

Exploración Del Diseño Paramétrico Con Materiales Terrosos Para Panelería Interior

Exploration Of Parametric Design With Earthy Materials For Interior Paneling



Segundo Freddy Naula Aucapiña
Investigador independiente, Ecuador

freddyn924@gmail.com
ORCID: 0009-0008-7063-9842

Christian Geovanny Sigcha Cedillo
Universidad del Azuay, Ecuador

csigcha@uazuay.edu.ec
ORCID: 0009-0003-2480-8151

Recibido: 02/09/2024
Aceptado: 11/11/2024

Resumen

El objetivo principal de la investigación experimental es analizar las cualidades de los materiales terrosos, como la arcilla y el barro, que tienen un gran valor cultural y una amplia aplicación en espacios interiores. Además, se exploran métodos de diseño que están en auge en la actualidad, al centrarse en la aplicación del diseño paramétrico. Se plantea el diseño de paneles a partir de estos materiales terrosos, a los cuales se les añaden otros tipos de materiales, para analizar sus reacciones en cuanto a su composición física. Con el método de experimentación aplicado, se logra determinar las aplicaciones más viables de estos materiales, tanto en sus formas como en su composición, y así poder ensamblar paneles que pueden generar flexibilidad en cuanto a su composición dentro del espacio. El uso de software especializado permite crear patrones paramétricos con las piezas de materiales terrosos, los cuales pueden ser reconfigurados de manera sencilla por los usuarios gracias a los sistemas de anclaje, sujeción y unión diseñados para lograr esta flexibilidad de configuración de los paneles. La investigación proporciona una perspectiva innovadora sobre el uso de materiales tradicionales, en combinación con métodos de diseño contemporáneos, lo que puede influir en la evolución de prácticas arquitectónicas y de diseño de interiores.

Palabras clave: arcilla, materiales tradicionales, diseño paramétrico, diseño interior, panelería, configuración espacial.

Abstract

The main objective of the experimental research is to analyze the qualities of earthy materials, such as clay and mud, which hold significant cultural value and wide application in interior spaces. In addition, it explores design methods that are currently on the rise, focusing on the application of parametric design. The design of panels using these earthy materials is proposed, to which other types of materials are added in order to analyze their reactions in terms of their physical composition. With the method of experimentation applied, it is possible to determine the most viable applications of these materials, both in their shapes and composition, and thus assemble panels that can generate flexibility in their composition within the space. The use of specialized software allows the creation of parametric patterns with the pieces of earthy materials, which can be easily reconfigured by users thanks to the anchoring, fastening, and joining systems designed to achieve this flexibility in the configuration of the panels. The research provides an innovative perspective on the use of traditional materials in combination with contemporary design methods, potentially influencing the evolution of architectural and interior design practices.

Keywords: clay, traditional materials, parametric design, interior design, paneling, spatial configuration.

Introducción

El diseño interior ejemplifica un equilibrio meticuloso entre estética, funcionalidad y confort, al constituirse como un campo que engloba la planificación, el diseño y la concepción de espacios interiores. La elección de materiales es un componente vital en la consecución de este equilibrio, ya que incide directamente en la percepción visual, la textura y la durabilidad de los espacios. En este sentido, y en el contexto local de la ciudad de Cuenca, los materiales terrosos tienen un gran valor cultural; tanto así que las viviendas que cuentan con estos materiales son consideradas patrimonio cultural.

Por lo tanto, el uso de estos materiales se erige como una manifestación palpable de dicho equilibrio, al conjugar estética, funcionalidad y sostenibilidad, lo que infunde en los espacios una textura perceptible, una calidez visual y una conexión tangible con la naturaleza. La integración del diseño interior con los materiales terrosos también ilustra una simbiosis innovadora entre tradición y modernidad. Esta relación se concreta mediante la combinación de materiales terrosos y el diseño paramétrico, lo que da lugar a elementos personalizados que responden a las necesidades específicas de cada proyecto. A lo largo de distintas investigaciones, se han estudiado las propiedades y aplicaciones de los materiales terrosos en el espacio, pero no se ha indagado lo suficiente en su aplicación en paneles que utilizan el diseño paramétrico como herramienta.

Por ello, la finalidad de esta investigación es explorar cómo la integración de materiales terrosos en el diseño de paneles puede potenciar sus cualidades estéticas, funcionales y sostenibles en espacios interiores residenciales. Además, se quiere examinar el potencial del diseño paramétrico en la creación de paneles flexibles y personalizados, que pueden deslizarse, rotar o plegarse según el diseño del panel y las necesidades del espacio.

De esta manera, se realiza una revisión bibliográfica de teorías de diseño y conceptos, además de la revisión de casos similares que se hayan aplicado. Las herramientas de investigación serán la investigación bibliográfica, la investigación de campo con entrevistas y encuestas y la recopilación de datos en tablas. Con la información recabada, se llevan a cabo experimentaciones con arcilla y barro para observar su comportamiento con diferentes formas, su combinación con otros materiales y acabados aplicados. Finalmente, se realizan propuestas de diseño de paneles aplicados en el espacio que analizan diversos parámetros aplicados en los paneles y cómo se comportan en diferentes espacios residenciales.

Geometría y Naturaleza en el Diseño Interior para Generar Espacios Innovadores

Los conceptos del diseño paramétrico se basan en la utilización de algoritmos y parámetros para generar formas y estructuras complejas que se pueden adaptar a diferentes necesidades. Por otro lado, y en el contexto del diseño de interiores, el uso de materiales terrosos cobra una gran importancia debido a su conexión con la naturaleza y su

capacidad para crear ambientes cálidos y acogedores. La aplicación de estos materiales en paneles interiores, en combinación con el enfoque del diseño paramétrico, ofrece la oportunidad de crear espacios innovadores y sostenibles, donde la geometría y la textura se fusionan de manera armoniosa. Este enfoque permite explorar nuevas posibilidades estéticas y funcionales, lo que redefine la relación entre el entorno construido y la naturaleza.

Influencia de la Tecnología en la Creación de Espacios Interiores

La tecnología ha revolucionado el campo del diseño de interiores, al permitir el desarrollo de software especializado que facilita la creación de representaciones digitales en 2D y 3D de los espacios. Estos programas ofrecen herramientas avanzadas para la visualización y planificación de diseños, lo que ayuda a los diseñadores a comunicar sus ideas de manera más efectiva.

Es relevante destacar las posibles relaciones entre el BIM y las herramientas como la integración de aplicaciones de diseño paramétrico. Estas herramientas no solo facilitan la creación de geometrías complejas, sino que también pueden automatizar tareas y optimizar los flujos de trabajo interdisciplinarios (Arteta, 2022).

Gracias a estas nuevas herramientas tecnológicas de diseño, se ha podido llegar a diseños más complejos y especializados. Como lo mencionan Rodas y Benavides (2017): "La tecnología informática ha dado a los diseñadores y arquitectos las herramientas para analizar y simular la complejidad observada en la naturaleza y aplicarla a formas estructurales de construcción y los mecanismos de organización urbana" (p. 42).

¿Qué es el Diseño Paramétrico?

Un parámetro en ingeniería y arquitectura se basa en el uso de valores o variables para definir y controlar las características de un modelo o diseño. Estos parámetros pueden ajustarse y modificarse para generar diferentes variaciones del diseño, sin necesidad de reconstruirlo desde cero. Esto incluye medidas, proporciones, ángulos, materiales, texturas y más. Se definen en software especializado que utiliza ecuaciones y algoritmos para generar el diseño con base en los valores ingresados.

El diseño paramétrico, según la visión de Alexander et al. (1977), busca establecer una relación estrecha entre los parámetros de diseño y las características del entorno, de manera que el

diseño se ajuste de manera óptima a su contexto. De esta manera, la arquitectura paramétrica es una forma de concebir el diseño y proyecto arquitectónico que aprovecha las tecnologías informáticas de diseño automático. Programas como Rhinoceros y Grasshopper son ejemplos de software específicos utilizados en este enfoque.

Aplicaciones del Diseño Paramétrico

El diseño paramétrico tiene una amplia gama de aplicaciones prácticas en diversos campos estéticos, en el área de la arquitectura y la ingeniería, para crear viviendas, oficinas, puentes y edificios comerciales. Además, también se puede aplicar en el diseño de interiores, al crear muebles, techos, paredes, sillones y objetos decorativos únicos (Vázquez, 2020).

En algunos casos, se aplican como diseños arquitectónicos de cubiertas y cerramientos de edificios, donde se consideran los efectos climáticos específicos del lugar, como las condiciones de iluminación solar. Esto implica disponer de aberturas que se orienten estratégicamente para aprovechar al máximo la luz solar, lo que a su vez puede influir en la estética general del diseño. De esta manera, se logra una integración armónica entre la funcionalidad y la estética, lo que crea edificaciones que responden de manera inteligente a su entorno climático (Navarrete, 2014).

El Diseño Paramétrico en el Diseño Interior

El diseño paramétrico desempeña un papel esencial en el diseño interior, al ofrecer una amplia variedad de aplicaciones prácticas y estéticas que lo hacen único en su enfoque. Su capacidad para considerar los efectos climáticos y las condiciones de iluminación solar es crucial para crear espacios que se adapten de manera inteligente a su entorno. Por ejemplo, al diseñar aberturas estratégicas que aprovechen al máximo la luz natural, se logra una iluminación adecuada y se reduce la dependencia de la iluminación artificial. Esto no solo contribuye a la eficiencia energética, sino que también crea ambientes acogedores y saludables.

Además, el diseño paramétrico ofrece una flexibilidad excepcional a la hora de crear formas, particiones y patrones personalizados. Esta flexibilidad permite adaptar cada elemento del diseño a las necesidades y preferencias individuales de los habitantes.

Los Materiales en el Espacio

Los materiales tienen un impacto significativo en la estética y el estilo de un espacio. Cada material aporta características visuales únicas que contribuyen a la apariencia general del ambiente. Rodríguez (2016) define a los materiales como un recurso para conseguir lo expresivo y puede variar según se maneje el material y lo que se necesite conseguir en el espacio.

Además, los materiales también influyen en la percepción del tamaño y la forma de un espacio. El uso de materiales claros y reflectantes puede hacer que un espacio parezca más grande y más luminoso, mientras que los materiales oscuros pueden crear una sensación de intimidad y calidez en espacios más pequeños. La utilización de los materiales influye directamente en un criterio tecnológico; es decir, influye la forma de colocación, construcción o constitución en el espacio, hasta la forma de producción de cada uno de ellos.

Materiales Terrosos

Los materiales terrosos son aquellos compuestos por partículas finas de origen mineral y orgánico que conforman la capa superficial de la corteza terrestre. Estos materiales desempeñan un papel crucial en diversas aplicaciones industriales, ambientales y geotécnicas, lo que motiva un estudio detallado de sus propiedades y comportamiento.

El término *material de tierra* se utiliza para referirse a los suelos, sedimentos, arcillas, limos y cualquier otro material natural compuesto por partículas finas provenientes de la descomposición de rocas, minerales y materia orgánica. Como mencionan Guzmán e Iñiguez (2015), los sistemas

constructivos en tierra han sido empleados considerablemente desde épocas inmemoriales alrededor del planeta. Desempeñan un papel fundamental en la construcción de viviendas, ya que se utilizan en diversas etapas del proceso constructivo, desde la construcción de cimientos, muros y acabados que proporcionan estabilidad, resistencia y aislamiento. Esto contribuye a la calidad y eficiencia de las edificaciones.

Materiales Terrosos como parte de la Identidad Cultural

La comprensión de los materiales abarca mucho más que la simple aplicación individual de lo artístico. Implica considerar aspectos como la integridad de la estructura, la disponibilidad en el entorno, los métodos de producción, el impacto ambiental a largo y corto plazo, la viabilidad económica e incluso los vínculos emocionales que la comunidad experimenta desde su identidad cultural, cuando se trata del patrimonio material.

En este contexto, y para Aguirre (2021), cualquier material que sea adecuadamente interpretado tiene la capacidad de desentrañar el significado de la arquitectura y unir aspectos de historia, economía, sociedad y geografía, siempre y cuando mantenga su relevancia a lo largo del tiempo.

De esta manera, se ejemplifica el concepto de Ancient Materials, en donde los materiales antiguos, al ser examinados y analizados mediante técnicas científicas especializadas para obtener información histórica, constituyen una parte integral de un conjunto más amplio que se investiga desde una perspectiva histórica para identificar su origen, utilización, alteraciones y otros aspectos relevantes. Desde esta vertiente, los materiales son principalmente objetos de interés de las ciencias humanas y sociales relacionadas con campos como la arqueología, la historia del arte, la historia de las ciencias y las técnicas (Bertrand *et al.*, 2013).

Materiales Terrosos en el Diseño Interior

Los materiales terrosos en el diseño interior ofrecen una serie de beneficios. En primer lugar, crean un ambiente cálido y acogedor, al transmitir una sensación de conexión con la naturaleza. Estos materiales, cuando se elaboran adecuadamente, pueden ser duraderos y resistentes, además de que son versátiles y se adaptan a diferentes estilos de diseño, ya sea un enfoque rústico y natural o una estética moderna y minimalista.

En el contexto local, la implementación de materiales terrosos en el diseño interior no va más allá de su uso tradicional. Por ejemplo, las tejas de arcilla se siguen utilizando para el recubrimiento de tejados, mientras que el adobe tiene un uso muy escaso y no ha habido mayores innovaciones en su aplicación. Sin embargo, el ladrillo es un material que ha tenido más aplicaciones y, gracias a sus características físicas y formales, ha generado diseños más llamativos. Por ello, cada vez es más utilizado con propósitos expresivos. Como mencionan Aguirre y Sanz (2017): "El uso de la tierra y la arcilla es histórico. El conocimiento de sus derivados, como el ladrillo y la teja, y sus múltiples tipos, demanda la aproximación científica como instrumento certero para su conservación curativa" (p. 12).

La Panelería como Elemento Constitutivo Flexible en el Diseño Interior

En el diseño interior, se pueden encontrar elementos divisores de espacios como paneles, tabiques y mamparas. Cada uno de estos componentes tiene un rol específico en la configuración y división de espacios, además de sumar a la estética y funcionalidad del diseño.

Se destaca que las paredes, paneles, tabiques y mamparas son elementos que se encuentran en constante exposición visual para el usuario, siempre a la altura de la vista. Por lo tanto, y a través de la aplicación de criterios antropométricos, es posible realizar modificaciones de todo tipo, ya sea al agregar o eliminar elementos que pueden

adoptar diversas formas y estilos. Esto se adapta al concepto de diseño particular de cada espacio (Peñafiel, 2017).

En lugar de compartir demasiado las habitaciones de una misma casa para quienes lo cohabitan, se puede, por ejemplo, mantener la privacidad con cuidado por medio de muebles o dispositivos móviles. Como resultado, los espacios no compartimentados permiten la flexibilidad y adaptación espacial de los usuarios (Florio & Tagliari, 2021).

Los paneles son elementos arquitectónicos que no solo permiten organizar y delimitar áreas, sino que también añaden estilo y flexibilidad a un espacio. Su capacidad de movimiento, reconfiguración, e incluso plegado, los convierte en una opción versátil para adaptar el espacio a diferentes usos o cambiar la distribución, según sea necesario.

La elaboración y ensamblaje de los paneles son aspectos clave que los definen como elementos flexibles. Por ejemplo, los paneles pueden ser prefabricados y luego ensamblados en el lugar, lo que permite una construcción más rápida y eficiente. Además, pueden ser modulares, lo que significa que se pueden desmontar y reutilizar en diferentes configuraciones.

Metodología

Aplicación de Metodologías de Investigación

Para alcanzar el objetivo del análisis y evaluación de las características físicas y estructurales de los materiales terrosos, así como las herramientas y tecnologías disponibles para su implementación en diseños paramétricos complejos en la construcción, se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis bibliográfico que sienta las bases teóricas de la investigación. Además, el trabajo de campo ha sido crucial, ya que se hizo una observación directa de los espacios y la región, así como de la comunidad vinculada a la producción y distribución de estos materiales.

Esta aproximación ha proporcionado una comprensión profunda de las características de los materiales terrosos, así como de las necesidades

y expectativas de la comunidad involucrada en su uso. La información recopilada durante este proceso ayuda a la creación de criterios de diseño relevantes. Estos criterios buscan garantizar que los materiales terrosos sean implementados de manera efectiva en la panelería, lo que permite una interacción armoniosa y flexible con los usuarios y un impacto positivo en los espacios interiores residenciales.

Revisión sobre las Propiedades Térmicas Referidas al Material

La revisión sobre las propiedades térmicas de los materiales se justifica por su relevancia en el ámbito del diseño de interiores y la arquitectura. Esta revisión ayuda a una comprensión detallada de cómo los materiales reaccionan ante las variaciones de temperatura y su capacidad para influir en el confort térmico y la eficiencia energética de los espacios construidos.

Al profundizar en las propiedades térmicas de los materiales, se obtiene una visión integral de aspectos como la conductividad térmica, la capacidad de almacenamiento de calor, la resistencia al flujo de calor y otros atributos que impactan directamente en el rendimiento térmico de los materiales. Esta comprensión detallada permite tomar decisiones informadas en cuanto a la selección de materiales para aplicaciones específicas, al considerar su idoneidad para regular la temperatura interior, minimizar la pérdida de calor o frío y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Contextualización de la Arcilla en el Medio Local

Con el acercamiento a fábricas, artesanos y diseñadores especializados en la producción de materiales de arcilla, se obtiene una comprensión detallada y multidimensional de los procesos, consideraciones y criterios que influyen en la selección y utilización de la arcilla en la fabricación de elementos fundamentales para la construcción y el diseño de interiores. Este acercamiento se centra en explorar no solo la composición química y física de

la arcilla, sino también en comprender los criterios técnicos, estéticos, culturales y prácticos que orientan las decisiones relacionadas con su uso.

Al profundizar en el cómo se maneja la arcilla, se busca obtener información específica sobre la composición mineralógica de la arcilla, sus propiedades físicas y químicas relevantes para su procesamiento y aplicación en la producción de elementos constructivos. Además, se pretende comprender, en detalle, los factores que influyen en la selección de arcillas específicas, lo que incluye las consideraciones de disponibilidad de recursos, sostenibilidad, resistencia, plasticidad, color, textura y otros atributos que impactan en la calidad y el rendimiento de los productos finales.

El objetivo final del acercamiento a la arcilla en el medio local es abordar la optimización de la calidad del producto final, al explorar procesos de producción, técnicas de manipulación de la arcilla, métodos de cocción, acabados superficiales y otros aspectos relevantes que influyen en la manufactura de elementos de arcilla, para su aplicación en paneles interiores y otros componentes arquitectónicos. Al obtener perspectivas directas de expertos en el campo, enriquece significativamente el conocimiento sobre la elección y uso de la arcilla en el contexto de la construcción sostenible y el diseño de interiores innovador.

Consideraciones de Profesionales en el Área del Diseño y la Construcción en Relación a los Materiales y el Espacio

Los profesionales dentro del área del diseño y la construcción ofrecen una comprensión detallada de cómo conceptualizan el espacio, los materiales y las emociones evocadas por estos elementos en proyectos arquitectónicos y de diseño interior. A través de estas consideraciones profesionales, se busca no solo identificar las percepciones y enfoques actuales en relación con la intersección entre diseño, materiales y emociones, sino también comprender, en profundidad, la toma de decisiones en la configuración de espacios habitables.

Análisis de los Resultados Obtenidos Previo a la Experimentación

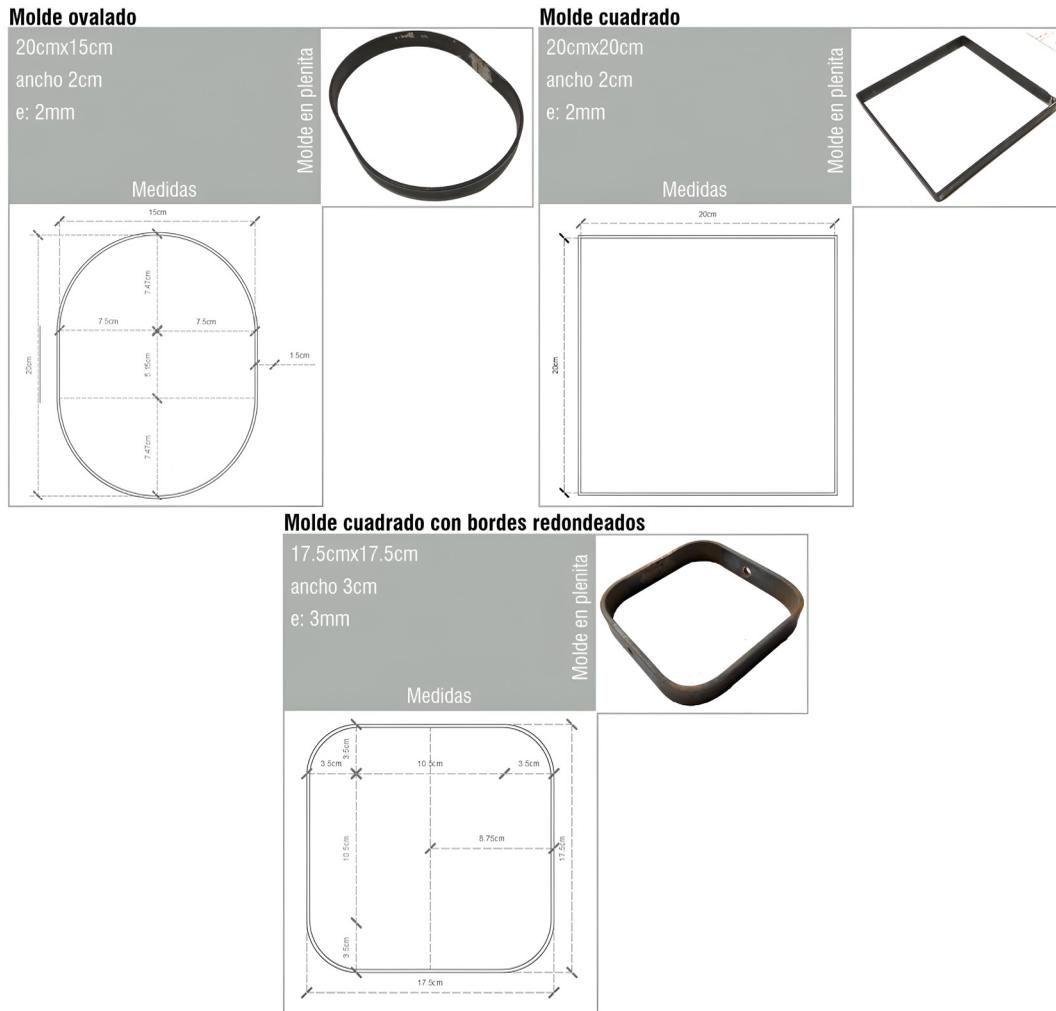
Factores que Influyen en la Resistencia de la Arcilla en el Medio Local. Se determina que la forma de los materiales influencia, en gran medida, en su resistencia; sin embargo, es importante destacar que hay otros factores que entran en juego y que pueden tener un impacto aún mayor en la resistencia final del producto. Uno de estos factores es la correcta dosificación de las arcillas. Otro factor esencial para garantizar la resistencia de los materiales es la adecuada quema de las arcillas. El proceso de quema, cuando se realiza correctamente y a la temperatura adecuada, contribuye a fortalecer la resistencia de la arcilla. Tanto en la producción artesanal como en la industrializada, se pueden lograr diversas formas de producto, lo que incluye orgánicas, cilíndricas u onduladas. La resistencia de estas formas depende, en gran medida, de la correcta quema a la temperatura adecuada.

En lo que respecta a los moldes utilizados para dar forma a la arcilla, en la producción industrializada, la forma del producto final depende de la boquilla a través de la cual se extruye la arcilla. Este sistema de prensado involucra la colocación de la arcilla dosificada y húmeda en una prensa, que luego se presiona hasta que la arcilla salga por la boquilla, donde toma la forma deseada. En contraste, en la producción artesanal, se utilizan moldes individuales principalmente de madera. La arcilla se coloca en estos moldes y se deja reposar hasta que alcanza una cierta resistencia, antes de ser sometida al proceso de cocción. Esta técnica permite una mayor flexibilidad en cuanto a las formas que se pueden lograr, pero también requiere una mayor atención al detalle y una mayor inversión de tiempo.

Fabricación de Moldes

El análisis realizado anteriormente se ha usado para la elaboración experimental de moldes. Por tanto, se elaboran tres tipos de molduras: ovalado de 20cm x 15cm, cuadrado de 20cm x 20cm y cuadrado con los bordes redondeados de 17.5cm x 17.5cm. Estos moldes se realizaron en pletinas metálicas con un ancho de 3cm (en el caso de los moldes cuadrados con los bordes redondeados) y 2cm de ancho (en los moldes ovalados y cuadrados). Se elige este material para los moldes debido a su resistencia y a su fácil y rápida fabricación. Las formas que se usan, tanto en los moldes como en las piezas terrosas ya elaboradas, se debe a las posibles conformaciones que se les pueden aplicar dentro del diseño paramétrico. Al ser formas geométricas, facilitan su manipulación, tanto en su fabricación como en su ensamblaje en paneles.

Figura 1
Moldes experimentales



Nota. Moldes elaborados en pletinas metálicas.

Experimentación como Metodología de Investigación

Esta experimentación se perfila como una metodología de investigación importante en el estudio de los materiales terrosos. Esta técnica se centra en la indagación meticulosa de estos materiales, al procurar un entendimiento profundo de las propiedades y comportamientos inherentes

a los mismos en una variedad de condiciones. El enfoque se ancla en la exploración de su composición física, las formas potenciales que pueden adquirir y los acabados que son susceptibles de ser aplicados. El propósito de tales experimentaciones trasciende la mera observación superficial para adentrarse en un análisis riguroso de cómo estos materiales reaccionan a diversas circunstancias. Se investiga su respuesta a tensiones, a variaciones

ambientales y distintos procesos de fabricación; por ejemplo, podría analizarse ser su comportamiento al combinarse con otros materiales con el fin de potenciar sus condiciones físicas, como el peso, la resistencia, la conductividad térmica y acústica, y su pigmentación.

Con esto, se busca identificar y analizar los resultados que sean aplicables para la creación de paneles interiores, los cuales se desarrollan bajo la exploración del diseño paramétrico. Se adapta a patrones que sean idóneos para su elaboración y que satisfagan criterios de funcionalidad, expresividad y sensibilidad propuestos.

A través de este análisis, se pretende obtener un conocimiento detallado de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales terrosos. Se indaga, igualmente, en su comportamiento frente a factores externos como la humedad, la temperatura y el desgaste. Finalmente, se evalúa la viabilidad de diferentes formas y acabados que consideran no sólo su funcionalidad, sino también su estética y durabilidad. De este modo, la experimentación se convierte en un instrumento esencial que guía la innovación y el diseño en la utilización.

Exploración y Experimentación con Software de Diseño Paramétrico

La experimentación con el diseño paramétrico mediante *Rhinoceros* y *Grasshopper* se lleva a cabo con el objetivo de explorar las formas propuestas. La elección de estos programas se justifica por su capacidad para manejar geometrías complejas y su enfoque basado en algoritmos, lo que permite a los diseñadores manipular parámetros de manera intuitiva y dinámica.

El primer paso en la experimentación es la definición de un conjunto de parámetros que influyen en la geometría del modelo. Estos parámetros pueden incluir dimensiones, ángulos y la cantidad de repeticiones de ciertos elementos. A través de *Grasshopper*, se creó un modelo generativo donde la modificación de un solo parámetro resultaba en cambios automáticos en toda la estructura. Posteriormente, se llevaron a cabo varias iteraciones del diseño. Cada vez que se ajustan los parámetros, se analiza el resultado en términos de estética, funcionalidad y temas sensitivos. Esto permite una evaluación continua del diseño, lo que proporciona una retroalimentación instantánea sobre cómo los cambios afectan la forma final. Finalmente, la experimentación culmina en la creación de un modelo 3D que no solo es visualmente impactante, sino que también responde a criterios específicos propuestos.

Experimentación con Distintos Materiales

El desarrollo de una tabla de experimentación tiene el fin de detallar las características de las piezas terrosas, lo que incluye su forma, medidas y espesores. Además, se considera la interacción de estos elementos con otros materiales como el aserrín, cemento, plástico, guaipe y paja, lo cual es crucial para determinar las propiedades finales del producto. Asimismo, se incluyen sistemas de anclaje, unión y acabados; estos son aspectos esenciales para asegurar la funcionalidad y durabilidad del material en su aplicación final. La importancia de esta tabla reside en su capacidad para facilitar el análisis comparativo y la toma de decisiones, lo que permite optimizar el diseño y la composición de las piezas para alcanzar los resultados deseados.

Tabla 1*Tabla de experimentación*

Tabla de experimentación	Pieza OV	Pieza C	Pieza R
			
Medidas	17cmx13cm e: 1.5cm	20cmx20cm e: 1.5cm	17.5cmx17.5cm e: 3cm
Materiales con los que los combinará, tomando al barro y a la arcilla como materiales principales	barro + guaipe	barro + guaipe	barro + guaipe
	barro + paja	barro + paja	barro + paja
	arcilla	arcilla	arcilla
	arcilla + aserrín	arcilla + aserrín	arcilla + aserrín
	arcilla + metal	arcilla + cemento	arcilla + cemento
	arcilla + plástico		
Elementos de anclaje o unión	anillo de anclaje	anillo de anclaje	unión con tornillos hexagonales
	anclaje tipo araña	anclaje tipo araña	unión con mortero
	arcilla	anclaje rectangular con tuerca hexagonal	
Terminados	tinturado	tinturado	tinturado
	barnizado	barnizado	barnizado
	esmaltado	esmaltado	esmaltado
	pintado	pintado	pintado

Resultados

Resultados Obtenidos de la Experimentación

El estudio se enfocó en la experimentación con barro para adobes y arcilla para ladrillos; además, se centró en evaluar las propiedades y características intrínsecas de estos materiales terrosos, así como su interacción con otros materiales como aserrín, plástico, metal, cemento y otros tipos de arcillas. Esto ha revelado resultados satisfactorios en cuanto a cómo mejorar y aprovechar sus características físicas y aumentar la funcionalidad de estos materiales, lo que optimiza su resistencia en estructuras y su capacidad expresiva.

Se ha encontrado, mediante una serie de pruebas, que el espesor óptimo para las piezas de construcción se sitúa entre dos y cinco centímetros. Este rango permite obtener una resistencia adecuada sin comprometer la facilidad de manipulación de las piezas. Las piezas más gruesas, asimismo, han demostrado tener una resistencia superior, lo que sugiere su uso en estructuras que deben soportar cargas más pesadas.

En cuanto al tiempo de secado, el cual es esencial para garantizar la consistencia y durabilidad de los materiales, se ha determinado que un período de hasta 25 días es el adecuado antes de proceder con el proceso de quema. Este tiempo permite que las piezas adquieran la consistencia necesaria para su uso posterior.

Una de las revelaciones más notables de estas pruebas ha sido la ligereza de las piezas de arcilla combinadas con aserrín. La incorporación de aserrín reduce significativamente el peso de las piezas, sin comprometer su resistencia, lo que facilita su transporte y manipulación en el sitio de construcción. El peso que llegan a tener las piezas ovaladas de arcilla con aserrín tras su quema es de 356g, mientras que las piezas ovaladas solo contienen arcilla y, tras su quema, tienen un peso de 572g. En cuanto a las piezas cuadradas, las que poseen aserrín llegan a un peso de 629g, mientras que las que no poseen aserrín llegan a pesar 782g.

En relación con el proceso de quema, se identificó que la combinación de materiales como el aserrín o el plástico con la arcilla requiere una reducción en la temperatura de quema. Esta necesidad surge debido a la rápida combustión de estos componentes, los cuales pueden descomponerse o quemarse de manera acelerada si la temperatura de quema no se ajusta con precisión. Un incremento excesivo de la temperatura podría comprometer la integridad de las piezas, lo que ocasiona fallas estructurales que disminuyen su resistencia y du-

rabilidad. Por ello, se estableció un control térmico riguroso que permitió preservar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. Las piezas que contenían materiales como el aserrín, plástico y hasta el cemento se quemaron a una temperatura de 600°C, mientras que las piezas que solo contenían arcilla necesitaron una temperatura que alcanzó los 900°C.

Además, el análisis concluye que el barnizado puede presentar mejores acabados para estas piezas. El barniz protege las piezas de la humedad, un factor crucial para la durabilidad de cualquier estructura. Además, el barniz resalta las texturas visuales y táctiles de los materiales, lo que proporciona un acabado estéticamente atractivo y duradero. Estos resultados son una puerta abierta a nuevas posibilidades de construcción, en particular para paneles flexibles. Promueven el uso de materiales naturales y la optimización de los recursos, lo que favorece la construcción de estructuras sólidas y estéticamente atractivas, al mismo tiempo que se respeta el medio ambiente.

Tabla 2
Composición paramétrica placa ovalada

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPOSICIÓN PARAMÉTRICA</p>			
<p>PIEZA</p> <p>Pieza ovalada de barro + guaípe, con terminado barnizado y con anillo de anclaje</p>			
<p>CRITERIOS</p>			
<p>Funcional</p>	<p>La pieza no presenta grietas en su proceso de secado</p>		<p>Fácil ensamblaje</p>
<p>Expresivo</p>	<p>Con su quema obtiene tonos anaranjados</p>	<p>Su textura y color naranja se satura y su textura se vuelve mas lisa</p>	<p>Se genera un contraste llamativo con el metal</p>
<p>Tecnológico</p>	<p>Soportan una quema a mayor temperatura, lo que hace que sean más resistentes</p>	<p>Posee una textura lisa lo que facilita la aplicación del barniz</p>	<p>Los anillos de anclaje soportan el peso de la pieza</p>
<p>Sensitivo</p>	<p>Posee tonalidades anaranjadas uniformes</p>	<p>Con el barniz se genera una textura brillante y reflectiva</p>	<p>Se puede generar movimiento al colocar la pieza en diferentes posiciones</p>

Tabla 3

Composición paramétrica placa cuadrada

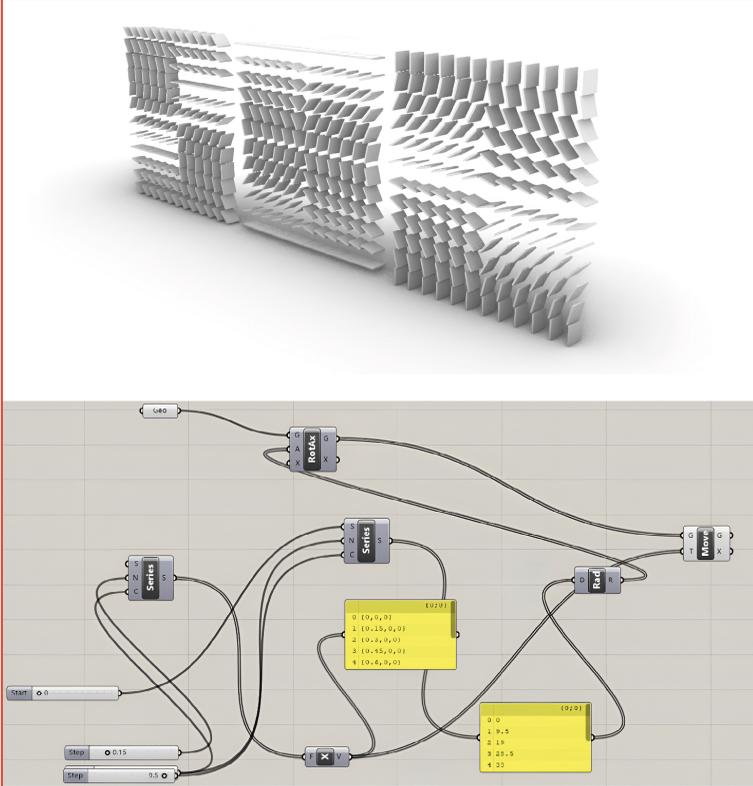
COMPOSICIÓN PARAMÉTRICA			
PIEZA Pieza cuadrada de arcilla + aserrín con terminado barnizado y pieza de anclaje rectangular			
CRITERIOS			
Funcional	La pieza no presenta grietas en su proceso de secado		Fácil ensamblaje
Expresivo	Con su quema obtiene tonos anaranjados	Mantiene su textura rugosa	Se genera un contraste llamativo con el metal
Tecnológico	Su tiempo de secado y quemado es más corto	Su porosidad ayuda a la absorción del barniz	Son mas ligeras
Sensitivo	Posee tonalidades anaranjadas uniformes y son más ligeras a la manipulación	Con el barniz se genera una textura brillante y reflectiva	Se puede generar movimiento al colocar la pieza en diferentes posiciones

Tabla 4
Composición paramétrica placa perforada

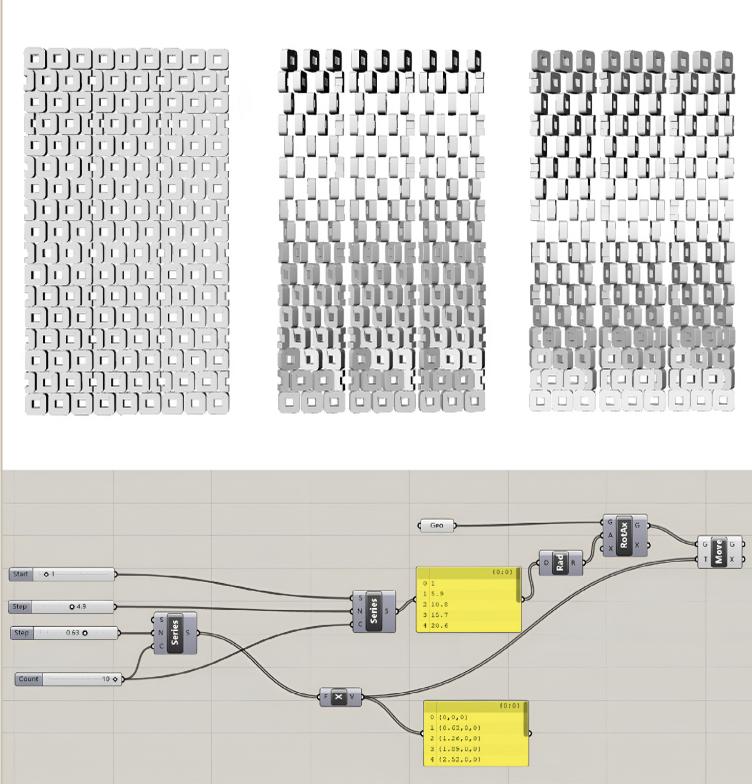
<p>COMPOSICIÓN PARAMÉTRICA</p>			
<p>PIEZA</p> <p>Pieza cuadrada con bordes redondeados de arcilla + cemento con terminado barnizado</p>			
<p>CRITERIOS</p>			
<p>Funcional</p>	<p>La pieza no presenta grietas en su proceso de secado</p>		<p>Fácil ensamblaje</p>
<p>Expresivo</p>	<p>Con su quema obtiene tonos beige claros</p>	<p>Su textura y tono beige se satura y su textura se vuelve más lisa</p>	
<p>Tecnológico</p>	<p>Su tiempo de secado y quemado es más corto</p>	<p>Posee una textura lisa lo que facilita la aplicación del barniz</p>	<p>Se puede realizar perforaciones de manera sencilla</p>
<p>Sensitivo</p>	<p>Posee tonalidades uniformes</p>	<p>Con el barniz se genera una textura brillante y reflectiva</p>	<p>Se puede generar movimiento al rotar la pieza</p>

Tabla 5
Composición paramétrica placa ondulada

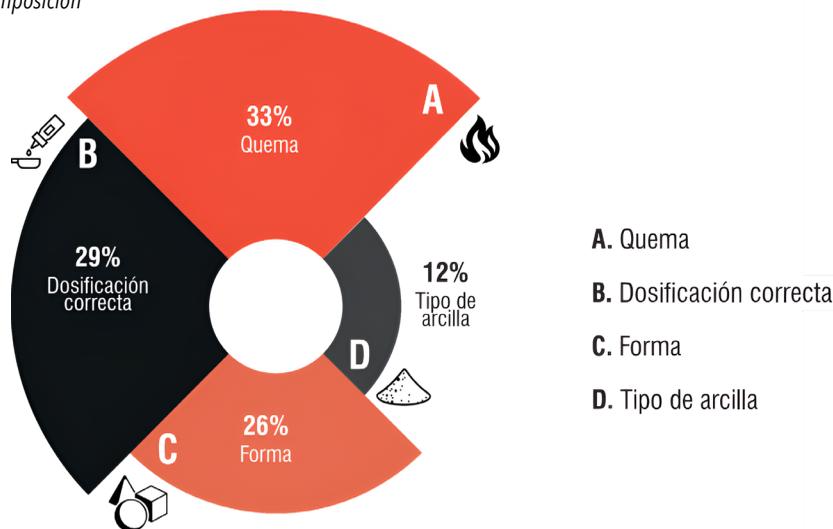
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPOSICIÓN PARAMÉTRICA</p>			
<p>PIEZA</p> <p>Pieza ondulada de arcilla con terminado barnizado con tuerca hexagonal</p>			
<p>CRITERIOS</p>			
<p>Funcional</p>	<p>La pieza no presenta grietas en su proceso de secado</p>		<p>Fácil ensamblaje</p>
<p>Expresivo</p>	<p>Con su quema obtiene tonos anaranjados</p>	<p>Su textura y color naranja se satura y su textura se vuelve mas lisa</p>	<p>Presenta ondulaciones en sus esquinas las cuales genera movimiento en la pieza</p>
<p>Tecnológico</p>	<p>Soportan una quema a mayor temperatura, lo que hace que sean más resistentes</p>	<p>Posee una textura lisa lo que facilita la aplicación del barniz</p>	<p>Los pernos se ajustan de manera eficiente a la pieza.</p>
<p>Sensitivo</p>	<p>Posee tonalidades anaranjadas uniformes</p>	<p>Con el barniz se genera una textura brillante y reflectiva</p>	<p>Se puede generar movimiento al colocar la pieza en diferentes posiciones</p>

Influencia de la Forma en la Resistencia y Producción de Materiales

Se destaca que la forma de los materiales influye significativamente en su resistencia. Sin embargo, otros factores como la correcta dosificación de las arcillas y el proceso de quema también tienen un impacto crucial en la resistencia final del producto.

En cuanto a la producción artesanal e industrializada, se observa que la forma del producto final depende del método de producción. En la producción industrializada, la forma del producto final depende de la boquilla a través de la cual se extruye la arcilla, mientras que en la producción artesanal se utilizan moldes individuales, principalmente de madera, lo que permite una mayor flexibilidad en las formas que se pueden lograr. Esta técnica requiere más atención al detalle y tiempo.

Figura 2
Proceso de composición



Optimización de Recursos y Estética en Piezas de Arcilla Cocida

Un punto relevante que se descubrió durante la experimentación fue la notable ligereza de las piezas de arcilla con aserrín. Esta combinación de materiales permite reducir significativamente el peso de las piezas, sin comprometer en gran medida su resistencia. Esta característica resulta especialmente beneficiosa en construcciones donde el peso es un factor crítico, aparte de que la ligereza de estas piezas facilita su transporte y manipulación. Esto puede contribuir a la eficiencia y economía de la construcción.

Además de los aspectos técnicos, también se exploraron aspectos estéticos y de acabado de las piezas de materiales terrosos. Se concluyó que el mejor terminado para estas piezas es el barnizado. El barniz no solo protege las piezas de la humedad y los agentes externos, sino que también resalta las texturas visuales y táctiles de los materiales terrosos, lo que potencia su belleza natural. El barnizado proporciona un acabado estético, atractivo y duradero, que puede aumentar el valor de las construcciones realizadas con estos materiales.

Estos hallazgos abren nuevas posibilidades de construcción para panelería flexible en su composición, además de que se promueve el uso de materiales naturales y la optimización de recursos en la construcción de estructuras sólidas y estéticamente atractivas.

Figura 3*Placas obtenidas de la experimentación***Pieza OV.**

- Arcilla cocida de 13cmx17cm
- Espesor de 1.5cm
- Terminado barnizado

**Pieza C.**

- Arcilla cocida con aserrín de 20cmx20cm
- Espesor de 1.5cm
- Terminado barnizado

**Pieza ON.**

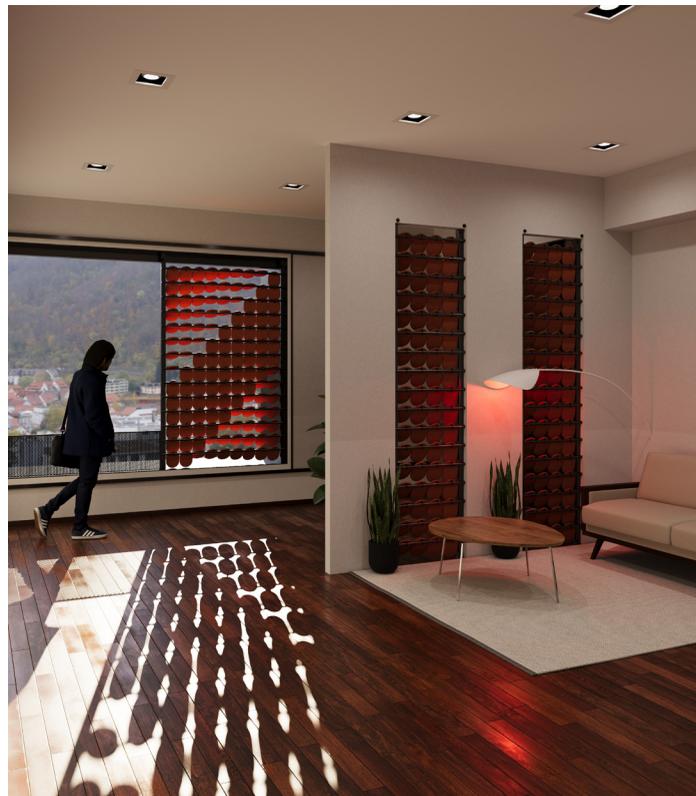
- Arcilla cocida de 20cmx20cm
- Espesor de 1.5cm
- Terminado barnizado

**Pieza R.**

- Arcilla cocida con cemento de 13cmx17cm
- Espesor de 1.5cm
- Terminado barnizado

Propuestas de Diseño

Propuesta Panel OV.

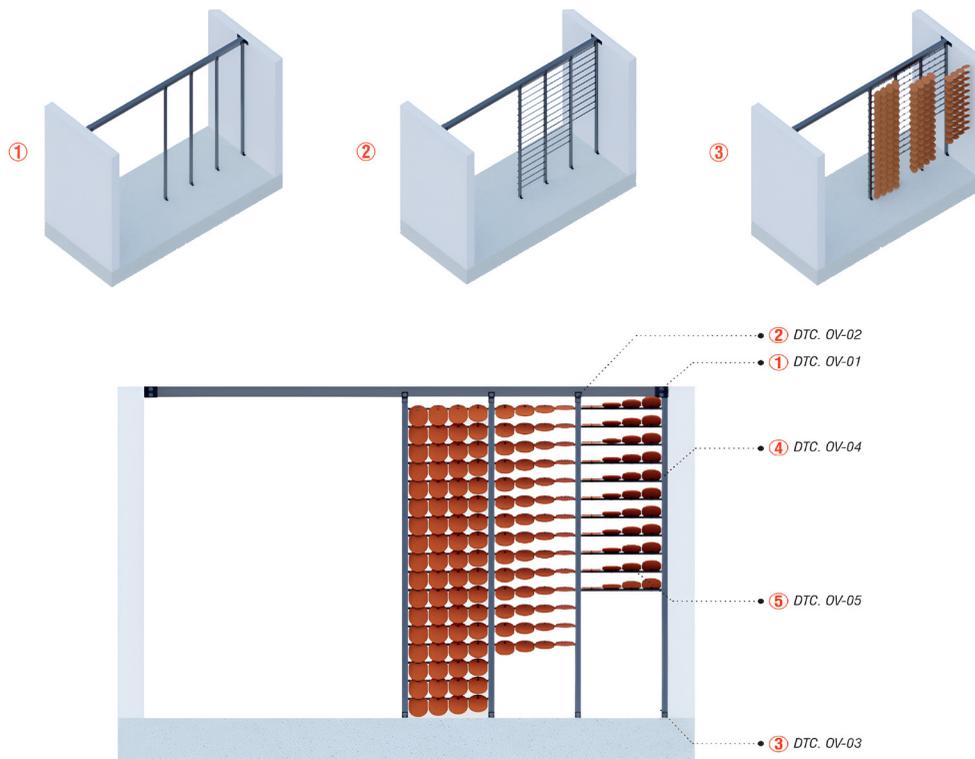
Figura 4*Panejería OV*

En el caso de esta propuesta, se han diseñado paneles de 120 cm de ancho por 240 cm de alto, al considerar el sistema modular aplicado en el medio constructivo. Estos paneles se trabajan en módulos de 60cm de ancho, pero también se pueden configurar para formar disposiciones dobles o triples, según las necesidades constructivas espaciales.

Las piezas de arcilla, denominadas como "OV", se sujetan mediante anillos de anclaje a un tubo redondo de 1" de diámetro. A su vez, este tubo se encuentra anclado a tuberías cuadradas de 4cmx4cm, a una distancia de 12 cm de altura. Por último, los tubos cuadrados se anclan a los marcos estructurales.

Sistema de Ensamblaje en Panel OV.

Figura 5
Sistema de ensamblaje Panel OV



Propuesta Panel C

Figura 6
Panelería C

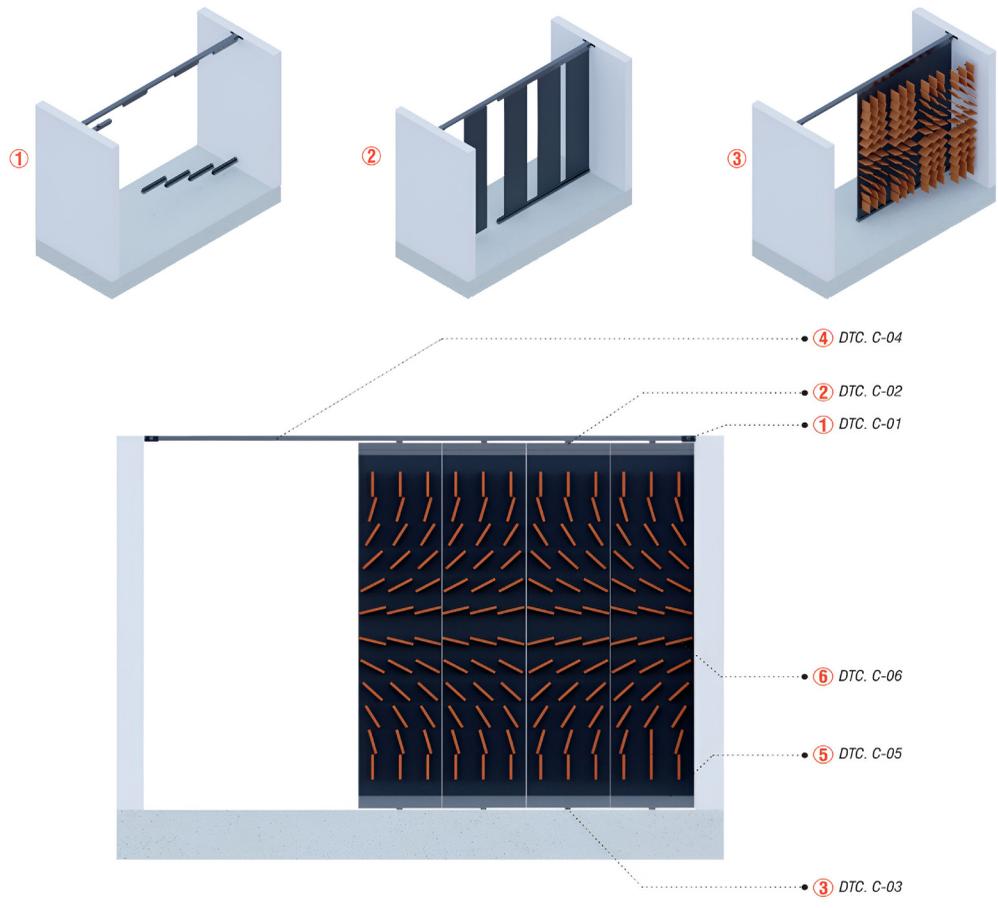


Los paneles C están diseñados en módulos de 60cm de ancho. Cuentan con estructuras, las cuales permiten rotar al panel 360°. Este sistema de rotación ofrece una libertad de diseño para adaptarse fácilmente a un sinnúmero de espacios y preferencias estéticas.

Las piezas de arcilla, denominadas como "C", se anclan de manera segura mediante tuercas de rosca de 1" de diámetro. Estas tuercas robustas y confiables se insertan a través de un tablero de MDF de 1,5cm de espesor, lo que proporciona una base sólida eficiente para las piezas. Las mismas están ancladas a una pieza metálica que se aferra firmemente a la tuerca. Este mecanismo permite que las piezas roten libremente a lo largo de la escala completa de graduación.

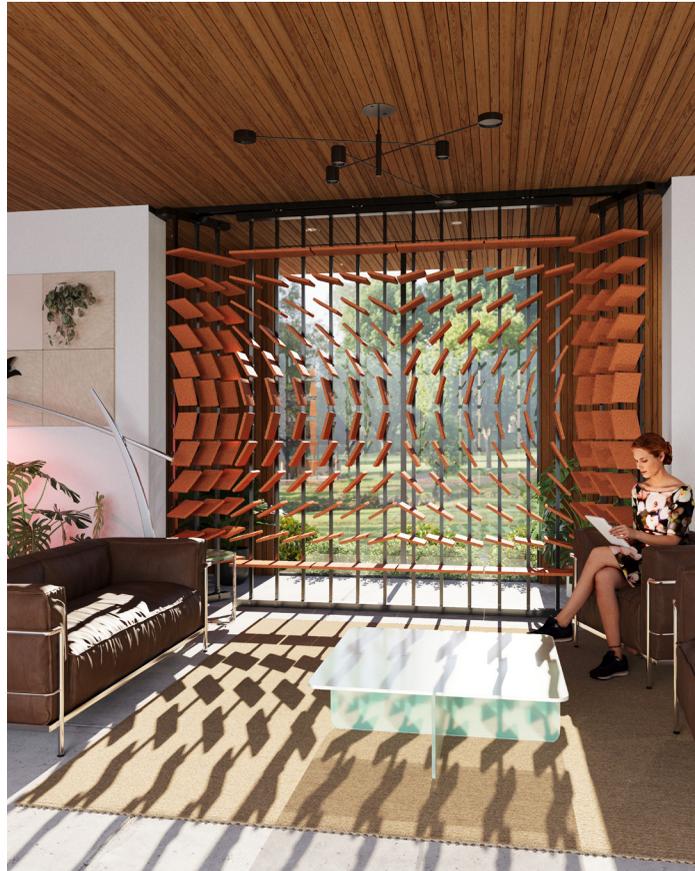
Sistema de Ensamblaje en Panel C

Figura 7
Sistema de ensamblaje Panel C



Propuesta Paneles C-T

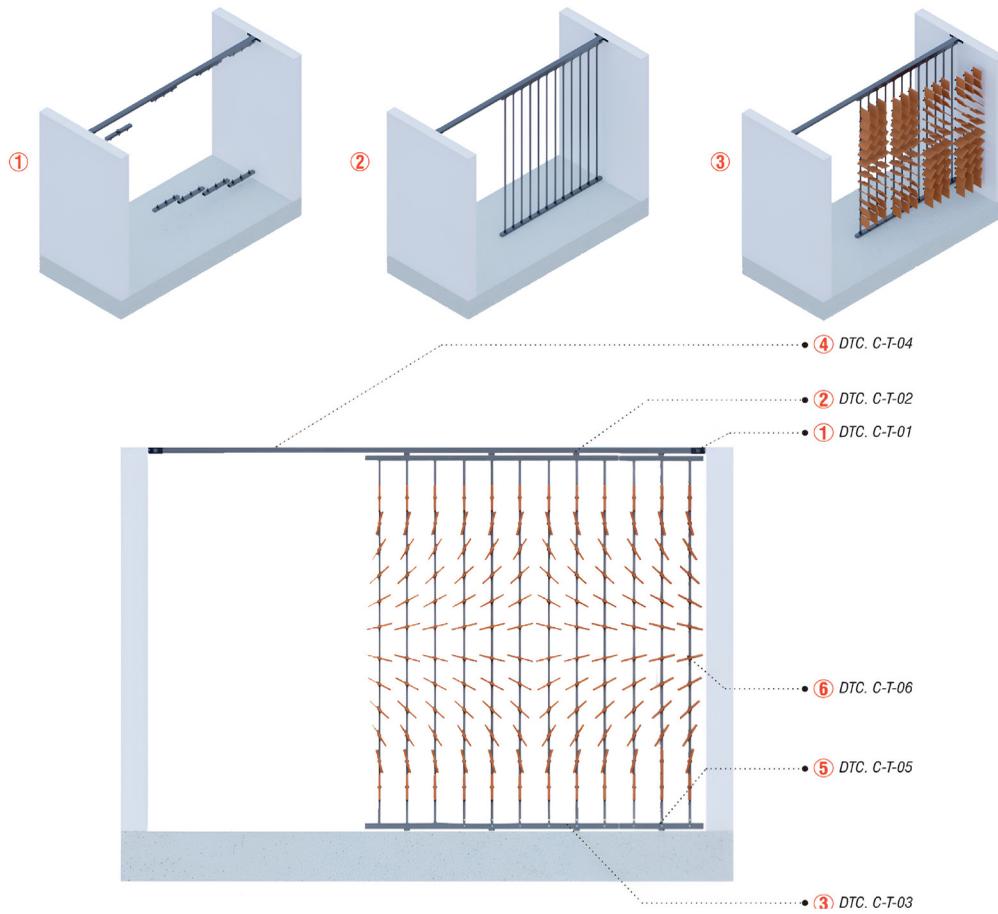
Figura 8
Panejería C-T



Los paneles C-T están diseñados en módulos de 60 cm de ancho; cuentan con estructuras, las cuales permiten rotar al panel a 360°. Este grado de rotación ofrece una libertad de diseño para adaptarse fácilmente a varios espacios y preferencias estéticas.

Sistema de Ensamblaje en Panel C-T

Figura 9
Sistema de ensamblaje Panel C-T



Propuesta Panel ON

Figura 10
Panelería ON

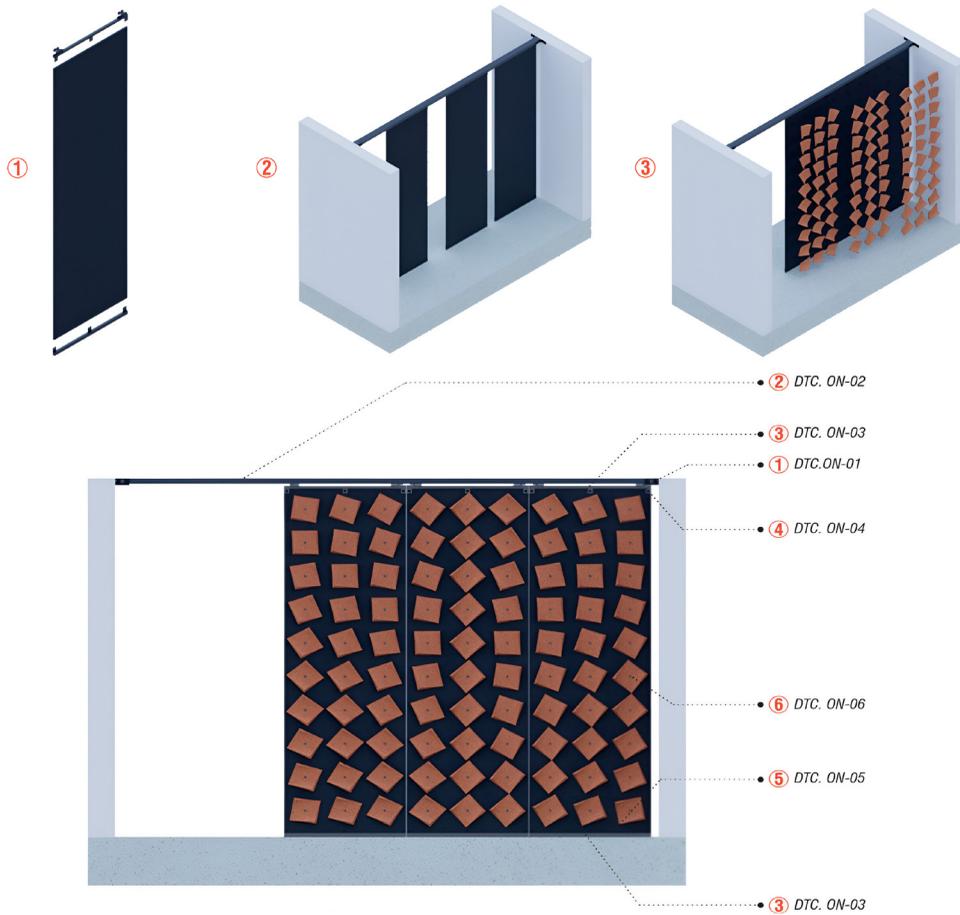


Los paneles ON, diseñados en módulos de 60cm de ancho, cuentan con estructuras que permiten un deslizamiento suave y sin esfuerzo. Esta capacidad de deslizamiento brinda una libertad en el diseño, ya que se adapta fácilmente a una amplia variedad de espacios y preferencias estéticas.

Las piezas de arcilla, denominadas "ON", se anclan de manera segura mediante tuercas de rosca de 1" de diámetro. Estas tuercas, que son robustas y confiables, se insertan a través de un tablero de MDF de 1,5cm de espesor, lo que proporciona una base sólida para las piezas ON. Además, las tuercas permiten que las piezas giren de forma segura y sin complicaciones, lo que brinda una experiencia de diseño versátil y dinámica.

Sistema de Ensamblaje en Panel ON

Figura 11
Sistema de ensamble Panel ON



Propuesta Panel R

Figura 12
Panelería R

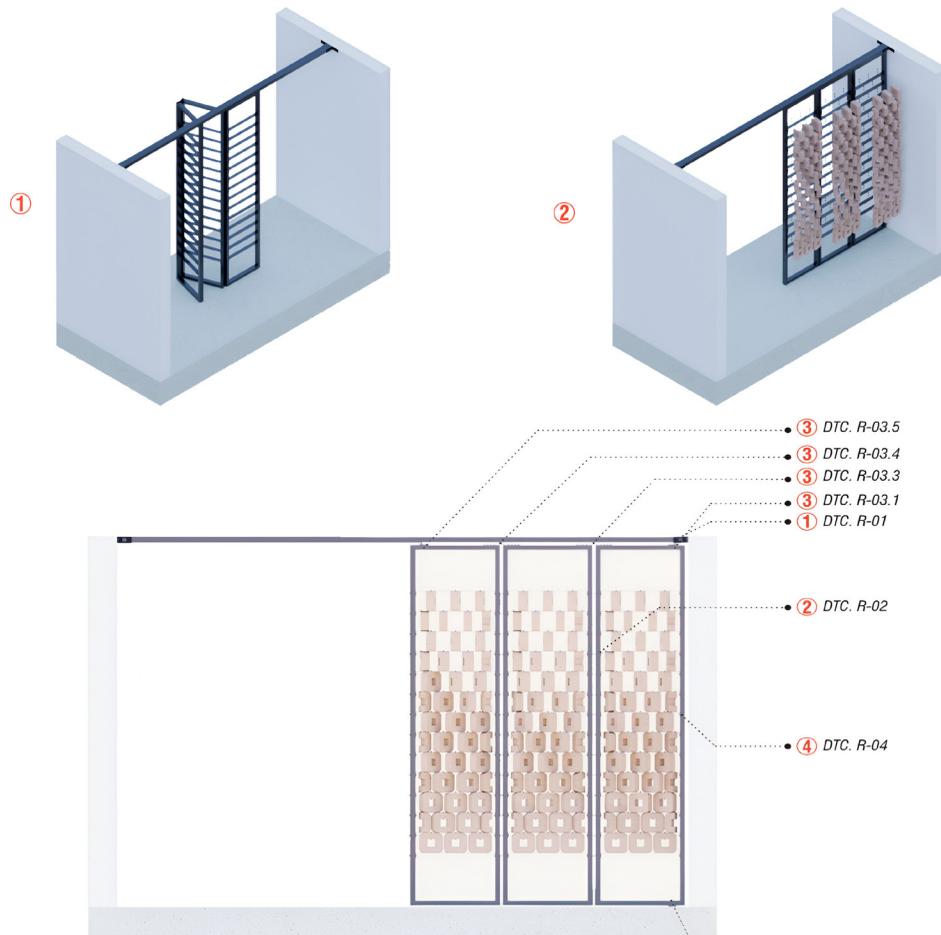


Los paneles R, diseñados en módulos de 60 cm de ancho, cuentan con estructuras que permiten su plegado de manera suave y sin esfuerzo. Esta capacidad de plegado brinda una libertad de diseño, ya que se adaptan fácilmente a una amplia variedad de espacios y preferencias estéticas.

Las piezas de arcilla, denominadas "R", se sujetan de manera segura mediante tuercas de rosca de 2". Estas tuercas, que son robustas y confiables, se insertan a través de pletinas de 6 cm con un espesor de 5 mm, que sirven como soporte para las piezas de arcilla. Esto proporciona una base sólida para las piezas R, lo que hace que las tuercas permitan que las piezas giren de forma segura y sin complicaciones. Esto brinda una experiencia de diseño versátil y dinámica.

Sistema de Ensamblaje en Panel R

Figura 13
Sistema de ensamblaje Panel R



Discusión y Conclusiones

La exploración del diseño paramétrico aplicado a la creación de paneles con materiales terrosos para espacios interiores residenciales ha evidenciado un vasto potencial, a la vez que ha revelado ciertos desafíos técnicos que deben ser gestionados con precisión. Los resultados de las experimentaciones realizadas proporcionan un panorama claro sobre las posibilidades y limitaciones técnicas de la combinación de estos materiales y tecnologías.

Uno de los hallazgos más importantes es la identificación del espesor óptimo de las piezas de material terroso, que se sitúan en torno a los dos centímetros. Este espesor no solo asegura una resistencia adecuada para el uso en paneles de interior, sino que también mantiene una manejabilidad eficiente durante el proceso de fabricación. Además, los ensayos confirmaron que un período de secado de hasta 25 días resulta esencial para alcanzar la consistencia adecuada antes de la cocción, lo que minimiza el riesgo de fisuras o deformaciones en las piezas. Este dato numérico, asociado con el comportamiento de los materiales, refleja una relación directa entre el tiempo de secado, la calidad y la resistencia final, tanto de las piezas individuales como estructurales, una vez implementadas en los paneles.

Otro aspecto relevante es el amasado de la arcilla. Los datos experimentales subrayan la importancia de un amasado uniforme, ya que un proceso deficiente puede resultar en la formación de burbujas de aire dentro de las piezas, lo cual, durante el proceso de quema, puede llevar a una rotura o explosión debido a la presión interna. Este hallazgo técnico resalta la necesidad de controlar con precisión las condiciones del proceso de fabricación, lo que garantiza que las piezas sean estables y seguras para su uso en estructuras. En cuanto a la combinación de materiales, se observa que el uso de aserrín en la mezcla de arcilla contribuye a la reducción del peso de los paneles, lo que ofrece una ventaja significativa en aplicaciones donde la carga estructural es un factor crítico.

Por último, se comprobó que la quema de las piezas con materiales mixtos requiere de menor temperatura, a comparación de una pieza que solo contenga arcilla. En sí, las piezas con materiales mixtos necesitan, en promedio, 300°C menos que las piezas de arcilla pura. Esto se debe a que, en el caso del aserrín, su combustión rápida puede crear cavidades o debilidades internas de la pieza, mientras que el plástico puede liberar gases o deformarse de manera incontrolada, lo que genera porosidades indeseadas o afecta a la cohesión del material.

A pesar de estos avances, se han identificado algunas limitaciones en la implementación práctica de estos paneles. Las limitaciones, sobre todo, están relacionadas con la morfología de las piezas de materiales terrosos y su interacción con los sistemas constructivos existentes. Las dificultades para conseguir piezas de sujeción y anclaje estándar en el mercado, sumadas a las posibles variaciones dimensionales en los componentes fabricados de forma artesanal, pueden representar un obstáculo en la fase de montaje y ensamblaje de los paneles. Sin embargo, el diseño paramétrico aporta una capacidad de adaptación y personalización en términos de geometría y ensamblaje, lo que representa un potencial para superar estas barreras, lo que permite varias configuraciones flexibles que se ajusten a los requisitos del proyecto.

En términos más generales, este estudio establece las bases para un enfoque innovador en la creación de ambientes residenciales que no solo buscan la funcionalidad, sino también la armonía estética y táctil. La combinación de diseño paramétrico y materiales terrosos ofrece la posibilidad de crear espacios únicos, que no solo responden a las necesidades prácticas de los usuarios, sino que también promueven un entorno más sostenible y visualmente atractivo. El potencial de estos materiales para transformar la percepción y la experiencia de los espacios interiores es significativo, y abre un campo importante para su utilización, experimentación y valoración.

En conclusión, la integración de materiales terrosos con el diseño paramétrico aplicado en paneles para espacios interiores residenciales ha demostrado ser una alternativa viable y prometedora, aunque requiere una atención cuidadosa a los detalles técnicos y materiales. Los datos experimentales obtenidos, como los valores óptimos de espesor, secado y temperaturas de quema, junto con la observación de las propiedades de los materiales, proporcionan las directrices necesarias para avanzar en la fabricación de estos paneles. Para que este enfoque sea más ampliamente adoptado en la industria del diseño de interiores, se recomienda realizar más pruebas a gran escala; estas pruebas deben obtener datos adicionales y, especial-

mente, una estandarización de los procesos de fabricación y ensamblaje. De este modo, la combinación de estos métodos podría evolucionar hacia una tendencia significativa, que ofrece soluciones tanto funcionales como innovadoras para el diseño de espacios.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Declaración de contribución de los autores: A continuación, se menciona la contribución de cada autor, en correspondencia con su participación, utilizando la Taxonomía Crédit:

- Segundo Freddy Naula Aucapiña: Adquisición de fondos, Análisis formal, Conceptualización, Curaduría de datos, Investigación, Metodología, Recursos, Redacción-borrador original, Software.
- Christian Geovanny Sigcha Cedillo: Administración del proyecto, Análisis formal, Redacción-revisión y edición, Supervisión, Validación, Visualización.

Referencias

- Aguirre, M. D. C., y Sanz Arauz, D. (2017). Caracterización de materiales históricos para el conocimiento y la conservación del Patrimonio Arquitectónico: revisión y proyección en el caso de Cuenca (Ecuador). *Jornada de Técnicas de Reparación y Conservación del Patrimonio*.
- Aguirre, M. D. C. (2021). *Materiales históricos, lectura histórico constructiva y caracterización. El caso de Cuenca (Ecuador)* (Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid).
- Alexander, C., Ishikawa, S., y Silverstein, M. (1977). *A Pattern Language*. Oxford University Press.
- Arteta, J. (2022). Breve historia de la arquitectura digital. *Rev. Occident*, (349-350), 163-188.
- Bertrand, L., Thoury, M., y Anheim, E. (2013). Ancient materials specificities for their synchrotron examination and insights into their epistemological implications. *Journal of Cultural Heritage*, 14(4), 277-289. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2012.09.003>
- Florio, W., y Tagliari, A. (2021). Parametric Modeling in the Design Process: Strategies to Create Flexibility and Spatial Adaptation for Social Housing. *Dearq*, 2021(31), 46-59. <https://doi.org/10.18389/dearq31.2021.05>
- Guzmán, D., y Iñiguez, J. (2015). Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe. *CEDIA*. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UCUENCA_e0863e4f5d3e55bbc86eef4037c0281f
- Navarrete, S. (2014). Diseño paramétrico: El gran desafío del siglo XXI. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (49), 63-72.
- Peñañiel, M. (2017). *Diseño interior en el marco del espacio existencial*. (Tesis de Grado, Universidad del Azuay).
- Rodas, S., y Benavides, C. (2017). *Introducción al diseño paramétrico. Utilización de herramientas digitales para la resolución de superficies complejas mediante la aplicación de algoritmos*. (Tesis de Grado, Universidad de Cuenca).
- Rodríguez, N. (2016). *Utilización de materiales propios de la construcción para el diseño interior de la vivienda social, con fines expresivos*. (Tesis de Grado, Universidad del Azuay)
- Vázquez, M. del P. (2020). *Más allá de los límites de la forma: Interiorismo a través del diseño de formas continuas. El usuario y el espacio; generando experiencias de interiorismo*. (Tesis de Maestría, Universidad del Azuay).