

Artículo de Investigación

# Análisis y determinación de patologías constructivas en edificaciones de tierra de comunidades indígenas de los Andes, Ecuador

## Analysis and determination of construction pathologies in earthen buildings of indigenous communities of the Andes, Ecuador

**Katherine Haydee Soto Toledo**<sup>1</sup>: Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.  
[khsotox@utpl.edu.ec](mailto:khsotox@utpl.edu.ec)

**Karina Monteros Cueva**: Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.  
[kmonteros@utpl.edu.ec](mailto:kmonteros@utpl.edu.ec)

**Fecha de Recepción:** 01/01/2025

**Fecha de Aceptación:** 01/02/2025

**Fecha de Publicación:** 06/02/2025

### Cómo citar el artículo

Soto, K. H. y Monteros, K. (2025). Análisis y determinación de patologías constructivas en edificaciones de tierra de comunidades indígenas de los Andes, Ecuador [Analysis and determination of construction pathologies in earthen buildings of indigenous communities of the Andes, Ecuador]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-21.  
<https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1242>

### Resumen

**Introducción:** El uso de la tierra como sistema constructivo continua vigente en comunidades que habitan la cordilla de los Andes; sin embargo, actualmente el escaso conocimiento de la tecnología constructiva ocasiona que al momento de intervenir se sustituyan las técnicas tradicionales por la incorporación de nuevos materiales; lo cual significa, alteración de la tipología arquitectónica y pérdida del registro de saberes constructivos. **Metodología:** Para determinar las patologías constructivas se utilizó un sistema de fichaje para la documentación de materiales y daños, así mismo se aplicó el método comparativo a los sistemas constructivos de tapial y adobe, en un universo de 51 viviendas de la parroquia Santiago, al sur del Ecuador.

<sup>1</sup> **Autor Correspondiente:** Katherine Haydee Soto Toledo. Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador).

**Resultados:** Se determinó que las lesiones recurrentes en la estructura son en un 40% fisuras y grietas, 30% pérdida de material, 20% crecimiento biológico y 10% eflorescencias. **Discusión:** El modelo de ficha usado se acopló a los indicadores de la ficha nacional que utiliza el gobierno lo que permitió un diagnóstico más exhaustivo. **Conclusiones:** La metodología planteada demostró aporte importante en la fase de diagnóstico de patologías al sistematizar la data levantada y con objetividad determinar el estado de la edificación.

**Palabras clave:** Adobe; Construcciones de tierra; Cordillera de los Andes; Ecuador; Patologías constructivas; Patrimonio; Procedimientos de restauración; Ruralidad; Tapial.

### Abstract

**Introduction:** The use of earth as a constructive system is still in force in communities that inhabit the Andes mountain range; however, currently the scarce knowledge of the constructive technology causes that at the moment of intervention, traditional techniques are substituted by the incorporation of new materials; which means, alteration of the architectural typology and loss of the registry of constructive knowledge. **Methodology:** In order to determine the construction pathologies, a filing system was used to document materials and damages, and the comparative method was applied to the construction systems of adobe and rammed earth, in a universe of 51 houses in the parish of Santiago, in southern Ecuador. **Results:** It was determined that the recurrent lesions in the structure are 40% fissures and cracks, 30% loss of material, 20% biological growth and 10% efflorescence. **Discussion:** The model of record used was coupled to the indicators of the national record used by the government which allowed for a more exhaustive diagnosis. **Conclusions:** The proposed methodology showed an important contribution in the pathology diagnosis phase by systematizing the data collected and objectively determining the condition of the building.

**Keywords:** Adobe; Andes Mountains; Constructive pathologies; Earth constructions; Ecuador; Heritage; Restoration procedures; Rurality; Tapial.

## 1. Introducción

En 1999, la Carta del Patrimonio Vernáculo construido (ICOMOS, 1999) declara a la arquitectura vernácula como:

El modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales. La continuidad de esa tradición se ve amenazada en todo el mundo por las fuerzas de la homogeneización cultural y arquitectónica. Cómo esas fuerzas pueden ser controladas es el problema fundamental que debe ser resuelto por las distintas comunidades, así como por los gobiernos, planificadores y por grupos multidisciplinarios de especialistas.

En este contexto, el Programa de Arquitectura de Tierra del Patrimonio Mundial de la UNESCO (Wakil, 2024) declara “el regreso de la arquitectura vernácula” y; en la misma línea el enfoque de sostenibilidad de la arquitectura contemporánea obliga a la reinterpretación de la arquitectura popular reconocida por los valores culturales, de sostenibilidad y de identidad del territorio (Bestraten *et al.*, 2011), (Rotondaro, 2007). Por lo expuesto, el aporte investigativo y metodológico a los procesos de diagnóstico, diseño y de intervención al patrimonio edificado son fundamentales; de manera que resulten efectivos, viables e innovadores en términos de conservación.

La denominación de “arquitectura de tierra” fue instaurado por primera vez en la Conferencia Internacional sobre Construcciones de Tierra realizada en Ankara, Turquía en el año 1980; y, engloba a todas las edificaciones que presentan como principal componente constructivo a la tierra cruda (Soto y Guanín, 2014). Minke (2001), establece que las construcciones con tierra cruda datan de hace 9000 años, y son precisamente las culturas originarias las que demuestran dominio en la técnica constructiva al ser un saber de transferencia generacional.

El uso de la tierra como sistema constructivo continua vigente en el planeta, tanto en los territorios rurales como en las periferias urbanas (Doat *et al.*, 1999). En el continente americano el mayor registro de construcciones de tierra cruda se identifica en Centroamérica, en la cordillera Sierra Madre Occidental (Daneels, 2018); y en Sudamérica, en la Cordillera de los Andes (Lara y Bustamante, 2022) (Figura 1)

### Figura 1.

*Localización de construcciones en tierra cruda*



**Fuente:** (Meta 2020 arquitectos, 2016).

En la zona rural interandina del Ecuador, en todo el territorio se evidencia tipologías de arquitectura nativa y vernácula; sin embargo, estas edificaciones están expuestas a diversas vulnerabilidades tanto endógenas como exógenas; entre otras se identifican, la afectación de fenómenos naturales, daños causados por las deficientes intervenciones constructivas, falta de mantenimiento; lo que ocasiona que su estructura portante empiece a mostrar diferentes patologías. En este contexto, el escaso conocimiento de la tecnología constructiva, ocasiona que al momento de intervenir se sustituyan las técnicas tradicionales por el uso e incorporación de nuevos materiales; lo cual significa, alteración de la tipología arquitectónica y pérdida del registro de saberes constructivos en las comunidades.

El objetivo de esta investigación fue analizar e identificar las patologías constructivas presentes en las estructuras portantes de tierra, aplicando metodología comparativa de los sistemas constructivos de tapial y adobe, para contribuir a su intervención y restauración con criterios de respeto a la edificación. La investigación se concentra en la Parroquia urbana de Santiago, perteneciente al Cantón Loja, en el sur del Ecuador; cuyo territorio se caracteriza por una topografía irregular y la prevalencia de construcciones en tierra; formando un conjunto homogéneo con alto valor patrimonial, que fuera reconocido por el gobierno nacional como de importancia cultural.

La metodología aplicada consistió en el levantamiento técnico de lesiones del bien inmueble, para lo cual se aplicó la ficha de registro de materiales y patologías; estructurada en una primera parte para el registro del material caracterizado en cada componente arquitectónico; y, en una segunda parte de la ficha el tipo de daño clasificado por cambios superficiales, degradación, desprendimientos, fisuras, grietas y deformaciones; identificando las causas intrínsecas y extrínsecas que las provocan. El sistema de valoración del estado de la edificación, se realizó asignando valor numérico de escala de afectación, pudiendo resultar en sólido, con parcial deterioro o total deterioro.

Los principales daños se evidenciaron en la estructura portante de tierra presentando patologías de diferentes orígenes como: las condiciones de aislamiento a la humedad, exposición de los muros a la intemperie, esfuerzos y deslizamientos en cimiento y sobrecimiento; estableciéndose que el adobe presenta mayor resistencia respecto al tapial. La evaluación de patologías bajo el sistema de fichaje mostró ser de gran utilidad en la fase de diagnóstico del estado de la edificación en los estudios previos al diseño, coadyuvando a la identificación adecuada y efectiva de daños, que puedan conllevar a correctos procedimientos de intervención para la preservación de este legado cultural.

### *1.1. Sistemas constructivos de tierra en la Cordillera de los Andes*

La Cordillera de los Andes, recorre el lado oeste de Sudamérica, se caracteriza por un sistema de montañas con cerca de 7.500 km de longitud, la altura media ronda los 4.000 metros, siendo el punto más alto a 6.961 metros en el Aconcagua, Argentina. Sus terrenos variados incluyen glaciares, volcanes, praderas, desiertos, lagos y bosques. En los valles el clima es templado la mayor parte del año, cálido verano (20°- 35°) y frío en invierno (5°- 20°); en las partes altas de las montañas el clima extremo es el árido frío y el bioma predominante es desértico en el altiplano y sus cordilleras.

Los Andes alberga sitios arqueológicos precolombinos, en donde el material predominante es la piedra y en menor grado la tierra combinada con entramados de madera, conocido generalmente como “bahareque”. Con la llegada de los españoles a América en el siglo XIV, inicia el proceso de territorialización cultural, por lo que las técnicas constructivas españolas del adobe y tapial son transmitidas a los indígenas, tomando identidad la arquitectura andina en los países que forman parte de la cordillera de los Andes: Venezuela, Chile, Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia y el noroeste argentino (Figura 2) (Tabla 1).

#### **Figura 2.**

*Tipología de vivienda tradicional en los Andes; Santiago; Ecuador*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

En el Ecuador, según (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2022) las edificaciones que tienen como sistema constructivo portante a los muros de adobe y tapial corresponde al 3.9% (257.832 viviendas) de un total de 6.610.236 registradas.

En Loja, en el área urbana existen 5.888 inmuebles con esta materialidad y en el área rural 24.508, prevaleciendo el predominio de esta técnica constructiva en las áreas rurales interandinas.

**Tabla 1.**

*Denominación del sistema constructivo tradicional según país*

País	Tierra apisonada	Entramados	Tierra en bloque
Venezuela	Tapial	Bahareque	Adobe
Colombia	Tapial	No registra	Adobe
Ecuador	Tapial	Bahareque	Adobe
Perú	Tapial	Quincha	Adobe
Bolivia	Tapial	Tabique	Adobe
Argentina	Tapial	Estanteo/Quincha	Adobe
Chile	Tapial	No registra	Adobe

**Fuente:** Elaboración propia (2024), adaptado de (Viñuales *et al.*, 2003)

### 1.1.1. Características constructivas del adobe

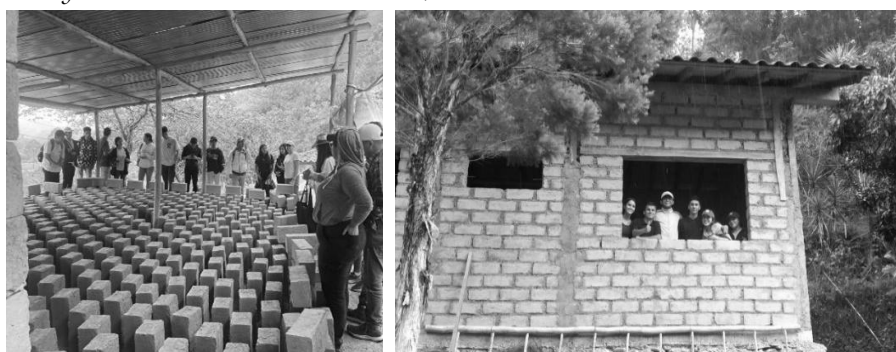
Prado (2007) define al adobe como:

Una mezcla de arcilla y arena con agua hasta formar una pasta manejable a la cual se le añaden refuerzos orgánicos como paja, pelo de animal, zacate o cualquier otro tipo de fibra animal o vegetal para darle cohesión. [...] El contenido de tierras y arcillas en los adobes varía, pero en forma muy general podemos decir que la arcilla ocupa 50%, la arena 30%, el limo 15% y los agregados orgánicos cerca del 5% (p. 89).

Y, además, determina que la principal causa de daño en un muro de adobe es la falta o pérdida de recubrimiento del mismo ya que el agua al caer sobre el adobe “lava” el aglutinante, es decir, la arcilla y disgrega el material.

**Figura 3.**

*Fábrica de adobe y vivienda tradicional de adobe, Vilcabamba - Ecuador*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 1.1.2. Características constructivas del tapial

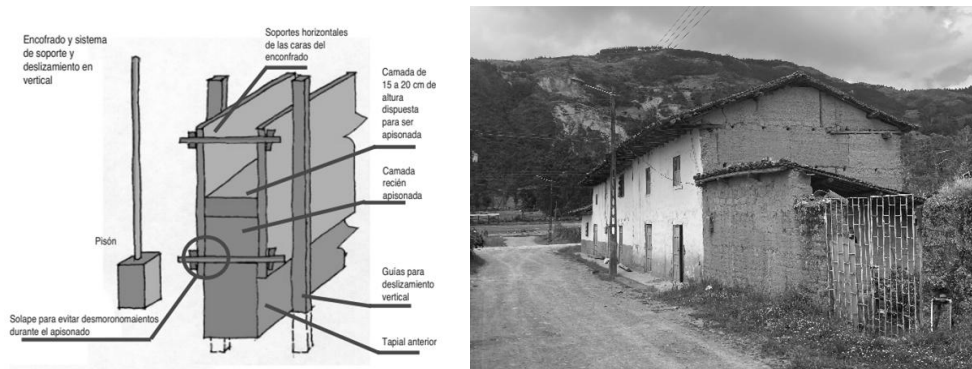
(Doat *et al.*, 1999) respecto a la tapia indica que:

La tapia pisada es un procedimiento por medio del cual se construyen casas con tierra, sin sostenerlas con piezas de madera y sin mezcla de paja o relleno. Este método consiste en apisonar, capa por capa, en medio de dos tablones con el espesor normal de los muros de piedra (...). Apisonada de esta manera, la tierra se liga, toma consistencia, y forma una masa homogénea.

Por su parte, Camacho (2007) establece diferencia en los términos “tapia” y “tapial”. Tapia son “cada una de las partes de una pared que se hace de tierra apisonada en un molde” mientras que tapial es el “molde de madera que se emplea para hacer las tapias, compuesto de dos tableros que se sujetan en los costales y en las agujas, y se emplean tanto vertical como horizontalmente” (p. 709) (Figura 4).

#### Figura 4.

Partes componentes de un “tapial” y Vivienda tradicional de tapia, Chuquiribamba – Ecuador



**Fuente:** Imagen izquierda (Viñuales *et al.*, 2003), imagen derecha: propia.

### 1.2. Patologías constructivas

Las edificaciones de adobe y tapial se sustentan estructuralmente en sistemas de muros de tierra, por lo tanto son edificaciones portantes; en este sentido Monjó y Carrión (2001, p. 17) establecen que “la función principal de los elementos estructurales es la de soporte del edificio del que forman parte ante las acciones exteriores que atentan contra la estabilidad” y que, partiendo del concepto de patología constructiva como “ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio (o en alguna de sus unidades) después de su ejecución”, estos procesos patológicos se agrupan en: Lesiones mecánicas; Lesiones Físicas; Lesiones Químicas; y, Lesiones superficiales (Tabla 2).

**Tabla 2.**
*Patologías constructivas*

Patologías físicas	Patologías mecánicas	Patologías químicas	Patologías superficiales
<b>Humedades:</b> <i>Capilaridad</i> <i>Filtración</i> <i>Condensación</i> <i>Accidental</i>	<b>Deformaciones:</b> <i>Flechas</i> <i>Pandeos</i> <i>Alabeos</i> <i>Desplomes</i>	<b>Eflorescencias</b>	<b>Alteraciones cromáticas:</b> <i>Decoloración</i>
<b>Suciedad:</b> <i>Por depósito</i> <i>Por lavado diferencial</i>	<b>Grietas:</b> <i>Por carga</i>	<b>Organismos:</b> <i>Animal</i> <i>Vegetal</i>	<b>Sedimentos:</b> <i>Manchas</i> <i>Graffiti</i>
<b>Erosión atmosférica</b>	<b>Fisuras:</b> <i>Por soporte</i>	<b>Erosión química</b>	<b>Transformación:</b> <i>Costra</i>
	<b>Desprendimientos:</b> <i>Abombamiento</i> <i>Caída</i>		<b>Desperfectos:</b> <i>Cables mal ubicados</i> <i>Empalmes defectuosos</i>
	<b>Erosión mecánica</b>		

**Fuente:** Elaboración propia (2024), adaptado de (Lara, 2017).

### 1.3. Antecedentes Parroquia Santiago

La Parroquia Santiago, se encuentra ubicada en la cordillera oriental de los Andes, región interandina que atraviesa el Ecuador en dirección norte sur correspondiéndole una topografía muy irregular con pequeños valles y colinas elevadas como resultado de la erosión de las montañas y los movimientos continuos de las corrientes fluviales. Se encuentra a una altura entre los 2000 y 3000 msnm. La temperatura media es de 12°C, la máxima de 18°C entre octubre y abril, mientras que la temperatura más baja de 6°C se da entre julio y agosto. Tiene su origen en la hacienda "San Francisco", que fuera un latifundio propiedad de una familia pudiente en la cual trabajaban sus habitantes a cambio de un lugar para vivir. Esta situación cambió en 1921 cuando se consiguió la expropiación del sitio parcelando la hacienda mediante decreto gubernamental R N° 366 del 16 de julio de 1934 (Municipio de Loja, 2009) (pp. 5-13).

El centro consolidado de la parroquia (Figura 5) cuenta con doce manzanas que ocupan una área aproximada de 4.80 Ha. De acuerdo al sistema de información patrimonial ABACO del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) en el año 2013 inventarió 51 viviendas como patrimoniales de los 152 predios edificados, de los cuales todos han sido construidos en sistema constructivo de tierra.

**Figura 5.**

*Ubicación Parroquia Santiago, Loja-Ecuador*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 1.3.1. *Arquitectura: Tipología y sistema constructivo*

Las características rurales y de aislamiento de la parroquia ha permitido que las viviendas tradicionales se conserven en el tiempo, sin embargo han sufrido deterioro en su estructura debido al abandono de sus viviendas principalmente debido a la migración del campo a la ciudad, registrando una población actual de 1373 habitantes de acuerdo al último censo del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2022). Por otro lado, el uso de materiales incompatibles con la tierra para intervenciones menores ha traído como consecuencia el desgaste y mal aspecto en muros principalmente.

En el área consolidada, se puede observar el predominio de edificaciones de un piso que representan el 55% del total mientras que el 44,30% corresponde a dos pisos y escasamente el 0.70% corresponde a una edificación en hormigón y ladrillo (Municipio de Loja, 2009, p. 49). (Figura 6). En cuanto al sistema constructivo, el material predominante en las construcciones es el adobe luego el tapial y finalmente un sistema mixto de construcción, introduciendo el bahareque en plantas altas para aligerar cargas, o como elemento divisorio. Las características de la construcción rural, se dan por la presencia de un cuerpo sólido y compacto de planta rectangular con sus variantes definidos por la presencia de portal o su ausencia (Orto, 2023), así como por la presencia de planta a nivel de subsuelo en los casos que la topografía obliga a ello.

#### **Figura 6.**

*Paisaje y morfología urbana parroquia Santiago*

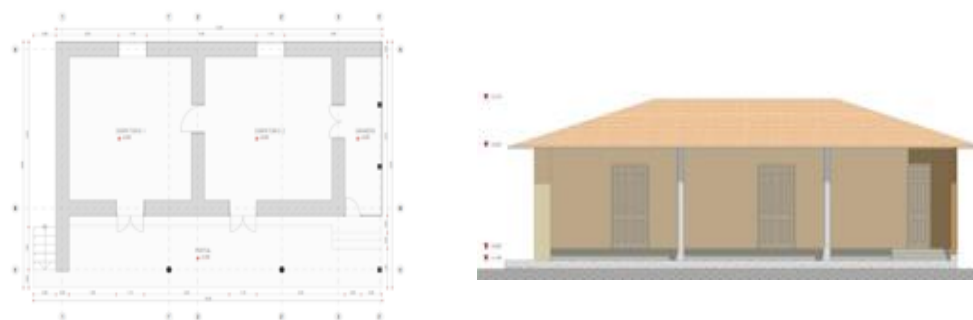


**Fuente:** Elaboración propia (2024).

La tipología predominante de Santiago corresponde a viviendas de un piso con o sin portal frontal (Figura 7) y la segunda tipología a vivienda de dos pisos con sin portal todas implantadas en el área central (Figura 8), mientras que las viviendas más alejadas del centro mantienen siempre el uso de portal, como un espacio productivo y social, siendo esta una característica de emplazamiento en algunos poblados rurales de la zona.

**Figura 7.**

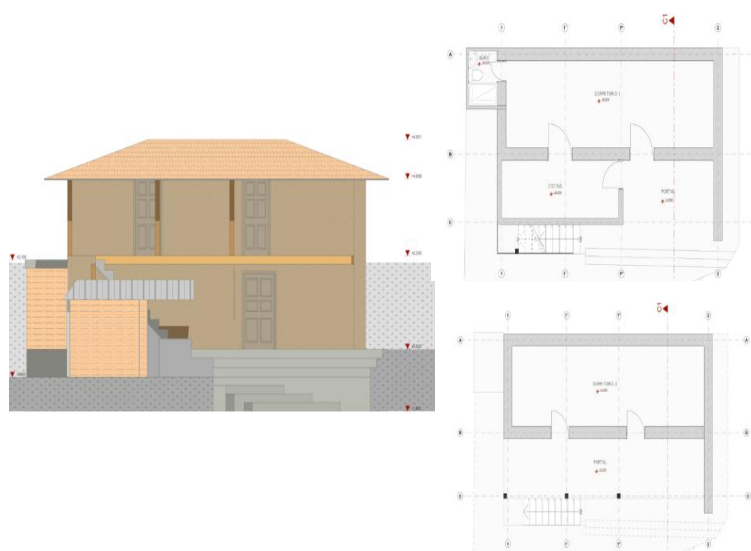
*Tipología arquitectónica tradicional: una planta con portal frontal*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

**Figura 8.**

*Tipología arquitectónica tradicional: dos plantas con soportal frontal*



**Fuente:** Elaboración propia (2024).

## 2. Metodología

El presente estudio se estructura como proyecto de vinculación de la Universidad Técnica Particular de Loja, denominado “Caracterización de sistemas constructivos tradicionales en las parroquias rurales de la Provincia de Loja. Caso de estudio: Parroquia Santiago”; por lo que la metodología planteada debió ser planificada en relación al avance del ciclo académico y del número de estudiantes participantes.

Se estructuró en tres fases:

- **La primera fase** fue la preliminar; consistió en determinar el alcance del proceso, establecer los referentes comparativos, y la determinación de la muestra para levantamiento de data.
- **La segunda fase** fue la planificación de instrumentos; la cual se estructuró en dos momentos: determinación de indicadores, posteriormente se procedió a preparar instrumentos (ficha) para el análisis y recolección de data de patologías.

- La **tercera fase** fue el procesamiento de estudios complementarios; se realizó en laboratorio en donde se procesaron las muestras tomadas de los muros de adobe y tapial con la finalidad de realizar el estudio físico comparativo.

## 2.1. Fase 1: Preliminares

### 2.1.1. Determinación de la muestra: criterios de inclusión y exclusión


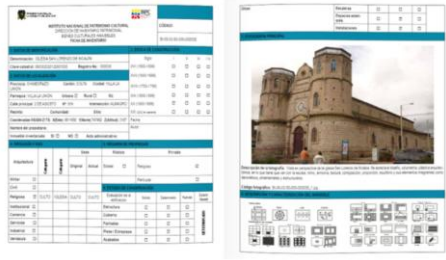
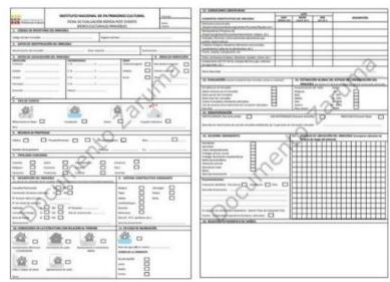
Se delimitó un universo de 51 viviendas considerando aquellas que han sido registradas de interés patrimonial, según datos del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural – INPC; de las cuales se seleccionó 31 viviendas que corresponden a aquellas emplazadas dentro del polígono del centro consolidado de la parroquia; excluyéndose, 20 viviendas que se encuentran fuera del polígono urbano consolidado, aquellas viviendas modificadas o que se encontraban deshabitadas al momento de hacer el estudio.

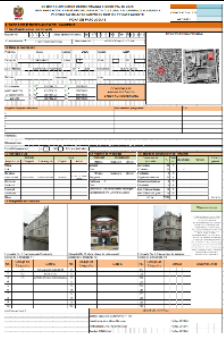
### 2.1.2. Antecedentes sistema de fichaje del patrimonio construido

Se analizó el sistema de fichaje vigente del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2010, p. 27) y del GAD Loja, de manera que todos los elementos declarados en la ficha de inventario puedan ser analizados y entrelazados (Tabla 3)

**Tabla 3.**

*Sistema de fichaje del patrimonio edificado en el Ecuador*

Instructivo	Temática	Registro patologías		Formato
		si	no	
INPC/Instructivo para fichas de inventario de Inmueble	El INPC cuenta con una ficha de registro y cuatro fichas de inventario para el área de bienes inmuebles.		X	 <p><i>Ficha de registro</i></p>
		X		 <p><i>Ficha de inventario</i></p>
INPC/ Ficha evaluación rápida post evento inmuebles.	La ficha (...), es una herramienta que permite evaluar de manera práctica y detallada los aspectos más importantes sobre los daños causados por diversos fenómenos naturales.	X		

GAD-LOJA	Registro	X	
----------	----------	---	---

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

### 2.1.3 Alcance del levantamiento de data de patologías constructivas

El ámbito de data de patologías tiene como elemento básico la clasificación planteada por (Monjó y Maldonado, 2001) y el sistema de valores de la “Ficha de riesgos y Patologías INPC-GAD-Loja. Se clasificaron las patologías considerando las causas intrínsecas y extrínsecas que producen daños en la edificación asignando nomenclatura a cada patología. Se estructura en cuatro grupos específicos (Tabla 4): Lesiones físicas, Lesiones mecánicas, Lesiones químicas, Mantenimiento.

**Tabla 4.**

*Ámbito de data patologías constructivas consideradas en el presente estudio*

Tipo	Nombre	Descripción	Código
Lesión Física	Humedad	Capilaridad	LF.h.cap.
		Muros enterrados	LF.h.mur.ent.
		Condensación	LF.h.cond.
		Grietas y fisuras	LF.h.gr
	Suciedad	Depósito	LF.suc.dep.
		Erosión	LF.suc.eros.
		erosión (pérdida del material de forma superficial)	Impacto y rozamiento (Uso continuo y habitual)
		Agentes atmosféricos (Agua, sol y viento)	LF.eros.ag.atm.
Lesión Mecánica	grietas (cuando alcanza el espesor del elemento constructivo)	Movimientos de suelo	LM.gr.mov
		Reparto defectuoso de cargas o sobrecargas	LM.gr.carg.
		Variaciones térmicas	LM.gr.vt.
		Erosión y envejecimiento prematuro por agentes atmosféricos	LM.gr.eros.
	Deformaciones (reacción de un elemento a una fuerza externa o interna al tratar de adaptarse a ella)	Fuerza externa	LM.def.fe.
		Fuerza interna	LM.def.fi.
	Fisuras (afectan exclusivamente al acabado superficial del elemento constructivo)	Cambios térmicos	LM.fis.ct.
		Tensión del material	LM.fis.t.m.
	Desprendimientos	Deficiencia del material de revestimiento	LM.desp.mat.
		Humedad	LM.desp.hum.
Lesión Química	eflorescencias (sales de color blanco que se depositan en las superficies, la causa es la humedad)	Eflorescencias primarias (aparece en la obra recién terminada)	LQ.eflor.prim.
		Eflorescencias secundarias (aparece en la obra demás de un año de antigüedad)	LQ.eflor.sec.

	organismos vivos (sales de color blanco que se depositan en la superficie)	Animales (causa lesiones erosivas)	LQ.ov.anim.
		Plantas (dificulta el escurrimiento de agua, sus raíces penetran en grietas agrandándolas)	LQ.ov.plan.
<b>Mantenimiento</b> (su ausencia provoca daños en elementos como oxidación, suciedad, apolillamiento, desprendimiento, deterioro de las características originales de un espacio o de un material)		Sin limpieza	M.s.l.
		Sin podar	M.s.p.
		Sin revisión	M.s.r.
		Sin fumigar	M.s.f.

**Fuente:** Elaboración propia (2024) en base a valores de “Ficha de riesgos y patologías” INPC/GAD- Loja.

## 2.2. Fase 2: Planificación de actividades e instrumentos

Para el levantamiento de data se estructuran grupos de trabajo de tres personas y se asignaron actividades según un cronograma previamente socializado (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Actividades y roles asignados al personal*

Nº	Nombres y Apellidos	Acciones a realizar	Instrumentos requeridos	Tiempo	Evidencias
1	Técnico 1	Encuesta a los propietarios / Levantamiento arquitectónico	Ficha / flexómetro / libreta de trabajo	1. Inicio:	Ficha terminada / Dibujo arquitectónico terminado
				xx/xx/xx	
				2.Fin:	
				Xx/xx/xx	
2	Técnico 2	Levantamiento arquitectónico	Flexómetro / libreta de trabajo		
3	Técnico 3	Levantamiento fotográfico / patologías	Ficha / cámara fotográfica		

**Fuente:** Elaboración propia (2024)

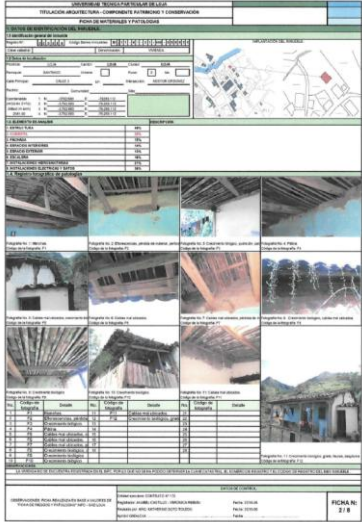
Para el registro y caracterización de tipologías y lesiones se diseñó una ficha independiente para cada componente. Cada ficha se estructuró en tres páginas:

- **Página 1:** Contiene información general del predio y levantamiento fotográfico de patologías del componente correspondiente (Tabla 6, 1).
- **Página 2 y 3:** Registro de factores antrópicos en el inmueble: inventario de materiales; tipos de daños (Tabla 6, 2).
- **Página 4:** Constan los gráficos valorativos y de resultados, simbología de patologías (Tabla 6, 3).

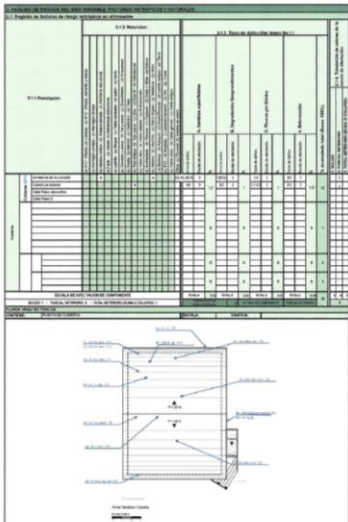
**Tabla 6.**

Descripción de contenido: *Página 1. / 2. Página 2 / 3. Página 3*

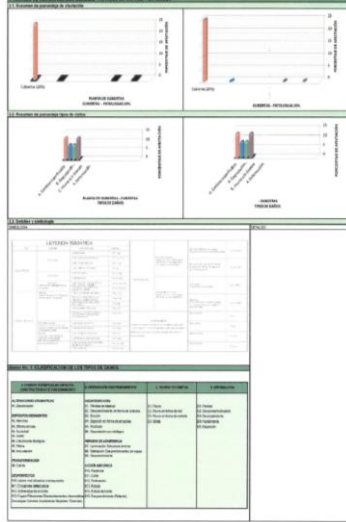
**1.**



**2.**



**3.**



**Fuente:** Elaboración propia (2024) en base a valores de “Ficha de riesgos y patologías” INPC/GAD-LOJA

Con la finalidad de mejora, se implementó un sistema de organización de data, asignándole valoración de porcentaje según el componente arquitectónico, en relación al 100% del total de la edificación. El sistema de valoración del estado de la edificación, se realizó asignando valor numérico de escala de afectación, pudiendo resultar en sólido, con parcial deterioro o total deterioro, asignando el siguiente peso:

- Estructura (muros) 40%
- Cubierta 20%
- Fachada 4%
- Espacios interiores 20%
- Espacios exteriores 4%
- Escaleras 2%
- Instalaciones hidrosanitarias 6%
- Instalaciones eléctricas y datos 4%

De manera que cada vivienda estaba desarrollada en 8 fichas, una por cada elemento, finalizando con una ficha resumen por inmueble.

### 2.3. Fase 3: Estudios complementarios

Una vez registradas las principales patologías generales y específicas en muros fue necesario analizar el comportamiento de la tierra buscando las características del material empleado y pruebas de resistencia. Para este estudio se excluyó al bahareque que en la zona es utilizado en menor medida.

Se realizaron estudios para determinar las características físicas (composición granulométrica, peso específico, contenido de materia orgánica, contenido de humedad y límites de consistencia), y características físico - mecánicas (compresión simple y resistencia a flexión) para establecer la prevalencia del uno sobre el otro. Se extrajeron muestras de los muros, utilizando un extractor de núcleos (Figura 9). Este método se utiliza para proporcionar información sobre la Resistencia de las estructuras antiguas; evaluación de las viviendas dañadas ya sea por sismos, incendios, inundaciones, entre las causas más frecuentes.

#### Figura 9:

*Proceso de extracción y caracterización de muestras de muros de adobe y tapial*



**Fuente:** Elaboración propia (2024)



## 3. Resultados

### 3.1. De las fichas

Se levantaron un total de 31 predios, resultando un total de 248 fichas de patologías constructivas. Participaron un total de 69 estudiantes y dos docentes (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Informe de actividades y evidencia fotográfica de la fase de levantamiento de data con la participación de estudiantes y docentes.*

Actividad	Costo total \$	Financiamiento		Evidencia fotográfica
		UTPL	Observaciones	Evidencia
A1. Actualización de base de datos de partida: fichas INPC, cartografía INPC - GAD LOJA - JUNTA PARROQUIAL	0	0	Los estudiantes obtienen y contrastan información de las fichas de inventario INPC	 <p>F1. Estudiantes contrastando información de ficha INPC en cada predio</p>
A2. Identificación de predios con características de sistemas constructivos tradicionales en tapia, adobe y bahareque	690	690	69 estudiantes acompañados del docente correspondiente viajaron a la Parroquia Santiago. Se asignó subsistencias a cada estudiante, se adjunta registro de entrega de dinero con firmas de estudiantes	 <p>F2. Grupo de estudiantes de asignatura Patrimonio y Conservación, paralelo A y B.</p>

**Fuente:** Elaboración propia (2024)

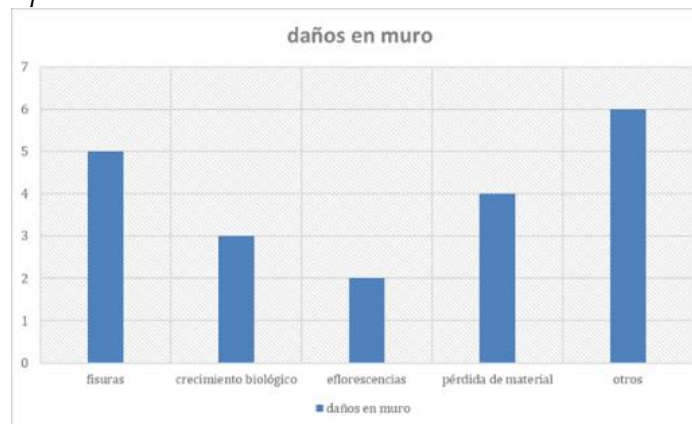
Se condensó la información de las 8 fichas de patologías en 31 fichas resumen. Para el análisis global del estado de la edificación el sistema de valoración se realizó asignando un valor numérico de escala de afectación, pudiendo resultar en sólido, con parcial deterioro o total deterioro .

### 3.2. Del estado de las edificaciones

Con la data levantada se determinó el estado de cada una de las edificaciones y además se establecieron las lesiones representativas en la muestra general de la población. Se evaluó que las lesiones recurrentes son en un 40% fisuras y grietas, 30% pérdida de material, 20% crecimiento biológico y 10% eflorescencias (Figura 10); teniendo diferentes causas, como las pocas condiciones de aislamiento a la humedad, exposición de los muros a la intemperie, esfuerzos y deslizamientos en cimiento y sobrecimiento.

**Figura 10.**

*Resultado de patologías representativas: daños en muros*



**Fuente:** Elaboración propia (2024)

De la comparativa entre el sistema constructivo del adobe y tapial, se determinó en primera instancia la temperatura ambiental, evidenciándose mejor comportamiento del adobe (Tabla 8). Adicional, se determinaron las medidas aplicadas en las construcciones y la carga (KN) (Tabla 9).

**Tabla 8.**

*Temperatura media interior y exterior de adobe y tapial*

Material	Media interior °C	Media Exterior °C
Adobe	13,96	12,5
Tapial	11,5	11,3

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

**Tabla 9.**

*Resistencia (kg/cm<sup>3</sup>). Dimensiones y carga (KN) de adobe y tapial*

Material	largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga (KN)
Adobe	25,7	25,2	17,5	38,6
	26,5	24,7	17,7	
	26,4	23,5	16,6	
Tapial	36,5	19,2	15,8	20,1
	36,5	19,1	15,7	

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

En términos de resistencia se evidencia que el adobe presenta mayor resistencia de carga. Otro factor importante es la composición granulométrica (Tabla 10). En la dosificación tanto del adobe como del tapial el mejor estabilizante es la paja en material natural, y en comercial la resina.

**Tabla 10.**

*Distribución granulométrica %*

Malla #120 (0,09mm)		Malla #230 (0,045mm)		Malla #325 (0,032 mm)	
Adobe	Tapial	Adobe	Tapial	Adobe	Tapial
6,3	38,54	1,7	4,25	12,4	7,62

**Fuente:** Elaboración propia (2024)

En condiciones de aislamiento a la humedad, (muros protegidos con aleros de cubierta) se cuenta con una diferenciación en cuanto a la resistencia que presentan las dos muestras, siendo el adobe el que presenta mejores resultados (Tabla 11).

**Tabla 11.**

*Resultados de Humedad, comparativa de adobe y tapial*

Material	Código	Peso Recipiente	Material + Recipiente	Seco + Recipiente
Adobe	I11	59,52	198,5	192,13
	A10	52,39	138,4	134,65
	My7	54,73	179,71	174,11
Tapial	JA3	54,81	210,88	208,03
	L	61,54	197,95	195,65
	G6	60,72	196,86	194,42

**Fuente:** Elaboración propia (2024).

## 4. Discusión

El sistema de fichaje utilizado, consideró los ámbitos de trabajo que utiliza actualmente la ficha de registro e Inventario (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2010) y el GAD Municipal de Loja, de manera que la información pueda articularse y completarse. En este sentido el levantamiento de patologías constructivas resultó detallada en las fichas que para el efecto se diseñó, lo que incluyó la identificación de la causa u origen del daño, así como las consecuencias que pueden evidenciarse en cada uno de los elementos, de manera que: Estructura, Cubierta, Fachada, Espacios Exteriores, Espacios Interiores, Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias así como Escalera fueron analizadas en cada una de las viviendas en su materialidad y patologías presentes.

El fichaje técnico puede ayudar en la toma de decisiones para priorizar los agentes patológicos que más están dañando a estas estructuras, pero también articular soluciones, de manera que estaría este sistema ayudando para la preservación del patrimonio vernáculo de la parroquia Santiago en donde estos sistemas constructivos son parte de la identidad del pueblo. Si bien la tierra como material geológico, se configura físicamente dependiendo del lugar de extracción, por lo cual no es un material estandarizado, y muchas veces no es ejecutado con habilidad y muchas veces con limitada técnica constructiva (Lara, 2017).

Autores como (Cristina Vallejo Choez y Mena Mora, 2019) analizan patologías pero sugieren también alternativas de mantenimiento preventivo y correctivo según la compatibilidad de materiales, de ahí que es necesario conocer la composición específica de la tierra para determinar las causas de las patologías que adolece y poder mejorar su condición a través de estabilizantes tanto naturales como tecnificados, así como prever al momento de su construcción criterios de diseño que permitan su preservación en el tiempo.

En el relevamiento de patologías, pueden ser las superficiales las que más se documenten, y otras pueden conllevar patologías internas más serias (Ramos *et al.*, 2004), por eso estas fichas deben ir acompañadas de estudios de laboratorio que permitan entender el comportamiento de la tierra principalmente al estar en contacto con la humedad.

Una de las principales patologías que presentan los muros de tierra son fisuras, desprendimientos y eflorescencias, las cuales frecuentemente son reparadas como si fuera un muro de ladrillo que, si bien ofrece resultados inmediatos, a la larga se desprende debido a la incompatibilidad de materiales.

## 5. Conclusiones

La metodología planteada resultó ser viable y eficiente, la planificación y el diseño de la ficha optimizó el tiempo de levantamiento de data al proporcionar al personal información específica para identificar las patologías y posteriormente en la ponderación de los resultados obtener una visión objetiva del estado de la edificación de manera que las intervenciones sean efectivas y viables en términos de conservación del patrimonio edificado. La ficha se diseñó en programa computacional Excel.

La implementación de las fichas permitió el diagnóstico de cada vivienda, identificando los principales daños que pueden ayudar en la toma de decisiones para la preservación de este importante legado, que por su versatilidad ofrece una valoración integral de la edificación desde el uso de materiales, sus patologías e identificar las compatibilidades de materiales usados en su reparación. Esto, acompañado de estudios de las propiedades físico-químicas de la tierra como material principal de construcción, permitió evaluar la resistencia del adobe sobre el tapial como sistema constructivo.

Es necesario profundizar en la investigación no solo del diagnóstico y patologías sino en propuestas de procedimientos adecuados de intervención de edificaciones vernáculas construidas en tierra, buscando la conservación y la innovación en el uso de materiales que sean compatibles y de fácil acceso para garantizar su permanencia en el tiempo.

## 6. Referencias

- Bestraten, S., Hormías, E. y Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de La Construcción*, 63(523), 5-20. <https://doi.org/10.3989/ic.10.046>
- Camacho, M. (2007). *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*. Trillas.
- Coccia, L. y Di Campli, A. (2018). *Rural Estudio: investigaciones sobre el territorio rural entre Italia y Ecuador = indagini sul territorio rurale tra Italia ed Ecuador*.
- Cristina Vallejo Choez, P. y Mena Mora, F. (2019). Maintenance of vernacular buildings, construction system on land-adobe (La Tola Píntag case study). *Revista Herencia*, 32(1), enero-junio.
- Daneels, A. (2018). La Arquitectura de tierra de mesoamérica: un patrimonio precolombino que requiere revalorización. *Anales Del IAA*, 48(2), 143-156.

- Doat, P., Hays, A., Houben, H., Matuk, S., Sánchez, C. y Ospina, C. (1999). *Construir con Tierra* (Vol. 1). Fondo Rotatorio Editorial.
- ICOMOS. (1999). *Carta del Patrimonio Vernáculo*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022). *Censo Ecuador*. <https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/>
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2010). *Instructivo de inventario Inmueble*. <https://acortar.link/6xxH9A>
- Lara, L. (2017). Patología de la construcción en tierra cruda en el área andina ecuatoriana. *AUC*, 38, 31-41.
- Lara, L. y Bustamante, R. (2022). Characterization and Pathology of Earthen Building Walls in the Ecuadorian Andean Area. *Revista Politecnica*, 49(2), 37-46. <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.04>
- Meta 2020 arquitectos. (2016). *Mapa mundial construcción en tierra*. <https://acortar.link/t14omY>
- Minke, G. (2001). *Manual de Construcción en tierra*.
- Monjó, J. y Maldonado, L. (2001). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas* (Vol. 1). Universidad Politécnica de Madrid.
- Municipio de Loja. (2009). *Plan de Ordenamiento urbano de Santiago*.
- Orto, V. D. (2023). El espacio intermedio como determinante en la tipología de la vivienda rural Andina del sur del Ecuador The intermediate space as a determinant in the typology of rural Andean housing in southern Ecuador. *Módulo Cuc*, 31, 167-187. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.31.1.2023.07>
- Prado, R. (2007). *Procedimientos de Restauración y Materiales*. Trillas.
- Ramos, R., Rotondaro, R. y Monk, F. (2004). Diseño y Aplicación de Métodos para Evaluar Patologías Constructivas en el Hábitat Rural. *Arquitectura de Tierra en el Noroeste Argentino. INVI*, 19(51), 108-127.
- Rotondaro, R. (2007). Arquitectura de tierra contemporánea: tendencias y desafíos. *Apuntes*, 20(2), 342-353.
- Soto, K., Chávez, Á. y Granda, U. (2016). Adaptación morfológica y comportamiento de revoques para la restauración de muros de adobe en la ciudad de Loja, Ecuador. In *Rehabend2016*.
- Soto Toledo, K. H. y Guanín Vásquez, J. C. (2014). Caracterización de revoques para la intervención en procesos de restauración de muros de tierra en la provincia de Loja, Ecuador. *REHABEND*.
- Viñuales, C., Flores, M. y Ríos, S. (2003). *Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica PROTERRA C Y T E D*.

Wakil, L. (2024, January 24). *El Correo de la UNESCO*. El Regreso de La Arquitectura Vernácula.

## CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

### Contribuciones de los/as autores/as:

**Conceptualización:** Soto Toledo, Katherine Haydee; **Software:** Soto Toledo, Katherine Haydee; Monteros Cueva, Karina **Validación:** Monteros Cueva, Karina **Análisis formal:** Soto Toledo, Katherine Haydee; **Curación de datos:** Monteros Cueva, Karina; **Redacción-Preparación del borrador original:** Monteros Cueva, Karina **Redacción-Re- visión y Edición:** Soto Toledo, Katherine Haydee **Visualización:** Soto Toledo, Katherine Haydee **Supervisión:** Monteros Cueva, Karina **Administración de proyectos:** Soto Toledo, Katherine Haydee **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Soto Toledo, Katherine Haydee; Monteros Cueva, Karina

**Financiación:** Universidad Técnica Particular de Loja.

**Agradecimientos:** El presente texto nace en el marco del proyecto de vinculación de la Universidad Técnica Particular de Loja, “Caracterización de sistemas constructivos tradicionales en las parroquias rurales de la Provincia de Loja. Caso de estudio: Parroquia Santiago”.

### AUTOR/ES:

#### **Katherine Haydee Soto Toledo**

Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

Arquitecto por la Universidad Técnica Particular de Loja, 2005. Maestría en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México, 2009. Docente Titular de la Universidad Técnica Particular de Loja. Adscrita al Grupo de investigación Conservación Sustentable del Patrimonio. Miembro fundador del grupo de investigación internacional Documentación y Conservación del Movimiento. Moderno – DoCoMoMo, capítulo Ecuador. Miembro de la Red Universitaria de Estudios Urbanos de Ecuador – CIVITIC. Actualmente es docente investigador del Departamento de Arquitectura y Urbanismo UTPL, su investigación se centra en la línea de TERRITORIO Y PATRIMONIO: análisis del patrimonio arquitectónico, urbano y paisajístico; análisis del territorio, identificando la transformación morfológica de las centros y sitios históricos; así como, las comunidades y pueblos que se conservan con alto valor patrimonial. [khsotox@utpl.edu.ec](mailto:khsotox@utpl.edu.ec)

**Índice H:** 1

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0003-0763-3065>

**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195337546>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.com/citations?user=aSjOw4IAAAAJ&hl=es&oi=ao>

**Karina Monteros Cueva**

Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

Arquitecta por la Universidad Técnica Particular de Loja, Maestra y Doctora en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México. Docente titular agregada de grado y posgrado del Departamento de Arquitectura y Urbanismo - UTPL. Dirige el grupo de investigación Heritage & Landscape siendo los temas abordados: el patrimonio edificado urbano y rural, arquitectura vernácula, centros históricos, sistemas constructivos tradicionales en tierra, arquitectura religiosa colonial. Actualmente es miembro fundador de Docomomo Capítulo Ecuador. Ha participado en proyectos de investigación a nivel nacional e internacional y tiene a su haber varias publicaciones científicas.

[kmonteros@utpl.edu.ec](mailto:kmonteros@utpl.edu.ec)

**Índice H: 2**

**Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0003-1198-3682>

**Scopus ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56891372300>

**Google Scholar:** [https://scholar.google.com/citations?user=es&user=c\\_fnhWgAAAAJ](https://scholar.google.com/citations?user=es&user=c_fnhWgAAAAJ)

**ResearchGate:** [R-2190-2017](https://www.researchgate.net/publication/312190201)