin embargo, en este trabajo se parte de una base de datos pública llamada MNIST, la principal razón por la cual se opta por hacer uso de esta base de datos se debe a que ya se encuentra implementada en la librería de TensorFlow. Esta base de datos contiene 70,000 imágenes

para el entrenamiento de las neuronas y 10,000 imágenes para probar las neuronas después del entrenamiento, cada imagen presenta una resolución de 28 x 28 píxeles que resultan en 784 píxeles representando un dígito escrito a mano, se toma el valor de cada pixel en escala de grises donde 0 es un pixel totalmente negro y 255 un pixel totalmente blanco, es así como se logra la binarización de la imagen, es decir en paquetes de bits de 0's y 1's.

En la Fig. 2 se muestra una de las imágenes que se pueden obtener desde la base de datos 'MNIST'.

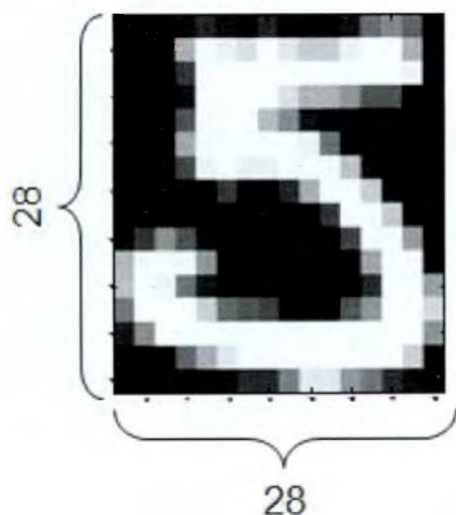


Figura 2. Dígito representado en 28 x 28 píxeles.

3.3. Python y TensorFlow

Python es un lenguaje de alto nivel, interpretado y de propósito general, se eligió este lenguaje debido a que es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, análisis de datos, inteligencia artificial, automatización y más. Además de contar con una librería de código abierto llamada TensorFlow que es el sistema de aprendizaje automático de segunda generación de Google Brain, es muy conocida por ser utilizada especialmente en el campo de la inteligencia artificial y aprendizaje automático.

4. Desarrollo

Para este trabajo se utilizó la librería TensorFlow debido a que es una herramienta que permite implementar una red neuronal con gran facilidad, en este caso, se construyó una red con una capa de entrada de 784 neuronas para alimentarlo con cada pixel que conforman las imágenes de los números escritos a mano, dos capas ocultas de 64

neuronas y una capa de salida con 10 neuronas, una por cada dígito a reconocer, del 0 al 9, ver Fig. 3.

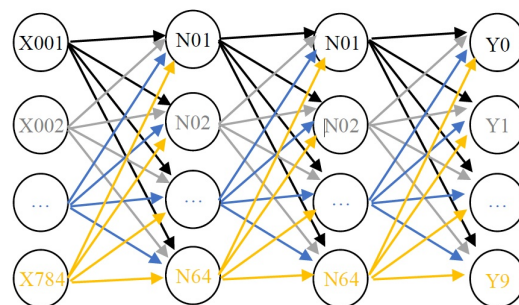


Figura 3. Topología de la red neuronal.

Para las capas ocultas se utilizó la función de activación unidad lineal rectificada (ReLU por sus siglas en inglés), que trabaja bajo la Ecuación 1 por lo que se puede decir que, Esta función generará una salida igual a cero cuando la entrada (z) sea negativa, y una salida igual a la entrada cuando dicha esta última sea positiva. Su comportamiento se muestra en la Fig. 4.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x, & x \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

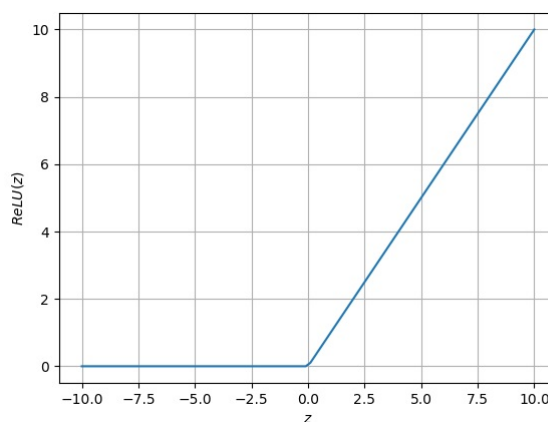


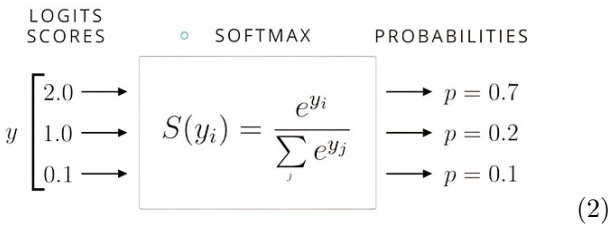
Figura 4. Gráfica de la función de activación ReLU.

La función de activación ReLU se ha convertido en la más usada en los modelos Deep Learning durante los últimos años, lo cual se debe principalmente a:

- La no existencia de saturación, como sí ocurre en las funciones sigmoideal y tanh. Lo anterior hace que el algoritmo del gradiente descendente converja mucho más rápidamente, facilitando así el entrenamiento.
- Es más fácil de implementar computacionalmente en comparación con las otras dos funciones, que

requieren el cálculo de funciones matemáticas más complejas como la exponencial.

En la capa de salida se utilizó la función de activación SoftMax que generalmente se utiliza en la capa de salida de una red neuronal para realizar la clasificación multiclase, porque asigna una probabilidad de sumar un uno a cada clase, estas probabilidades resultan útiles para medir la confianza del modelo en la pertenencia a cada clase. Esto significa que la función es útil cuando se necesita saber la probabilidad de que una instancia pertenezca a una de las clases. La función SoftMax se utiliza en muchas aplicaciones, como la clasificación de imágenes, la clasificación de texto y la clasificación de voz, trabaja bajo la siguiente ecuación 2.



La función SoftMax toma como entrada un vector de valores y produce una salida en forma de vector de la misma dimensión. Se realizan dos operaciones: primero, se dice que exponencia los elementos del vector de entrada, y segundo, divide cada uno de los elementos exponenciados por la suma de los elementos exponenciados. Su comportamiento se puede observar en la siguiente figura 5.

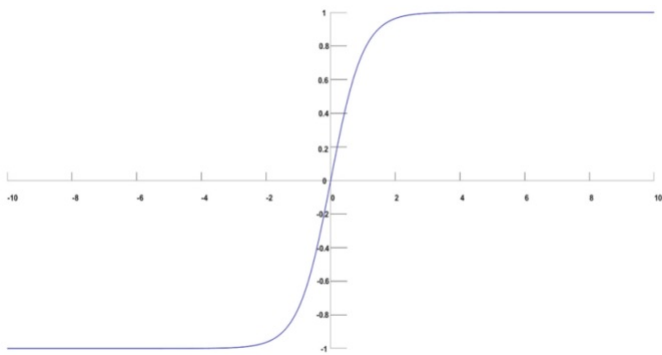


Figura 5. Gráfica de la función SoftMax.

Si bien, ya se han mencionado las cualidades de la función, esta también presenta algunas limitaciones, la función SoftMax no es adecuada para problemas de clasificación binaria, y tiende a exagerar las diferencias entre las probabilidades.

5. Resultados

Para la obtención de los pesos es necesario hacer uso del método del modelo “get_weights()”, que puede ser asignado a una variable para visualizarlos por medio de la terminal, arrojando un arreglo de 922 pesos, con valores como los que se muestran a continuación, Fig. 6.

```
[array([[ 0.05512988,  0.06670514,  0.07752109, ..., -
0.03258941,-0.05077851,-0.07967945],

[ 0.02110156, -0.02827549,  0.03736924, ...,
0.04712058,-0.01633151, 0.01293455],

[ 0.01408315,  0.04519745, -0.02411567, ...,
0.06788113,-0.01199741,-0.04295179],
```

Figura 6. Ejemplo de pesos obtenidos de la red tras 5 épocas.

Es importante conocer el desempeño de la red para obtener resultados de forma óptima, esto puede realizarse conociendo el valor del error a través de épocas durante el entrenamiento de la red. Es posible obtener este dato utilizando el método “history()” para la variable “loss” y en este caso se obtiene el siguiente resultado, Fig. 7.

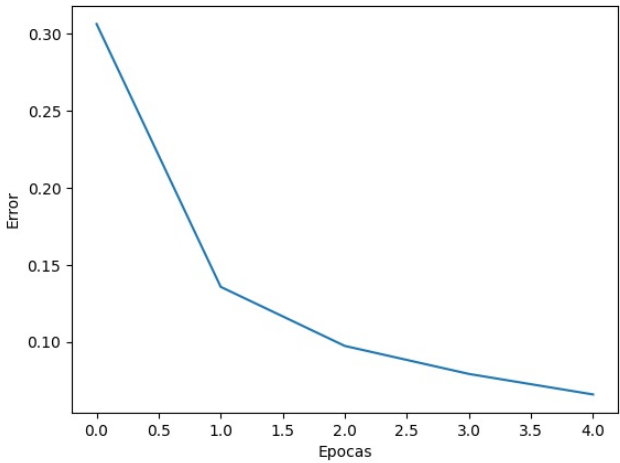


Figura 7. Desempeño de la red tras 5 épocas.

Como ya se mencionó, esta información es importante cuando se desea conseguir un resultado óptimo de la red fijando un valor de error al que se desee llegar y al momento de superar dicho valor detener el entrenamiento para no realizar épocas innecesarias. Sin embargo, en este trabajo no se realizó la optimización pues se le indicó manualmente a la red realizar 5 épocas de forma deliberada debido a que, para este equipo de trabajo se trata de la primera vez que hace uso de esta librería y se buscaba experimentar con ella.

En la Fig. 8 se muestra el desempeño de la red después de 100 épocas.

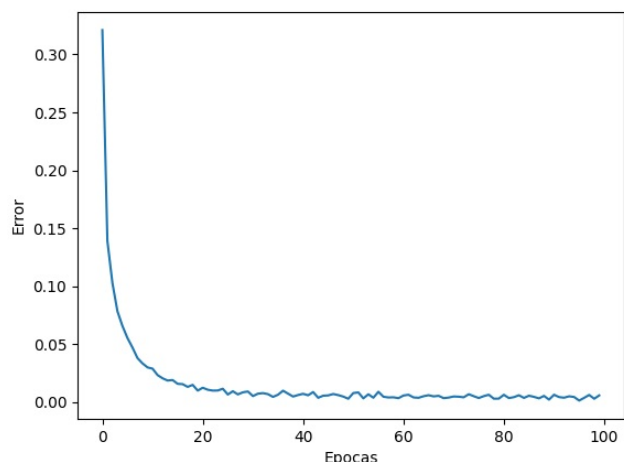


Figura 8. Desempeño de la red tras 100 épocas.

Tras aumentar tanto el número de épocas se esperaría que la red funcionará mucho mejor, desafortunadamente no resulta ser tan sencillo.

Una vez el código para entrenar y probar la red neuronal se estableció, se utilizaron librerías como ‘matplotlib’ y ‘numpy’ para mostrar gráficamente los resultados obtenidos haciendo uso de imágenes de la base de datos. De manera que se obtiene una serie de imágenes como se muestra en la Fig. 9 en caso de ser una predicción correcta.



Figura 9. Predicción correcta.

O en su defecto como la Fig. 10 en caso de ser una predicción incorrecta.

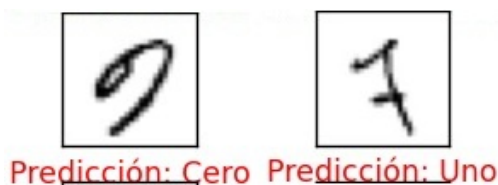


Figura 10. Predicción incorrecta.

Si bien, la red neuronal dice tener una precisión de un 97 % después de 5 épocas y un 99 % después de 10 o más épocas, esto resulta ser cierto solo para las imágenes dentro de la base de datos.

Esto dice debido a que se realizó una interfaz para

interactuar con la red neuronal, la cual luce de la siguiente forma, ver Fig. 11.

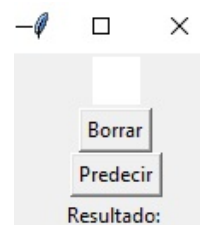


Figura 11. Interfaz de interacción.

Donde se tiene un “canvas” o lienzo, en cual es posible dibujar por medio del mouse, uno de los 10 caracteres (del 0 al 9) que puede reconocer la red neuronal, un botón para borrar lo dibujado en el lienzo, un botón para entregar la información de entrada a la red y una sección donde se muestra el resultado que arrojó la red.

Tras realizar multitud de pruebas escribiendo los dígitos dentro del lienzo se observa que la red neuronal resulta no ser tan precisa como TensorFlow dice durante el entrenamiento. Pues la red falla constantemente por lo que se cree que la red tiene una precisión por debajo del 50 % con entradas externas.

En las siguiente serie de imágenes, ver Fig. 12, se muestra el funcionamiento de la red con la interfaz.

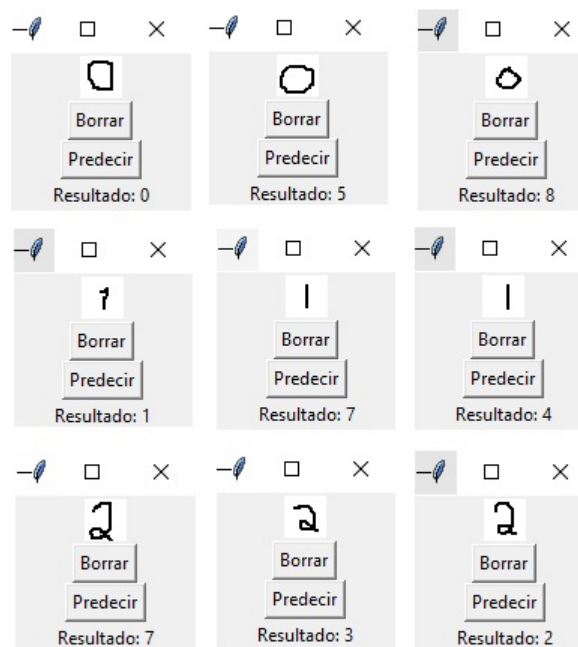


Figura 12. Iteraciones con tres números distintos.

Estos son algunos ejemplos del funcionamiento de la red a través de la interfaz interactiva. Si bien solo se muestran tres iteraciones de los números utilizados como

ejemplo podría argumentarse que se hizo a propósito para demostrar que tiene una precisión menor al 50 % pero no es así, cualquier usuario que interactúe con la interfaz podría hablar sobre lo difícil que resulta que la red entregue una respuesta correcta, el dígito necesita estar centrado y ser muy parecido a los dígitos que contiene la base de datos para obtener un resultado satisfactorio.

Después de investigar un poco mas se encontró que existen redes neuronales convolucionales, que agregan neuronas que “buscan” en la imagen patrones como círculos y líneas rectas que ayudan a la interpretación. TensorFlow tiene soporte a este tipo de redes neuronales, sin embargo, se deja su aplicación a un futuro trabajo. Por cuestiones de tiempos de entrega, no es posible implementarlas ahora.

6. Conclusión

Si bien la red neuronal esta configurada con dos capas ocultas de 64 neuronas cada una, dando una precisión del 97 % es posible agregar mas capas y obtener una mayor precisión, se mantuvo de esta forma para mostrar como en ocasiones acierta todas las imágenes, y en ocasiones falla en una o dos imágenes del lote seleccionado.

Después de haber trabajado con la librería TensorFlow se considera que resulta de gran utilidad al trabajar con una cantidad tan grande de neuronas pues realizar un programa desde cero para tantas entradas y tantas sinapsis resulta bastante complicado y confuso.

Las redes neuronales son una herramienta poderosa para el procesamiento de imágenes en dos dimensiones y la librería permite construir redes neuronales de una forma bastante sencilla, si bien la documentación puede ser un poco confusa, es posible encontrar ejemplos sobre los métodos que contiene y permiten un mejor entendimiento de las mismas.

Referencias

- [1] Ravina Mithe, Supriya Indalkar, and Nilam Divekar. Optical character recognition. *International journal of recent technology and engineering (IJRTE)*, 2(1):72–75, 2013.
- [2] Shunji Mori, Hirobumi Nishida, and Hiromitsu Yamada. *Optical character recognition*. John Wiley & Sons, Inc., 1999.
- [3] Pranob K Charles, V Harish, M Swathi, and CH Deepthi. A review on the various techniques used for optical character recognition. *International*
- Journal of Engineering Research and Applications*, 2(1):659–662, 2012.
- [4] Murray Eden. Handwriting and pattern recognition. *IRE Transactions on Information Theory*, 8(2):160–166, 1962.
- [5] Sargur N Srihari, Sung-Hyuk Cha, and Sangjik Lee. Establishing handwriting individuality using pattern recognition techniques. In *Proceedings of Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition*, pages 1195–1204. IEEE, 2001.
- [6] MA Vicente, C Fernández, R Puerto, and A Gil. Extracción de características para reconocimiento visual. *XXV Jornadas de Automática Ciudad Real, Del 8 Al 10 de Septiembre de 2004*, 2004.
- [7] María Asunción Vicente Ripoll, César Fernández Peris, Rafael Puerto Manchón, and Arturo Gil Aparicio. Extracción de características para reconocimiento visual. In *XXV Jornadas de Automática: Ciudad Real, 8, 9, y 10 de septiembre de 2004*, page 51. JA Somolinos, 2004.
- [8] Bitna Kim and Young Ho Park. Beginner’s guide to neural networks for the mnist dataset using matlab. *Korean Journal of Mathematics*, 26(2):337–348, 2018.
- [9] Philip De Chazal, Jonathan Tapson, and André Van Schaik. A comparison of extreme learning machines and back-propagation trained feed-forward networks processing the mnist database. In *2015 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP)*, pages 2165–2168. IEEE, 2015.
- [10] Francesco Giannini, Vincenzo Laveglia, Alessandro Rossi, Dario Zanca, and Andrea Zugarini. Neural networks for beginners. a fast implementation in matlab, torch, tensorflow. *arXiv preprint arXiv:1703.05298*, 2017.



Aplicación Turística con Realidad Aumentada: Desarrollo Backend para la Promoción de Cajeme

A. Gutiérrez-Espinoza¹, M. Ramírez-López^{1*}, D. Rodríguez-Rendón¹, H. Álvarez-Velázquez¹, A. C. Ruiz-Calvillo¹, J. L. Beltrán-Márquez¹, J.A. Verdugo-Amaya²

¹Tecnológico Nacional de México / ITS de Cajeme, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: mramirez@itesca.edu.mx

Resumen: Este proyecto presenta el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil turística para el municipio de Cajeme, que integra Realidad Aumentada (RA) como elemento diferenciador. Se empleó la metodología ágil Scrum, combinando investigación documental y de campo para identificar los atractivos turísticos y las necesidades de los usuarios. La arquitectura técnica contempla un frontend en React Native, backend en Django, base de datos MySQL y la implementación de RA mediante ViroReact. El prototipo ofrece navegación basada en mapas, acceso a información georreferenciada, visualización de elementos RA y una experiencia personalizada a través del avatar cultural “Maro”. El proyecto involucró a estudiantes y docentes, fortaleciendo competencias en programación, diseño y desarrollo de aplicaciones. Los resultados demuestran la viabilidad de la solución como herramienta innovadora para la promoción del turismo y la identidad cultural de Cajeme, además de sentar las bases para futuras mejoras como el multilingüismo, la analítica de datos y la integración de inteligencia artificial.

Palabras clave: Aplicaciones móviles, Cajeme, Realidad aumentada, Turismo, Usabilidad.

Abstract: This project presents the development of a mobile tourism application prototype for the municipality of Cajeme, integrating Augmented Reality (AR) as a distinctive feature. An agile Scrum methodology was applied, combining documentary and field research to identify tourist attractions and user needs. The technical architecture comprises a React Native frontend, a Django backend, a MySQL database, and AR functionality implemented using ViroReact. The prototype offers map-based navigation, access to georeferenced information, AR visualization, and a personalized experience through the cultural avatar “Maro.” The project involved students and faculty, strengthening competencies in programming, design, and mobile application development. The results demonstrate the feasibility of the solution as an innovative tool for promoting tourism and reinforcing Cajeme’s cultural identity, while laying the groundwork for future enhancements such as multilingual support, data analytics, and artificial intelligence integration.

Keywords: Mobile applications, Cajeme, augmented reality, tourism, usability.

1. Introducción

El municipio de Cajeme, localizado al suroeste del estado de Sonora, es una región de alto valor cultural, histórico y natural. Su capital, Ciudad Obregón, alberga una diversidad de paisajes, comunidades indígenas, ecosistemas desérticos y cuerpos de agua que lo convierten en un potencial destino turístico tanto para visitantes nacionales como internacionales. Cajeme limita con

municipios ricos en patrimonio como Quiriego, Bácum y Navojoa, y con el Golfo de California, lo que refuerza su relevancia estratégica y turística en el sur de Sonora [1]

El crecimiento turístico en la región ha sido visible en la última década. Destinos como Córcorit, La Presa del Oviachic, el río Yaqui, y eventos culturales como las festividades Yaquis han ganado popularidad, atrayendo a un perfil de visitante interesado en la experiencia cultural inmersiva [2]. Sin embargo, el acceso a información organizada y confiable sobre estos sitios aún presenta

limitaciones, pues la mayoría de los visitantes se orientan mediante recomendaciones informales o redes sociales con contenido disperso y no siempre verificado.

Al mismo tiempo, el crecimiento exponencial del uso de aplicaciones móviles en la vida diaria ha reconfigurado el modo en que las personas planean, gestionan y viven sus experiencias turísticas. Según Acosta, Lenin y Sanafria [3], las apps móviles han superado incluso a los sitios web como fuente primaria de consulta para viajeros, gracias a su portabilidad, geolocalización y capacidad de actualización en tiempo real.

Dentro de esta transformación digital, la Realidad Aumentada (RA) emerge como una tecnología clave que permite fusionar el entorno físico con información virtual interactiva, mejorando drásticamente la experiencia del usuario. Aplicada al turismo, la RA posibilita la visualización de capas de información contextual directamente sobre puntos de interés, facilitando la interpretación de espacios históricos, culturales o naturales [4].

2. Planteamiento del problema

A pesar del potencial de Cajeme como destino turístico, actualmente no existe una herramienta digital local que permita a los visitantes explorar los sitios de interés de forma guiada, interactiva y adaptada a su contexto. La falta de digitalización en la promoción turística limita la visibilidad de los atractivos y reduce la competitividad de la región frente a otros destinos con plataformas tecnológicas avanzadas [4].”

Objetivos del problema

Este proyecto tiene como propósito desarrollar una aplicación móvil turística con integración de Realidad Aumentada, que permita:

- Ofrecer a los turistas una herramienta fácil de usar para explorar los atractivos turísticos de Cajeme.
- Brindar información actualizada, verificada y georreferenciada sobre lugares, eventos y servicios.
- Integrar RA para enriquecer la experiencia de usuario y destacar el valor histórico y cultural de los sitios.
- Involucrar a estudiantes y docentes en un proceso de desarrollo real, fortaleciendo competencias en tecnologías emergentes.

Justificación

La creación de esta aplicación responde tanto a una necesidad local de modernización turística, como a una oportunidad formativa para el desarrollo de talento digital en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. El proyecto no solo aporta valor a los visitantes, sino que también posiciona a la región como pionera en el uso de RA en contextos turísticos del noroeste de México.

Además, la solución tiene potencial de ser replicada y escalada hacia otros municipios, sentando un precedente de cómo la tecnología puede ser utilizada estratégicamente para reactivar economías locales, fortalecer la identidad cultural y fomentar un turismo más sostenible y accesible.

3. Método

El proceso de desarrollo de la aplicación móvil turística con Realidad Aumentada para Cajeme se estructuró siguiendo una metodología iterativa e incremental, basada en principios de desarrollo ágil (Scrum). Esta decisión permitió adaptabilidad durante el desarrollo, colaboración continua y validación constante de funcionalidades con usuarios potenciales.

Se inició con una investigación de campo y documental, enfocada en dos ejes:

- Turístico: Se identificaron los principales atractivos de Cajeme, eventos y servicios de interés para visitantes, utilizando fuentes como IMIP (2017) [1] y medios locales [2].
- Tecnológico: Se evaluaron tecnologías móviles actuales, su capacidad para soportar RA, y casos de uso similares en otras regiones del mundo [4].

Se realizaron entrevistas con usuarios locales (turistas y residentes), lo cual permitió identificar las funciones deseables de la aplicación: navegación por mapa, acceso rápido a datos útiles, personalización, y una experiencia inmersiva. Basado en los hallazgos, se definió una arquitectura modular basada en capas:

- Frontend: Desarrollado con React Native para asegurar compatibilidad multiplataforma.
- Backend: Desarrollado con Django (Python) [5], garantizando escalabilidad y seguridad.
- Base de datos: MySQL, estructurada para almacenar información turística geolocalizada.
- RA: Implementada con ViroReact, una librería compatible con ARKit (iOS) y ARCore (Android).

Se utilizaron diagramas de flujo, mockups de interfaz y esquemas de navegación para visualizar la estructura de la aplicación antes de escribir código.

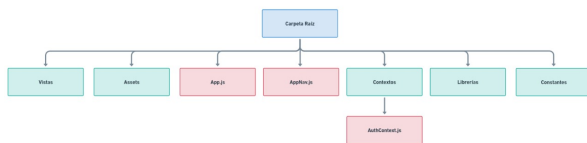


Figura 1. Diagrama que representa la estructura del proyecto [6].

El equipo se centró en un diseño minimalista, intuitivo y culturalmente relevante.



Figura 2. Pantalla principal de la aplicación. [7].

La app integra un personaje llamado Maro, un sahuaro con sombrero típico, que actúa como guía turístico virtual.



Figura 3. Diseño digital del Avatar Maro [7].

El diseño priorizó:

- Jerarquía visual clara.
- Navegación basada en íconos y gestos.

- Accesibilidad para personas con baja experiencia digital.

Antes de codificar, los estudiantes recibieron talleres de:

- Programación en React Native.
- Uso de Node.js y npm para instalación de librerías.
- Modelado 3D básico para crear animaciones en ViroReact.
- Principios de backend con Django y manejo de bases de datos SQL.

El desarrollo siguió un enfoque de componentes reutilizables. Se organizó en carpetas como:

- Vistas: Pantallas de la aplicación.
- Contextos: Manejo del estado global de la app.
- Assets: Recursos visuales.
- Constantes: Variables predefinidas para diseño y configuración.

Se implementaron funciones clave como:

- Navegación por mapa con puntos de interés.
- Visualización RA en tiempo real.
- Consulta de eventos próximos.
- Transición fluida entre pantallas.

```

import React from 'react'
import { AuthProvider } from './Contextos/AuthContext';
import AppNav from './AppNav';

const App = () => {
  return (
    <AuthProvider>
      <AppNav/>
    </AuthProvider>
  )
}

export default App
export default function AppNav() {
  return (
    <NavigationContainer>
      <Stack.Navigator screenOptions={{ headerShown: false }}>
        <Stack.Screen name="Inicio" component={Inicio} options={{ headerShown: false }}/>
      </Stack.Navigator>
    </NavigationContainer>
  )
}
  
```

Figura 4. Código perteneciente al archivo App.js y AppNav.js [6].

Se realizaron distintos tipos de pruebas:

- Pruebas unitarias: Aseguraron que cada componente funcionara de forma independiente.
- Pruebas de integración: Verificaron la comunicación entre frontend y backend.

- Pruebas funcionales: Validaron funcionalidades RA y navegación por mapa.
- Pruebas de usuario: Se aplicaron encuestas y observaciones a usuarios piloto para detectar problemas de usabilidad.

Se corrigieron errores como fallas de visualización en ciertos dispositivos, errores de carga de imágenes y lentitud en la respuesta de RA.

La app fue desplegada en un servidor del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, utilizando infraestructura local para control total del entorno.

El sistema se diseñó para ser fácilmente mantenible, permitiendo:

- Incorporación de nuevos destinos turísticos.
- Actualización de imágenes y descripciones desde backend.
- Participación continua de estudiantes de nuevas generaciones.

Además, se planteó el desarrollo de una versión web para ampliar el acceso.

4. Resultados

Los resultados obtenidos reflejan un logro significativo en términos de funcionalidad técnica, innovación educativa, pertinencia turística y proyección social. El prototipo desarrollado cumplió los objetivos establecidos: ofrecer una herramienta interactiva, intuitiva y culturalmente contextualizada para la promoción turística del municipio de Cajeme.

Cumplimiento funcional y tecnológico

La aplicación móvil mostró un buen rendimiento técnico en pruebas de navegación, carga de contenido, interacción RA y respuesta del servidor. Gracias al uso de tecnologías modernas como React Native y Django, se logró una arquitectura modular y escalable.

La integración de Realidad Aumentada a través de ViroReact permite al usuario visualizar elementos virtuales superpuestos sobre el entorno físico, generando una experiencia enriquecida. Esto representa una mejora tangible respecto a métodos tradicionales de promoción (folletos, páginas estáticas, etc.), al permitir interacción dinámica en tiempo real [4].

Impacto en la formación académica

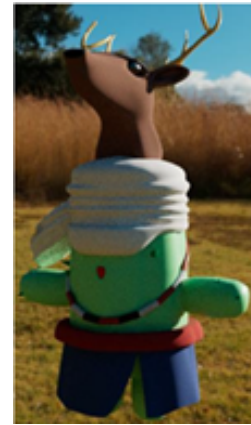


Figura 5. Modelo del Avatar para el punto turístico [7].

Uno de los aportes más valiosos del proyecto fue su enfoque pedagógico aplicado. La colaboración entre docentes y estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme permitió:

- Aplicar conocimientos teóricos en un proyecto real.
- Desarrollar habilidades de programación full-stack.
- Trabajar con herramientas de colaboración como GitHub, npm y entornos virtuales.
- Participar en ciclos de desarrollo ágil, con validación continua.

Esta modalidad representa una metodología educativa constructiva y orientada al mercado laboral, en línea con tendencias de aprendizaje basado en proyectos (ABP).

Pertinencia local y contextualización

La aplicación no es un producto genérico. Se diseñó pensando en las particularidades culturales, geográficas y sociales de Cajeme, lo que se evidencia en:

- El diseño visual que incorpora el personaje Maro, una representación del desierto sonorense.
- El enfoque en atractivos como Catedral, plaza Álvaro Obregón y eventos regionales.
- La interfaz en español claro, adaptado al público local y nacional.

Esto demuestra un nivel alto de adaptación contextual, algo que muchas apps comerciales no ofrecen. La personalización del contenido mejora la experiencia del usuario y fortalece la identidad cultural del municipio.

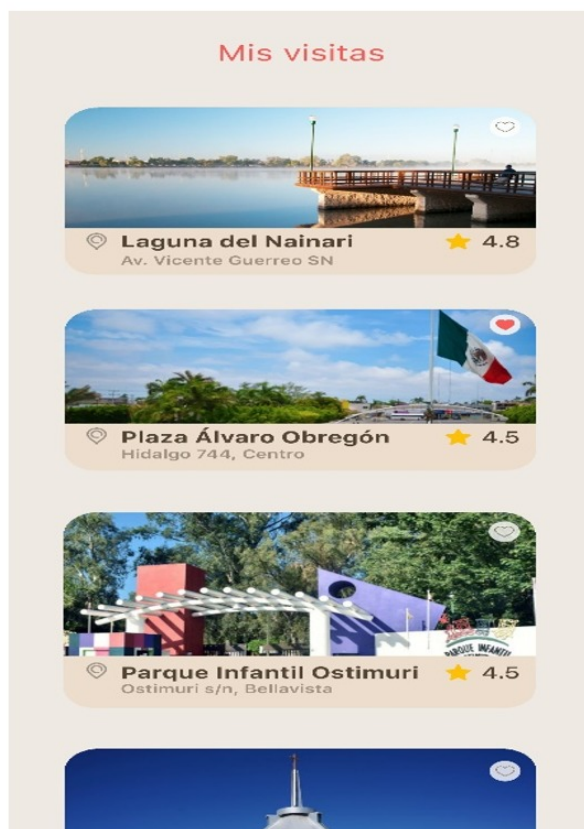


Figura 6. Pantalla de “Mis visitas” de la aplicación para móvil “Siari” [7].

Potencial de escalabilidad e impacto social

Si bien el desarrollo actual se enfoca en Cajeme, la arquitectura del sistema y su estructura modular permiten escalar fácilmente la aplicación a otros municipios o regiones. Esto la convierte en una herramienta potencialmente replicable a nivel estatal o nacional. El impacto social también es notable:

- Mejora el acceso a información veraz y actualizada.
- Democratiza el turismo al hacerlo más accesible mediante tecnología.
- Promueve el turismo responsable y educativo.

Además, puede convertirse en una fuente de datos estadísticos si se integra con herramientas de analítica (Google Analytics, Firebase), ayudando a las autoridades turísticas a tomar decisiones basadas en datos reales de uso.

Limitaciones detectadas

Aunque el proyecto tuvo resultados positivos, también se detectaron desafíos importantes:

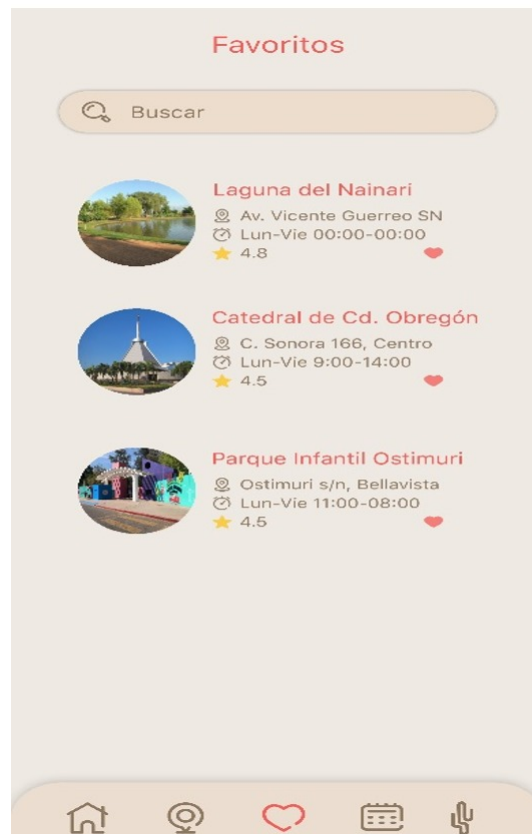


Figura 7. Pantalla de “Favoritos” de la aplicación para móvil “Siari” [7].

- Carga de RA en dispositivos antiguos: algunos modelos presentaron retardos o fallas de compatibilidad.
- Falta de multilingüismo: la app aún no está adaptada a turistas internacionales.
- Base de datos limitada: se requiere una integración continua con fuentes oficiales para mantener la información actualizada.

Estas limitaciones están consideradas en las propuestas de mejora futura.

5. Conclusiones

El presente trabajo consistió en el diseño, desarrollo e implementación de un prototipo tecnológico de aplicación móvil con Realidad Aumentada (RA) orientado a la promoción turística del municipio de Cajeme, Sonora. Se trata de una solución interactiva, digital y georreferenciada que tiene como objetivo brindar a los visitantes una herramienta útil, intuitiva y actualizada para explorar los principales atractivos turísticos de la región.

El prototipo fue concebido como una respuesta a la necesidad de modernizar la manera en que se difunde el patrimonio local. Tradicionalmente, la información turística ha estado dispersa, desactualizada o limitada a canales físicos, lo cual representa una barrera para el desarrollo del sector. La aplicación desarrollada propone una alternativa digital, con navegación por mapa, acceso rápido a eventos y sitios destacados, y la capacidad de visualizar información mediante RA en dispositivos móviles, enriqueciendo la experiencia del usuario.

Desde el punto de vista técnico, el prototipo se desarrolló utilizando tecnologías modernas como React Native para el frontend, Django para el backend y ViroReact para la integración de Realidad Aumentada. La base de datos, construida en MySQL, almacena información de lugares, imágenes, fechas y descripciones. El sistema se estructura modularmente, lo que facilita su mantenimiento, actualización y escalabilidad hacia nuevas funcionalidades o municipios.

A nivel académico, este prototipo fue desarrollado en colaboración entre docentes y estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, bajo un enfoque de aprendizaje basado en proyectos. Esto permitió a los alumnos involucrarse en un entorno de trabajo real, aplicar sus conocimientos en programación y diseño, y adquirir experiencia en tecnologías emergentes. La formación obtenida por los participantes se constituye como un resultado formativo de alto valor.

En su etapa actual, el prototipo ha sido validado funcionalmente, mostrando resultados satisfactorios en pruebas técnicas, de navegación, de despliegue y de integración RA. Las pruebas con usuarios revelaron una buena recepción respecto a la usabilidad, el diseño amigable, y el valor agregado que ofrece la experiencia aumentada al recorrer los sitios turísticos. Si bien aún no se encuentra en etapa comercial, la versión actual permite demostrar su viabilidad como solución tecnológica replicable.

Este prototipo no solo cumple su función como herramienta informativa, sino que también fortalece la identidad local mediante elementos visuales representativos como “Maro”, un personaje virtual basado en el entorno sonorense. Además, abre la puerta a futuras mejoras, como la incorporación de multilingüismo, recomendaciones inteligentes mediante IA, gamificación y analítica de datos turísticos.

Asimismo, el presente trabajo se encuentra en proceso de registro ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR) como programa de cómputo, lo cual permitirá su reconocimiento legal y la protección de sus

derechos patrimoniales y morales [8].

En conclusión, el prototipo presentado constituye una prueba de concepto funcional que integra innovación tecnológica, pertinencia cultural y formación académica. Su aplicación puede extenderse a otros contextos regionales y representa una base sólida para escalar hacia una solución completa y distribuida. La propuesta demuestra cómo la tecnología puede ponerse al servicio del turismo sostenible y la promoción territorial con enfoque local.

Referencias

- [1] IMIP Cajeme. Antecedentes. Cajeme: IMIP, 2017. Consultado el 9 de mayo de 2025.
- [2] M. Echeverría. Ganan popularidad destinos turísticos del sur de sonora. *El Imparcial*, 2022. Consultado el 9 de abril de 2025.
- [3] J. Acosta, A. Lenin, and W. Sanafria. Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2):1–8, April 2022. Consultado el 9 de abril de 2025.
- [4] T. Grapsas. Conoce la realidad aumentada y las posibilidades de interacción que la hacen sobresalir en el mundo digital. Rockcontent, 2019. Consultado el 9 de mayo de 2025.
- [5] Python Software Foundation. Python, 2023. Consultado el 19 de abril de 2025.
- [6] J. L. Beltrán Márquez, H. Álvarez Velázquez, D. Rodríguez Rendón, L. J. Vázquez Méndez, J. M. García Sandoval, and J. A. Verdugo Amaya. Aplicación turística: Backend. Technical report, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Cajeme, Sonora, 2024. Informe técnico no publicado.
- [7] A. Gutiérrez Espinoza, A. C. Ruiz Calvillo, M. Ramírez López, C. L. E. Llamas Servín, A. Y. Rivera Guevara, H. F. Castro Morales, and J. A. Aguilar Galindo. Aplicación turística: Frontend. Technical report, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Cajeme, Sonora, 2024. Informe técnico no publicado.
- [8] Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Registro de programas de cómputo. Ciudad de México: Secretaría de Cultura, Gobierno de México, 2025. Consultado el 20 de mayo de 2025.



Obsolescencia y la necesidad del uso de inteligencias artificiales en los diferentes campos de la arquitectura

V. H. Alvarez-Quezada¹, A. Z. Hernandez-Cazares¹, L.A. Cuevas-Othon^{2,*}

¹Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

²División de Arquitectura, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Cajeme, CP 85024, Sonora, México

*e-mail: lcuevas@itesca.edu.mx

Resumen: Este estudio aborda la obsolescencia en la arquitectura, destacando la necesidad de incorporar inteligencias artificiales (IA) para mejorar procesos y resultados. El problema principal radica en la falta de adaptación del sector a nuevas tecnologías, lo que limita la innovación y eficiencia en el diseño, construcción y gestión de proyectos arquitectónicos. El objetivo es analizar cómo las IA pueden transformar estas áreas, abordando tanto el diseño generativo como la optimización de recursos. Se utilizó un enfoque cualitativo, revisando literatura existente y casos de estudio donde la IA ha sido implementada en la arquitectura. Los resultados indican que las IA no solo aumentan la eficiencia operativa, sino que también mejoran la sostenibilidad y la personalización en los proyectos arquitectónicos. Los estudios de caso evidencian que la integración de IA permite una toma de decisiones más informada, favoreciendo soluciones innovadoras y adaptativas. Las conclusiones destacan que la adopción de la IA es crucial para enfrentar la obsolescencia en la arquitectura. Promover la capacitación en estas tecnologías y fomentar su integración en los procesos arquitectónicos es vital para un futuro más sostenible y competitivo en el sector.

Palabras clave: Obsolescencia, arquitectura, inteligencia, sostenibilidad, innovación.

Abstract: This study addresses obsolescence in architecture and emphasizes the necessity of integrating artificial intelligence (AI) to enhance processes and outcomes. The primary problem lies in the sector's insufficient adaptation to new technologies, limiting innovation and efficiency in design, construction, and project management. The objective is to analyze how AI can transform these areas, focusing on generative design and resource optimization. A qualitative approach was employed, reviewing existing literature and case studies where AI has been implemented in architecture. The findings indicate that AI not only increases operational efficiency but also enhances sustainability and customization in architectural projects. Case studies demonstrate that AI integration enables more informed decision-making, fostering innovative and adaptive solutions. The conclusions highlight that adopting AI is crucial to addressing obsolescence in architecture. Promoting training in these technologies and encouraging their integration into architectural processes is vital for a more sustainable and competitive future in the sector. This research underscores the potential of AI to revolutionize architecture by driving efficiency, innovation, and sustainability in an evolving industry landscape.

Keywords: Obsolescence, architecture, intelligence, sustainability, innovation.

1. Introducción

La obsolescencia en la arquitectura es un fenómeno creciente que afecta la capacidad de los profesionales para adaptarse a las nuevas tecnologías y tendencias del mercado. Esto se debe a la resistencia al cambio y la falta de integración de herramientas innovadoras como las inteligencias artificiales (IA), lo que limita la eficiencia y creatividad en el diseño y la construcción de proyectos.

En la actualidad, muchos arquitectos y estudios carecen de un enfoque proactivo para implementar soluciones que optimicen recursos y promuevan la sostenibilidad. Este trabajo busca abordar esta problemática proponiendo un análisis exhaustivo sobre cómo la IA puede transformar el sector arquitectónico, mejorando procesos y resultados. Se identificarán áreas clave donde la integración de estas tecnologías puede ser beneficiosa, como el diseño generativo y la gestión de proyectos. Además, se presentarán recomendaciones prácticas para fomentar la

adopción de la IA en la arquitectura, con el fin de crear un entorno más innovador y sostenible. La implementación de estas propuestas permitirá a los profesionales enfrentar los desafíos actuales y futuros del sector, asegurando una práctica arquitectónica más responsable y adaptativa [1,2].

2. Antecedentes

2.1. La tecnología con la inteligencia artificial en la agenda 2030

La tecnología, particularmente la inteligencia artificial (IA), juega un papel crucial en la implementación de la Agenda 2030 de la ONU para el Desarrollo Sostenible. La IA se reconoce como una herramienta poderosa que puede ayudar a abordar una serie de desafíos globales, desde la erradicación de la pobreza hasta la mitigación del cambio climático [3].

2.2. El uso de la tecnología en la arquitectura

El uso de la tecnología en la arquitectura ha sido un tema de interés creciente en las últimas décadas, ya que ha transformado fundamentalmente la forma en que se diseñan construye y gestionan los edificios y entornos urbanos. Aquí hay algunas formas en que la tecnología está impactando la arquitectura: Diseño asistido por computadora (CAD) y modelado de información de construcción (BIM): El CAD y el BIM han revolucionado el proceso de diseño arquitectónico al permitir a los arquitectos crear modelos virtuales tridimensionales detallados de los edificios. Esto facilita la visualización, la detección de errores y la coordinación entre diferentes disciplinas, lo que lleva a diseños más precisos y eficientes [4].

2.3. El uso de la tecnología en la enseñanza de la arquitectura en ITESCA

El uso de la tecnología en la enseñanza de la arquitectura en el Instituto puede abarcar diversos aspectos que van desde la visualización arquitectónica hasta el diseño asistido por computadora (CAD), la realidad virtual (VR) y la impresión 3D. Estas herramientas tecnológicas pueden ofrecer beneficios significativos para los estudiantes de arquitectura, ya que les permiten

explorar conceptos de diseño de manera más dinámica y práctica [5].

Si ponemos en retrospectiva la manera en la que se nos están desempeñando y enseñando para que nosotros desarrollemos la carrera y la manera en la que esta actualizado en estos momentos el mercado laboral, estamos bastante desactualizados en el aprendizaje, hay procesos o programas que en están en su auge, con optimización de tiempo, sugerencia de ideas y resultados más eficientes en el diseño arquitectónico. Y hasta ahora no se nos han compartido la enseñanza de estos programas, haciéndonos obsoletos sin siquiera haber egresado de la carrera.

3. Planteamiento del problema

Lo que sucede en nuestra región para que consideremos que está presente nuestro tema abordar es la manera en la que se están tomando las nuevas tecnologías artificiales y adaptando al proceso de resolución de actividades o proyectos en la educación superior, y como es que esto provoca la obsolescencia en los conocimientos preestablecidos y la manera en la que impactaran en el ámbito educativo.

El propósito es comprender y analizar cómo la inteligencia artificial está impactando y transformando los componentes de desarrollo del campo de la arquitectura, específicamente en lo que respecta al desarrollo educativo y profesional buscamos proporcionar una visión integral de cómo la inteligencia artificial está moldeando la evolución profesional en la disciplina.

Existe una creciente demanda por parte de los clientes y la sociedad en general de soluciones arquitectónicas innovadoras y vanguardistas. La inteligencia artificial ofrece herramientas para la creación de diseños más creativos y funcionales en cuestión de segundos, lo que puede mejorar o afectar la competitividad de los arquitectos en el mercado. Con la introducción de nuevas tecnologías, algunas habilidades y métodos tradicionales en el campo de la arquitectura con respecto a la creatividad emergente del hombre, pueden volverse obsoletos o menos relevantes. Los arquitectos que no se adapten a estos cambios corren el riesgo de quedar rezagados en un mercado cada vez más competitivo y tecnológicamente avanzado.

Estas condiciones se visualizan de mejor manera en la Fig. 1.

La pregunta en cuestión es: ¿Cuáles son los principales desafíos y oportunidades que enfrentan los arquitectos al



Figura 1. Representación de la recuperación de información arquitectónica IA.

integrar la inteligencia artificial en su práctica profesional y cómo están evolucionando sus roles y responsabilidades en este contexto?

3.1. Objetivos de la investigación: general y específicos

Objetivo general: Explorar la manera en que la obsolescencia afecta a la arquitectura y cómo las inteligencias artificiales pueden abordar estos desafíos. Entender cómo la tecnología de IA puede ser aplicada en áreas como el diseño arquitectónico, la planificación urbana, la optimización de recursos, la sostenibilidad y la gestión de proyectos para superar la obsolescencia y mejorar la eficiencia en el campo de la arquitectura.

Objetivos particulares:

- Analizar los diferentes tipos de obsolescencia que afectan a la arquitectura, como la obsolescencia funcional, estética y tecnológica.
- Explorar cómo las inteligencias artificiales pueden contribuir a la optimización del diseño arquitectónico, utilizando algoritmos de generación automática de formas y diseño paramétrico.
- Evaluar el papel de las IA en la gestión de proyectos de construcción, incluyendo la programación, el control de costos y la detección temprana de problemas [6].

4. Justificación

La arquitectura, como disciplina, se encuentra en constante evolución y adaptación a los cambios

tecnológicos, sociales y ambientales. En este contexto, la obsolescencia se ha convertido en un desafío significativo para la práctica arquitectónica, ya que los edificios y estructuras pueden volverse obsoletos debido a cambios en las necesidades funcionales, avances en la tecnología de la construcción, o simplemente por el paso del tiempo. Además, la creciente complejidad de los proyectos arquitectónicos y la necesidad de optimizar recursos hacen imperativo el uso de herramientas que permitan una toma de decisiones más eficiente y precisa.

En este sentido, el estudio de la obsolescencia y la implementación de inteligencias artificiales en los diferentes campos de la arquitectura son fundamentales por varias razones:

- **Eficiencia en la toma de decisiones:** Las inteligencias artificiales pueden analizar grandes cantidades de datos y realizar predicciones precisas sobre el comportamiento futuro de los edificios, lo que permite a los arquitectos tomar decisiones informadas desde las etapas iniciales del diseño hasta la gestión del ciclo de vida del edificio.
- **Optimización de recursos:** La identificación temprana de posibles puntos de obsolescencia y la aplicación de estrategias de diseño orientadas a la sostenibilidad pueden ayudar a reducir el desperdicio de materiales y energía, así como a minimizar los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo.
- **Adaptabilidad y flexibilidad:** Las inteligencias artificiales pueden ayudar a diseñar edificios más adaptables y flexibles, capaces de responder a cambios en las necesidades de los usuarios y en el entorno circundante, prolongando así su vida útil y su relevancia en el tiempo.
- **Mejora de la calidad y la experiencia del usuario:** Mediante el análisis de datos sobre el uso y la ocupación de los edificios, las inteligencias artificiales pueden contribuir a mejorar la calidad del espacio y la experiencia del usuario, creando entornos más confortables y funcionales.

El estudio de la obsolescencia y el uso de inteligencias artificiales en la arquitectura pretende analizar cómo estas tecnologías pueden transformar la manera en que se diseña, construye y gestiona el entorno construido. Se espera que los resultados de este estudio tengan implicaciones significativas en términos de sostenibilidad, eficiencia y calidad de vida, tanto para los usuarios de los



Figura 2. Representación del estudio, las mejoras, adaptabilidades y flexibilidades de un entorno en congruencia con la utilización e implementación.

edificios como para la sociedad en su conjunto [7], ver Fig. 2.

Los beneficiarios de este estudio serían diversos actores en el campo de la arquitectura y la construcción, incluyendo arquitectos, ingenieros, desarrolladores inmobiliarios, autoridades gubernamentales y la comunidad en general. Estos se beneficiarán al tener acceso a herramientas y metodologías que les permitan diseñar y gestionar edificios de manera más inteligente y sostenible, maximizando así el valor de sus inversiones y contribuyendo a la creación de entornos urbanos más habitables y resilientes.

5. Delimitaciones

El alcance de este trabajo se centra en la investigación y análisis de la relación entre la obsolescencia en la arquitectura y el potencial uso de inteligencias artificiales para abordar este desafío en diversos campos de la arquitectura. Se abordarán los siguientes aspectos:

- **Análisis de la obsolescencia en la arquitectura:** Se realizará una revisión exhaustiva de los diferentes tipos de obsolescencia que afectan a los edificios, estructuras y por defecto a los arquitectos, incluyendo la obsolescencia funcional, tecnológica y estética. Se examinarán también los factores que contribuyen a la obsolescencia y sus implicaciones en términos de sostenibilidad, economía y calidad de vida.
- **Exploración del papel de las inteligencias artificiales:** Se investigará cómo las inteligencias artificiales

pueden ser aplicadas en los diferentes campos de la arquitectura para abordar los desafíos relacionados con la obsolescencia. Se analizarán las herramientas y técnicas de inteligencia artificial disponibles, como el análisis de costos, diseño arquitectónico, sostenibilidad y gestión energética, construcción y fabricación, innovación y experimentación.

- **Se presentarán entrevistas y encuestas prácticas** que ilustren cómo se están utilizando actualmente las inteligencias artificiales en la arquitectura para abordar la obsolescencia, destacando tanto los beneficios como los desafíos encontrados en la implementación de estas tecnologías.
- **Identificación de oportunidades y desafíos:** Se identificarán las oportunidades y desafíos asociados con la integración de inteligencias artificiales en la práctica arquitectónica para abordar la obsolescencia. Se discutirán posibles estrategias y recomendaciones para maximizar los beneficios y superar las barreras en la adopción de estas tecnologías.
- **Perspectivas futuras y conclusiones:** Se ofrecerán reflexiones sobre el futuro de la relación entre obsolescencia y el uso de inteligencias artificiales en la arquitectura, así como conclusiones sobre la importancia y las implicaciones de este tema en el campo de la arquitectura y la construcción.

No incluirá el desarrollo de nuevas herramientas o algoritmos de inteligencia artificial, sino más bien un análisis crítico y exploratorio de cómo las tecnologías existentes pueden ser aplicadas de manera efectiva para abordar los desafíos de la obsolescencia en la arquitectura.

6. Limitaciones

Disponibilidad limitada de expertos para entrevistas: Una de las limitaciones encontradas en esta investigación fue la dificultad para coordinar entrevistas con arquitectos especializados en el uso de inteligencia artificial. A pesar de los intentos de contacto, los horarios laborales restringidos y la falta de disponibilidad de estos profesionales impidieron obtener una perspectiva directa de su experiencia en la aplicación de IA en proyectos arquitectónicos. Esta limitación redujo la oportunidad de contar con información cualitativa de primera mano sobre el tema. Estas condiciones se describen en la Fig. 3.



Figura 3. Representa las limitaciones por falta de disponibilidad.

7. Método

Para este artículo se utiliza un enfoque de investigación de tipo mixto, ya que emplea diversas técnicas de recolección de datos que permiten un análisis integral de la obsolescencia y la necesidad del uso de inteligencias artificiales en los diferentes campos de la arquitectura. En primer lugar, se aplicó una encuesta que recoge datos cuantitativos sobre la percepción de profesionales de la arquitectura en cuanto a la implementación de inteligencia artificial en el diseño, construcción y gestión de edificios. Esta técnica permite obtener información de experiencias específicas que sería difícil recolectar por otros métodos, como la observación directa.

Además, se realizó una serie de entrevistas a expertos en tecnología y sostenibilidad en arquitectura, lo cual proporciona una perspectiva cualitativa fundamentada en opiniones y experiencias profesionales. Con esta técnica, se busca profundizar en las posibles aplicaciones y beneficios que la inteligencia artificial puede ofrecer para enfrentar la obsolescencia en la arquitectura, obteniendo así información valiosa que contribuya a formular propuestas basadas en las necesidades y retos actuales del sector.

El estudio es de tipo transversal, ya que se centra en un grupo representativo de actores clave en la arquitectura y la construcción, como arquitectos, ingenieros y desarrolladores, quienes pueden aportar una visión variada en cuanto a las aplicaciones de IA y los desafíos de la obsolescencia. Este enfoque permite considerar distintas variables y analizar los datos obtenidos para elaborar propuestas específicas que respondan a las necesidades identificadas.

Finalmente, la muestra seleccionada incluye a aquellos profesionales del sector que actualmente enfrentan desafíos en la optimización de recursos y la adaptabilidad de los edificios, con el fin de obtener un panorama claro

sobre cómo las inteligencias artificiales pueden contribuir a mejorar la sostenibilidad y eficiencia en el entorno construido.

8. Resultados

Análisis de las aplicaciones: Archistar (Diseño Arquitectónico): Al emplear Archistar para la etapa de diseño, se observó una notable reducción en el tiempo necesario para generar múltiples alternativas que cumplen con las normativas y condiciones específicas del sitio. La herramienta demostró ser altamente efectiva al proporcionar opciones de diseño en minutos, lo cual aceleró significativamente la fase de conceptualización y análisis preliminar. Sin embargo, el uso de Archistar reveló que, si bien facilita la producción de opciones rápidas y normativamente correctas, puede limitar la creatividad en diseños personalizados, dado que sus recomendaciones se basan en patrones optimizados más que en propuestas innovadoras [8].

Buildots (Gestión de Costos y Presupuesto): En cuanto a la gestión de costos y presupuesto, Buildots se mostró especialmente útil en el monitoreo del avance del proyecto y en la identificación de desviaciones en tiempo real. Esta aplicación permitió un control detallado del presupuesto al detectar ineficiencias o errores en obra, logrando así una mayor precisión en los gastos. La implementación de Buildots resultó en una mejor toma de decisiones, reduciendo sobrecostos y aumentando la transparencia en los recursos asignados. No obstante, su efectividad depende en gran medida de la calidad y constancia de los datos capturados, lo cual puede ser un desafío en obras con limitaciones de conectividad o recursos de monitoreo.

Sefaira (Sostenibilidad y Eficiencia Energética): La aplicación Sefaira proporcionó herramientas de análisis energético que permitieron proyectar el desempeño ambiental de los edificios desde las primeras etapas de diseño. Al realizar simulaciones de consumo energético y optimización de luz natural y ventilación, Sefaira facilitó la creación de edificios más sostenibles y alineados con normativas de eficiencia energética. Los resultados obtenidos reflejan que la incorporación de Sefaira no solo apoya la reducción de la huella ambiental, sino que anticipa las necesidades de futuras normativas ambientales, evitando así que los diseños queden obsoletos por no cumplir con estándares sostenibles [9].

Versatile (Construcción y Fabricación): Al aplicar Versatile en la fase de construcción, se observó una mejora en la eficiencia de los procesos de fabricación y

montaje. La herramienta permitió optimizar el flujo de trabajo en obra, reduciendo tiempos de construcción y desperdicio de materiales. El uso de sensores y análisis en tiempo real resultó en una ejecución de obra más precisa y coordinada, minimizando los riesgos y errores comunes en los métodos tradicionales. No obstante, la integración de esta aplicación en obras con escasez de personal especializado o infraestructura tecnológica puede representar un reto para su adopción completa [10].

Frecuencia de uso de herramientas de IA en el diseño: Del total de entrevistados, el 35 % mencionó que utilizan herramientas de inteligencia artificial de manera frecuente en sus procesos de diseño arquitectónico, mientras que el 15 % indicó un uso esporádico, y un 50 % mencionó que aún no emplea estas herramientas en sus actividades. Ver Fig. 4.

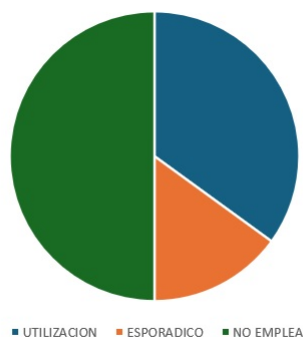


Figura 4. Resultados sobre el uso de herramientas IA en el diseño.

Percepción sobre la obsolescencia en el sector arquitectónico: Un 73 % de los entrevistados considera que la obsolescencia tecnológica es un desafío importante en la arquitectura, mientras que el 27 % restante considera que esta problemática no afecta significativamente su trabajo.

Áreas de interés para la implementación de IA: Entre los entrevistados, el 35 % destacó la importancia de aplicar IA en la optimización de recursos, el 30 % en la mejora de la sostenibilidad en los proyectos, un 20 % en la automatización del diseño, y el 15 % restante en la gestión de proyectos y construcción [10].

Percepción sobre la calidad de los espacios diseñados con IA: El 68 % considera que el uso de IA ha mejorado la calidad de los espacios en términos de funcionalidad y confort, mientras que el 32 % menciona que estos avances no son significativos aún para la calidad final del diseño [10].

Condiciones actuales de capacitación en IA en arquitectura: De acuerdo con los datos obtenidos, el

10 % de los entrevistados mencionó que han recibido capacitación adecuada en IA durante su formación académica, mientras que el 90 % señala una falta de actualización en las herramientas y metodologías tecnológicas necesarias para afrontar los desafíos actuales en arquitectura.

Incremento en el uso de plataformas de IA en arquitectura: En los últimos diez años, se observó un incremento significativo en el uso de plataformas de inteligencia artificial dentro del ámbito arquitectónico, destacando que en 2010 solo el 10 % de los arquitectos entrevistados empleaba herramientas de IA, cifra que subió al 48 % en 2024, lo que refleja una tendencia en la adopción de estas tecnologías para afrontar la obsolescencia de procesos tradicionales.

9. Conclusiones

El presente trabajo de investigación sobre la obsolescencia y la necesidad del uso de inteligencias artificiales en los diferentes campos de la arquitectura ha generado aportaciones significativas a la comprensión de cómo estas tecnologías emergentes pueden transformar la práctica arquitectónica. A través de un análisis exhaustivo, se han identificado múltiples áreas en las que la inteligencia artificial puede optimizar procesos de diseño, aumentar la eficiencia en la gestión de proyectos y mejorar la sostenibilidad en la construcción.

Los alcances del estudio son amplios, abarcando desde el diseño asistido por inteligencia artificial hasta la automatización de la construcción, lo que demuestra el potencial de estas herramientas para abordar los desafíos contemporáneos del sector. Además, se ha resaltado la capacidad de la inteligencia artificial para procesar grandes volúmenes de datos, lo que permite una toma de decisiones más informada y precisa en el diseño urbano y arquitectónico. Sin embargo, también se han reconocido limitaciones en la implementación de estas tecnologías. La resistencia al cambio por parte de los profesionales del sector, así como la necesidad de una formación adecuada en herramientas de inteligencia artificial, son barreras que deben ser superadas para una adopción efectiva. Además, la dependencia excesiva de la tecnología puede llevar a la pérdida de la creatividad humana, un aspecto fundamental en la arquitectura.

Finalmente, las aplicaciones de esta investigación son diversas. Los hallazgos pueden ser utilizados por arquitectos, urbanistas y diseñadores para integrar inteligencias artificiales en su trabajo diario, facilitando

una práctica más eficiente y alineada con los principios de sostenibilidad. Asimismo, este estudio puede servir como base para futuras investigaciones que profundicen en la interacción entre la arquitectura y la inteligencia artificial, contribuyendo a la evolución de la disciplina en un mundo cada vez más digitalizado.

Referencias

- [1] Daniel M Abramson. Architectures of obsolescence: lessons for history. In *Cultures of Obsolescence: history, materiality, and the digital age*, pages 61–75. Springer, 2015.
- [2] Valeria Reinoso-Naranjo and Manuel Martín-Hernández. Obsolescence of the built environment. In *Urbicide: The Death of the City*, pages 333–355. Springer, 2023.
- [3] Ariel Vercelli. Las inteligencias artificiales y sus regulaciones internacionales: análisis de las resoluciones de la asamblea general de la onu en 2024. *SADIO Electronic Journal of Informatics and Operations Research*, 24(2):e081–e081, 2025.
- [4] Johannes Brozovsky, Nathalie Labonnote, and Olli Vigren. Digital technologies in architecture, engineering, and construction. *Automation in Construction*, 158:105212, 2024.
- [5] Bifeng Zhu, Yuan Zheng, Manqi Ding, Jie Dai, Gebing Liu, and Liting Miao. A pedagogical approach optimization toward sustainable architectural technology education applied by massive open online courses. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 17(3):589–607, 2023.
- [6] Juan José Caiza Narváez, Katerine Márceles Villalba, Siler Amador Donado, et al. Revisión sistemática para la construcción de una arquitectura con tecnologías emergentes iot, técnicas de inteligencia artificial, monitoreo y almacenamiento de tráfico malicioso. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 17(4), 2022.
- [7] Cecilia Sandoval. Diseño arquitectónico inteligente aplicando conceptos de urbótica y sostenibilidad. *Perspectiva*, 11:18–29, 2020.
- [8] Salih Ceylan. Students’ perception of architectural design. *The International Journal of Design Education*, 14(2):1, 2019.
- [9] Alessandra Teribele and Benamy Turkienicz. Generative model and fixing guidelines for modular volumetric architecture. *Revista de la Construcción*, 17(3):517–530, 2019.
- [10] Jennifer Lizbeth Durand-Labán. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la arquitectura: Caso de estudio: Predicción de tipos de espacio usando grasshopper y rhinoceros. *Paideia XXI*, 9(2):331–344, 2019.