



Claudia Costa-De los Reyes
Verónica Muñoz-Sotomayor

Investigación y arquitectura

trabajos de fin de carrera

Investigación y arquitectura

Trabajos de fin de carrera

Claudia Costa-De los Reyes y Verónica Muñoz-Sotomayor, editoras
Investigación y arquitectura. Trabajos de fin de carrera

Quito: Universidad Internacional del Ecuador, 2024
1.^a edición, 336 pp. Vol: 15 x 21 cm

CDU: 72
ISBN 978-9942-682-02-4
DOI: <https://doi.org/10.33890/investigacionyarquitectura>

1. Arquitectura

Como citar: Costa-De los Reyes, C. y Muñoz-Sotomayor, V. (2024). *Investigación y arquitectura. Trabajos de fin de carrera*. Universidad Internacional del Ecuador. <https://doi.org/10.33890/investigacionyarquitectura>

Investigación y arquitectura. Trabajos de fin de carrera

© Universidad Internacional del Ecuador

Av. Simón Bolívar y Av. Jorge Fernández.
(593-2) 2985-600 / (593-2) 5000-600
www.uide.edu.ec

Directora editorial: María Belén Calvache

Asistente editorial: Andrea Farfán

Corrección de estilo: Valeria Molina, La Caracola Editores

Diagramación: Yanko Molina, La Caracola Editores

Imagen de portada: Render de Jamil Israel Carrillo Jara

Este libro fue sometido a un proceso de revisión por pares bajo el sistema de doble ciego (*peer review*).

Prohibida la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin autorización previa y por escrito de los propietarios del *copyright*.

Investigación y arquitectura

Trabajos de fin de carrera

Claudia Costa-De los Reyes
Verónica Muñoz-Sotomayor
Editoras



Índice



- 9** Prólogo

- 11** Capítulo I. El proyecto de fin de carrera: una experiencia de investigación en arquitectura
 - 13 El proyecto de fin de carrera: Una experiencia de investigación en arquitectura

- 33** Capítulo II. La enseñanza y el aprendizaje en las diferentes áreas de conocimiento de la arquitectura
 - 35 Enseñanza y evaluación de competencias en el área de urbanismo y diseño urbano
 - 41 Pensar en la enseñanza por competencias en el campo del diseño arquitectónico
 - 49 El rol de la teoría y la historia en el formación del futuro arquitecto
 - 55 Reflexiones y experiencias en la docencia del eje tecnológico

- 61** Capítulo III. Investigación académica en los ejes de diseño urbano, tecnologías constructivas y urbanismo. Estudiantes de arquitectura
 - 63 Investigaciones académicas del eje de diseño arquitectónico

- 65 Propuesta de lineamientos de diseño sensorceptivo para salas de terapia física. Estudio de caso: centro municipal de atención a personas con discapacidad N°. 1 Loja-Ecuador
- 81 Diseño de espacios educativos del siglo XXI, bajo el método pedagógico María Montessori, caso de aplicación: Escuela Dr. Edison Calle Loaiza
- 99 Intervención urbano arquitectónica de la plaza central de la parroquia El Cisne del cantón Loja
- 111 Guía de diseño para equipamiento de educación básica basado en la neuroarquitectura. Modelo aplicado para la escuela Miguel Riofrío
- 125 Diseño de vivienda emergente para situaciones de desastre en Ecuador
- 139 *Architectural geometry*: Exploración y experimentación en el diseño de un pabellón
- 153 Rehabilitación arquitectónica de un bien patrimonial de la ciudad de Loja. Caso de estudio: Vivienda de la Sra. Rosenda Burneo V.
- 169 Rediseño de la Unidad Educativa Dieciocho de Noviembre de la ciudad de Loja
- 187 **Investigaciones académicas del eje de tecnologías de la construcción**
- 189 Diseño de un panel de yeso-tatora con cualidades térmicas para cielo falso
- 205 Propuesta de un panel prefabricado no portante de microhormigón con agregado de fibras de plástico reciclado tipo PET
- 219 Propuesta de mortero para revestimiento, mediante el reemplazo del árido fino por partículas de polímeros reciclados tipo PET, en 5 %, 10 % y 20 %
-

- 233 Diseño de panel de hormigón reforzado con fibras de cabuyaCiencia, academia y cambio climático
- 247 Protocolo para la documentación de bienes patrimoniales de Loja, Ecuador, mediante del uso de BIM
- 261 Diagnóstico arquitectónico del síndrome del edificio enfermo en las viviendas de interés social ciudad victoria de la ciudad de Loja
- 277 **Investigaciones académicas del eje de urbanismo**
- 279 Diseño del espacio peatonal en los ejes nortesur de la Av. Nueva Loja y calle Dieciocho de Noviembre
- 291 Diseño de un centro de desarrollo comunitario mediante una metodología participativa en el barrio Motupe alto de la ciudad de Loja
- 305 Diseño urbano-arquitectónico de un conjunto de vivienda social productiva en el sector de Menfis-Obrapía de la ciudad de Loja
- 321 Localización física-espacial para vivienda de interés social en la ciudad de Loja, considerando principios de hábitat urbano de calidad

Prólogo

Escribe el poeta y arquitecto Joan Margarit:

«Un poema es como la estructura de un edificio muy particular a la que no le puede faltar ni sobrar ni un pilar, ni una viga: si sacásemos una sola pieza, se desplomaría. Si en un poema se saca una sola palabra, o se cambia por otra y no pasa nada, es que no era un poema. O todavía no era un poema. Sólo llega a serlo cuando no se puede sacar o cambiar pieza alguna de la estructura. Pero entonces tampoco será necesariamente un buen poema: esto es otro tema que tiene más que ver con la otra característica a la que yo me refería: la exactitud. Un poema ha de decir justo lo que necesita (la mayor parte de las veces sin saberlo) su lector o lectora. De esta exactitud viene el poder de consolación de la poesía, porque la poesía sirve para introducir en la soledad de las personas algún cambio que proporcione un mayor orden interior frente al desorden de la vida. A la angustia por este desorden a veces se intenta hacerle frente con los entretenimientos, pero la diferencia es que de un entretenimiento se sale tal como se ha entrado. Sólo se ha pasado un rato. En cambio, al acabar de leer un poema ya no somos los mismos porque ha aumentado nuestro orden interior».

Investigar, es construir un poema. Es partir de la nada absoluta, abrazar un problema e imaginarse una posible solución. La solución a un problema de investigación, de hecho, es un acto mismo de creación, individual o colectivo y esa búsqueda de lo nuevo, de lo impropio, de la posibilidad de la imposibilidad es aquello, que como diría Harari, nos vuelve humanos.

Este texto a continuación trata de ello, de capítulos de poemas arquitectónicos. De versos creados por estudiantes intentando solucionar problemáticas actuales de nuestras ciudades en el campo de lo urbano, hasta propuestas de diseños puntuales. Esta recopilación de proyectos, trata también de versos arquitectónicos, donde los maestros comparten la importancia del aprendizaje por competencias, el rol del profesor, de la técnica y la tecnología en el campo de la arquitectura.

La arquitectura, como disciplina, requiere un equilibrio delicado entre la técnica y la imaginación, entre la funcionalidad y la estética, entre lo práctico y lo poético. En cada uno de estos proyectos, se refleja esa dualidad, y es particularmente gratificante ver cómo nuestros estudiantes han abordado desafíos contemporáneos con una visión fresca, creativa y profundamente arraigada en la realidad de nuestro entorno.

Cada proyecto materializa una visión única y personal del espacio, la forma, y la función. Los trabajos aquí reunidos son mucho más que requisitos académicos; son manifestaciones del futuro de la arquitectura, elaboradas con dedicación y una profunda comprensión de la responsabilidad que conlleva esta profesión. El publicar los proyectos aporta a las futuras generaciones de arquitectos, no solo a soñar, sino también a convertir esos sueños en realidades que puedan ser vividas, experimentadas y apreciadas.

Este libro, parafraseando a Joan Margarit, es un gran poemario compilado por dos brillantes maestras, Verónica Muñoz y Claudia Costa, que como bien citan al inicio, son trabajos que van por la ciencia de la mano de lo factible y lo funcional, siendo muestra viva de lo que la Universidad Internacional ve, trabaja y palpa con y para nuestros alumnos. Este libro también es un reflejo del esfuerzo colectivo de la facultad por fomentar un ambiente académico que impulsa a los estudiantes a explorar más allá de los límites convencionales. Aquí, se promueve un pensamiento crítico y se valora la capacidad de transformar ideas en proyectos tangibles que puedan impactar positivamente nuestras ciudades y comunidades.

Bienvenidos a leer estos versos arquitectónicos.

Pablo Ruiz Aguirre- Rebeca Gallegos
Prorrector Sede Loja-Decana de Arquitectura UIDE

Capítulo I

El proyecto de fin de carrera:
una experiencia de investigación en
arquitectura

El proyecto de fin de carrera: Una experiencia de investigación en arquitectura

Claudia Costa-De los Reyes
Universidad Internacional del Ecuador

Verónica Muñoz-Sotomayor
Universidad Internacional del Ecuador

Resumen

Este artículo tiene como objetivo identificar el marco conceptual y operacional que subyace bajo el proceso de las investigaciones de pregrado dentro de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador, sede Loja (UIDE-L). La intención es proporcionar una mirada sobre los diferentes procesos que se realizan para la investigación en arquitectura, como aporte al conocimiento académico y científico para los estudiantes de esta carrera. Para ello se desarrolla una discusión en torno al trabajo de fin de carrera entre 2018 y 2021, para evaluar qué y cómo se investiga, a partir de una base de datos donde se clasifican los temas por objeto de estudio para detectar tendencias y realizar un análisis de su estructura y contenido. Las temáticas abordadas en estos trabajos están vinculadas con la resolución de problemas reales y, dependiendo del tipo de investigación y enfoque metodológico, se usan diferentes herramientas para la recopilación de información y análisis de datos. Como resultado de esta reflexión, se evidencia que las investigaciones académicas vinculan teoría y práctica mediante la resolución de proyectos que se enmarcan en una problemática real y contextual. Además, el trabajo

de fin de carrera no se limita al ejercicio de diseño sino que, en el desarrollo de la investigación, los estudiantes también analizan y generan nuevo conocimiento, que complementa el criterio técnico que debe aplicarse en el diseño.

1. Introducción

El trabajo de fin de carrera busca validar las competencias en los desafíos de la profesión. Estas no solo implican la capacidad de realizar proyectos arquitectónicos y aplicar conocimientos técnicos, sino también analizar, investigar y comprender problemáticas en un contexto local y global, tal como lo estipula el perfil de egreso de la carrera de Arquitectura. Comúnmente, dentro de la comunidad académica, el trabajo de fin de carrera es entendido como una «tesis de grado». Entre las particularidades del trabajo de grado y una tesis propiamente dicha, está la finalidad, la necesidad de formular hipótesis y la evaluación. El objetivo del trabajo de grado es la demostración de dominio de competencias adquiridas (Lagrange, 2014), por medio de proyectos donde se incluye la investigación, que no necesariamente parte de una hipótesis. Los tipos más frecuentes de trabajos de grado que se aplican en carreras técnicas son: a) trabajo de investigación basado en modelos teóricos o empíricos, b) revisión de la literatura de un problema concreto, c) estudio de caso (Amat y Rocafort, 2017).

En la Escuela de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador, conforme con el reglamento UNIANDES 2018, como modalidades de titulación, los estudiantes pueden optar por proyecto de investigación, estudio o análisis de caso, modelo de negocios o artículo científico. En la carrera de Arquitectura, se ha trabajado en la mayoría de los casos con la modalidad de proyecto de investigación. En 2019, se estableció que la opción de titulación sea un trabajo de integración curricular (proyecto integrador) que consiste en un ejercicio proyectual a partir de aspectos investigativos teórico-prácticos y la aplicación de conocimientos adquiridos en relación con las diferentes áreas de conocimiento: a) diseño arquitectónico, b) diseño urbano o territorial, c) tecnologías constructivas y d) teoría e historia. A pesar de la transición en el producto del trabajo de fin de carrera, el espíritu de esta actividad ha estado siempre alineado a la investigación. Por ello, es importante profundizar la reflexión

del proceso y resultado de la experiencia investigativa del estudiante como trabajo evaluativo previo a la obtención de su título profesional.

La Escuela de Arquitectura se enfoca en que sus egresados se distingan por ser profesionales humanistas, críticos, sociales y éticos que respondan con soluciones arquitectónicas creativas e integrales a las problemáticas relacionadas con el ser humano y su hábitat construido, mediante el análisis y el pensamiento crítico que les permitan trabajar dentro de los ámbitos propios de su profesión. En este sentido, se busca vincular el trabajo de fin de carrera con el ámbito de investigación para que, con metodologías coherentes, se analice, entienda y resuelva mediante propuestas arquitectónicas creativas, coherentes, responsables, contextualizadas e incluyentes una problemática desde varias perspectivas en un contexto local y global (Normativa interna de titulación, 2021).

Para los estudiantes, enfrentarse al trabajo de fin de carrera se ha revelado como el mayor reto de la preparación en el primer escalón del nivel superior, pues implica poner a prueba las competencias adquiridas durante los años formativos (Lagrange, 2014). El proyecto, en todas sus fases, se desarrolla durante tres semestres académicos bajo la guía de un director y de dos asesores en el área tecnológica y urbana. Con ello, se apuesta por un trabajo que incorpore todos los enfoques de conocimiento asociados a la práctica de la arquitectura, aplicados a casos reales.

Otra destreza importante que se aplica y evalúa por medio del proyecto de fin de carrera es la comunicación escrita y oral. Diversos autores plantean que, en el nivel superior, es imprescindible la adopción de estrategias metacognitivas en los procesos de lectura y escritura, que fomenten la comprensión y el aprendizaje (Lagrange, 2014). La educación superior no se limita a la transmisión de conocimientos, sino que apunta a la formación en competencias (Herrero *et al.*, 2015). La competencia de leer, comprender textos y sintetizarlos de manera oral y escrita suele ser subestimada en la educación superior. Actualmente, se tiene una gran cantidad de información disponible, y los estudiantes están expuestos a diversidad de textos, por lo que *a priori* se requiere pensamiento crítico y comprensión lectora (Hosseini *et al.*, 2012). Una correcta lectura garantiza una correcta escritura.

Tomando en cuenta que la investigación es una herramienta para conocer, analizar y explicar la realidad, los documentos evidencian que la investigación y el aprendizaje en el campo de la arquitectura se aborda desde

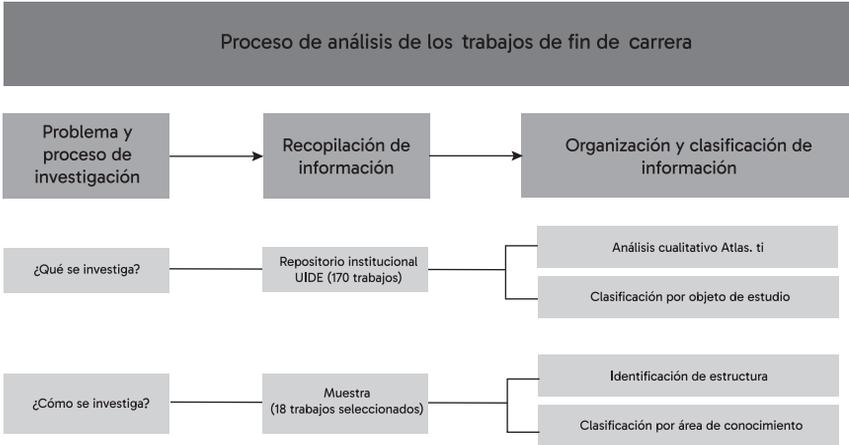


Figura 1. Proceso de análisis de los trabajos de fin de carrera 2018-2021 UIDE

diferentes escalas, entendiendo la solución en relación con el territorio, el programa y las personas; y donde cada trabajo aporta conocimiento y procesos de diseño, que permitan idear y plantear proyectos de arquitectura que luego pueden transformarse en obras materiales (Fox, 2017). En este sentido, difundir las experiencias académicas de los estudiantes permite contribuir al conocimiento por medio de propuestas que aportan al desarrollo desde la intervención en distintos territorios, a partir de la aplicación de metodologías que incorporan de forma simultánea la teoría, la práctica y la técnica para proyectar arquitectura.

Este capítulo se desarrolla bajo la guía de dos preguntas: **¿cómo las investigaciones de pregrado responden a problemáticas reales?**; y **¿mediante qué proceso de investigación se aborda el trabajo de fin de carrera en arquitectura?** Estas cuestiones constituyen el eje central de la discusión con miras a contribuir a la reflexión sobre el rol del trabajo de fin de carrera en arquitectura, tomando como objetos de estudio el territorio, la ciudad y el edificio. Dicha mirada crítica permite mostrar el camino recorrido por los estudiantes a través de la experiencia en investigación.

Para responder a estas preguntas, se analizan los trabajos de fin de carrera de la Escuela de Arquitectura de la UIDE en el período 2018-2021. Con

el repositorio de este período, se realiza un análisis cualitativo con relación a los títulos de los proyectos para identificar las temáticas tendenciales de investigación. Además, se utilizan los trabajos de fin de carrera que forman parte de esta publicación para clasificar las áreas de conocimiento e identificar la estructura y el proceso de investigación.

2. Sobre qué se investiga

Uno de los propósitos del trabajo de fin de carrera es el desarrollo y la consolidación de capacidades investigativas aplicadas al conocimiento de la arquitectura. En este sentido, es importante reflexionar sobre la coherencia epistemológica del área de conocimiento y la conciencia social reflejada en los problemas de hábitat que se analizan desde la investigación de pregrado. Esto quiere decir que el trabajo de fin de carrera no solo evidencia competencias de diseño, sino también las asociadas al quehacer de la investigación científica, como las habilidades metacognitivas, el análisis crítico y la capacidad de proponer soluciones innovadoras.

Existe un gran debate sobre si el diseño es o no producto de un trabajo científico. La ciencia es la búsqueda de conocimiento para la descripción de la realidad por medio de afirmaciones fiables. Pero el término fiable no solo puede referirse a «verdadero» y «probable» para las ciencias empíricas, sino también a «factible» y «funcional» para las ciencias técnicas (De Jong y Van Der Voordt, 2002). El diseño es la representación de una posibilidad, aunque no sea probable, con aplicación de conocimiento que sí es probable: por ejemplo, el sistema de soporte de un edificio. Aunque un diseño puede surgir sin evidencia empírica, como solución a una necesidad (tanto del usuario como del contexto), buscará comprender la realidad y resolver incógnitas de conocimiento que puedan justificar la mejor y más eficiente propuesta de diseño entre una gran diversidad de alternativas. El diseño podrá considerarse un trabajo científico en la medida en que aplique el método científico en la búsqueda del conocimiento probable sobre un problema o fenómeno, que permita llegar a un producto que es una solución posible a un problema.

El diseño arquitectónico y urbano tiene una amplia gama de propósitos y aplicaciones orientados a resolver un problema. Elshater y Alwear (2022) sostienen que es una necesidad urgente y un reto, principalmente en el área

del diseño urbano, que los estudiantes y primeros investigadores sean conscientes de lo que ocurre en los proyectos de la vida real. Siendo el trabajo de fin de carrera un proyecto integral y de carácter evaluativo, su directriz es un problema de investigación que es analizado a profundidad a fin de fundamentar las decisiones de diseño o de ordenamiento espacial, y los hallazgos de la investigación.

En el caso del programa de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador, el problema es identificado por el estudiante, el mismo que es «contextual» porque se analiza en su realidad de la manera más objetiva, tal y como se presenta (Pérez, 2017). Este planteamiento constituye un primer ejercicio de investigación, pues, para determinar y proponer una necesidad real, el estudiante recurre a varias fuentes como: a) agendas locales, planes territoriales y urbanos que exponen las carencias de equipamientos y conflictos territoriales; b) publicaciones científicas sobre un tema de interés, para identificar vacíos de conocimiento, y c) normativas y estándares internacionales que se complementan con la observación directa y consulta a expertos. Así, el objeto arquitectónico que va a diseñarse cumple con una necesidad local: aborda un problema de la vida real dentro de un contexto socioeconómico y cultural que condicionará la propuesta.

La propuesta de trabajo de fin de carrera se desarrolla en una asignatura de tipo seminario. Esta actividad es uno de los primeros desafíos de investigación para los estudiantes: proponer un problema de investigación parte de un análisis crítico de la realidad. Muchos estudiantes erróneamente buscan una idea de diseño (la solución) en lugar de una situación conflictiva, carencia o necesidad (el problema); ello reafirma la importancia de la curiosidad y reflexión como actitudes que fomentan la investigación y consecuentemente el desarrollo de las sociedades. Así, el problema de investigación, vinculado a la práctica del diseño arquitectónico y urbano, las tecnologías constructivas o el conocimiento teórico, es identificado por los estudiantes según su interés y es fundamentado en un primer ejercicio investigativo para generar su tema de proyecto. Los temas seleccionados se han enfocado en varios propósitos: a) en la búsqueda de conocimiento sobre el contexto aplicado al diseño, según evidencia empírica; b) en la propuesta y experimentación de un producto innovador en tecnologías constructivas, y c) en la búsqueda de conocimiento teórico a partir del análisis crítico de varias posturas.

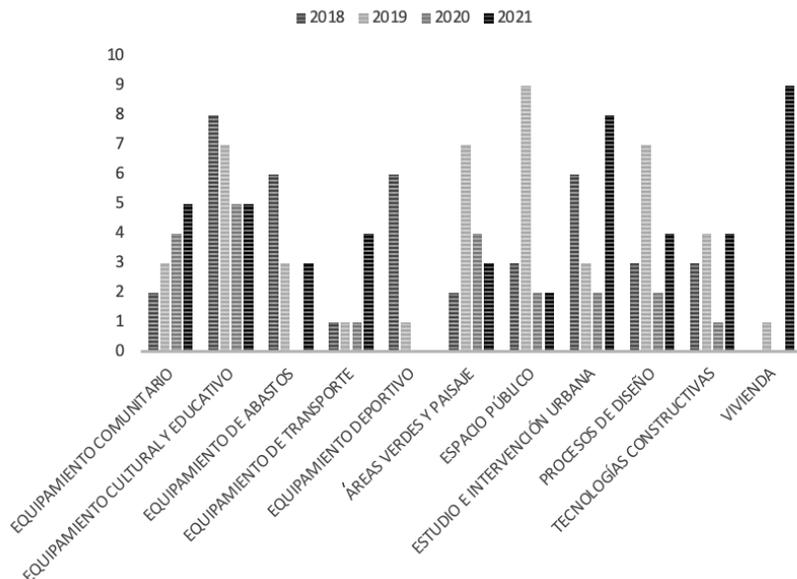


Figura 2. Intereses de investigación según el objeto de estudio entre 2018 y 2021
 Fuente: repositorio y bases de datos de registro de temas de investigación de la Facultad de Arquitectura – extensión Loja

La libertad de selección de temas del proyecto de fin de carrera evidencia también hacia dónde están orientados los intereses de los estudiantes. En la **figura 2**, se muestra la categorización de los objetos de estudio de ciento setenta trabajos de fin de carrera, elaborados entre 2018 y 2021. Aunque la distribución no muestra gran desequilibrio, se puede evidenciar que los estudiantes tienen mayor o menor preferencia por ciertos objetos de estudio en diferentes años (o diferentes promociones de graduados). Esto nos permite inferir que los temas coyunturales de la planificación urbana, la formación del estudiante o una necesidad del contexto temporal tienen cierta influencia. Por ejemplo, para 2021, toma mayor importancia la vivienda y equipamientos comunitarios, que no habían tenido mucho interés en los años anteriores. El contexto de la pandemia y la emergencia sanitaria de 2020 despertó en los estudiantes una gran reflexión sobre los problemas de la habitabilidad de la vivienda y la debilidad de los ser-

vicios comunitarios cercanos a escala de barrio. Estos trabajos se culminaron y presentaron en 2021. De igual manera, en 2019, hay un gran interés por el espacio público, las áreas verdes y el paisaje. Particularmente, las tecnologías constructivas no se abordan con la misma frecuencia, quizá por la rigurosidad experimental que exige una innovación tecnológica. Por este mismo hecho, los productos de este tipo de investigaciones tienen gran relevancia científica.

En cuanto a las competencias, el aporte académico del proyecto de fin de carrera es la herramienta que le permite al estudiante demostrar que ha alcanzado todas las destrezas y conocimientos necesarios para competir en el campo laboral y desempeñarse como un profesional ético. Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto de fin de carrera no se limitará al ejercicio de diseño sino que, en el desarrollo de la investigación, los estudiantes también analizarán y generarán nuevo conocimiento, que complementará el criterio técnico que se aplique en el diseño. Así, por ejemplo, para diversos objetos de estudio como equipamiento, vivienda, parques o plazas, el diseño arquitectónico tendrá un valor agregado que puede ser el enfoque metodológico en el proceso de diseño, la aplicación de criterios bioclimáticos o estrategias de diseño sostenible, o de estudios fenomenológicos del espacio como la neuroarquitectura, etc. En otros casos, también se realizan análisis y evaluación del objeto construido en relación con las normativas de diseño. En la **figura 3**, se muestra una nube de palabras de la lista de los títulos de las investigaciones entre 2018 y 2021. En esta imagen, se demuestra que el principal propósito es el diseño arquitectónico; luego, expresiones como «intervención», «estrategias», «análisis», «metodología» dan una idea de la forma de actuación en el objeto arquitectónico y la forma de abordar el problema de investigación. Además, se muestran palabras como «parroquial» o «comunitario», que son la evidencia de la asociación del trabajo con un contexto real.

En definitiva, lo que se aborda en un trabajo de fin de carrera es un ejercicio de diseño arquitectónico o urbano, una propuesta en tecnologías constructivas, o un aporte al conocimiento teórico que se justifica en un problema o necesidad de investigación. La relación que tiene este trabajo con los problemas reales de gran dedicación horaria para estudiantes y docentes denota una gran oportunidad de desarrollo de investigaciones en fases exploratorias para los estudiantes y como aportes a proyectos macro de investigación de la escuela. Para ello, es importante enriquecer los problemas de investigación asociados a la arquitectura y el urbanismo que se encuentran en tendencia y son más emergentes.



Figura 3. Nube de palabras por frecuencia de aparición en los títulos de trabajos de fin de carrera
Fuente: repositorio y bases de datos de registro de temas de investigación de la Facultad de Arquitectura – extensión Loja.

Por ejemplo, se ha evidenciado que la sustentabilidad es un tema en tendencia en la investigación relacionada con la arquitectura (Costa de los Reyes *et al.*, 2021). En relación con las agendas mundiales y locales de desarrollo, las ciudades son un objeto importante de estudio que se aborda con interés y preocupación por el rol que cumplen en la mitigación del cambio climático (Barton, 2009). Así mismo ocurre con la aplicación del BIM (*building information modelling*), que en los últimos cinco años ha sido la herramienta más popular de administración de la información y que tiene gran aplicación en la vida profesional (Çapkin, 2020). Además, abordar estos temas propicia la pedagogía del aprendizaje basado en problemas (ABP), en que el conocimiento se desarrolla a partir del conflicto cognitivo, para lograr un aprendizaje integrado que aglutina el *qué*, el *cómo* y *para qué* se aprende (Escribano y Del Valle, 2015). Los problemas son cada vez más complejos, la arquitectura y la ciudad se vinculan a fenómenos sociales y cambios tecnológicos que se modifican a pasos agigantados y las problemáticas requieren cambios metodológicos y de paradigma.

En este escenario, no hay que subestimar el aporte que se pueda generar desde las investigaciones más modestas de la comprensión de la realidad.

3. Proceso de investigación aplicado al proyecto de fin de carrera

James Snyder define la investigación como sistemática dirigida hacia la creación de conocimiento, es decir que existe un proceso consciente de cómo se extrae información particular de nuestra experiencia, cómo se categoriza, analiza y presenta (como se cita en Groat y Wang, 2013). En tal contexto, este apartado se enfoca en identificar la dinámica del proceso de investigación en los diferentes ámbitos de las investigaciones a través de los cuales se estructura el trabajo para resolver la problemática identificada, teniendo en cuenta que el acto de investigar es realizar diligencias para descubrir algo y que puede tener diferentes objetivos y tipos; sin embargo, todo trabajo comienza a partir de la necesidad de resolver un problema (Neill y Cortez, 2018).

Es necesario, entonces, identificar el marco conceptual y operacional que subyace bajo el proceso de diseño de los trabajos de fin de carrera dentro de la Escuela de Arquitectura de la UIDE-L, con la intención de proporcionar una mirada sobre los diferentes procesos que se realizan dentro de la investigación en arquitectura como aporte al conocimiento académico y científico para los estudiantes de esta carrera.

Para entender la naturaleza de la investigación en arquitectura, Groat y Wang (2013) explican la complementariedad de la investigación y el diseño, al comprender la profundización en los procesos de investigación que, aunque son dominios diferentes, tienen cualidades comparables; señalando que los estudiantes y practicantes de programas profesionales generalmente se enfocan en las actividades relacionadas con el diseño y, de forma esporádica, la investigación, mientras que los estudiantes de programas de maestría y consultores experimentan un equilibrio de estas actividades y los estudiantes de doctorado se enfocan más en la investigación (**figura 4**).

Esto da cuenta de que si bien la actividad de investigación dentro del pregrado no es científica, los estudiantes realizan trabajos en que se investiga no solamente el requerimiento (problema de diseño), sino el proceso de diseño consecuente con el tema que se está abordando. De este modo, se tienen como

PREGRADO	MS	PhD
DISEÑO		INVESTIGACIÓN
Practicantes	Consultores Firmas especializadas	Académicos investigadores

Figura 4. Complementariedad de la investigación y el diseño
Fuente: Groat y Wang, 2013

resultado investigaciones descriptivas y experimentales. En las primeras, se describen características de un objeto o grupo de estudio utilizando criterios sistemáticos que permiten determinar la estructura o el comportamiento de lo estudiado y que pueden realizarse mediante metodologías cualitativas o cuantitativas; en las segundas, se manipulan variables para llegar a una conclusión, se descubre la causa-efecto de una relación causal y se utiliza metodología cuantitativa (Guevara *et al.*, 2020).

En el diseño, la discusión sobre la producción de conocimiento y el proceso creativo como método y objeto de estudio ha tomado mucha fuerza y ha dado origen a la reflexión de que un aprendizaje con enfoque investigativo aporta al pensamiento crítico y complejo, necesario para generar soluciones técnicas dentro de los contextos en los que se circunscriben las propuestas de proyecto (Villadiego *et al.*, 2018). En este sentido, conocer el proceso de investigación y creación de la arquitectura contribuye a la discusión que permite avanzar en la respuesta creativa ante la complejidad de las realidades que se abordan tanto territorial como arquitectónica y técnicamente.

Es importante entender también que el proceso de proyecto es complejo y que, en él, pensamiento y creación están relacionados, pues a medida que el pensamiento madura durante la elaboración de una propuesta, las ideas

comienzan a concretarse en formas, materiales y sistemas constructivos (Alba, 2017). Es por ello que el proceso investigativo tiene su propia dinámica y depende de las necesidades de cada proyecto, permite programar la investigación de acuerdo con un orden lógico que orienta el modo de llevar a cabo el trabajo y se complementa con el uso adecuado de métodos y técnicas que son determinantes en el éxito de una investigación.

En el período analizado, 2018-2021, se observa que en los trabajos sobre entornos urbanos y arquitectónicos, la investigación se desarrolla bajo un enfoque más cualitativo que cuantitativo para entender territorio, sitio, terreno, edificación y fenómenos sociales; para ello, la observación, documentación y encuestas son los principales instrumentos y estrategias metodológicas que permiten analizar e interpretar los datos.

En general, el proceso que se sigue para abordar las diferentes unidades territoriales desde el punto de vista urbano y arquitectónico identifica la problemática y potencialidades de las investigaciones a partir de conocer los antecedentes del sitio, de investigar y comprender conceptos, normativas, políticas respecto al tema de estudio, que permitan identificar el programa y entender sobre todo las características, determinantes y particularidades que influyen en el espacio que se investiga. Esta fase es muy importante dentro del proceso de diseño. Como menciona Rogelio Salmona, el oficio del arquitecto va más allá del estricto sentido del «hacer»: constituye una forma de posicionarse en el lugar y en el tiempo, un compromiso con la cultura y con la historia (Madriñán, 2017).

El estudio de casos en contextos similares y con problemáticas afines es un método utilizado dentro de los trabajos, a través del cual se investiga un fenómeno o escenario en su contexto real (Groat y Wang, 2013), lo que permite entender diferentes formas de abordar los proyectos y que sirven como base para la extracción de variables y posibles estrategias que se puedan adaptar al tipo de proyecto que se desarrolla.

Dependiendo de la unidad que se aborda, se realiza el diagnóstico del sitio como mecanismo para entender las necesidades y responder de forma adecuada y pertinente con las propuestas arquitectónicas y/o urbanísticas que se plantean. Teniendo en cuenta que con un profundo análisis del lugar más la reflexión de conceptos teóricos, los proyectos tienen una base sólida de conocimientos que logran propuestas con relaciones más estrechas entre proyecto-habitante-contexto-ciudad (Gallardo, 2015).

Hay que considerar que en el taller de formación del arquitecto existen dos fases: la información y la decisión. Estas requieren de acciones o estrategias encaminadas a un fin (Martínez-Vitor, 2021). Así se desarrolla el proyecto con el planteamiento de estrategias de diseño e intervención que están dirigidas a dar soluciones objetivas frente a las condiciones que prevalecen en los sitios de actuación y a las necesidades de los usuarios para quienes se diseña.

Los proyectos muestran la aplicación de criterios conceptuales y técnicos constructivos adecuados, además de discursos pertinentes para entender el proceso de resolución de los mismos que ponen en evidencia la dinámica del aprendizaje dentro de la Escuela de Arquitectura. Cada trabajo se ilustra para que pueda entenderse dentro del contexto en que se trabaja, siguiendo un proceso riguroso, sistemático y coherente de investigación y de dibujo para representar y comprender las ideas. La representación digital de las propuestas es importante. Como menciona Sarquis (2019), si bien no sirve para resolver todos los problemas, ayuda a agregar certidumbre al proceso de trabajo sistemático de los proyectos.

Por su parte, los trabajos técnicos constructivos han sido el resultado de la experimentación de prueba y error, la observación sistemática y la aplicación de principios de construcción (Groat y Wang, 2013). En general, la característica principal de estas investigaciones es que el conocimiento se genera a partir de la experimentación en laboratorio: son investigaciones más cuantitativas y cualitativas, puesto que se analizan y se comprueban los datos obtenidos. Los métodos para realizarlas se proponen según las normativas de construcción nacionales e internacionales, protocolos y estándares de calidad, que dan las pautas de procesos, técnicas, dosificaciones, diseño de probetas, experimentación, ensayos y para evaluar el comportamiento de los elementos y materiales.

La estructura de los trabajos parte de la problematización del tema, antecedentes y marco teórico. Las fases más representativas de estos trabajos están relacionadas con el análisis y descripción de los materiales y métodos, la experimentación, y el análisis de los resultados, que se presentan mediante tablas cuantitativas que permitan comparar valores respecto a la información obtenida en el marco teórico. Esto permite responder a la pregunta de la que parte la investigación. Los trabajos en este ámbito buscan optimizar el desempeño de los materiales tradicionales de la construcción que mejoren la eficiencia de las edificaciones. Además muestran la dinámica entre inves-

tigación, tecnología de materiales e innovación, lo que da un valor agregado a las investigaciones.

En síntesis, desde el punto de vista metodológico y de procesos, los trabajos de pregrado que se realizan en la Escuela de Arquitectura de la UIDE-L, enfocados en el ejercicio proyectual, buscan alinearse a la estructura de una investigación científica ya que, para diseñar bien, es importante describir y entender las complejas interacciones de los contextos humanos, considerando que la práctica del diseño debe reconocer la necesidad, y apoyar la idea de la investigación y muestreo. Mediante la investigación, se pueden adaptar las propuestas a los contextos sociales, políticos, ambientales, culturales, etc. (Winkler, citado en Rogel *et al.*, 2015).

4. Presentación y evaluación de los trabajos de fin de carrera

Desde el planteamiento del proyecto, el estudiante se enfrenta a defender su propuesta mediante la presentación de un protocolo de investigación que es evaluado, en primera instancia, por el docente encargado de la asignatura, cuya valoración cuantitativa es parte de todo el rendimiento académico demostrado durante el semestre de Seminario de Proyecto Integrador. En segunda instancia, los documentos son revisados por los miembros de la junta académica de la Escuela de Arquitectura mediante una rúbrica de evaluación que determina la aprobación de las investigaciones sobre la base de la factibilidad académica del proyecto. Una vez aprobado el tema, por medio de cronogramas de trabajo, se distribuye su alcance en dos etapas, desarrolladas en dos semestres de tipo taller. En el segundo taller, se complementa el trabajo de fin de carrera con dos asignaturas, Asesoría Urbana y Tecnológica,¹ con lo cual se tiene cinco asignaturas en total destinadas a guiar al estudiante en la realización satisfactoria de su proyecto, mediante instancias individuales y grupales de revisión y retroalimentación. La evaluación de la primera etapa no solo observa el desempeño del trabajo, sino que además habilita al estudiante a continuar con la segunda etapa del proyecto.

1 Estas asignaturas constan en la malla previa a 2019. Luego se reemplazan por la asignatura Unidad de Integración Curricular.

En las etapas 1 y 2 del desarrollo del proyecto integrador, la evaluación se enfoca principalmente en dos productos: a) el documento escrito y b) la defensa oral del proyecto. En el documento escrito, se evalúan las destrezas de comunicación escrita y gráfica, que son claves principalmente en el análisis del contexto y la comunicación del diseño arquitectónico y urbano. Para ello los candidatos al título profesional deberán mostrar dominio en la representación gráfica de las propuestas, relacionada con la organización de esquemas, diagramas, cartografía, dibujo arquitectónico y composición de modelos tridimensionales. En la defensa oral, el estudiante debe sintetizar y mostrar el conocimiento sobre el tema, por medio de un lenguaje técnico y claro que permite evidenciar sus competencias de comunicación oral del proyecto, que son claves para ejercer la profesión. Todas las instancias de evaluación se desarrollan con rúbricas que valoran cuantitativa y cualitativamente procesos y productos.

El rol del director del trabajo de fin de carrera es guiar al estudiante hacia el cumplimiento de los objetivos del proyecto, sin desarticular la teoría de la práctica. Durante el proceso, las destrezas, habilidades y competencias adquiridas por el estudiante durante la carrera son calificadas por el director en cada avance e iniciativa que sea propuesta para la investigación, análisis y resolución del proyecto. En este punto, es importante recordar que el estudiante debe mantener el rol de investigador principal, y no de asistente de investigación. Pero la evaluación no ha de entenderse solo como la tarea académica de asignar una valoración cuantitativa, sino más bien como parte del proceso del proyecto. Guevara (2013) sostiene que el proceso es un *continuum* donde el avance depende de críticas y juicios que aclaran criterios y permiten evaluar las decisiones del proyecto. A diferencia de las asignaturas de diseño arquitectónico, el proyecto integrador se convierte en la primera producción personal del estudiante: el producto ya no responde a una consigna sino a un interés personal de investigación. Por lo tanto, la guía del director y de los asesores forma parte también del aprendizaje del proceso de diseño y no solo del resultado.

5. Conclusiones

Los trabajos de fin de carrera abordan problemáticas reales en que el camino para entender y responder de forma adecuada a la complejidad del contexto es la investigación. Una particularidad del proyecto integrador es que el estudiante propone la problemática que va a resolver de acuerdo con sus intereses personales. Este hecho estimula la práctica investigativa y el pensamiento crítico.

En el período 2018-2021, el objeto de estudio que se aborda con mayor frecuencia es el equipamiento urbano y la vivienda; sin embargo, también hay gran interés por los estudios de la ciudad y tecnológicos constructivos. El aporte de la investigación en el ejercicio proyectual permite al estudiante incorporar un valor agregado al objeto arquitectónico y al diseño urbano basado en las necesidades del usuario. Mientras que en los trabajos del campo tecnológico constructivo, la propuesta se basa en el mejoramiento del desempeño e innovación del material o elemento constructivo que se estudia.

Dentro del ámbito urbano y arquitectónico, el trabajo de fin de carrera se sustenta en investigaciones con enfoque cualitativo más que cuantitativo, son de tipo contextual, descriptivas y propositivas. Dentro del ámbito tecnológico constructivo, tienen un enfoque más cuantitativo y experimental. Dependiendo del tipo de investigación y de la información que se necesita, se usan diferentes métodos para la recopilación de información y análisis de datos. Todas las investigaciones académicas parten de fundamentos teóricos, lineamientos, estrategias metodológicas, técnicas y procesos que permitan abordar con éxito la solución a cada problema identificado.

El proyecto de fin de carrera o proyecto integrador tiene una estrecha relación con los procesos y métodos de la investigación. Aunque el alcance y propósito de este trabajo no persigue la producción científica, se apoya en esta como ejercicio de generación de conocimiento para resolver problemas humanos y el hábitat construido creativamente y con pensamiento crítico vinculados al ejercicio de su profesión.

Referencias bibliográficas

- Alba, M. I. (2017). Arquitectura y creatividad. Reflexiones acerca del proceso creativo del proyecto arquitectónico. *Arquitectura Revista*, 12(2), 125-139. <http://revistas.unisinis.br/index.php/arquitectura/article/view/arg.2016.122.01>
- Amat, O., y Rocafort, A. (2017). *Cómo investigar. Trabajo de final de grado, tesis de máster, tesis doctoral y otros trabajos de investigación*. Profit Editorial.
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de geografía Norte Grande*, (43), 5-30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022009000200001>
- Capkin, H. (2020). *Development of BIM learning scenarios for architectural education*. Colecciones ITÜ. Istanbul Teknik Üniversitesi (Universidad Técnica de Estambul). <https://polen.itu.edu.tr/items/c0bd19f2-c2c1-4c89-9be3-58b3c9b9adc3>
- Costa de los Reyes, C., Vivanco-Villavicencio, M., Viñán-Ludeña, S., Moncayo-Serrano, F. (2021). Tendencias de investigación en arquitectura entre 2016-2020 en la base de datos SCOPUS y su relación con la creación de grupos de investigación. *Revista Hábitat Sustentable*, 11(2), 46-59. <https://doi.org/10.22320/07190700.2021.11.02.04>
- De Jong, T.M., y van der Voordt, D.J.M. (2002). *Ways to Study and Research. Urban, Architectural and Technical Design*. Delf University Press.
- Elshater, A., y Alwaer, H. (2022). Editorial: Approaches in urban design and planning education. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Urban Design and Planning*, 175(1), 1-4. <https://doi.org/10.1680/jurdp.2022.175.1.1>
- Escribano, A., y Del Valle, A. (2015). *El aprendizaje basado en problemas (ABP)*. Ediciones de la U.
- Fox T, H. (2017). Reflexiones en torno al proceso de diseño en arquitectura. *AUS Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad*, (5), 4-9. <https://doi.org/10.4206/aus.2009.n5-02>
- Gallardo, L. (2015). Presentación. Metodología de análisis del contexto: aproximación interdisciplinaria. Ponencia en VII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Montevideo, junio 2015.

- Groat, L., y Wang, D. (2013). *Architectural Research Methods*. John Wiley & Sons ProQuest Ebook Central. <https://www.mdconsult.internacional.edu.ec:2059/lib/bibliovirtualuide-ebooks/detail.action?docID=1166322>
- Guevara, O. (2013). *Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la Disciplina Proyecto Arquitectónico, en la carrera de Arquitectura, en el contexto del aula*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo. Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio).
- Herrero, M., González, I. y Marín, V. (2015). Formación centrada en competencias estudiantiles en educación superior. *Revista de Ciencias Sociales*, 21(4), 461-478. Universidad Del Zulia.
- Hosseini, E., Khodaei, F. B., Sarfallah, S. y Dolatabadi, H. R. (2012). Exploring the relationship between critical thinking, reading comprehension and reading strategies of English university students. *World Applied Sciences Journal*, 17(10), 1356-1364.
- Lagrange, O. M. (2014). El proceso de producción escrita de la tesis de grado en Arquitectura: una vía para transformar a los estudiantes de pregrado en escritores académicos. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 11(21), 31-45.
- Madrinán, M. (2017). «Presentación». En *Premio Lationamericano de Arquitectura Rogelio Salmona espacios abiertos/espacios colectivos. Segundo ciclo 2016*. Fundación Rogelio Salmona.
- Martínez-Vitor, C. F. (2021). La investigación proyectual como estrategia didáctica en el proyecto del Taller de Diseño Arquitectónico. *Revista de Arquitectura*, 23(2), 58-70. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.3294>
- Neill, D. y Cortez L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. REDES 2017*. Editorial UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcion-Cientifica.pdf>
- Pérez, L. (2017). Desarrollo de capacidades investigativas en estudiantes de pregrado de la carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Técnica de Oruro: Resultados del estudio de campo. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 14(15), 861-868.

- Rogel, E., Moreno, L., y Valdovinos, S. (2015) Sustentabilidad y transdisciplinariedad: un acercamiento a la praxis de la educación del diseño. En Saucedo, R. (ed.), *Enseñanza de la Arquitectura: Sustentabilidad, Proceso de Diseño y Teoría* (pp. 17-36). México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Sarquis, J. (2019). Arquitectura Digital. ¿Sistema o inspiración? Principios. *Revista Digital Antagonismos*, (01). https://www.antagonismos.com/_files/ugd/48f85c_5e96dbd19adf4ea1ab8225ea4a4588eb.pdf
- Villadiego, K., Meza, C., Navas, O. y Munar, M. (2018). El proceso de investigación creación en arquitectura para la generación de soluciones técnicas y sostenibles en entornos vulnerables. *Arquitectura Revista*, 15(2), 312-330. <https://doi.org/10.4013/arq.2019.152.06>

Capítulo II

La enseñanza y el aprendizaje
en las diferentes áreas de conocimiento
de la arquitectura

Enseñanza y evaluación de competencias en el área de urbanismo y diseño urbano

Mgtr. Arq. Vanessa Vélez Alvear
Universidad Internacional del Ecuador

La Escuela de Arquitectura de la UIDE plantea, para la formación de sus estudiantes, un enfoque integral que abarca el estudio de la ciudad, el paisaje y la arquitectura. Bajo esta premisa, el estudio de la ciudad y el paisaje se entiende como un eje estructurante semejante y a la vez complementario al de diseño arquitectónico.

El estudio de la ciudad es un tema simultáneamente sugestivo, amplio y difuso; su abordaje requiere la integración de infinitos ángulos y disciplinas entre las cuales se destacan la historia, la geografía, la economía, la política, la sociología y evidentemente la arquitectura, entre otros (Chueca, 2011). A la inversa, el estudio de la arquitectura requiere también de la disciplina urbanística para el análisis y comprensión de la ciudad y su territorio, que constituyen el contexto donde se enmarca el objeto arquitectónico resultante del proceso de diseño.

En este ensayo se aborda la enseñanza del urbanismo y el diseño urbano en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador, para lo que se ha utilizado la metodología de la revisión bibliográfica considerando los documentos oficiales que definen el perfil de egreso del estudiante, y artículos científicos relacionados con la formación en arquitectura. Por otra parte, se ha recurrido a la experiencia docente, que a lo largo de los años ha

dejado muchos aprendizajes sobre la instrucción de esta disciplina dentro de la carrera de Arquitectura.

La enseñanza del urbanismo en la facultad de Arquitectura tiene como finalidad la construcción de un conocimiento multidisciplinar enfocado en la ordenación del espacio urbano a diferentes escalas y en la articulación del proyecto arquitectónico al espacio urbanizado.

El urbanismo es un saber práctico, pero a la vez requiere de un cuerpo teórico. Por tanto, la metodología de enseñanza se construye sobre la base de los pilares fundamentales que son la teoría y la práctica, los cuales se vinculan de manera inseparable y equilibrada a lo largo de los cinco cursos que componen el eje. De esta forma, el urbanismo se consolida como un proceso donde se identifican los problemas, se elaboran soluciones y se fundamentan las lecciones más valiosas de la cultura urbanística histórica (Ferrer *et al.*, 2008).

Los contenidos de la enseñanza del urbanismo, la ordenación del espacio urbano y el paisaje, se abordan de manera gradual y progresiva en cuanto a su complejidad y escala de actuación; se ajustan al nivel de cada semestre y se aplican diferentes metodologías de aprendizaje que se orientan al desarrollo de las competencias planteadas para cada nivel. Asimismo, la evaluación de la adquisición de dichas competencias se realiza de manera continua, privilegiando la valoración de la aplicación de los saberes adquiridos en los ejercicios prácticos.

En cuanto a los contenidos que se abordan en este eje, se realiza una breve descripción de las grandes líneas que estructuran cada nivel, así como de las competencias que se busca desarrollar en los estudiantes:

- a) Se parte primeramente del estudio del fenómeno de la urbanización a través de un enfoque histórico y técnico; con el cual el estudiante adquiere un conocimiento global sobre el nacimiento de las primeras ciudades y civilizaciones desde el año 10 000 a.C. hasta llegar a la ciudad contemporánea del siglo XXI, integrando los conceptos básicos del urbanismo e identificando las dinámicas que caracterizan a una ciudad.
- b) En segundo lugar, la enseñanza se enfoca en las teorías y modelos urbanos que se han venido planteando en la época moderna y contemporánea que conforman la cultura urbanística necesaria para comprender y proyectar la ciudad actual. Se busca además proveer a los estudiantes de los conocimientos necesarios para reconocer e identificar los elementos

de la estructura y sistemas urbanos, y representarlos gráficamente a través de cartografías temáticas.

- c) En tercer lugar, los contenidos se orientan a la teoría y práctica de la planificación e intervención urbana. Mediante conceptos, herramientas y claves proyectuales, se dota al estudiante de saberes que le permiten actuar sobre los espacios públicos de las ciudades y adquirir la capacidad de reconocer la morfología y la tipología de los espacios públicos contemporáneos, y la relación de estos con el tejido urbano. El diagnóstico sobre este espacio se complementa con la propuesta de estrategias y principios de diseño aplicados a espacios significativos, y se enmarca en el ámbito legal y reglamentario del espacio público.
- d) En cuarto lugar, la temática del espacio público se complementa con criterios de diseño paisajístico. Se busca abordar, por un lado, la noción de paisaje urbano y, por otro, su concepción como un elemento de la estructura urbana. El objetivo es dotar al estudiante de competencias para asimilar el paisaje como un componente esencial de la ciudad tanto para su análisis como para su composición. Se busca además desarrollar las habilidades y destrezas para implementar una metodología de lectura y análisis de los atributos de calidad paisajística, que sirva como base para la concepción del proyecto arquitectónico en el paisaje construido.
- e) Finalmente, el último nivel se consagra a la intervención urbana a la escala de fragmento. La finalidad es articular todos los contenidos del eje en un proyecto de diseño urbano que refleje las bases teóricas y metodológicas necesarias para la concepción de nuevos tejidos urbanos o la intervención en tejidos existentes. La aplicación de las herramientas de análisis permite identificar los fenómenos urbanos que se manifiestan en una porción de ciudad, teniendo una lectura clara de su realidad socioespacial. El proyecto de intervención reúne herramientas conceptuales, instrumentales y metodológicas, en que se aplican conceptos y criterios de diseño urbano enmarcados en la sustentabilidad para resolver y responder a los problemas urbanos potencializando espacios que propicien las actividades de integración social.

Para alcanzar los objetivos de aprendizaje en cada nivel, la metodología de enseñanza se adapta a los contenidos. Así, la dinámica de aprendizaje se alterna entre dos métodos principales: en primer lugar, el método conocido

como tradicional, que corresponde a las clases magistrales para los contenidos teóricos, las mismas que son enriquecidas con material audiovisual, lectura de textos, trabajos grupales de investigación bibliográfica, entre otras. La utilización de contenidos complementarios tiene por finalidad incrementar la participación y creatividad de los alumnos mediante la interacción entre estos, transformando al alumno en un elemento activo de su proceso formativo (Hidalgo *et al.*, 2018). Es importante señalar que los contenidos teóricos permiten también la aplicación de metodologías activas como la de aula invertida (*flipped classroom*), con la cual el alumno prepara el tema fuera del horario de clase, destinando este tiempo a la revisión del material proporcionado por el docente, lo que permite optimizar el tiempo de clase para la profundización de contenidos, revisión de casos prácticos, resolución de dudas, ejercicios y actividades complementarias.

En segundo lugar, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) responde a un método teórico proyectual que permite a los estudiantes adquirir conocimientos y competencias mediante la resolución de proyectos reales. El rol del docente consiste en orientar a los estudiantes para que adquieran las habilidades que serán necesarias en el ámbito profesional tales como: comunicación, pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración y conocimiento (Soto *et al.*, 2018, citado en Hidalgo *et al.*, 2018). Es importante señalar que el componente práctico de las asignaturas del eje se desarrolla bajo la modalidad de taller en el que se privilegia el trabajo en grupos, de manera que los estudiantes mutualicen sus conocimientos y desarrollen su capacidad de compartir decisiones, debatirlas y trabajar en acuerdos y compromisos a los que se llega desde puntos de partida diferentes.

Finalmente, la evaluación de las competencias adquiridas se lleva a cabo por medio de un proceso continuo de revisión de avances del trabajo práctico desarrollado en el taller. La valoración se centra principalmente en la aplicación de los aspectos teóricos y metodológicos en el trabajo práctico, lo que se mide a través de parámetros como: el adecuado manejo de la terminología técnica, la expresión y representación gráfica de las cartografías urbanas y de proyecto urbano, la capacidad de análisis y síntesis de los problemas y/o potencialidades identificadas en el sitio de estudio, el adecuado manejo de la escala de intervención, la pertinencia de la propuesta de intervención, entre otros.

La realidad físico-espacial de las ciudades contemporáneas, principalmente las de tamaño intermedio, muestra la necesidad de contar con profesionales

del ámbito de la arquitectura que sean capaces de leer la ciudad y obrar en pos de su desarrollo equilibrado. La formación propuesta por la UIDE plantea un componente urbano bastante completo a diferencia de otras ofertas académicas, y, en este sentido, constituye una oportunidad en beneficio de los futuros profesionales que serán actores directos del desarrollo arquitectónico y urbanístico de nuestras ciudades.

La experiencia docente en la enseñanza del urbanismo en los diferentes niveles de la carrera ha permitido evidenciar el creciente interés de los estudiantes por el ámbito del urbanismo y su convicción sobre la necesidad de comprender el contexto urbano para aportar una solución arquitectónica pertinente. Asimismo, además de las asignaturas específicas del eje, se ha podido constatar este interés en el desarrollo de trabajos de fin de carrera, en donde todos los conocimientos confluyen en la realización de un proyecto que integra una visión interdisciplinar teniendo el estudio de la ciudad como un componente intrínseco de la arquitectura y viceversa.

Referencias bibliográficas

Chueca, G.F. (2011). *Breve historia del urbanismo* (3.^a ed.). Alianza Editorial.

Hidalgo García, D., Zaragoza, J. y Arco Díaz, J. (2018). Análisis de tres metodologías de enseñanza del urbanismo. *Estoa*, 7 (14).

Ferrer Pérez, J., Gaja i Diaz, F., Olmos Baldó, A., Rivera Herraes, R., Torres Castejón, V. y Vidal García, J. (2008). *Guía docente del taller XXI de Urbanismo*. Escuela de Arquitectura de Valencia curso 2008-2009.

Pensar en la enseñanza por competencias en el campo del diseño arquitectónico

Mgtr. Arq. Freddy Salazar González
Universidad Internacional del Ecuador

La educación ha venido marcada por una serie de cambios que nos ha llevado a replantearnos nuestra forma de enseñar. Dentro de estos nuevos enfoques, encontramos la enseñanza por competencias, por medio de la cual se relaciona la adquisición de conocimientos, de habilidades y de valores, aspectos fundamentales para la formación profesional. En el campo de la enseñanza en arquitectura, es importante que estos criterios se resuelvan en el aprendizaje del diseño arquitectónico por ser el eje rector de la formación profesional.

Con esta finalidad, el ensayo se ajusta a una metodología de búsqueda bibliográfica de conceptos y normativas en que se dan a conocer los aspectos y criterios fundamentales de la formación por competencias y cómo se ajustan al modelo pedagógico de la Universidad Internacional del Ecuador y de su Escuela de Arquitectura.

Es importante partir del papel que cumple la facultad y sus miembros, según Benito y Diez (2021, p. 5): «Los miembros de la facultad son el motor de la educación superior. Su valor no radica solo en lo que saben, dado que el cuerpo de conocimiento de las universidades ya no es lo que más importa, sino en su contribución al progreso a través del crecimiento de sus alumnos y la generación y cocreación de nuevos conocimientos y soluciones avanzadas que beneficien a la sociedad».

En estas circunstancias, es decir en la cocreación de nuevos conocimientos, la educación por competencias adquiere una gran importancia, para lo cual es necesario definir a qué llamamos competencia.

En la educación, cada momento histórico nos plantea nuevos paradigmas. Tobón *et al.* (2010) plantea que las competencias aparecen en la educación como una opción para solucionar las falencias identificadas en los modelos pedagógicos tradicionales como el constructivismo, el conductismo y el cognoscitivismo, modelos centrados en los contenidos. El modelo por competencias, aunque se apoya en algunos de sus criterios teóricos y metodológicos, tiene un enfoque distinto, pasando de la lógica de los contenidos a la lógica de la acción. Desde el paradigma de la complejidad, las competencias se definen como los procesos complejos donde las personas actúan creativamente ante problemas cotidianos para darles solución. Para lograrlo, es necesario integrar el conocimiento a una acción. Así se plantea el saber ser, el saber conocer y el saber hacer, considerando el contexto, las necesidades sociales, una conciencia crítica, la creatividad y buscando el bienestar integral del ser humano (Trujillo, 2014). De esta manera se genera una búsqueda de conocimiento basada en un compromiso ético, en la comprensión de conceptos y en acciones prácticas contextualizadas.

Este planteamiento nos lleva a integrar las diferentes áreas del currículo para que los estudiantes sepan actuar sobre la base de los distintos saberes: ser (convivir), conocer y hacer, los cuales no actúan por separado sino de manera conjunta en función de obtener una meta determinada en el contexto. Así tenemos que, de manera concreta y desde un enfoque socioformativo, las competencias son actuaciones integrales para identificar, analizar y resolver problemas del contexto en distintos escenarios al integrar el saber ser (actitudes y valores), el saber conocer (conceptos y teorías) y el saber hacer (habilidades procedimentales y técnicas) (Tobón *et al.*, 2010).

De esta manera, el conocimiento teórico, técnico y metodológico se complementa con el comportamiento personal y social. Esto nos lleva a determinar un grupo de competencias profesionales que Bunk (1994) clasifica en:

- Competencia técnica: aquel que domina como experto las tareas y contenidos de su ámbito de trabajo, y los conocimientos y destrezas necesarios para ello.

- Competencia metodológica: aquel que sabe reaccionar aplicando el procedimiento adecuado a las tareas encomendadas y a las irregularidades que se presenten, que encuentra de forma independiente vías de solución y que transfiere adecuadamente las experiencias adquiridas a otros problemas de trabajo.
- Competencia social: aquel que sabe colaborar con otras personas de forma comunicativa y constructiva, y muestra un comportamiento orientado al grupo y un entendimiento interpersonal.
- Competencia participativa: aquel que sabe participar en la organización de su puesto de trabajo y también de su entorno de trabajo, es capaz de organizar y decidir, y está dispuesto a aceptar responsabilidades

Según Trujillo (2014), la formación por competencias busca capacitar al individuo en todas sus dimensiones para abordar los desafíos de la vida. Su objetivo primordial es proporcionar una formación integral que promueva el desarrollo de competencias esenciales para el ámbito profesional, social, interpersonal y personal.

En el ámbito del diseño arquitectónico, para determinar el vínculo con las competencias, es importante hacer mención a los organismos que establecen las mismas, como la Carta Unesco/UIA de la formación en arquitectura (2005), que establece los conocimientos, aptitudes, capacidades y habilidades de diseño que el estudiante debe adquirir a través de sus estudios. Así se precisa la adquisición de capacidades en tres ámbitos: concepción, conocimiento y aptitudes, y se destacan los siguientes temas incluidos en la tabla 1.

La Universidad Internacional del Ecuador incluye en su formación integral la formación por competencias, tal como lo establece su Modelo Pedagógico (2019), que determina: «Competencias son las combinaciones de actitudes, habilidades y conocimientos que los estudiantes desarrollan y aplican para aprender, vivir y trabajar con éxito». Así, la formación por competencias se incluye en su modelo pedagógico para responder a la articulación del nuevo humanismo, la internacionalización y los desafíos del mundo de hoy, lo que busca un aprendizaje significativo y vivencial de carácter intercultural y global apegado a los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) y a los desafíos del siglo XXI que respondan a las problemáticas y complejidades del entorno.

Tabla 1. Capacidades y habilidades de diseño

<p>A. CONCEPCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad imaginativa, creativa, innovadora y de liderazgo en el proceso de diseño. • Capacidad de recopilar información, definir problemas, aplicar análisis y juicios críticos, y formular estrategias de acción. • Capacidad de pensar en tres dimensiones en la exploración del diseño.
<p>B. CONOCIMIENTO</p>	<p>B1. Estudios culturales y artísticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para actuar con conocimiento de los precedentes históricos y culturales en arquitectura local y mundial. • Comprensión de cuestiones del patrimonio en un entorno construido. <p>B2. Estudios sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para desarrollar un proyecto a través de la definición de las necesidades de la sociedad, los clientes y los usuarios, y para investigar y definir requisitos contextuales y funcionales en diferentes entornos construidos. • Comprensión del contexto social en el que se procuran los entornos construidos, de los requisitos ergonómicos y de espacio, y temas de equidad y acceso. <p>B3. Estudios medioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para actuar con conocimiento de los sistemas naturales y entornos construidos. • Comprensión del ciclo de vida de los materiales, temas de sostenibilidad de impacto medioambiental, concepción para el consumo reducido de energía, así como de sistemas pasivos y su gestión. <p>B4. Estudios técnicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los procesos de concepción técnica y de la integración de las tecnologías de estructuras, construcción y de los sistemas de servicios como un conjunto funcionalmente eficaz. <p>B5. Estudios de concepción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la teoría y métodos de la concepción. <p>B6. Estudios profesionales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la ética profesional y de los códigos de conducta aplicados al ejercicio de la arquitectura y a las responsabilidades legales del arquitecto en relación con el registro, el ejercicio y los contratos de construcción.

C. APTITUDES	<ul style="list-style-type: none">• Habilidad para actuar y para comunicar ideas a través de la colaboración, el diálogo, el cálculo, la escritura, el dibujo, la maqueta y la evaluación.• Habilidad para utilizar la técnica manual, electrónica gráfica y de maqueta para explorar, desarrollar, definir y comunicar una propuesta de concepción.
---------------------	---

Esta educación apunta a formar profesionales con pensamiento crítico y conciencia social, tal como lo establece su modelo pedagógico, que busca desarrollar a las personas dotándolas de capacidades intelectuales, analíticas, críticas y reflexivas. Este enfoque también promueve el respeto a los derechos humanos, la equidad de género y la protección del medio ambiente. Desde esta perspectiva humanista, la UIDE se compromete con la formación de varios pilares fundamentales dentro de su modelo pedagógico, que incluyen la investigación e innovación, la identidad cultural, la comunicación, la ética y el pensamiento crítico.

La Escuela de Arquitectura se une a este propósito y, dentro de la construcción de su Modelo Educativo (2020), establece cinco ejes en su plan de estudios: diseño, urbano, constructivo, gráfico e histórico-teórico. Cada eje incorpora todos los pilares y fortalece las competencias requeridas.

Así, el modelo educativo de la Escuela de Arquitectura plantea, en el diseño arquitectónico, dar clases prácticas que representan la columna vertebral de la formación del profesional, para fomentar la habilidad de diseñar a través de una metodología orientada en la resolución de problemas. Además, se enfatiza en el desarrollo de la capacidad de investigación, mediante un enfoque coherente con la naturaleza del problema, que permite recopilar, analizar, cuestionar y reflexionar desde diferentes perspectivas para comprender tanto el contexto local como global.

A partir de este análisis, se desarrolla la capacidad del pensamiento crítico y analítico para responder con soluciones proyectuales integrales. Se estimula la creatividad e innovación para el proceso de diseño y se fortalece la habilidad de comunicación a través de presentaciones de avances y resultados ante jurados. Allí los estudiantes justifican y argumentan las decisiones de diseño, lo que refuerza la ética profesional al demostrar originalidad en el planteamiento, manteniendo principios de honradez y honestidad en la consecución y desarrollo de las propuestas arquitectónicas.

En este sentido, la formación en el ámbito del diseño arquitectónico busca alinearse a una formación por competencias enmarcadas dentro de las normativas establecidas, así como de los criterios teóricos que la sustentan. Este enfoque nos orienta a la solución de problemas en contextos específicos que nos llevan de la teoría a la práctica, es decir, a la capacidad de aplicar conocimientos y habilidades de manera efectiva. Estos saberes, que abarcan ser, conocer y hacer, se alinean con las competencias asignadas por las autoridades competentes.

Con este propósito, la Universidad Internacional del Ecuador, a través de su Escuela de Arquitectura, plantea un modelo pedagógico basado en el desarrollo de competencias. Así contribuye a la formación de profesionales íntegros, comprometidos socialmente y con pensamiento crítico, capaces de afrontar los desafíos culturales y globales actuales, en que los problemas y las necesidades se resuelven mediante el planteamiento de proyectos arquitectónicos vinculados al contexto donde se desarrollan.

Referencias bibliográficas

- Benito, A. y Diez, E. (2021). Thriving While Going Online in Times of Crisis How Can Universities Face a Radically New Present and Future. *Cintana education*. <https://www.cintana.com/wp-content/uploads/2021/08/Cintana-Thriving-While-Going-Online-in-Times-of-Crisis.pdf>
- Bunk, G. (1994). La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA. *Revista Europea Formación Profesional*, 1(94), 10-11.
- Carta Unesco/UIA de la formación en arquitectura* (2005), https://etsab.upc.edu/ca/shared/a-escola/a3-qualitat/validacio/1_chart.pdf
- Tobón, S., Pimienta, J. y García, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson Educación.
- Universidad internacional del Ecuador (2019). *Modelo pedagógico*.
———. (2020). *Modelo Educativo, Facultad de Arquitectura*.
- Trujillo, J. (2014). El enfoque en competencias y la mejora de la educación. *Ra Ximhai*, 10(5), 312-313.

El rol de la teoría y la historia en la formación del futuro arquitecto

Mgtr. Lic. Patricia Tapia
Universidad Internacional del Ecuador

Uno de los objetivos prioritarios de las instituciones de educación superior del país es la formación de profesionales de calidad con las competencias necesarias para aportar de manera efectiva a la sociedad. En este contexto, la Escuela de Arquitectura CipArq Loja, como parte de la estructura académica de la Universidad Internacional del Ecuador y alineada a su filosofía institucional, ha orientado sus mejores esfuerzos a «formar profesionales con espíritu crítico, humanista, social y ético capaz de responder con soluciones arquitectónicas creativas e integrales ante las problemáticas sociales, económicas y ambientales del hábitat» (Facultad de Arquitectura UIDE, 2019, p. 2), por medio de un currículum académico que busca moldear el perfil profesional idóneo al servicio de la comunidad.

El presente ensayo reflexiona en torno a la importancia de la teoría e historia de la arquitectura como un componente relevante dentro de la formación del futuro arquitecto; análisis que se apoya en la revisión bibliográfica y en la experiencia adquirida en la enseñanza de estas cátedras en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador durante algunos años.

Desde el punto de vista académico, cabe mencionar los esfuerzos que la Escuela de Arquitectura viene realizando para mejorar sus procesos formativos mediante la revisión constante de su microcurrículo, enfocándose en los resultados de aprendizaje de las asignaturas correspondientes a cada uno de los niveles de formación (básico, profesional y de integración curricular) y a

sus cinco ejes académicos (diseño, urbano, constructivo, gráfico y teórico), a fin de retroalimentar su malla y desarrollar una profesionalización de acuerdo con nuestra realidad.

Refiriéndonos concretamente al componente teórico, es necesario señalar la importancia que la oferta académica le otorga al abordaje de la teoría e historia de la arquitectura en los procesos de enseñanza-aprendizaje al propiciar espacios de análisis y discusión frente a la producción arquitectónica local, nacional y mundial, con el objeto de desarrollar el pensamiento crítico del estudiante y prepararlo para «responder ante todas las necesidades y cuestionamientos del hábitat de forma creativa, innovadora, propositiva, analítica y real» (Facultad de Arquitectura UIDE, 2020, p. 4).

El debate académico se orienta a consolidar la formación teórica del estudiante desde la historia, la cultura, la identidad y el pensamiento crítico para superar aquella visión cronológica, lineal, repetitiva y memorística de fechas, autores, edificios o conceptos, que impide una comprensión de la arquitectura desde las transformaciones de las ciudades y edificios a través del tiempo y las circunstancias sociales, políticas, económicas, culturales, que han moldeado modos de vida, creencias y necesidades, visibles en el patrimonio arquitectónico edificado que se ha mantenido en pie hasta hoy.

Como bien lo señala Roth (1999, p. 1), «la arquitectura, más que limitarse a ser un mero cobijo o paraguas protector, es también la crónica física de las actividades y aspiraciones humanas. Es nuestro patrimonio cultural». De ahí que su análisis, desde el punto de vista formativo, vaya más allá de la simple descripción de características formales; su estudio advierte un abordaje interdisciplinar en el que es necesario discernir, desde diferentes aristas, su papel protagónico como configurador de sentidos en la vida del ser humano.

Solo así es posible entender el carácter simbólico y ritual de las construcciones megalíticas del neolítico, el significado de los equipamientos religiosos, civiles y obras de infraestructura desarrolladas por las culturas del mundo antiguo, la finalidad pedagógica de los monasterios románicos y catedrales góticas del medioevo, la riqueza de la arquitectura del hierro del siglo XIX, el lenguaje arquitectónico y la nueva estética de Le Corbusier en el contexto de la modernidad; o la arquitectura de los sentidos y la percepción de Steven Holl o Peter Zumthor, cuyas obras constituyeron la respuesta a nuevas necesidades a partir del uso de nuevos materiales, sistemas constructivos, recursos tecnológicos, referentes estéticos y de un pensamiento que, sin lugar a dudas,

ha trascendido las barreras del tiempo y el espacio, posicionándolas como testimonios visibles del tejido sociocultural de una época.

Para la Escuela de Arquitectura de la UIDE, abordar de manera integral todos los componentes de la arquitectura como un producto cultural constituye un verdadero desafío y un ejercicio reflexivo fundamental para potenciar en los estudiantes el análisis crítico y la sensibilidad frente al proceso proyectual, y promover el entendimiento de la arquitectura no como sinónimo de novedad ni como un pastiche carente de fundamento, sino como «el lugar privilegiado para la socialización y la convivencia» (Forero La Rotta, 2005, p. 6). Los diferentes tratados, manuales, libros y demás textos que se han escrito sobre arquitectura a lo largo del tiempo constituyen la evidencia tangible del interés y la preocupación de teóricos, historiadores, filósofos, críticos, por dejar sentado su pensamiento y aportar soluciones a los distintos problemas arquitectónicos que se han presentado en diferentes épocas y sociedades.

Ya en su momento el arquitecto y teórico romano Marco Vitruvio, en su tratado *De Architecture*, teorizó en torno a tres categorías que, a su criterio, eran indispensables para proyectar una buena arquitectura: *firmitas*, *utilitas* y *venustas*. Posteriormente en el siglo XVI, Alberti, Vignola y Brunelleschi desarrollan sus tratados sobre la arquitectura renacentista dando una mirada a los preceptos clasicistas de la antigüedad grecorromana. Siglos más tarde, en los umbrales del siglo XX, Adolf Loos, Gropius, Le Corbusier promulgan una nueva estética arquitectónica y el inicio de una nueva era.

Y así llegamos a la actualidad, a un escenario aún más complejo, marcado por el pluralismo y la heterogeneidad, con una producción arquitectónica que emerge en un contexto tecnológico y globalizado donde la investigación, el debate y la discusión son necesarios dentro del entorno académico y profesional para abordar la obra arquitectónica desde diferentes perspectivas y saberes, ya que «la arquitectura se aprende desde la propia arquitectura, de su contexto, de sus condicionantes, de sus valores y sus técnicas y, en este punto, la profundización en el conocimiento de ejemplos de la historia de la arquitectura y de la teoría lejana y/o cercana, proporciona al estudiante herramientas objetivas para su proceso proyectual (Ortiz, Mendiondo y Supisiche, 2015, p. 51).

Sobre la base del análisis bibliográfico y la experiencia docente en el ámbito de la Teoría e Historia de la arquitectura, se concluye una vez más sobre la necesidad de promover, desde la academia, procesos formativos interdisciplinarios,

sustentados en conocimientos técnicos y enfoques teóricos e históricos como herramientas indispensables para el desarrollo de una actividad proyectual creativa, pertinente, que responda de manera coherente a las necesidades del hábitat humano.

En este contexto, la presente publicación, que comprende los mejores proyectos de grado de la Escuela de Arquitectura de la UIDE, constituye la mejor evidencia de la efectividad de la propuesta formativa, de la integración de conocimientos, de competencias adquiridas, y de un proceso investigativo riguroso claramente manifestado en las distintas propuestas arquitectónicas desarrolladas con creatividad, innovación, criticidad y sentido de pertenencia.

Referencias bibliográficas

- Facultad de Arquitectura UIDE. (2019). *Perfil de egreso*. UIDE-L.
- Facultad de Arquitectura UIDE. (2020). *Modelo educativo*. UIDE-L.
- Forero La Rotta, A. (2005). La arquitectura: Observaciones desde el análisis de la cultura. *Revista de Arquitectura*, (7), 5-9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125117497002>
- Ortiz, J. C., Mendiondo, J. y Supisiche, M. C. (2015). La enseñanza de historia y teoría de la arquitectura en relación al proceso de diseño. *AREA*, (21), 47-63. https://area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA21/AREA21_Ortiz_Mendiondo_Supisiche.pdf
- Roth, L. (1999). *Entender la arquitectura, sus elementos, historia y significado*. Gustavo Gili, SL.

Reflexiones y experiencias en la docencia del eje tecnológico

Mgtr. Arq. Fernando Moncayo Serrano
Universidad Internacional del Ecuador

Para el desarrollo de este ensayo fue aplicada la metodología de búsqueda bibliográfica. Fueron seleccionados los libros y artículos que tratan la relación tripartita entre técnica, tecnología y arquitectura. Las ideas se compararon y fundamentaron con los escritos de expertos en el tema para informar sobre las experiencias relevantes de la práctica docente en el eje tecnológico específicamente en los trabajos de titulación.

Entre el oficio y la profesionalización

En principio, el trabajo de fin de carrera es un requisito en el cual el alumno demuestra los conocimientos y capacidades adquiridas en todo el período de formación. Paralelamente, es la oportunidad de proponer e investigar soluciones a problemas actuales que motivan en los alumnos el inicio de investigaciones que conducen al desarrollo de resultados innovadores.

Sin embargo, es preciso mencionar que la formación y práctica de la arquitectura a lo largo de la historia no se centró exclusivamente en el diseño de edificios o la planificación de ciudades; por ejemplo, el arquitecto del Renacimiento exploraba áreas como escultura, pintura, matemáticas, ingeniería hidráulica, mecánica, ciencia de los materiales, etc. (Long, 2017).

Ahora bien, si contrastamos el recorrido histórico de la práctica de la arquitectura, observamos que el arquitecto premoderno se formaba de oficio en los talleres de los maestros constructores, era el que diseñaba el plan y el método para la construcción del edificio con el fin de asegurar la forma y su conjunto; y también dentro de sus responsabilidades estaba la de calcular los gastos de materiales y personal. Estas características propias del oficio se han ido alejando en la formación del arquitecto moderno, pues ahora el conocimiento se adquiere mediante la instrucción académica y el enfoque es más teórico que empírico (Schmidt, 2016).

Sin embargo, a pesar de este distanciamiento presente entre el oficio y la profesionalización, la academia continuamente debate acerca de los métodos de enseñanza. En ese sentido, la Facultad de Arquitectura de la Universidad Internacional del Ecuador, mediante el eje tecnológico de la malla curricular, procura articular el conocimiento teórico del diseño con la práctica e investigación de materiales y procesos de construcción.

En lo que respecta a la enseñanza de la arquitectura, desde la discusión planteada, viene bien establecer precisiones terminológicas en cuanto a técnica y tecnología. El libro *Arquitectura y técnica*, compilado por Jorge Sarquis (2008), expone diversos ensayos de diferentes autores que esclarecen las relaciones epistémicas entre los términos. Así, por ejemplo, el arquitecto Alberto Sato nos menciona que la diferencia entre la técnica y la tecnología es epistemológica. «La técnica establece procedimientos con la aplicación de conocimientos; la tecnología establece conocimientos con la aplicación de procedimientos (p.49). Esta precisión es una guía para la selección de temas que permiten a los docentes y alumnos enfocar los trabajos de fin de carrera a partir de la aplicación de técnicas proyectuales o desde las propuestas de innovación de materiales o procesos constructivos. Desde el punto de vista académico, esto permite consolidar las competencias de la carrera y acercar al alumno a la realidad concreta de la edificación.

Desde el campo de actuación de la docencia, por la naturaleza de su práctica, se abren múltiples experiencias que, para el objetivo de este libro, es necesario clasificar para informar los aspectos positivos que se han encontrado en las aulas y en el intercambio de conocimientos con los estudiantes. Así, la clasificación que se presenta acerca de las experiencias se ordena abarcando los campos de la enseñanza, la investigación, los aspectos técnicos y tecnoló-

gicos que son útiles para que los estudiantes construyan el conocimiento y lo presenten en sus escritos.

Experiencias desde la enseñanza

Tal y como se advirtió en párrafos iniciales, se ha observado que la enseñanza de la arquitectura ha enfocado sus esfuerzos en aspectos teóricos del diseño y ha relegado las cuestiones técnicas necesarias para los procesos constructivos. Por eso, desde el eje tecnológico se ha tratado de que los estudiantes, desde las etapas iniciales de la investigación, se familiaricen con: las normas técnicas de construcción nacionales e internacionales, para que apliquen sus recomendaciones en el diseño arquitectónico y desde aspectos técnicos de la construcción.

Para las investigaciones relacionadas con materiales de construcción, se motivó a los estudiantes a buscar en bases bibliográficas digitales usando métodos básicos para identificar la documentación relevante que sería la base documental de sus trabajos. Además, se han habituado a fundamentar sus propuestas sobre la base de estándares y procesos nacionales e internacionales relacionados tanto con la experimentación como con la calidad de los productos finales.

Experiencias desde la metodología

La arquitectura, a lo largo de su historia, se ha caracterizado por girar en torno al arte, la ciencia, la tecnología y sobre todo a las satisfacciones de las necesidades humanas manifestadas en el espacio. Por esto, no siempre se puede tener un marco metodológico totalmente cuantitativo o cualitativo de investigación. Por lo tanto, dependiendo del enfoque de trabajo del estudiante, se ha dirigido los esfuerzos a la búsqueda de procesos metodológicos diversos, como por ejemplo:

- a. El método científico, por su verticalidad y claridad en los procesos de experimentación, ha sido utilizado en todas las investigaciones relacionadas con materiales constructivos. Esto ha permitido que el estudiante conduzca su trabajo bajo un marco riguroso de investigación y

experimentación, necesario para asegurar la certeza de los resultados obtenidos.

- b. Para el campo de diseño urbano o arquitectónico, ha sido convincente tanto para los alumnos como para el docente identificar procesos metodológicos relacionados específicamente con la arquitectura. Para esto fue importante encontrar libros como el de De Jong y Van der Voordt (2002), titulado *Ways to Study and Research Urban*, que compilan las experiencias de procesos metodológicos aplicados con frecuencia en la arquitectura y el urbanismo. Esto ha permitido que el enfoque esté alineado a los procesos y técnicas utilizados en las investigaciones y estudios de proyectos de arquitectura y urbanismo.

La bibliografía revisada y la experiencia académica en la enseñanza en el eje tecnológico nos demuestran que es imperativo que el estudiante de arquitectura no solo desarrolle habilidades para resolver el diseño desde aspectos teóricos o compositivos, sino que es fundamental que adquiera competencias técnicas necesarias para resolver en la vida profesional los problemas constructivos que se presentan en la obra.

La motivación para el desarrollo tecnológico parte desde las aulas, de modo que es importante sembrar en los alumnos la curiosidad por buscar alternativas innovadoras fundamentadas en los procesos de investigación científica y en las normas nacionales e internacionales.

Referencias bibliográficas

- De Jong, T. M. y Van der Voordt, D. J. M. (2002). *Ways to Study and Research Urban, Architectural and Technical Design*. IOS Press, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliovirtualuide-ebooks/detail.action?docID=1109540>
- Longo, P. O. (2017). *Architecture and Sciences. Companion to the History of Architecture*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/9781118887226.wbcha008>.
- Sarquis, J., (ed.). (2008). *Arquitectura y técnica*. Nobuko.
- Schmidt, F. (2016). Open to All: Architectural Education. En *Companion to the History of Architecture* (pp. 1-28). <https://doi.org/10.1002/9781118887226.wbcha029>
- Sota, Alberto (s.f.). Arquitectura, tecnología, técnica, materia y afines. *Arquitectura y Técnica* Recuperado de: https://catedrasolari.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/sato-alberto_arquitectura-tecnologc3ada-tc3a9cnica.pdf

Capítulo III

Investigación académica en los ejes de diseño urbano, tecnologías constructivas y urbanismo.
Estudiantes de arquitectura

Investigaciones académicas del eje de
diseño arquitectónico

Propuesta de lineamientos de diseño sensorperceptivo para salas de terapia física. Estudio de caso: Centro Municipal de Atención a Personas con Discapacidad N°. 1 Loja-Ecuador

Autor: Harman David Sánchez Serrano
Investigador independiente

Directora: Mgtr. Arq. Vanessa Vélez Alvear
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2018

1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2001) estima, en su informe mundial sobre la discapacidad, que hay más de 1000 millones de personas con alguna discapacidad en todo el mundo. En Ecuador, según el Ministerio de Inclusión Económica y Social (2018) existen aproximadamente 563 515 con diferentes tipos de discapacidad, que representan el 3,5% del total de la población nacional. Loja cuenta con cuatro centros de atención para personas con discapacidad entre públicos y privados; las salas de terapia de dichos centros son adaptadas en espacios habitacionales de viviendas ya existentes, sin tener en cuenta factores sensoriales y perceptivos; además, no disponen de las salas de terapia necesarias para una adecuada rehabilitación.

El presente proyecto de fin de carrera pretende proponer lineamientos de diseño sensorperceptivos del ambiente arquitectónico para aplicar en salas de terapia física destinadas a centros de atención a personas con discapacidad física, teniendo en cuenta la experiencia con la estimulación sensorial en una infraestructura adecuada para una rehabilitación eficaz, que despierte distintas percepciones y capacidades innatas en los usuarios. Para cumplir el objetivo general, el proyecto plantea identificar los requerimientos espaciales necesarios para llevar a cabo la rehabilitación física de manera efectiva, determinar los requerimientos sensoriales-perceptivos en salas de terapia mediante la aplicación de parámetros de confort ambiental y de la fenomenología, y proponer lineamientos de diseño sensorperceptivo para las salas de terapia física.

2. Revisión bibliográfica

Los términos de enfermedad, deficiencia, discapacidad y minusvalía presentan una relación causal y de orden. Montesdeoca (2014) explica que la enfermedad de una parálisis cerebral ocasiona una deficiencia motora, que a su vez ocasiona una discapacidad de movimiento y, como consecuencia, se produce una minusvalía de independencia física.

La estimulación sensorial permite alcanzar una organización sensomotriz en la rehabilitación y el aprendizaje. Esta se emplea en conjunto con el fisioterapeuta, a través de diferentes medios, para conseguir su máximo desarrollo. En este ámbito, los sentidos dan como resultado una percepción del espacio inmediato y su alrededor. Ver, tocar, oler e interactuar con el entorno provoca en el subconsciente sensaciones vivas y percibidas.

El empleo de la psicología en la arquitectura debe adoptarse como una herramienta de forma integral. Calvo y Machado (2002, p. 12) afirman que «la psicología debe emplearse con el objetivo de ampliar el conocimiento del ser humano sin fragmentarlo, pues las distinciones existentes entre sus dimensiones fisiológicas, psicológicas y espirituales son virtuales, y simplemente existen para tratar de comprenderlo».

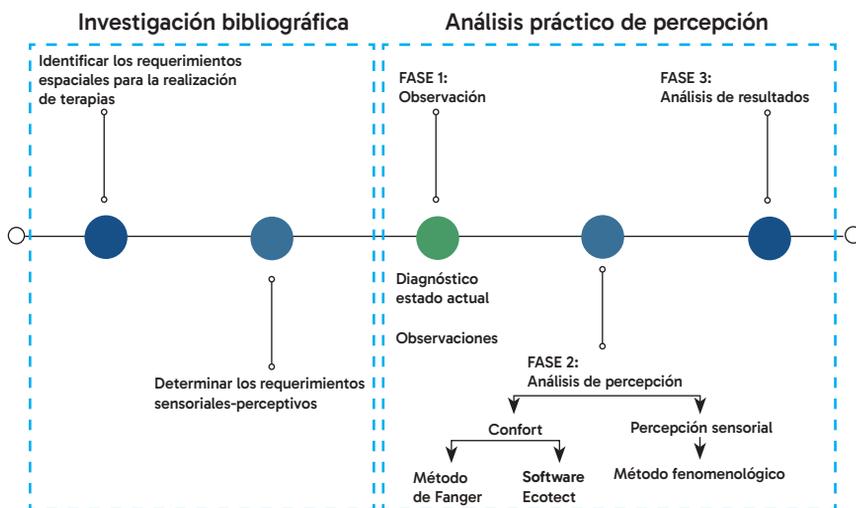


Figura 1. Metodología general

3. Materiales y métodos

En el marco de este estudio, se usaron dos metodologías distintas para abordar la investigación de manera integral. Por un lado, se utilizó un enfoque cuantitativo para recopilar datos relacionados con el análisis del confort, mientras que, por otro lado, se optó por un enfoque cualitativo con orientación fenomenológica para capturar información vinculada al análisis sensorial.

Con esta recopilación de datos, se busca comprender las sensaciones de las personas con discapacidad durante la terapia física al usar estrategias sensoriales aplicadas en la sala de terapia. La figura 1 muestra el proceso metodológico para obtener los lineamientos de diseño sensorceptivos.

El análisis práctico de percepción se desarrolló en tres fases. La fase 1, entendida como de observación, permitió determinar las actividades y actitudes de los usuarios mediante la observación. Para obtener valores más significativos del análisis práctico, se recomienda pasar largas jornadas en el

sitio de estudio para conocer y entender tanto el entorno como las necesidades de los usuarios.

La fase 2 consiste en el análisis de un estudio de caso. Para ello, se plantean dos acciones: el análisis práctico de confort térmico y el análisis de confort. El análisis práctico de confort térmico se realiza mediante la aplicación del método de Fanger y el *software* Ecotect, que permitió evaluar el estado actual de la sala de terapia física y con ello determinar la necesidad de utilizar instrumentos de enfriamiento o calefacción en el espacio. Luego, aplicando el método fenomenológico, se realizó un análisis de percepción sensorial, que permitió determinar las sensaciones que estimulan a los pacientes durante el proceso de terapia.

Por medio del método de Fanger, se midió el nivel de confort térmico basado en la norma ISO 7730, a través de variables térmicas hombre-entorno:

- **Aislamiento de la ropa** se refiere a la vestimenta con la que se acude al centro de atención.
- **Tasa metabólica desarrollada** mide el gasto energético en la sala de terapia.
- **Características ambientales** se refieren a la temperatura del aire, temperatura radiante, humedad y velocidad relativas del aire.

Una vez obtenidos estos valores, se calcula el PMV (voto medio estimado), que permitió saber el nivel de confort existente en la sala de terapia. Si el valor del PMV está comprendido entre los rangos de $-0,5$ y $0,5$, la sensación térmica global es satisfactoria en un determinado ambiente. También se realizó el cálculo del PPD (porcentaje de personas insatisfechas), que permitió saber el nivel de confort establecido en el cálculo PMV.

A continuación, se aplica el *software* Ecotect: un programa bioclimático solar que permite realizar un análisis solar y de iluminación natural de un edificio con criterios bioclimáticos. Los cálculos realizados con el método de Fanger y el *software* Ecotect permitieron tomar decisiones para aplicar instrumentos de enfriamiento o calefacción en la sala de terapia física.

Luego, para el análisis de percepción sensorial aplicando el método fenomenológico, se efectuó una entrevista semidirecta en profundidad, que permite añadir más preguntas conforme va pasando el diálogo con el entrevistado.

La aproximación fenomenológica es un aporte relevante en este proyecto, pues permite estudiar la esencia de las situaciones y de las emociones, inclu-

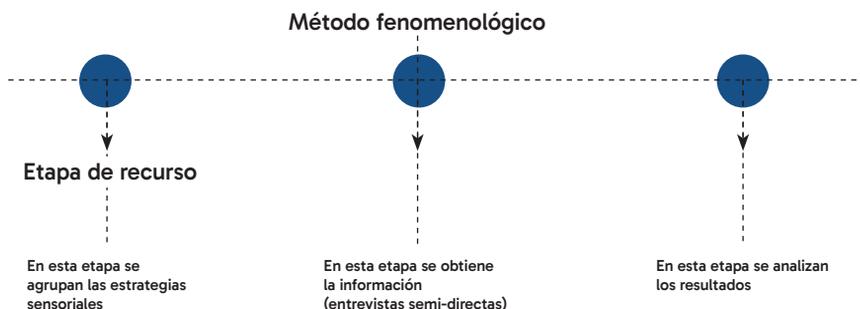


Figura 1. Metodología general

yendo los sentidos y la percepción, para llegar a la idea, lo que involucra experiencias estéticas-sensibles. Por otro lado, los diseños fenomenológicos son los que se enfocan en las experiencias individuales subjetivas de los participantes. Holl, como se citó en Navarrete (2016), manifiesta que la fenomenología es una manera de ver y pensar, que se convierte en un generador de la concepción arquitectónica, de tal manera que devuelve la importancia de la experiencia vivida como una filosofía en circunstancias existentes.

En la primera etapa de este estudio, se utilizaron como recursos las denominadas estrategias sensoriales (visuales, olfativas y auditivas), para luego ser aplicadas en la sala de terapia física. La vista, el oído y el olfato son los sentidos que estuvieron a prueba para el presente trabajo por medio del color, el olor y el sonido, porque son sentidos de percepción inmediata que, por acción de los músculos, controlan la orientación. Mediante el uso del color, se planteó formular una propuesta de colores que influyan de manera positiva en las personas con discapacidad física, con la finalidad de crear ambientes con una cromática que estimule la percepción de los usuarios. La esencia aromática sirve como método curativo, puede ayudar a recuperar energía y armonía. Los sonidos son una terapia para la sanación: mediante ellos se puede llegar a la relajación o motivación.

En la siguiente etapa, se determinaron las técnicas y herramientas para obtener la información sobre la base del método fenomenológico, que tiene

el objetivo de lograr una descripción del fenómeno de estudio. Finalmente, en una etapa estructural se determinó el método de análisis de los resultados obtenidos de la fase anterior.

4. Análisis del caso de estudio: Centro Municipal de Atención a Personas con Discapacidad n.º 1, Loja-Ecuador

El centro es administrado por el Patronato de Amparo Social del Municipio de Loja. A él acuden ciento veinte personas con discapacidad, entre física, intelectual, visual, psicosocial y auditiva, de las cuales ochenta son permanentes, es decir, que asisten al centro desde las 09:00 hasta las 16:00, mientras que el resto de los usuarios son ambulatorios (denominados así por el MIES), ya que acuden únicamente a la terapia por el lapso de quince minutos. Al centro de rehabilitación ingresan niños, jóvenes y adultos con el respectivo carné, con un diagnóstico médico neurológico previo o remitidos de alguna institución, para así hacer uso de las áreas de rehabilitación, asignadas por los psicorrehabilitadores del centro, donde asistirán de quince a veinte minutos en cada área de rehabilitación, en los días establecidos.

La sala de terapia física e hidroterapia tiene un área de 48,70 m² de construcción, y cuenta con los siguientes servicios:

- **Hidroterapia** (hidromasaje, tina de cuber).
- **Mecanoterapia** (caminadoras, bicicletas cinéticas, rueda de hombro, multifuerza y escalera rusa).
- **Área de marcha** (paralelas).
- **Área de masaje** (Cheilon).

Funcionamiento de la sala de terapia. El área de funcionamiento es de 48,70 m². En ella se realizan tres tipos de terapias (mecanoterapia, masaje e hidroterapia); por consiguiente, la sala de terapia física ha quedado demasiado pequeña para realizar un servicio integral. La sala de terapia se compone de tres áreas: servicio de hidroterapia con una tina de hidromasaje; luego, una terapia de masaje con una cama de Cheilon, y finalmente, la realización de actividades de motricidad con equipos de mecanoterapia.



Figura 3. Sala de terapia física

Las diferentes terapias en un mismo espacio generan en los usuarios distracción en su proceso terapéutico, retraso en la atención con los próximos pacientes, y en reiteradas ocasiones se debe cerrar la puerta cuando se trata de darle atención a un único paciente si, por ejemplo, necesita de una terapia en tina.

5. Propuesta / Resultados

Se debe mencionar que los factores sensorperceptivos son de vital importancia para el desarrollo motor y cognitivo de los usuarios. Tras resumir los resultados, se plantean los siguientes espacios:

Salas de terapia física

El ser humano posee cinco órganos que permiten relacionarse con el mundo exterior y comprenderlo; los órganos receptores están vinculados a estímulos higrótérmicos, acústicos, visuales y olfativos que, una vez estimulados, producen una percepción.

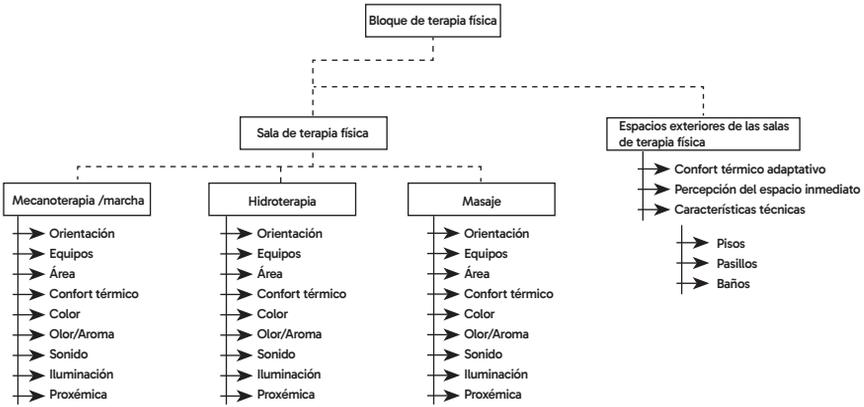


Figura 4. Contenido de lineamientos

A continuación, se detallan los tres tipos de salas de terapia (mecanoterapia-marcha, masaje e hidroterapia), cada una con sus características funcionales y sensoriales.

Sala de mecanoterapia y marcha

La sala de marcha tiene por objetivo alcanzar en el usuario una marcha o caminata independiente, que, con el uso de texturas en el piso, permite activar la sensibilidad de las extremidades inferiores. Las características sensor-perceptivas de la sala de mecanoterapia y marcha son las siguientes:

Área de mecanoterapia

En el estudio de proxémica que se realizó en el análisis del caso, se pudo determinar la cantidad de equipos y materiales necesarios para la sala de mecanoterapia. Por lo tanto, el presente trabajo está detallado para ocho personas en el interior: cuatro usuarios y cuatro terapeutas.

<p>El área óptima para la sala de mecanoterapia debe estar en el rango de 60-80 m².</p>
<p>La temperatura para la sala de mecanoterapia y marcha debe estar comprendida entre 22 °C y 24,5 °C. Caso contrario se recomienda usar equipos de enfriamiento o calefacción.</p>
<p>Los colores que se recomienda utilizar en el interior de la sala son el naranja y el amarillo, los que responden a partir del análisis práctico, carta RAL. Los colores pueden ser utilizados en el piso por medio del material epóxico o vinil o también en las paredes.</p>
<p>En el caso de la sala de mecanoterapia y marcha, se recomienda el olor a esencia de rosas. El aromatizador funciona con 12 V, debe estar ubicado a 1,80-2,00 m del nivel del suelo, la expansión del olor del aromatizador cubre entre 70-80 m³ (5 m x 5 m x 3 m).</p>
<p>El sonido que se debe aplicar en la sala es de ondas alfa. Pueden ser emitidas por medio de dos parlantes de 20 W cada uno, ubicados opuestamente con la finalidad de evitar vibraciones y reverberaciones. Además deben estar a la altura de 1,40 m del nivel del suelo.</p>
<p>De los resultados obtenidos en la fase experimental, se tiene que los usuarios prefieren un ambiente de terapia sin mucho ruido. En relación con el área, los usuarios perciben y hacen de su espacio su intimidad personal. El exceso de personas genera distracción y estrés.</p>
<p>La iluminación recomendable para la sala de mecanoterapia y marcha oscila entre 700-1000 lx. La distancia entre el usuario y la fuente luminosa debe ser superior a los 45°. La distribución uniforme se logra con la distribución simétrica de las luminarias.</p>

Área de marcha

En la sala de marcha, es característico el uso de texturas y paralelas para el mejoramiento de las extremidades inferiores.

Sala de masaje

La característica principal de una sala de masaje es tener las condiciones técnicas y espaciales necesarias para influenciar indirectamente al usuario. El usuario relajado, influenciado por la terapia y el espacio, baja los niveles de estrés, disminuye la presión arterial, y por ende la frecuencia cardíaca y la tensión muscular.

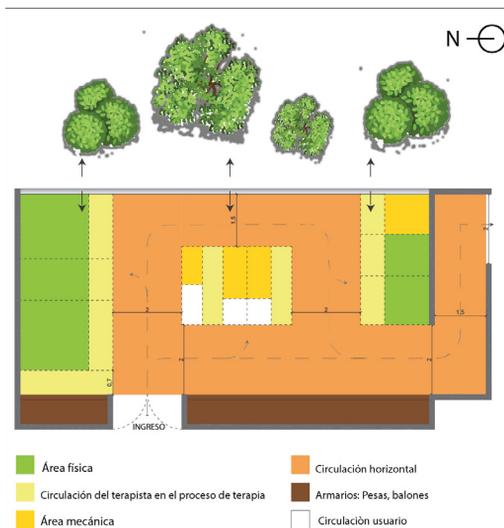


Figura 5. Propuesta de zonificación: área de mecanoterapia

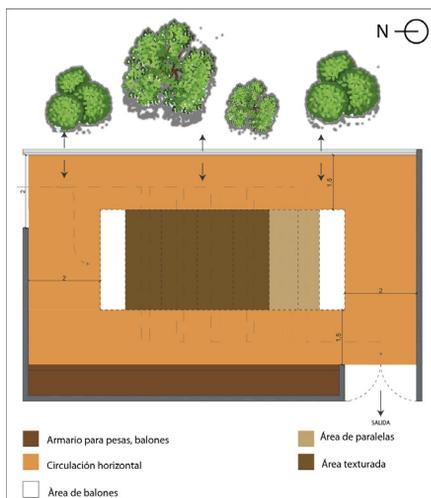


Figura 6. Propuesta de zonificación para área de marcha

Para la sala de masaje, se recomienda la orientación al sur. Esta orientación tiene menos influencia directa de los rayos del sol.

El área recomendable para la sala de masaje es de 50-60 m².

La temperatura idónea debe estar comprendida entre 22 °C a 24,5 °C.

Los colores que se van a utilizar en el interior de la sala son el naranja y el amarillo.

Para la sala de masaje, se recomienda el olor a esencia de rosas.

El sonido que se recomienda aplicar en la sala es de ondas alfa. Pueden ser emitidas por medio de dos parlantes de 20 W direccionados al norte y al sur.

Para lograr esas características, la cantidad de personas influye directamente. Sobre la base de los resultados obtenidos, los usuarios reaccionaron de mejor manera en un ambiente de terapia con 4 usuarios, 6,25 m² por cada uno.

La iluminación es un factor muy importante para este tipo de terapias. En la investigación de campo, se pudo comprobar que el nivel de iluminación adecuada está comprendido entre 300-500 lx, por medio del método de alumbrado general-localizado.

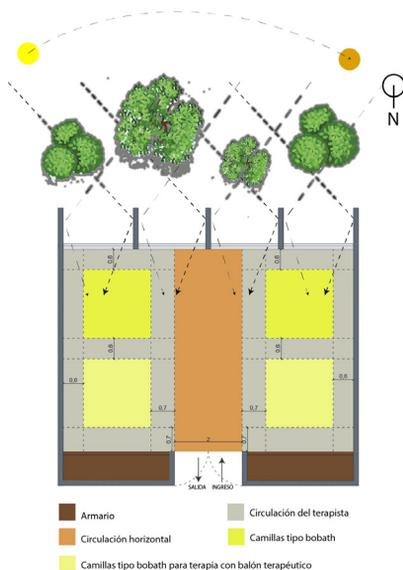


Figura 7. Propuesta de zonificación para sala de masaje

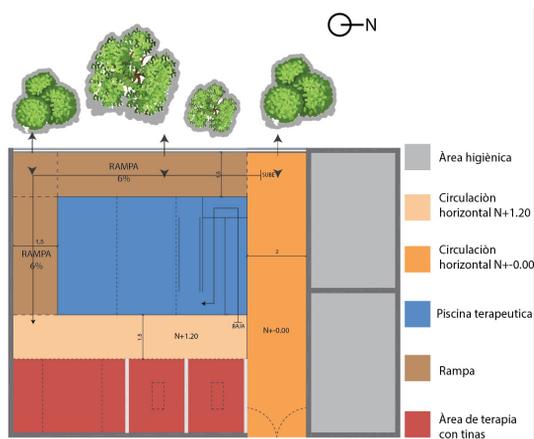


Figura 8. Propuesta de zonificación para sala de hidroterapia

Sala de hidroterapia

La hidroterapia se caracteriza por contar con equipos que basan su funcionamiento en el uso del agua.

El área recomendable oscila entre 90-100 m², sin el área de servicios higiénicos.

La figura 8 muestra una propuesta de zonificación, en donde la sala de hidroterapia está resuelta en dos niveles: desde el nivel 0,00 m se accede únicamente al área higiénica; por medio de una rampa no mayor al 6 % de pendiente, se accede al nivel +1,20 m, donde se encuentra el área de terapia con tinas y la piscina terapéutica. El ingreso a la piscina se debe realizar por medio de una rampa de 0,80 m de distancia, y debe contar con pasamanos.

La orientación recomendable es al oeste. Con esta orientación se pretende aprovechar la iluminación natural directa a partir del mediodía.

La temperatura idónea debe estar entre 22 °C a 24,5 °C.
La temperatura adecuada para la piscina debe estar comprendida entre 34 °C y 36 °C.
Los colores que se recomienda utilizar en la sala de hidroterapia son el azul y el naranja. Las características de estos colores permiten al usuario tener un ambiente tranquilo.
Se recomienda esencia de jazmín, expandida mediante un aromatizador eléctrico.
Se recomiendan ventanales desde 1,20 m respecto del suelo, para evitar el contacto visual desde el exterior al interior y así asegurar la intimidad en el proceso de terapia.
Para la sala de hidroterapia, no es necesario el uso de parlantes para expandir sonido. En la investigación de campo, se utilizó sonido de chorros de agua, lo que, para este caso, se reemplazaría por el sonido propio de la piscina de terapia.
La iluminación recomendable para la sala de hidroterapia oscila entre 700-1000 lx.

6. Conclusiones

La creación de ambientes adecuados a las necesidades de las personas con discapacidad es fundamental para garantizar su bienestar y mejorar su calidad de vida. En este contexto, el estudio se enfocó en la propuesta de lineamientos de diseño sensorceptivo para salas de terapia física, para el Centro Municipal de Atención a Personas con Discapacidad n.º 1 en Loja, Ecuador, y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

La realización de tres terapias diferentes en una sola sala ha influido negativamente en la calidad del servicio. Por lo tanto, es necesario separar las terapias en espacios con condiciones diferentes. La aplicación de las agrupaciones sensorceptivas en las salas de rehabilitación física está directamente relacionada con el tipo de terapia que se realiza. Las características sensorceptivas permiten influir en el estado emocional del usuario, que se requiere para las diferentes terapias.

Para que las estrategias sensorceptivas puedan ser recibidas por los usuarios, se necesita mantener los niveles recomendables de confort térmi-

co para dar inicio a una actividad cognitiva. Los usuarios en ambientes sin estrategias sensoperceptivas permanecen distraídos, mientras que en la sala de terapia física intervenida con las estrategias sensoperceptivas propuestas, tienen interés de búsqueda y permanencia durante el proceso de terapia. La estrategia sensorial denominada «actividad mental» permite mantener enérgicos a los usuarios, en terapias donde tienen autonomía para realizar movimientos, mientras que la estrategia sensorial del «reposo» mantiene relajados a los usuarios en terapias donde se involucra el apoyo del terapeuta.

Los lineamientos de diseño sensoperceptivo están agrupados y planteados de tal manera que puedan ser utilizados por los arquitectos para el diseño de nuevos espacios con características funcionales y sensoriales; o también, que puedan ser utilizados por los terapeutas para la adaptación de espacios existentes con características sensoriales.

En síntesis, el análisis de confort pone en evidencia la relación entre espacio y usuario para alcanzar óptimos niveles de confort, pero el estudio fenomenológico permite profundizar en la percepción del usuario. Para el diseño arquitectónico, especialmente de centros de rehabilitación, este enfoque fortalece la función no solo física (en cuanto a niveles óptimos de confort) sino también social de la arquitectura.

Referencias bibliográficas

- Calvo, K. y Machado, A. (2002). Fenomenología de la percepción. *Agora*, 21(2), 163-181.
- Ministerio de Inclusión Social y Económica (2017). *Caracterización del Servicio de Personas con Discapacidad. Octubre 2017*. Dirección de gestión de información y datos. Quito, Ecuador.
- Montesdeoca, A. (2014). *Equipamiento para desarrollar actividades escolares para niños con parálisis cerebral espástica leve y moderada de 5 a 11 años*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Navarrete, S. (2015). Fenomenología. Una alternativa de investigación científica, más próxima al diseño. *Actas de diseño*, 19, 211-217.
- OMS. (2001). *Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud*. Imsero / OMS / OPS.

Diseño de espacios educativos del siglo XXI, bajo el método pedagógico María Montessori, caso de aplicación: Escuela Dr. Edison Calle Loaiza

Autor: Jamil Israel Carrillo Jara
Investigador independiente

Director: Mgtr. Arq. Fernando Moncayo
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2019

1. Introducción

La escuela primaria tiene hoy muchos espacios adoptados del pasado, como lo menciona Toranzo (2008), que muchas veces no toman en cuenta el movimiento de quienes habitan en ella. Son espacios pensados para la quietud y no para el movimiento. Esto se genera en nuestro contexto porque se los estudia bajo el enfoque de medidas mínimas necesarias por alumno. Aparentemente, este formato de diseño de instituciones educativas estaría bien planteado porque se encuentra respaldado por estándares de infraestructura promovida y establecida por el Ministerio de Educación, que últimamente fueron aplicadas en Unidades Educativas del Milenio; sin embargo, este planteamiento se concentra en un estudio cuantitativo referido a la cantidad de espacio y a un estudio cualitativo que se refiere a la calidad del mismo y su relación con el modelo pedagógico.

Al contrastar con la actualidad, se han implementado nuevas formas o metodologías que favorezcan la enseñanza del niño, como por ejemplo el modelo pedagógico de María Montessori, que busca crear una conexión con el exterior y diseñar ambientes que sirvan de estímulo para el deseo de conocer y aprender (Carmona, 2017). Estos modelos se ven implementados actualmente a escala internacional y, en el ámbito local, están presentes en dos instituciones educativas particulares de la ciudad de Loja. Sin embargo, las implementaciones de este método en instituciones fiscales se ven limitadas por la infraestructura institucional tradicional, que no va de acuerdo con la configuración espacial que requiere la inclusión del método pedagógico. Esta desarticulación existente entre el espacio arquitectónico escolar y la pedagogía se la puede tratar diseñando los entornos de enseñanza y aprendizaje teniendo en cuenta factores ambientales-físicos, sociales, psicológicos y pedagógicos. De igual manera, en el caso de estudio, se identificó una desarticulación de la escuela y su contexto construido, contribuyendo a que internamente existan irregularidades en cuanto a infraestructura con respecto a normativa establecida por el Ministerio de Educación y con la implementación de un nuevo método pedagógico. Esta problemática mencionada se la describe en la figura 1.

El objetivo general del estudio es diseñar espacios educativos de enseñanza y aprendizaje que se ajusten a un nuevo modelo educativo basado en el método pedagógico de María Montessori, con el fin de estimular el deseo de aprender de los estudiantes de la escuela Dr. Edison Calle Loaiza e investigar la importancia que tiene el entorno escolar para el aprendizaje. Para lograr el objetivo general, se plantean como objetivos específicos determinar los requerimientos espaciales, funcionales y formales referentes a instituciones educativas que empleen el modelo pedagógico de María Montessori para plantear pautas de diseño de la propuesta; diagnosticar los espacios educativos de la escuela Dr. Edison Calle Loaiza, para identificar si actualmente cumple con parámetros normativos o es apta para la implementación de una nueva metodología pedagógica; y finalmente, diseñar la propuesta arquitectónica de la escuela Dr. Edison Calle Loaiza, para lograr vincular el espacio arquitectónico con la generación de estímulos y favorecer el aprendizaje en el niño.

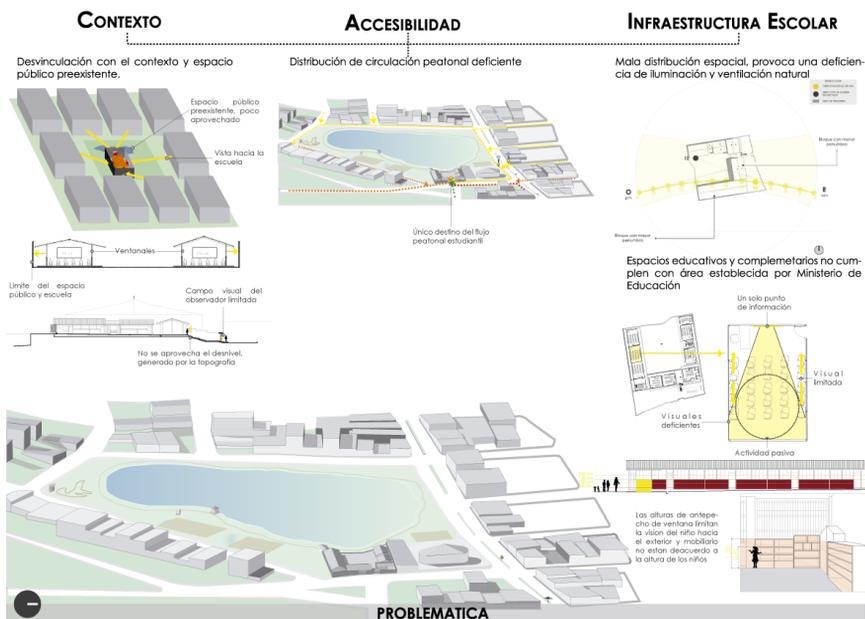


Figura 1. Problemática del estado actual

2. Revisión bibliográfica

La evolución de la arquitectura escolar a lo largo de la historia ha estado estrechamente vinculada a las teorías que han surgido sobre la importancia y función de la educación. Este proceso histórico ha experimentado cambios significativos, y uno de sus hitos iniciales más destacados fue la escuela lancasteriana del siglo XVIII. En esta etapa temprana, la arquitectura escolar se caracterizaba por la presencia de un gran salón con numerosos bancos dispuestos en filas, donde el maestro ocupaba una posición frontal y los alumnos se ubicaban en estas filas (Munévar, 2010). Siguiendo esta línea de desarrollo, Jiménez (2009) describe las características de la escuela tradicional, que se distinguía por varios aspectos importantes que se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la escuela tradicional

Objetivo	Transmitir información y normas.
Función	Transmitir saberes específicos.
Metodología de enseñanza	El profesor expone sus saberes.
Configuración espacial	Variante 1: distribución espacial en forma de U con un patio central rodeado de aulas. Variante 2: identificada en viviendas coloniales con patio central adaptadas para equipamiento educativo.

En contraste con esta realidad, han surgido nuevas corrientes educativas, entre las cuales se destaca la Escuela Nueva, que se consolidó a finales del siglo XIX y principios del siglo XX (Múnevar, 2010). Esta denominación se debe a la aparición de numerosos pensadores que desarrollaron diversas metodologías de enseñanza y aprendizaje centradas en el desarrollo individual y mental de cada persona. En este enfoque, se otorga una especial consideración tanto al entorno escolar como al entorno exterior, ya que se reconocen como elementos que estimulan el aprendizaje de cada estudiante.

Tabla 2. Características de la escuela nueva

Objetivo	Socialización y felicidad del niño.
Función	No limitar la educación ni la transmisión de conocimientos, sino preparar al individuo para el futuro.
Metodología de enseñanza	El sujeto, la experimentación, la vivencia y la manipulación ocupan un papel central.
Configuración espacial	Tiene diferentes parámetros del entorno educativo (por ejemplo, diseño arquitectónico no estándar de aulas o comunicación diferente entre profesores y alumnos) (Nedvěď y Zámečnicková, 2014).

Importancia del entorno escolar y la influencia en el aprendizaje

Mediante un estudio llevado a cabo por el proyecto HEAD (Evidencia y Diseño Holístico), se ha llegado a la conclusión de que las condiciones físicas del aula tienen un impacto significativo en la variación del aprendizaje y llegan a representar un 16 % de diferencia en el desempeño de 3.766 alumnos. En otras palabras, un entorno educativo de calidad superior se traduce en un rendimiento escolar mejorado para los niños.

Características espaciales de la arquitectura escolar María Montessori

El espacio escolar tiene gran influencia en el proceso de aprendizaje del niño en la escuela Montessori, con el propósito de inducir y estimular el proceso de construcción del conocimiento que forma el pequeño, al fomentar la observación, la actividad, el orden, la libertad y la autonomía.

Se produce una descentralización del mandato del profesor; se enlaza la construcción del aprendizaje por medio del medio ambiente, mobiliario, mate-

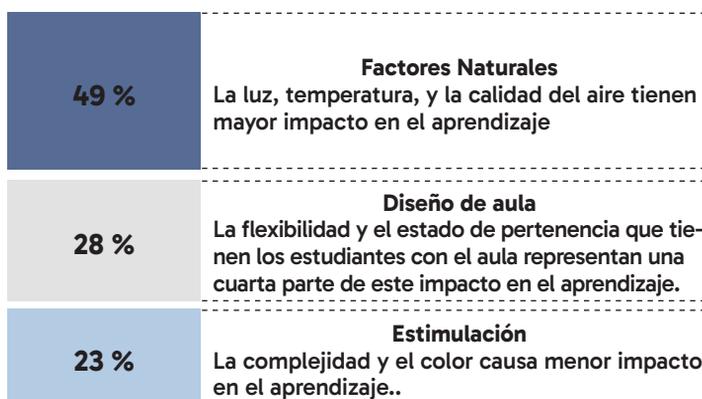


Figura 2. Características físicas que influyen en el aprendizaje y estímulo del niño



Figura 3. Parámetros del diseño espacial María Montessori

riales y diferentes espacios que estimulan al niño para actuar independientemente. En los parámetros de diseño, la metodología distingue tres períodos que los denomina «teorías del período sensible en el desarrollo del niño», que se subdividen en tres etapas de desarrollo: a) el período de la mente absorbente, desde el nacimiento hasta los seis años, b) la edad de instrucción, desde los seis hasta los doce años, y c) desde los doce hasta los dieciocho años, cuando el niño sufre su transformación física y mental.

En esencia, estos parámetros de diseño persiguen fomentar un desarrollo integral en tres dimensiones fundamentales: en primer lugar, facilitar el crecimiento del niño en aspectos físicos, sociales, motrices e independientes; en segundo lugar, satisfacer sus necesidades y tendencias básicas; y finalmente, promover la autosuficiencia del niño.

3. Materiales y métodos

El proceso metodológico que se sigue para cumplir con el desarrollo de la investigación se observa en la figura 4.

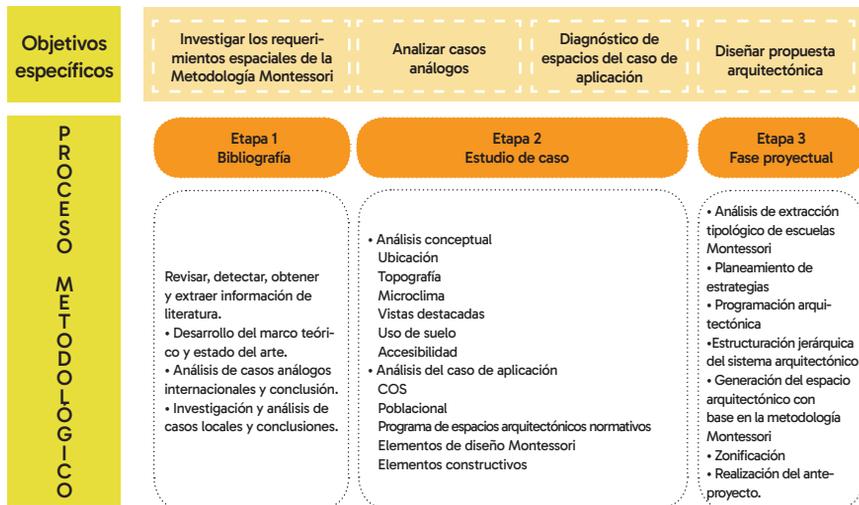


Figura 4. Proceso metodológico de la investigación

4. Análisis del caso de estudio

El diagnóstico del caso de estudio se efectúa siguiendo las normativas correspondientes y mediante la identificación de los parámetros de diseño del método pedagógico María Montessori, los cuales se describen a continuación.

Tabla 3. Diseño espacio María Montessori – Diseño espacio caso de aplicación

Diseño María Montessori	Diseño caso de aplicación
Diseño para el niño	
<p>Diseño a partir de la escala del niño: Mobiliario está al alcance del niño y tiene una altura máxima de 70 cm y la altura de las mesas como mínimo de 50 cm.</p>	<p>En el caso de aplicación se ve que el mobiliario no está hecho ergonómicamente para que los niños tengan fácil acceso a sus juegos didácticos teniendo un altura de 1,26 m sobrepasando por casi el doble la altura mencionada por la metodología Montessori.</p>
Relación interior-exterior	
<p>Vincula la edificación con su contexto natural y del medioambiente con la finalidad de cumplir funciones de iluminación, ventilación y favorecer la relajación y el descanso de la visión del estudiante.</p>	<p>Las configuraciones en cuanto a las aulas hacen que se generen dos visuales: la primera hacia el patio central, y la segunda que es más crítica se dirige hacia un muro limítrofe del terreno que obstaculiza el paso de iluminación y ventilación natural, siendo estas desfavorables para una relajación y descanso visual. Sin embargo, el proyecto tiene vistas potenciales hacia el oeste y suroeste de naturaleza, donde se podría proyectar las vistas principales de las aulas como lo menciona la metodología Montessori.</p>
Zonas de circulación	
<p>Se usa para crear diferentes espacios para socializar, descansar, estudiar, son áreas donde se desarrollan actividades espontáneas. Estas zonas se resuelven en el interior del bloque de la escuela</p>	<p>Las zonas de circulación son netamente de paso, sin embargo, aunque se pueden crear lapsos de socialización estos vienen a ser espontáneos, no cuenta con un mobiliario adecuado, que pueda crear de alguna forma algún tipo de aprendizaje o socialización continua.</p>

Aulas flexibles	
<p>La filosofía Montessori desarrolla la inteligencia del niño por medio del movimiento. La flexibilidad en las aulas es importante en términos de rendimiento educativo. Se espera que estos espacios serán lo suficientemente flexible para apoyar el cambio, la actividad, la explotación, el trabajo individual y de grupo de acuerdo con diferentes métodos de aprendizaje.</p>	<p>El espacio de aprendizaje cuenta con una forma rectangular el cual influye en la distribución y rigidez lineal de la distribución dentro del espacio, limitando así el cambio de actividad y el desarrollo cognitivo del niño.</p>
Contacto visual	
<p>El enfoque Montessori da importancia al aprendizaje de ver y de comunicación. Los espacios son diseñados permitiendo que diferentes grupos de edad están en contacto visual con los demás.</p>	<p>El aprendizaje y comunicación a través del contacto visual con el exterior se ve obstaculizado por la altura del antepecho que en la mayoría de las aulas sobrepasa 1 m de altura.</p>
Luz natural	
<p>La luz natural se obtiene de modo que todas sus fachadas estén diseñadas para tener luz natural, utilizando aberturas en el techo. La utilización de este factor hace que las diferentes zonas sean de calidad.</p>	<p>En el caso actual la incidencia de la luz natural solo se puede obtener por medio de las fachadas principales, que están orientadas hacia el norte y sur del predio; sin embargo, esta incidencia normal de la luz natural se ve obstaculizada por un muro limítrofe y por el alero de la cubierta que sobrepasa el metro de distancia, causando mucha penumbra en el interior de las aulas.</p>
Espacios lúdicos	
<p>Las paredes pueden cumplir no solamente la función de divisor, también deben ser parte del aprendizaje del niño, creando superficies para escribir, para el estímulo sensorial, pintándolas de diferentes colores y texturas.</p>	<p>Las paredes cumplen la función de dividir espacios, y no sirven como elemento donde los niños pueden expresarse libremente, ayudando a su desarrollo.</p>

Área de juegos	
El área de juegos debe promover el desarrollo y desenvolvimiento de habilidades motoras, perceptuales, sensorial y de imaginación del niño.	Esta área no está diseñada para crear diferentes escenarios donde el niño pueda desarrollar diferentes habilidades; además este pequeño circuito de juegos es apto solamente para niños de 7 años en adelante.

5. Propuesta / Resultados

La propuesta tiene como punto de partida el estudio tipológico de dos edificaciones escolares construidas donde se instruye con la metodología pedagógica de María Montessori, en las que se han identificado aspectos funcionales, formales y estructurales de los dos casos de estudio. Antes del análisis, se ha seleccionado la tipología de módulos dispuestos, ya que se considera que funcionalmente responde a nuestro contexto, por parámetros de confort y por aspectos relativos a superficie de terreno: necesitamos una compactación de espacios, y los módulos de aulas se ven ordenados mediante una línea o circulación horizontal.

Al considerar que, para una institución educativa, no es recomendable exceder los dos pisos de altura, se realiza la propuesta en dos plantas debido a que, por la extensión del terreno, no sería posible aplicar en una sola planta el nuevo programa arquitectónico.

CONCLUSIÓN APLICADA AL DISEÑO

Referente
Colegio María Montessori Mazatlán

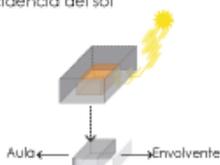
Caso de Aplicación
Escuela Dr. Edison Calle Loaliza



1. ENVOLVENTE

El doble envolvente regula la incidencia del sol

Mantiene el aula iluminada.



Gran parte del año pasa lloviendo

Regula la incidencia del sol

Tiempo de Sol



Tiempo de lluvia mayor es nubosidad

Generaría penumbra en el aula

No sería eficiente

Si tratáramos de aplicar la misma estrategia que la del referente en nuestro medio causaría mayor índice de penumbra dentro de aula, ya que en gran parte del año pasa nublado y con lluvia.

2. MÓDULOS INDEPENDIENTES



El aula como módulo independiente funciona, gracias a la extensión del terreno

* Generarían obstáculos visuales

* No hay jerarquización de espacios

* Por la extensión del terreno no podría funcionar un aula como módulo independiente ya que ocuparía y se desperdiciaría mucha área.

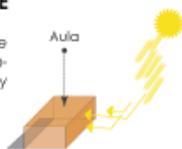
Referente
Escuela Montessori Waalsdorp

Caso de Aplicación
Escuela Dr. Edison Calle Loaliza

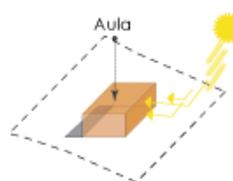


3. ENVOLVENTE

El envolvente recibe directamente la luz y vientos



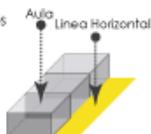
El contacto directo de la envolvente principal con el exterior, generaría aulas bien iluminadas y ventiladas



4. MÓDULOS DISPUESTOS

* Ordena y compacta los espacios

* Unifica la circulación



De acuerdo con la extensión del terreno se generaría una mejor distribución de los espacios por medio de la disposición de los mismos.

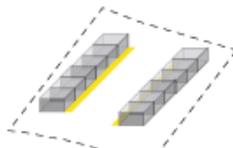


Figura 5. Tipologías aplicadas al medio de intervención

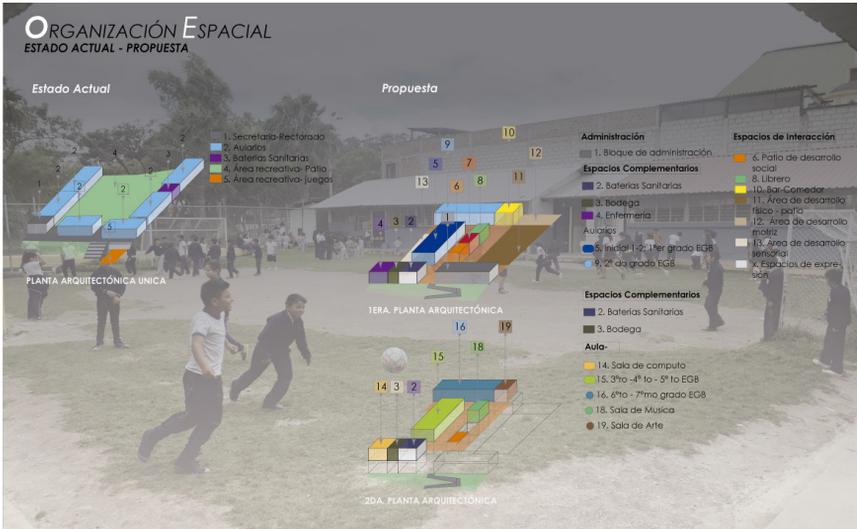


Figura 6. Organización general del programa arquitectónico actual - Propuesta

En cuanto al diseño referenciando por el método pedagógico Montessori, se procede primeramente a generar dos tipos de conexiones: 1. Contacto visual interior (escuela) - exterior (contexto) para cumplir con parámetros de iluminación y ventilación, y para ofrecer relajación y descanso visual al estudiante. Por ello se lo resuelve con un muro permeable, una fachada porosa y a través de balcones ubicados estratégicamente en la segunda planta donde las visuales se dirigen hacia el Este (Parque Recreacional Daniel Álvarez) y Oeste (paisaje montañoso del Oeste). 2. Contacto visual interior ya que, para la metodología, es muy importante el aprender a través de la observación y la comunicación; de esta manera, interiormente se maneja cada aula con muros semisólidos, lo que genera vanos para permitir la exploración y comunicación entre espacios.

Otro parámetro importante es la obtención de iluminación y ventilación natural. Se la resuelve por medio de fachada semisólida, conformada por vanos acristalados, iluminación cenital y perforaciones en la losa de la segunda planta que permiten controlar y mejorar la incidencia solar en los pasillos.

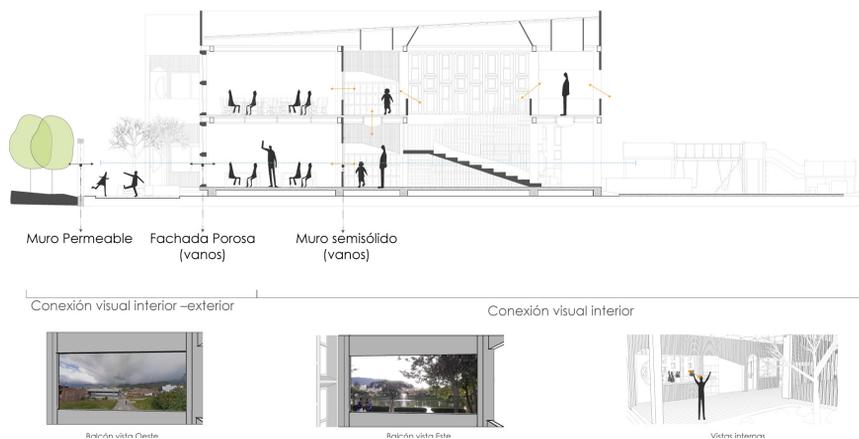


Figura 7. Contacto visual

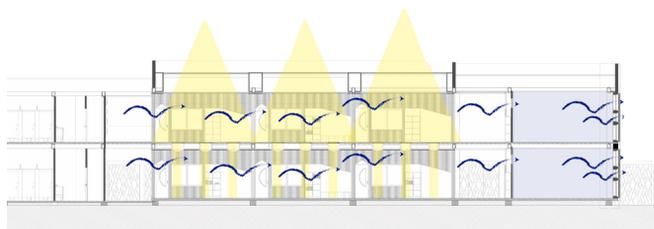


Figura 8. Obtención interior de iluminación natural

A pesar de que la institución es de uso matutino, se prevé una protección solar que retranquea la ventana, para evitar la incidencia solar directa. En cuanto a la ventilación, que va del noreste al suroeste, se plantea un volumen rígido que sirva como barrera para reducir la velocidad del mismo, de tal manera que se ubica un bloque rígido de dos pisos de altura que contiene y conduce el viento hacia las instalaciones interiores, en las que se manejan ventanales medios y altos ubicados con frente al pasillo principal.



Figura 9. Incidencia del viento proveniente del noreste

Estos aspectos se formalizan en el proyecto para cumplir parámetros de diseño Montessori y de confort térmico establecidos por el Ministerio de Educación. Una de las premisas de diseño fue la generación de una envolvente permeable, para generar una continuidad horizontal. La idea de generar esta envolvente exterior es provocar una conexión con el entorno, ya que en la actualidad se encuentra desconectado por la presencia de un muro sólido que rodea la escuela.



Figura 10. Estado actual – Propuesta de muro perimetral frontal

Por otro lado, se proyecta una envolvente sobre la base de las dimensiones de los niños, desde inicial 1 hasta séptimo grado de educación general básica, con un muro poroso en cuyos vanos puede encajar un niño.



Figura 11. Fachada con escala del niño

Por otro lado, se proyectan los denominados pasillos activos que provienen de la filosofía «no se aprende solamente dentro del aula, sino también fuera de ella». Por eso, a estos pasillos se los entiende como espacios de aprendizaje libre y dinámico en que se ven implicados todos los sentidos y se genera una interacción social e intercambio de saberes entre estudiantes y profesores.



Figura 12. Renders de espacios interiores

6. Conclusiones

La indagación en el marco teórico sirve para cambiar el enfoque de proyección de centros educativos basados en factores cuantitativos, a espacios educativos que sirvan como un complemento al desarrollo integral del niño.

La metodología Montessori se basa en la preparación del espacio físico donde el niño va a generar su aprendizaje, el que se enfoca en aprender dentro y fuera del aula.

Las guías de infraestructura de instituciones educativas establecidas por el Ministerio de Educación tienen un enfoque cuantitativo y dejan relegado el ámbito cualitativo, es decir, la percepción o acciones positivas que generan un espacio de aprendizaje. El análisis del referente contribuyó a generar una propuesta de acuerdo con aspectos funcionales y formales que necesita la metodología pedagógica María Montessori.

En la propuesta arquitectónica, se mejora en 100% el área requerida por estudiante en lo que se refiere a la superficie de terreno. De igual manera, se mejoran sustancialmente aspectos de confort del aula: 9% más del porcentaje mínimo en luminosidad, y 39% más en el rango mínimo establecido de ventilación.

Referencias bibliográficas

- Carmona, V. (2017). *Arquitectura de las escuela infantiles españolas en el siglo XXI*. Universidad de Granada. Recuperado de: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/48776>
- Jiménez, Á. (2009). La escuela nueva y los espacios para educar. *Revista de Educación y Pedagogía*. Recuperado de: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9782/8991>
- Munévar, F. S. (2010). Enseñando mutuamente: Una aproximación al método Lancasteriano y a su aproximación en Colombia. *Rhec*. Vol. 13. Recuperado de: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rhec/article/view/719/884>
- Nedvěd, M., y Zámečnicková, V. (2014). Influence of Alternative Education on the Architecture of Conventional Schools. *Advanced Materials Research*. Recuperado de: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1020.686>
- Toranzo, V. (2008). Pedagogía y arquitectura en las escuelas primarias argentinas. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>

Intervención urbano-arquitectónica de la plaza central de la parroquia El Cisne del cantón Loja

Autor: Jorge Vicente Condoy Pinta

Investigador independiente

Director: Mgtr. Arq. Santiago Vinicio Reinoso Ochoa

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

La falta de una intervención urbano-arquitectónica de la plaza central ha ocasionado que las actividades comerciales en la parroquia de El Cisne, del cantón Loja, se hayan expandido de una manera desordenada sin planificación. Es más evidente este problema en los meses de mayo, agosto y septiembre, debido a la celebración de las festividades religiosas en honor a la Virgen de El Cisne.

En la actualidad, la plaza antecede a la iglesia y se encuentra apropiada por tres tipos de ventas (reliquias, velas y horchatas), que interrumpen el tránsito peatonal, lo que genera discontinuidad en los recorridos y desorden visual en la imagen urbana. De esta forma, las casetas no permiten que se integren los equipamientos porque niegan los accesos desde la plaza central hacia iglesia, convento y parque. Además, las casetas de las artesanías ocupan un mayor espacio debido a sus treinta y nueve vendedores; los quioscos de reliquias y velas no son apropiados para el negocio porque no brindan las condiciones necesarias para exhibir los productos y dar una buena atención al

turista. Por otra parte, no existe una accesibilidad universal en todo el tránsito peatonal por las barreras arquitectónicas y pavimentos deteriorados en la plaza, parque, aceras y portales. Se carece de mobiliario urbano (luminarias, bancas, basureros) y de vegetación alta (árboles) en el parque, lo que impide la permanencia de las personas.

Una plaza no debería ser simplemente el configurador o consecuencia de un agrupamiento de edificaciones, sino que debe desempeñar su función como espacio público y flexible que permita la permanencia y libre circulación de las personas, lo que mejora la vida colectiva a través de las diferentes actividades socioculturales que son patrimonio inmaterial que caracteriza a cada lugar.

El presente trabajo busca realizar una intervención urbano-arquitectónica de la plaza central en la parroquia de El Cisne, del cantón Loja, para recuperar el espacio público (plaza). Para este fin, se analizan referentes de proyectos urbano-arquitectónicos de intervenciones en el espacio público (plaza), para buscar estrategias que se aplicarán en la propuesta. También se realizó un diagnóstico de la plaza central para determinar la problemática principal del espacio público.

2. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, se plantea un marco teórico que aplica el método deductivo basado en la recolección de información bibliográfica nacional e internacional como definiciones, conceptos y pensamientos referentes a espacio público, plaza, parque, calle, intervenciones urbanas, artesanías, entre otras, que ayudarán a fortalecer, sustentar y dar pautas para el planteamiento teórico de la investigación.

Luego, con la metodología sistemática planteada por Moro (2011), se consolida el marco referencial por medio de una matriz de datos que permite analizar el espacio público de una plaza, en las tres escalas de ciudad, barrio y sector. Las dimensiones funcionales, morfológicas y sociales determinan estrategias que pueden ser abordadas en la propuesta.

Por consiguiente, para el diagnóstico se utiliza la metodología propuesta por Gallardo (2014), que se basa en ciertos puntos (*genius loci*; movimiento y quieto; análisis sensorial; elementos construidos; áreas verdes; y etnografía), con lo que se investigan aspectos internos y externos, desde lo macro y micro del sector que se va a intervenir. En esta etapa se realizaron encuestas a los diferentes tipos de usuarios, por el factor social que influye en el lugar. Además, con la ayuda de la herramienta del FODA, se sintetizó la información obtenida.

Finalmente, en la etapa de la propuesta, se plantea un programa arquitectónico de acuerdo con las necesidades y requerimientos de los usuarios. El partido arquitectónico se consolida con intenciones y estrategias de diseño que fueron recopiladas en el marco teórico y referencial.

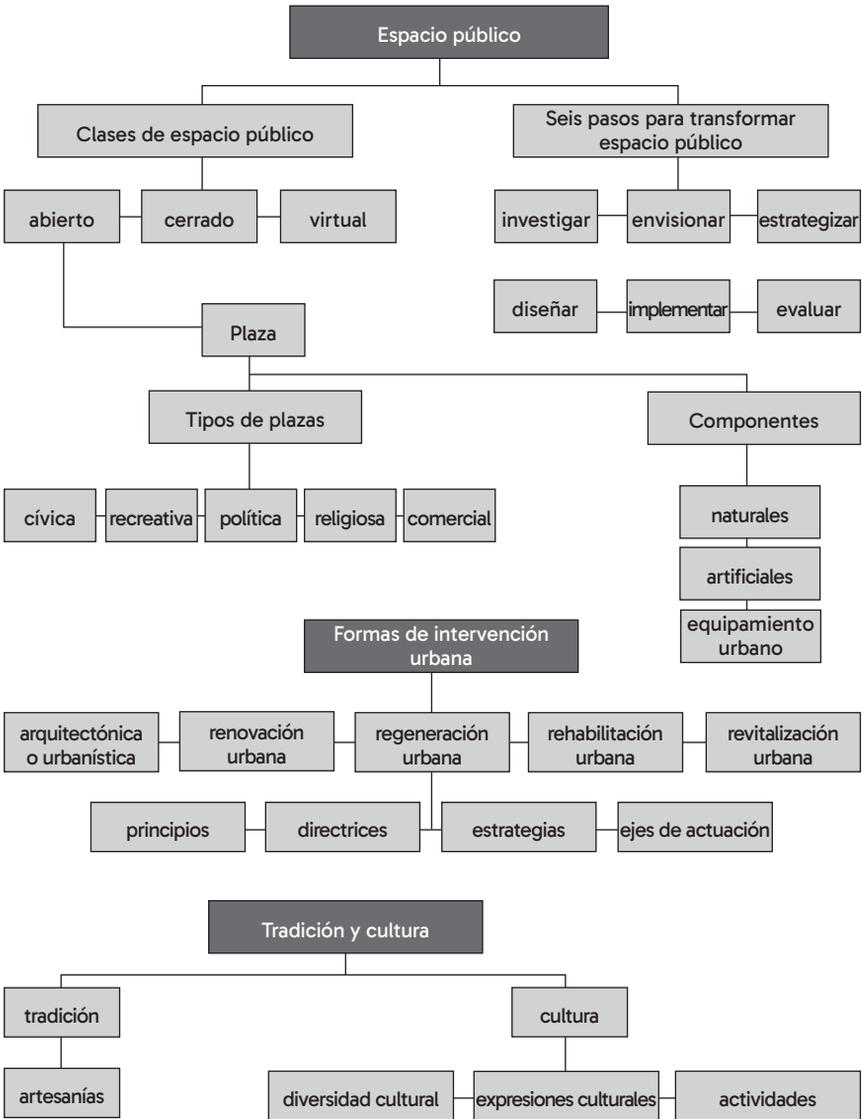


Figura 1. Síntesis de marco teórico

3. Análisis de caso de estudio

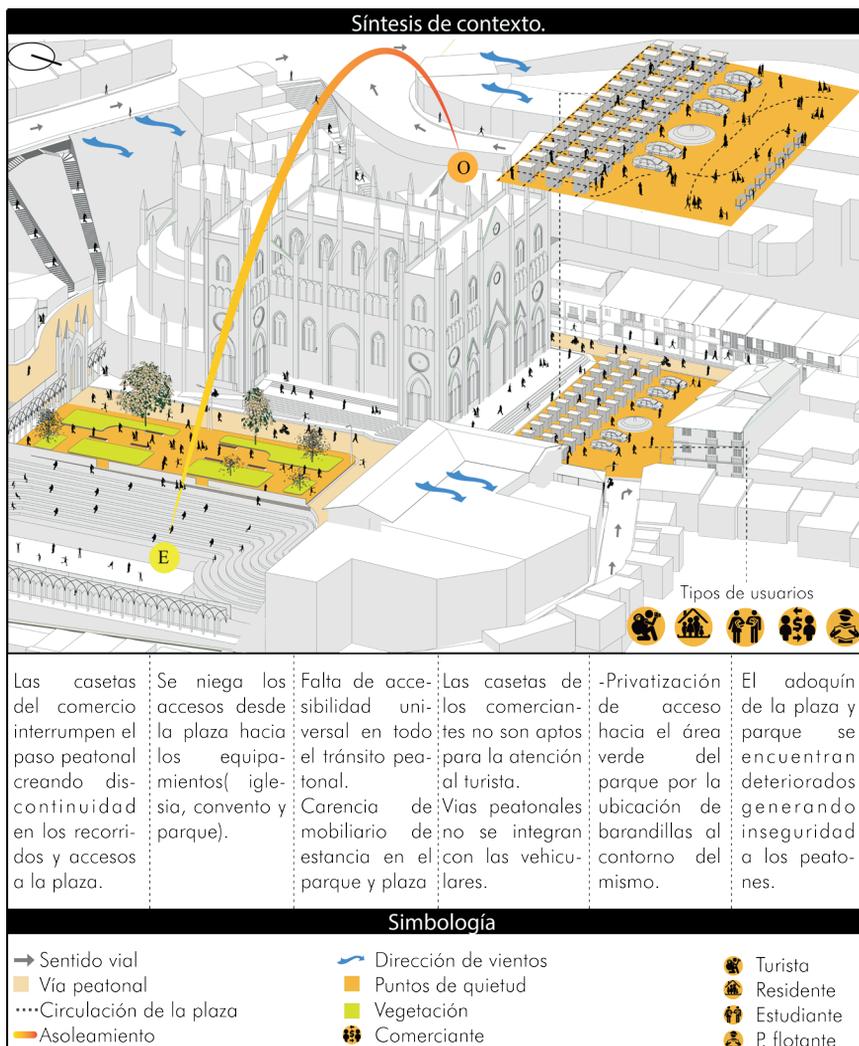


Figura 2. Síntesis del análisis del contexto

4. Propuesta / Resultados

La presente propuesta de intervención urbano-arquitectónica busca recuperar y liberar el espacio público (plaza), potenciar el comercio y cumplir con las necesidades de los diferentes tipos de usuarios, con el peatón como protagonista siempre.



Figura 3. Perspectiva general de la intervención urbano-arquitectónica

La disposición de las casetas comerciales brinda un espacio abierto y flexible a la plaza, donde se puede desarrollar una variedad de actividades tanto comerciales como religiosas, sociales o culturales. De este modo, la plaza central tiene diez casetas, que presentan la modulación de cuarenta puestos de venta, lo que abarca a todos los comerciantes (artesanías).

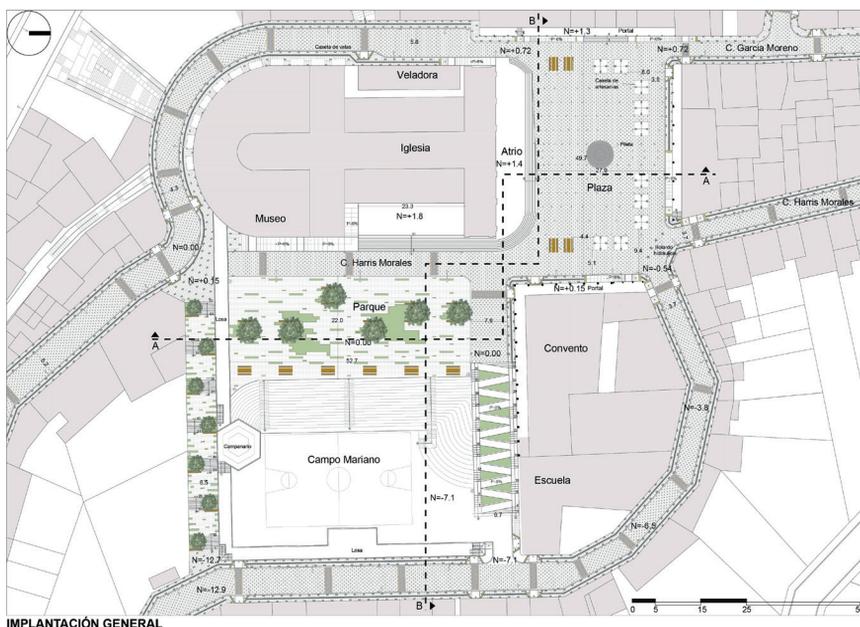


Figura 4. Plan Masa

La concepción de la plaza al mismo nivel de pavimento con respecto a las calles peatonales que la configuran genera una accesibilidad universal en todo el tránsito peatonal. La implementación de rampas en las aceras permite acceder a los portales de las viviendas y dinamiza el comercio y la apropiación del espacio público.

Para dar solución a la problemática expuesta, se implementó mobiliario y vegetación para proporcionar espacios de sombra que permitan alojar a las personas. La vegetación baja (césped) es accesible por la eliminación de obstáculos, lo que mejora las circulaciones.



Figura 5. Perspectiva nocturna de la plaza central



Figura 6. Perspectiva nocturna del parque central



Figura 7. Perspectiva del parque central

Se implementó una rampa grada con la pendiente y dimensiones de acuerdo con las normativas establecidas en la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción), que permita vincular y conectar plaza, iglesia, parque, campo mariano, escuela, colegio y vías (peatonales, vehiculares), con lo que se promueve la accesibilidad universal en todo el tránsito peatonal. De esta forma se articulan las plataformas y equipamientos y se deja como protagonista al peatón.

5. Conclusiones

Se identificaron estrategias de diseño urbano-arquitectónico en el análisis referencial, a través de una matriz de datos que se aplicó a los casos de estudio nacionales e internacionales. Estas intenciones de diseño fueron empleadas en la propuesta por la similitud del contexto consolidado en que se encuentran.

Mediante la modulación y reorganización de las casetas comerciales, se logró reducir el espacio de recorrido entre casetas con la finalidad de generar más espacio libre a la plaza.

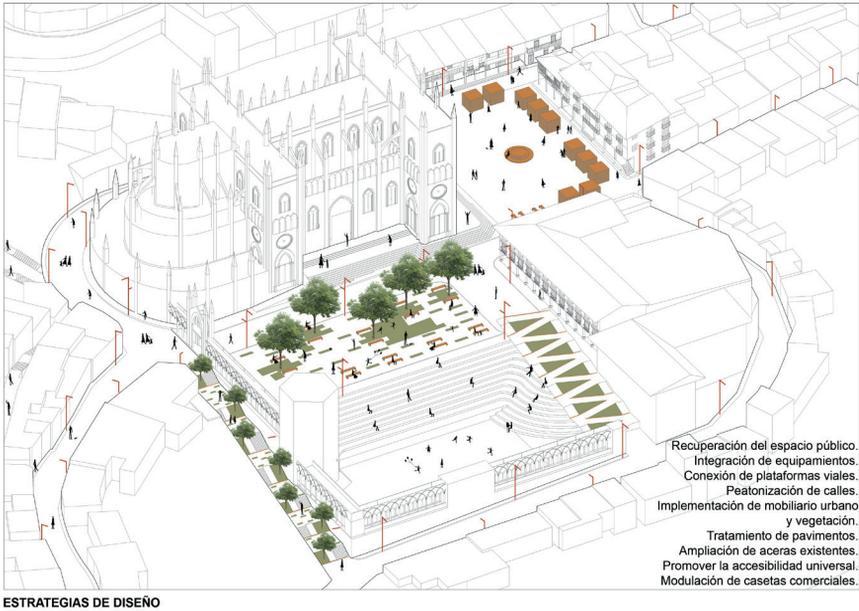


Figura 8. Estrategia de diseño

La reubicación de las casetas comerciales permitió recuperar y liberar el espacio público. De este modo, la plaza ya no es simplemente un estructurador de la parroquias, sino que cumple su rol de ser abierto y flexible, para que se puedan desarrollar una variedad de actividades socioculturales.

Referencias bibliográficas

- Gallardo, L. (2014). Siete puntos de análisis en el proceso proyectual: el contexto urbano en el proyecto arquitectónico. *Bitácora Urbano Territorial*, 24(2), 31-41. <http://www.bdigital.unal.edu.co/60613/1/38667-238763-1-PB.pdf>
- Moro, S. A. (2011). Una metodología sistemática para el análisis de los espacios públicos: el caso de la ciudad de La Plata. *Questión*, 1(30). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34442>

Guía de diseño para equipamiento de educación básica basado en la neuroarquitectura. Modelo aplicado para la escuela Miguel Riofrío

Autora: María del Cisne Leiva Espín
Investigadora independiente

Directora: Mgtr. Arq. Santiago Reinoso Ochoa
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

Dentro de la educación, la infraestructura debe ser comprendida como un agente de la pedagogía y no como algo mecánico y determinista (Elizondo y Rivera, 2017). En la actualidad, la infraestructura no responde como elemento pedagógico ya que carece de la relación sociofísica que debería cumplirse por medio de un vínculo correcto entre el sujeto y el lugar.

Ecuador no es la excepción. Su infraestructura educativa ha variado notablemente; desde el año 2012, cuenta con un programa de nueva infraestructura educativa desarrollado por el Ministerio de Educación (Mineduc, 2012). A pesar del objetivo planteado, la infraestructura escolar ecuatoriana no desarrolla el ambiente educativo de forma eficiente; es decir, la planta física y estructural sufre disfuncionalidades, pues no se toman en cuenta criterios arquitectónicos básicos para su construcción.

La carencia de equipamientos educativos basados en los fundamentos de la infraestructura como ayuda para un mejor aprendizaje y desarrollo de los niños es, por tanto, una problemática latente. Una vez que se identifican los aspectos primordiales del equipamiento educativo, se concibe el espacio como parte activa para la educación, incluyendo la relación entre arquitectura y neurociencia, mediante propuestas que integren y potencien espacios enriquecidos en estimulación y desarrollo cognitivo para los niños.

Sobre la base de la teoría de la neuroarquitectura, se elabora una propuesta para la escuela Miguel Riofrío, ubicada en el área central de la ciudad de Loja, la misma que corresponde a una infraestructura educativa tradicional, cuyo estado de conservación es deteriorado y carente de espacios verdes. El objetivo del estudio es elaborar una guía de diseño de espacios de aprendizaje para niños de educación básica (3-5 años), fundamentada a partir de los criterios de la neuroarquitectura. Dentro de los objetivos específicos, se plantea identificar la relación que existe entre la arquitectura y la neurociencia, estudiar el desarrollo cognitivo y psicológico del niño en torno a los espacios para comprender su desenvolvimiento en la etapa escolar, definir criterios y principios de diseño para la elaboración de la guía mediante el uso de la neuroarquitectura y, finalmente, aplicar los criterios propuestos en la guía de diseño de espacios de aprendizaje, para niños de educación básica en la escuela Miguel Riofrío de la ciudad de Loja.

2. Revisión bibliográfica

La primera aparición de la neuroarquitectura como tal fue obra del neurocientífico Fred H. Gage, en 1998, junto con Peter Erickson: mostraron cómo el cerebro humano puede ser capaz de fabricar nuevas células nerviosas —neurogénesis—, lo cual explica el vínculo entre el ambiente y el comportamiento del ser humano, desde cómo lo percibe hasta el desarrollo de sus sentidos y emociones. La neuroarquitectura es una línea de investigación neurocientífica y arquitectónica, cuyo objetivo es explicar y solucionar espacios arquitectónicos desde la perspectiva de procesos cerebrales (Elizondo y Rivera, 2017).

Percepción del entorno físico como influenciador de conducta

La percepción del ser humano tiene una relación directa con el ambiente. El psicólogo J. Gibson (1966) entiende al organismo como un receptor de sensaciones; por lo tanto, las acciones que realiza son escuchar, tocar, oler, saborear y mirar. Estas son consideradas como actos interrelacionados y no mutuamente excluyentes, convirtiéndose en sistemas perceptuales cuya función principal es obtener información del ambiente.

Los estímulos son considerados patrones racionales de constante cambio. Se obtienen mediante la exploración del ambiente, codificando los espacios e interviniendo en los comportamientos diversos que pueden darse en un sujeto. En este sentido, un enfoque neurocientífico dirigido al diseño arquitectónico permite plantear espacios habitables en armonía con el bienestar y el confort del ser humano (Gutiérrez, 2018). Así, la percepción del individuo produce diversas situaciones dentro del marco físico y formal del espacio creado y percibido, lo que genera sensaciones positivas y/o negativas.

Neuroarquitectura aplicada en el diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico busca habitar el mundo mediante los lugares que crea, comunicando y acercando al ser humano. Según ANFA (Academia de Neurociencia de Arquitectura), existen tres factores claves para crear mejores espacios:

Espacio-tiempo: por medio del hipocampo, se percibe el espacio, se lo codifica y se estimula su sistema nervioso.

Percepción espacial: interviene la psique del sujeto, su importancia y cuidado para no atrofiarlo.

Iluminación: luz natural y artificial se relacionan directamente con el estado de ánimo del ser humano.

Hessergren (1969) habla sobre la experiencia del espacio interior como el proceso de percepción e informe de la acción, constituye ambos la esencia de habitar. Para concebir espacios habitables se considera el espacio exterior como ilimitado y en el cual está inserto el objeto construido, mientras que el interior presenta una experiencia más íntima por la vinculación directa que establece con la percepción.

Elementos perceptuales para el diseño de espacios

A partir de las percepciones espaciales, se obtienen los elementos perceptuales como instrumento para el diseño del espacio. Según Robles y Esparza (2015), la percepción espacial surge a partir de los análisis de los recursos visuales, táctiles, auditivos, olfativos, lo que se añade a la traducción o reconocimiento por medio del efecto memorial, cuyas características se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Recursos perceptivos

Recursos visuales perceptivos	Recursos táctiles perceptivos	Recursos auditivos perceptivos	Recursos olfativos perceptivos	Efecto memorial
Vista	Piel	Oído	Olfato	Mente
Forma, espacio, orden, armonía, secuencia, etc. Color y el manejo de la luz; analiza en el ámbito psicológico, ambiental y social	Promueve la sensibilidad del ser humano con relación a lo que toca. Experiencia sensorial primordial en el diseño de los espacios interiores. Elementos como forma, densidad y textura, solidez, suavidad, rugosidad y temperatura de los materiales.	Proveer espacios sonoros o por el contrario limitarlos y absorberlos, para reducir su audición o magnificarlos.	Estímulo compuesto. Relación entre los olores y el espacio físico.	Interacción entre el espacio, el hombre y sus sentidos, genera experiencias complejas. El espacio arquitectónico encuadra, fortalece y concreta los pensamientos del hombre.

Fuente: Robles y Esparza, 2015

Neuroarquitectura aplicada en el diseño de espacios educativos

La ciencia de las neuronas sostiene sus modelos y patrones de actividad neural, los cuales representan estados mentales particulares. Cuando se habla de aprendizaje, existen cambios y conexiones: los neurotransmisores pueden alterar la sinapsis a través de su liberación, o bien pueden reforzarse o debilitarse las conexiones entre neuronas.

El ambiente y la enseñanza logran conocer el éxito cuando afectan las funciones del cerebro para modificarlo estructuralmente, es decir, intervenir con su funcionalidad, lo cual permite conformar partes sustanciales del mismo. Gregory Cajina (2018) habla del cerebro como si este fuera un músculo: considera que, a medida que se ejercite, se puede expandir. Dicha situación nos pone en el contexto de un aula de clases: si el cerebro es capaz de llevar sus conexiones de manera correcta a través de un ambiente apropiado, se logra satisfactoriamente el cometido del aprendizaje. En una situación contraria, las conexiones cambian con la transformación de personalidad del sujeto debido a un entorno no adecuado; por consecuencia, se da el desgaste mental, deterioro en el aprendizaje y bajo rendimiento.

3. Materiales y métodos

Se desarrolla la investigación a partir del constructivismo planteado por Vygotsky (1995), quien sostiene que la interacción del ser humano con el medio en el que se desenvuelve da como resultado el aprendizaje. Este proceso se liga a la neuroarquitectura aplicada en la educación ya que el espacio es comprendido como una herramienta pedagógica del educador destinada al aprendizaje del infante. En este sentido, para comprender la importancia del espacio en torno a la educación de un niño, se usa el enfoque cuantitativo según la metodología documental, misma que nos permitirá entender cómo trabaja el cerebro de un niño, sus necesidades y requerimientos. Esto permite estudiar las directrices que se deben desarrollar en el espacio arquitectónico, por medio de un análisis, indagación e interpretación del tema planteado en función del desarrollo y optimización de la educación.

El sujeto de estudio adquiere conocimiento mediante un proceso continuo de descubrimiento. El rango de edad en la investigación es de tres a cinco años, una etapa en la que el descubrimiento es la mejor forma de explorar, conocer y aprender.

El resultado esperado es la recopilación de datos para la elaboración de una guía en función de espacios educativos basada en los criterios de la neuroarquitectura. El contenido de la guía se desarrolla desde los niveles fisiológicos y psicológicos hasta directrices arquitectónicas. Después de discernir los datos relevantes de la investigación, se puede proceder a la elaboración del módulo de aulas de la escuela Miguel Riofrío, realizada por medio de la metodología proyectiva, misma que permite explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio para beneficio de los espacios educativos y, por ende, de los niños.

4. Diseño de guía

La guía se desarrolla por medio de la triangulación de metodologías, lo que permite conocer la influencia fisiológica y psicológica que producirá cada factor en el ser humano, por medio del análisis de diversos autores, y se enfoca en la percepción y diseño tanto exterior como interior del objeto. La conceptualización y materialización de los espacios se lleva a cabo por medio de cada factor determinado como estrategia esencial dentro del diseño de espacios educativos (tabla 2).

La propuesta se desarrolla mediante el planteamiento de dos ejes principales:

Análisis de usuario: el niño se vuelve una prioridad en su estado de convivencia dentro del ambiente educativo. Por lo tanto, se analiza su desarrollo psicológico, fisiológico y cognitivo desde los tres a los cinco años. Esta información nos brinda el conocimiento para saber cómo reacciona su cerebro ante diversas situaciones y espacios que lo rodean.

Estrategias de diseño: se determina cada factor como un detonante para la formación adecuada de los infantes y la configuración de los espacios. Se explica su influencia con relación a la percepción del niño, los conflictos que pueden ocasionar en caso de un mal desarrollo y nivel de importancia que tiene dentro del ámbito educativo.

Tabla 2. Componentes investigados de la neuroarquitectura

COMPONENTES	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS	IMPORTANCIA
Espacios polivalentes	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad y adaptabilidad • Desarrollo individual y grupal 	<ul style="list-style-type: none"> • Habitación • Pérdida de interés • Aprendizaje lento 	Primario
Organización perceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuciones claras • Conexiones interactivas y multifuncionales • Visibilidad amplia • Desarrollo individual y grupal 	<ul style="list-style-type: none"> • Desorientación • Habitación • Estímulos pausales • Dificultad en relacionarse 	Primario
Programación arquitectónica	<ul style="list-style-type: none"> • Cruzada • Desprogramación • Transprogramación 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de optimización de usos de espacios • Clases tradicionales • Espacios utilizados 	Primario
Luz	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad • Desempeño • Confort visual • Estética • Relaciones interpersonales • Regulador de estado de ánimo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de desempeño • Fatiga visual • Tensión • Dificultad de relacionarse 	Primario
Color	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos fisiológicos: equilibrio y relajación del organismo • Efectos psicológicos: temperatura, percepción ligera o pesada, dimensiones amplias o reducidas • Regulador de estado de ánimo • Efectos estéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos negativos tanto fisiológicos como psicológicos. • Alteración del comportamiento. • Fatiga visual • Tensión • Déficit de atención 	Secundario
Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento • Concentración • Confort térmico 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos negativos tanto fisiológicos como psicológicos. • Alteración del comportamiento • Pérdida de desempeño. 	Primario
Área verde	<ul style="list-style-type: none"> • Creatividad • Prevención del estrés • Control del TDAH • Equilibrio psicológico • Exploración • Relaciones interpersonales • Confort térmico 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de desempeño • Dificultad de relacionarse • Pérdida de confort térmico 	Secundario
Acústica	<ul style="list-style-type: none"> • Mantiene la composición espectral del mensaje emitido original. • Prevención de fatiga • Relaciones interpersonales • Optimización de aprendizaje • Protección de ruidos intrusivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje deficiente • Baja inteligibilidad • Cansancio físico y psíquico • Falta de adaptabilidad social 	Terciario
<p>La jerarquización desarrollada toma como referencia la investigación aplicada en la Universidad de Salford. Primario: nivel alto de impacto en el niño, desarrollo fisiológico y cognitivo, y conserva su estado psicológico. Secundario: nivel intermedio de impacto en el niño, son un complemento para las directrices primarias y terciarias. Terciario: nivel intermedio-bajo de impacto en el niño, su implementación depende del funcionamiento o actividad que tendrá el espacio de aprendizaje.</p>			

Fuente: Barrett, 2015

Poner en práctica la guía permite dejar de lado el modelo tradicional para dar paso a una educación moderna. Por consiguiente, se indica el uso que puede tener:

- Programa arquitectónico diseñado con espacios polivalentes, donde la flexibilidad y adaptabilidad saquen el mayor provecho a las instalaciones educativas.
- Antropometría y ergonomía diseñada para los infantes, lo que permite al niño ser el protagonista del espacio para una mejor adaptación.
- Diseño arquitectónico usado como una herramienta pedagógica a favor del docente y del estudiante, a través de estrategias neurológicas que influyan de forma positiva en el niño.

5. Propuesta / Resultados

El lugar para intervenir se encuentra en la ciudad de Loja, Ecuador. Es un predio no construido que forma parte de la Escuela Miguel Riofrío. Se toma este espacio debido a su ubicación dentro de un contexto consolidado en el área central urbana de la ciudad y a que sirve como referente de una infraestructura educativa tradicional, con distribuciones panópticas, estado de conservación deteriorado y carencia de áreas verdes.

Se diseña un espacio destinado para niños de tres a cinco años. Como primer punto, se toma en cuenta que la edad de los infantes está dentro de la clasificación de educación inicial, en la cual los principales ámbitos de desarrollo y aprendizaje para los niños son lógica matemática; comprensión y expresión del lenguaje; expresión artística, expresión corporal y motricidad; y relación con el medio natural. A partir de estos datos, se resuelve el plan de necesidades de la escuela.

El contexto es una directriz clara para determinar y definir el partido arquitectónico. La ubicación del proyecto permite aprovechar la orientación norte-sur, lo que genera mejores condiciones climáticas con un soleamiento indirecto y la dirección de los vientos para la renovación de aire.

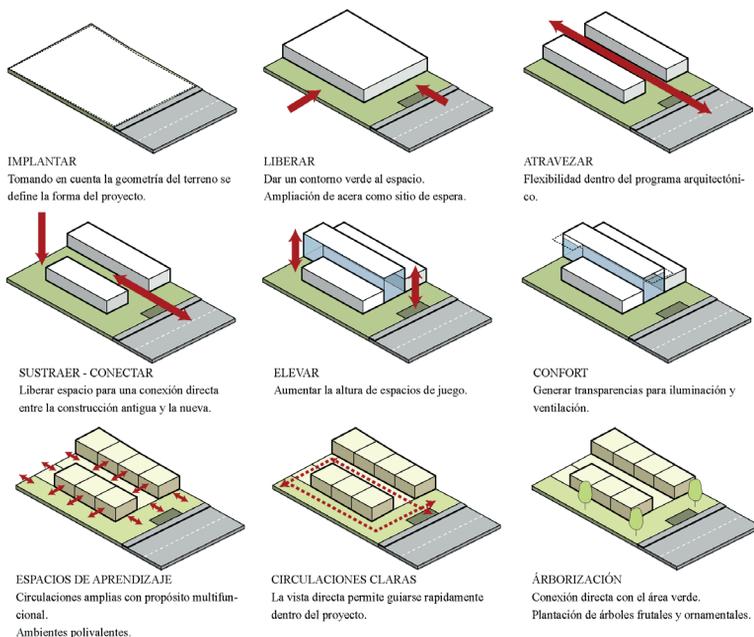


Figura 1. Partido arquitectónico del módulo escolar

La zonificación del proyecto se enfoca en el confort del usuario, es decir, los estudiantes, los docentes, el personal administrativo y de servicio. Por ello, cada espacio está distribuido según su relación y su nivel de tolerancia de ruido; es decir, los espacios con actividades de mayor concentración están alejados de las zonas de ruido como la calle principal. Los espacios públicos y privados son fácilmente detectables debido a la definición de espacios abiertos, semiabiertos y cerrados.

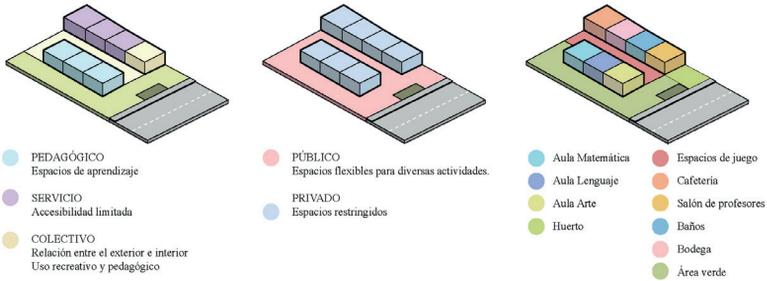


Figura 2. Directrices y zonificación del proyecto

En la planta arquitectónica, el bloque de aulas está diseñado como un espacio flexible, dividido por mobiliario y paredes corredizas que permiten estimular el trabajo tanto individual como grupal, además de un trabajo sinérgico entre las actividades de cada espacio. El área central no concibe espacios en desuso, ya que se encuentran áreas de juegos, esparcimiento y encuentro, con amplias entradas de luz y conexión visual con lo natural. A nivel de piso, se implementaron señales con diferentes texturas, mismas que estimularán el sentido háptico de los niños y podrán direccionarlos hacia cualquier ambiente diferenciándose según su diseño. Se implementa estas guías para la orientación de personas con discapacidad visual, lo cual facilita el desplazamiento y la movilidad, dándole libertad y autonomía al infante. En el exterior, se plantea un juego de sombras con árboles de altura media; un huerto con forma de laberinto, con el objetivo de que sea un espacio de encuentro individual o grupal; y juegos que permitirán convertir el área verde en un espacio divertido de descubrimiento, con múltiples propósitos para el desarrollo mental y físico de los niños.

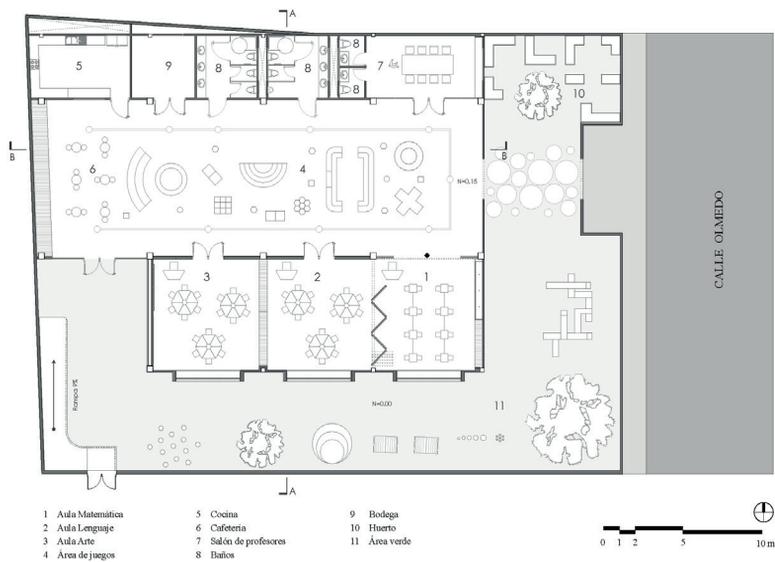
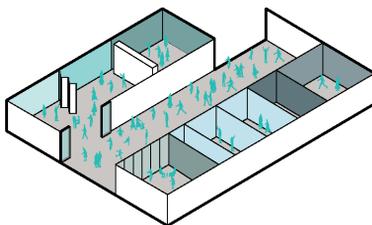


Figura 3. Planta arquitectónica

Espacios abiertos = niños felices

Polivalencia = Multifuncionalidad
Sistema modular + flexibilidad

Apoyo al desarrollo de inteligencias
múltiples de los niños.
Mayor libertad.



Espacios de extensión
Permite ampliar proporciones.



Divisiones por mobiliario



Núcleo de aprendizaje
Aprendizaje integrador +
espacios de extensión

Figura 4. Esquema funcional de la planta arquitectónica

Dentro del diseño educativo, materialidad, cromática, antropometría y ergonomía forman parte esencial para el desarrollo psicológico y fisiológico de los niños dentro de sus actividades. Por lo tanto, se trabaja con medidas antropométricas y ergonómicas de los niños, lo que les da mayor sensación de confort, independencia y libertad para realizar cualquier acción.

El tipo de materialidad juega mucho con la madera por su aspecto fresco, versátil y amigable, además de crear una percepción cercana a la naturaleza. La cromática fue determinada según la psicología del color para niños. Varía desde colores fríos a cálidos dependiendo de la actividad de cada espacio, pero siempre en tonos pasteles para evitar abrumar a los usuarios.

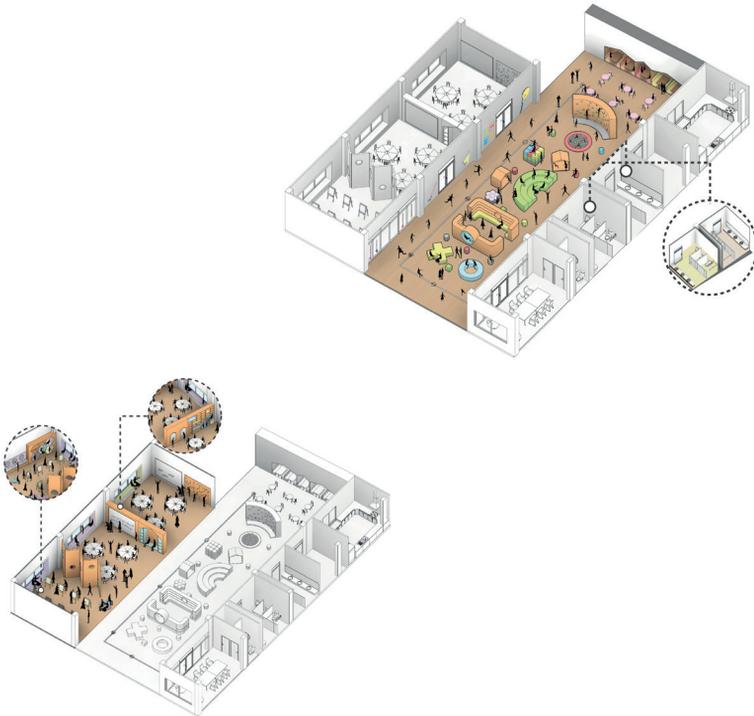


Figura 5. Diagrama de área pedagógica

6. Conclusiones

La arquitectura se integra profundamente en la experiencia humana. La interacción entre el individuo y su entorno arquitectónico, marcada por la dinámica del sujeto-objeto y acción-reacción, brinda una comprensión profunda del fenómeno arquitectónico y su impacto en la vida del sujeto. Esta relación se extiende más allá de lo meramente físico, abarcando aspectos fisiológicos, psicológicos y cognitivos que interactúan en el entorno de los espacios arquitectónicos. Esto permite comprender cómo estos espacios pueden influir y modificar el comportamiento, la conducta y los estados emocionales de las personas.

En esta investigación, el niño se convierte en el foco central de atención. Comprender su percepción del entorno es esencial para reflexionar sobre las acciones que pueden potenciar su aprendizaje. Además, permite tomar decisiones más acertadas en cuanto a las directrices que se deben seguir en el diseño arquitectónico, con el objetivo de lograr un aprendizaje óptimo para ellos. A partir de este enfoque, los lineamientos proporcionados en la guía permiten aplicar los principios de la neuroarquitectura. Esto implica considerar no solo el funcionamiento fisiológico, psicológico y cognitivo del niño, sino también una comprensión profunda de cómo cada espacio contribuye a lo pedagógico. Esto incluye aspectos como la escala del proyecto, su materialidad, las aberturas, la paleta de colores, la acústica, la composición, la programación y la zonificación, todos diseñados de manera que garanticen el confort de los usuarios.

Los estudios sobre la neuroarquitectura muestran cómo el diseño de un espacio llega a ser un método pedagógico influenciador en la enseñanza y aprendizaje. Dan un nuevo panorama a la forma de construir espacios educativos más efectivos, acertados y de fácil implementación. Cabe mencionar que las directrices de la investigación no están ajenas a la formación académica y profesional del arquitecto, más bien son variables mejor desarrolladas para el área que se va a implementar, lo que complementa el trabajo del arquitecto desde el punto de vista neurológico y psicológico, ayudando a mejorar su eficacia al momento de crear espacios amigables para el ser humano y su convivencia.

Referencias bibliográficas

- Barrett, P. (2015). *Aulas inteligentes: Informe de síntesis del proyecto cerebral*. Universidad de Salford. <http://usir.salford.ac.uk/35221/>
- Cajina, G. (2018). *Tu mente es extraordinaria*. Editoriales B.
- Elizondo, A. y Rivera, N. (2017). El espacio físico y la mente: Reflexión sobre la Neuroarquitectura. *Cuadernos de arquitectura y urbanismo*. 07(41).
- Gibson, J. (1966). *Los sentidos considerados como sistemas perceptuales*. Michigan University.
- Gutiérrez, L. (2018). Neuroarquitectura, creatividad y aprendizaje en el diseño arquitectónico. *Paideia XXI*, 19.
- Hesselgren, S. (1969). *The language of architecture*. s. d.
- Mineduc. (2012). *Nueva infraestructura educativa*. Ministerio de Educación. <https://educacion.gob.ec/nueva-infraestructura-educativa/>
- Robles Cuéllar, L., y Esparza Díaz de León., M. (2015). *Experiencia perceptiva en el diseño de los espacios interiores* (16 ed.). Interiorgráfica de la división de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad de Guanajuato.
- Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y Lenguaje*. Paidós.

Diseño de vivienda emergente para situaciones de desastre en Ecuador

Autor: Isaías Jhuniór Patiño Pinos

Investigador independiente

Director: Mgr. Arq. Santiago Reinoso

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

La falta de interés en la creación de viviendas de emergencia en nuestro país, destinadas a brindar refugio a los afectados por catástrofes o situaciones de crisis, tiene diversas consecuencias, tanto en el aspecto físico como emocional, debido al profundo impacto que tales situaciones de excepción ejercen en los individuos. En muchas ocasiones, se recurre a refugios temporales que se prolongan más allá de lo previsto, y estos albergues suelen resguardar a grandes grupos de personas sin contar con espacios que permitan una vida más estable para sus ocupantes. Esta situación plantea desafíos significativos en términos de bienestar.

En respuesta a estos problemas, se opta por el uso de refugios provisionales. Gran parte de estos constituyen carpas de plástico provenientes de ayuda humanitaria que sirven para albergar personas por un corto plazo, pues no poseen el diseño y la posibilidad de mantener su condición durante un tiempo prolongado.

Los planes de contingencia carecen de un enfoque suficientemente orientado hacia la construcción de viviendas de emergencia que puedan abordar

efectivamente el problema resultante de la devastación masiva de viviendas en comunidades afectadas por eventos naturales o causados por la actividad humana. Esto se traduce en una falta de medidas efectivas para reducir el impacto social y psicológico que estas situaciones dejan a su paso. Actualmente, en Ecuador, la priorización de la vivienda de emergencia no forma parte de los planes de contingencia como una opción de asistencia a gran escala para las personas afectadas.

En este contexto, a pesar de contar con planes de contingencia, se puede evidenciar que los alojamientos temporales destinados para los damnificados no prestan las garantías necesarias para que las familias puedan desarrollar una vida independiente, privada y segura, hasta que se logren restablecer sus hogares definitivos. Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es diseñar una vivienda emergente de construcción rápida y eficaz, para ser utilizada en situaciones de emergencia en Ecuador. Para este fin, se plantea realizar un diagnóstico general sobre cómo se ha llevado a cabo la solución de vivienda para afectados poscatástrofe en Ecuador, determinar el sistema constructivo con el que se va a llevar a cabo el proyecto y, finalmente, diseñar y desarrollar una guía para facilitar y orientar al usuario en la construcción de la vivienda emergente planteada.

2. Revisión bibliográfica

La vivienda se concibe como un espacio en el que las personas buscan privacidad y refugio frente al entorno exterior. Debe diseñarse pensando en la privacidad y seguridad de los usuarios, permitiendo la realización de actividades relacionadas con el desarrollo personal.

En este contexto, la vivienda emergente se plantea como una iniciativa de solución temporal ante los problemas de habitabilidad que se evidencian luego de algún tipo de evento catastrófico, que tiende a presentarse en algún lugar específico. Por lo general, estas viviendas suelen ser ubicadas en áreas adecuadas para la creación de pequeños campamentos, formando así una especie de comunidad. Esta elección de ubicación tiene como objetivo proporcionar un espacio de protección y un potencial para el desarrollo de quienes han sido afectados.

Tras un evento catastrófico, las personas suelen tener preferencias al buscar refugio. En primer lugar, tienden a recurrir a viviendas de familiares o amigos; en segundo lugar, consideran edificios adaptados para situaciones de emergencia; en tercer lugar, optan por refugios improvisados; y, en última instancia, recurren a los suministros proporcionados oficialmente (Davis, 1981). Dentro de estas circunstancias, la arquitectura modular se presenta como una solución a las necesidades previamente mencionadas, ya que se centra en el diseño de módulos similares que se ensamblan para crear una unidad habitacional que puede adaptarse a diversas formas y requisitos de los usuarios. La noción de construir viviendas a partir de piezas ensambladas no es nueva, dado que existen antecedentes de viviendas fabricadas mediante módulos desde hace varios años. De hecho, las primeras vivienda fabricadas por medio de módulos se dieron en Australia alrededor de 1837 para la gente inmigrante en ese país (Roper y Comas, 2013).

3. Materiales y métodos

La metodología empleada para el diseño de la vivienda emergente se conoce como Design Thinking, que se enmarca en la filosofía centrada en el

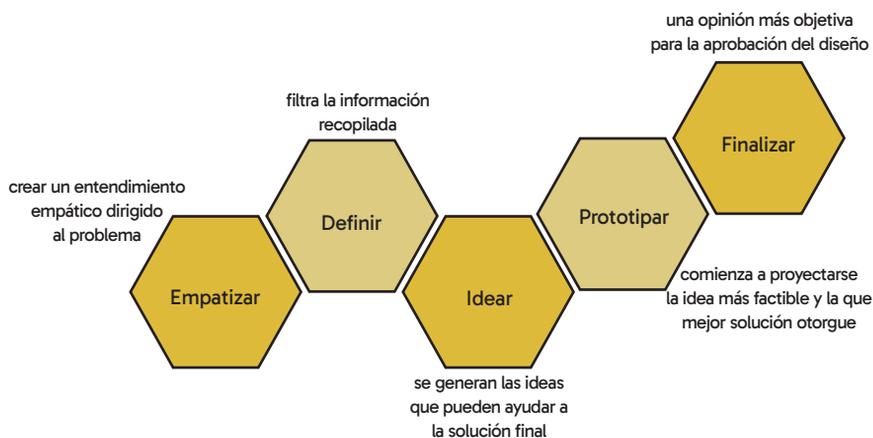


Figura 1. Proceso de metodología

usuario y enfocada en la acción, lo que permite dar respuesta a problemas identificados dentro de un contexto específico, cuyo proceso se observa en la figura 1.

4. Propuesta

El proyecto se resuelve como un módulo habitacional destinado a ser usado durante situaciones catastróficas que puedan presentarse en Ecuador; esta vivienda posibilita una mejor respuesta para la transición entre la emergencia y la reconstrucción, en comparación a muchas otras opciones existentes y utilizadas en la actualidad. No se incluyen zonas húmedas en la vivienda, debido a su uso temporal y no definitivo, con lo que se logra optimizar el diseño para que funcione a nivel organizativo, desarrollándose las zonas húmedas y de otros servicios requeridos en un entorno de ocupación comunitario.

Los recursos utilizados en la construcción de esta vivienda no quedarán obsoletos luego de cumplido su objetivo, porque se establece la posibilidad de mantenimiento y reutilización de sus componentes para futuras situaciones de emergencia que los requieran.

La vivienda se genera desde una forma simple. De esta manera, se consigue que el resultado sea funcional, al igual que se facilita la modulación y desarrollo de los elementos prefabricados, y se obtiene un sistema de ensamblaje más



Figura 2. Programa arquitectónico general

eficiente. El módulo de vivienda se utiliza como refugio con una capacidad para cuatro personas y está diseñado para brindar un espacio donde puedan realizar actividades que requieran de un mobiliario pequeño. Está diseñada a partir de varios elementos prefabricados que permiten su construcción mediante una guía de ensamblaje desarrollada para que el propio usuario pueda construirla y optimizar recursos, en cuanto a mano de obra se refiere.

Sistema constructivo

El sistema constructivo de la vivienda será el mismo para todos los módulos propuestos, ya que a partir de este se podrá desarrollar la construcción de cada uno de los espacios designados al desarrollo de servicios en el campamento emergente. El sistema constructivo cumple con requisitos como formar parte de un elemento armable, desarmable y reutilizable.

Consta de elementos prefabricados y con un sistema de ensamblaje repetitivo, lo que permite armar la vivienda de manera sencilla, con una manipulación simple al alcance de cualquier constructor.

Sobre la base de la literatura revisada para la elaboración del proyecto, se determina que el diseño basado en la modulación reticular de espacios permite

Detalles constructivos

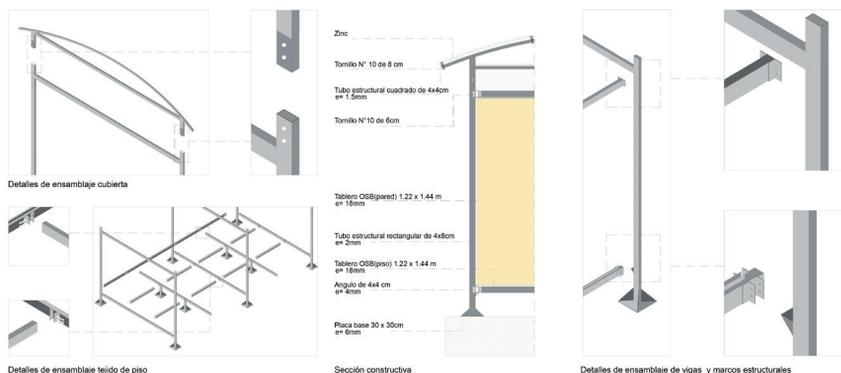


Figura 3. Detalle constructivo

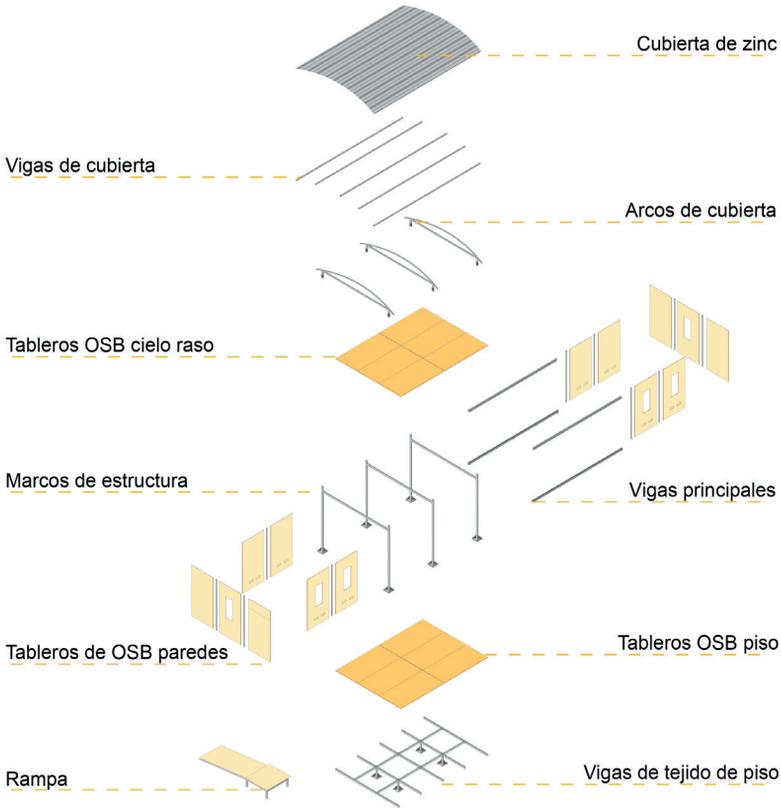


Figura 4. Elementos constructivos

optimizar el tiempo de construcción, debido a que las estructuras modulares son transportables, desarmables y reorganizables, lo cual además permite dar un nuevo uso u otro diferente al inicial. El sistema modular debería aplicarse al sistema de fabricación en general, porque técnicamente se podrían producir construcciones tradicionales aceleradas gracias a la industrialización de todos o varios de sus componentes (Ropero y Comas, 2013).

Proceso constructivo

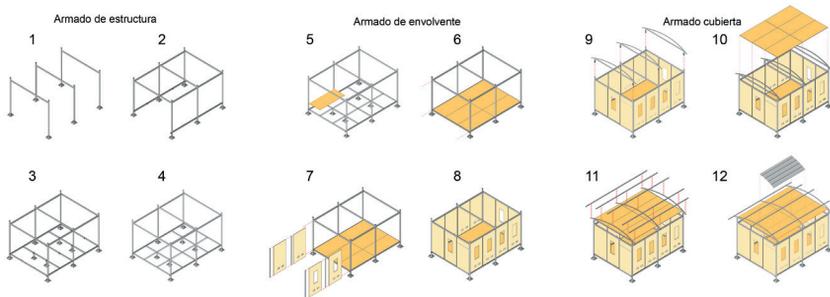


Figura 5. Proceso constructivo

El ensamblaje se compone de tres partes fundamentales:

1. Se parte desde el montaje de la estructura principal con todos los elementos configuradores principales de la vivienda.
2. La segunda parte del ensamblaje se centra en realizar el levantamiento de la envoltura en la vivienda. Los pisos y las paredes se arman de manera sencilla gracias al sistema de rieles que tienen los elementos estructurales.
3. Finalmente, para el ensamblaje de la cubierta, se debe embonar sobre la estructura principal de la vivienda, de tal manera que las cargas se distribuyan de forma correcta hacia las bases.

Una vez realizado todo este procedimiento, se podrá obtener como resultado la vivienda emergente a la cual se ha denominado Módulo_VE16. Para este punto, estará lista para usarse.

MÓDULO _VE16

Dimensiones 4.88 x 3.66 m

Área: 17.71m²

Altura interna 2.80m

Altura total: 3.70m

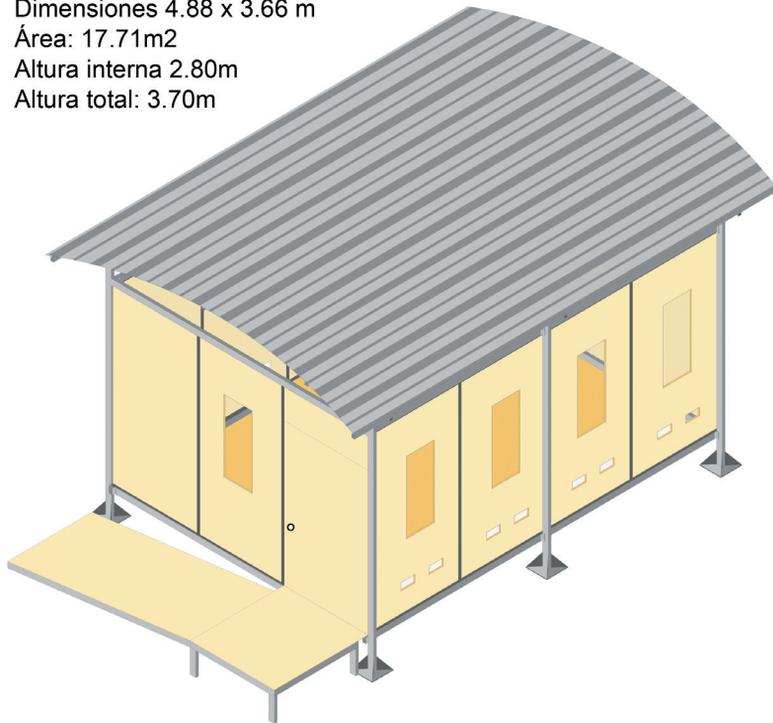


Figura 6. Vivienda emergente

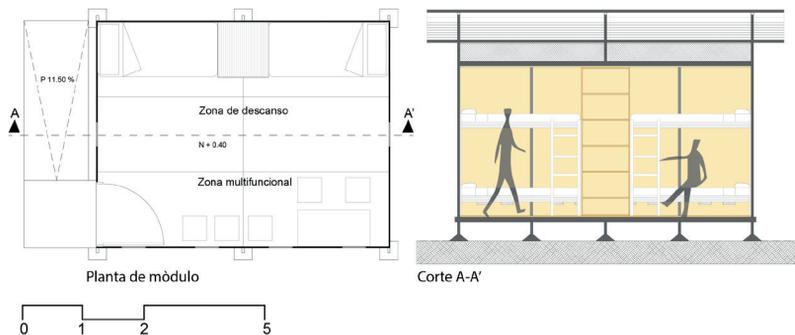


Figura 7. Planta base vivienda – corte de vivienda

Módulos adaptables

El módulo está diseñado para que actúe de manera versátil, lo que le permite adaptarse a las circunstancias y conseguir que, en su interior, se obtengan a su vez módulos de servicios comunes, tales como baño, ducha, cocina y comedor..

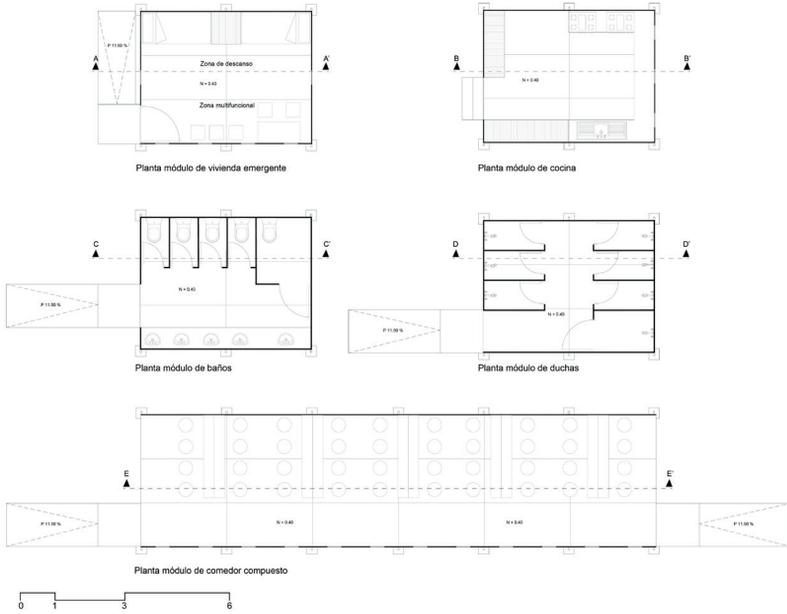


Figura 8. Plantas de módulos adaptables

Sistema de agrupación

El diseño del módulo de vivienda emergente está destinado a trabajar y ser funcional con un sistema colectivo. De esta manera, se pueden crear campamentos emergentes de aproximadamente veinte viviendas que se puedan organizar de forma correcta en un entorno solvente con los respectivos espacios comunes.

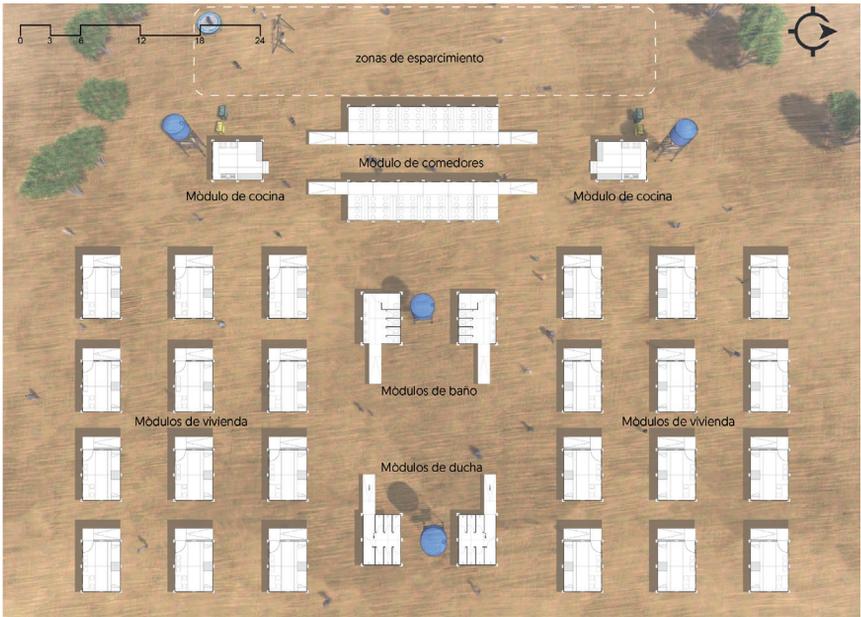


Figura 9. Vistas de campamento emergente

5. Conclusiones

Los desastres se presentan de manera impredecible y dejan como consecuencia una serie de problemas, entre los cuales sobresale la destrucción de edificaciones y por ende una creciente demanda de habitabilidad.

En Ecuador no existe una planeación para brindar una solución efectiva durante situaciones de emergencia con la finalidad de sobrellevar una etapa posdesastre adecuada y enfocada a una reconstrucción social.

Es importante que, en los planes de contingencia de cada país, se establezca un prototipo de vivienda emergente que resulte aplicable. El diseño de vivienda emergente es una propuesta que puede ser abordada y gestionada por el Estado ecuatoriano, y se ofrece como una solución viable para los problemas habitacionales que se presentan durante las situaciones de desastre.

Los resultados obtenidos en este proyecto evidencian que es posible crear prototipos emergentes basados en la arquitectura modular y con un enfoque hacia la arquitectura de emergencia, con lo que se consigue crear composiciones a base de elementos prefabricados, a la par de un correcto sistema constructivo funcional.

Establecer un sistema constructivo basado en metal trae consigo grandes beneficios, ya que emplea elementos prefabricados que facilitan el ensamblaje y montaje de viviendas en obra. Poco a poco, se debe ir explorando nuevas tecnologías que favorezcan la arquitectura de emergencia.

El sistema montable y desmontable fortalece el intercambio de elementos que puedan sufrir un daño. De esta manera, se puede reemplazar sin dificultad cualquier parte estropeada. Estos prototipos de emergencia deben estar diseñados con el propósito de ser replicados a pequeña, mediana y gran escala.

Referencias bibliográficas

Davis, I. (1981). *Arquitectura de emergencia*. Gustavo Gili.

Ropero, D., y Comas, A. (2013). Construcción modular de viviendas y arquitectura. *Dream*, 77.

***Architectural geometry:* Exploración y experimentación en el diseño de un pabellón**

Autor: Jeshua Michael Sotomayor Burneo

Investigador independiente

Directora: Arq. Verónica Muñoz, MSc

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

Architectural geometry es una rama de investigación relativamente nueva que responde a los avances computacionales para la construcción digital y el estudio de las formas geométricas complejas. Esta área de estudio implica un proceso investigativo, resolutorio y de comprensión geométrica, que emplea herramientas digitales con el objetivo de asimilar y expresar la constructividad de un objeto, físico o digital.

El diseño paramétrico está estrechamente relacionado con esta nueva rama investigativa; sin embargo, en el contexto académico ecuatoriano, particularmente a nivel de pregrado, no se profundiza o aborda el tema como en otros contextos como las universidades chilenas o estadounidenses, donde se ha incorporado esta rama de estudio dentro de las mallas académicas. Así, el análisis geométrico de las formas complejas ha tomado protagonismo.

Según Navarrete (2014, pp. 67-68), «la arquitectura paramétrica se puede definir de manera sencilla como una nueva forma de entender el proyecto y el diseño de arquitectura, que se beneficia con las nuevas tecnologías informáticas de diseño automático». Esta nueva forma de *entender el proyecto*

ya no usa la tecnología como un medio de representación de un diseño preconcebido, sino como una herramienta que forma parte del método proyectual. En este sentido, se propone la exploración y experimentación en *architectural geometry* en el diseño de un pabellón, por formar parte de una tipología arquitectónica histórica que favorece las nuevas metodologías de diseño.

El objetivo principal de este trabajo de fin de carrera es realizar una propuesta de un pabellón aplicando el diseño paramétrico como herramienta de composición de *architectural geometry*. Para este fin, se trazan los siguientes objetivos específicos: definir el proceso de diseño de la rama investigativa *architectural geometry* a partir de la bibliografía especializada; plantear el diseño de un pabellón que presente una forma geométrica compleja realizada por un *software* computacional algorítmico (diseño paramétrico); determinar la función que tendrá el pabellón como respuesta a una necesidad real dentro del contexto de estudio; y finalmente, construir una representación digital del pabellón que permita verificar las ventajas constructivas que proceden del *software* computacional.

2. Revisión bibliográfica

Geometría y arquitectura

Si la arquitectura es el arte de modificar el espacio y la geometría estudia las propiedades de las figuras en el espacio, se podría decir entonces que la geometría en la arquitectura está omnipresente, ya que se encuentra en todas las etapas de creación de un objeto arquitectónico. Por ejemplo, para calcular un volumen de un material determinado o simplemente para realizar un dibujo se necesita una comprensión geométrica.

Architectural geometry

La geometría de formas complejas y superficies libres ha estado presente en todas las etapas de la historia humana, desde en las primeras herramientas utilizadas para la construcción de los refugios conocidos con forma de cúpula

hechos de madera (hace 400 000 años); igualmente, se le encuentra en los ornamentos escultóricos de los edificios a través de los siglos (Pottman, Asperl, Hofer y Kilian, 2007), pero principalmente se aprecia en la naturaleza, por lo que, en resumen, se podría decir que estamos rodeados de geometría compleja.

Actualmente, el estudio, la comprensión, el diseño o la representación de las formas geométricas complejas son posibles gracias a técnicas sofisticadas de descripción geométrica de carácter computacional, que aparecieron con los avances tecnológicos en muchos campos donde la geometría toma un papel protagonista, como la industria aeronáutica, la industria automotriz, la industria de la animación, etc. Los conocimientos que desarrollaron estas industrias con tecnología computacional en el siglo XX no eran apreciados por toda la comunidad de procesamiento de geometría, porque no existía una unificación de métodos de resolución geométrica ni una optimización de estos. Dicha dispersión del conocimiento también se veía reflejada en la arquitectura, lo que generaba vacíos en el desarrollo de formas libres y limitaba mucho a los diseñadores, y ulteriormente conducía a que se desarrollaran pocos ejemplos arquitectónicos con formas geométricas complejas.

Diseño paramétrico

Para comprender qué es el diseño paramétrico, primero hay que entender el concepto de parámetro que, según la RAE (2018), es una «variante que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico». Pero el concepto de diseño paramétrico es más complejo. Se puede asociar con un método matemático con el que se crea un sistema de relaciones en el cual cada entidad posee parámetros asociados que permiten alterar determinadas características del modelo (Fraile, 2012). El diseño paramétrico se convierte en un recurso innovador, ya que posibilita modificar variables y reproducir un gran número de variaciones (Navarrete, 2014). Cabe recalcar que cuando se menciona un modelo estático o variable, se refiere a un conjunto de características que han sido o pueden ser imitadas (un esquema teórico). Sin embargo, esta terminología también es utilizada en el campo de la creación digital de objetos y, en este contexto, se hace referencia a la representación tanto 3D como 2D de un objeto.

Se puede entender como un nuevo modo de realizar un proyecto de diseño que hace uso de los avances tecnológicos para facilitar el análisis, automatizar

procesos, y también evaluar en tiempo real un sinnúmero de alternativas de proyectos con tan solo cambiar un parámetro (Fraile, 2012).

Por consiguiente, cuando se está en el punto de «modelado digital y resolución constructiva», se refiere a la creación digital del objeto siguiendo un esquema teórico, ya sea estático o variable. Para llegar a una sólida comprensión geométrica, se han desarrollado métodos que ayudan a construir o resolver tanto digitalmente como físicamente objetos con geometría compleja. Entre ellos se tiene los siguientes: superficies de forma libre; movimientos, barridos y evolución de formas; deformación; visualización y análisis de formas (Pottman *et al.*, 2007); o el diseño paramétrico como proceso de método de creación. Este último llama particularmente la atención debido a que permite la creación de formas geométricas complejas (Cardoso Llach y Capdevila Werning, 2008), lo cual llega a ser una herramienta de generación y análisis de las mismas; por consiguiente, se puede decir que, en *architectural geometry*, el diseño paramétrico puede llegar a ser una herramienta de los métodos, o un método individual para la construcción física o digital de formas geométricas complejas.

3. Materiales y métodos

La estructura de la investigación se realiza sobre la base de la metodología de la investigación por diseño, que «se refiere a determinados objetos diseñados dentro de determinados contextos históricos» (De Jong y Van der Voordt, 2002, p. 453). De igual forma, se decide adoptar un enfoque exploratorio debido a que estos estudios «se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes» (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 91). Finalmente, para la resolución espacial y de funcionamiento, este trabajo se apoyó en los siguientes *softwares*: Dynamo (programación), Revit, AutoCAD y SAP 2000 (análisis estructural).

4. Diagnóstico

El Pabellón Loja desarrolla su programa arquitectónico mediante la demanda de espacios culturales en la ciudad debido a su emplazamiento y al análisis de espacios utilizados en tipologías arquitectónicas destinadas a exposición de obras de arte. De tal forma que se buscan las necesidades arquitectónicas particulares del contexto local por medio de entrevistas a especialistas de arte y gestores culturales. Del mismo modo, se analizan varios referentes y se los compara entre sí, teniendo como resultado las características arquitectónicas, las disciplinas que deben intervenir y cómo se vinculan los espacios destinados a exposición.

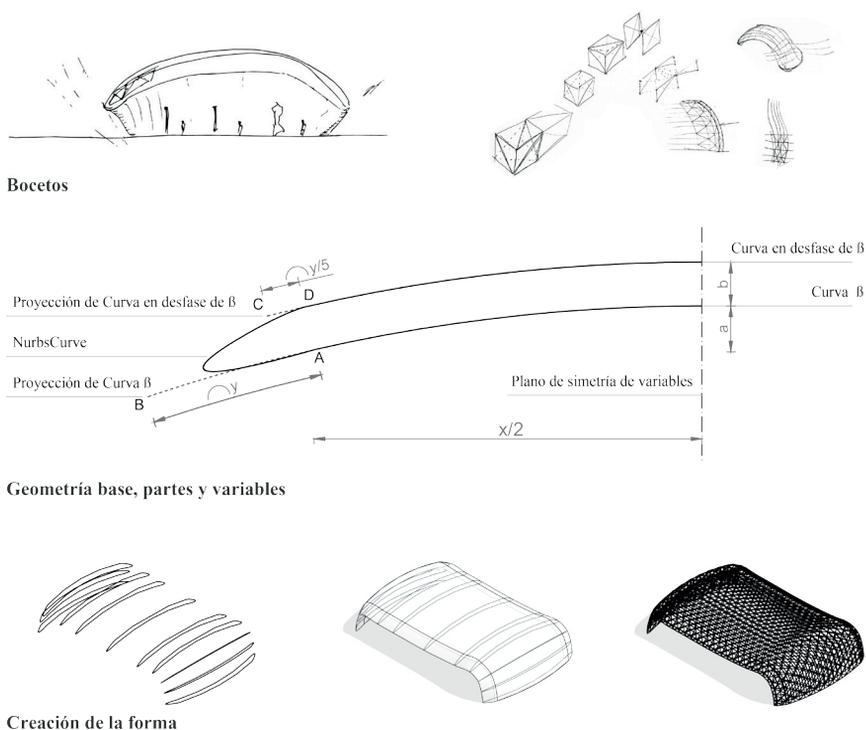


Figura 1. Bocetos, parametrización geométrica y creación de la forma

Con la información anteriormente mencionada y el análisis de contexto, se procede a la etapa inicial de diseño, la *conceptualización arquitectónica*, la misma que se observa gráficamente en la figura 1. En esta etapa inicial, los bocetos empiezan plasmando los fundamentos en los que descansa el proyecto. Posteriormente, se define un módulo de geometría base, conformado por un conjunto de líneas vinculadas con sus respectivas variables. Finalmente, se expresa la creación de la forma en donde el desplazamiento de esta geometría creará el volumen, convirtiéndose en el punto de partida para generar los diversos sistemas algorítmicos del proyecto.

Cabe recalcar que la conceptualización del proyecto es la abstracción geométrica de un sinnúmero de variables que definen al objeto arquitectónico, tales como iluminación, estructuración, constructividad, comportamiento con fluidos, programa arquitectónico, esquemas de organización, zonificación, funcionalidad y cualidades estéticas.

La siguiente etapa es la construcción de un sistema paramétrico, el cual llega a ser la representación o traducción de los diversos elementos en estructuras de algoritmos organizadas de manera jerarquizada y secuencial. Con ello, cada parte del sistema interactúa con el resto de forma lógica. Este método de diseño permitirá crear un modelo digital con la capacidad de alterar sus componentes, facilitar el análisis, automatizar procesos o evaluar en tiempo real un sinnúmero de alternativas con tan solo cambiar un parámetro. Como se muestra en la figura 2, se genera una superestructura lógica conformada por subestructuras de algoritmos, lo que permite un comportamiento orgánico de las partes del objeto que se va a diseñar. Es importante mencionar que esta fase está en constante construcción y funciona como un punto neurálgico del proyecto.

El paso siguiente es utilizar como herramienta de diseño los sistemas algorítmicos para definir la propuesta. Los aspectos más destacados son *el estudio solar y el análisis estructural*.

El estudio solar es el punto en el cual los requerimientos de iluminación del proyecto moldean la geometría, adaptándose a las condiciones naturales del lugar. Este proceso empieza con el posicionamiento de una masa conceptual en un entorno virtual configurado con su respectiva carta solar. Posteriormente, se realizan análisis de las sombras proyectadas en los solsticios y equinoccios; esta información muestra los conflictos con la iluminación directa. Finalmente, se van modificando los algoritmos de la geometría tanto en sección

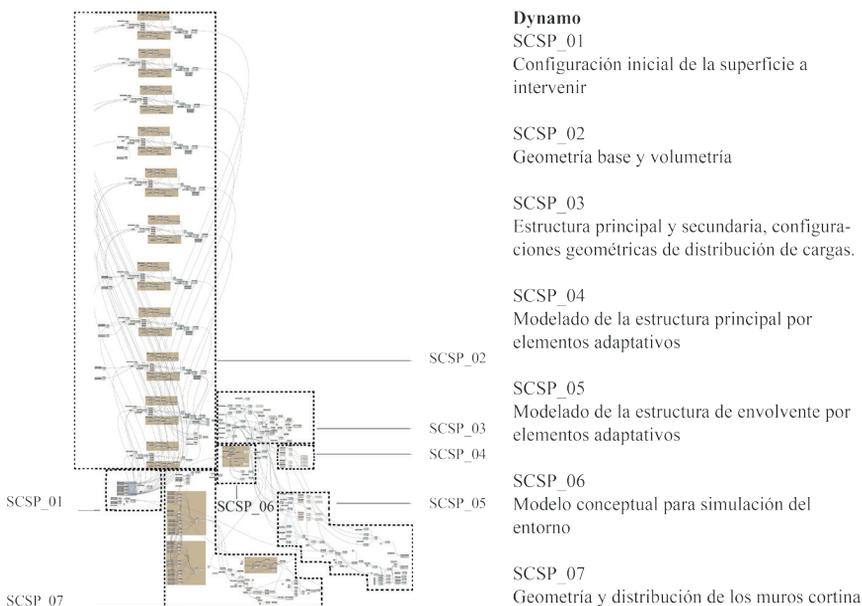
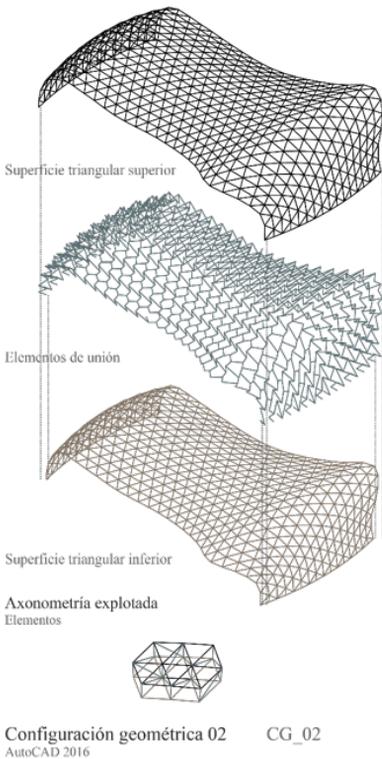


Figura 2. Sistema paramétrico

longitudinal como transversal. Esto da como resultado una geometría tallada por su contexto.

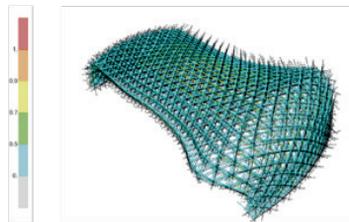
Posteriormente, se realiza el análisis estructural, cuya meta es entender y dimensionar la estructura de la geometría compleja. Para el dimensionamiento y definición de su sistema estructural, se realizaron veintinueve análisis en el *software* SAP2000 y se diseñaron cuatro configuraciones geométricas diferentes con distintos diámetros y espesores. Esta etapa se divide en tres fases: de experimentación, de evaluación y de dimensionamiento. Cabe recalcar que el uso de algoritmos es fundamental, ya que permite crear cientos de elementos en las cuatro alternativas estructurales, en un tiempo muy corto y de forma automatizada. El resultado de este proceso es una estructura estable, basada en el código de diseño «AISC 360-10» del American Institute of Steel Construction. Esto se muestra de forma gráfica y acompañado de los datos de la simulación en la figura 3.



S_20
Datos de la simulación _ SAP 2000 v20
Integrated Solution for Structural Analysis and Design

D 106mm | 3980 Elementos
Tubería estructural redonda IPAC
Carga en cada viga de la superficie triangular superior
Peso propio
0.28KN Carga muerta envolvente
Carga distribuida en 9 elementos de la zona crítica en la superficie triangular superior
0.89KN Carga viva de mantenimiento
Carga en cada viga de la superficie triangular inferior
Peso propio
0.28KN Carga muerta envolvente
0.20KN Carga colgante

00
Elementos fracturados _ stress/capacity check



3mm | 3455 conservan sección
4mm | 256 conservan sección
5mm | 96 conservan sección
6mm | 173 conservan sección
Espesor

Figura 3. Configuración geométrica y análisis número 20

5. Propuesta / Resultados

El diseño arquitectónico se proyectó vinculando al mismo tiempo formalidad, funcionalidad, constructividad y carácter urbano. Es decir, el propósito final es desarrollar una edificación que responda a su contexto.

La formalidad, la funcionalidad y la constructividad toman conceptos de composición como la simetría, el ritmo, el orden y la modulación. De la misma manera, se busca la flexibilidad en sus espacios, perceptualmente al interior del pabellón como en su exterior (plazoleta). Esto da como resultado un proyecto

que responde a las necesidades urbanas de almacenamiento y exposición de artes plásticas.

Para conectarse de forma positiva con la ciudad, se desarrollan los siguientes factores: conectividad, flexibilidad, adaptación al entorno y descentralización. La conectividad se resuelve ubicando al proyecto cerca de una vía arterial, por donde se moviliza el transporte urbano público, lo que facilita acceder al servicio del que dotaría el inmueble a la ciudad. La flexibilidad se resuelve con el diseño arquitectónico, tanto en cuanto a edificación como a

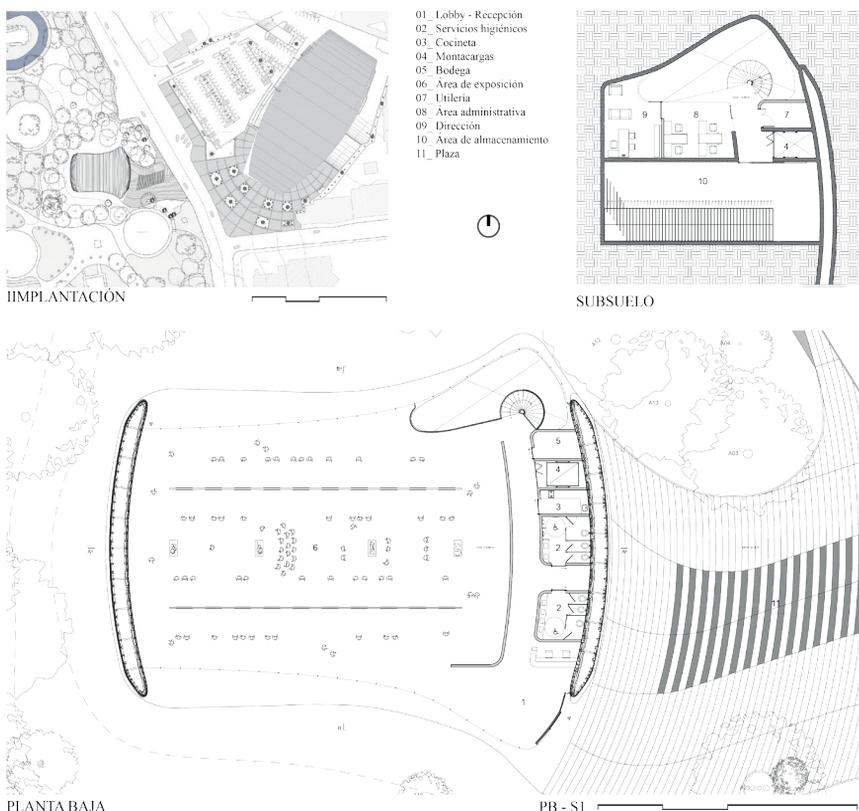


Figura 4. Implantación y plantas

plaza. La adaptación al entorno se realiza mediante el estudio de formalidad, puliendo detalles en la etapa de estudio solar. Finalmente, la descentralización traza la intervención como un elemento que desconecta la oferta de equipamientos que se ubican en el casco histórico, para llegar a ser un soporte de los equipamientos que se encuentran en su cercanía.

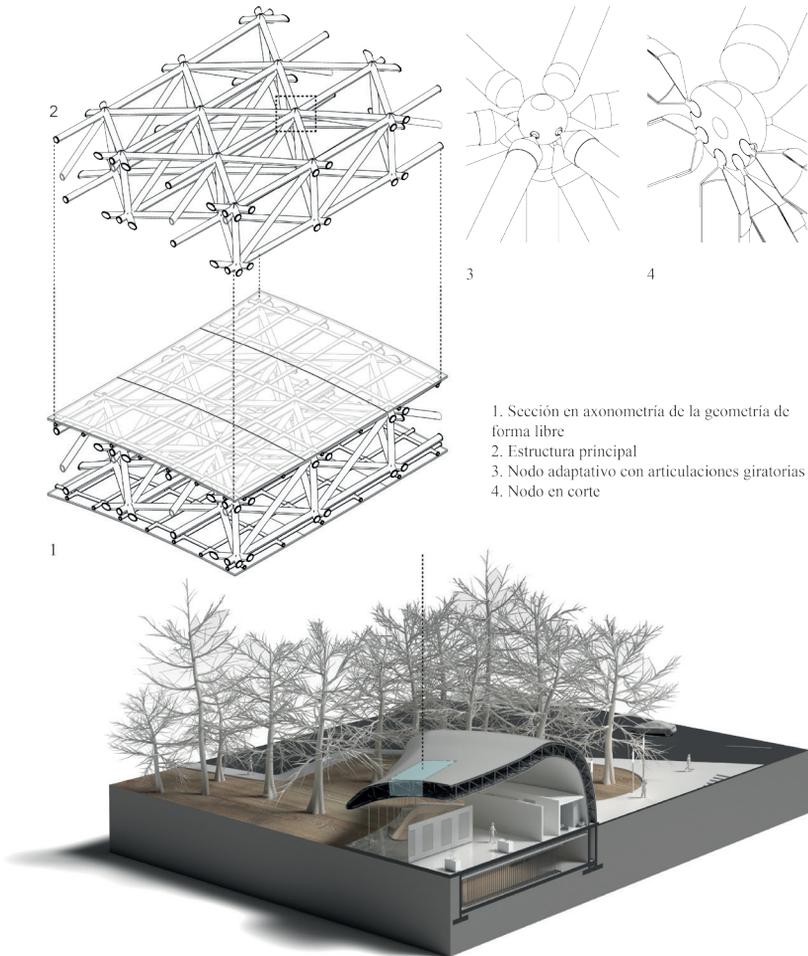


Figura 5. Corte en axonometría y nodo adaptativo

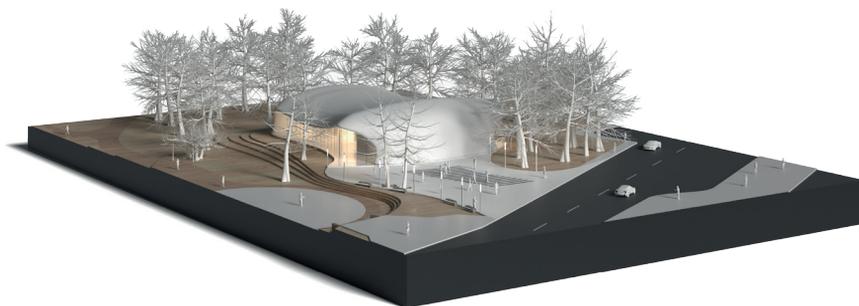


Figura 6. Maqueta virtual del proyecto

Como se observa en la figura 4, la propuesta se desarrolla mayormente en una planta y un pequeño subsuelo acondicionado para dotar de servicios complementarios al área de exposición. La superficie del interior y la plazoleta no tienen cambios de niveles muy pronunciados, con lo que se obtiene una mejor accesibilidad y continuidad de los espacios.

Un detalle constructivo fundamental es la unión entre los elementos dimensionados en el análisis estructural. Y para llegar a expresar una constructividad del objeto, se propone el diseño conceptual de un nodo con articulaciones giratorias, lo que permitirá que la geometría empleada se genere de forma adecuada, facilitando el montaje de la estructura de naturaleza compleja. Aquello se puede observar en la figura 5.

6. Conclusiones

El apoyo de un *software* computacional algorítmico permitió la creación de una geometría compleja mediante una superestructura organizada de algoritmos. Esta metodología permitió generar varias alternativas para diversos puntos del diseño, como resolución geométrica y configuración estructural,

adaptación al medio por configuración geométrica, módulos de la envolvente, geometría base, etc.

Se crearon varias propuestas en un tiempo muy corto además de cientos de elementos por medio de la automatización de procesos (análisis estructural) y se generó el modelado de geometrías paramétricas. Todo ello facilitó la experimentación y permitió situar al objeto en diversas condiciones.

Cualquier elemento que pueda convertirse en un algoritmo puede ser organizado en una sucesión de procesos, lo que permitiría la automatización de cualquier cambio que se le aplique. Finalmente, la propuesta de diseño permitió comprender mejor la constructividad de un elemento arquitectónico, la importancia y el papel que cumple cada elemento de una geometría no convencional.

Referencias bibliográficas

- Cardoso Llach, D. y Capdevila Werning, R. (2009). Arquitectura, diseño y computación. *Dearq*, 1(4), 136-140. <https://doi.org/10.18389/dearq4.2009.17>.
- De Jong, T. y Van der Voordt, D. (2002). *WAYS to study and research urban, architectural and technical design*. DUP Science.
- Dynamo BIM. (s.f.). *The Dynamo Primer*. https://primer.dynamobim.org/01_Introduction/11_what_is_visual_programming.html
- Fraile, M. (2012). *El nuevo paradigma contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital*. https://www.academia.edu/2146376/El_nuevo_paradigma_contempor%C3%A1neo._Del_dise%C3%B1o_param%C3%A9trico_a_la_morfog%C3%A9nesis_digital
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill / Interamericana.
- Navarrete, S. (2014). Diseño paramétrico, el gran desafío del siglo XXI. *Centro de estudios en diseño y comunicación*, 63-72
- Pottman, H., Asperl, A., Hofer, M. y Kilian, A. (2007). *Architectural geometry*. Bentley Institute Press.

Rehabilitación arquitectónica de un bien patrimonial de la ciudad de Loja. Caso de estudio: Vivienda de la Sra. Rosenda Burneo V.

Autora: Margareth Karolina Ríos Jaramillo
Investigadora independiente

Directora: Mgtr. Arq. Claudia Costa-De los Reyes
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2021

1. Introducción

El inmueble tomado como caso de estudio se localiza dentro de la zona de primer orden del centro histórico de la ciudad de Loja, en las calles Bernardo Valdivieso y Colón, esquina; corresponde a un edificio patrimonial que presenta daños que pueden comprometer la estabilidad de la edificación, lo que pone en riesgo la vida de los usuarios y de los transeúntes. Actualmente, la edificación se encuentra habitada en la planta baja y tiene un uso comercial. La planta alta está deshabitada debido a los daños e inconvenientes que presentan los elementos de la edificación, siendo los más evidentes en la cubierta y algunos elementos estructurales. El objetivo general de este estudio es plantear estrategias de rehabilitación arquitectónica y mantenimiento de un inmueble patrimonial en el centro histórico de Loja para promover su preservación y conservación. Para llegar al objetivo general, se plantean cuatro objetivos específicos: 1) identificar el marco teórico conceptual-legal referente

a la documentación arquitectónica y la conceptualización de patologías de la conservación de bienes patrimoniales; 2) desarrollar el levantamiento arquitectónico del caso de estudio para identificar sus elementos y características; 3) determinar el estado de conservación de la edificación mediante el análisis de daños de los elementos constructivos de la vivienda para establecer una intervención adecuada; y 4) finalmente, plantear acciones y estrategias para la rehabilitación de la edificación patrimonial perteneciente a la Sra. Rosenda Burneo Valdivieso.

2. Revisión bibliográfica

El patrimonio material es la base para entender el pasado que es tangible, objetivo y medible; es ahí donde radica su valor, por eso es de vital importancia su protección por parte de la sociedad (Sardón, 2015). Es primordial comprender la importancia del patrimonio; dicho de otra manera, es necesario considerar términos básicos que orienten y faciliten la recopilación de información relacionada con la rehabilitación de inmuebles patrimoniales, con la finalidad de obtener resultados que favorezcan a la conservación, preservación y adecuado uso del caso de estudio.

De este modo, en el presente trabajo se procede a identificar del marco conceptual-legal referente a daños y a la conservación de los elementos constructivos de la edificación mediante un análisis patológico, con el objetivo de establecer criterios de rehabilitación adecuados que permitan precautelar la integridad física y detener el deterioro de una vivienda patrimonial.

La vivienda objeto de estudio se encuentra dentro del inventario de patrimonio cultural de la ciudad de Loja, data del año 1910 y actualmente pertenece a la Sra. Rosenda Burneo Valdivieso. Se encuentra dentro del centro histórico y cuenta con la ficha de inventario cód. IBI-11-01-01-000-000127. Por sus cualidades históricas, estéticas y constructivas, se ha constituido en un inmueble de alto valor patrimonial para la ciudad,¹ razón por la cual es importante su conservación y mantenimiento.

En este sentido, para plantear un proyecto de intervención, es importante registrarse bajo las leyes, normas y ordenanzas vigentes locales, en función de

1 Según los datos del INPC con registro 000127 y código IBI-11-01-01-000-000127.

mantener las características originales de la vivienda. Como complemento, analizar referentes desde una lectura crítica permitirá identificar estrategias ya que se realiza un estudio exhaustivo basado en los criterios de valoración de la escala de Baremo, que es aplicada por el INPC (2011) para las valoraciones de las edificaciones patrimoniales en el *Instructivo para fichas de registro e inventario de bienes inmuebles*, tomando en cuenta siete componentes: antigüedad, estético-formal, tipología funcional, técnico-constructivo, entorno urbano y natural e histórico-testimonial-simbólico, la valoración y el grado de protección.

Por ello y considerando la necesidad de precautar los bienes patrimoniales de la ciudad, es importante documentar y llevar a cabo un registro minucioso de los daños presentes en la edificación, que permita tomar decisiones basadas en suficiente información. Además de identificar obras emergentes y acciones preventivas o curativas para determinar el planteamiento de las estrategias de rehabilitación del inmueble a partir del estado de conservación de los elementos, impidiendo el deterioro y pérdida de valor de un bien patrimonial de la ciudad; conjuntamente con el cálculo de vida útil del método por factores de ISO 15686, que facilita conocer un tiempo de referencia en el cual la construcción permanecerá sin necesidad de una nueva intervención.

3. Materiales y métodos

Para llevar a cabo esta investigación, se han adaptado dos metodologías: la metodología de RehabiMed y el *Manual de patologías de la edificación*, tomo I. Este enfoque dual proporciona una sólida base para abordar de manera efectiva las patologías presentes en la edificación, como se ilustra en la figura 1.

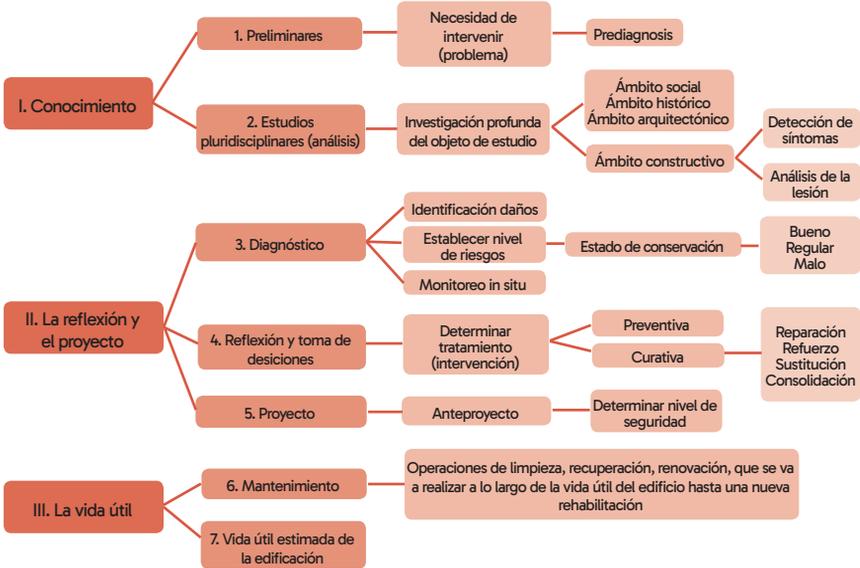


Figura 1. Esquema de adaptación de la metodología de RehabiMed y el *Manual de patologías de la edificación*, tomo I.

4. Análisis del caso de estudio

El bien inmueble se emplaza en la zona de primer orden del centro histórico de Loja (figura 2). Se inserta en una trama urbana en damero donde las vías de norte a sur se consideran principales y de este a oeste, secundarias. También presenta elementos constructivos propios de su época de construcción, inicio del siglo XX. Al igual que la mayoría de bienes patrimoniales de tipología tradicional, la cimentación es de piedra, y sobre ella descansan los muros de tapial —que tienen la particularidad de almacenar calor en zonas climáticas donde las diferencias de temperaturas son amplias, lo que permite que el barro pueda balancear el interior de la vivienda—, su entrepiso de madera y cubierta de teja sobre estructura de madera.

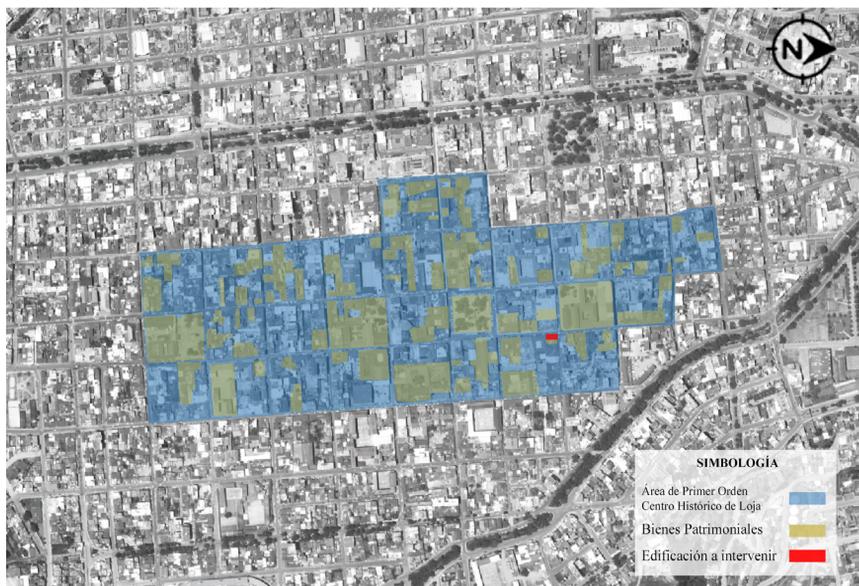


Figura 2. Vista satelital del centro histórico de la ciudad de Loja

Fuente: Ortofoto proyecto Sigtierras, 2010

Elaboración propia.

El bien patrimonial está servido por todos los equipamientos necesarios como salud, educación, abastecimiento, finanzas, culto y ocio. Entre ellos podemos encontrar instituciones públicas entre otros equipamientos de igual importancia; además, cuenta con la infraestructura básica necesaria (servicio de luz eléctrica, telefonía e internet, agua potable y alcantarillado).

Por otra parte, el perfil urbano de ambos tramos es irregular y poco homogéneo, ya que son notorias las distintas proporciones, diferente porcentaje de vanos y llenos. Lo que sobresale es el predominio de cubierta inclinada frente a cubierta plana y una similitud en sus fachadas por las épocas en que fueron construidas. Es necesario recalcar que, a pesar de haber sufrido diversas modificaciones con el paso del tiempo, causadas por los agentes naturales, malas intervenciones y falta de mantenimiento, se puede observar que mantiene su uso en la planta baja, a diferencia del espacio deshabitado de la planta alta.

Se debe agregar que la edificación original fue dividida de manera interna en dos predios sin afectar su fachada. Por otra parte, el paso del tiempo ha influido de manera negativa en el bien, al punto de causar lesiones que han forzado a los dueños a tomar medidas correctivas poco acertadas, pero con el único propósito de salvaguardar el bien. Es decir que presenta una serie de daños patológicos, que se evidencian mediante la observación y exploración *in situ*, lesiones provocadas principalmente por amenazas naturales que han ocasionado alteraciones en algunos elementos originales y, a su vez, la sustitución de los mismos, ya que no se podían conservar por su estado. De este modo, se determina el origen, el tipo de lesión y la magnitud que representa. Además, se elabora y aplica una ficha de levantamiento de daños (figura 3). Para esto es importante tener un levantamiento fotográfico

Instructivo de levantamiento de lesiones presentes en la edificación				Modelo de ficha para lesiones patológicas																																																																																																																																																																																			
<ol style="list-style-type: none"> Ficha, hace referencia a la numeración general de registro de patologías, empezando desde 001 hasta la ficha que sea necesaria. Código de identificación, hace referencia al uso de caracteres designados según el ambiente y nivel en planta. Como se observa en el ejemplo: PB J A01, es decir PB es la planta baja, letra J sería el ambiente al que pertenece, en este caso al patio y finalmente A01 se denominaría al componente, es decir, a las columnas. Datos específicos, se detalla el elemento, componente, materialidad, acabado, color y la ubicación que tiene la unidad, en base a lo escrito anteriormente. Ubicación en planta, para establecer en el croquis el sitio donde se encuentra la lesión, sea en planta baja o alta. Se identifica el tipo de lesión, es decir, se define según su origen en lesión física, química, mecánica o biológica. Descripción de la lesión, se detalla brevemente lo observado en base al tipo de causa y sintomatología de la lesión. Estado de conservación, permite identificar es el nivel del daño presente en el elemento, está dado en base a parámetros cuantitativos y cualitativos de menor a mayor, clasificando en bueno = 1, regular = 2 y malo = 3. Posible causa, que ha provocado la misma que facilite establecer una hipótesis de la causa del daño. Nivel de intervención, hace mención a la rapidez con la que debería de actuarse en base al estado de conservación que tenga el elemento. Consecuencia, la secuela que ocasiona el mismo. Fotografía, se coloca la imagen que muestre el daño en el elemento y su causa. Acciones recomendadas, corresponde al tratamiento específico detallado acorde para cada lesión, apoyado en acciones como reparación, refuerzo, sustitución o consolidación. Valor histórico del elemento, está determinado en alto, medio, bajo y sin valor. Observaciones, son las que se deben tener en cuenta al momento de intervenir. 				<table border="1"> <tr> <td colspan="2">1. Ficha n°</td> <td colspan="2">007</td> <td colspan="2">Ficha de Lesiones Patológicas</td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">2. Código</td> <td colspan="2">PB_J_A01</td> <td colspan="2">Edificación Patrimonial</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Sra. Rosenda Burneo Valdivieso</td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">3. Datos Específicos</td> <td colspan="3">4. Ubicación en planta</td> </tr> <tr> <td>Elemento</td> <td>Estructura</td> <td>Acabado</td> <td>Pintura</td> <td colspan="3">Planta Baja / Alta</td> </tr> <tr> <td>Subelemento</td> <td>Columna</td> <td>Color</td> <td>Verde</td> <td colspan="3" rowspan="4"> </td> </tr> <tr> <td>Materiales</td> <td>Madera</td> <td>Ubicación</td> <td>Patio suroriente</td> </tr> <tr> <td colspan="2">5. Tipo de lesión</td> <td colspan="2">6. Descripción de lesión</td> </tr> <tr> <td>Física</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Química</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mecánica</td> <td>X</td> <td colspan="2">Se presenta una fisura menor a 1.5mm</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Biológica</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">7. Estado de conservación</td> <td colspan="2">8. Posible Causa</td> <td colspan="3" rowspan="4"> </td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td></td> <td colspan="2">Carga excesiva, presencia de agua, condiciones atmosféricas y exposición a la intemperie.</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>2</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Malo</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">9. Nivel de intervención</td> <td colspan="2">10. Consecuencias</td> <td colspan="3">11. Fotografía</td> </tr> <tr> <td>Inmediato</td> <td></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3" rowspan="3"> </td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>X</td> <td colspan="2">Afecta la parte estética más no a la estructura propia del elemento.</td> </tr> <tr> <td>Largo</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">12. Acciones recomendada</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Preventivo</td> <td></td> <td colspan="2">Especificaciones Se debe limpiar la zona a trabajar con acetate de linauz y desinfectante para evidenciar el daño, después se rellana con resina epoxi, se aplica de manera cuidadosa con una espátula es importante que se utilice guantes para la aplicación, luego cuando este endurecido se procede a lijar la superficie hasta que quede lisa y uniforme y finalmente se coloca la pintura protectora o barniz poliuretano.</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Refuerzo</td> <td></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Reparación</td> <td>X</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Sustitución</td> <td></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Consolidación</td> <td></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">13. Valor histórico</td> <td colspan="3">14. Observaciones</td> </tr> <tr> <td>Alto valor</td> <td>X</td> <td>Bajo valor</td> <td></td> <td colspan="3">Se recomienda un mantenimiento periódico anual a elementos que presenten estos datos, con este tipo de mantenimiento se prioriza la prolongación de la vida útil del elemento.</td> </tr> <tr> <td>Medio Valor</td> <td></td> <td>Sin valor</td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>		1. Ficha n°		007		Ficha de Lesiones Patológicas			2. Código		PB_J_A01		Edificación Patrimonial				Sra. Rosenda Burneo Valdivieso					3. Datos Específicos				4. Ubicación en planta			Elemento	Estructura	Acabado	Pintura	Planta Baja / Alta			Subelemento	Columna	Color	Verde				Materiales	Madera	Ubicación	Patio suroriente	5. Tipo de lesión		6. Descripción de lesión		Física				Química							Mecánica	X	Se presenta una fisura menor a 1.5mm					Biológica							7. Estado de conservación		8. Posible Causa					Bueno		Carga excesiva, presencia de agua, condiciones atmosféricas y exposición a la intemperie.		Regular	2			Malo				9. Nivel de intervención		10. Consecuencias		11. Fotografía			Inmediato							Medio	X	Afecta la parte estética más no a la estructura propia del elemento.		Largo				12. Acciones recomendada							Preventivo		Especificaciones Se debe limpiar la zona a trabajar con acetate de linauz y desinfectante para evidenciar el daño, después se rellana con resina epoxi, se aplica de manera cuidadosa con una espátula es importante que se utilice guantes para la aplicación, luego cuando este endurecido se procede a lijar la superficie hasta que quede lisa y uniforme y finalmente se coloca la pintura protectora o barniz poliuretano.					Refuerzo							Reparación	X						Sustitución							Consolidación							13. Valor histórico				14. Observaciones			Alto valor	X	Bajo valor		Se recomienda un mantenimiento periódico anual a elementos que presenten estos datos, con este tipo de mantenimiento se prioriza la prolongación de la vida útil del elemento.			Medio Valor		Sin valor				
1. Ficha n°		007		Ficha de Lesiones Patológicas																																																																																																																																																																																			
2. Código		PB_J_A01		Edificación Patrimonial																																																																																																																																																																																			
		Sra. Rosenda Burneo Valdivieso																																																																																																																																																																																					
3. Datos Específicos				4. Ubicación en planta																																																																																																																																																																																			
Elemento	Estructura	Acabado	Pintura	Planta Baja / Alta																																																																																																																																																																																			
Subelemento	Columna	Color	Verde																																																																																																																																																																																				
Materiales	Madera	Ubicación	Patio suroriente																																																																																																																																																																																				
5. Tipo de lesión		6. Descripción de lesión																																																																																																																																																																																					
Física																																																																																																																																																																																							
Química																																																																																																																																																																																							
Mecánica	X	Se presenta una fisura menor a 1.5mm																																																																																																																																																																																					
Biológica																																																																																																																																																																																							
7. Estado de conservación		8. Posible Causa																																																																																																																																																																																					
Bueno		Carga excesiva, presencia de agua, condiciones atmosféricas y exposición a la intemperie.																																																																																																																																																																																					
Regular	2																																																																																																																																																																																						
Malo																																																																																																																																																																																							
9. Nivel de intervención		10. Consecuencias		11. Fotografía																																																																																																																																																																																			
Inmediato																																																																																																																																																																																							
Medio	X	Afecta la parte estética más no a la estructura propia del elemento.																																																																																																																																																																																					
Largo																																																																																																																																																																																							
12. Acciones recomendada																																																																																																																																																																																							
Preventivo		Especificaciones Se debe limpiar la zona a trabajar con acetate de linauz y desinfectante para evidenciar el daño, después se rellana con resina epoxi, se aplica de manera cuidadosa con una espátula es importante que se utilice guantes para la aplicación, luego cuando este endurecido se procede a lijar la superficie hasta que quede lisa y uniforme y finalmente se coloca la pintura protectora o barniz poliuretano.																																																																																																																																																																																					
Refuerzo																																																																																																																																																																																							
Reparación	X																																																																																																																																																																																						
Sustitución																																																																																																																																																																																							
Consolidación																																																																																																																																																																																							
13. Valor histórico				14. Observaciones																																																																																																																																																																																			
Alto valor	X	Bajo valor		Se recomienda un mantenimiento periódico anual a elementos que presenten estos datos, con este tipo de mantenimiento se prioriza la prolongación de la vida útil del elemento.																																																																																																																																																																																			
Medio Valor		Sin valor																																																																																																																																																																																					

Figura 3. Instructivo y modelo de ficha de identificación de lesiones patológicas

previo, catalogado por nivel de planta, ambiente y elemento afectado, lo que facilita identificar con precisión la ubicación del elemento y el componente dañado. De esta manera, se obtiene una fácil comprensión de la causa inicial que afecta a la edificación, su sistema constructivo, estructural y las modificaciones que se han realizado a lo largo del tiempo. Finalmente se distingue la prioridad de intervención y las acciones recomendadas para cada una de las patologías presentes.

Finalmente, con toda la información recabada, se determina el estado de conservación actual del inmueble. Según el análisis realizado en treinta y seis fichas patológicas de los componentes de la edificación, en las cuales se identifican principalmente dieciséis lesiones, se puede determinar el estado de conservación general de la misma. Para ello se realiza una sumatoria total de los valores promedio por componente y por elemento del estado de conservación de cada uno, por medio de lo que se obtiene como resultado un valor de 3,97, que se divide para 2 con el fin de obtener el siguiente dato cuantitativo de 1,99, que equivale a un estado de conservación regular sobre la base de los parámetros antes mencionados.

5. Propuesta / Resultados

El proyecto de rehabilitación busca la conservación de un edificio que forma parte del patrimonio de la ciudad de Loja. Esto implica la protección del patrimonio arquitectónico que representa una muestra de la época republicana, además de salvaguardar y mantener las técnicas constructivas tradicionales.

En cuanto a las acciones para contrarrestar los daños presentes en los componentes de la vivienda de la Sra. Rosenda Burneo V., se han clasificado en dos grupos. Primero están las acciones preventivas relacionadas con el estado de conservación bueno, llevando a cabo todos los trabajos de mantenimiento. En cuanto a las acciones curativas, se relacionan de dos formas: la primera con el estado regular que hace mención a los trabajos de reparación o refuerzo; y la segunda, con un estado de conservación malo, relacionado con los trabajos de sustitución o consolidación.

Mediante el planteamiento de un programa para el nuevo uso de la vivienda, este responde a las necesidades del propietario del bien y del sector, a través de la rehabilitación del uso residencial de la planta alta, recupera-

ción del espacio público-privado que permite la interacción de los usuarios, mediante la liberación del portal y el patio interior. Otra intervención que se realiza es la adecuación de espacios nuevos en los distintos locales comerciales en planta baja (figura 4).

Finalmente, con esta intervención se quiere recuperar el espacio sin alterar su aspecto estético y su originalidad, que están ligados con la herencia, la memoria y la identidad de un lugar. Además, se procura sustituir los componentes sobre la base del análisis de los daños. Para la creación de los nuevos espacios, se usa un sistema constructivo en seco (*steel framing*), que facilita la colocación de paredes sin presentar mayor riesgo para los muros de carga. Con este sistema, se resuelve también las instalaciones eléctricas y sanitarias, lo que permite que sean espacios flexibles y reversibles, que no alteran la esencia de la vivienda patrimonial.

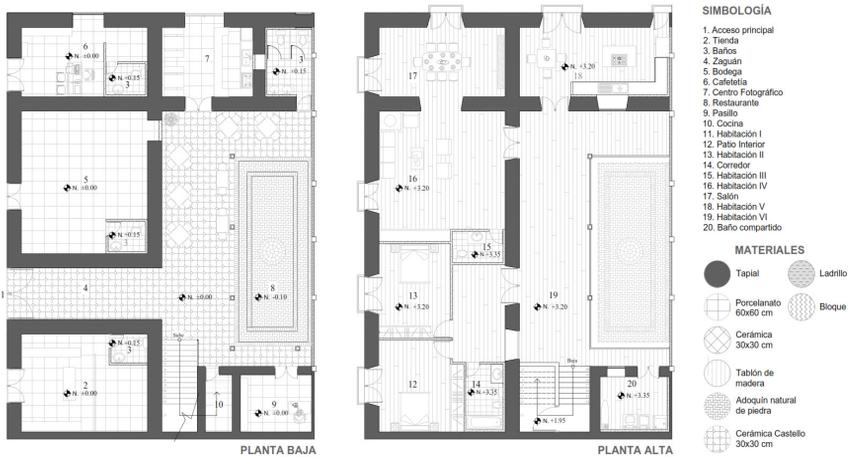


Figura 4. Planos arquitectónicos de la propuesta

La fachada muestra la recuperación de la vivienda y la intervención que se realiza respecto al color y la colocación de fachaleta en el zócalo, que permitirá darle mayor protección a esta parte del edificio de los agentes ambientales.



Figura 5. Vista propuesta de fachada de edificación de la Sra. Rosenda Burneo (antes y después)



La recuperación del patio permite que en su interior se realicen actividades de comercio e interacción social, además se evidencia el empleo de los diferentes materiales con los cuales se rehabilita esta área.



Figura 6. Perspectiva del portal y patio interno de la edificación (antes y después)

Para los dormitorios se usa paredes divisorias (sistema Steel Framing) que se adaptan al área, se respeta las aberturas, la carpintería existente y se dan acabados finales para que el espacio sea confortable.



Figura 7. Vista de dormitorio, adecuación de nuevos espacios (antes y después)



La cocina se desarrolla con el objetivo de integrar, de tener todos los elementos necesarios para la elaboración de alimentos, además, en todas las partes se considera la circulación.



Figura 8. Vista de la propuesta de cocina (antes y después)

Finalmente, se realiza el análisis de vida útil de la vivienda sobre la base de la valoración de esta y mediante el método por factores de la norma ISO 15686, por medio del cual se les asigna un valor cuantitativo (bajo = 0,8; medio = 1 y alto = 1,2) a los siete factores establecidos que se mencionan en la tabla 1 y que estiman la durabilidad de la edificación.

Tabla 1. Valoración de los factores para determinar el valor de la vida útil estimada

Orden	Factores	Valor asignado	Justificación
a.	Calidad del diseño arquitectónico y constructivo	Alto (1,2)	Dado que mediante las acciones preventivas y curativas planteadas según los daños que presentan los componentes constitutivos del bien, se plantean las soluciones de rehabilitación adecuada con el objetivo de recuperar, consolidar y mantener los elementos de la edificación.
b.	Calidad de los materiales de construcción	Alto (1,2)	Los materiales utilizados cumplen con las medidas establecidas en la norma técnica, con las cuales se cubren las necesidades funcionales y ambientales de la edificación.
c.	Tipo de medio ambiente interior del edificio	Alto (1,2)	La distribución de los espacios propuestos cuenta con la adecuación necesaria. Por medio de la recuperación del patio, se logra ventilar e iluminar de manera natural los ambientes del inmueble, además de las acciones preventivas propuestas que permiten minimizar los daños causados por la humedad y, con todo esto, se trata de reducir el deterioro de los elementos constitutivos del edificio.

d.	Tipo de medio ambiente exterior del lugar	Bajo (0,8)	Este factor se podría decir que no influye, debido al contexto en el que se emplaza la vivienda, siendo una de las razones la altura de las edificaciones que tiene frente a cada una de sus fachadas. Sin embargo, se proponen acciones para revertir los daños causados por las condiciones climáticas en los componentes expuestos; para ello, es necesario que se lleve un mantenimiento periódico que les permita perdurar en el tiempo, ya que se encuentran a la intemperie.
e.	Calidad de la mano de obra	Alto (1,2)	Se recomienda que, para que se lleve a cabo la propuesta de intervención y recuperación de la vivienda, se contrate personal calificado y especializado según el tipo de material a trabajar.
f.	Uso que se le dará al edificio	Alto (1,2)	Al realizar la recuperación de la edificación, con las acciones preventivas o curativas, se busca curar los daños presentes en el inmueble. Por otro lado, la recuperación del uso de residencia como tal, en la planta alta, puede evitar que se degrade por abandono. Además, se recupera el patio.
g.	Tipo y grado de mantenimiento	Bajo (0,8)	El nivel y calidad de las acciones preventivas sugeridas debe ser óptimo, con un monitoreo y mantenimiento periódico; si este tipo de acciones no es frecuente, se pueden presentar nuevos daños en los elementos, lo que puede provocar el deterioro de los componentes de la edificación.

Considerando que el valor de vida útil corresponde a una aproximación de durabilidad de un inmueble, se muestra que el valor de VUE (159,25 años) de esta edificación según la norma técnica ISO 15686 aumenta con respecto a la VUD (100 años), es decir que esta edificación del año 1910 aproximadamente, con la intervención en 2020, 110 años después, puede rehabilitarse el edificio con otros fines, teniendo en cuenta el análisis de todos los aspectos constructivos y de gestión. A esto se suman las acciones preventivas y/o curativas planteadas según el daño de cada uno de los componentes de la vivienda, las cuales permiten la rehabilitación y recuperación del uso original de la edificación en la planta alta y en el patio.

6. Conclusiones

Con el marco conceptual, se identificaron conceptos y teorías sobre rehabilitación que permiten determinar el proceso de actuación frente a las patologías de la vivienda. Además, los conceptos facilitan abordar la rehabilitación bajo conocimientos técnicos con los cuales se llega a la recuperación total del inmueble. En cuanto a la identificación del marco legal se extrajeron y aplicaron criterios, principios y normas concernientes a la rehabilitación, mantenimiento y conservación de la edificación.

Por medio del estudio de los referentes, se pudieron identificar las diferentes estrategias que se pueden aplicar en la vivienda para la rehabilitación y recuperación de los espacios. Y, mediante la documentación, el levantamiento arquitectónico y fotográfico de la vivienda, se identificaron los principales daños. Esto permitió establecer el tipo de acción necesaria, sea preventiva o curativa. En este sentido, el estado de conservación del bien se identificó con la necesidad de intervención a mediano plazo, por presentar una valoración del estado de conservación general de la edificación de 2,00, equivalente a un estado regular, lo que permite priorizar las actividades para que el bien perdure en el tiempo. Por tanto, mediante el planteamiento de acciones preventivas y curativas, se determinan las soluciones para las patologías presentes. Las mismas dieron paso a las estrategias de rehabilitación, conservación y preservación de la vivienda.

Las intervenciones propuestas para la vivienda tienen el potencial de extender su vida útil estimada a 159,25 años. Esto demuestra que el proyecto es

viable y, en combinación con las acciones de mantenimiento, reparación y consolidación, se prevendrá el deterioro y se garantizará su preservación durante un período más prolongado hasta que se requiera una nueva intervención.

Referencias bibliográficas

- INPC. (2011). *Instructivo para ficha de registro e inventario Bienes inmuebles*. <https://issuu.com/riesgosinpc/docs/www.inpc.gob.ec/111>
- Sardón, M. (2015). ¿Por qué Conservar el Patrimonio? Reflexiones sobre el sentido de la Conservación del Patrimonio Arquitectónico. *AXA, Una Revista de Arte y Arquitectura*. <https://revistas.uax.es/index.php/axa/article/viewFile/1122/916>

Rediseño de la Unidad Educativa Dieciocho de Noviembre de la ciudad de Loja

Autor: José Pablo Rosas Romero

Investigador independiente

Directora: Mgtr. Arq. Claudia Costa-De los Reyes

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2021

1. Introducción

La escuela Dieciocho de Noviembre de la ciudad de Loja fue construida en el año 1894, empezó su labor en 1896 y funciona hasta la actualidad. El crecimiento estudiantil ha causado que no posea espacios funcionales para sus educandos y docentes, debido a la falta de organización y a la improvisación de los espacios, ya que no responden a los estándares reguladores, manejados por el Ministerio de Educación del Ecuador (2012). De la misma forma, se puede evidenciar el deterioro de la escuela dada que la estructura ya cumplió su vida útil. Por otra parte, la delimitación de la escuela no responde a un diseño integrador debido a la presencia de muros de cerramiento que obstaculizan la visibilidad desde la escuela hacia el entorno y viceversa, segregando el espacio educacional.

El equipamiento ocupa tres cuartos de la manzana donde se encuentra emplazada, siendo un predio de grandes dimensiones que cuenta con una distribución espacial y programa que no aprovecha al máximo este espacio, lo que genera una subutilización. En este contexto, el objetivo general de este trabajo es realizar el diseño de la Unidad Educativa Dieciocho de Noviembre

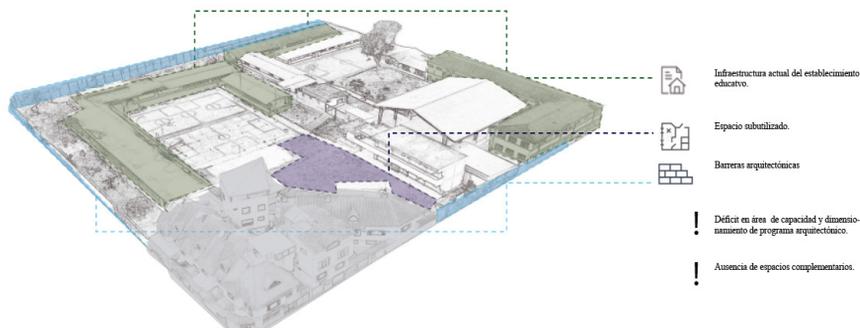


Figura 1. Problemática

bajo el concepto de escuela abierta, permitiendo la inserción de un nuevo espacio público que se integre al espacio educativo. Para ello se plantea estudiar las características que deben tener las escuelas abiertas con el fin de comprender su concepto y particularidades. Mediante el estudio de daños, se busca conocer el estado actual de la escuela Dieciocho de Noviembre para analizar los elementos constitutivos del establecimiento. Además, a través del diagnóstico de sitio, identificar las potencialidades y amenazas para, en función de ello, generar la propuesta urbano-arquitectónica para la institución educativa bajo el concepto de escuela abierta.

2. Revisión bibliográfica

Para las bases teóricas y legales, se revisaron conceptos relacionados con arquitectura-educación, escuela abierta, espacio público y cohesión social, con el objetivo de tener clara la idea de cómo abrir este contexto educativo al entorno natural, cultural y social, además de cómo dar cabida a las relaciones sociales que se quiere fomentar al interior y exterior de la escuela.

Arquitectura y educación

La arquitectura influye de manera directa en la educación debido a que recibir de manera adecuada el conocimiento depende del espacio donde se lo imparte. Por consiguiente, los espacios que conforman los establecimientos educativos son esenciales para un desarrollo eficiente de la función que tiene delegada la educación.

De la misma forma, en aspectos como la motivación, el rendimiento o la capacidad cognitiva de los alumnos, la arquitectura entra de lleno ya que la calidad de la educación está vinculada a la infraestructura del establecimiento escolar, la cual debe mantenerse en buen estado y dotar de confort a los usuarios, dado que los entornos despiertan bienestar en quienes los habitan, aumentan la sensación de pertenencia a la institución, además de que el lugar define la motivación del alumno (De Paz, 2019).

Equipamiento educativo

Dentro de las planificaciones urbanas, el equipamiento educativo es uno de los que más análisis merece, debido a que estas infraestructuras son de vital importancia para el aprendizaje y formación de las generaciones venideras, por lo que son el pilar para un correcto funcionamiento de la sociedad. Por otra parte, implican una integración con el paisaje urbano y su contexto próximo; entre sus muros albergan a quienes proseguirán con la ciencia y el desarrollo de la sociedad.

Comparación: escuela tradicional – escuela del milenio – escuela abierta

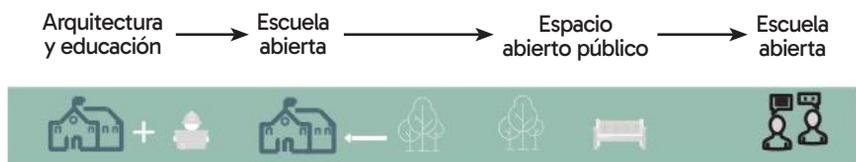
Para Zeichner (1987), el aula y los diferentes espacios de las escuelas tradicionales, como aulas, pasillos, patios, baños, son lugares poco decorados y con colores pálidos. Las aulas de las escuelas tradicionales no han tenido variaciones hasta el día de hoy: siguen teniendo las mismas características con mesas y sillas organizadas en filas, el escritorio del profesor en frente de los alumnos y a un lado del pizarrón, sin variedad de mobiliario o materiales como estanterías, libros o rincones.

Por otra parte, la escuela abierta a la comunidad tiene como objetivo desarrollar trabajo con las escuelas municipales con la finalidad de ejecutar proyectos innovadores que se constituyan en experiencias de correlación entre escuela, familia y comunidad, lo que generará instancias de encuentro y retroalimentación mutua. Tiene como propósito generar condiciones y experiencias para impulsar a los y las estudiantes en sus capacidades y habilidades para actuar en el medio y abrir el contexto educativo al entorno natural, cultural y social en el que se sitúa la escuela (Ministerio de Educación de Chile, 2016).

La escuela abierta elimina o reduce las barreras arquitectónicas, lo que permite que la comunidad de su contexto use sus instalaciones y equipamiento (Camacho, 2017). La escuela tradicional, usualmente amurallada, con candados mentales y reales hacia el mundo exterior, con el pasar del tiempo va cediendo paso a una escuela más relacionada con el medio social y natural. De la misma forma, Rosa María Torres (2017) afirma que abrir la escuela a la comunidad es hoy consigna en todo el mundo, no solo desde lo administrativo, lo curricular y lo pedagógico sino también desde lo arquitectónico. La arquitectura escolar busca una relación más fluida, visual y física con el entorno, y asume el encuentro escuela-comunidad como un elemento central en el diseño de los espacios.

Espacio abierto público

El espacio abierto de uso público es un sitio de relación e identificación que configura el ámbito para el desarrollo de la creatividad e imaginación. Además de las funciones físicas que permite, este espacio da cabida a las relaciones sociales, por su capacidad de acoger y mezclar distintos grupos y comportamientos de individuos, estimulando así de estimular la integración cultural y social (Pascual y Díaz, 2012). En otros términos, el espacio abierto de uso público está definido como todo lo destinado al uso público accesible, con medidas de espacialidad insertas al entorno para dar aforo a la calidad de vida en la ciudad.



Bases legales

Normas y estándares para las construcciones escolares (UNESCO).

Normas técnicas y estándares para la construcción de infraestructura educativa, 2017

Bases legales

ORDENANZA 3457 Normas de Arquitectura y Urbanismo

Plan Maestro de Equipamientos Educativos Bogotá 2019.

Figura 2. Bases teóricas

Estas bases se complementaron con dos casos de estudio (Centros Educativos Unificados y Unidad Educativa Municipal Calderón) que trabajan con este tipo de escuela abierta para generar un aporte a la investigación, que en este caso es:

- Las relaciones de espacialidad al momento de integrar la escuela hacia la comunidad y cómo esto permite que el exterior (espacio abierto público) forme parte de la escuela.
- Los espacios conectores entre el exterior e interior generan mejor interrelación dentro del establecimiento.
- El proyecto debe responder a las necesidades de comunidad, profesores y alumnos, mediante su funcionalidad y forma.

3. Materiales y métodos

Para este trabajo, se eligió como enfoque principal la investigación de campo. Se determinan las acciones y los hechos en el lugar donde se producen; el investigador se encarga de tomar contacto directo con los escenarios



Figura 3. Metodología

reales, para la obtención de información selectiva en función del proyecto (Arnaldo y Galo, n.d.).

Este método se vincula al método Hurtado (2018), el cual consta de diferentes fases secuenciales que permiten llegar al planteamiento de una propuesta arquitectónica.

4. Análisis de sitio

La síntesis del diagnóstico se realizó mediante un análisis FODA que ayudó a conocer la situación actual del sitio que se está analizando. Las oportunidades y amenazas son factores externos, no pueden ser controladas, pero se las identifica para tomar una decisión respecto al resultado de estas. Por otra parte, las fortalezas y debilidades son factores internos, los cuales se pueden gestionar y modificar con el planteamiento de la propuesta.

Oportunidades

Sector/Emplazamiento

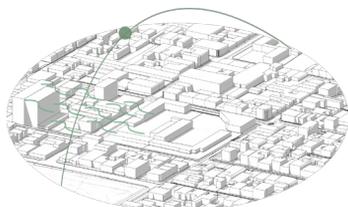


Amenazas

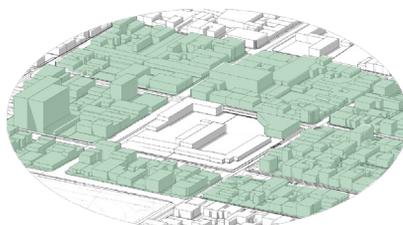
Ausencia de puntos de descanso



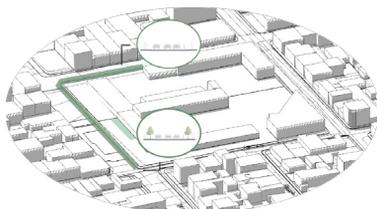
Aprovechamiento de vientos soleamiento



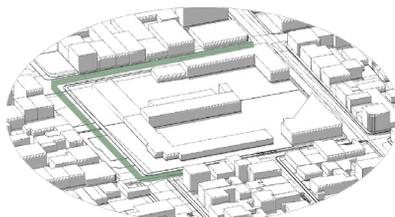
Alteración de imagen urbana



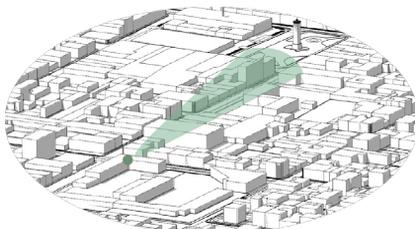
Integración de bastidores de bicicletas



Congestión vehicular



Aprovechamiento de visuales



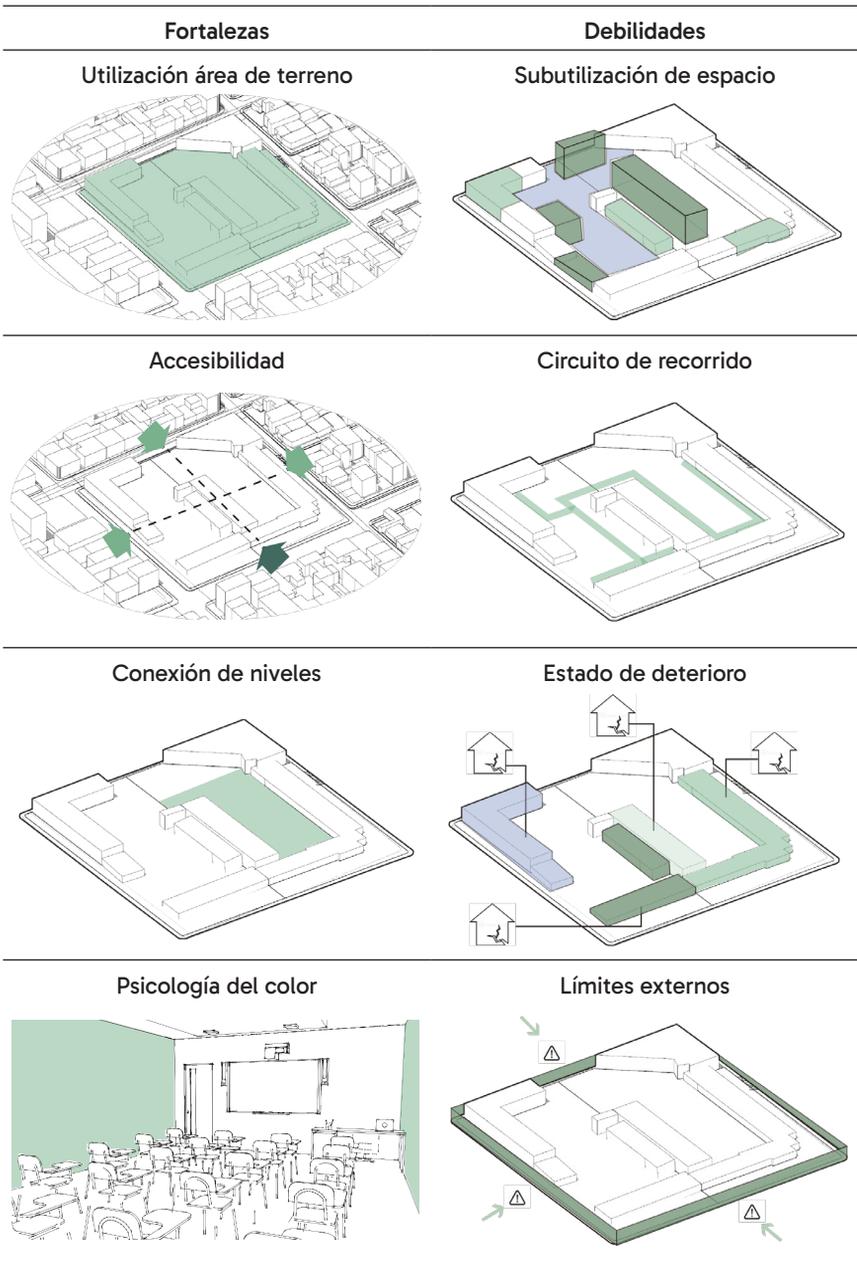


Figura 4. Síntesis FODA del diagnóstico del sitio

5. Propuesta / Resultado

El proyecto de rediseño de la escuela Dieciocho de Noviembre busca satisfacer las necesidades de estudiantes, docentes y personal administrativo. Además, generar un espacio integrador propio para crear la relación escuela-comunidad, aprovechando la influencia de actividad social con la que cuenta la Av. Veinticuatro de Mayo, para que así los transeúntes y la comunidad de este sector cuenten con un punto de encuentro e interacción social.



Figura 5. Estrategias de diseño

Las estrategias de diseño plantean: liberar predio de edificaciones en mal estado; eliminar barreras arquitectónicas; crear plataformas en diferentes niveles para delimitar el espacio público y privado; implementar andén de llegada de busetas; implementar un espacio público vinculador entre la escuela y su contexto.



Figura 6. Estrategias nivel arquitectónico

Las estrategias arquitectónicas apuntan a: jerarquizar acceso principal, mediante un edificio permeable, y romper manzana; generar un emplazamiento de formas agrupadas (distintos bloques); conectar las plataformas a diferente nivel, mediante una rampa escalera; generar transparencia en fachadas exteriores; establecer núcleos de circulación vertical y de zonas húmedas.

Implantación

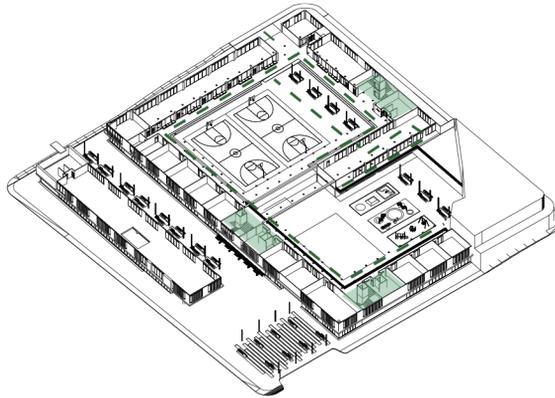
La propuesta de implantación tiene como objetivo eliminar las barreras arquitectónicas que no permiten la conexión entre los espacios públicos y escolares. La concepción del emplazamiento nace a partir de formas agrupadas (distintos bloques), para generar lugares de encuentro y reunión en los espacios entre bloques. Podemos distinguir tres plazas que configuran todo el proyecto donde se genera la mayor agrupación de gente (cohesión social).



Figura 7. Axonometría de implantación

Planta baja nivel N= +0,00

En la planta nivel 0,00 se desarrollan programas comunales, entre estos se muestran la biblioteca pública y la plaza pública. También se desarrollan programas escolares como los talleres, patio de la escuela inicial, aulas de la inicial, cafetería de la inicial, etc. El bloque intermedio separa el espacio escolar del espacio público.

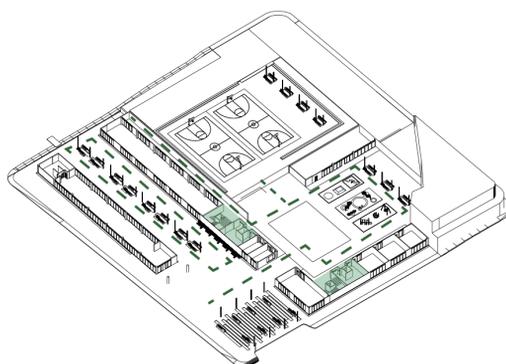


- (Núcleo Duro) circulación vertical.
- - Circulación horizontal.

Figura 8. Plantas arquitectónicas

Primera planta alta nivel N= +3,30

En la primera planta alta, de la misma forma, se desarrollan programas escolares como aulas de la escuela básica, aula de cómputo, canchas deportivas, patio del básico, bar del básico, etc.

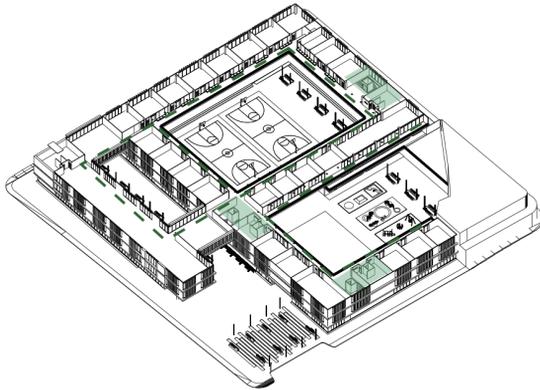


- (Núcleo Duro) circulación vertical.
- - Circulación horizontal.

Figura 9.

Segunda planta alta nivel N= +6,30

En la segunda planta alta el bloque de la biblioteca se une con el bloque escolar; sin embargo, en este bloque la biblioteca pública se transforma en una biblioteca escolar para el uso de los estudiantes del establecimiento, la biblioteca pública y biblioteca escolar no tienen ninguna circulación que les permita conectarse. En esta planta únicamente se desarrolla un programa escolar.



- (Núcleo Duro) circulación vertical.
- - Circulación horizontal.

Figura 10.

Perspectivas

Las fachadas propuestas para la escuela resultan de la composición de llenos y vacíos; en los vanos (ventanas) se ubican celosías metálicas para controlar la incidencia solar y la ventilación. Se marca la horizontalidad del proyecto por medio de las losas que vuelan 0,50 m. Por otra parte, se colocan volúmenes sólidos para jerarquizar los accesos y diferenciar el bloque de la biblioteca.



Figura. 11. Perspectiva general del proyecto



Figura. 12. Espacio de transición de la plaza



Figura. 13. Patio interior escuela infantil

6. Conclusiones

Se determinó que la escuela abierta establece la correlación necesaria entre escuela, familia y comunidad en el interior y exterior del establecimiento, eliminando las barreras arquitectónicas para generar un movimiento articulado que integre el derecho y la necesidad, debido a que el elemento central del diseño de los espacios es el encuentro escuela-comunidad.

La propuesta bajo el concepto de escuela abierta logra se integre al entorno y suscite usos del equipamiento durante el horario escolar en el espacio público (plaza) y después del horario escolar, en los patios e instalaciones de la escuela, para crear espacios de cohesión social y de fomento de las actividades deportivas de la comunidad.

La propuesta a nivel urbano logra generar una conexión directa con su entorno, al romper la manzana mediante dos ejes transversales, lo que permite la cohesión social y sitios de estancia. Además, se plantea una biblioteca

pública y escolar que complementa las actividades del equipamiento educativo y para la comunidad.

La propuesta en el ámbito arquitectónico se resuelve a partir de plataformas. Divide el espacio para el nivel básico e inicial de la escuela y, por otra parte, los distintos niveles de los bloques se conectan mediante núcleos de circulación vertical y zonas húmedas, que a su vez organizan los espacios que se complementan con el recorrido de circulación horizontal que enlaza los distintos bloques.

Bibliografía

- Camacho, J. (2017). *Características de una escuela abierta que genere integración en la comunidad del sector 14 del distrito de Cajamarca*. Tesis, Universidad Privada del Norte. <http://hdl.handle.net/11537/11334>
- De Paz, S. (2019). *Arquitectura y educación*. Interempresas.
- Hurtado de Barrera, J. (2018). El proyecto de investigación. *Sypal* [online] (7.^a ed).
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2012). *Estándares de calidad educativa* Editogran.
- Ministerio de Educación de Chile. (2016). *Escuela abierta a la comunidad*. MEC. <https://basica.mineduc.cl/escuela-abierta-la-comunidad/>
- Pascual González, Aylín, y Peña Díaz, Jorge. (2012). Espacios abiertos de uso público. *Arquitectura y Urbanismo*, 33(1), 25-42. de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982012000100003&lng=es&tlng=es.
- Torres del Castillo, R. M. (2012). ¿Qué es una escuela abierta a la comunidad? *Otra Educción*. <https://otra-educacion.blogspot.com/2017/06/que-es-una-escuela-abierta-la-comunidad.html>
- Zeichner, K. (1987). *Revista de Educación* 282. Centro de Publicaciones del MEC.

Investigaciones académicas del eje de tecnologías de la construcción

Diseño de un panel de yeso-tatora con cualidades térmicas para cielo falso

Autor: Alfredo Geovany Hernández Collahuazo

Investigador independiente

Director: Mgtr. Arq. Fernando Moncayo Serrano

Investigador independiente

Año: 2019

1. Introducción

La preocupación actual en el ámbito de las viviendas radica en cómo hacer frente a los repentinos cambios de temperatura que se están produciendo en las ciudades. El cambio climático, fenómeno que se debe a la contaminación ambiental, es cada día más evidente, lo que lleva a un aumento o disminución brusca de la temperatura. Esta inestabilidad climática afecta el confort térmico de los espacios arquitectónicos, lo que influye en la calidad de la arquitectura (Guimaraes, 2008). En Ecuador, por su ubicación geográfica, se recibe mucha energía directa proveniente del sol, por lo que es uno de los países más expuestos al cambio climático y a los incrementos de temperatura. Por este motivo, algunas ciudades enfrentan problemas para combatir el exceso de calor, como es el caso de Catamayo. Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi, 2016, p. 4), «el incremento de temperatura en la ciudad es más notorio en el mes de enero, oscilando entre los 15,2 °C y los 35,1 °C».

El 47 % de las viviendas de la ciudad de Catamayo, según el censo de población y viviendas (INEC, 2010), están conformadas por cubiertas de losa (2,50 W/mK), asbesto (2,08 W/mK) o zinc (110 W/mK), lo que dificulta el control de

los cambios de temperatura generados en los espacios internos de la vivienda. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, una cubierta en la zona 6, donde las temperaturas oscilan entre 25°C y 27°C, debe tener un coeficiente térmico igual o menor de 0,75 W/mK para proporcionar un ambiente confortable en el interior de la vivienda.

Con los últimos avances tecnológicos, se han desarrollado materiales constructivos que presentan un bajo coeficiente de transmitancia térmica, como la fibra de vidrio, lana de roca, poliestireno, entre otros (Aza, 2016). Sin embargo, debido a que estos materiales son sintéticos, su obtención y producción implican un elevado costo energético. El poliestireno, al ser derivado del plástico y productos petroquímicos, puede generar problemas ambientales a largo plazo, y las pequeñas fibras liberadas al propagarse en el aire podrían causar problemas de salud si son inhaladas (Aza, 2016). Por esta razón, en el ámbito de la arquitectura se busca activamente alternativas constructivas y ecológicas que permitan estabilizar las temperaturas internas de las viviendas sin afectar negativamente los procesos naturales del ecosistema ni contribuir a la contaminación ambiental. En este sentido, el objetivo general del proyecto es desarrollar un diseño de panel para cielo falso que utilice yeso y juncos de totora, con características de aislamiento térmico, con el fin de mejorar las condiciones térmicas de las viviendas en la ciudad de Catamayo.

Para ello se analizan exhaustivamente las características mecánicas, físicas y térmicas de la totora, según la información proporcionada por diferentes autores en sus respectivas investigaciones. Además, se identifican los materiales adecuados que permitan diseñar un panel de yeso con totora, garantizando que cumpla con las normativas establecidas para su uso como cielo falso. Para evaluar la viabilidad del panel de yeso-totora como cielo falso, se llevan a cabo una serie de experimentos en el laboratorio. Estos ensayos permiten establecer el comportamiento físico y térmico del panel, a fin de determinar si se ajusta a los requisitos nacionales e internacionales para estos paneles utilizados en cielos falsos.

Por último, se determina el prototipo más adecuado de totora para su utilización como cielo falso. Esto implica evaluar diferentes alternativas y seleccionar la que mejor se ajuste a los criterios de diseño y funcionamiento establecidos para la investigación.

2. Revisión bibliográfica

La totora es una planta acuática perenne (junco) que crece de manera silvestre en ríos, riachuelos, pantanos y lagunas, desde el nivel del mar hasta los 4500 m.s.n.m., pudiendo alcanzar una altura de hasta 3,5 m, dependiendo de la región (Hidalgo y García, 2018). Esta planta tiene la particularidad de tener un rápido crecimiento, lo que permite cosecharla dos veces al año, cinco veces más que una colecta normal de coníferas. Además, la totora se adapta bien a diferentes condiciones climáticas debido a su alto contenido de sílice en sus raíces, tallos y hojas (Ninaquispe-Romero *et al.*, 2012).

La investigación se enfoca en la morfología del tallo de la totora, el cual tiene una sección triangular y carece de ramificaciones. Su estructura interna está compuesta por aerénquimas o aeríferos, que son cámaras de aire que facilitan la flotación y permiten que el aire llegue a los órganos sumergidos (Aza, 2016). Esta característica constructiva es relevante porque ayuda a cumplir la función de aislamiento térmico. Los paneles térmicos, por sus características físicas, son materiales desarrollados específicamente para lograr este propósito. Según Fourier, la conductividad térmica es una propiedad física que describe la velocidad y cantidad de calor (W/mK) que se transfiere por conducción a través de un material (Sneddon, 1995). En consecuencia, cuanto mayor es la distancia recorrida, mayor será la pérdida de calor.

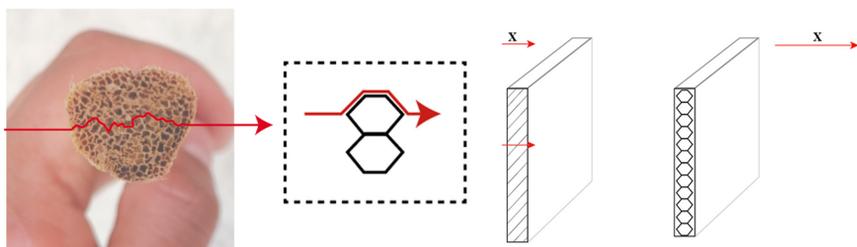


Figura 1. Conductividad térmica
Fuente: transferencia de calor: Fourier, 1973
Elaboración propia.

Uno de los claros ejemplos que demuestran la importancia de la totora como material constructivo es la forma en que la población indígena de los Uros aprovecha al máximo esta planta para la construcción de viviendas, barcos e islas flotantes artificiales (Aza, 2016). Además, en algunas regiones de Ecuador, como Imbabura, Cotopaxi y Chimborazo, así como en ciertos pueblos quichua, la comunidad se dedica a la producción en masa de la totora para la elaboración de diversas artesanías (Macia y Balslev, 2000).



Figura 2. Morfología de la totora
Foto propia



Figura 3. Comunidad de los Uros
Fuente: *National Geographic*, 2017

Para este estudio, resultó fundamental conocer todas las investigaciones realizadas sobre la totora en relación con el aislamiento térmico. En una de ellas, se llevaron a cabo veinticinco formulaciones diferentes de paneles en granel, y se concluyó que la formulación que utilizaba juncos enteros con un espesor de 15,8 mm obtenía el mejor coeficiente térmico, con un valor de 0,058 W/mK (Aza, 2016). Otro estudio destacó la relevancia de la totora al revestir un panel en granel con mortero o yeso de 1 cm de espesor, con el que se lograba un coeficiente térmico de 0,016 W/mK (Palomino y Zegarra, 2015). Por último, otra investigación determinó que a mayor grosor del panel en granel, menor sería su coeficiente térmico; por lo tanto, con un espesor de 40 mm, su coeficiente fue de 0,032 W/mK, superior al del panel de 15,8 mm (Velasco, Goyos, Nicolas y Naranjo, 2014). Estas investigaciones resaltan la importancia de la totora como un potencial material constructivo para aislamiento térmico. Sin embargo, ninguna de ellas establece específicamente cómo utilizarla en la construcción. Por lo tanto, esta investigación se centra en el desarrollo adecuado de un panel de yeso-totora destinado a ser utilizado como cielo falso, cumpliendo con las normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y de la American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales —ASTM—), las cuales rigen el comportamiento de los paneles de yeso-cartón.

3. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación, se establecen los siguientes métodos de acuerdo con las normativas de construcción ASTM e INEN, mencionadas anteriormente, que rigen el comportamiento adecuado de los paneles de yeso-cartón para su uso como cielo falso, tabiques o revestimiento de muros.

Para el desarrollo del proyecto, se seleccionaron materiales complementarios a la totora, tanto para la realización del panel como para que se permitiera comprobar la eficiencia de este bajo las respectivas normativas. Los materiales que se han utilizado se clasifican dependiendo de su naturaleza; vegetales: juncos de totora, hilo de cabuya; sintéticos: acetato de polivinilo; minerales: yeso y cemento; herramientas: caja caliente, máquina de compresión Zhimadzu 2000X, bola de acero normalizada y mecheros Meker.

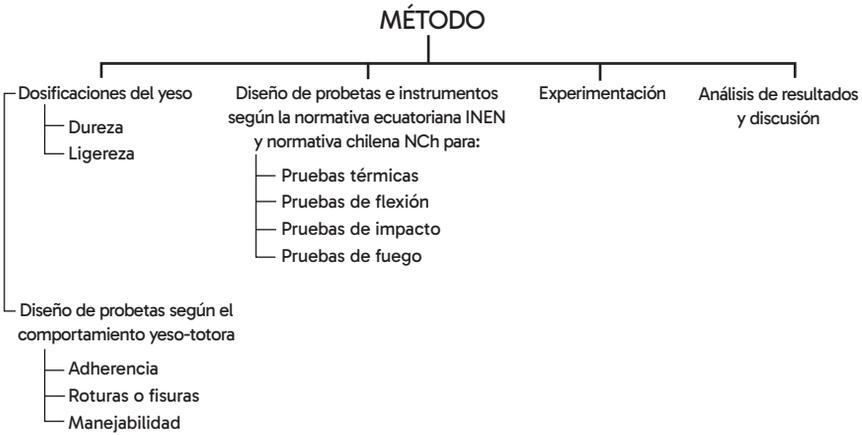


Figura 4. Método general

La totora, una planta acuática perenne, ha despertado un creciente interés como material constructivo, especialmente en el ámbito del aislamiento térmico. En esta investigación, se exploran las diferentes fases de experimentación de la totora, desde el análisis de sus características físicas y mecánicas hasta la evaluación de su comportamiento en paneles de yeso-totora, buscando así comprender su viabilidad y potencial aplicabilidad en la construcción.

Primera fase:

ensayo a la rotura de las dosificaciones de yeso

En esta fase, se realizaron seis formulaciones o dosificaciones diferentes de yeso. De cada formulación, se procedió a hacer tres probetas. Para cada probeta, se realizó pruebas de rotura según la Norma Española UNE- EN 13279-2 en la máquina de compresión Zhimadzu 2000X, para determinar la mejor dosificación respecto a su resistencia, ligereza y elasticidad.

Diseño de un panel de yeso-tтора con cualidades térmicas para cielo falso

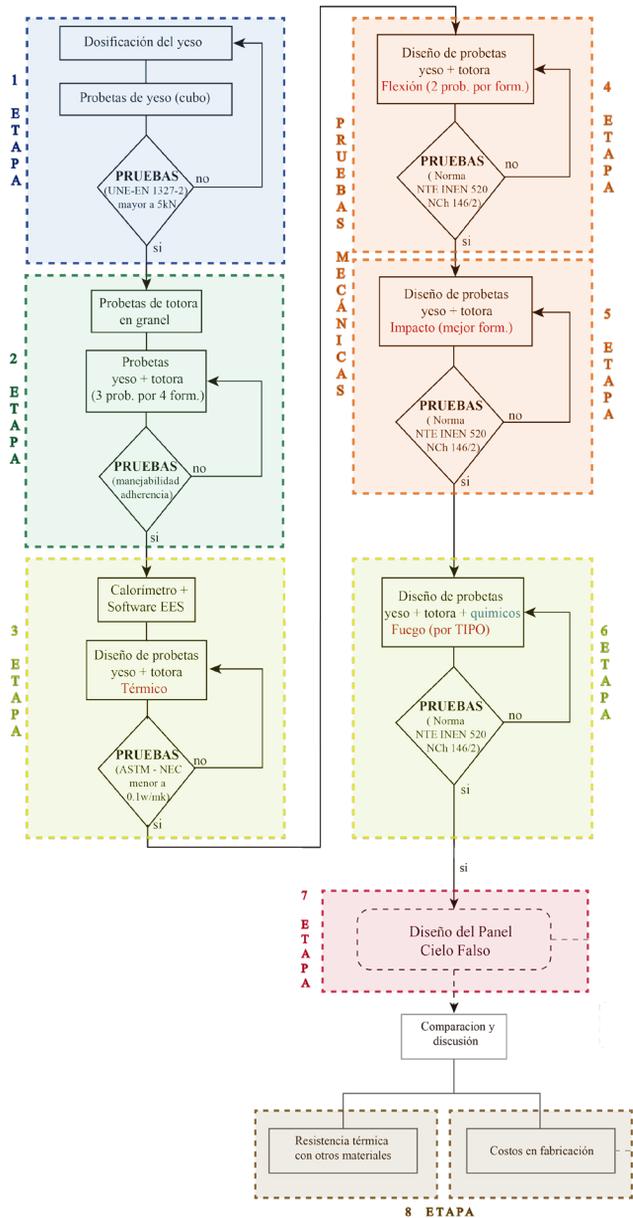


Figura 5. Método de experimentación

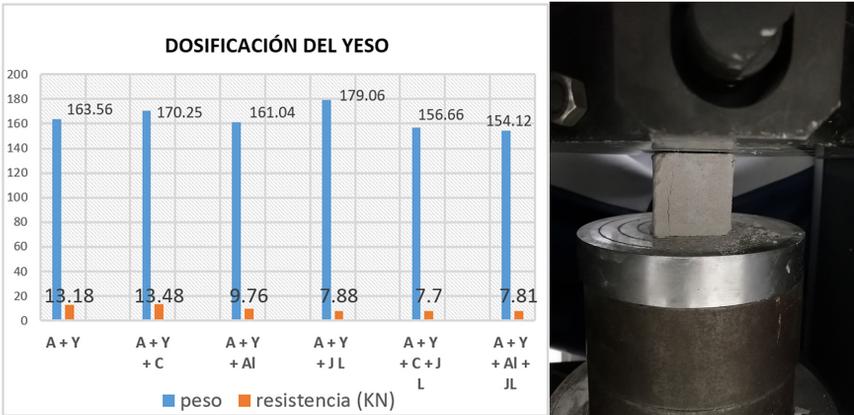


Figura 6. Ensayo y gráfico de dosificación de yeso

Después de analizar los resultados obtenidos, se concluye que la dosificación 1-3-5 de cemento-agua-yeso (A+Y+C), con un promedio de 13,48 kN, es la que mejor resultado de resistencia a la rotura y elasticidad ha obtenido.

Segunda fase:

ensayo de adherencia de probetas de yeso-totora

Se desarrollaron probetas de totora en granel según los dos tipos de uniones (amarrado en bulto o pegado en paralelo), realizando cuatro formulaciones diferentes con el yeso seleccionado en la primera etapa. De cada formulación, se realizaron tres probetas para sacar un promedio de fiabilidad. Por cada probeta, se evaluó grosor, peso, adherencia y manejabilidad, además de que las mismas probetas serían usadas para realizar la siguiente etapa el ensayo térmico. En el ensayo de adherencia, se observó que la formulación yeso + totora + malla de cabuya obtuvo los mejores resultados ya que, al intentar separarla, presentó una gran resistencia física y, en una de las probetas, el yeso se fracturó, quedando restos de yeso en la malla de cabuya.



Figura 7. Paneles de yeso-totora, amarrados en bulto y pegados en paralelo

Tercera fase: ensayo térmico de las probetas yeso-totora

Las probetas de la segunda etapa se utilizaron para realizar el ensayo térmico en un calorímetro o caja caliente, determinado por el método para la estimación experimental de la conductividad térmica. Se tomaron las variables cuatro veces cada cinco minutos de cada probeta, y se realizó un promedio de fiabilidad de los valores obtenidos. Una vez finalizados los ensayos, se seleccionaron las tres formulaciones que presentaron los mejores resultados de coeficiente térmico establecidos por la normativa ASTM y NEC para paneles térmicos, mismos que serían utilizados para el ensayo de la quinta etapa.

Durante todo el proceso, se observó que los paneles con mejores resultados son el T1-P1-Pe, T1-P2-Pe y el T1-P3-Pe, los cuales poseen el menor coeficiente térmico, con un promedio de 0,0349 W/mK.

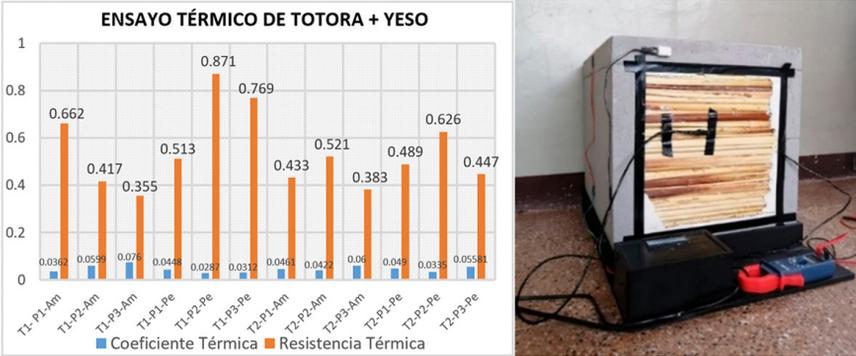


Figura 8. Ensayo y gráfico térmico

Cuarta fase: ensayo de resistencia a la flexión

En esta etapa, se realizaron dos probetas por cada tipo (amarrado en bulto, pegado en paralelo y con malla de cabuya). Las pruebas de flexión se realizaron según la normativa ecuatoriana NTE INEN-EN 520 y la normativa chilena NCh 146/2. Después del proceso de experimentación, se concluyó que la probeta de yeso + totora + cabuya es la única que superó la prueba bajo la normativa, gracias a que el uso de malla de cabuya permitió que el yeso se adhiriera a la totora, conformándolo así como una sola estructura.

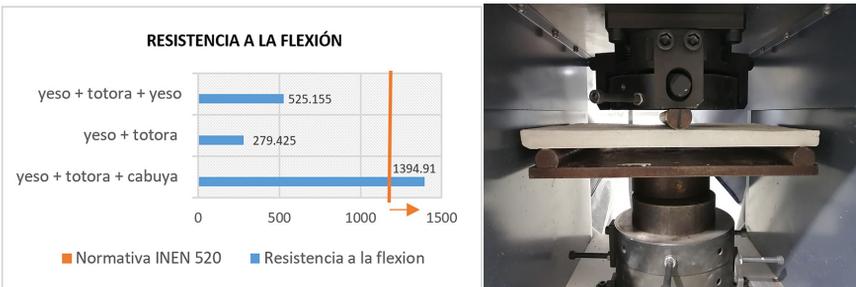


Figura 9. Gráfico de resistencia a la flexión

Quinta fase: ensayo de resistencia al impacto

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tercera y cuarta etapa, las cuatro mejores probetas se utilizaron para las pruebas de resistencia al impacto, según la normativa ecuatoriana INEN 520 y la normativa chilena NCh 146/2. Después del proceso de experimentación, se determinó que la probeta de yeso + totora + cabuya superó la prueba sin presentar grietas al impacto de la bola normalizada; en el caso de la probeta de yeso + totora + yeso, de igual forma superó la prueba, pero presentó pequeñas grietas.

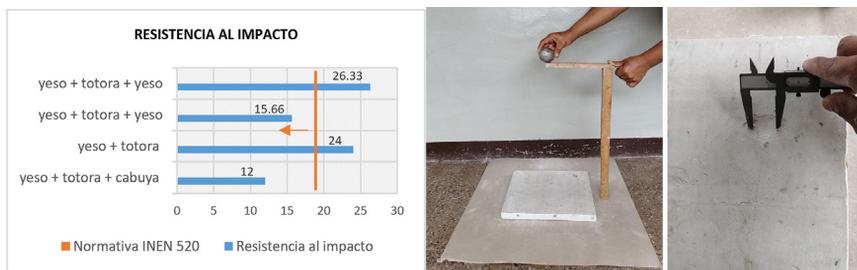


Figura 10. Gráfico de resistencia al impacto

Sexta fase: ensayo de resistencia a las llamas directas

Se realizaron cuatro formulaciones. En cada probeta, la totora tuvo un tratamiento que ayudó a retardar su ignición. Las cuatro formulaciones tuvieron tres probetas, mismas que fueron sometidas a pruebas de resistencia al fuego según la normativa ecuatoriana INEN 520 y la norma chilena NCh 146/2. Después del proceso de experimentación, se determinó que todas las probetas cumplen con la normativa ya que resisten más de quince minutos antes de desprenderse. Las probetas con el yeso a un solo lado y al otro lado la totora descubierta fueron superiores, con una resistencia de más de 20 minutos.

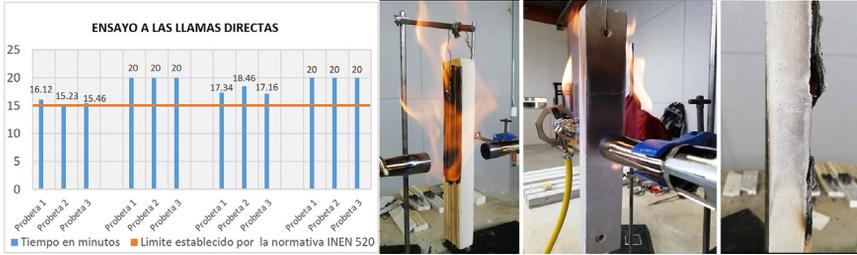


Figura 11. Gráfico de resistencia a las llamas directas

4. Resultados

Los resultados obtenidos de los ensayos se discuten dentro de la séptima fase. Dentro de este análisis, se toman como mejores modelos aquellos que cumplen las normativas de construcción para el diseño de un panel de 700 x 700 mm para cielo modular, referenciado por el proceso artesanal del estuco en la ciudad de Loja. Con los resultados obtenidos, el panel fue diseñado en granel de juncos de totora, pegados en paralelo con acetato de polivinilo. A la misma se le añadió una malla de cabuya y una capa de yeso-cemento, siendo la dosificación 1-3-5.

Finalmente, como **octava fase** se realizó una comparación de los resultados del panel en el aspecto de costos e impacto ambiental respecto a otros materiales considerados como aislantes térmicos por el Código Técnico de la Edificación. Se evidencia que el panel produce un menor impacto en el medio ambiente con una emisión de 1,142 kg-CO₂/kg, menor a los demás materiales como el poliestireno con 3,69 kg-CO₂/kg; esto se debe a la utilización de materiales complementarios para su fabricación como cemento, acetato de polivinilo y yeso. El costo se analizó por su fabricación, y también se observó que es menor a los demás materiales, con una diferencia de USD\$ 2,35.

Diseño de un panel de yeso-totora con cualidades térmicas para cielo falso

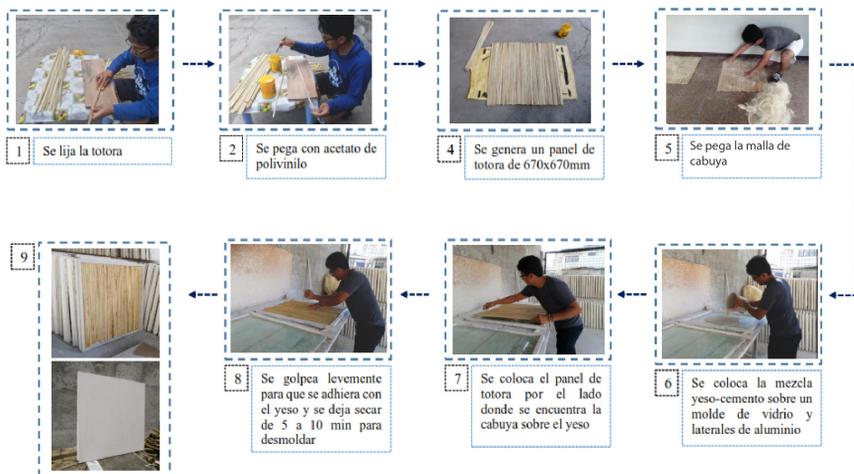


Figura 12. Proceso de fabricación del panel yeso-totora

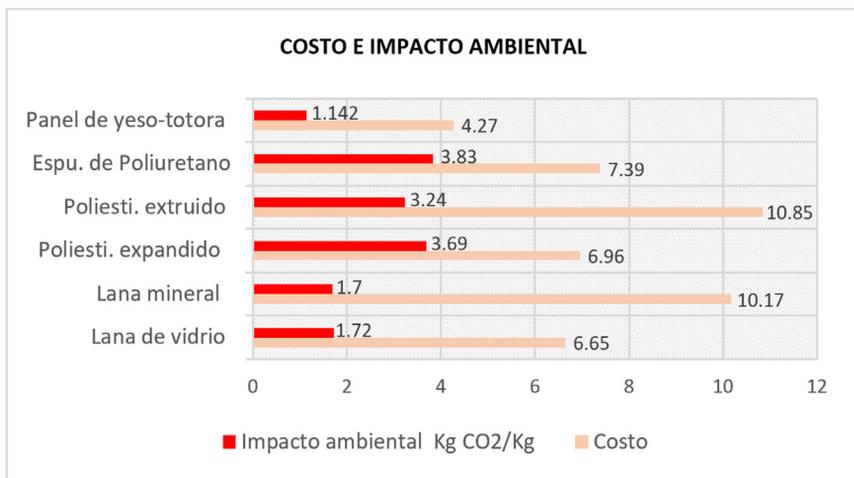


Figura 13. Gráfico de costo e impacto ambiental

5. Conclusiones

El panel térmico de yeso-totora es una alternativa factible para la creación de elementos constructivos que sirvan para el recubrimiento de tumbados, lo que permite la eficiencia energética dentro de las viviendas que se ubican en lugares con elevadas o bajas temperaturas. De la misma forma la totora tiende a ser amigable con el ecosistema; es decir, genera un menor impacto ambiental por su potencial de suministros, por ser biodegradable, por su adaptación a diferentes ambientes y por ser un junco que ayuda a la limpieza y filtro de las aguas.

La utilización de una malla de cabuya ayuda a que exista un mayor agarre entre el junco, que es liso, y el yeso-cemento. Del mismo modo, si el panel no cuenta con una malla, no cumple con los ensayos mecánicos establecidos por la normativa ecuatoriana INEN 520, debido a que el panel se comporta como un solo cuerpo.

El coeficiente térmico de los paneles se remite al ancho de las probetas de totora y al tipo de unión de los juncos (pegado en paralelo). Con ello se obtuvieron los mejores resultados, en que además influye el recubrimiento de yeso-cemento en los dos lados del panel. Todos los ensayos mostraron el potencial del panel yeso-totora para ser usado como aislante térmico en cielo falso para las viviendas de la ciudad de Catamayo. Del mismo modo, el panel TIPO 2, fabricado con yeso, cemento, cabuya y totora pegado en paralelo, es la alternativa más eficiente para el diseño, ya que cumple con las normativas establecidas para la fabricación de paneles de yeso-cartón.

Finalmente, el presente estudio ha permitido realizar una primera aproximación al uso de la totora con el yeso-cemento con el fin de realizar una evaluación (ensayos bajo las normativas) que permita el diseño de un elemento constructivo para ser usado como cielo falso, con la intención de aportar en cuestiones de impacto económico, ambiental y social en la construcción de viviendas, siempre y cuando se encuentre la materia prima en el sitio. También permite promulgar la importancia de los materiales de biomasa con cualidades constructivas que permitirán disminuir la proliferación de materiales sintéticos para la construcción.

Referencias bibliográficas

- Aza Medina, L. C. (2016). *La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades*. Tesis, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Hidalgo Cordero, J. F., y García Navarro, J. M. (2018). Totora (*Schoenoplectus californicus* and its potential as a construction material. *Industrial Crops and Products*. doi: 10.1016/j.indcrop.
- Guimarães Merçon, M. (2008). *Confort térmico y tipología arquitectónica en clima cálido-húmedo. Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Tesis Master Oficial Arquitectura Energía y Medio Ambiente. Universidad Politecnica de Catalunya.
- Inamhi. (2016). *Boletín Climático Semanal del Ecuador*. https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_sem.pdf
- INEN. (2014, Junio). *Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Método de la caja caliente guardada y calibrada*. NTE INEN-ISO 8990, 1era, 28. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2010). *Censo de población y vivienda. Tabulados Censales. Total, de viviendas particulares con personas presentes por tipo de material del techo o cubierta, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento*. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>
- Macía, M. J., y Balslev, H. (2000). Use and management of totora (*Schoenoplectus californicus*, Cyperaceae) in Ecuador. *Economic Botany*, 54(1), 82-89
- National Geographic. (2017). Los Uros, el pueblo Flotante del lago Titicaca. *National Geographic*.
- NCh. (2000). *Normativa Técnicas Chilenas. Planchas o placas de yeso-cartón - Parte 2: Método de ensayo*. <http://www.cruzydavila.cl/ina/archvs/NCh00146-2-2000.pdf>
- Ninaquispe-Romero, L., Weeks, S. y Huelman, P. (2012). *Totora: A Sustainable Insulation Material for the Andean Parts of Peru*. Passive and Low Energy Architecture Conference.
- Palomino, L. C. y Zegarra Lazo, L. E. (2015). *Tabiquería ecológica empleando totora con revestimiento de yeso o mortero, como técnica de bioconstrucción en la ciudad de Puno*. Tesis de Grado en Ingeniería Civil.

Velasco, L., Goyos, L., Nicolas, F. y Naranjo, C. (2014). Investigación y desarrollo de aislantes térmicos naturales basados en residuos de biomasa para su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones en América Latina. *Ingeniería y Sociedad UC*, 10, 8-21.

Sneddon, I. N. (1995). *Fourier transforms*. Courier Corporation.

Propuesta de un panel prefabricado no portante de microhormigón con agregado de fibras de plástico reciclado tipo PET

Autor: Henry Ávila

Investigador independiente

Director: Mgtr. Arq. Vanessa Vélez
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2019

1. Introducción

En los últimos 20 años, según el American Concrete Institute (2014) el uso de fibras para el refuerzo de hormigones y microhormigones ha aumentado exponencialmente, tanto el uso de fibras de vidrio como las fibras sintéticas y de acero, las cuales tienen como principal objetivo otorgar al microhormigón mayor respuesta a flexotracción, compresión, retracción e impactos. Sin embargo, Xargay *et al.* (2018) manifiestan, en su análisis sobre el desarrollo de las fibras aplicadas en construcción, que la adición de fibras en microhormigones sigue presentando problemas de baja resistencia en cuanto a compresión y a flexión; asimismo, Mármol Salazar (2010) señala que algunas fibras fueron relacionadas con potencial peligroso para la salud y el medio ambiente.

Por esta razón, en los últimos años se han iniciado investigaciones con el objetivo de encontrar tipos de fibras provenientes de diferentes materiales reciclables, como posibles sustitutos que le proporcionen al microhormigón propiedades mecánicas favorables y que sean amigables con el medioambiente. Es el caso del estudio realizado por Faisal *et al.* (2014) en su investigación *The*

Mechanical Properties of PET Fiber Reinforced Concrete from Recycled, en que muestran que la adición de fibra PET en el microhormigón es mínima; llega a adicionarse un máximo de 1 % de fibra, con lo que se obtienen resultados de aumento de 0,8 % de resistencia a compresión y, a flexión, de 1,6 %, en relación con un microhormigón convencional (sin fibra PET).

Por ello, la aplicación del plástico PET reciclado en matrices cementicias es de gran importancia, ya que además de aportar favorables características al microhormigón, también permite afrontar el problema de la contaminación por las altas cantidades de este tipo de plástico en el planeta que, según Lastra et. al (2008), es uno de los desechos que provoca mayor contaminación ambiental, ya que tarda entre 400 y 1000 años en degradarse.

En la ciudad de Loja, según el departamento de Higiene de la Municipalidad, se obtiene un promedio anual de 38 834 kg de plástico PET, que es uno de los residuos de mayor abundancia en el vertedero municipal, del cual la tercera parte es reciclada y vendida a empresas nacionales. El resto de residuos quedan enterrados y, al no ser alcanzados por la luz solar, su proceso de descomposición es más largo, como lo manifiesta Molano Camargo (2019). Además, desprenden sustancias y elementos tóxicos que afectan al medio ambiente.

Con lo expuesto anteriormente, ante la baja resistencia a compresión y flexión del microhormigón debida a la adición limitada de fibras, dado que estas fibras afectan a la trabajabilidad de las mezclas, y ante la contaminación ambiental generada por residuos plásticos perjudiciales para la salud humana, el presente proyecto de fin de carrera se enfoca en el estudio y la experimentación del microhormigón reforzado con fibras de plástico PET reciclado, con la finalidad de obtener mejores resultados en las propiedades mecánicas, para así realizar la propuesta como una alternativa de aplicación de este tipo de microhormigón en la fabricación de un panel prefabricado.

El objetivo general de este estudio es proponer un panel prefabricado basado en el microhormigón reforzado con fibras de plástico tipo PET como una alternativa de material para la construcción en la ciudad de Loja. En función de ello, se busca determinar la viabilidad y aplicabilidad del plástico PET en los materiales de construcción, al analizar sus propiedades y características para su uso en la industria de la construcción. Luego, se pretende establecer una mezcla trabajable y eficaz de microhormigón reforzado con fibras de plástico tipo PET mediante un estudio detallado de dosificaciones con el propósito de lograr la resistencia y calidad adecuadas del material.

Con ello, se plantea diseñar y elaborar un panel prefabricado innovador que combine microhormigón y fibras de plástico reciclado tipo PET, con el fin de crear un nuevo material constructivo alternativo, más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Por último, se llevará a cabo una comparación exhaustiva entre los paneles de microhormigón (Hormypol), fibrocemento, yeso cartón y el panel elaborado de microhormigón con agregado de fibra de plástico PET, con el propósito de evaluar las ventajas y desventajas de cada tipo de panel en función de sus especificaciones técnicas.

2. Revisión bibliográfica

El material plástico de tereftalato de polietileno, más conocido por sus siglas en inglés PET, es un material muy utilizado en la elaboración de recipientes de bebidas de agua, jugos, aceites, etc. En Ecuador, la reutilización de las botellas plásticas de PET se ha incrementado un 25 % durante los últimos años. Actualmente, existen empresas recicladoras de material plástico; entre ellas está la empresa Bebas C.C. en la ciudad de Cuenca, la misma que funciona como centro de acopio y procesamiento de material reciclado como cartón, papel y envases de plástico (Pacheco, 2015).

El proceso de reciclaje del plástico PET en la planta de reciclaje de Loja, según los datos del GAD municipal, parte desde la recolección domiciliaria hasta la parte donde se prensa el plástico PET para posteriormente ser destinado hacia lugares donde lo reutilizan (GAD Loja, 2017).

La escasa experiencia previa en el país sobre el uso del plástico PET como material de refuerzo en la construcción obliga a citar investigaciones internacionales seleccionadas de los últimos cinco años, que proporcionen datos contundentes sobre las fibras de plástico PET como refuerzo del microhormigón. A continuación, se resumen los resultados de dichas investigaciones. Sus especificaciones técnicas serán fundamentales como referencia para esta investigación.

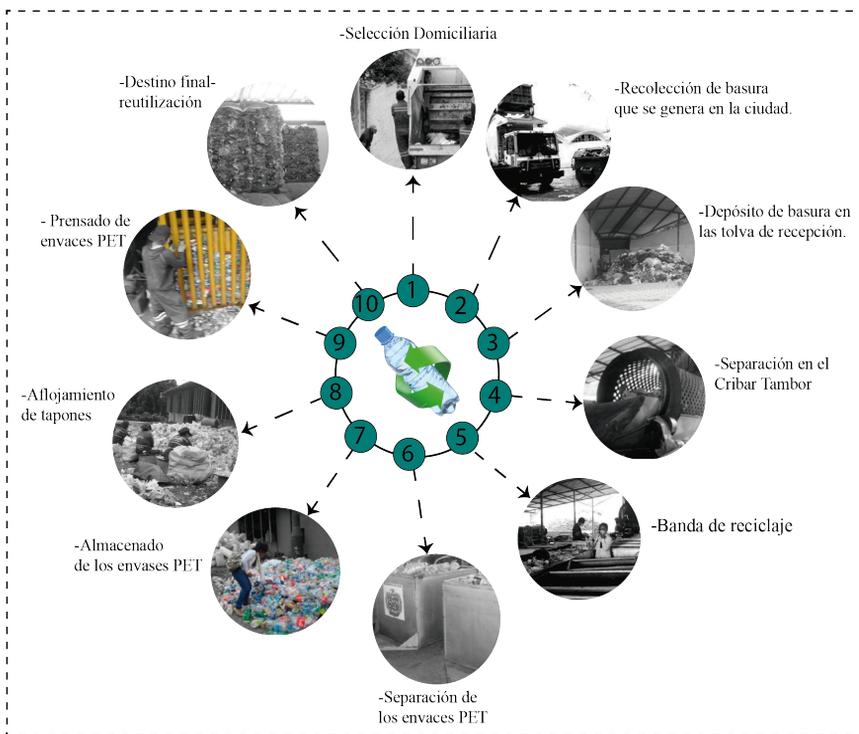


Figura 1. Proceso del reciclaje PET en Loja
Fuente: GAD Loja
Elaboración propia.

Tabla 1. Resumen de los resultados técnicos obtenidos en las investigaciones analizadas

Autores	Adición de fibra PET (%)	Cargas (kgf/cm ²)		Dimensión de fibras mm y µm	Característica de la fibra
		Compresión	Flexión		
Pelisser et al. (2013)	0	298	38,24	2 mm x 30 mm x 30 µm	Lisa, plana
	0,05	289	43,01		
	0,18	279	43,43		
	1,3	301	43,58		
Ochi (2013)	0	327	38,95	7 mm x 40 mm x 25 µm	Lisa, plana
	0,50	320	37,93		
	1,00	355	42,07		
	1,50	348	48,94		
Irwan (2013)	0	224	30	6 mm x 10 mm x 25 µm	Lisa, plana
	0,5	245	33		
	1,0	223	35		
	1,5	213	37		
Borg et al. (2016)	0	357	36,40	2 mm x 50 mm x 28 µm	Lisa, plana
	0,5	354	37,83		
	1,0	348	44,05		
	1,5	328	41,09	2 mm x 30 mm x 38 µm	

3. Materiales y métodos

El presente proyecto de investigación está basado en una metodología cuantitativa (empírico-analítica) que permitirá analizar y comprobar información y datos, por lo cual el siguiente proyecto se encuentra dividido en cuatro fases, las cuales están lógicamente relacionadas con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados:

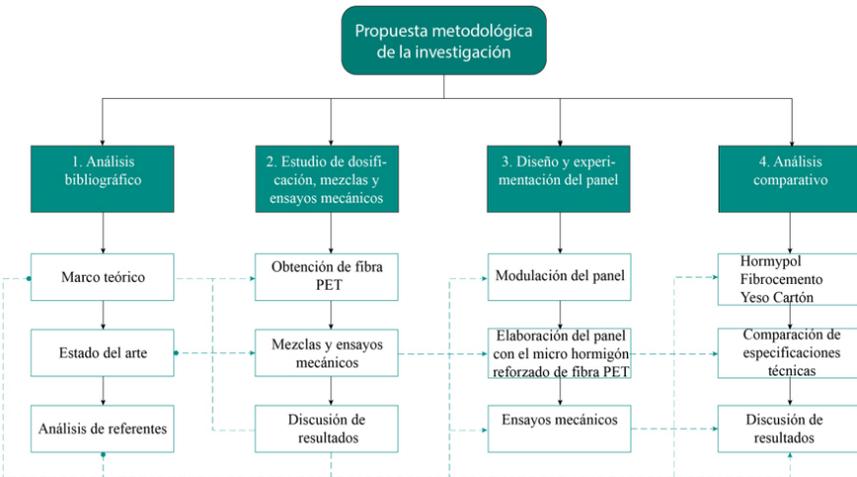


Figura 2. Metodología de investigación e interrelaciones de tema

4. Análisis de datos

Primeramente, se analizan las características de la fibra PET. De acuerdo con la revisión bibliográfica con respecto al tema de fibras PET, no existen normas que definan el tamaño y la forma de este tipo de fibras. Sin embargo, se toma como referencia la investigación de Marthong y Sarma (2015). Luego de un breve análisis de la geometría de las fibras PET, se determinó que las que se van a utilizar serán cortas, no mayores a 50 mm, con la finalidad de obtener mezclas trabajables adicionando altos porcentajes de fibra (más del 1 %).

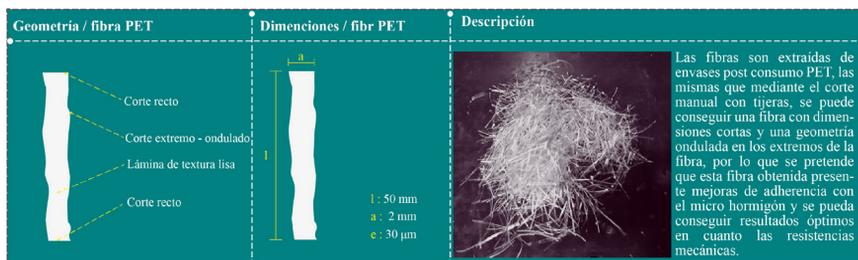


Figura 3. Geometría y dimensiones de la fibra PET propuesta

Fuente: Marthong y Sarma, 2015

A continuación, se profundizan las dosificaciones y mezclas del microhormigón con agregado de las fibras PET para determinar la fluidez óptima de las mezclas. Por medio de ensayos de laboratorio, se busca conocer la cantidad de fibra que se puede incorporar a la mezcla manteniendo una consistencia plástica, ya que las investigaciones analizadas en el apartado del estado del arte recomiendan este tipo de consistencia por ser más trabajable en el momento de aplicar la fibra PET. Los ensayos se realizan de manera intuitiva, pero se toma registro de todo el proceso con la finalidad de determinar la cantidad óptima de fibra.

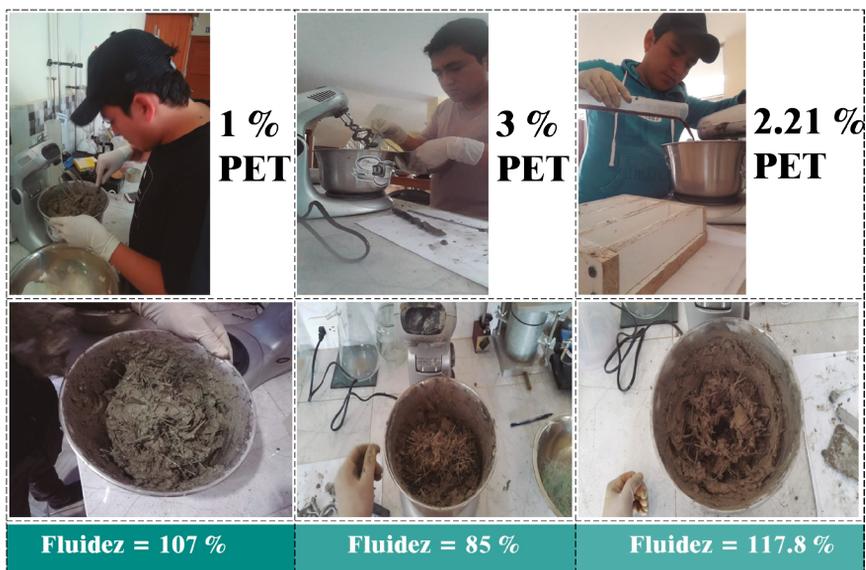


Figura 4. Obtención de mezcla con fibra PET – norma NTE INEN 488

Fuente: Norma técnica ecuatoriana, NTE INEN

Elaboración propia

Sobre la base de lo anterior, se trabajó con tres porcentajes de fibra; 1 %, 2,21 % y 3 %. Luego de varios ensayos de laboratorio basados en la norma NTE INEN 2 502:2009S, se determinó que las mezclas de adición de fibra PET con porcentajes de 1 % y 2,21 %, cumplen con la consistencia plástica, dando un resultado de fluidez de las mezclas de 107 % y 117 % respectivamente, lo que está dentro de las recomendaciones de fluidez de microhormigón dadas en el libro *Concreto simple* de Gerardo Rivera (2013).

El proceso de realización de los ensayos mecánicos se basa a la norma NTE INEN 488, que describe los tipos y dimensiones de muestras para realizar los ensayos, su proceso de mezcla y en qué equipos de laboratorio se deben romper dichas muestras. Se realizaron especímenes sin fibra, con la finalidad de conocer las variaciones de resistencia entre una mezcla convencional y una reforzada con fibras de plástico PET. Los especímenes se sometieron a

pruebas en tres períodos de tiempo, es decir a los siete, catorce y veintiocho días de curado. Este último se tomará en cuenta para la comparación entre sí.

Finalmente, luego de cuarenta y dos muestras sometidas a compresión y flexión, se determina que la mezcla con porcentaje adicionado de 2,21 % fibra PET presenta mejores características mecánicas en comparación a las muestras elaboradas con el 1 % PET. Por lo tanto, la dosificación con agregado de 2,21% PET será la empleada en el panel propuesto, ya que presenta una trabajabilidad adecuada de la mezcla y resistencias favorables a la flexión y compresión.

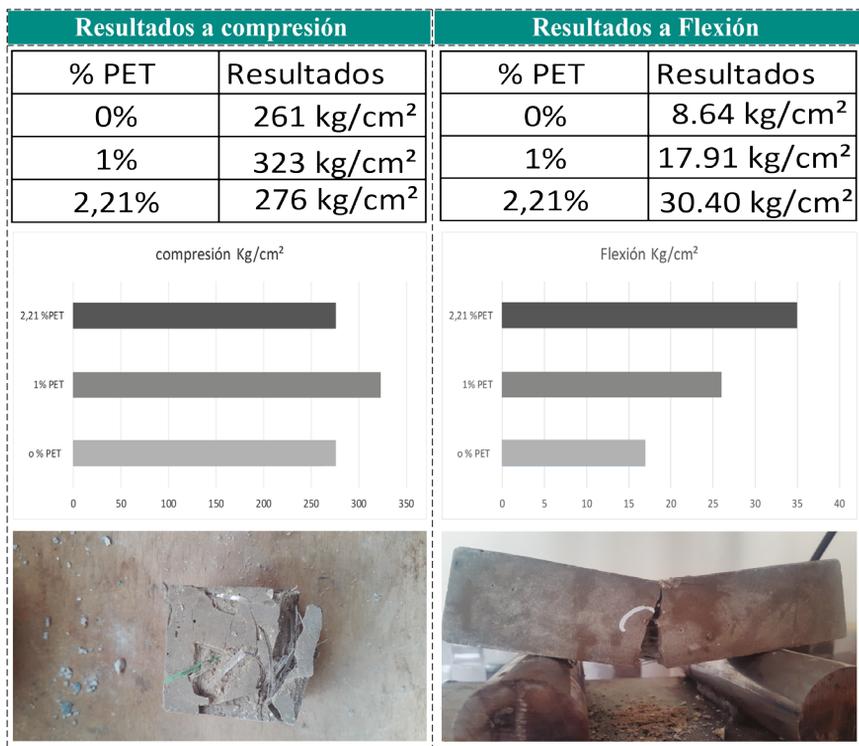


Figura 5. Resultado de ensayos mecánicos

5. Resultados

Con la dosificación determinada como óptima para la fabricación en el proceso precedente, se construyó el panel de microhormigón con la dosificación de adición de fibra PET de un 2,21 % y el 2 % de aditivo SIKA. En cuanto a las dimensiones del panel, se determinó la unidad de medida modular para esta investigación, la cual es de 0,90 cm que corresponde al ancho del panel, 1,20 m de alto, y con un espesor de 1,5 cm. Se determinan estas dimensiones para la proyección de que sea un elemento fácil de manejar, transportar y reducir costos en mampostería.

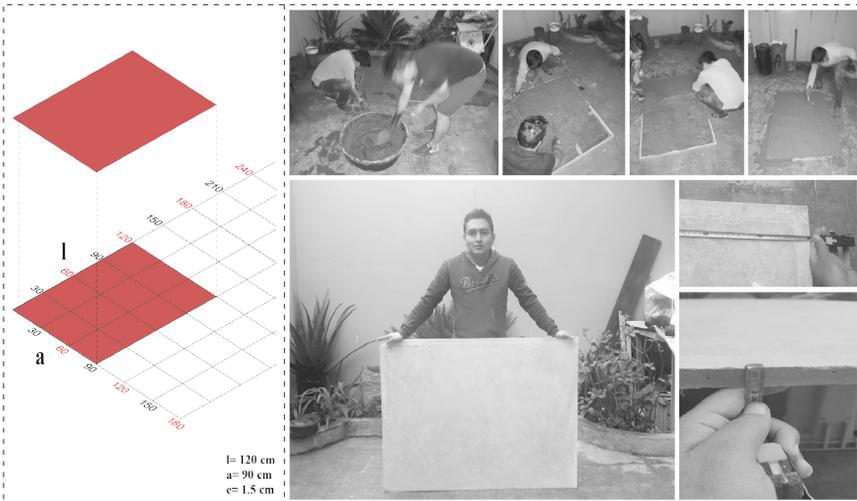


Figura 6. Diseño y elaboración del panel propuesto

Con el panel fabricado, se efectuaron ensayos mecánicos de flexión y compresión, para conocer si la resistencia obtenida es la óptima en función del uso que se le va a dar. Los ensayos realizados están basados en la norma chilena (NCh 186/1), la cual señala las dimensiones de las muestras y el proceso de realización de los diferentes ensayos. La normativa sugiere que el panel soporte una resistencia igual o mayor a aquella por la que fue diseñado. En este caso, en lo que respecta a la compresión, el panel propuesto no cumple con la resistencia ya que se obtiene un valor de $132,563 \text{ kg/cm}^2$, valor que no alcanza los 240 kg/cm^2 establecidos en la normativa, con una diferencia del $44,76 \%$.

En lo que respecta al comportamiento a flexión del panel propuesto, se obtiene el valor de $25,04 \text{ kg/cm}^2$, con lo cual no cumple con los requisitos de resistencia que sugiere la norma chilena NCh 186/1, que señala una resistencia para este tipo de paneles de 80 kg/cm^2 , sometida a una fuerza en sentido perpendicular a la dirección de las fibras. Finalmente, se realiza una comparación de las especificaciones técnicas obtenidas del panel propuesto con los paneles de fibrocemento, yeso cartón y Hormypol.

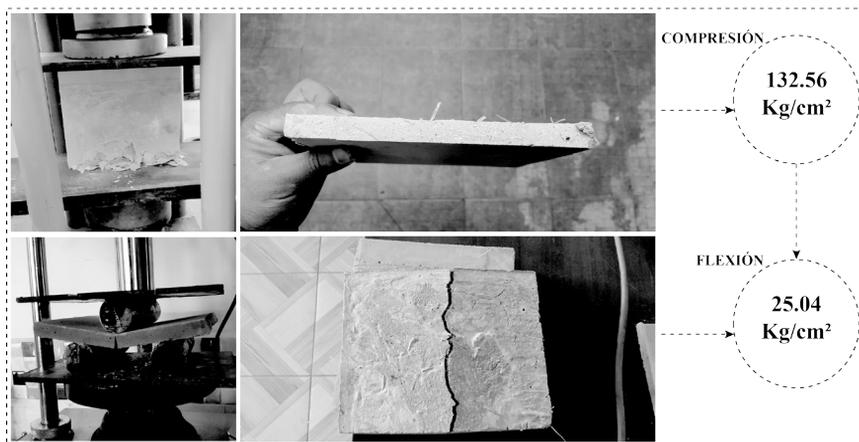


Figura 7. Resultado final de ensayos mecánicos – Norma Nch 186/1

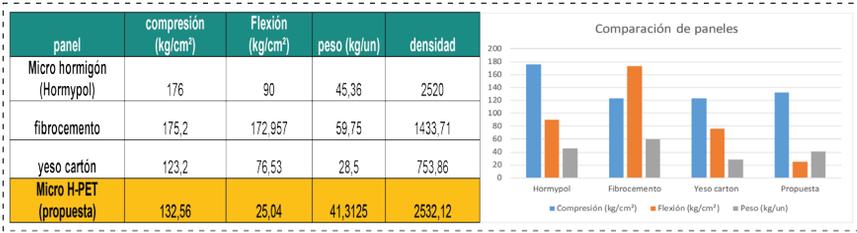


Figura 8. Comparación de los resultados técnicos de los paneles

6. Conclusiones

Esta reciente tecnología de fibra de plástico tipo PET como refuerzo se considera óptima para la aplicación en el microhormigón, dado que presenta resultados de resistencia mecanizada positivos. La adición de fibras de plástico reciclado PET influye en las propiedades del microhormigón en estado fresco, ya que en esta investigación se experimentó con la adición del 1 %, 2,21 % y 3 %, por lo cual se determina que entre más adición de fibra PET, más se reduce la trabajabilidad de la mezcla; sin embargo, esta es tolerable hasta un cierto porcentaje. Se determina que el porcentaje óptimo de adición de fibra PET con las dimensiones de 50 mm x 2 mm, en microhormigones es de 2,21 % en relación con el peso total de la mezcla, lo que presenta características óptimas de trabajabilidad.

Sobre la base de los resultados obtenidos en laboratorio, se puede determinar que el panel de dimensiones de 90 cm x 120 cm x 1,5 cm no presenta óptima resistencia a esfuerzo de flexión y compresión. Por lo que se determina como un panel no portante que, sin embargo, se podría utilizar como elemento decorativo o de revestimiento, ya que así no se somete a grandes esfuerzos. En cuanto al análisis del panel propuesto con los paneles Hormypol, fibremento y yeso cartón, se determina que el panel propuesto presenta eficaces características mecánicas en cuanto a compresión; sin embargo, en cuanto a flexión son muy bajas, por lo que se considera inadecuada su aplicación donde esté sometido a grandes cargas.

Referencias bibliográficas

- American Concrete Institute committee (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318RS-14)* Technical Documents. https://civilshare.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf
- Borg, R. P., Baldacchino, O., y Ferrara, L. (2016). Early age performance and mechanical characteristics of recycled PET fibre reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 108, 29-47.
- Irwan, J. M., Asyraf, R. M., Othman, N., Koh, K. H., Annas, M. M. K., y Faisal, S. K. (2013). The mechanical properties of PET fiber reinforced concrete from recycled bottle wastes. *Advanced Materials Research*, 795, 347-351.
- Lastra, J. A. S., Carmona, M. L., y Mendoza, S. L. (2008). Tendencias del cambio climático global y los eventos extremos asociados. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(3), 625-634.
- Mármol Salazar, Patricia Cristina (2010). *Hormigones con fibras de acero características mecánicas*. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid.
- Marthong, C., y Sarma, D. K. (2015). Mechanical Behavior of Recycled Pet Fiber Reinforced Concrete Matrix. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 9(7), 879-883.
- Molano Camargo, F. (2019). El relleno sanitario Doña Juana en Bogotá: la producción política de un paisaje tóxico, 1988-2019. *Historia crítica*, (74), 127-149.
- Ochi, T.; Okubo, S. y Fukui, K. (2007). Development of recycled PET fiber and its application as concrete-reinforcing fiber. *Cement and concrete composites*, (29)6. 448-455. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946507000273>
- Pelisser, F., Guerrino, E. L., Menger, M., Michel, M. D., y Labrincha, J. A. (2013). Micromechanical characterization of metakaolin-based geopolymers. *Construction and Building Materials*, 49, 547-553.
- Rivera, G. (2013). *Concreto simple*. Popoyán: Universidad del Cauca.
- Xargay, H., Folino, P., Nuñez, N., y Gómez, M. (2018). Monitoreo mediante Emisión Acústica de vigas de hormigón de alta resistencia con y sin fibras expuesto a alta temperatura. *Matéria*, 23, e12074. <https://doi.org/10.1590/>

Propuesta de mortero para revestimiento, mediante el reemplazo del árido fino por partículas de polímeros reciclados tipo PET, 5 %, 10 % y 20 %

Autor: Jefferson L. Cevallos S.

Investigador independiente

Director: Arq. Fernando Moncayo Serrano, Mg. Sc.

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2019

1. Introducción

Los envases de bebidas son polímeros no biodegradables, hechos de residuos de polietileno tereftalato PET, los cuales ocasionan grandes problemas ambientales porque tardan entre 100 y 1000 años en degradarse (Maldonado, 2012). El plástico tipo PET es el más utilizado a escala mundial, por lo tanto, la producción aumenta superando los 6,7 millones de toneladas por año (Al-Tulaian, Al-Shannag y Al-Hozaimy, 2016). Según la Asociación Nacional para los Recursos de Contenedores de PET (NAPCOR), en los Estados Unidos, había 5600 millones de libras de botellas de PET disponibles para reciclar en 2012 y en Beijing, China, se desecharon 6000 millones de botellas PET en 2009 (Ge, *et al.*, 2014). Por otra parte, en Ecuador, según informa el Ministerio del Ambiente (MAE), en 2012 se produjeron 1406 millones de botellas, de las cuales se lograron recuperar 511 millones de los embotelladores y

625 millones de los centros de acopio y recicladores, con lo que se logró una recolección total de 1136 millones de PET. Además, la sobreexplotación de materiales pétreos en la industria de la construcción aumenta años tras año; se extrae principalmente arena y grava, pues son los recursos naturales más utilizados en edificios e infraestructura de transporte. Por lo general, la dinámica extractivista se asocia a problemas sociopolíticos, económicos y ambientales (Torres *et al.*, 2017). Por lo tanto, sustituir los agregados pétreos no solo reduciría la demanda y sobreexplotación, sino que también reduciría la contaminación por medio del reciclaje de desechos en productos útiles (Al-Tulaian *et al.*, 2016).

El objetivo de la presente investigación es proponer un mortero de revestimiento, mediante el reemplazo del árido fino por partículas de polímeros reciclados tipo PET, en proporciones del 5 %, 10 % y 20 % con el fin de aumentar su resistencia y disminuir el árido fino en la industria de la construcción. Para lograrlo, se debe obtener el diseño de mezcla partiendo de la comparación del mortero base con mortero de partículas de polímeros PET. Una vez definido el mortero, se realizan ensayos físicos y mecánicos para determinar la resistencia establecida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización en la norma NTE INEN 2518, para finalmente fabricar el mortero que pueda ser utilizado como revestimiento.

2. Revisión bibliográfica

El polietileno tereftalato es un polímero termoplástico extremadamente duro, conocido mundialmente por sus siglas en inglés, PET. Fue descubierto en 1941 por los científicos John Rex Whilfeld y James Tennant Dickson (Martínez Barrera *et al.*, 2015). El polímero PET es utilizado diariamente en envases a escala mundial, lo que provoca un incremento en los residuos plásticos. En tal contexto, el presente trabajo propone el reúso de envases PET ya que es un material 100 % reciclable, de modo que se puede reintegrar a un ciclo productivo como materia prima en el ámbito de la industria de la construcción. Con ello se lograría reducir el impacto que provocan los residuos plásticos en el medio ambiente (Mansilla Perez, 2009).

Las botellas plásticas tipo PET poseen una alta calidad que requiere un procedimiento complejo de recuperación. En Loja, con el programa de Gestión

*Reciclaje del PET
en Loja*

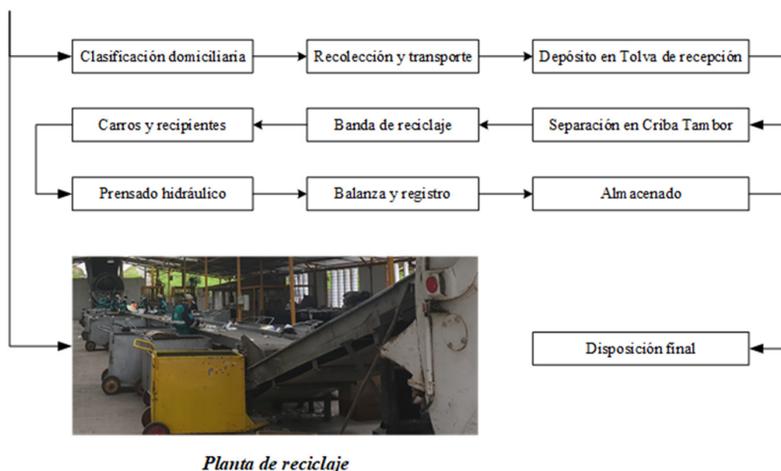


Figura 1. Esquema de reciclaje del polietileno tereftalato (PET) en Loja, Ecuador
Fuente: Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Loja, 2019
Elaboración propia.

Integral de Residuos Sólidos Urbanos, el reciclaje empieza desde la recolección domiciliaria, además de las personas que se ganan la vida recolectando, y avanza hasta cuando el PET es prensado para ser transportado a lugares donde lo reutilizan. Cabe destacar que el PET prensado posee una densidad muy baja (250,00 kg/m³) y, por tal motivo, su transporte a larga distancia no es económico.

3. Materiales y métodos

El presente estudio se plantea con un enfoque cuantitativo y experimental distribuido en cuatro etapas desde la recolección de datos (ver figura 2).

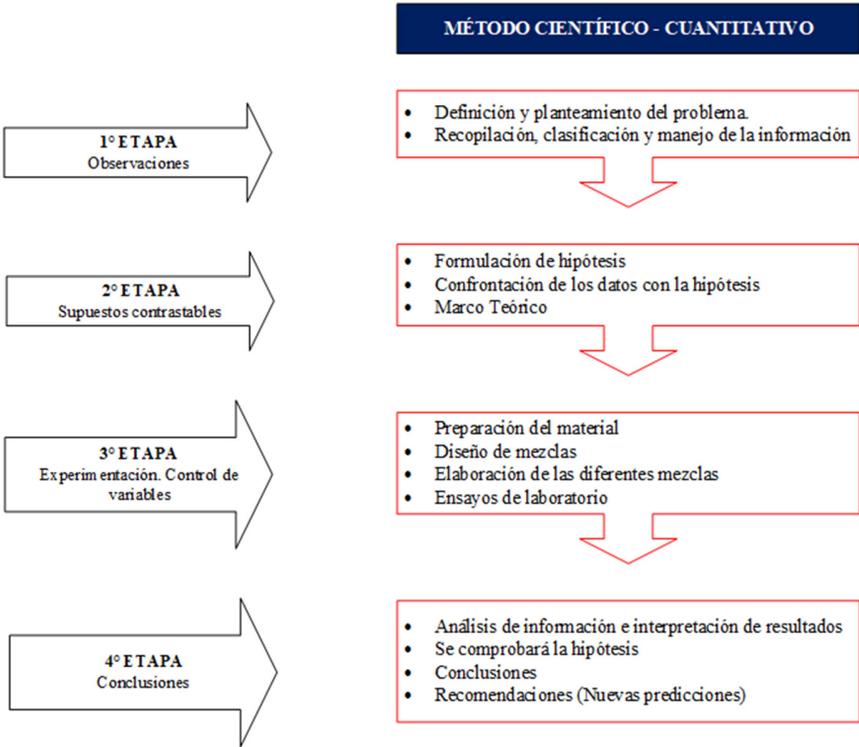


Figura 2. Esquema de metodología aplicada
Fuente: Bunge, 2004
Elaboración propia.

4. Análisis de datos

Se obtuvieron las partículas de forma manual, utilizando el reciclaje mecánico; para la obtención de partículas provenientes de envases tipo PET, se utilizó una máquina pulidora de mármol de marca Bosch a distintas velocidades, a la misma que se le adaptó una lija de metal #14, con el objetivo de pasar la botella por la lija con una baja velocidad. Esto nos sirve para evitar

que el plástico se queme. Asimismo, se acopló un recipiente de aluminio para recolectar el material triturado.

El diseño de mezclas para un mortero se puede realizar mediante volumen o peso. En esta investigación se realizó mediante pesos. La metodología que se utiliza se basa en el documento *Diseño y proporcionamiento de mezclas de concreto normal*, de Kosmatka *et al.* (2004), que toma en cuenta la selección de fluidez, módulo de finura, resistencia específica y relación agua/cemento (ver tablas 1 y 2).

Reciclado Inicial



Reciclado Mecánico



Figura 3. Esquema del proceso de obtención de partículas de polímeros PET
Fuente: Mansilla Perez, 2009
Elaboración propia.

Tabla 1. Determinación del módulo de finura de la arena y del polietileno tereftalato (PET)

Análisis granulométrico					
Módulo de finura	Arena	PET	Arena + 5 % PET	Arena + 10 % PET	Arena + 20 % PET
	2,27	1,40	2,20	2,13	2,13
Rango	2,83 - 1,75				

Elaboración propia.

Tabla 2. Determinación de la fluidez en morteros de cemento

Tipos de morteros				
	Mortero base	Mortero + 5 % PET	Mortero + 10 % PET	Mortero + 20 % PET
Fluidez	122,5	115,9	106,8	101,4
Rango	100-120 %			

Elaboración propia.

Con estos resultados, se realiza el diseño de mezcla para el mortero de revestimiento con 10 % de PET. Cabe recalcar que se dan estos valores porque será el mortero para emplear en obra, a diferencia de las probetas con el 5 % y 20 % (ver tabla 3).

Tabla 3. Datos para dosificación de morteros con 10 % de PET

Dosificación de mortero + 10 % PET	
Cuantía de cemento	330 kg/m ³
Cantidad de agua	314 l/m ³
Cantidad de arena	1162,8 kg/m ³

Elaboración propia.

La fase experimental de ensayos se realiza de acuerdo con las normativas NTE INEN y ASTM, mencionadas anteriormente, donde, para morteros de revestimiento, se emplearon los ensayos en estado endurecido, en el mortero con agregado de partículas de polímeros PET (cemento-arena-agua y 10 % de PET) en relación con el peso del árido fino en estado seco (ver tabla 4).

Tabla 3. Datos para dosificación de morteros con 10 % de PET

Mortero con 10 % de PET, en 28 días de curado			
Compresión	Flexión	Absorción de agua	Coef. de permeabilidad
75,12 kg/cm ²	78,93 kg/cm ²	7,44 %	4,35 E-11 m/s

Elaboración propia.

5. Resultados

Los resultados fueron obtenidos bajo procedimientos que establecen tanto la norma nacional como la internacional, donde se obtuvieron dosificaciones para mortero base y mortero con el 5 %, 10 % y 20 % de PET en sustitución del árido fino con relación al peso en estado seco. Se optó por utilizar el mortero con el 10 % de partículas de polímeros PET para colocar en obra ya que arrojó mejores resultados junto con la del 5 %. A continuación, se presentan los resultados que fueron obtenidos en la fase experimental para los ensayos:

Resistencia a la compresión y flexión

La resistencia a la compresión y a la flexión a los veintiocho días es mayor en el mortero base y morteros con el 5 % y 10 % de PET, mientras que el mortero con el 20 % de PET se encuentra fuera del rango según establecen las normas ecuatorianas NTE INEN 488 y 198, respectivamente, para este tipo de ensayos (figuras 4 y 5).

Figura 4. Resultados de resistencia a la compresión

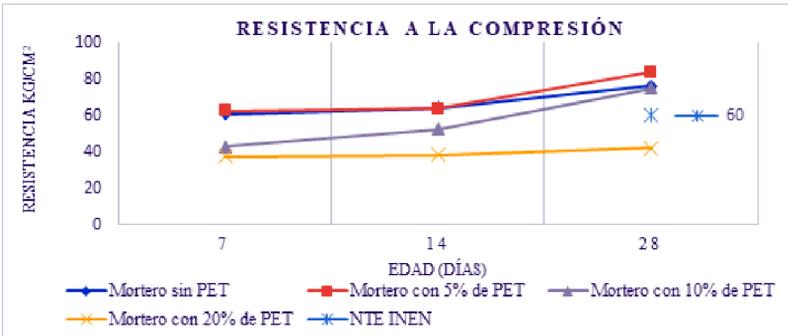
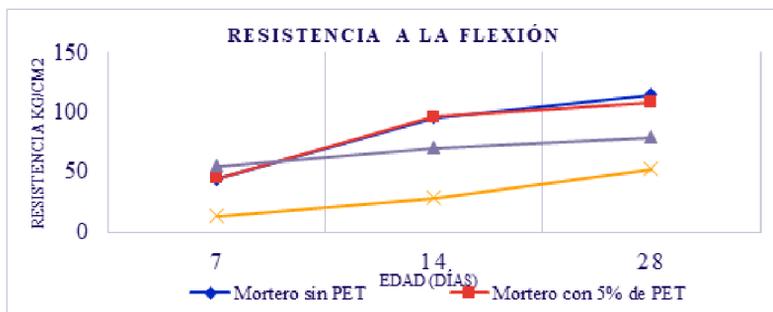


Figura 5. Resultados de resistencia a la flexión



Absorción de agua y coeficiente de permeabilidad

La absorción de agua y el coeficiente de permeabilidad a los veintiocho días son menores en los morteros con el 5 % y 10 % de PET, mientras que el mortero base y el mortero con el 20 % de PET presentan una absorción de agua y un coeficiente de permeabilidad mayor (figuras 6 y 7). La norma ASTM D2434 determina la capacidad que tiene un material para ser permeable o impermeable. A mayor cantidad de partículas de polímeros PET, el mortero es permeable y contiene mayor cantidad de porosidad.

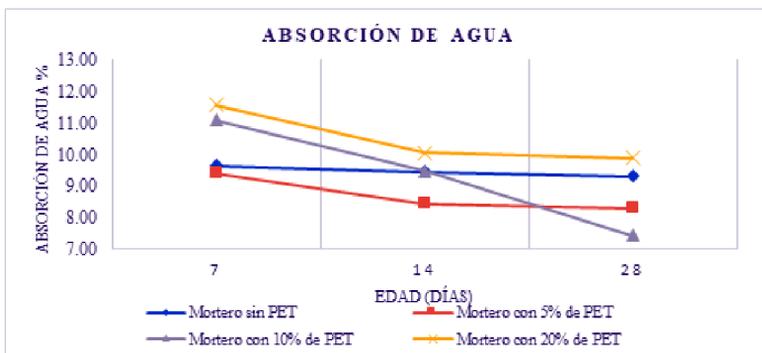


Figura 6. Resultados de absorción de agua

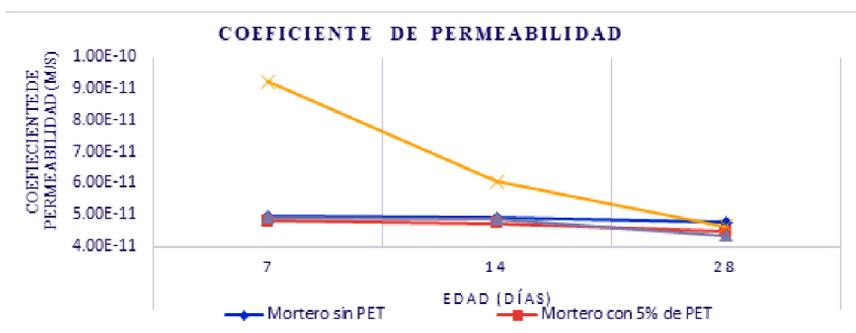


Figura 7. Resultados de coeficiente de permeabilidad

Mortero puesto en obra

Con el mortero aplicado en obra, se determinó que al agregar partículas de polímeros PET, la productividad es mayor ya que la cantidad de mezcla aumenta. Asimismo, el material presenta mejor trabajabilidad por la excelente adherencia y consistencia plástica que tiene el mortero con PET. Además, llega a ser un mortero liviano evitando esfuerzo físico en los obreros. Por otra parte, el mortero con el 10 % de PET tiende a secarse rápidamente pasadas las 48 horas de curado, siendo una ventaja en obra porque se pueden aplicar acabados rápidamente. Además, al contener este tipo de polímeros, evita fisuramientos y se convierte en mortero impermeable, para poder ser utilizado en paredes que estén expuestas a lluvias, sol y vientos (figuras 8 y 9).



Figura 8. Mortero aplicado en obra sin partículas PET

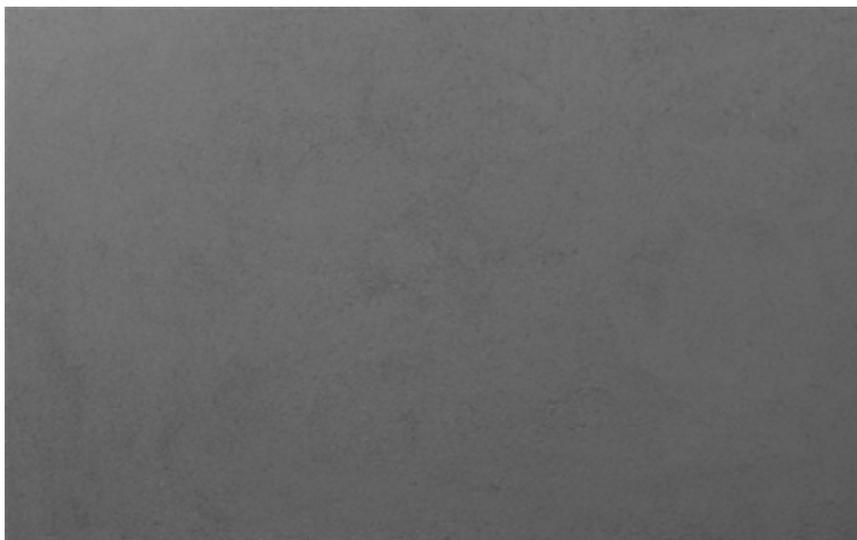


Figura 9. Mortero aplicado en obra con 10 % de partículas PET

6. Conclusiones

El estudio demostró que la aplicación del polietileno tereftalato PET en el mortero puede ser beneficiosa para el rendimiento del material. Por lo tanto, se concluye que es posible crear mortero con PET reciclado. El diseño de mezcla para mortero/PET se obtuvo con una relación agua-cemento de 0,95 %, considerándola idónea en morteros de baja resistencia a la compresión.

La fase experimental de ensayos demostró que mientras más cantidad del árido fino se reemplace por las partículas de polímeros PET, las resistencias de compresión y flexión disminuyen. Por lo tanto, las probetas con el 5 % y 10 % de partículas de polímeros PET cumplen con la resistencia a la compresión y flexión que establecen las normativas ecuatorianas NTE INEN 488 y 198 respectivamente, mientras que las probetas con el 20 % no cumplen con resistencia ni a la compresión ni a la flexión.

Con los ensayos de absorción de agua y de coeficiente de permeabilidad, se determina que las probetas con 5 % y 10 % de partículas de polímeros PET presentan mayor impermeabilidad y menor absorción de agua, en comparación con el mortero convencional. Por lo tanto, contienen menor porosidad. Para elaborar el mortero/PET se eligieron las probetas con el 10 % de partículas de polímeros PET porque presentan resultados aceptables de ensayos físicos y mecánicos, además de reemplazar mayor cantidad del árido fino en la construcción. El mortero puesto en obra demostró mejores resultados de trabajabilidad por la adherencia y consistencia plástica que presenta, además de tener mejor acabado, comparado con el mortero convencional.

Finalmente, al reemplazar el árido fino por el 10 % de partículas de polímeros PET en la industria de la construcción, se está aportando a una reducción de costos, además de reducir la contaminación ambiental que provocan los materiales plásticos y pétreos, porque, para un metro cúbico de mortero, se necesitan 2000 envases PET.

Referencias bibliográficas

- Al-Tulaian, B. S., Al-Shannag, M. J. y Al-Hozaimy, A. R. (2016). Recycled Plastic Waste Fibers for Reinforcing Portland Cement Mortar. *Construction and Building Materials*, 127, 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.131>
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*. Siglo veintiuno editores.
- Ge, Z., Huang, D., Sun, R. y Gao, Z. (2014). Properties of Plastic Mortar Made with Recycled Polyethylene Terephthalate. *Construction and Building Materials*, 73, 682-687. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.005>
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, C. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Portland Cement Association.
- Maldonado, A. T. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/7080/1/905077.2012.pdf>
- Mansilla Pérez, L. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Ingeniería Industrial*, 27(27), 123-137. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2009.n027.627>
- Martínez Barrera, G., Hernández Zaragoza, J. B., López Lara, T. y Memchaca Campos, C. (eds.). (2015). Materiales sustentables y reciclados en la construcción. *Omnia Science*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3926/oms.211>
- Municipio de Loja (2019, febrero 5). *Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Loja. Esquema de reciclaje del polietileno tereftalato PET en Loja*. <https://www.loja.gob.ec/gestionambiental>
- Torres, A., Brandt, J., Lear, K. y Liu, J. (2017). A Looming Tragedy of The Sand Commons. *Science*, 357(6355), 970-971. <https://doi.org/10.1126/science.aao0503>

Diseño de panel de hormigón reforzado con fibras de cabuya

Autor: Miguel Ángel Martínez Rodríguez
Investigador independiente

Director: Mgtr. Arq. Santiago Reinoso
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

A lo largo de la historia, los hormigones y morteros han sido empleados para el desarrollo de edificaciones que han permitido el avance tecnológico del ser humano, caracterizándose por ser un material rígido y de alta resistencia a la compresión; sin embargo, el hormigón presenta poca resistencia a la flexión y tensión, lo cual provoca fisuras o agrietamientos en los elementos construidos con este material (Rodríguez y Díaz, 2017). Por esta razón, se ha optado por el uso de fibras sintéticas o metálicas, las cuales mejoran considerablemente las características físico-mecánicas de los microhormigones pero a su vez provocan un gran impacto ambiental, como lo son las grandes emisiones de CO₂, aplicación de combustibles fósiles y componentes químicos para su fabricación (Pinzón, 2013). Por lo tanto, se genera un gran consumo energético para su producción, por lo que el sector de la construcción es responsable del 50 % de recursos naturales empleados, el 40 % de energía consumida y el 50 % de residuos generados (Pertuz, 2010).

Actualmente la escasa investigación acerca de alternativas de fibras vegetales para reforzar los microhormigones y la constante demanda de este material conllevan al incremento de la producción de prefabricados con fi-

bras sintéticas y metálicas. Aunque el impacto ambiental que implica esta producción esté regulado bajo cuerpos legales, en Ecuador, según estadísticas ambientales del INEC (2011), el 80 % de las fábricas no presentan propuestas de protección ambiental.

En este contexto, el objetivo de la investigación es diseñar paneles de microhormigón reforzado con fibras de cabuya, con características físico-mecánicas establecidas en las normativas de la construcción. Para ello, se llevará a cabo una investigación partiendo de una revisión bibliográfica sobre casos de análisis y estudios teóricos sobre las alternativas de fibras naturales que pueden aplicarse al hormigón. Luego se procede a analizar los materiales referentes como el fibrocemento y el cartón yeso, con el fin de establecer criterios de diseño en la propuesta. Se evaluarán las propiedades de la fibra, características y aplicaciones, para determinar su viabilidad y utilidad en el contexto del proyecto. En tercer lugar, se contrastará la información relacionada con las normativas de construcción y estándares de calidad nacionales e internacionales para los requerimientos de paneles prefabricados. Finalmente, se procederá al diseño del panel de hormigón reforzado con fibras de cabuya, tomando en consideración los resultados obtenidos de la investigación previa y los criterios establecidos. Además, se realizarán pruebas de laboratorio para examinar el comportamiento del panel en diferentes condiciones y situaciones específicas, con el fin de obtener datos experimentales que respalden y validen su eficacia y rendimiento.

2. Revisión bibliográfica

Existen algunos estudios que han experimentado con la inclusión de fibras naturales en la elaboración de morteros, con énfasis en distintas propiedades del material resultante. Así, por ejemplo, se destaca el estudio de Olivera *et al.* (2018), quienes afirman que las adiciones de fibras de agave reducen considerablemente el peso de los morteros. Por otra parte, Rodríguez y Díaz (2017) concluyen que las fibras vegetales reducen la resistencia a la compresión entre un 5 % y un 45 % con respecto a los elementos sin fibras; mientras que Quintero y González (2006) y Pinzón (2013) afirman que el uso de fibras aumentó la resistencia en 1,5 % con respecto al mortero sin fibras. No obstante, tanto Quintero y González (2006) como Bernat *et al.* (2018) en los ensayos realizados

a flexión concluyen que las fibras mejoran notoriamente entre un 15 % y un 30 % la resistencia en comparación a los que no cuentan con fibras vegetales. Además, la resistencia a la tracción fue de 1 Mpa, mientras que, con adición de fibra, correspondió a 1,2 Mpa.

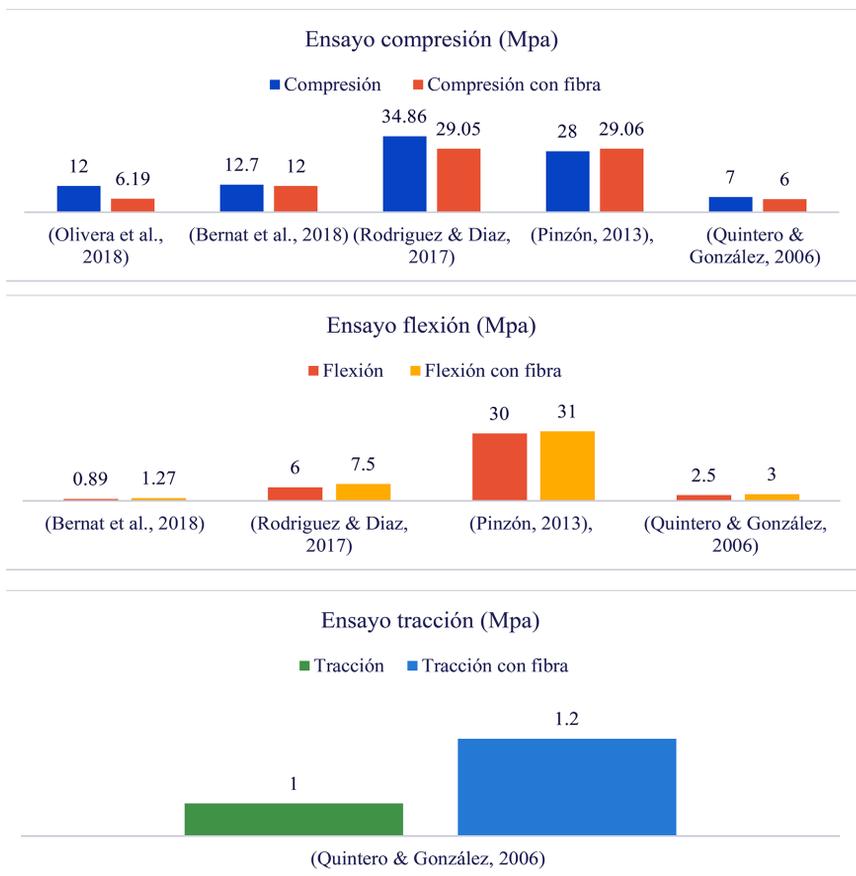


Figura 1. Comparación resistencias referentes, compresión, flexión y tracción

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estado del arte, se evidencia que a medida que aumenta la adición de fibra, se reduce considerablemente la resistencia a compresión. Por otra parte, los resultados obtenidos a flexión y tracción muestran que la resistencia aumenta, con lo que se logra controlar los fisuramientos y agrietamientos.

3. Materiales y métodos

El esquema metodológico empleado está enfocado a determinar los pasos para llegar a una propuesta de panel a partir de la construcción y comprobación de hipótesis. A partir de una investigación comparativa acerca de materiales referenciales, se estudian los sistemas constructivos que aplican placas prefabricadas reforzadas con fibras de cabuya y los que se comercializan actualmente como el fibrocemento y el cartón yeso. También se contrasta información acerca de las normativas NEC e INEN, vigentes en Ecuador, así como estándares de calidad ISO, y normativas internacionales para los requisitos de los paneles prefabricados.

Para evaluar el panel planteado, se aplica un enfoque experimental que implica la descripción de todos los eventos realizados en el ensayo de laboratorio, con la finalidad de detallar todas las actividades, particularidades y procedimientos del diseño de la mezcla y del panel. Esto permite examinar el comportamiento físico-mecánico de los paneles de microhormigón reforzados con fibras vegetales mediante diferentes pruebas de resistencia, con diferentes variables hasta llegar a la resolución final de los resultados.

4. Análisis de datos

Como primer punto, se procedió a realizar el ensayo granulométrico mediante una pequeña muestra de la arena empleada en los ensayos. Para ello se procedió a colocar 200 g de arena en un filtro con la finalidad de limpiar los residuos en la misma. Luego, se introdujo la arena en la estufa de laboratorio durante veinticuatro horas hasta conseguir que esté completamente seca.

Según Baldeón (2013), las fibras de cabuya presentan un PH de 6,97; sin embargo, se eliminaron azúcares mediante la colocación de la fibra en un recipiente durante veinticuatro horas. Posteriormente, se secó a temperatura ambiente y se procedió a introducirla en la estufa de laboratorio durante diez minutos a una temperatura de 110 °C, para eliminar excedentes de humedad.

De acuerdo con la Normativa NEC NTE INEN 1 578:2010 acerca de hormigón de cemento hidráulico, es indispensable determinar el asentamiento de la mezcla para establecer la trabajabilidad. De tal manera se establecieron ensayos de asentamiento mediante el cono de Abrams, para decidir el porcentaje de fibra aceptable, manteniendo la relación resistencia-trabajabilidad y una relación agua-cemento del 0,5.



Figura 2. Proceso de diseño de mezcla

Para realizar las mezclas de microhormigones, se utilizaron moldes de 5x5 cm (compresión, NTE INEN 498), 4x4x16 (flexión, NTE INEN 198), y molde para briquetas graduadas (ASTM C-190). Dichas probetas contienen la capacidad para tres muestras reglamentadas para los ensayos. El procedimiento de amasado corresponde a la normativa NTE INEN 155, de cementos hidráulicos, para después ser depositados en la cámara de curado a $(20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ y 100 % de humedad relativa), hasta veinticuatro horas antes del día de ruptura en ensayos a compresión; para flexión, plastificar. Mientras que para tracción, las muestras deben retirarse de la cámara de curación quince minutos antes de la prueba. Para el desarrollo de las dosificaciones del microhormigón, se utilizó cemento Portland tipo GU, arena gruesa (0,6 mm) basados en la normativa NTE INEN 696, agua potable, arena sílice, aditivo plastificante Sika Bv 40 y fibras de cabuya (estado seco, de diámetro de 30 mm).

Tabla 1. Características de los ensayos

Ensayo	Normativa	Fórmula	Simbología
	Resistencia a la compresión NTE INEN 498	$F_m = \frac{P}{A}$	F _m = Resistencia a la compresión en Mpa P = Carga total máxima de la falla, N A = Área de sección transversal del cubo al que se aplica la carga, mm ²
	Resistencia a la flexión: NTE INEN 198	$R_f = 1,5 \frac{R_f = 1,5}{b^3}$	R _f = Resistencia a la flexión M = Momento flector (módulo de rotura), N/mm b = Arista de la sección cuadrada del prisma, mm P _f = Carga de rotura a flexión, en N l = Distancia entre apoyos, mm

	<p>Resistencia a la tracción: ASTM C-190</p>	$R_t = \frac{C_{m\acute{a}x}}{A_t}$	<p>R_t = Resistencia a la tensión, en newtons $C_{m\acute{a}x}$ = Carga máxima en N A_t = Área transversal</p>
	<p>Resistencia a la flexión del panel: NTE INEN 8336</p>	$MOR = \frac{3F_s}{2be^2}$	<p>F = Carga de rotura, en newtons L_s = Distancia libre entre los ejes de apoyo, en milímetros b = Anchura de la probeta de ensayo, en milímetros e = Espesor, en milímetros</p>

Resultados

De acuerdo con los ensayos realizados, el tamaño máximo del árido fue de 0,6 mm, y el porcentaje retenido entre tamices corresponde a 30,7 % entre 1,18 mm y 0,85 mm; 65 % entre 0,6 mm y 0,4 mm; 83,7 % entre 0,3 mm y 0,15 mm; 96,2 % entre 0,3 mm y 0,15 mm, respectivamente.

Tabla 2. Resultados ensayo granulométrico

tamiz	#	Abertura (mm)	Peso acumulado (g)	% Acumulado	% Pasante
0	1	2	0	0,0	100,0
6	1	1,18	37,3	13,7	86,3
0	2	0,85	83,7	30,7	69,3
0	3	0,6	136,4	50,0	50,0
0	4	0,425	179,6	65,9	34,1
0	5	0,3	228,2	83,7	16,3
00	1	0,15	262,2	96,2	3,8
00	2	0,00075	272,6	100,0	0,0

El módulo de finura se determina mediante un análisis granulométrico basado en la Normativa INEN 696:2001, que se basa en pasar el árido a través de mallas que permitan dividir el material para establecer la finura, mientras que los tamices normalizados se basan en la normativa de arena normalizada.

Trabajabilidad

Al emplear el 0,3 % de fibra, se observó que la trabajabilidad es buena, debido a que el asentamiento es de 2,5 cm y, respecto al cono normalizado, corresponde a 9,37 cm. La consistencia es plástica. Al aplicar el 0,5 % de fibra, se evidenció que la trabajabilidad disminuye y su asentamiento es de 1,6 cm, que corresponde a 6 cm del cono de Abrams normalizado. La consistencia es plástica. Al 0,8 % de fibra, el asentamiento es de 1,4 cm, que corresponde a 5,25 cm del cono de Abrams normalizado. La consistencia es plástica al 1 % de la fibra. Se emplearon el 0,3 %, 0,5 % y 0,8 % de fibra respectivamente.



Figura 3. Asentamiento de la mezcla con el 0,3 %, 0,5 % y 0,8 % de fibra

Mediante el ensayo de trabajabilidad mediante el cono de Abrams, se evidencia que a medida que aumenta la fibra de cabuya, se reducen considerablemente la trabajabilidad y la resistencia. Por ello, las dosificaciones para las pruebas mecánicas corresponden a 0,3 %, 0,5 % y 0,8 % de fibra.

Compresión

El espécimen de dimensiones de 5 x 5 x 5 cm fue colocado en la prensa de hormigón modelo MQH-2 para así poder determinar la resistencia alcanzada a los siete, catorce y veintiocho días. De acuerdo con los resultados obtenidos, la adición de fibra de cabuya a los siete días en los diferentes porcentajes presentó valores de resistencia mucho menores a los que no contenían fibras. Se verificó que, con la mezcla de 0,3 %, la resistencia a los catorce días mejoró considerablemente, y con adiciones de 0,5 % y 0,8 % se mantuvo por debajo de las que no contenían fibras. A los veintiocho días de curado, se evidenció que ninguno de los porcentajes sobrepasó la resistencia a la muestra que no contenía fibras.

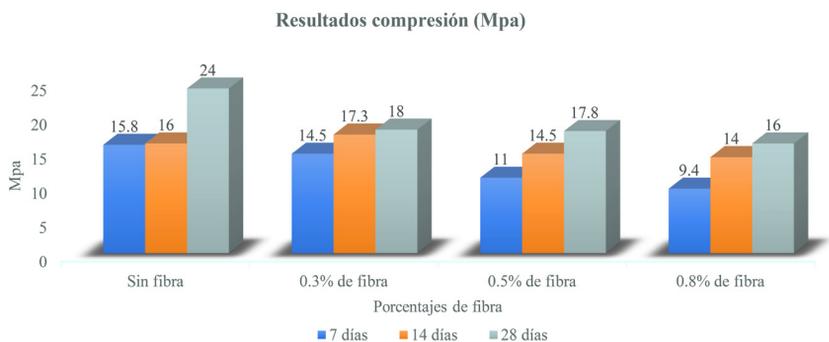


Figura 4. Comparación de resultados con compresión a los siete, catorce y veintiocho días

Flexión

Los ensayos de flexión son realizados en la máquina semiautomática Marshall y C.B.R. Los resultados de los ensayos se obtuvieron a los siete, catorce y veintiocho días de curado. A los siete días de curado, se evidenció que la adición de fibras de cabuya mejora la resistencia a la flexión en porcentajes de 0,3 %, 0,5 % y 0,8 % con respecto a los que no contenían este elemento. El resultado de los ensayos a los catorce días mejoró considerablemente en todos los porcentajes con respecto a los que no contenían fibra. Sin embargo, hubo disminución de resistencia en el 0,8 % de fibra. A los veintiocho días, se apreció que el incremento de fibras mejora la resistencia a la flexión con 5, 5,4 y 6 Mpa.

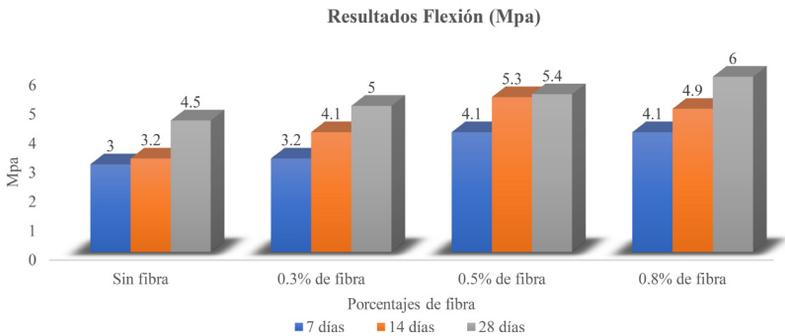


Figura 5. Comparación de resultados con flexión a los siete, catorce y veintiocho días

Tracción

Según los estudios establecidos en la normativa ASTM C-190 acerca de ensayos a tracción, las resistencias a los siete días sin adición de fibra fueron de 4 Mpa, mientras que con adición del 0,3 % de fibra, fue de 3,5 Mpa. Sin embargo, adiciones del 0,5 % y 0,8 % de fibra fueron superiores con 4,1 y 4,7 Mpa respectivamente. De igual manera se apreció que la resistencia a los catorce días sin adición de fibra fue de 4,2 Mpa y la resistencia con el 0,3 % de fibra alcanzó 3,8 Mpa. Las adiciones de 0,5 % y 0,8 % son superiores con 4,4 Mpa y 5 Mpa. Los especímenes sin adición de fibra a los veintiocho días corresponden a una resistencia mayor en comparación con la adición del 0,3 %. Por otro lado, los porcentajes del 0,5 % y 0,8 % tuvieron mejor respuesta a la tracción, con 5,5 Mpa y 6 Mpa.

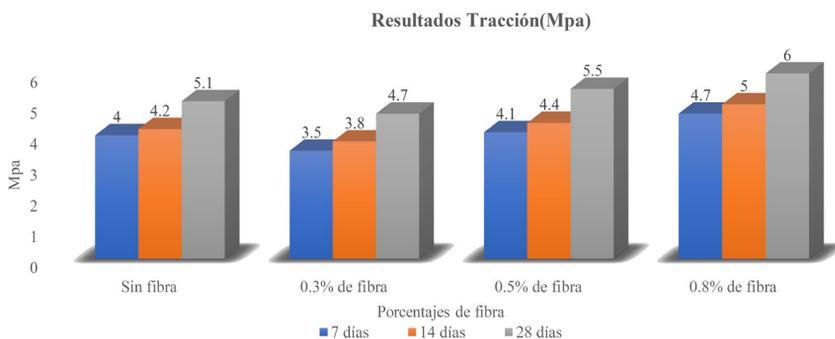


Figura 6. Comparación de resultados a tracción a los siete, catorce y veintiocho días

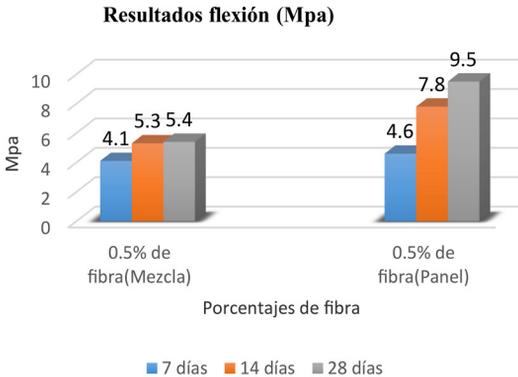


Figura 7. Comparación de resultados flexión del panel y mezcla con el 0,5 % de fibra

5. Conclusiones

Las adiciones de fibras en porcentajes del 0,3 %, 0,5 % y 0,8 % provocan que la muestra se mantenga cohesionada después de las rupturas por compresión, flexión y tracción. El aumento progresivo de fibra de cabuya reduce la resistencia a la compresión, debido a que se sustituye los materiales compuestos por fibras. Por ello, no constituye un elemento estructural.

El incremento de las fibras de cabuya mantiene cohesionada la matriz cementicia, lo que provoca que no se genere una ruptura del elemento sino que se logra el control de fisuras y agrietamientos. Al emplear mayor porcentaje de fibra de cabuya, la trabajabilidad disminuye considerablemente, lo que genera inconvenientes debido a que se crean burbujas de aire. La adición de fibras de cabuya reduce el peso de las muestras con respecto a las que no contienen fibras, lo que resulta en morteros ligeros. La mejor dosificación para la elaboración de los paneles corresponde al 0,5 % de fibra, debido a que mantiene una buena resistencia y trabajabilidad.

La resistencia final del panel es de 7,8 Mpa, clasificándolo en clase 2 tipo C, destinado a mampostería de uso interior, y cumple con la normativa NTE INEN 8336, acerca de placas planas de fibrocemento. El diseño resultante es

una alternativa para mitigar la contaminación ambiental provocada en el área de la construcción, además de ser un material que puede sustituir diferentes fibras sintéticas.

Referencias bibliográficas

- Baldeón, J. (2013). *Estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas (preparadas en el laboratorio) utilizando como lecho filtrante la fibra de cabuya furcraea andina como alternativa de biorremediación*. Tesis, Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/766/1/UNACH-EC-IMB-2013-0001..pdf%0Ahttp://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/766>
- Bernat, E., Puigvertb, F., Abdelmoulac, H. y Gild, L. (2018). Additioning Alfa Fibres in Cement Mortar. *Revista de la Construcción*, 17(1), 72-84. <https://doi.org/10.7764/RDLC.17.1.72>
- INEC. (2011, 24 de agosto). El 80 % de las empresas en Ecuador no invierten en protección ambiental. *Ecuador en cifras*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-80-de-las-empresas-en-ecuador-no-invierten-en-proteccion-ambiental/>
- Olivera, A., Caballero, M., y Alavéz, R. (2018). Biocompuesto cemento tepexil reforzado con fibras de *Agave angustifolia Haw* como mortero ligero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i21.1531>
- Pertuz, A. M. (2010). *Constructions and Environments*, 1, 105-114.
- Pinzón, S. (2013). Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto modificado con fibra de fique. *Ingenierías*, XVI(61), 27-37.
- Quintero, S. y González, L. (2006). Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Ingeniería y Desarrollo*, 134-150.
- Rodríguez, J. y Díaz, N. (2017). Evaluación de un material compuesto reforzado con fibras de bagazo en matriz de cemento. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 51(1), 53-59. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223153894009.pdf>.

Protocolo para la documentación de bienes patrimoniales de Loja, Ecuador, mediante del uso de BIM

Autor: Ricardo Andrés Feijoó Guerrero

Investigador independiente

Director: Mgtr. Arq. Claudia Costa-De los Reyes

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2021

1. Introducción

El desconocimiento sobre su importancia y la falta de información sobre los bienes patrimoniales en la ciudad de Loja han ocasionado una deficiente y complicada gestión de los mismos. Muchos de ellos se encuentran en estado de deterioro, pérdida o derrumbamiento, sucesos que ocurren al no contar con la información que permita orientar las actuaciones sobre los bienes patrimoniales, elementos importantes para la ciudad.

Los bienes patrimoniales constituyen elementos arquitectónicos y pruebas de cómo la arquitectura ha evolucionado en la ciudad. Con el pasar de los años, estos inmuebles patrimoniales son afectados, amenazados, alterados o destruidos por diferentes situaciones adversas. Entre ellas, la falta de interés que provoca el abandono de los bienes por parte de los propietarios, deterioro por falta de conservación, intervenciones sin criterio técnico (que dañan o destruyen elementos originales o primordiales de la edificación) que modifican elementos en fachadas o se generan falsos históricos, lo cual incurre en la pérdida y degradación de los mismos.

Letellier (2007) menciona que la documentación es una forma de conservar un bien patrimonial y la manera de comprender el estado físico y funcional del edificio, lo que la vuelve una actividad ineludible. La documentación actual de estos inmuebles es realizada mediante metodologías tradicionales referidas al registro e inventario de bienes patrimoniales, realizadas por el INPC (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural), lo que provoca que esta información se encuentre fragmentada y sea difícil de manejar, lo que constituye un obstáculo para el mantenimiento y la gestión del edificio con características patrimoniales y ocasiona, en muchos casos, deterioro y pérdida de los bienes debido a no contar con herramientas que permitan una adecuada gestión, vinculación y técnica para su conservación.

De acuerdo con Rebbeka Volk *et al.* (2014), el BIM es una herramienta que se puede utilizar para la gestión de la documentación arquitectónica. Por lo tanto, el contenido de la presente investigación tiene como objetivo vincular la información relacionada con un edificio con valor patrimonial de la ciudad de Loja, utilizando el BIM como herramienta digital que facilita la gestión y la vinculación de información de un proyecto. Así, se desarrolla un protocolo para la documentación de bienes patrimoniales en la ciudad de Loja, que usa la plataforma BIM. Este protocolo tiene como finalidad gestionar y vincular de manera ágil, efectiva y ordenada la información asociada a una edificación, lo que permite una mejor conservación y gestión del patrimonio. Para lograrlo, en primer lugar, se realizará un análisis detallado sobre la importancia de la documentación patrimonial. Se buscará comprender su valor y relevancia en la conservación de los bienes patrimoniales. A continuación, se llevará a cabo una exploración exhaustiva de las características y funciones de la plataforma BIM como herramienta para la creación de un protocolo de documentación patrimonial. Se analizarán sus capacidades y potencialidades, con el objetivo de aprovechar al máximo sus ventajas en el contexto del proyecto.

Para identificar los procesos de generación de protocolos en la documentación de bienes patrimoniales, se examinarán las herramientas y técnicas disponibles para llevar a cabo esta tarea, con el propósito de obtener un conocimiento profundo que permita desarrollar un protocolo eficiente y completo. Por último, se llevará a cabo la elaboración del protocolo en sí. Se buscará estandarizar el proceso de documentación de bienes patrimoniales mediante su aplicación en un caso de estudio específico. Esto permitirá demostrar las

ventajas y posibilidades que ofrece el uso de BIM en la gestión de la información y la conservación del patrimonio.

2. Revisión bibliográfica

El concepto de patrimonio ha ido evolucionando a lo largo del siglo, desde aspectos de la historia del arte como nos menciona Angle (1982), hasta el enfoque jurídico referido a cada una de las leyes de protección de bienes culturales según Álvarez (1992). No obstante, González Varas (2000) afirma que se debe reducir la categorización de monumentos artísticos¹ solo a aquellos elementos a los que se concede un valor y significado particular y distintivo, que tengan características diferentes de los demás. Josep Ballart (1997) señala los tipos de valores que pueden otorgarse a los bienes culturales dividiéndolos en tres grandes categorías:

- Valor de uso
- Valor formal
- Valor simbólico/significativo

Como conclusión, se define el patrimonio cultural como el conjunto de bienes materiales e inmateriales, tangibles e intangibles, nacidos de la producción humana que se consideran como una herencia cultural propia del pasado; la cual se debe conservar, mantener y transmitir a las generaciones presentes y futuras (Unesco, 2017).

La provincia de Loja actualmente posee 1013 bienes inmuebles inventariados inscritos por el INPC. Según la Ordenanza Municipal de Urbanismo, Construcciones y Ornato del Cantón Loja (2008), el centro histórico de la ciudad es donde se encuentran la mayoría de esos bienes, establecidos en tres categorías (figura 1). Cada uno de los bienes inmuebles inventariados está documentado por el INPC. Esta información está organizada en módulos (registro e inventario), mapas y fichas. Se utiliza la herramienta SIPCE, que organiza los datos de registro e inventario de patrimonio material e inmaterial a escala nacional; sin embargo, esta información se encuentra dispersa y fragmentada debido a la inexistencia de una vinculación en una sola plataforma. Asimismo, no se encuentra actualizada y la forma en que se registran los daños no

1 Monumento artístico: parte del patrimonio cultural y del patrimonio histórico (González Varas, 2000).

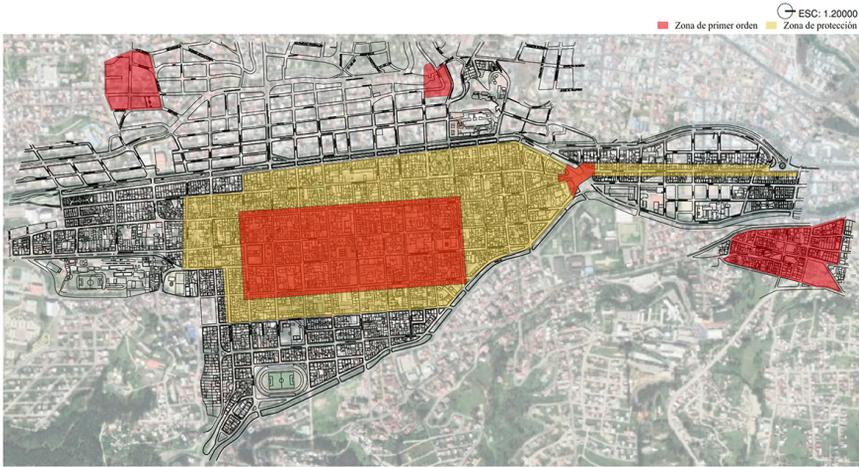


Figura 1. Zonas de protección del Centro Histórico de ciudad de Loja

es clara, por no disponer de una codificación adecuada para viviendas con valor patrimonial.

La documentación es toda actividad de registro clave para la gestión de la conservación de los edificios patrimoniales, y permite asegurar que futuras generaciones conozcan estos vestigios de cómo la arquitectura ha evolucionado. La documentación arquitectónica de bienes patrimoniales es la captura gráfica y fotográfica que describe la evolución de la configuración física y la condición del lugar del patrimonio. Para los que realizan esta actividad, se puede efectuar análisis técnicos, que consisten en proporcionar descripciones visuales precisas y objetivas del diseño, la construcción, materiales y el estado del inmueble patrimonial. El resultado de esto es un *dossier* técnico² que consta de los registros gráficos, los cuales brindan los datos básicos necesarios para la conservación y actividades relacionadas a esta.

2 *Dossier* técnico: documento físico o digital con documentos de detallada información.

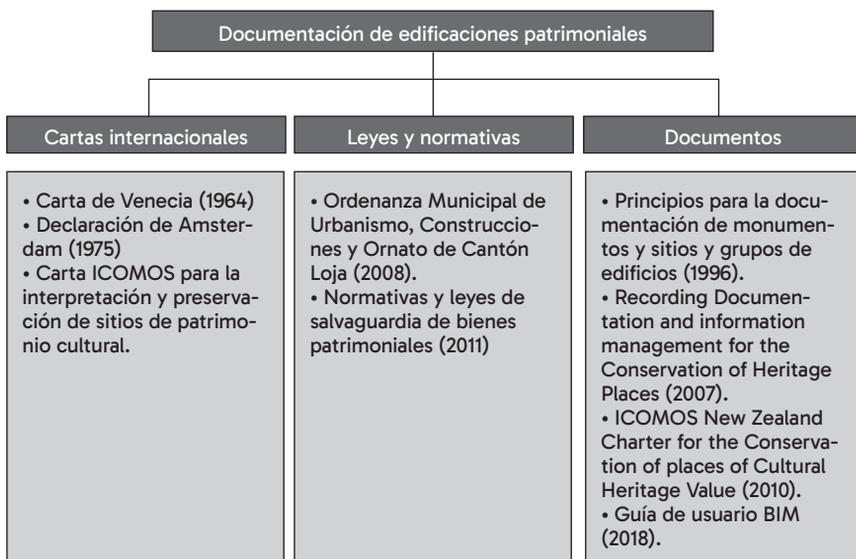


Figura 2. Documentación de edificaciones patrimoniales

Considerando que se trata de la documentación de bienes patrimoniales, esta debe cumplir las normativas y leyes pertinentes. Por ello, es importante conocer qué manifiestan las cartas y documentos internacionales sobre registro de bienes patrimoniales. De igual manera, se debe observar el marco normativo de cómo poder aplicar las herramientas BIM para realizar la documentación arquitectónica de un bien patrimonial (figura 2).

Hay que recordar que BIM no es únicamente un *software* ni basta usar modelos tridimensionales, sino que es un proceso y consolidación de información para proyecciones a futuro, a fin de realizar cambios significativos en el flujo de trabajo y procesos de entrega para un mejor beneficio (Hardin, 2009). El objetivo del BIM es ayudar a potenciar el empleo de un modelo virtual de información unificado que permita desarrollar distintos procesos de trabajo de un modo coordinado, sistemático y eficiente. Es igualmente importante considerar que las herramientas BIM permiten vincular información de un modo coherente y fácil de gestionar.

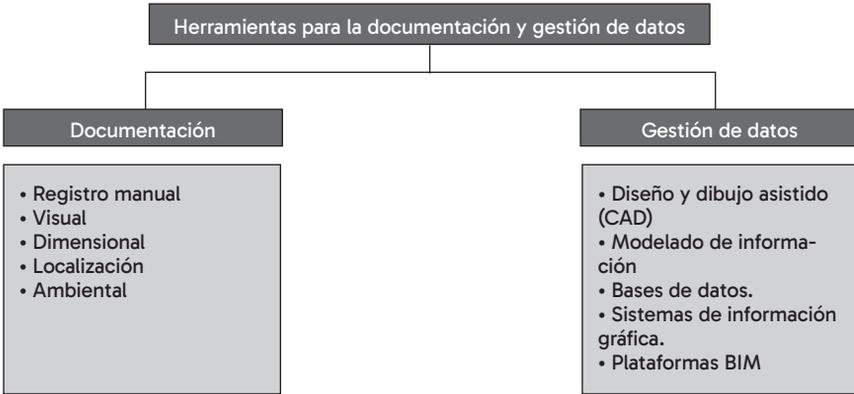


Figura 3. Herramientas para la documentación patrimonial
Fuente: Adisson, 2007

Actualmente, los métodos y técnicas para la documentación patrimonial avanzan a medida del desarrollo de nuevas tecnologías, desde un dibujo realizado de manera manual en campo, uno asistido por computador (CAD) hasta una gran base de datos vinculados a un plano o modelo tridimensional (3D), diferentes formas que ayudan a conservar la información patrimonial de una manera apropiada. Algunas de ellas son las descritas en la figura 3.

Por otra parte, teniendo en cuenta que un protocolo es una secuencia detallada de un proceso de actuación científica y técnica, se revisan algunos de ellos con el objetivo de conocer la información necesaria para ser integrada al protocolo que se va a proponer. No obstante, no existe una guía universal establecida para la documentación patrimonial debido a que se puede modificar o realizar específicamente para cada ciudad o país (Agathos y Kapidakis, 2011).

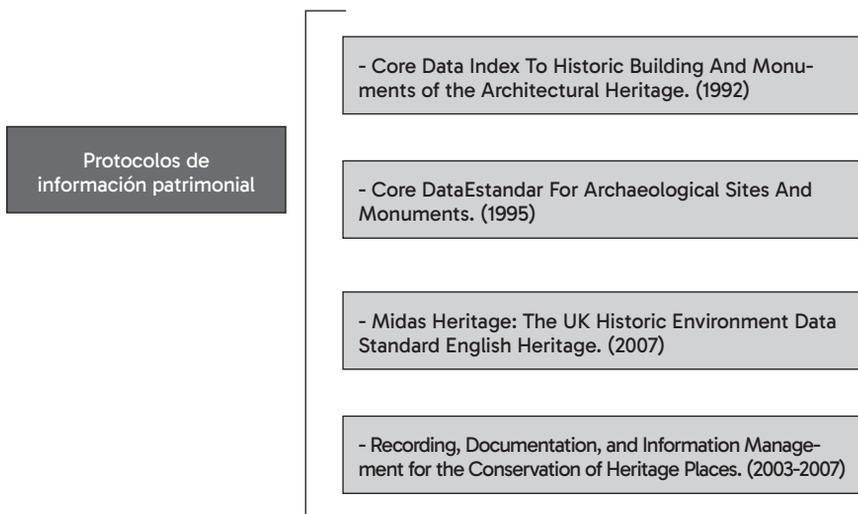


Figura 4 . Protocolos de información patrimonial

3. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, se emplea la metodología de Arias Galicia (1991), que consta de seis etapas. En la primera, se define el problema de investigación; en este caso, la documentación de bienes patrimoniales, la forma como se organiza la información y la necesidad de un protocolo. La etapa dos consiste en documentar viviendas con valor patrimonial con la utilización de herramientas manuales y digitales. La etapa tres se enfoca en la recopilación de la información: se identifican procesos de cómo realizar un protocolo de documentación patrimonial, bases teóricas y un marco conceptual, a través de los cuales se puede realizar todo el trabajo.

En la etapa número cuatro se realiza el procesamiento de datos: se establecen los procesos a través de los cuales se lleva a cabo la documentación, se organiza la información, se crea la plataforma BIM y la base de datos. En la etapa número cinco, se organiza la información que se ha obtenido del bien inmueble a fin de realizar diferentes interpretaciones mediante tablas que

forman parte del protocolo. Finalmente, en le etapa seis, una vez aplicado el protocolo, se obtienen los resultados de documentación utilizando BIM; en este caso, los planos resultantes (fig. 5).

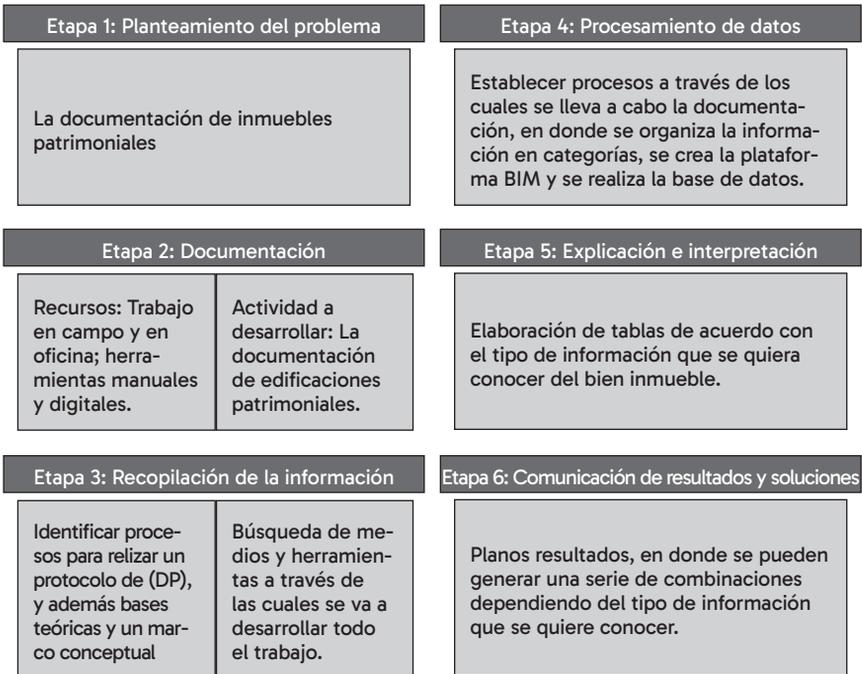


Figura 5. Cuadro de recolección de datos para poder aplicar herramientas BIM

4. Resultados

Tomando en cuenta la información mencionada en los protocolos que se debe considerar para la documentación patrimonial, se empieza a desarrollar el proceso de generación de protocolo para la documentación patrimonial de

Fase preliminar 1: Recopilación	
<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de información general - Levantamiento fotográfico - Recopilación gráfica (documentos, escritos, etc.) - Consideración de recursos para realizar la documentación. 	
Fase 2: Sitio	
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre del edificio - Número de referencia - Información del sitio <ul style="list-style-type: none"> - Ubicación - Emplazamiento - Topografía - Temperatura y vientos - Edificaciones patrimoniales - Entorno directo 	
Fase 3: Edificación	
<ul style="list-style-type: none"> - Información histórica del inmueble. - Información acerca de la edificación <ul style="list-style-type: none"> - Fecha de construcción - Autor o creador de la obra - Diseño y decoración original - Ampliación y uso - Forma, tipo y dimensiones del edificio - Importancia cultural/Elementos representativos - Estructura de la vivienda - Gestión, mantenimiento y reparaciones - Características interiores y exteriores de la edificación - Daños de la edificación - Levantamiento arquitectónico inmueble - Planos originales y actuales del inmueble 	
Fase 4: Desarrollo de la plataforma BIM	
<ul style="list-style-type: none"> -Elección de la plataforma BIM - Nivel de detalle (LoD) - Elección de la técnica para realizar el levantamiento - Realizar el levantamiento - Resultados según objetivos planteados 	
Fase 5: Vinculación, documentación y resultados	
<ul style="list-style-type: none"> - Combinación de variables para la generación de resultados - Vinculación de la información - Documentación del inmueble patrimonial 	

Figura 6. Adaptación de protocolo para la documentación patrimonial
 Fuente: Protocolos internacionales de documentación.
 Elaboración propia.

la ciudad de Loja. Para ello se realiza una adaptación de los siguientes protocolos internacionales de documentación (figura 6):

- The Getty Conservation Institute, 2007.
- Core Data Index to Historic Buildings and Monuments of Architectural Heritage, 1995.
- Midas Heritage: The UK Historic Environment Data Standard English Heritage, 2012.
- Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles. Getty Conservation Institute, 2007

Para la elección de la plataforma BIM, se escoge el *software* de Autodesk Revit versión 2021, ya que, a diferencia de programas como Archicad, ArcGIS o Sketchup, que también permiten este tipo de trabajo, Autodesk Revit ofrece una gran variedad de herramientas para la creación de los diferentes tipos de familias que se van a utilizar para desarrollar el modelo tridimensional.

La propuesta de protocolo se basa en documentos internacionales de conservación del patrimonio que permiten estandarizar la información y viabilizar su aplicación en diferentes sitios (en este caso: en la ciudad de Loja). El protocolo explica de manera detallada cada una de las fases que se deben realizar para documentar un bien inmueble, describiendo cada uno de los procedimientos con el mayor grado de referencia, de tal manera que permita organizar la información de una vivienda patrimonial y de otros bienes inmuebles, y con ello se puedan jerarquizar acciones de conservación y mantenimiento por parte de las instituciones encargadas de la gestión del patrimonio de la ciudad.

Sin embargo, no se considera un producto terminado, sino un protocolo flexible a modificaciones o actualizaciones que puedan darse de acuerdo con la plataforma que se decida emplear, debido a nuevas funciones que se pueden incorporar, como mejores maneras de representación de datos y almacenamiento de información.

Cada elemento se codificó mediante un estándar internacional (Uniformat), que se complementa con otra codificación específica por componente, la cual se pueda aplicar a cualquier caso de estudio. De igual manera, mediante una generación de un modelo genérico, se crean rutas de acceso hacia los archivos en los cuales se encuentra la información base existente, como ficha INPC y levantamiento fotográfico.

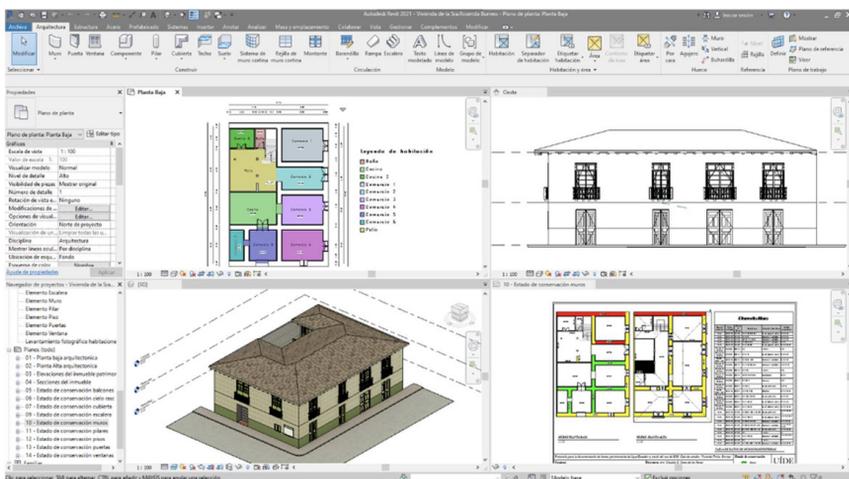


Figura 7. Interfaz BIM del protocolo

La plataforma BIM (Autodesk Revit) permite integrar por medio de tablas de planificación, datos referentes a cada elemento, daños, su ubicación, sus posibles causas, fotografías y el estado de conservación de los inmuebles. Conjuntamente trabaja con un sistema de información geográfica con el cual se pueden ubicar de forma exacta los bienes patrimoniales.

5. Conclusiones

Actualmente existen plataformas que permiten vincular información con respecto a bienes patrimoniales. En la investigación, se propone Autodesk Revit como una plataforma que, por medio de procedimientos y herramientas, permite enlazar toda la información asociada a una o varias viviendas del patrimonio cultural de la ciudad de Loja, con el fin de conocer el estado actual de la edificación, sus daños y las posibles causas de los mismos.

El protocolo desarrollado permite estandarizar el proceso de documentación de inmuebles patrimoniales a través de cinco fases, que consideran

trabajo en campo y en oficina. Al mismo tiempo posibilita la recopilación de información asociada de forma ordenada y vinculada a una plataforma BIM, en donde se cuenta con un modelo exacto de la vivienda; donde se pueden identificar todos sus elementos constitutivos, enlazados a tablas de planificación que contienen información acerca de documentos oficiales, datos generales, materiales y estado de conservación, lo que constituye una herramienta efectiva que permite la conservación, gestión y mantenimiento de los bienes patrimoniales de la ciudad.

La presente investigación constituye un aporte a la conservación de las viviendas patrimoniales de la ciudad de Loja, al generar un protocolo de documentación como herramienta que permite una adecuada gestión de la información de este tipo de inmuebles.

Referencias bibliográficas

- Addison, A. C. (2007). *The Vanishing Virtual: Safeguarding Heritage Endangered Digital Record. New Heritage: New Media and Cultural Heritage*. Routledge. New York.
- Agathos, M. y Kapidakis, S. (2011). Discovering Current Practices for Records of Historic Buildings and Mapping them to Standards. En *First Workshop on Digital Information Management*. Corfu, Greece.
- Álvarez, J. L. (1992) *Sociedad, Estado y patrimonio cultural*. Espasa-Calpe.
- Angle, I. C. (1982). Evolución del concepto de patrimonio cultural en Europa. En *Actas de las I Jornadas de Patrimonio Histórico Artístico*, vol. I. Consejo General de Castilla y León.
- Arias Galicia, F. (1991). *Introducción a la metodología de la investigación en ciencias de la administración y del comportamiento*. Trillas.
- Ballart, J. (1997). *El patrimonio histórico y arqueológico: valor y uso*. Editorial Ariel.
- Council of Europe. Committee of Ministers (1995). *Core data index to historic buildings and monuments of the architectural heritage: Recommendation R(95) 3 of the Committee of Ministers of the Council of Europe to member States on co-ordinating documentation methods and systems related to historic*

- buildings and monuments of the architectural heritage*. Conseil de l'Europe. <https://books.google.com.ec/books?id=uTYEQAAACAAJ>
- English Heritage and The Forum on Information Standards in Heritage (FISH) (2012). Guidelines for recording historic environment information, covering the elements and refinements that provide the structure for the MIDAS Heritage standard, Based on MIDAS, 1998. *English Heritage*. https://historicengland.org.uk/images-books/publications/midas-heritage/midas-heritage-2012-v1_1/
- González Varas, I. (2000). *Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas*. Cátedra.
- Hardin, B. (2009). *BIM and Construction Management, Proven Tools, Methods, and Workflows*. Wile y Publishing, Inc.
- Letellier, Robin, Schmid, W., y Leblanc, F. (2007). Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles. *Getty Conservation Institute*. http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/recordim
- Ordenanza Municipal de Urbanismo, Construcciones y Ornato de Cantón Loja. (2008).
- Unesco. (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*: <https://es.unesco.org/>
- Volk, R., Stengel, J. y Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings - Literature Review and Future Needs. *Automation in Construction*, 38(March), 109-127.

Diagnóstico arquitectónico del síndrome del edificio enfermo en las viviendas de interés social Ciudad Victoria, en Loja

Autora: Mónica Katherine Cango Cabrera

Investigadora independiente

Director: Mgtr. Arq. Fernando Moncayo Serrano

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2021

1. Introducción

Actualmente, las personas que viven en áreas urbanas pasan el 80 % y 90 % de su tiempo realizando actividades sedentarias en espacios interiores (Hernández, 2011). La forma de vida actual ha ocasionado la presencia de síntomas relacionados con el síndrome del edificio enfermo (SEE), debido al tiempo de permanencia dentro de espacios cerrados.

Uno de los principales problemas en países latinoamericanos es el déficit habitacional. Por ello, la vivienda de interés social (VIS) ha sido una de las soluciones para cubrir las necesidades de un techo. No obstante, de acuerdo con los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), el déficit cualitativo de la vivienda en Loja se sitúa en un 33,3 %. Esto no implica la necesidad de construir más viviendas, sino más bien de mejorar las condiciones habitacionales de las mismas en cuanto a espacio, materialidad y servicios.

La carencia de confort térmico está ocasionada por falta de conocimiento y descuido en el diseño arquitectónico. Este problema se evidencia por la

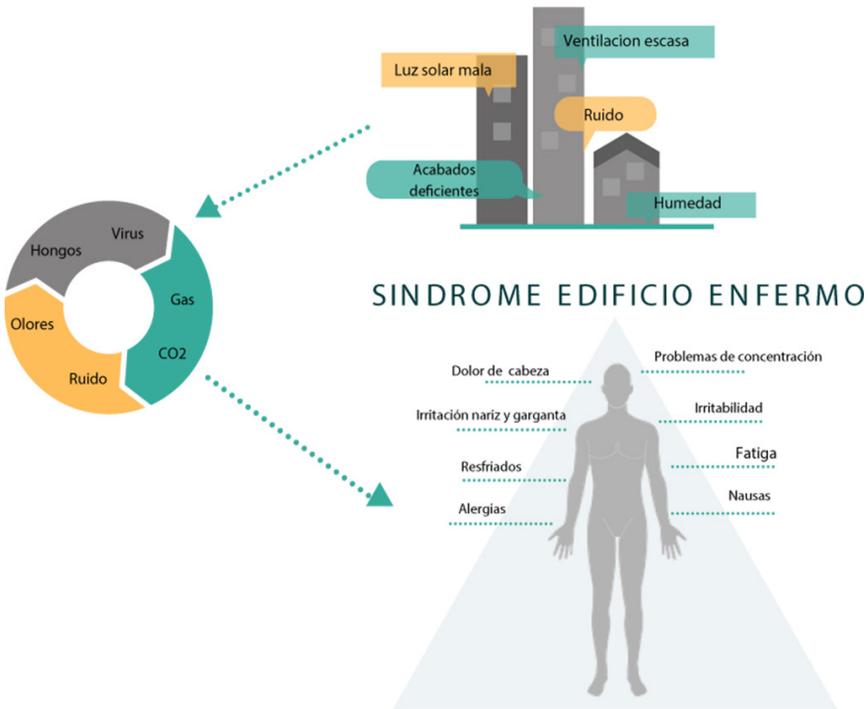


Figura 1. Síndrome del edificio enfermo, factores que lo provocan y afecciones de salud
Elaboración propia

utilización de materiales de baja calidad, ausencia o deficiencia de acabados, y las pequeñas dimensiones de los espacios arquitectónicos. Es notable que estos programas de vivienda buscan reducir el déficit cuantitativo y dejan en un segundo plano el déficit cualitativo de las unidades existentes. Para el cumplimiento de este objetivo, se suelen minimizar costos dentro de la construcción; no obstante, esto conlleva problemas de confort que deben enfrentar las personas que habitan las viviendas (Pérez, 2016).

El objetivo general de este estudio es evaluar los espacios interiores de la vivienda de interés social (VIS) en la ciudad de Loja, específicamente en Ciudad Victoria. Se busca identificar los factores de saneamiento, energía y

eficiencia (SEE) que influyen en estos espacios, con el fin de proponer estrategias de mejoramiento en la envolvente de estas viviendas. Para alcanzar este objetivo, en primer lugar, se llevará a cabo un análisis detallado de la vivienda social, centrándose en los factores del SEE. Se evaluará la iluminación, la ventilación natural y la temperatura presentes en los espacios interiores de estas viviendas. A continuación, se realizará un estudio exhaustivo para determinar cuáles son los factores deficientes específicos en los espacios interiores de las viviendas. Esto se logrará mediante análisis y cálculos matemáticos, que permitirán determinar la presencia y el impacto del SEE en dichos espacios. Esta evaluación cuantitativa será fundamental para comprender la magnitud de los problemas y orientar las propuestas de mejora.

Sobre la base de los resultados obtenidos, se propondrán alternativas de mejoramiento para los espacios interiores de las viviendas de interés social. Estas propuestas permitirán obtener espacios interiores confortables y adecuados para los residentes, teniendo en cuenta el contexto climático y las condiciones específicas de las viviendas de interés social en la ciudad de Loja

2. Revisión bibliográfica

Se inicia con una revisión de literatura relacionada al SEE. Posteriormente, se abordan variables que pueden ser medibles acerca de iluminación, ventilación, calidad del aire y temperatura (fig. 2). Por otra parte, se analiza un marco normativo de los parámetros establecidos por la NEC. De acuerdo con el capítulo 13 de eficiencia energética, se puede hacer una valoración cualitativa y verificar si las viviendas cumplen o no con los requerimientos mínimos de calidad ambiental (tabla 1).

3. Materiales y métodos

El estudio se basó en una metodología de evaluación ex post, con la que se analiza el contexto de la edificación, calidad y confort; los datos evaluados van desde cuestiones ambientales, cálculos matemáticos y el estudio del usuario (De Jong y Van Der Voordt, 2002). Para lograr la propuesta de mejoramiento térmico de la vivienda, se procede a la evaluación de alternativas para cada

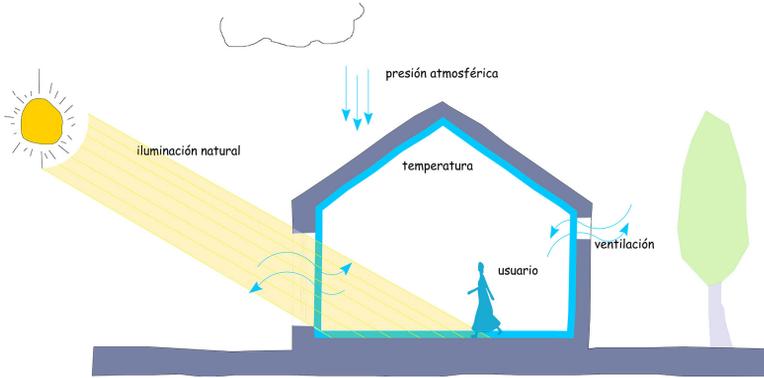


Figura 2. Componentes del confort ambiental: factores físicos, humanos y externos

Tabla 1. Parámetros utilizados para la evaluación de la vivienda según la NEC

Parámetros	Título	Contenido
3	Zonificación climática habitacional	Zona climática en la que se ubica la edificación que se pretende evaluar
4	Exigencias Prescriptivas	Requerimientos mínimos para mejorar el comportamiento térmico de las edificaciones
4.1	Envolvente de la edificación	Exigencias de aislamiento, infiltración de aire, aplicables a partes afectadas de la edificación
4.2	Coefficiente global de pérdida por trasmisión	Componentes de la envolvente
4.3	Control de infiltración del aire	Tasas de infiltración máxima permitidas
4.4	Calidad del aire	Tasas de renovación de aire mínimas
4.5	Valores mínimos de iluminación	Nivel mínimo de iluminación en función de las necesidades de cada espacio

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2018

elemento de la envolvente deficiente. Estas acciones serán evaluadas con relación al costo, debido a que esto le dará operatividad al diseño y permitirá que se haga realidad. Se verificará si las decisiones tomadas cumplen con valores de transmitancia y resistencia térmica, de tal manera que la aplicación a la vivienda optimice calidad, higiene y confort de los espacios interiores, cumpliendo con los requerimientos del usuario, en mejora de las condiciones de habitabilidad y disminución del SEE.

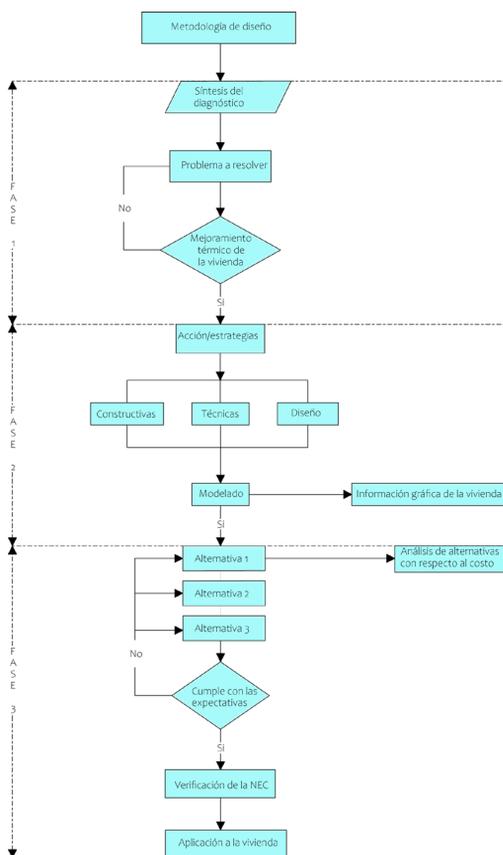


Figura 3. Metodología de diseño
 Fuente: Adaptado de diagramas de Alice Agogino

4. Análisis de caso de estudio

En la etapa de diagnóstico, para la detección del SEE, se hace un estudio de las características ambientales con datos extraídos de la estación meteorológica La Argelia y un análisis de la envolvente de la vivienda con las fórmulas establecidas por la NEC. Finalmente, un estudio del usuario con encuestas aplicadas.

Tabla 2. Comparación de valores obtenidos de la envolvente

Elemento analizado	Montaje máximo U Calculado	Montaje máximo U requerido	Cumplimiento	
			Sí	No
Pared	3,1	2,35		x
Piso	2,4	3,2	x	
Losa de cubierta	3,7	2,9		x
Vidrio	5,7	5,78	x	
Techo	4,6	2,9		x

Elemento analizado	Valor min. R de aislamiento calculado	Valor min. R de aislamiento requerido	Cumplimiento	
			Sí	No
Pared	0,31	0,36		x
Piso	0,41	0,31	x	
Losa de cubierta	0,27	0,89		x
Vidrio	0,17	0,82 Montaje máximo SHGC	x	
Techo	0,21	0,89		x

Se contrastan los valores de confort térmico obtenidos con los rangos establecidos, se evidencia que los elementos de la envolvente (pared, techo, losa) no cumplen con los coeficientes de transmitancia y resistencia térmica (tabla 2). Por ello, se detecta que los síntomas que prevalecen, como resfriados, infecciones respiratorias, cuadros de asma, alergias y dolor de cabeza, están relacionados con el SEE, lo cual valida esta investigación.

Alternativas de mejoramiento

Se proponen alternativas de mejoramiento para cada elemento deficiente de la envolvente, como por ejemplo el ladrillo tipo jaboncillo en pared (tabla 3). Posteriormente, se elabora el cálculo del presupuesto usando el *software* Obras 4.0, lo cual que nos permitirá elegir cuál de las alternativas propuestas es la más apta en relación costo-beneficio para la aplicación en la vivienda, considerando que se trata de una vivienda de interés social.

5. Resultados

En esta sección, se presentan soluciones arquitectónicas y constructivas para rectificar los problemas del confort asociados al SEE (fig. 4). Para obtener una envolvente hermética y continua, se debe asegurar la continuidad de la solución térmica, y evitar humedad por condensación.

Los materiales utilizados en la envolvente son ladrillo tipo jaboncillo de 7 cm; no se proponen recortes debido a que disminuye su transmitancia y resistencia térmica y, al ser un elemento poroso, es más fácil la proliferación de moho. Se lo coloca según el tipo de aparejamiento tradicional, porque es más económico para ser añadido en la vivienda social.

Tabla 3. Ejemplo de cálculo de transmitancia y resistencia con ladrillo tipo jaboncillo

Cálculo				Esquema
1	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica λ (W/m ² ·K)	
Elemento compuesto bloque	Revestimiento	0,01	1,35	
	Bloque de cemento	0,02	0,62	
	Cámara de aire	0,06	0,37	
	Bloque de cemento	0,02	0,62	
	Ladrillo jaboncillo	0,07	0,8	
	Mortero de cemento	0,01	1,35	
	Rse	0,04		
	Rsi	0,13		
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			
	Fórmula utilizada	$R1 = Rse + e1/\lambda1 + e2/\lambda2 + e3/\lambda3 + Rsi$		
R1	0,49899311	(m ² ·K/W)		
U1	2,0040357	W/m ² ·K		
2	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica λ (W/m ² ·K)	
Elemento compuesto junta	Revestimiento	0,01	1,35	
	Junta	0,1	1,35	
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica			
	R2	0,34638889	(m ² ·K/W)	
	U2	2,88692863	W/m ² ·K	

3	Componente	Espesor (m)	Conductividad térmica λ (W/m ² ·K)			
Bloque	Revestimiento	0,01	1,35			
	Bloque de cemento	0,1	0,62			
	Cálculo de resistencia y transmitancia térmica					
	R3	0,43360514	(m ² ·K/W)			
	U3	2,30624574	W/m ² ·K			
Cálculo final del elemento compuesto				Cálculo de Áreas - RT-UT		
Bloque	Base	0,4	m	Base - Revest.	0,555	m
	Alto	0,19	m	Alto - Revest.	0,26	m
	Espesor	0,1	m	A1	0,1443	m ²
	Área bloque	0,076	m ²	A2=AT-A1 A3=A1-A2	0,0683 0,2126	m ² m ²
Ladrillo	Base	0,175	m	RT= R*A/AT RT= 1,26129966 (m ² ·K/W) UT= 1/RT UT= 1/1.26129966 UT= 0.792833 W/m ² .		
	Alto	0,09	m			
	Espesor	0,07	m			
	Área ladrillo	0,01575	m ²			
	AT=AB+AL	0,09175	m ²			

Fuente: NEC, 2018.

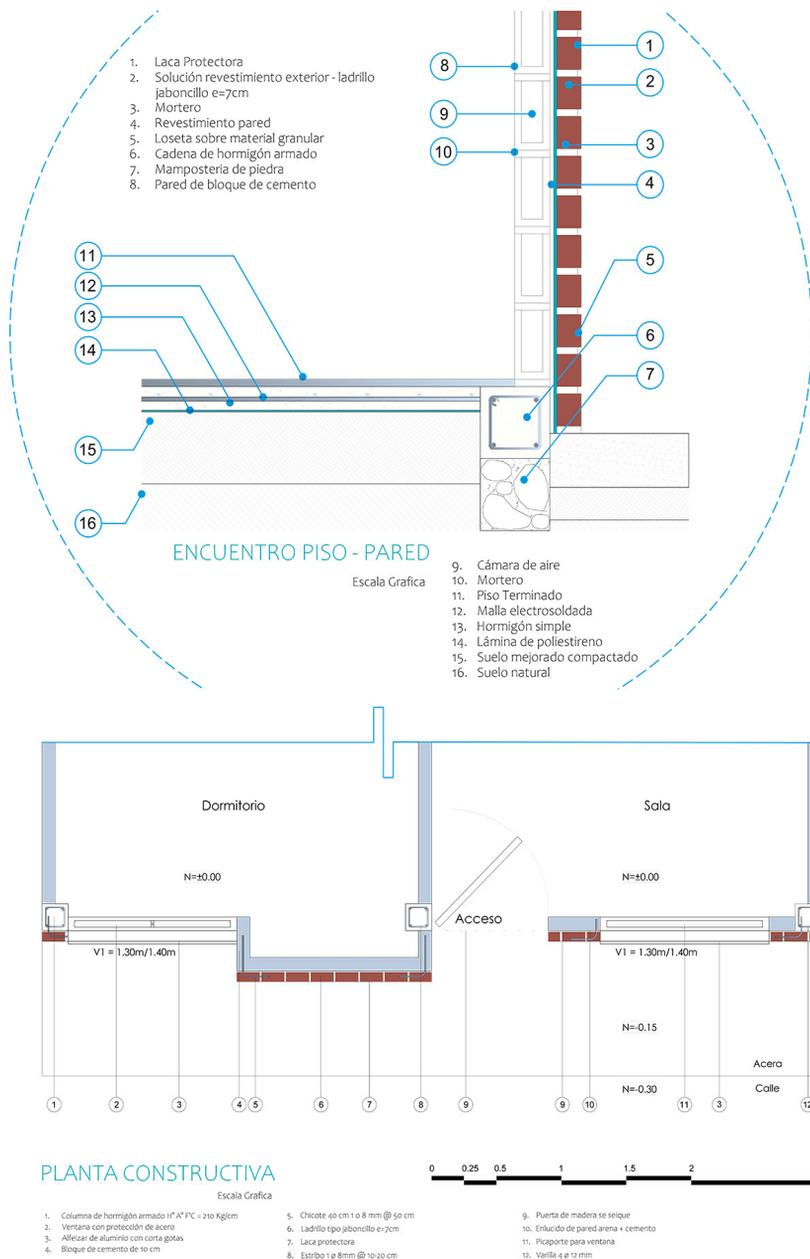


Figura 4. Detalles constructivos encuentro piso-pared de albañilería

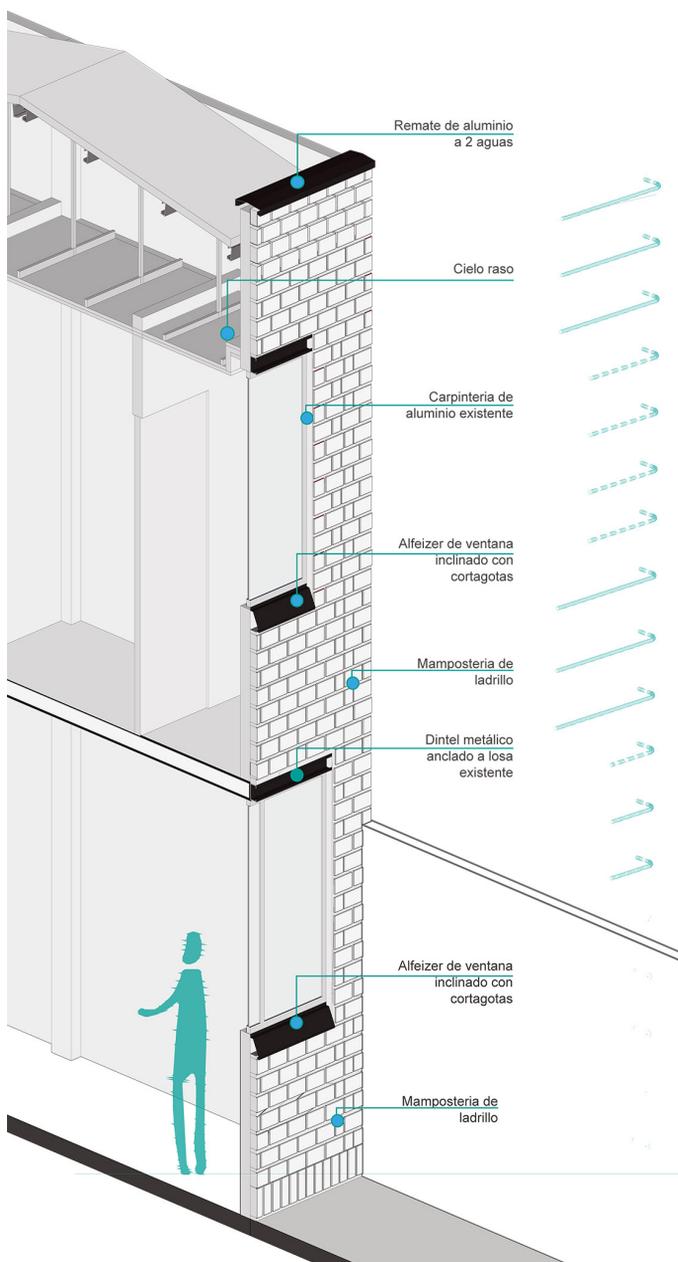


Figura 5. Corte de sección

En este caso, la vivienda ya se encuentra establecida. Vista la solución en planta, no representa una diferencia significativa; más bien, su cambio es notorio en la envolvente, porque al tener contacto con el exterior, minimiza los puentes térmicos, amortigua factores ambientales y reduce la incidencia del SEE.

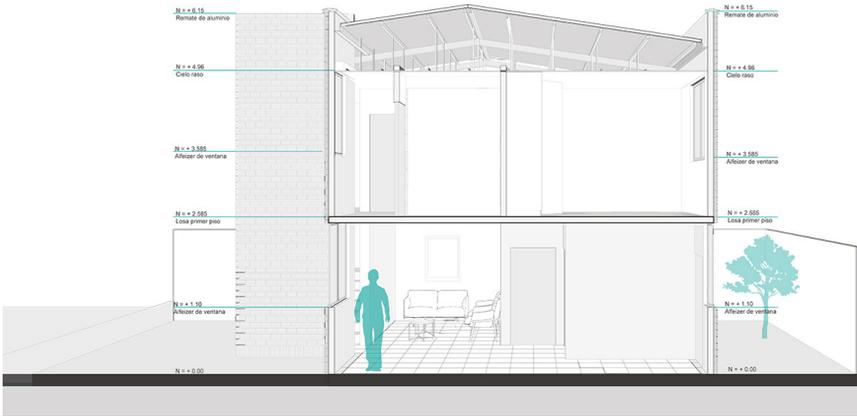


Figura 6. Corte en perspectiva

El resultado final demuestra que la fachada es la respuesta al comportamiento del clima y sobre esta base se comprende por qué este tipo de arquitectura debe tener esta doble piel y la razón por la que se llegó a la lógica de esta solución, pese a las restricciones que se puedan tener en costos o tamaño. Es posible obtener un confort correcto mediante el diseño, la orientación y la aplicación de los materiales de construcción adecuados a las condiciones climáticas de su entorno.



Figura 7. Propuesta para envoltorio de vivienda – T90 /T36

Se verifica que, aunque podría pensarse que las soluciones arquitectónicas para mantener un confort térmico óptimo y así reducir los casos de SEE sean costosas, en realidad las estrategias arquitectónicas aplicadas a la envoltorio pueden ser convenientes costo-beneficio considerando el impacto que pueden generar para los moradores de la vivienda. Se debe dejar de lado este paradigma que alude a los proyectos sustentables como costosos, y difundir más los procesos técnicos para tomar decisiones basadas en la evaluación usando modelación del edificio construido.

6. Conclusiones

Aunque la calidad de los ambientes arquitectónicos y el confort estén normados, en muchos países como Ecuador, con instituciones débiles en lo que respecta al control del cumplimiento de estas normas, se suele pasar por alto la calidad de acabados antes de la ocupación de una edificación. Las soluciones arquitectónicas que hacen posible un buen confort térmico no son costosas si se evalúan de forma técnica y precisa.

Se verificó que la vivienda de interés social no cumple con las condiciones mínimas de confort y habitabilidad, factores físico-ambientales, diseño y

materiales. La deficiencia de ciertos elementos analizados se evidenció con la presencia de síntomas frecuentes relacionados con el SEE. Entre algunas causas, se puede evidenciar que la mala selección de materiales puede jugar un rol importante en la pérdida de calor en los ambientes.

Se observó que aumentando la masa térmica de los materiales de la envolvente vertical, se mejora la temperatura en el interior de las viviendas; y utilizando una pared con menor masa térmica, el interior obtiene menor temperatura, es decir, a mayor masa térmica, mayor comportamiento térmico.

Finalmente, el presente estudio proporciona los conocimientos necesarios para el cálculo matemático de la envolvente según la NEC, con la finalidad de ser replicada para evaluar proyectos habitacionales futuros. Se demuestra que una buena calidad de la vivienda no significa un aumento de costos, sino utilizar los materiales adecuados de manera óptima y responsable.

Referencias bibliográficas

- Bustamante, W., Rozas, Y., Cepeda, R., Encinas, F. y Martínez, P. (2009). *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional y Programa País de Eficiencia Energética (CNE).
- De Jong, T. M. y Van Der Voordt, D. J. M. (2002). *Ways to Study and Research: Urban, Architectural, and Technical Design*. Ios Press.
- Hernández, A. (2011). Control ambiental en interiores. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Capítulo 45. Ministerio de Trabajo.
- Instituto Nacional de estadística y censos (s.f.). *Censo de población y vivienda*. Gobierno del Ecuador. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
- Pérez Pérez, Alex. (2016). El diseño de la vivienda de interés social y la satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario. *Revista de Arquitectura*, 18, 67-75. 10.14718/RevArq.2016.18.1.7.

Investigaciones académicas del eje de urbanismo

Diseño del espacio peatonal en los ejes norte-sur de la Av. Nueva Loja y calle Dieciocho de Noviembre

Autora: Maritza Alexandra Cueva Villao
Investigadora independiente

Director: Mgtr. Arq. Fernando Moncayo Serrano
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2019

1. Introducción

El desarrollo urbano de la ciudad de Loja ha sido producto del crecimiento poblacional y de la configuración surgida desde la época de su fundación en el siglo XVI. Como otras ciudades de fundación española, Loja fue creciendo según las directrices de las Leyes de Indias y la fragmentación de haciendas cercanas al centro urbano. Fue en el año de 1960 que se aprobó el plan regulador de la ciudad, efectuado por el Arq. Gilberto Gatto Sobral, en el que se proyectan los espacios de acuerdo con las actividades predominantes en la zona céntrica de ese entonces, que eran de comercio y servicios principalmente. Actualmente, estas actividades siguen siendo predominantes. Como consecuencia, el flujo vehicular es cada vez mayor no solo en el centro sino en otros focos de atracción. Este hecho ha dado lugar a un espacio público urbano protagonizado por la movilización vehicular, relegando a un segundo plano el espacio para la circulación peatonal.



Figura 1. Sectores de estudio

Nota: adaptado del Plano de la Ciudad de Loja, del Ilustre Municipio de Loja (GAD Loja, 2018). Dominio Público

Por lo expuesto, con la finalidad de identificar los conflictos existentes en los espacios públicos de circulación peatonal, se eligen, dentro del eje longitudinal de la ciudad, dos entornos de movilidad de gran afluencia y conexión; denominándolos Sector 1: sobre la av. Nueva Loja, en sentido norte-sur, desde la calle Daniel Armijos al margen del río Zamora, hasta el hito reconocido como la Puerta de la Ciudad; y Sector 2: desde la Puerta de la Ciudad, en la calle Dieciocho de Noviembre, hasta la calle de intersección Mercadillo (fig. 1).

El objetivo general de este proyecto es intervenir en el entorno de movilidad peatonal ubicado entre los ejes norte-sur de la Av. Nueva Loja y la calle Dieciocho de Noviembre en la ciudad de Loja, con el propósito de mejorar la calidad del espacio público destinado a los peatones. Para lograr este objetivo, en primer lugar, se llevará a cabo la identificación de los factores que condicionan y caracterizan el espacio peatonal, mediante el desarrollo de un marco teórico referencial. Esto permitirá comprender los elementos clave que influyen en la calidad y funcionalidad de los espacios destinados a los peatones. A continuación, se realizará un análisis exhaustivo de casos de estudio que aborden los factores que intervienen en la calidad de los espacios peatonales y los métodos utilizados para su evaluación. Luego se realizará un diagnóstico de la calidad del espacio peatonal en el caso de estudio de la av. Nueva Loja

y la calle Dieciocho de Noviembre, mediante la evaluación detallada de los factores condicionantes allí presentes.

Finalmente, se establecerán estrategias de diseño que mejoren la calidad de los espacios peatonales en los entornos de estudio del Sector 1 y Sector 2. Estas estrategias se basarán en los hallazgos y recomendaciones obtenidos de la investigación y evaluación realizadas anteriormente. Se buscará optimizar la funcionalidad, la accesibilidad y la estética de los espacios, garantizando así una mejor experiencia para los peatones.

2. Revisión bibliográfica

La movilidad urbana sostenible es aquella que debe satisfacerse en determinado tiempo, con costos moderados y minimizando el consumo de energía y los efectos negativos que afectan el medio ambiente, así como la calidad de vida de las personas (Patiño Villa *et al.*, 2011). La movilidad urbana sostenible está conformada por la denominada pirámide o jerarquía de movilidad, la cual, de acuerdo con estudios y criterios realizados sobre sostenibilidad, es fundamental de considerar a la hora de emprender en planes de movilidad urbana.

Dentro de ello, recibe una especial atención la movilidad peatonal, pues los desplazamientos en la ciudad son iniciados por las personas; por lo tanto, son ellas quienes perciben el espacio directamente, así como también establecen relaciones sociales que se efectúan durante sus recorridos, encuentros, o simplemente cuando se detienen a descansar en aquellos lugares que brinden la acogida. De tal manera que los espacios de circulación de la ciudad deben ser bien planificados para que la movilidad peatonal se desarrolle en las mejores condiciones.

Debido al alcance y la multidisciplinariedad que tiene la movilidad peatonal, se analizan y enfocan conceptos, normativas vigentes y casos de estudio, lo cual permite desarrollar y comprender el proyecto, además de que direcciona al cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados. En este sentido, para una mejor comprensión se observa, en la figura 2, un esquema que sintetiza en orden ascendente la relación de los diferentes temas de estudio.

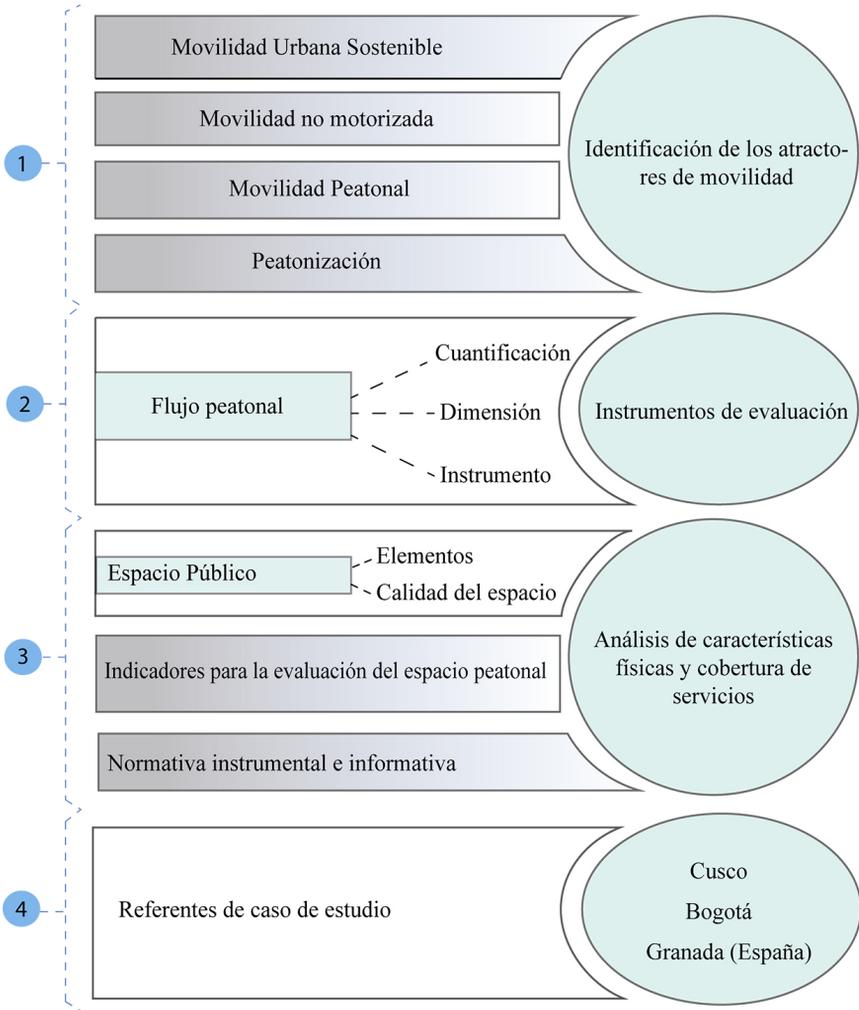


Figura 2. Esquema sintetizado de marco teórico

3. Materiales y métodos

La elaboración de la metodología de diseño se ha complementado con los métodos aplicados en algunos de los referentes de casos de estudio, como son las Redes Ambientales Peatonales Seguras (RAPS) en la ciudad de Bogotá (Heras, 2009), el Plan de movilidad y espacio público de Cusco (Gobierno Regional de Cusco, 2016), y el Ccorredor de movilidad en el área Metropolitana de Granada, España (Talavera-García *et al.*, 2014). De estos planes, se han identificado y contrastado los aspectos considerados en los componentes para ser evaluados en el presente caso de estudio, integrando una revisión de lineamientos de diseño que se puedan adoptar de acuerdo con el contexto local de la ciudad de Loja.

Resultado de ello, se desarrolla la metodología comprendida en dos fases (figura 3), de las cuales, en la primera, se parte de los problemas y potencialidades evidenciados durante la evaluación y diagnóstico del lugar y se conceptualiza la idea generatriz al identificar los componentes principales que tendrá la propuesta, enfocados a movilidad, accesibilidad, servicios, seguridad, infraestructura y medioambiente, siendo además las condiciones que deban satisfacerse para mejorar la calidad de los espacios públicos. Determinados estos componentes, se establece la segunda fase metodológica, que conlleva un plan de mejoramiento urbano del espacio peatonal para los dos sectores de estudio, el cual contemplará las acciones estratégicas proyectadas basándose en los indicadores obtenidos para cada componente anteriormente mencionado, y que obedecen a las principales condiciones que debe de tener un espacio peatonal para ser de calidad (Páramo y Burbano, 2013; Valenzuela-Montes y Talavera-García, 2015; Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2012).

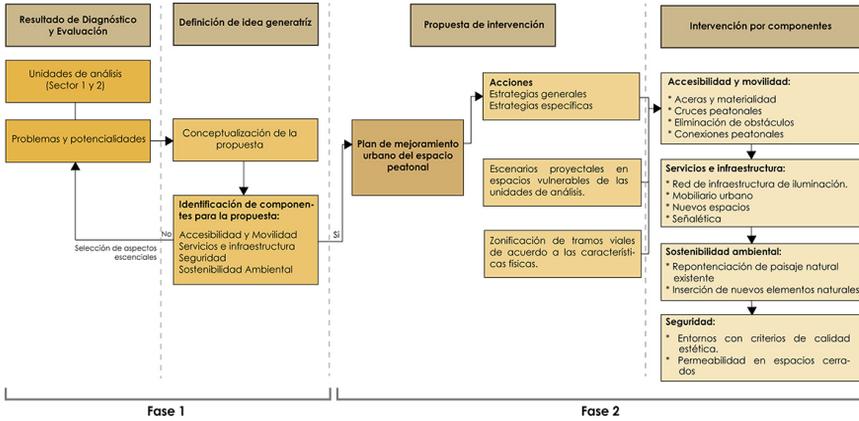


Figura 3. Metodología de diseño de la propuesta

Fuente: Gobierno Regional de Cusco *et al.*, 2016; Páramo y Burbano, 2013; Talavera-García *et al.*, 2014; Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2015

4. Análisis de caso de estudio

Con el análisis de la problemática y evaluación de los sectores de estudio, se identificaron los componentes consolidados y calificados por los usuarios —accesibilidad, servicios, infraestructura, seguridad y medioambiente—, para los cuales se pudo establecer estrategias adecuadas. Se obtuvo el flujo peatonal promedio de los dos sectores analizados durante cuatro días, por medio de los procesos metodológicos referenciados para este tipo de estudios; y se obtuvo un resultado promedio de movilidad peatonal de 12 117 personas que se desplazan a lo largo de los ejes, producto además de la sumatoria del dato más alto evidenciado en cada punto. Este dato se empleó como población finita, para generar una muestra significativa de personas que se debía encuestar, lo que ayudó a obtener la evaluación y la calificación sobre las condiciones actuales de los entornos en los espacios públicos peatonales (fig. 4).

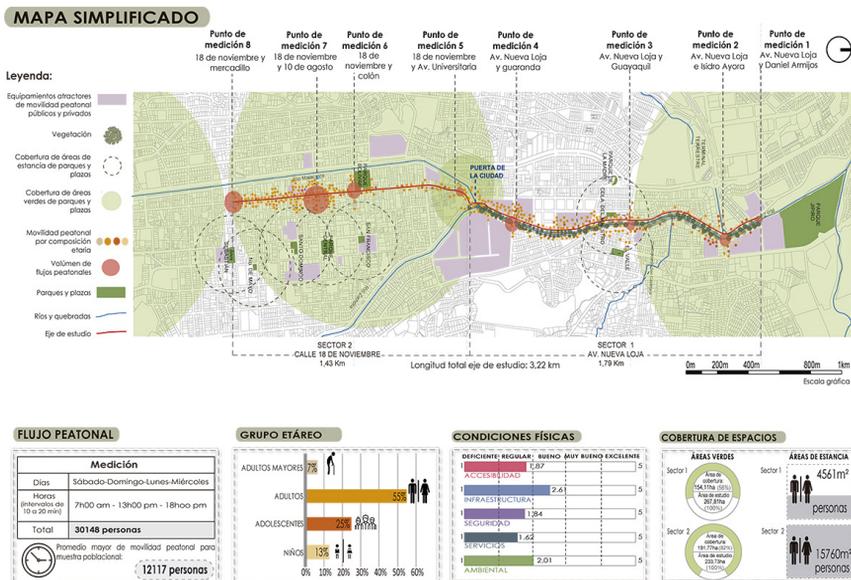


Figura 4. Mapa simplificado de la fase de diagnóstico e investigación de campo en los sectores de estudio (Sector 1 y Sector 2)

5. Resultados

Producto de la evaluación y el análisis, se propuso un plan de mejoramiento urbano del espacio peatonal para los dos sectores de estudio. Se empezó desde los espacios más vulnerables y conflictivos, para luego integrarlos con los demás tramos viales, contemplando acciones estratégicas basadas en los indicadores obtenidos para cada componente, y obedeciendo a las principales condiciones que debe mantener un espacio peatonal de calidad.

Se subdividieron los sectores de estudio en cinco tramos viales, con el fin de establecer menores distancias en los recorridos peatonales, respecto a los atractores de movilidad peatonal. Estos tramos se agruparon de acuerdo con las características similares que existen entre ellos. Consecuentemente, el diseño de los espacios se conceptualizó en relación con la función, la forma y el uso

del espacio, planificando aceras y áreas disponibles con franjas de servicio, conforme el espacio lo permite a lo largo de los dos sectores de estudio. Así se promueve, en todo momento, el uso prioritario que debe tener el peatón en los espacios públicos.

De acuerdo con ello, se categorizaron tres alternativas de aceras, identificadas como acera tipo 1, tipo 2 y tipo 3, cuya configuración, diseño y materialidad se planteó y diseñó sobre la base de las normativas técnicas respectivas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2016) y de los referentes de estudios analizados (fig. 5, 6 y 7).

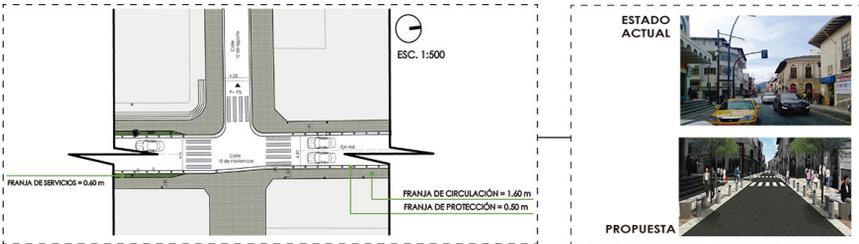


Figura 5. Propuesta de diseño de espacio peatonal. ACERA TIPO 1- Sector 2, Calle Dieciocho de Noviembre y Diez de Agosto

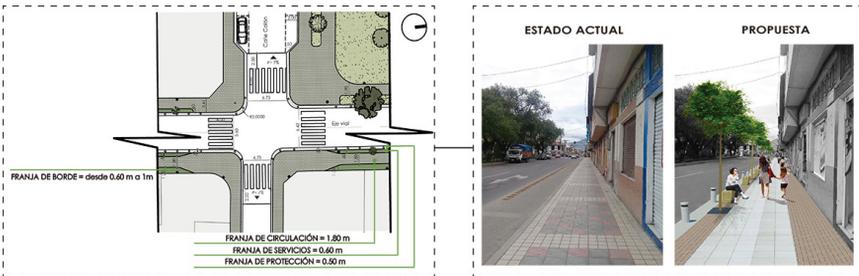


Figura 6. Propuesta de diseño de espacio peatonal. ACERA TIPO 2- Sector 2, Calle Dieciocho de Noviembre y Colón



ESTADO ACTUAL



PROPUESTA



Figura 7. Propuesta de diseño de espacio peatonal. ACERA TIPO 3 - Sector 1, Av. Nueva Loja y calle Guaranda

6. Conclusiones

La revisión bibliográfica relacionada con los factores que condicionan y caracterizan los espacios peatonales orientó la construcción de la metodología para determinar los indicadores idóneos para la evaluación de la calidad del espacio peatonal en los sectores objeto del presente estudio.

Se identificó que los casos de estudio referenciales pudieron ser adaptados al proceso metodológico de la presente investigación debido a la similitud del contexto latinoamericano en el que se encuentra la ciudad de Loja. Sin embargo, los indicadores correspondientes a la seguridad y confort se evaluaron de forma cualitativa, con el fin de captar la percepción directa de los usuarios en los sectores de análisis. Para la condición de seguridad, tanto el

Sector 1 como el Sector 2 fueron calificados con un estado de «regular»: el peatón tiene sensaciones de inseguridad percibidas al transitar, por la materialidad inadecuada y los obstáculos que interrumpen la circulación en las aceras de ambos sectores. Asimismo, la poca presencia policial es otro de los factores que generan inseguridad. Por otro lado, para la condición de confort ambiental, el Sector 1, calificado en estado «bueno», se obtuvo del criterio de la población la falta de áreas de estancia y áreas verdes accesibles, además de la falta de tratamiento de las aguas del río y de las riberas; y el Sector 2, en estado «regular» debido al ruido vehicular, escasos espacios para estancia y cobijo, y algunos tramos sin presencia de elementos naturales.

Se verificó a través del diagnóstico de los sectores de estudio, en la Av. Nueva Loja y calle Dieciocho de Noviembre, la problemática actual que está enfrentando el peatón en el espacio público, debido a la falta de accesibilidad, continuidad, seguridad y confort en los trayectos diarios. La reorganización del espacio peatonal, mediante las franjas de diseño planteadas —de circulación, de servicio, de protección y de borde—, permite mejorar la calidad de los espacios públicos peatonales y mantener los criterios de movilidad urbana sostenible. Además, la variación en la disposición de los espacios del diseño propuesto para las aceras motiva los desplazamientos peatonales, sin que se pierda el nivel de jerarquía prioritario para el peatón.

Referencias bibliográficas

- Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2015). *Manual de Diseño Urbano* / compilado por Daniel G. Chain. - 1.ª ed. Ministerio de Desarrollo Urbano del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <https://buenosaires.gov.ar/desarrollourbano/manualdedisenourbano>
- Gobierno Regional de Cusco, Gobierno Municipal de Cusco y Banco Mundial. (2016). *Plan Cusco Vol. 5 : Una ciudad para caminar*. <https://pubdocs.worldbank.org/en/973031522170409850/pdf/Revista-Ed-5-Movilidad-peatonal.pdf>
- Heras, J. (2009, abril 20). Diseño de una estrategia para la conformación de redes ambientales peatonales seguras, RAPS, enmarcada en la estrategia distrital de protección al peatón y el plan maestro de movilidad para Bogotá D.C. *Red de Repositorios Latinoamericanos*. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2897849>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2016). Nte Inen 2243. *Accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida al medio físico. Vías de circulación peatonal*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2243.pdf
- Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (2012). *Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas. Mas allá del Auto*. ITDP, México. <https://mexico.itdp.org/download/guia-de-estrategias-para-la-reduccion-del-uso-del-auto-en-ciudades-mexicanas>
- Páramo, P. y Burbano, A. (2013). Valoración de las condiciones que hacen habitable el espacio público en Colombia. *Territorios*, 24(24), 187-206. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/2557%0A>
- Patiño Villa, C. A., Useche, O., Alvarado Salgado, S. y Avellaneda, P. (2011). Movilidad urbana sostenible. *Radio UNAL*. <http://www.unradio.unal.edu.co/nc/detalle/cat/un-analisis/pag/36/article/movilidadurbana-sostenible.html>
- Talavera-García, R., Soria-Lara, J. A. y Valenzuela-Montes, L. M. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'Analisi Geografica*, 60(1), 161-187. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.55>
- Valenzuela-Montes, L. M. y Talavera-García, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: Una revisión de enfoques, factores y condicionantes. *Eure*, 41(123), 5-27. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000300001>

Diseño de un centro de desarrollo comunitario mediante una metodología participativa en el barrio Motupe Alto de la ciudad de Loja

Autora: Nathaly Silvana Nero Campoverde
Investigadora independiente

Directora: Mgtr. Arq. Verónica Muñoz Sotomayor
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

En Latinoamérica, los barrios periféricos aún mantienen la organización comunal como una tradición, donde la comunidad busca dotarse de su propia infraestructura mediante mingas, gestiones y donaciones. Estos procesos comunitarios son un potencial para la generación de soluciones frente a las necesidades de infraestructura y espacio comunal pero, en ocasiones, presentan problemas en el ámbito constructivo, principalmente porque la comunidad no tiene una base técnica para su ejecución y, por ende, se generan daños posteriores a la ejecución de la obra.

En el caso del barrio Motupe Alto, la falta de infraestructura comunal ha provocado que los moradores soliciten espacios privados con el fin de celebrar eventos deportivos, religiosos o culturales del barrio. En ciertas ocasiones, la comunidad se moviliza fuera del barrio para desarrollar actividades en familia, lo que genera una molestia para los moradores al no disponer de un espacio

adecuado que permita realizar este tipo de dinámicas, lo que debilita la interacción colectiva y genera, en consecuencia, segregación dentro del barrio.

A pesar de la inexistencia de infraestructura comunal, el barrio, desde su creación hasta la actualidad, ha sido un ejemplo de autoorganización entre los moradores, quienes han buscado solucionar las necesidades comunitarias. Estos procesos han ido creando trabajos de mejora barrial, eventos socioculturales y talleres de emprendimiento, lo que refleja su fuerte organización. De esta manera, el trabajo en comunidad se vuelve un gran potencial para el desarrollo. Según Wiesenfeld (2001), la participación comunitaria es el proceso de liderazgo y autoorganización que involucra a los actores en la toma de decisiones y en las soluciones sociales que permitan resolver sus necesidades; además, garantiza un proceso democrático entre la comunidad. Así, la dotación de un centro comunitario vinculado a la participación de la comunidad y un acompañamiento técnico permitiría la generación de un espacio donde se propicie el encuentro, la integración de los habitantes y el empoderamiento social.

El objetivo general de este proyecto de fin de carrera es realizar el diseño arquitectónico de un centro comunitario en el barrio Motupe Alto, con la aplicación de una metodología de diseño participativo. El enfoque principal será involucrar a la comunidad en el diseño para asegurar que sus necesidades, deseos y perspectivas se consideren en el resultado final. Para ello, se realizará una revisión bibliográfica para identificar los elementos clave que deben considerarse en un proceso de diseño participativo de un centro comunitario. Luego, se analizará el contexto urbano y las características socioeconómicas del sitio que se va a intervenir en Motupe Alto, a fin de identificar los problemas y potencialidades tanto físicos como sociales que presenta el barrio. Se integrará la metodología participativa en este análisis, para asegurar así que los resultados sean considerados en las decisiones de diseño urbano y arquitectónico.

A partir de ello, se desarrollará el diseño teniendo en cuenta el marco normativo y las regulaciones vigentes, así como las necesidades y preferencias de la comunidad. Se buscará crear un espacio arquitectónico funcional, estéticamente agradable y adecuado a las características y demandas de la comunidad.

2. Revisión bibliográfica

Los equipamientos comunitarios son un conjunto de espacios físicos que dan soporte a diferentes actividades humanas, lo que conlleva clasificarlos en varios tipos y funciones. Además, son considerados como elementos articuladores del espacio urbano ya que se convierten en atractores de flujos definidos por las mismas actividades de la comunidad (Rodríguez, 1990). Por ello, los equipamientos comunitarios no solo constituyen un espacio físico y material para una función específica. Al contrario, son lugares con significado, donde se construyen historias que promueven tradiciones locales y generan sentido de pertenencia en las comunidades donde se los implementa.

La forma de gestión comunitaria se entiende como la facultad de tomar decisiones al elegir los medios para lograr un fin o una meta establecida. En este sentido, la autogestión viene de los propios beneficiarios, quienes toman las decisiones de manera autónoma sobre los medios y los propósitos de las iniciativas, así como la distribución de sus beneficios (Pérez, 2006). Para cubrir las debilidades del diseño comunitario, donde suele haber mucha mano de obra y gestión pero pocos o nulos conocimientos técnicos, se aplica la metodología de diseño participativo.

Según Caballero (2009), el diseño participativo es un modelo que se debe entender como dinámico e interactivo, ya que permite innovar en cuanto a herramientas de recolección y captación de información, tanto en el arquitecto como en el usuario, dando como resultado la solución negociada de posibilidades de diseño.

3. Metodología

Para el desarrollo de esta investigación, el proceso metodológico se aplicó en tres etapas: la primera, investigación bibliográfica y análisis de referentes para establecer una base teórica y referencial del tema de investigación. Posteriormente, se desarrolló la metodología IAP, conformada por cinco fases que comprenden desde el análisis del contexto urbano hasta el sitio que se va a intervenir, lo que permite comprender el lugar de estudio desde el punto de vista morfológico, funcional y social. Finalmente se desarrollaron talleres de

diseño participativo con la finalidad de comprender los problemas y necesidades reales de los usuarios.

Para la fase de diseño, se aplicará como apoyo la metodología de diseño arquitectónico de Rojas (2012), la cual permite una evaluación crítica de los resultados obtenidos en los talleres, lo que genera un programa arquitectónico de acuerdo con las necesidades que a su vez cumplen con los lineamientos y normativas técnicas vigentes.

Finalmente, la fase IV, «Presentación de la propuesta», consiste en la exposición de resultados del proyecto para obtener la validación de la comunidad. Luego se procede a planificar la ejecución del proyecto a través de la gestión comunitaria.

4. Análisis de caso

En cuanto al diagnóstico del sitio, se dividió en tres temas, desde lo macro a lo micro, los cuales comprenden análisis urbano, estudio socioeconómico y el análisis del sitio que se va a intervenir, para obtener resultados desde el punto de vista morfológico, funcional y social. Así se tuvieron las primeras acciones previstas para la propuesta de diseño. Finalmente, se desarrollaron los **talleres participativos**, que permitieron conocer las necesidades y requerimientos desde varios puntos de vista y convalidar las necesidades reales de la población.

Para el desarrollo de talleres, se abarcaron tres temas principales: acercamiento a la comunidad, diálogo-problematización y zonificación de la propuesta, siguiendo la metodología de diseño participativo, que abarca el involucramiento de varios grupos que pertenecen a la comunidad. En este caso, se conformaron tres grupos focales: **niños de la comunidad, comité barrial y moradores**.

Para los talleres 1 y 2, se programó una exposición informativa acerca del proyecto. Posteriormente, se presentó un video motivacional que expuso un referente de equipamiento comunitario con la finalidad de generar interés en los moradores e impulsar la importancia de involucrarse en proyectos participativos. Finalmente, se elaboró la matriz de problematización, que permitió que los participantes reflexionaran e identificaran los problemas y necesidades del barrio, con lo que se llegó a formular el plan de necesidades para la propuesta.

En los planos elaborados por cada grupo focal, se pueden observar dos criterios de distribución: el primero que define al centro comunitario de manera compacta, separando las actividades comunitarias internas de las actividades al aire libre (vegetación, juegos infantiles, accesibilidad, deportes, elementos urbanos, estancia y cultura). En segundo lugar, donde se define a la recreación y vegetación como indispensables para generar interés y un mayor uso del espacio por parte de la comunidad.

5. Resultados

De los talleres participativos, se obtuvo información relevante para el proyecto. Así por ejemplo, en los talleres 1 y 2, los niños identificaron la necesidad de infraestructura lúdica y recreativa, mientras que los moradores y el comité barrial agregaron la necesidad de equipamientos comunales, talleres de desarrollo humano y espacios recreativos que dinamicen al barrio.

El Centro Comunitario se concibe de forma flexible, con la capacidad de acondicionar diversas actividades, tales como talleres de emprendimiento, eventos sociales, deportivos y religiosos, lo que generaría la vivencia de distintas experiencias comunitarias. El Centro Comunitario se basa en una conformación en «L» y consta de tres áreas generales: casa comunal, infocentro y baterías sanitarias, que, por medio de un portal, permiten una circulación flexible y directa a cada espacio existente.

La zonificación propuesta a continuación recoge criterios que se plantearon en los talleres participativos y los problemas detectados en el análisis de diagnóstico, respondiendo a un sentido de orden, relación, distribución y orientación entre espacios, incluyendo nuevas actividades para la recreación, que garanticen el uso activo de la propuesta.

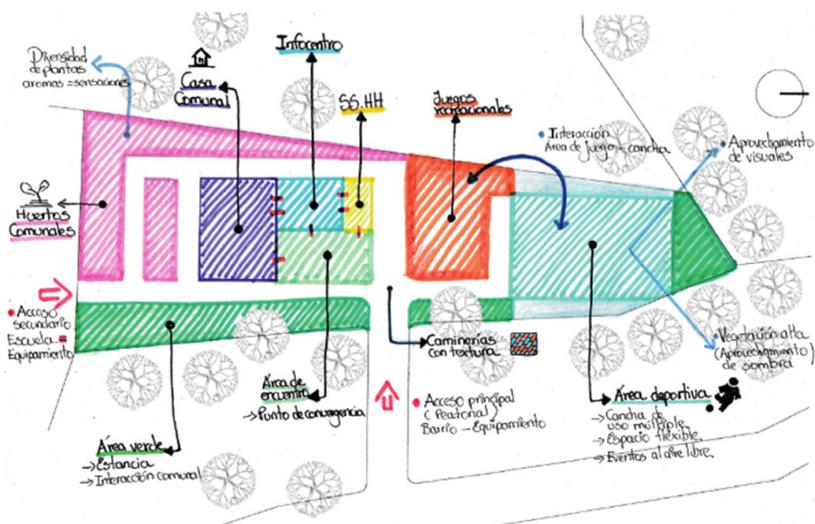


Figura 3. Partido arquitectónico

Respecto a la zonificación planteada en los talleres, el proyecto se distribuye en tres zonas principales: huertos comunales, centro comunitario y área recreativa. Mediante caminerías, se permite ingresar a cualquier espacio, con lo que se genera un recorrido en todas las actividades que ofrece el equipamiento. De esta forma se fomenta la convivencia que caracteriza a los equipamientos comunitarios (Castellano y Pérez, 2009).

En cuanto a la accesibilidad, las caminerías se encuentran orientadas de norte a sur y de este a oeste, de tal manera que conecten con todas las áreas que rodea la propuesta. Las caminerías peatonales son de adoquín en cromática terracota en la plazoleta y aceras; se hace uso del hormigón visto jerarquizando las zonas duras.



Figura 4. Emplazamiento

Para la iluminación se plantean dos tipos de luminarias: las más altas se encuentran ubicadas alrededor de todo el equipamiento y ofrecen una mayor cobertura de radio de iluminación, la cual motivará a la práctica de deportes al aire libre y eventos comunitarios en la noche. La luminaria más baja, destinada para el área de esparcimiento y juegos infantiles, aporta iluminación y visibilidad del paisaje, brindando un sentido de seguridad en la zona.



Figura 5. Render equipamiento comunal

Las áreas recreativas ofrecen varias actividades, entre ellas juegos infantiles, juegos tradicionales y cancha de uso múltiple. Los juegos infantiles y tradicionales están relacionados directamente con la cancha de uso múltiple, lo que permite un mayor control de los adultos sobre los niños. El área de encuentro se sitúa en una zona donde existe una alta densidad de árboles y jardines, que sirven para vincular el mobiliario con la vegetación y formar zonas de estancia agradables. La presencia de vegetación alta permitirá el aprovechamiento de sombras y visuales hacia el entorno arbolado, lo que genera confort y un mayor uso del espacio.



Figura 6. Render huertos comunales

Los huertos comunales se dividen en veintidós parcelas, destinadas al cultivo de hortalizas, legumbres, plantas medicinales y ornamentales; la diversidad de plantas y aromas de cada huerto generará sensaciones como la distinción de olores y colores, que motivarán a los usuarios a recorrer toda el área y así aprecien el paisaje.

Con el anteproyecto listo, se planificó el último taller, en que se realizó una exposición de la propuesta arquitectónica, distribución de espacios, materialidad y presupuesto referencial. Sobre la base de lo presentado, la comunidad dio su validación y se mostró conforme con la propuesta.



Figura 7. Validación de la propuesta

En el transcurso de la reunión, se comentó cómo se llevaría a cabo la ejecución del proyecto mediante la gestión comunitaria. Para ello, se propone un plan de acción sobre la base de las experiencias de gestión en el barrio, por medio de donaciones de entidades públicas o privadas; y recolección de fondos por parte de la comunidad en general, por medio de cuotas, rifas y comida típica. Según manifestó la comunidad, el proyecto se podría ejecutar por etapas, considerando los espacios más prioritarios del diseño. Para la comunidad, lo más importante es la construcción de la Casa Comunal y parte del área recreativa, pero también consideran más adelante poder construir en su totalidad las siguientes etapas del proyecto.

6. Conclusiones

El análisis urbano, socioeconómico y del sitio que se desea intervenir permitió detectar problemas tales como la deficiencia de infraestructura comunal y potencialidades en el uso predominante de huertos familiares. Además, se logró articular actividades de la vida comunal; se identificó una organización consolidada entre los habitantes del barrio, lo que permitió una alta participación de los involucrados en los talleres.

La metodología IAP (investigación de acción participativa) de Balcázar (2003), aplicada a través de talleres de diseño mediante el diálogo y actividades dinámicas, permitió corroborar la información obtenida en diagnóstico y problemática. Además, gracias al diálogo con la comunidad, se lograron identificar falencias en el ámbito de infraestructura comunal y potencialidades tales como la producción agrícola y una activa participación en talleres de emprendimiento. Así se obtuvo la información necesaria para el diseño.

La metodología de diseño arquitectónico de Rojas (2012) permitió analizar y evaluar los datos obtenidos en los talleres participativos, con lo que se generó un espacio que responde a los requerimientos de la comunidad, pero también cumple las normativas técnicas y sistemas constructivos bien resueltos, de tal manera que el nuevo equipamiento sea funcional e inclusivo.

Referencias bibliográficas

- Balcázar, F. (2003). *La investigación-acción participativa en psicología comunitaria. Principios y retos*. Universidad de Sevilla.
- Caballero, A. (2009). *Participación y arquitectura: Diseño en el espacio público. Dos obras recientes*. Cordillera SAC.
- Castellano, C. y Pérez, T. (2009). El espacio barrio y su equipamiento comunitario, un método para la estructuración de lo urbano. *Revista INVI*, 18-48.
- Pérez, J. (2006). Unidad de conocimiento. La gestión participativa. *Fundación RH*. http://www.factorhuma.org/attachments_secure/article/8303/participativa_cast.pdf
- Rodríguez, E. (1990). *Equipamiento comunitario en áreas urbanas*. Civilidad Ediciones.
- Rojas, M. (2012). *Metodología para el diseño arquitectónico*. Tecnológico Nacional de México.
- Wiesenfeld, E. (2001). *La problemática ambiental desde la perspectiva psicosocial comunitaria: Hacia una psicología ambiental del cambio. Medio Ambiente y Comportamiento Humano*. Universidad Internacional de Venezuela.

Diseño urbano-arquitectónico de un conjunto de vivienda social productiva en el sector de Menfis-Obrapia de la ciudad de Loja

Autora: María Belén Tandazo Torres

Investigadora independiente

Directora: Mgtr. Arq. Verónica Muñoz Sotomayor

Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2020

1. Introducción

El entorno urbano es el escenario de algunas problemáticas sociales que influyen sobre la morfología misma de la ciudad. Aspectos como la disminución de ingresos económicos familiares, el aumento poblacional, la segregación, entre otros conflictos, ocasionan el surgimiento de conjuntos residenciales precarios y de baja calidad. En estos barrios alejados, es plausible la dinámica socioeconómica y mixtura de uso de suelo que suele autoorganizarse entre los habitantes. En este sentido es importante destacar la autoproducción por medio de huertos domésticos, crianza de animales o venta de productos y servicios. Estas actividades funcionan como motor de integración social, generación de ingresos o disminución de egresos que permitan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Estrella (2012) sostiene que, en casi todas las épocas, las familias trabajadoras necesitaron de la autoproducción de servicios para subsistir y maximizar los salarios insuficientes, en lugares como: la huerta en

el fondo, el pequeño taller, la confección de ropa familiar, la autoconstrucción de su casa, etc.

Por ello, entender por qué los habitantes realizan transformaciones en las viviendas en torno a las actividades que desarrollan permite comprender las particularidades sociales y físicas de los barrios periféricos en la ciudad de Loja; además de los de considerables cambios en los hogares, sobre todo en las franjas periurbanas, en donde existen casi siempre huertos familiares. Esto lleva a que cada una de las modificaciones que las personas realicen tenga el propósito de maximizar los recursos limitados, siendo evidente la diferencia frente al diseño original de los proyectos.

Por otra parte, desde la política habitacional, la vivienda de interés social busca reducir el déficit cuantitativo de vivienda y favorecer a los sectores pobres de la población. Es aquí donde se plantea la articulación de las viviendas de interés social con la actividad productiva que generalmente suelen llevar las familias de bajos recursos económicos, de tal forma que la heterogeneidad funcional de la vivienda puede ser una herramienta para contrarrestar los efectos de la exclusión social.

El objetivo general de este proyecto es proponer un diseño urbano arquitectónico de vivienda productiva que se adapte a las necesidades de autoproducción en el contexto periférico de la zona de Menfis-Obrapía, en la ciudad de Loja. El enfoque principal es desarrollar un modelo de vivienda que promueva la productividad y el trabajo desde el hogar, respondiendo a las demandas específicas de esta área.

Para lograr el objetivo, en primer lugar, se establecerá una base conceptual a partir del estudio de casos relacionados con el diseño de viviendas productivas. A continuación, se determinará el tipo de productividad y los espacios en los que se desarrolla dentro de la vivienda en un contexto periférico, por medio del estudio de patrones de lenguaje aplicado en dos barrios. Luego, se diseñará un prototipo de vivienda productiva, mediante estrategias de diseño que permitan integrar espacios de trabajo y vivienda, mejorando así las condiciones en el sector de Menfis-Obrapía y satisfaciendo las necesidades de los futuros habitantes del barrio. Se buscará generar un diseño que sea funcional, sostenible y adaptable a las actividades productivas. Por último, se desarrollará una propuesta de diseño urbano que sea compatible con las actividades productivas del prototipo de vivienda. Se integrarán espacios de trabajo colectivo y se considerarán criterios de sostenibilidad a escala urbana,

con lo que se buscará establecer un entorno que fomente la productividad y la interacción comunitaria.

2. Revisión bibliográfica

Como ya se conoce, la vivienda nace de la necesidad del individuo de poseer un espacio de protección y para su desarrollo, principalmente donde se encuentra la privacidad de cada usuario para su quehacer cotidiano; y de satisfacer sus requerimientos básicos. Desde la perspectiva económica con la que viene marcada la vivienda de interés social, se plantea como problema la falta de articulación de las viviendas de interés social con la actividad productiva, ya que el trabajo es un mecanismo que favorece la integración social, pues «la heterogeneidad funcional de la vivienda es una herramienta que posibilita contrarrestar los efectos de la exclusión social que las modificaciones del trabajo asalariado trajeron consigo» (Francisco, 2007, p. 11).

Al enfocarse en responder a cada uno de los objetivos, se organiza la información y se la desglosa en marco teórico (una base conceptual que permite dar a conocer sobre el tema de investigación), marco referencial (un estudio minucioso de tres proyectos en relación con la investigación que permite conocer sus comportamientos y resultados, además del estudio de los dos casos locales enfocados con el lenguaje de patrones para obtener datos más próximos), marco contextual (un estudio a detalle del lugar donde se va a intervenir y su contexto) y finalmente la propuesta (proyecto tanto urbano como arquitectónico donde se evidenciará la aplicación de los resultados de la metodología aplicada de acuerdo con el lugar de intervención), la cual se resume en la figura 1.

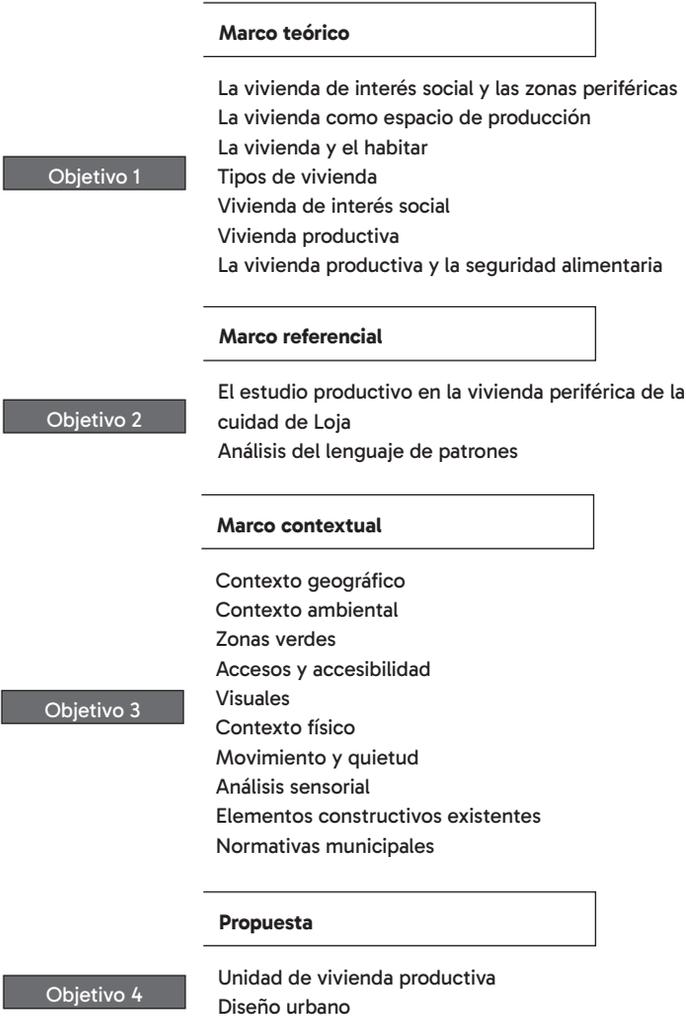


Figura 1. Diagrama del marco teórico

3. Metodología

La investigación aborda el análisis y la evaluación de patrones de productividad mediante la aplicación de un enfoque mixto, tanto cualitativo como cuantitativo, basándose en el método de investigación de Hernández Sampieri (2018). Para la medición de patrones en cuanto a los espacios productivos de la vivienda como instrumento de diseño (Van der Voordt y De Jong, 2002), se toman como caso de estudio referencial dos barrios cercanos al terreno donde se implantará la propuesta, pues las condiciones urbanas son similares. Uno de ellos corresponde a un proyecto de vivienda de interés social. Se parte también del método de lenguaje de patrones de Alexander, Ishikawa y Silverstein (1980) para identificar redes comerciales, taller doméstico y huerto; información que va de la mano con el resultado del catastro visual. Luego, se utiliza la metodología de diseño proyectual que permite integrar los resultados de casos referenciales para llegar a la propuesta.



Figura 2. Esquema de la metodología

4. Resultados

Los resultados se presentan en tres partes: resultados del catastro visual, del lenguaje de patrones y del diagnóstico de sitio.

Espacio productivo en barrios periféricos de la ciudad de Loja: los sectores en los que se desarrolló el análisis corresponden a zonas periféricas de la ciudad, considerando que se relacionen con la vivienda y los lugares de trabajo o autoproducción. El estudio de patrones no solo puede ser aplicado a casos de vivienda de interés social, sino a cualquier barrio, pues lo que se busca es comprender las dinámicas sociales en asentamientos urbanos periféricos. Se seleccionaron dos barrios periféricos: Ciudad Victoria y Colinas Lojanas. El primero fue producto de un proyecto de vivienda de interés social (tabla 1). El

Tabla 1. Análisis por lenguaje de patrones. Catastro visual - Caso 1: Ciudad Victoria

Caso 1: Ciudad Victoria			
Corresponde a una urbanización de 839 viviendas de interés social ubicada en la zona periférica de la ciudad de Loja.			
TABLA RESUMEN ESTADÍSTICO*			
CASO CIUDAD VICTORIA			
Total manzanas	37		
Productividad	Patrón	Cantidad (espacios productivos)	%
Tienda Negocio		37	4,41
Taller		4	0,48
Huerto		39	4,65
Oficina		1	0,12
Total viviendas	839	81	9,65

Nota. Existe una gran demanda para el espacio de producción del huerto y de la tienda-negocio, que se diferencian únicamente por décimas en su porcentaje: el huerto con un 4,65 % seguido de la tienda negocio con 4,41 %. Luego, el taller (0,48 %) y finalmente la oficina con un 0,12 %. Sin embargo, es importante indicar que los moradores del sector adaptan estos espacios utilizando áreas de la vivienda, tales como la sala o comedor e incluso el garage, para desarrollar así su espacio productivo en la vivienda.

Elaboración propia

Tabla 2. Análisis por lenguaje de patrones. Catastro visual - Caso 2: Colinas Lojanas

CASO 2: COLINAS LOJANAS			
Se caracteriza por estar ubicado en un sector periférico de la ciudad de Loja, conformado por 530 viviendas que se han ido consolidando con la ocupación progresiva de sus habitantes.			
TABLA RESUMEN ESTADÍSTICO*			
CASO COLINAS LOJANAS			
Total manzanas	27 analizadas		
Productividad	Patrón	Cantidad (espacios productivos)	%
Tienda Negocio		22	4,15
Taller		8	1,51
Huerto		66	12,45
Oficina		0	0,00
Total viviendas	530	96	18,11

Nota. Se identifica una gran inclinación por los espacios de producción como el huerto, con un 12,45 %, seguido de la tienda-negocio, con 4,15 %. Luego, el taller (1,51 %) y finalmente la oficina con un 0,00 %. Es trascendental revelar que los individuos de la zona utilizan áreas de la vivienda tales como los retiros posteriores, laterales o frontales para el desarrollo productivo como tal; sin embargo en los casos de comercio por tienda-negocio, los desarrollan en áreas internas de la vivienda o en una parte del retiro frontal.

Elaboración propia

aporte del estudio en este barrio es importante para conocer las adaptaciones que se evidencian en sus viviendas para adecuar el espacio productivo. El otro barrio (tabla 2) está constituido por viviendas de construcción particular donde se refleja la presencia de huertos y espacios productivos.

En el desarrollo de este estudio, se realizó una identificación de los patrones indicados en la metodología (red comercial, taller doméstico y huerto), los cuales arrojaron información del cotidiano vivir de los moradores, pues un patrón identificado permite resolver relaciones entre problema, contexto y usuario en una posible propuesta de diseño. Es decir que se logra identificar situaciones típicas o adaptativas de las personas frente a una vivienda (fig. 3 y 4), enten-

diéndola tal como lo mencionaba Christopher Alexander: «Una plataforma de transformación» (García Huidrobo, Torres Torriti, Tugas, 2012).

Cada espacio de productividad visualizado en el mapeo de los sectores de estudio permitió conocer los espacios de trabajo, que responden a la ubicación de la vivienda, a su distribución, su contexto cercano y sobre todo a las necesidades socioeconómicas de sus habitantes. Estos espacios suelen ser no planificados para su uso. Por ello se evidencian falencias espaciales y funcionales, se obstruyen o limitan áreas y ambientes de la vivienda (fig. 4-6). En eso consisten las adaptaciones de las personas buscando tener una mejor calidad de vida, seguridad alimentaria y una estabilidad o un incremento en sus ingresos económicos.



Figura 3. Mapeo de patrón productivo caso Ciudad Victoria
Fuente: Catastro visual, 2020.



Figura 4. Mapeo de patrón productivo caso Colinas Lojanas
Fuente: Catastro visual, 2020.

La unidad de vivienda se desarrolló bajo estrategias de flexibilidad mediante su distribución espacial y su materialidad. Por ello se realizaron dos tipologías para una ampliación habitacional de una composición familiar de cinco personas, en que, por medio de una ampliación tipo semilla, esta va incrementando, con la premisa de dejar áreas que den la percepción de amplitud mediante la doble altura en la zona semiprivada. Por otro lado, se buscó limitar la altura de la vivienda y generar un sistema de ahorro mediante la implementación de una cubierta invertida, misma que sería aprovechada para la recolección de aguas pluviales que se pueden utilizar para el riego de los cultivos o en el área de lavado.

Finalmente, las viviendas responden a los espacios de producción recopilados en el análisis de patrones, correspondientes tanto a huertos como a negocios. Lo que se pretende con las viviendas es generar un circuito colectivo; es decir, una comunidad autosuficiente con características sostenibles, que a su vez se conecte con el entorno urbano y natural del barrio, brindando a la ciudad en general la oportunidad de consumir y adquirir productos orgánicos en la zona periférica.

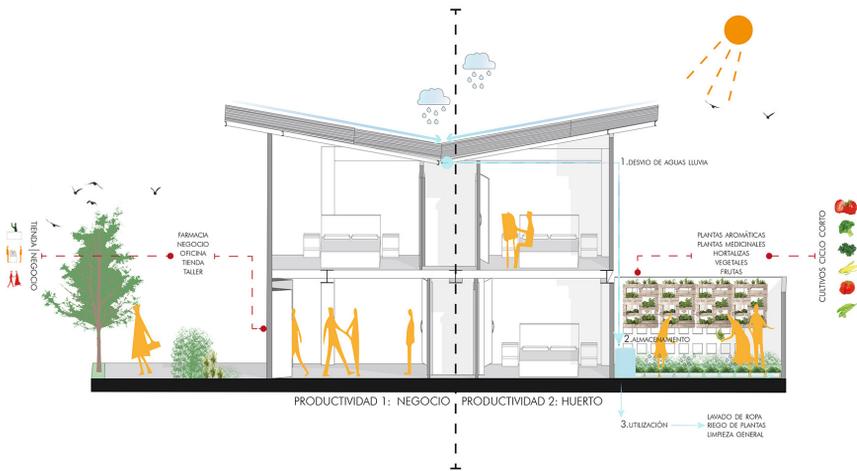


Figura 5. Productividad en la vivienda
Fuente: Catastro visual, 2020.

El programa arquitectónico de la vivienda parte de la idea de mantener una relación activa en los espacios internos, en donde se proponen dos tipologías, distribuidas de acuerdo con las normativas municipales. Además, la morfología y distribución de cada una está dada en función del estudio de patrones y del espacio productivo, lo que abarca un proyecto con 348 viviendas productivas.

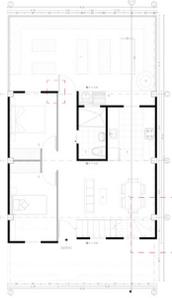
UNIDAD DE VIVIENDA PRODUCTIVA

CULTIVO

TIPOLOGÍA 2+HUERTO
(100% 1000M²)



TIPOLOGÍA 1+HUERTO
(100% 1000M²)



TIPOLOGÍA 2+HUERTO
(100% 1000M²)



ESTÁNDAR

VIVIENDA SIN PRODUCTIVIDAD
(100% 1000M²)

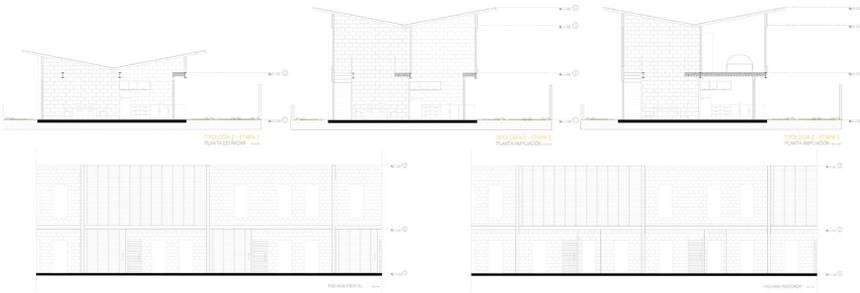


Figura 7. Lámina 02 - Plantas arquitectónicas de la vivienda

La intención fue plantear una distribución de tipologías de vivienda sobre el espacio urbano que, además de acoplarse a las condiciones físicas y ambientales, responda al resultado del catastro visual del lenguaje de patrones. Por ello se plantearon estrategias enfocadas a la maximización de áreas verdes naturales, a integrar y dinamizar la zona contigua a la franja de protección, generar calles activas y finalmente realizar áreas de recreación, permanencia y productividad comunal. La idea de productividad comunal se enfoca en los huertos urbanos, espacios para la recolección de desechos reciclables, y plataformas multifuncionales cubiertas para la generación de talleres o venta de productos de cultivo. Estos usos atribuyen características sostenibles para

5. Conclusiones

Con la aplicación de la metodología de Christopher Alexander, se pudo corroborar la existencia, variedad y distribución tanto urbana como espacial-arquitectónica de actividades productivas asociadas a la vivienda, así como también identificar las redes que se forman a partir de los espacios productivos dentro del entorno periférico de la ciudad de Loja. Las redes comerciales y los espacios se autoorganizan o distribuyen en función de la proximidad de la demanda de productos, su contexto cercano y redes viales principales, predominando los espacios para tiendas-negocios y huertos.

A partir del estudio de patrones, se confirmó la heterogeneidad funcional de la vivienda, resignificándola como un espacio capaz de potencializar el ingreso económico y la seguridad alimentaria de las familias.

La presente investigación es un aporte para la planificación de nuevos proyectos de viviendas de interés social o particular, pues este estudio permite dar lectura de las necesidades actuales de la población en cuanto a los espacios productivos y los beneficios que aportarían a las viviendas y a la ciudad.

Referencias bibliográficas

- Alexander, C., Ishikawa, S. y Silverstein, M. (1980). *A pattern language. Towns, Buildings, Construction*. (J. Beramendi, trad.). Gustavo Gili, S. A.
- Estrella, F. (2012). Vivienda productiva, urbanismo social, generación de empleo permanente. En *Arquitectura de sistemas al servicio de las necesidades populares*.
- Francisco, A. (2007). Vivienda productiva urbana. En *Limitaciones y potencialidades físico-espaciales para su desarrollo en asentamientos irregulares, estudio de caso*. Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Facultad de Arquitectura UDELAR.
- García Huidrobo, F., Torres Torriti, D. y Tugas, N. (2012). *PREVI Lima y la experiencia del tiempo*. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, 3. p. 10-19. Barcelona.
- Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=6443>
- Van der Voordt, D. y De Jong, T. (2002). Ways to study and research. *Urban, Architectural and Technical Desing*. (W. Dijkhuis, trad.). Delft University Press, DUP Science.

Localización física-espacial para vivienda de interés social en la ciudad de Loja, considerando principios de hábitat urbano de calidad

Autora: Geovanna Rocibel Guanuche
Investigadora independiente

Directora: Mtgr. Arq. Claudia Costa-De los Reyes
Universidad Internacional del Ecuador

Año: 2021

1. Introducción

La vivienda, como necesidad humana básica, conocida e incluso estudiada en teorías (Sirgy, 2016), ha sido un componente no compensado en las ciudades, por ende, deficitario. Como solución, se han revisado diversos mecanismos, pero la contrariedad es la localización periférica (por accesibilidad al suelo, sobre todo) carente de servicios que satisfagan necesidades básicas. Esta localización trae consigo problemas urbanos: expansión urbana y desarticulación socioespacial.

Desde esta perspectiva, valgan las relaciones que establecen Cruz Muñoz e Isunza (2016) acerca de habitabilidad, en que refieren que los espacios han de satisfacer necesidades objetivas y subjetivas, incluyendo un ambiente para satisfacer necesidades sociales, es decir cualidades del habitar. Por consiguiente, la habitabilidad incluye la amplitud territorial del hábitat: elementos

urbanos requeridos al interior de la vivienda, los cuales evidentemente en sectores periféricos son trastocados u olvidados.

Loja, ciudad intermedia y en expansión constante por la evidente ocupación residencial, tiene presencia importante de conjuntos masivos de vivienda de carácter social (como solución al déficit local), de los cuales se identifican dos grupos importantes: diecisiete de primera generación (años setenta, ochenta y noventa), y cuatro de segunda generación (2008-2020). Sin embargo, pese a esta solución parcial, coexisten nuevos problemas como la calidad del hábitat urbano, que se resume en la deficiencia de las variables infraestructura, equipamiento, accesibilidad local y espacios públicos. En Loja, los proyectos de vivienda social son generalmente aislados y con problemas urbanos que, sin duda, exigen solucionarse porque afectan a los habitantes.

El objetivo general de este estudio es plantear sectores de localización física-espacial para conjuntos de vivienda de interés social en la ciudad de Loja, enfocándose en los principios de hábitat urbano de calidad. Para lograr esto, en primer lugar, se busca identificar los conceptos y características asociadas con el hábitat urbano, la periferia y la vivienda social, con el fin de relacionarlos con indicadores y variables relevantes. A continuación, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la problemática que enfrentan los conjuntos de vivienda social en la localidad, enmarcándola dentro de una metodología de evaluación que permita establecer una base teórico-técnica sólida para el planteamiento urbano de localización. Por último, se pretende proponer sectores de localización urbana que cumplan con criterios de hábitat urbano de calidad, específicamente destinados a la vivienda social en la ciudad de Loja.

2. Revisión bibliográfica

El concepto de hábitat implica la conformidad de procesos e interacciones resultantes de la cultura (Moreno *et al.*, 1998). Se refiere a la condición espacial y los recursos para el desarrollo de procesos individuales y/o colectivos, los cuales están definidos por la condición territorial con características específicas adaptadas a las necesidades particulares y generales. El hábitat existe solo si hay relación integral entre espacio, territorio, ambiente y vivienda (Echeverría Ramírez *et al.*, 2009).

Un hábitat urbano deficiente y vulnerable es aquel carente del sustrato material requerido para el habitar, y aunque puede depender de la apropiación y adecuación de los habitantes, existen componentes fundamentales para el desarrollo de un entorno residencial.

Varios autores refieren cantidad de elementos desde su perspectiva y análisis, estableciendo de componentes análogos expresados en términos distintos. Así, por ejemplo, los espacios deben ser capaces de satisfacer necesidades tanto objetivas como subjetivas, tanto individuales como colectivas. Esto abarca aspectos como el ambiente que trasciende más allá de la vivienda, incluyendo aspectos socioculturales, prácticas sociales, identidad y el imaginario colectivo (Zulaica y Celemín, 2008). Asimismo, estos espacios deben promover la eficiencia en infraestructura y servicios para fomentar la creación de relaciones sociales a través de redes viales, transporte, áreas de trabajo, educación y esparcimiento. Se le otorga especial importancia a servicios como educación y salud (equipamiento), así como a la necesidad de contar con redes de infraestructura y saneamiento, transporte público confiable y acceso a alimentos y vestimenta, ya que todos estos elementos contribuyen al adecuado desenvolvimiento en entornos urbanos y arquitectónicos.

Sin embargo, como señalan Cruz Muñoz e Isunza (2007), la ausencia de estos servicios conlleva deficiencias y vulnerabilidades en el hábitat. Es importante destacar que, especialmente en zonas residenciales periféricas, estos servicios suelen ser escasos o inexistentes, lo que agrava la situación.

Respecto a la periferia, que es parte del crecimiento y la transformación de la ciudad, constituye una dualidad en términos cuantitativo y cualitativo. Cuantitativo porque el espacio se transforma y deja áreas a medio urbanizar; y cualitativo por la conformación de un espacio nuevo, entre lo rural y urbano, que puede mostrarse como irreconocible y desordenado (Arteaga Arredondo, 2005). Es entonces un fenómeno entendido como la zona externa a la ciudad, pero con características urbanas que responden a un proceso de construcción.

La vivienda social en periferia es la respuesta al déficit habitacional, a su subsidio y a la presión generada para otorgar grandes cantidades y a bajo costo (por ello la elección de localizaciones al borde de la mancha o periféricas); por lo que se generan, como lo afirma UN-HABITAT (2021), condiciones habitacionales insuficientes que el mercado seguirá reproduciendo, aplicando la misma lógica económica, anteponiendo un patrón de segregación social. Los costos que representan la vivienda social periférica o conjuntos habitacionales masivos

y periféricos resienten costos adicionales al de la vivienda misma: ambiental (cambio de usos de suelo, pérdida de suelo fértil), económico (provisión de equipamiento e infraestructura), y costo de localización, que es el de derivaciones con más menoscabos (tiempo de movilización y requerimiento de varios transportes, ausencia de servicios e infraestructuras).

3. Metodología

La metodología se plantea sobre la base de los métodos de diseño urbano de Van der Voordt y De Jong (2002), más la metodología de Hernández Sampieri *et al.* (2014). Las fases son parte de la investigación en momentos establecidos, pero se interrelacionan durante el proceso.

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
Revisión de literatura	Diagnóstico	Análisis de referentes	Propuesta
<ol style="list-style-type: none"> 1. Contextualización 2. Problemática 3. Teorías y conceptos 4. Marco teórico 5. Marco normativo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolección de datos 2. Descripción casos de estudio 3. Análisis urbano. Casos de estudio 4. Análisis problemática casos de estudio 5. Análisis análogo de datos, entre casos de estudio. 6. Interpretación de datos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elección de casos referenciales en contextos semejantes con problemas afines 2. Análisis elementos que componen el proyecto. 3. Extracción de variables y estrategias. 4. Relación de variables y estrategias (replicables) referente. Casos de estudio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generación de resultados. 2. Propuesta de localización. 3. Conclusiones y recomendaciones.

Figura 1. Metodología de investigación
 Fuente: Van der Voordt y De Jong, 2002
 Hernández Sampieri *et al.*, 2014

4. Análisis de caso

Se plantean dos análisis paralelos: primera generación: Faiques (años setenta), Pradera (ochenta), Rosales (noventa); y segunda generación: Ciudad Victoria, Ciudad Alegría, La Cascarilla y Lote Bonito, pues su condición de «actuales» permitirá dar soluciones de acuerdo con el presente.

ANÁLISIS MACRO. Conjuntos de vivienda social de la ciudad de Loja

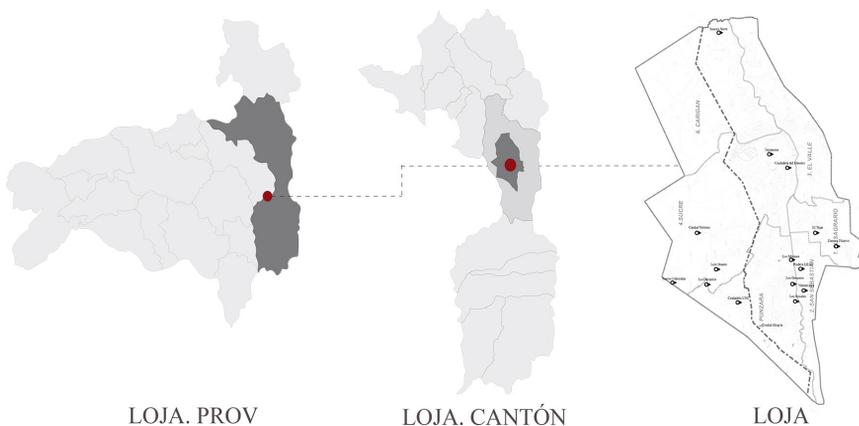


Figura 2. Ciudad de Loja, conjuntos de vivienda social

Nota. La ciudad de Loja pertenece al cantón y provincia del mismo nombre, y cuenta con veintiún proyectos de vivienda social, localizados tendencialmente al centro-norte de la ciudad.

ANÁLISIS MICRO. Primera generación. Análisis común vivienda setenta, ochenta y noventa

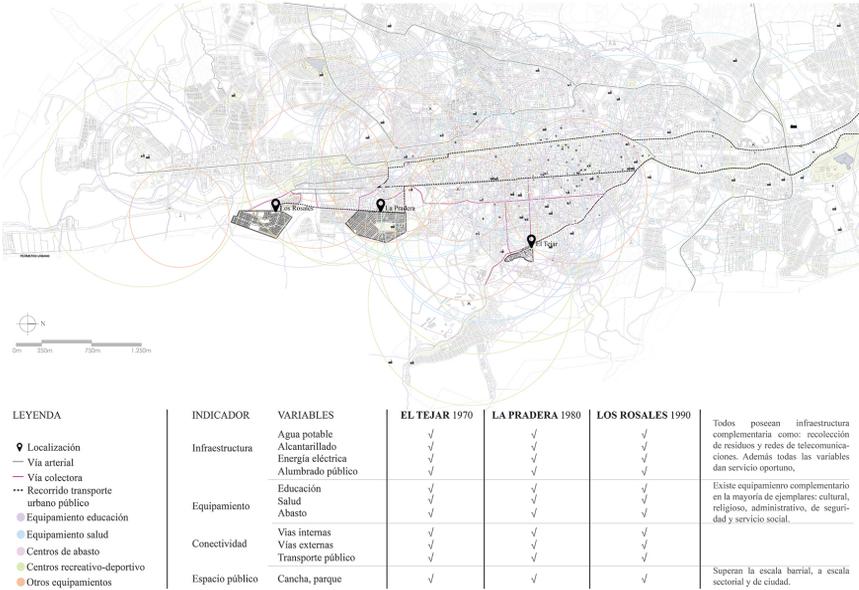


Figura 3. Análisis cartográfico vivienda setenta, ochenta y noventa

Los conjuntos, que representan tres décadas distintas, poseen todos los indicadores básicos, e incluso complementarios, lo cual los convierte en conjuntos de vivienda con calidad de hábitat urbano.

ANÁLISIS MICRO. Segunda generación. Conjuntos actuales

1. Plan de vivienda
Ciudad Victoria



2. Plan de vivienda
Ciudad Alegría



3. Plan de vivienda
Lote Bonito



4. Plan de vivienda
La Cascarilla



Figura 4. Análisis conjuntos actuales

Existe un diagnóstico detallado y por atributos de cada conjunto; sin embargo, el resumen muestra las deficiencias en indicadores y sus variables, los cuales presentan condiciones poco satisfactorias, que pueden considerarse inestables.

Tabla 1. Síntesis cuantitativa general

		CIUDAD VICTORIA	CIUDAD ALEGRÍA	LOTE BONITO	LA CASCARILLA
1. SERV. BÁSICOS	-Agua potable	9	8	9	9
	-Alcantarillado	7	8	7	7
	-Energía Eléctrica	9	9	10	9
	-Alumbrado público	8	7	9	9
Aceptable: valores entre 40-52		35	32	35	34
2. EQUIP. BÁSICO	-Educación	-6	-6	-6	-6
	-Salud	-6	-6	-6	-6
	-Abasto	9	8	9	8
Aceptable: valores entre 30-39		-3	-4	-3	-4
3. CONECTIVIDAD	-Vías de comunicación interna	8	10	10	9
	-Vías de comunicación externa	7	6	8	8
	-Transporte público	7	7	7	7
Aceptable: valores entre 30-39		22	23	25	24
4. ESPACIO PÚBLICO	-Recreativo-deportivo	6,5	7,5	7,5	7,5
Aceptable: valores entre 10-13		6,5	7,5	7,5	7,5

Valores negativos. - Constituyen señal de alerta sobre el indicador.

Valores entre 9-13.- Situaciones aceptables.

Valores 0-8.- Situaciones inestables (satisfactorias que no se mantienen, o no satisfactorias con pocas posibilidades de cambio).

Fuente: Cruz Muñoz e Isunza, 2007

Discusión de resultados. Primera y segunda generación

La metodología de evaluación finaliza validando sus indicadores, pues, en donde existen todas las variables, efectivamente funciona la vivienda. La contradicción responde a que los barrios antiguos han llegado a ser parte continua de la ciudad, pues esta ha crecido y se ha consolidado; lo propio sucederá con los actuales años más tarde.

Tabla 2. Resúmenes variables, conjuntos antiguos y actuales

INDICADOR	VARIABLES	ANTIGUOS			ACTUALES			
		EL TEJAR 1970	LA PRADERA 1980	LOS ROSALES 1990	CIUDAD VICTORIA	CIUDAD ALEGRÍA	LOTE BONITO	LA CASCARILLA
Infraestructura	Agua potable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Alcantarillado	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Energía eléctrica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Alumbrado público	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Equipamiento	Educación	✓	✓	✓				
	Salud	✓	✓	✓				
	Abasto	✓	✓	✓				
Conectividad	Vías internas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Vías externas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Transporte público	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Espacio público	Cancha, parque	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Otros	Equipamientos	✓	✓	✓				
	Servicios	✓	✓	✓				
Variables básicas:		11	11	11	8	8	8	8
Otras variables:		4	4	4				
Total de variables:		15	15	15	8	8	8	8

Mínimo de variables: 11 Elaboración: La autora

5. Resultados

La propuesta de localización de proyectos de vivienda social a futuro se fusiona diversos autores. La base o guía es la metodología de indicadores (Cruz Muñoz e Isunza, 2007) o datos específicos. Además, se considera una metodología de proceso para criterios generales (Liceda, 2010), que responde a la normativa local (POU-Loja), como exigencia al entorno local.

Estudios previos. Propuesta. Datos básicos

Las condiciones siguientes son filtros de selección, que se aplican de forma sucesiva y mediante análisis e información cartográfica. En el paso 1 (valor de suelo), se establecen cuatro rangos, a los cuales se aplica el paso 2 (disponibilidad de suelo); es decir, que los predios estén libres de construcción. El paso 3 (condición y uso de suelo) contempla áreas residenciales que no representen riesgo. Como resultado, se obtiene lo siguiente:

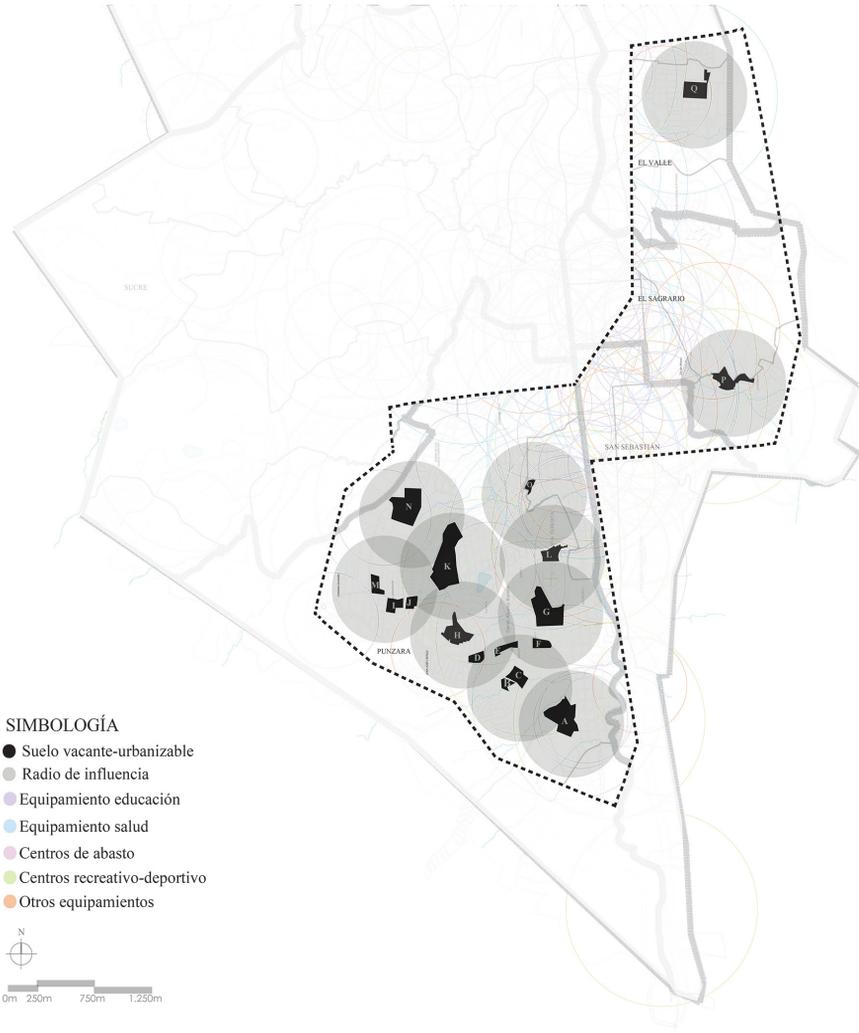


Figura 5. Terrenos previos

Tabla 3. Densidad poblacional circundante. Terrenos previos

TERRENO	A	B	C	D	E	F	G	H	
Densidad poblacional	24	231	146	175	147	147	34	51	

TERRENO	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Densidad poblacional	132	251	34	111	148	149	722	135	118

Se considera una densidad base de 100-300 hab/km², en un radio de 500 m. No menor, porque no se garantiza la interacción económica y social requerida; ni mayor, por la tendencia a saturar las preexistencias.

Se definen trece terrenos para aplicación de criterios técnicos o específicos y evaluación, de los cuales resulta lo que consta en la tabla 4.

Luego de los filtros aplicados, se determinan doce terrenos idóneos para vivienda social unifamiliar, con las características que se exige. La importancia de estos radica además en la ocupación de predios intersticiales entre la ciudad consolidada y la periferia. Bajo este último criterio, surge el complemento de propuesta con terrenos que se destinen a vivienda social en una nueva tipología: altura. La búsqueda de estos se orienta a terrenos de menor área, con condiciones básicas de hábitat urbano.

Finalmente, se obtienen terrenos en tres rangos de áreas, para dos tipologías de vivienda. Los que se destinan a vivienda colectiva están inscritos en un radio de 2500 m, mientras que los destinados a vivienda unifamiliar están fuera de este. El número de cada terreno corresponde a información específica: área, ubicación y clave catastral.

Tabla 4. Densidad poblacional circundante. Terrenos previos

INDICADOR	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CALIF.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
SERVICIOS BÁSICOS	Agua potable	Se define por la preexistencia de redes a 500mt, que puedan ampliarse. O que con obras menores pueda ser puesto en servicio.	Ninguno	1															
	Alcantarillado		Incompleto, con dos	2															
	Energía eléctrica		Incompleto, con tres	3															
	Alumbrado público		Completo	4															
EQUIPAMIENTO BÁSICO	Educación	Se define considerando el equipamiento existente, según los radios de cobertura específicos a cada uno de ellos. Educación-escuelas (400m), salud-subcentros (800m), bienes de servicios-	Sin equipamiento	1															
			Sin acceso por saturación	2															
			Semisaturado	3															
			Con disponibilidad	4															
	Salud	Sin equipamiento	1																
		Sin acceso por saturación	2																
		Semisaturado	3																
		Con disponibilidad	4																
	Bienes de servicios	Sin equipamiento	1																
		Sin acceso por saturación	2																
		Semisaturado	3																
		Con disponibilidad	4																
CONECTIVIDAD	Vías internas	Post proyecto	Sin acceso	1															
			Vía primaria	2															
			Vía secundaria	3															
			Vía terciaria	4															
	Vías externas	Se define en base a la jerarquía de la vía de acceso.	1 línea, 3 veces al día	1															
			1 línea, cada hora	2															
			1 línea, cada 10min	3															
			2 líneas, cada 10min	4															
	Transporte público	Se define en base a las frecuencia, cantidad y distancia del recorrido.	1 línea, 3 veces al día	1															
			1 línea, cada hora	2															
			1 línea, cada 10min	3															
			2 líneas, cada 10min	4															
USO PÚBLICO	Parque barrial, cancha deportiva	Se considerará una distancia de aproximadamente 400m.	Inexistencia	1															
			Existencia de 1	3															
			Existencia total	4															
OTROS	Recolección de residuos	Se mide por la prestación municipal del servicio a 500m de distancia.	Inexistencia	1															
			Existencia	4															
	Densidad	Se priorizan densidades entre 100 y 300 hab/km2, porque el origen de crecimiento es las infraestructuras de existencia previa.	Alta (+ de 300hab/km2)	1															
			Muy baja (- 50hab/km2)	1															
			Media baja (e/ 50 y 100)	2															
			Media (entre 100 y 200)	3															
	Condición social	Carac. sociales de residentes del entorno, para estimar el grado de aceptación e inserción.	Homogénea con segregación	1															
			Homogénea sin segregación	2															
			Heterogénea que se inserta	4															
TOTAL					35	34	34	34	34	30	35	35	35	27	26	37	28		



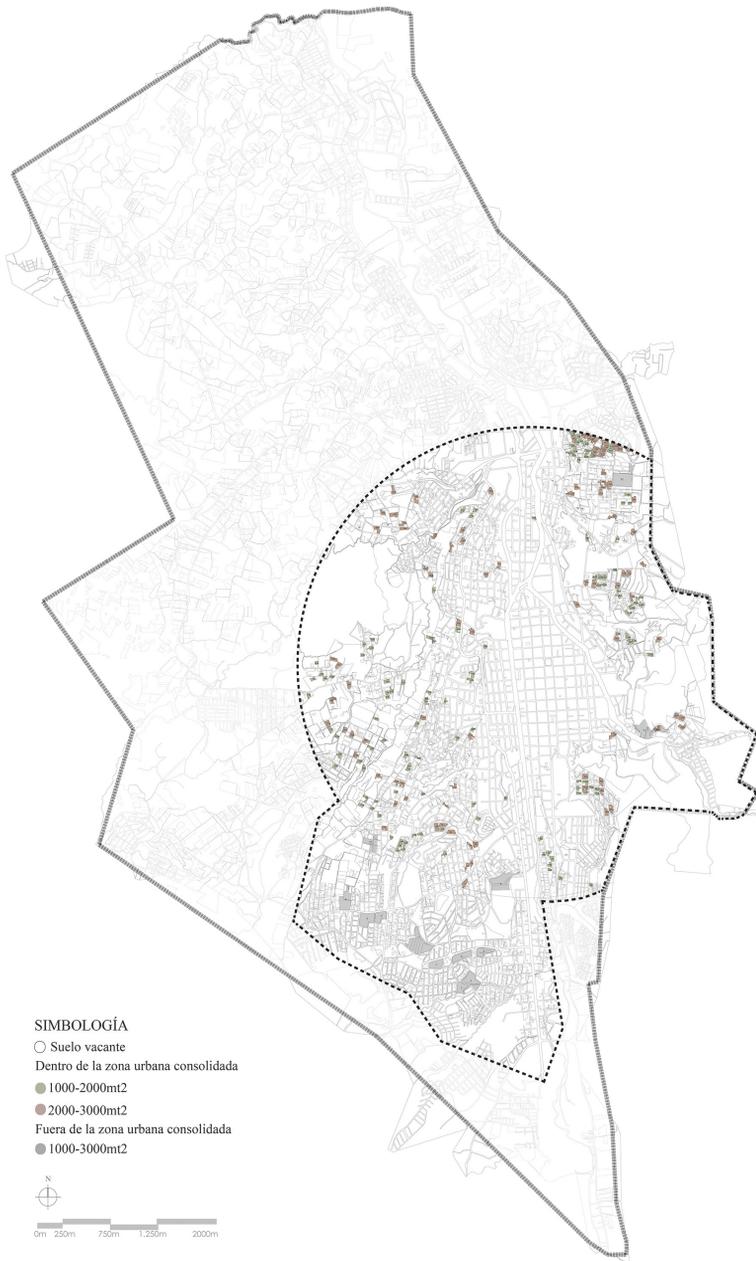


Figura 6. Plano consolidado con terrenos propuestos

6. Conclusiones

Se parte de la afirmación «la vivienda requiere un hábitat urbano de calidad, pues este incide sobre la calidad de vida». Contextualizar la metodología y estructurarla ha permitido obtener un mecanismo aplicable a la ciudad de Loja.

El marco teórico parte de referir el hábitat urbano, ejemplificándolo en servicios básicos, equipamiento, conectividad, espacio público, los cuales se toman como indicadores básicos. La vivienda social está asociada a los indicadores descritos.

Del diagnóstico cualitativo, la vivienda social en Loja se ha desarrollado bajo iguales patrones: localización en periferia, en donde el suelo es menos costoso, pero el costo de urbanización más elevado. La ocupación de estas periferias por vivienda se adjudica a la condición masiva y a su tipología unifamiliar, que demanda de grandes extensiones de terreno, que existen justo allí.

La evaluación cuantitativa muestra conjuntos actuales con déficit de infraestructuras y servicios, por ende, de hábitat urbano; mientras que los conjuntos antiguos están equipados y servidos con la calidad que la metodología busca.

Los conjuntos actuales evidencian la selección de sectores sin criterio técnico o análisis urbano; y los antiguos prueban que son parte de la ciudad consolidada, puesto que esta ha crecido y los ha integrado pese a que, en algún momento, también fueron periféricos y carentes; lo propio sucederá con los actuales.

Con la aplicación metodológica, se determina la condición exacta por conjunto, pero también se validan los indicadores que la conforman, los cuales se consideran estrategia de propuesta, pues están totalmente contextualizados. La propuesta determina dos escalas de terrenos para vivienda social, todos con hábitat urbano de calidad. La primera tipología es unifamiliar que, por áreas extensas, está fuera del área urbana consolidada. La segunda es la tipología colectiva que, por áreas, existe y está dentro del área urbana consolidada.

La propuesta evidencia cuáles son los terrenos idóneos que garanticen la calidad de hábitat urbano. Los terrenos propuestos son:

- Fuera de la zona urbana; 12 terrenos con áreas de entre 1000-3000 m².
- Dentro de la zona urbana; 124 terrenos con áreas entre 1000-2000 m²;
90 terrenos con áreas entre 2000-3000 m².

La presente investigación es un aporte para la vivienda de interés social desde el ámbito urbano, como posibles localizaciones para implantar proyectos de vivienda, con la flexibilidad de diversas áreas y tipologías.

Referencias bibliográficas

- Arteaga Arredondo, I. (2005). De Periferia a Ciudad Consolidada. Estrategias para la transformación de zonas urbanas marginales. *Bitácora* (9) 1. 98-111. <https://www.redalyc.org/pdf/748/74800909.pdf>
- Cruz-Muñoz, F. e Isunza, G. (2017). Construcción del hábitat en la periferia de la Ciudad de México. Estudio de caso en Zumpango. *Eure*, 43(129), 187-207. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612017000200009>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Sirgy, M. J. (2016). Towards a new concept of residential well-being based on bottom-up spillover and need hierarchy theories. *A Life Devoted to Quality of Life: Festschrift in Honor of Alex C. Michalos*, 131-150.
- UN-HABITAT (2021). The Role of Land in Achieving Adequate and Affordable Housing. *United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat)*. https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/09/the_role_of_land_in_adequate_housing_final.pdf
- Van der Voordt, D. y De Jong, T. (2002). Ways to study and research. *Urban, Architectural and Technical Desing*. (W. Dijkhuis, trad.). Delft University Press, DUP Science.
- Zulaica, L., y Celemin, J. P. (2008). Análisis territorial de las condiciones de habitabilidad en el periurbano de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), a partir de la construcción de un índice y de la aplicación de métodos de asociación espacial. *Revista de Geografía Norte Grande*, (41), 129-146. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022008000300007>



El libro *Investigación y Arquitectura: Trabajos de fin de carrera* es un proyecto de la escuela de Arquitectura de la UIDE-L que busca reunir reflexiones académicas de sus docentes y estudiantes con la finalidad de contribuir a la práctica de investigación y diseño en arquitectura.

El texto se escribe en el contexto de experiencias de enseñanza en arquitectura y de los trabajos de fin de carrera (TFC) como parte del proceso formativo de los estudiantes, abarcando los ejes teórico, urbano, tecnológico y de diseño arquitectónico. Se estructura en tres capítulos: el primero ofrece una visión sobre el TFC y los procesos dentro de la investigación en arquitectura; el segundo está compuesto por ensayos que abordan la enseñanza y el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento arquitectónico; y el tercero presenta dieciocho proyectos realizados por estudiantes en el taller de fin de carrera. Estos proyectos reflejan una variedad de enfoques y escalas de intervención en distintos territorios, respondiendo a problemáticas reales identificadas por los estudiantes.

Los resultados de esta experiencia investigativa se recopilan en esta publicación que, además de documentar el proceso de los TFC, se convierte en un material de referencia valioso para el análisis y desarrollo de proyectos en el ámbito de la arquitectura. Este libro destaca el trabajo de la escuela, ofreciendo una visión integral del proceso académico y creativo de sus estudiantes, y contribuyendo al enriquecimiento del debate arquitectónico.