

**ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN
PRO DEL AHORRO DE RECURSOS**

MARÍA PAULINA PRECIADO CORREA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MEDELLIN

2017

**ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN
PRO DEL AHORRO DE RECURSOS**

MARÍA PAULINA PRECIADO CORREA

Trabajo de grado para optar al título de Arquitecto

Asesor

Luis Felipe Lalinde Castrillón

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MEDELLIN

2017

Mayo de 2017

María Paulina Preciado Correa

“Declaro que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad”
Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

Firma

María Paulina Preciado Correa

C.C 1.214.733.629

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1. MARCO INTRODUCTORIO | 9 |
| 1.1. Descripción del problema | 9 |
| 1.2. Antecedentes..... | 9 |
| 1.3. Elementos o Variables | 10 |
| 1.4. Delimitación | 12 |
| 1.5. Formulación del problema | 12 |
| 1.6. Objetivo General..... | 13 |
| 1.7. Objetivos específicos | 13 |
| 1.8. Justificación | 13 |
| 1.9. Metodología | 14 |
| 2. MARCO CONTEXTUAL | 16 |
| 3. MARCO CONCEPTUAL | 20 |
| 4. MARCO TEORICO | 23 |
| 5. MARCO PRACTICO | 26 |
| 5.1. Instrumentos | 28 |
| 5.1.1. Google Drive..... | 28 |
| 5.1.2. Encuesta..... | 29 |
| 5.2. Profesionales a entrevistar | 31 |
| 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 33 |
| 6.1. Propuesta final..... | 39 |
| 6.2. Ejemplo de aplicación de la metodología..... | 41 |
| CONCLUSIONES | 43 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cuadro de variables | 12 |
| Figura 2. Desarrollo de actividades por semana | 15 |
| Figura 3 Propuesta metodológica-objetivo-resultado | 14 |
| Figura 4. Cuadro con referentes contextuales | 17 |
| Figura 5. Diagrama de flujo de la metodología de diseño | 18 |
| Figura 6 Relación de conceptos..... | 21 |
| Figura 7. Diagrama de flujo relacion materiales/ actividad..... | 24 |
| Figura 8. Comparación metodologías de selección | 25 |
| Figura 9. Plantilla para entrevistas de google drive..... | 28 |
| Figura 10. Plataforma Materfad..... | 30 |
| Figura 11. Cuadro con personas a entrevistar | 32 |
| Figura 12. Plantilla para entrevistas | 32 |
| Figura 13. Grafico resultados de encuesta. | 33 |
| Figura 14. Grafico resultados de encuesta. | 34 |
| Figura 15. Grafico resultados de encuesta. | 34 |
| Figura 16. Grafico resultados de encuesta. | 36 |
| Figura 17. Grafico resultados de encuesta. | 37 |
| Figura 18. Grafico resultados de encuesta. | 37 |
| Figura 19. Grafico resultados de encuesta. | 38 |
| Figura 20. Grafico resultados de encuesta. | 38 |
| Figura 21. Propuesta final de selección de materiales..... | 39 |
| Figura 22. Diagrama de metodología de selección de materiales..... | 40 |

RESUMEN

La arquitectura tradicional en Colombia se ha caracterizado por la utilización de materiales y sistemas constructivos que en su tiempo fueron oportunos para las condiciones climáticas y de lugar; pero actualmente estas condiciones se han cambiado y por lo mismo, la arquitectura debe de responder a estos cambios y promover una nueva utilización de implementos de diseño y construcción.

Se debe responder a estas condiciones de forma adecuada, de modo que se diseñen edificios autosuficientes y que sean confortables para sus usuarios, lo cual permiten que se desarrolle cada actividad para la cual fue pensado cada espacio.

A partir de la investigación teórica del tema y una búsqueda de referentes que muestren como se pueden utilizar los materiales tradicionales e incluso como se pueden implementar de manera eficiente a partir de sus propiedades; se plantearan unas estrategias de selección de materiales las cuales brindaran una adecuada información acerca de las propiedades de varios de los materiales utilizados comúnmente y de cómo su correcta utilización produce un ahorro de significativo, tanto en recursos como en la economía.

Las estrategias de selección que se plantean, se espera sean de aplicación al sector de la construcción en especial al diseño, de manera que desde la arquitectura promovamos el ahorro y la eficiencia de recursos; ya que con la correcta utilización de estos materiales se logran edificaciones más eficientes, lo cual reduciría el gasto de recursos artificiales y generara una mejor calidad de vida en los usuarios y una mejor economía.

Todo esto tendría como finalidad, promover una arquitectura sostenible la cual tiene como objetivo la implementación de la eficiencia energética, el confort y la salud de los usuarios que habitan en las edificaciones; todo esto sin dejar de lado la tecnología, la funcionalidad y la estética que trabajan de forma integrada y caracteriza la arquitectura. Esto se lograra a partir del planteamiento de unas estrategias de selección de materiales; mediante el estudio de autores y monografías que han desarrollado investigaciones que traten la temática a desarrollar.

PALABRAS CLAVES: Materiales, confort, usuarios, construcción, diseño, arquitectura, eficiencia energética, ahorro de recursos, economía, aplicación, sostenibilidad, tecnología.

ABSTRACTS

The traditional architecture in Colombia has been characterized by the use of materials and constructive systems that in time were opportune for the climatic and place conditions; but these conditions have now been changed and, therefore, the architecture must respond to these changes and promote a new use of design and construction implements.

These conditions must be adequately addressed, so that self-sufficient buildings are designed and comfortable for their users, which allows each activity to be developed for each space.

Based on the theoretical research of the subject and a search for references that show how traditional materials can be used and even how they can be implemented efficiently from their properties; Materials selection strategies will be presented which will provide adequate information about the properties of several commonly used materials and how their proper use produces a significant savings both in resources and in the economy.

The selection strategies that are proposed are expected to be applicable to the construction sector especially to the design, so that from the architecture we promote the saving and the efficiency of resources; Since with the correct use of these materials will be achieved more efficient buildings, which would reduce the expenditure of artificial resources and generate a better quality of life in the users and a better economy.

All of this would aim to promote a sustainable architecture which aims to implement energy efficiency, comfort and health of users who live in buildings; All without neglecting the technology, functionality and aesthetics that work in an integrated way and characterize the architecture. This will be achieved through the development of materials selection strategies; through the study of authors and monographs that have developed research that deal with the theme to be developed.

KEY WORDS: Materials, comfort, users, construction, design, architecture, energy efficiency, resource saving, economy, application, sustainability, technology.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la mala utilización de los materiales en la construcción está produciendo un gasto excesivo de recursos naturales, lo cual en lugar de aportar al ahorro energético y de recursos que se necesita para solucionar las problemáticas ambientales a las cuales nos estamos enfrentando; está provocando un deterioro ambiental en el que el sector de la construcción tiene responsabilidad, sumado a una arquitectura rígida a veces poco favorable para su entorno.

Los diseños arquitectónicos deben de responder al lugar, al clima y al habitante a través de los materiales, sus propiedades y su técnica de implementación; todo esto con el fin de generar un confort y así reducir la necesidad de utilizar recursos artificiales los cuales están produciendo un daño ambiental significativo por la utilización excesiva de estos recursos.

La falta de conocimiento de los materiales, sus propiedades y su correcta utilización han hecho que los diseñadores tomen malas decisiones y los proyectos tengan los mismos planteamientos para diferentes finalidades, usuarios y entornos.

Por lo expuesto anteriormente, se pretende formular unas estrategias de selección de materiales en pro del ahorro de recursos; autores como Michael F. Ashby y Domingo Acosta son algunos de los estudiados durante el procesado de investigación.

Como introducción a esta investigación se presentan los principales objetivos, problemas, antecedentes, variables, metodología y alcances a los que se desea llegar con el desarrollo de esta temática. Esta investigación se plantea a partir de un análisis local de la situación actual del desperdicio de recursos que se genera a partir de la mala implementación de materiales en el sector de la arquitectura, la construcción y el diseño.

CAPITULO 1

1. MARCO INTRODUCTORIO

1.1. Descripción del problema

Durante el desarrollo que han tenido las ciudades colombianas, se ha hecho evidente el gasto excesivo de recursos y la contaminación ambiental generada principalmente por el desperdicio de recursos naturales, en especial los generados por el sector de la construcción. La carencia y casi nula aplicación de metodologías para seleccionar los materiales; han llevado a los profesionales a tomar malas decisiones las cuales afectan directamente el desarrollo sostenible de las ciudades.

1.2. Antecedentes

Los antecedentes de la investigación son principalmente autores y monografías las cuales ya han desarrollado temáticas que aportan a la correcta utilización de los materiales en la arquitectura; esto demuestra que la investigación es viable y pertinente ya que unas estrategias de selección de materiales que aporten al ahorro son de gran importancia principalmente en estos momentos de escasez de recursos, crisis económica y social.

Las bases de datos también son parte fundamental de la investigación, ya que estas permiten el análisis de los materiales por medio de fichas técnicas y análisis de costos; dos de las variables principales que estructuran el tema. Algunas de ellas son:

- **Catálogo de materiales Homecenter:** Herramienta virtual en la cual se encuentra la información correspondiente a los materiales a la venta en las tiendas de Homecenter, sus precios, presentaciones y especificaciones técnicas y de instalación.
- **Base de datos Materfad:** Plataforma en la cual se brinda información de materiales, procesos y tecnologías que se encuentran comercialmente disponibles en el centro de materiales Materfad.
- **Base de datos Camacol:** El directorio de la industria de la construcción es directorio de empresas de la construcción en donde se encuentra información

correspondiente a empresas, proveedores y materiales de la construcción. Este es tal vez la base de datos más conocida e implementada entre los profesionales.

Diversos autores tratan temáticas que se pueden implementar al tema de investigación; partiendo desde el análisis de la información planteada por estos, hasta los métodos investigativos que se utilizaron para recolectar esta información, uno de los principales es *Michael Ashby, Domingo Acosta y Carolina Mejía*.

1.3. Elementos o Variables

Las variables de la investigación hacen referencia a los elementos clave para estructurar la propuesta de metodología para la selección, esto se debe a que estos conceptos son, básicamente; los que han estado presentes durante todo proceso de formación profesional.

1.3.1. Propiedades: Analiza el material, el comportamiento que tiene, su resistencia, dimensiones y textura.

Sub variables

- Técnicas: Comportamientos mecánicos y estructurales que presenta el material a los esfuerzos.
- Sensitivo: Factor estético del material, color, textura, superficie, sensaciones que trasmite al usuario.

1.3.2. Ambiental: Evalúa el impacto ambiental producido por el material; hasta el desperdicio que produce al finalizar su vida útil.

Sub variables

- Consumo de recursos: Materia prima y energía que puede llegar a gastar un material en su proceso de producción.
- Ahorro energético: Implementación de recursos naturales que deben estar presentes en el diseño de una edificación.
- Reutilización: Después de finalizar su vida útil, se pueden destinar a otros usos los residuos producidas por este material.

1.3.3. Factor económico: Se analiza partiendo desde los gastos que se generan en el proceso de materias primas y proceso de producción; hasta vida útil y mantenimiento que requiere cada material.

Sub variables

- **Instalación:** Reducir la utilización de maquinaria, mano de obra, transporte del material y demás elementos necesarios para su instalación.
- **Mantenimiento:** Garantizando la calidad, resistencia y vida útil del material, se disminuyen los gastos pro mantenimiento.
- **Durabilidad:** La vida útil del material y su correcta instalación son fundamentales para disminuir los gastos que se pueden producir a largo plazo.

1.3.4. Aplicación: Formas de aplicación del material a partir de su diseño, uso, finalidad; implementando elementos artificiales y/o recursos naturales en pro del confort térmico.

Sub variables

- **Diseño activo:** Confort térmico generado artificialmente por medio de equipos de bombeo, aire acondicionado, calefacción; entre otros. **Diseño pasivo:** Mejorar las condiciones bioclimáticas del lugar a partir de la implementación de iluminación y ventilación natural en los espacios.















| USUARIO: ARQUITECTOS, DISEÑADORES, CONSTRUCTORES E INGENIEROS. | | | | | |
|--|--|--|---------------------|--|---|
| VARIABLES | ICONO | DEFINICION | SUBVARIABLES | ICONO | DEFINICION |
| PROPIEDADES |  | Analiza el material, el comportamiento que tiene, su resistencia, dimensiones y textura. | Técnicas |  | Comportamientos mecánicos y estructurales que presenta el material a los esfuerzos. |
| | | | Sensitivo |  | Factor estético del material, color, textura, superficie, sensaciones que trasmite al usuario. |
| AMBIENTAL |  | La variable ambiental es fundamental para garantizar una utilización adecuada en términos sostenibles en cada material. Evalúa el impacto ambiental producido por el material; hasta el desperdicio que produce al finalizar su vida útil. | Consumo de Recursos |  | Materia prima y energía que puede llegar a gastar un material en su proceso de producción. |
| | | | Ahorro Energético |  | Implementación de recursos naturales que deben estar presentes en el diseño de una edificación. |
| | | | Reutilización |  | Después de finalizar su vida útil, se pueden destinar a otros usos los residuos producidos por este material. |
| FACTOR ECONOMICO |  | El factor económico se analiza partiendo desde los gastos que se generan en el proceso de materias primas y proceso de producción; hasta vida útil y mantenimiento que requiere cada material. | Instalación |  | Reducir la utilización de maquinaria, mano de obra, transporte del materia y demás elementos necesarios para su instalación. |
| | | | Mantenimiento |  | Garantizando la calidad, resistencia y vida útil del material, se disminuyen los gastos por mantenimiento. |
| | | | Durabilidad |  | La vida útil del material y su correcta instalación son fundamentales para disminuir los gastos que se pueden producir a largo plazo. |
| APLICACIÓN |  | Formas de aplicación del material a partir de su diseño, uso y finalidad; implementando elementos artificiales y/o recursos naturales en pro del confort térmico. | Diseño Activo |  | Confort térmico generado artificialmente por medio de equipos de bombeo, aire acondicionado, calefacción; entre otros. |
| | | | Diseño Pasivo |  | Mejorar las condiciones bioclimáticas del lugar a partir de la implementación de iluminación y ventilación natural en los espacios. |

Figura 1. Cuadro de variables. Elaboración propia

1.4. Delimitación

El desarrollo de la investigación tendrá una duración de 3 semestres, correspondientes a la asignatura de PDT (proyecto de titulación). El marco teórico y el conceptual se desarrollaran a partir de investigaciones realizadas por algunos autores nacionales como Carolina Mejía e internacionales como Michael Ashby y Domingo Acosta; mientras que el marco práctico se ejecutara a partir de entrevistas y encuestas que se realizaran a diferentes profesionales del campo de la arquitectura, el diseño y la construcción de la ciudad de Medellín (Antioquia).

1.5. Formulación del problema

Qué importancia le dan los profesionales del campo de la construcción y el diseño de la ciudad de Medellín a las propiedades, aplicación, factor económico y ambiental a la hora de seleccionar un material en pro del ahorro de recursos.

1.6. Objetivo General

Proponer una estrategia para seleccionar materiales de construcción en pro de del ahorro de recursos naturales, artificiales, económicos y ambientales. Esto se realizara mediante el análisis de las formas de selección y de aplicación de los materiales en el sector.

1.7. Objetivos específicos

1.7.1. Objetivo Específico 1

Identificar cuáles son las principales necesidades que se presentan a la hora de elegir un material, por medio de entrevistas y encuestas a profesionales de la ciudad de Medellín.

1.7.2. Objetivo Específico 2

Analizar diferentes metodologías de selección de materiales ya planteadas a partir de referentes y casos de estudio que den lugar algunos elementos claves a tener en cuenta a la hora de seleccionar un material de construcción.

1.7.3. Objetivo Específico 3

Establecer variables a partir de las cuales se logren formular criterios que permitan orientar la selección de un material de construcción en cuanto al ahorro de recursos y su eficiencia.

1.8. Justificación

La investigación busca encontrar unas variables o conceptos esenciales que se deben de tener en cuenta a la hora de elegir un material, y hacer una propuesta basada en los conocimientos adquiridos en la etapa teórica y práctica. La importancia de esta propuesta radica en el adecuado uso y aplicación que se le pueda dar a cada material a partir de un conocimiento adecuado de las propiedades y atributos de este; y las necesidades y condiciones a las que se enfrenta cada proyecto.

Es pertinente plantear una metodología de selección de materiales ya que durante la formación profesional y en algunos casos la formación laboral, no se tiene el conocimiento adecuado de unas estrategias o guías que muestren que prioridades se deben de tener en cuenta al elegir un material; garantizando así un buen uso, lo que da lugar al ahorro de recursos naturales, artificiales, económicos; entre otros.

1.9. Metodología

Por medio de la investigación de autores e investigaciones se recolectara la información teórica que permitirá la búsqueda de estrategias para lograr clasificar los materiales según sus propiedades, aplicaciones, costos y ahorro energético; para realizar este proceso también se tendrán en cuenta las bases de datos mencionadas anteriormente. La búsqueda de antecedentes es el punto de partida de la investigación.

Partiendo de estos antecedentes, se realizan fichas técnicas de estos materiales, a partir de las variables establecidas (gasto económico, ahorro energético, propiedades, técnica de aplicación, tiempo y mantenimiento) que permitirán estructurar encuestas y entrevistas; para luego con el resultado, plantear la metodología para selección de materiales.

Finalmente con toda la información adquirida, se plantearan unas estrategias de elección de materiales, todo esto en pro del ahorro de recursos económicos, naturales y la eficiencia energética.

| METODOLOGIA | OBJETIVOS | RESULTADOS |
|---|---|--|
| Plantear las estrategias que se deben implementar a la hora de elegir un material de construcción en pro del ahorro de recursos. | Proponer una estrategia para seleccionar materiales de construcción en pro de del ahorro de recursos naturales, artificiales, económicos y ambientales. Esto se realizara mediante el análisis de las formas de selección y de aplicación de los materiales en el sector. | Resultado final y conclusiones de la investigación. |
| Entrevistar a diferentes profesionales del campo de la arquitectura y la construcción y realizar comparativos entre los resultados. | Identificar cuáles son las principales necesidades que se presentan a la hora de elegir un material, por medio de entrevistas y encuestas a profesionales de la ciudad de Medellín. | Diferentes métodos de selección de materiales que utilizan los profesionales. |
| Recolección de información, autores, bases de datos y monografías que estudien métodos de selección de materiales de construcción. | Analizar diferentes metodologías de selección de materiales ya planteadas a partir de referentes y casos de estudio que den lugar algunos elementos claves a tener en cuenta a la hora de seleccionar un material de construcción. | Apoyo teórico y contextual de la investigación. |
| Elaborar un cuadro de variables con las cuales se puedan diseñar unas fichas técnicas de los materiales. | Establecer variables a partir de las cuales se logren formular criterios que permitan orientar la selección de un material de construcción en cuanto al ahorro de recursos y su eficiencia. | VARIABLES de la investigación y herramientas fundamentales para el marco practico. |

Figura 2 Propuesta metodológica-objetivo-resultado. Elaboración propia

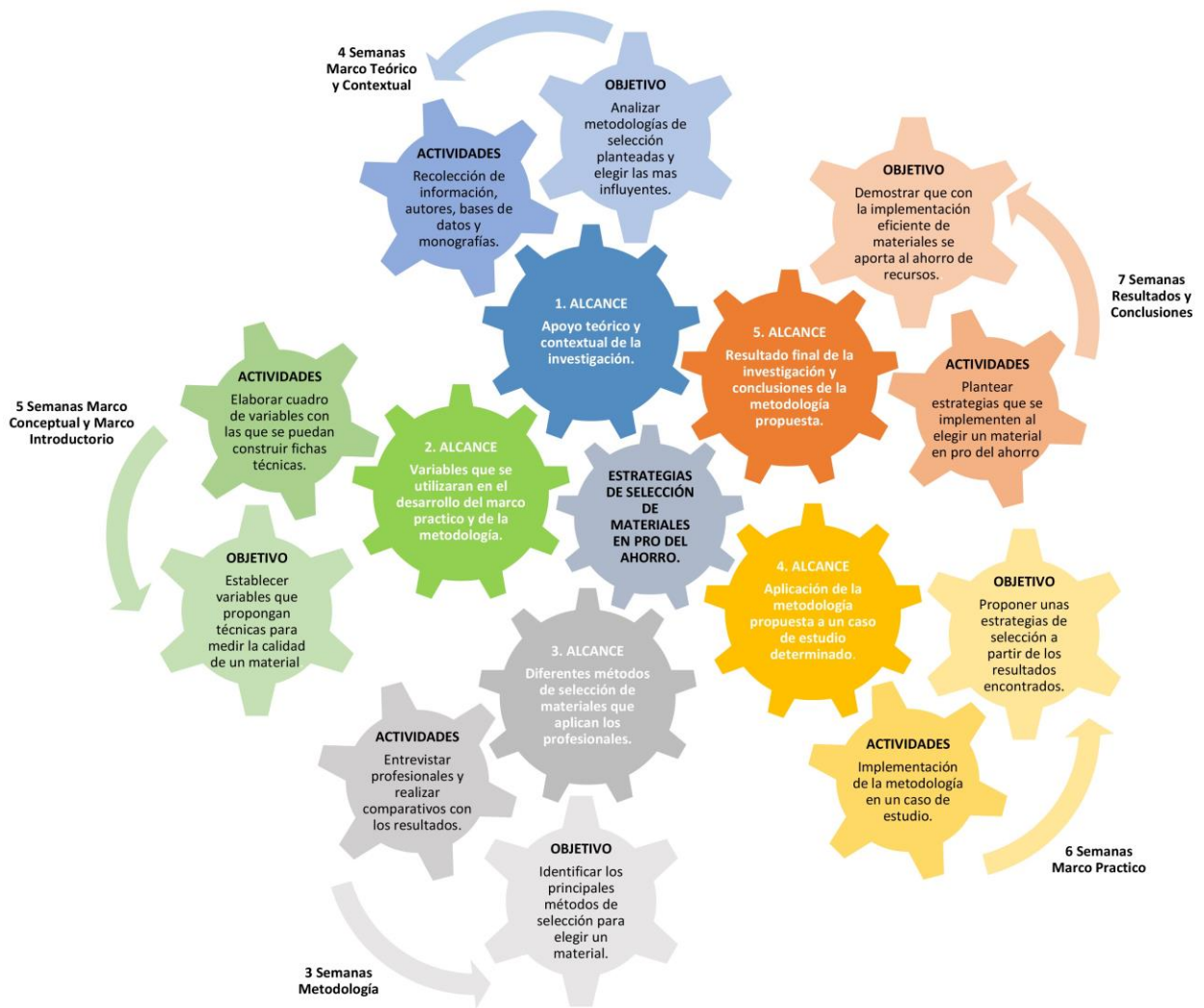


Figura 3. Desarrollo de actividades por semana. Elaboración propia

CAPITULO 2

2. MARCO CONTEXTUAL

En el desarrollo contextual de la investigación se estudian varios autores los cuales desarrollan temáticas relacionadas a la selección de materiales de construcción y estrategias de ahorro de recursos a partir del uso de diferentes materiales, estos autores son:

| TITULO | AUTOR | LUGAR |
|---|--|--|
| Materials selection in mechanical design | Michael.F. Ashby D. Cebon | Universidad de Cambridge (Inglaterra) |
| Arquitectura y construcción sostenibles | Domingo Acosta Alfredo | Universidad Central de Venezuela (Venezuela) |
| Edificaciones sostenibles | Domingo Acosta Alfredo Cilento Sarli | Instituto de Arquitectura Tropical (Venezuela) |
| Metodología para seleccionar materiales en ingeniería mecatrónica | William E. Díaz Moreno Nelson F. Velasco Toledo | Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá) |
| Análisis de materiales para construcciones sostenibles (Yarumo) | Felipe Alviar Lalinde Laura María Estrada Luisa Fernanda Gómez Beatriz Eugenia Molina | Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín) |

| | | |
|---|---|--|
| Metodología para el diseño de materiales | Carolina Mejía Gómez | Universidad Eafit (Medellín) |
| La importancia del método en la selección de materiales | Héctor Alvaro González / Dairo Hernán Mesa G. | Universidad Tecnológica de Pereira (Pereira) |
| Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA | Eduardo Rocha Tamayo | Universidad Piloto de Colombia (Bogotá) |
| GUIA 4. Guía para el diseño de edificaciones sostenibles | Área Metropolitana del Valle de Aburrá/ Universidad Pontificia Bolivariana | Medellín, Colombia |

Figura 4. Cuadro con referentes contextuales. Elaboración propia

A partir del aporte de Ashby, otros autores han tomado esto como base para proponer diferentes metodologías de selección en el campo del diseño y la construcción. A nivel local encontramos dos investigaciones principales las cuales plantean diversos métodos de selección dependiendo las características del material y la finalidad que se desee obtener.

*Carolina Mejía Gómez*¹ desarrolla una monografía llamada *Metodología para el diseño de materiales*, en la cual a través de un acercamiento más sensitivo al material pero sin dejar de lado las propiedades técnicas, todo esto con el fin de responder a la carencia de referentes teóricos y metodológicos que permiten la experimentación con nuevos materiales y formas creativas de implementar el diseño y la tecnología.

Por otra parte, más enfocada a la arquitectura encontramos la monografía *Análisis de materiales para construcciones sostenibles* propuesta por estudiantes del grupo *Yarumo*² en la cual proponen el diseño de una casa bioclimática; para la selección de los materiales de esta casa, recolectan diversas metodologías las cuales permitan hacer una correcta elección de estos materiales bajo criterios sostenibles.

¹ Ingeniera De Diseño de Producto, Universidad Eafit (Medellín)

² Estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín) participantes del Solar Decathlon Latino América y el Caribe 2015.

Estas dos investigaciones parten del análisis que plantea Ashby, mientras que *William Diez y Nelson Velasco*³ en su monografía *Metodología para seleccionar materiales en ingeniería mecatrónica* proponen un método de selección (no tan enfocado al diseño arquitectónico) en el cual se desarrolla la investigación a partir de tablas de ponderación.

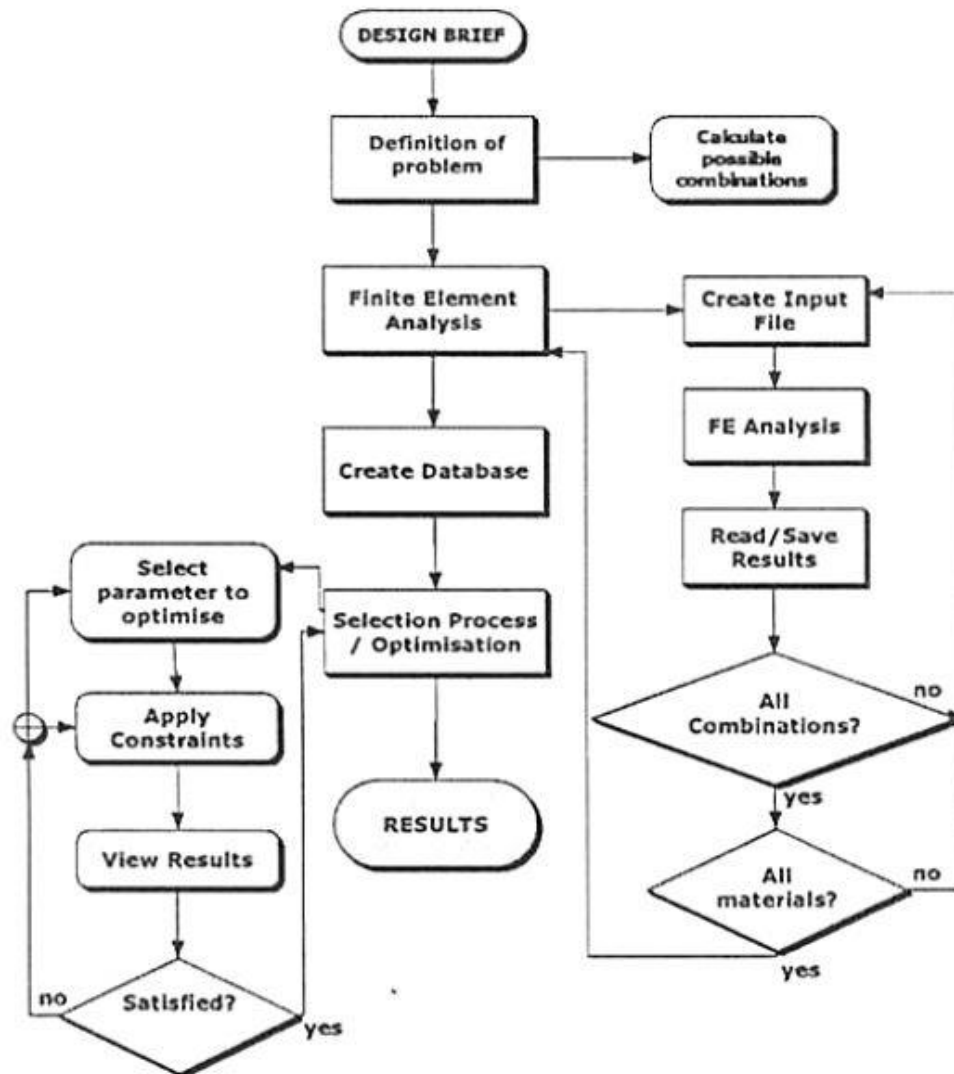


Figura 5. Diagrama de flujo de la metodología de diseño (Monroy Aceves, Skordos, & Sutcliffe, *Design selection methodology for composite structures*, 2007).

³ Estudiante. Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá).

*Héctor González y Dairo Mesa*⁴ en su monografía *La importancia del método en la selección de materiales* hacen un acercamiento más directo al material por medio de su densidad, elasticidad, conductividad térmica, resistencia; y demás propiedades que lo caracterizan, planteando como primicia a la hora de elegir un material los aspectos técnicos que este tenga.

A nivel internación, *Domingo Acosta*⁵ desarrolla conceptos básicos en sus publicaciones, en las cuales expone temáticas de construcción sostenible y de manera indirecta da premisas de formas de selección de materiales para el campo de la construcción.

La selección de materiales en pro del ahorro de recursos es un tema que está tomando gran importancia en el campo del diseño, pero no se ha desarrollado de manera concreta a nivel local, lo cual hace pertinente el tema de la investigación que se desarrolla a partir de las monografías encontradas, metodologías ya propuestas por algunos autores y el aporte que hacen plataformas como Materfad⁶ y Camacol⁷ en aspectos de clasificación de materiales por familias de materiales, propiedades y características.

⁴ Docentes Universidad Tecnológica de Pereira (Pereira).

⁵ Docente investigador en la Universidad Central de Venezuela (Venezuela)

⁶ Centro de materiales de la Universidad Pontificia Bolivariana (Sede Medellín).

⁷ Cámara Colombiana de la Construcción (Sede Medellín)

CAPITULO 3

3. MARCO CONCEPTUAL

Durante los últimos años, la sostenibilidad y la bioclimática se han convertido en unos de los conceptos más tratados en el diseño y construcción arquitectónica. Estos temas han tenido gran relevancia debido a la situación que estamos enfrentando debido a los cambios climáticos, agotamiento de recursos naturales y crisis económica. De estos dos conceptos se derivan varias temáticas y definiciones que estarán presentes durante el desarrollo de la investigación:

- **Arquitectura Sostenible:** Es la arquitectura que resiste, aguanta y permanece en el tiempo, a nivel económico, social y ambiental.
- **Arquitectura Bioclimática:** Consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones del entorno para mejorar el confort y reducir el gasto.⁸
- **Desarrollo Sostenible:** Desarrollo que cubre las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de cubrir sus necesidades.⁹
- **Bioconstrucción:** Busca minimizar el impacto medioambiental, por medio de la utilización de materiales naturales.

⁸ ¿Qué es sostenibilidad? [artículo en Internet] sostenibleperdona.blogspot.com.co/p/que-es-sostenibilidad.html [Septiembre 23, 2016].

⁹ B Thomas Hurka. Consideraciones sobre las consecuencias del concepto de desarrollo sostenible. [artículo en Internet] www.fao.org/docrep/w2149s/w2149s08.htm [Septiembre 23, 2016]

- **Hábitat:** Espacio construido en el que vive el hombre; también se utiliza la expresión hábitat construido para diferenciarse del hábitat utilizado por la biología.
- **Confort:** Es aquello que produce bienestar y comodidades.
- **Eficiencia energética:** Es el uso eficiente de la energía, reduciendo así el consumo de energía artificial y produciendo la misma cantidad de bienes y servicios.
- **Ahorro energético:** Es el uso eficiente de la energía, tiene como objeto reducir el consumo de energía, optimizar recursos utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios.
- **Ventilación Natural:** Es la que se realiza mediante la adecuada ubicación de superficies, evitando así la implementación de sistemas mecánicos.
- **Iluminación Natural:** Su objetivo es maximizar el confort visual y para reducir el uso de energía eléctrica.



Figura 6 Relación de conceptos. Elaboración propia

A parte de estas definiciones se plantean las **variables** las cuales estructuran el marco práctico de la investigación, ya que por medio de estas se establecerán los parámetros que se deben tener en cuenta principalmente a la hora de elegir un material.

Estas son elegidas a partir del análisis de diferentes metodologías de selección que ya se han planteado, tanto para el diseño arquitectónico, como el diseño industrial. Cada variable tiene unas **subvariables** que son las que permiten la medición de estas; ayudando así a estructurar de una manera más precisa la metodología de selección de materiales que se pretende plantear.

Estas variables y subvariables permiten realizar una evaluación acerca de cuál es el aspecto fundamental en el cual se centran diferentes profesionales a la hora de diseñar; sea más por las propiedades técnicas del material, la estética, su aplicación y las posibilidades que se derivan de esta; el factor ambiental o económico.

CAPITULO 4

4. MARCO TEÓRICO

Para responder a las necesidades ambientales que se están presentando en la actualidad, los profesionales del campo de la construcción están enfocando sus diseños a diferentes variables ambientales las cuales se habían dejado de lado por el afán de construir con gran velocidad, lo cual al pasar el tiempo genero un gran desgaste de recursos naturales y para los usuarios un gran gasto económico y carencia de espacios confortables.

Por esto se plantean diferentes formas de analizar las necesidades que presenta un proyecto al inicio de su desarrollo para buscar formas estratégicas de mejorar las condiciones anteriores; el análisis de materiales, comparación entre materiales, la búsqueda de materiales que produzcan la mejor cantidad de desperdicios y que cumplan los objetivos y la finalidad de cada proyecto.

El ingeniero *Michael F. Ashby*¹⁰ ha realizado un aporte significativo a la ciencia de los materiales con su metodología para la selección de materiales en el campo del diseño mecánico. En el análisis propuesto por Ashby en su libro *Materials selection in mechanical desig* se plantean estrategias de selección a partir del análisis de la forma del material, sus propiedades técnicas y como estos responden a las condiciones exteriores a las cuales se enfrenta el material.

¹⁰ Ingeniero metalúrgico Británico. Profesor de investigación en el Centro de Diseño de Ingeniería de la Universidad de Cambridge, Inglaterra.

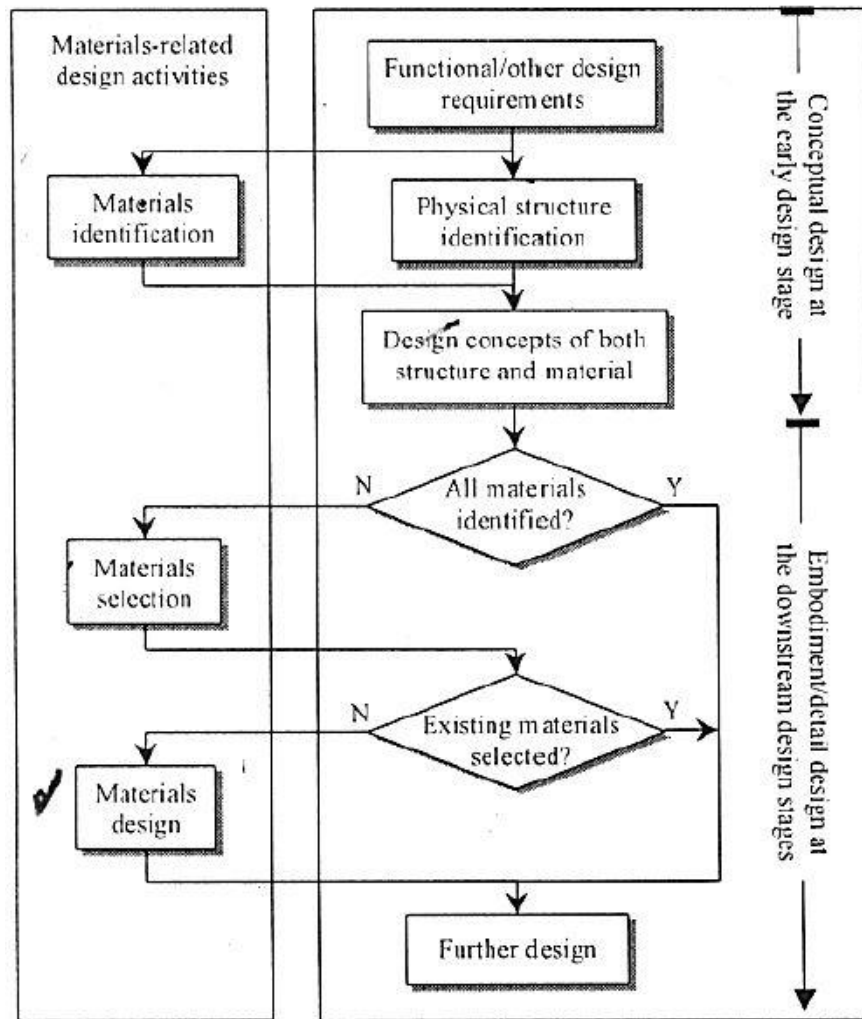


Figura 7. Diagrama de flujo que relaciona los materiales con las actividades de diseño (Deng & Edwards, *The role of materials identification and selection in engineering design.*, 2005).

Las *Tablas de Ponderación*¹¹ es otro método de selección de materiales; este arroja datos cuantitativos de los materiales y es menos utilizada en el diseño arquitectónico ya que por las condiciones actuales se busca no solo un material con que cumpla las exigencias técnicas necesarias sino también las ecológicas (es un análisis más sensitivo y en ocasiones estético).

¹¹ Herramienta para analizar las propiedades de un material, sacar su puntaje de calidad, ahorro, realizar comparaciones; etc.

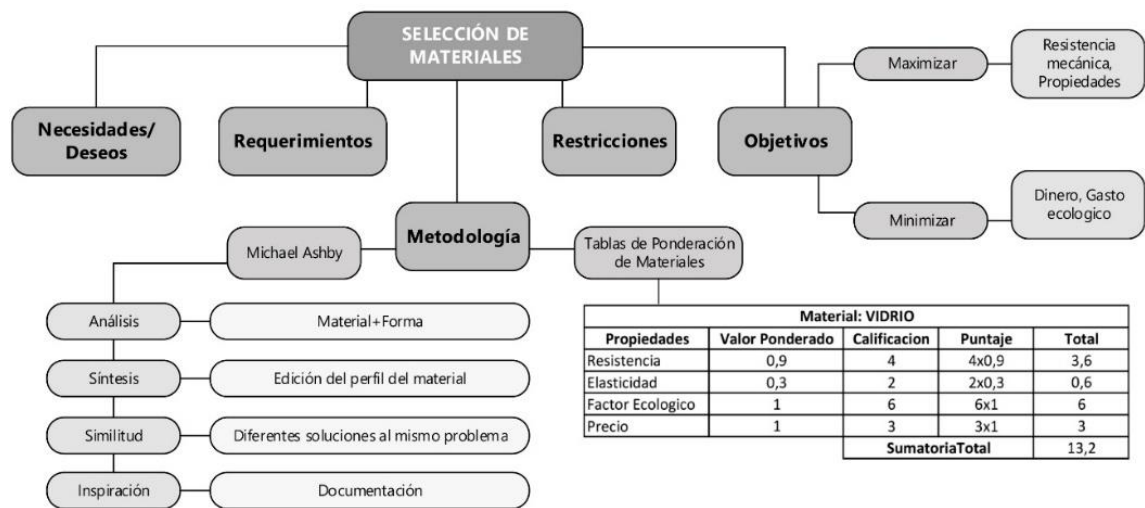


Figura 8. Comparación metodologías de selección. Elaboración propia

CAPITULO 5

5. MARCO PRÁCTICO

Después de la elaboración del cuadro de variables y la recolección de información, autores, bases de datos y monografías, se desarrollan las encuestas y entrevistas a diferentes profesionales del campo de la arquitectura y la construcción para a partir del análisis de resultados de estas, plantear las estrategias que se deben implementar a la hora de elegir un material de construcción en pro del ahorro de recursos. Las entrevistas serán las herramientas primarias para reunir la información de este marco; las encuestas y el formulario son fuentes secundarias.

Una encuesta es una serie de preguntas que se realizan a un determinado grupo de personas, con el objetivo de reunir información acerca de qué conocimiento y/o opinión se tiene de un tema en particular. A partir de los datos que arroja una encuesta se pueden realizar balances generales de la temática tratada y obtener conclusiones puntuales de esta.¹²

Algunos tipos de encuestas son:

- **Encuestas descriptivas:** Tiene como objetivo describir el estado en el que se encuentra actualmente determinado grupo de individuos.
- **Encuestas analíticas:** Con esta se estudia un fenómeno determinado pero no solo de manera descriptiva sino también científica. Para esta encuesta se requieren al menos dos variables para respaldar una hipótesis.
- **Encuesta de respuesta abierta:** Otorga al usuario libertad a la hora de exponer su respuesta.
- **Encuesta de respuesta cerrada:** Estructura las respuestas para que el entrevistado escoja la más acertada a su situación. Este tipo de encuesta

¹² Enciclopedia de Clasificaciones. (2016). *Tipos de encuestas*. Recuperado de: <http://www.tiposde.org/escolares/123-tipos-de-encuestas/>

permite tener un mayor control de los resultados al momento de hacer un balance.

- **Encuestas personales:** Son entrevistas que se realizan cara a cara, tienen como ventaja que el entrevistador obtiene más información.
- **Encuestas por internet:** Puede ser enviada por medio de correo electrónico o estar elaborada en una plataforma abierta; la ventaja principal que arroja estadísticas de los resultados.
- **Encuesta de opinión:** Representan la opinión pública que se tiene de un tema en particular.

A la hora de elaborar una encuesta de deben tener en cuenta ciertos factores:

- Sobre que se quiere indagar
- Hacia quien va dirigida la encuesta
- Las preguntas deben ser pocas, breves y fáciles de entender
- Donde las voy a realizar
- No se deben redactar preguntar de forma negativa y se debe evitar el uso de interrogación.
- Evitar pregunta que requieran realizar cálculos

Partiendo de esta información, se desarrollara una encuesta con preguntas abiertas y cerradas que se regirán a partir de las variables de la investigación. Se realizaran de manera personal con el mayor número de profesionales posibles; también para su desarrollo se utilizaran plataformas y demás herramientas digitales con las cuales se pueda obtener un balance general de la situación actual de la temática.

5.1. Instrumentos

5.1.1. Google Drive (formularios). Es una herramienta que permite elaborar encuestas y compartirlas en la web de manera fácil y sencilla. Después de obtener los resultados se pueden organizar en hojas de cálculo y gráficos de estadísticos.



Figura 9. Plantilla para entrevistas de google drive

Estas encuestas pueden ser públicas o pueden estar abiertas para un determinado grupo de personas. Se pueden responder fácilmente ya que esta aplicación está disponible en cualquier tipo de dispositivo.

Como resultado de esto e implementando las herramientas encontradas, se propuso la siguiente encuesta la cual se compartirá con diferentes profesionales, empresas y/o firmas del campo de la construcción y el diseño.

5.1.2. Encuesta. La siguiente encuesta tiene como finalidad realizar un balance que muestre bajo qué criterios los profesionales eligen un material y que parámetro debe cumplir este.

1. *¿Cuándo diseña un proyecto utiliza algún método de selección de materiales?*
En caso de utilizar un método, ¿Cuál aplica?
2. *Generalmente busca materiales que...*
 - a. *Sean económicos*
 - b. *No requieran mucho mantenimiento y tengan una larga vida útil*
 - c. *Generen confort térmico*
 - d. *Sean acústicos*
 - e. *Sean estéticos*
 - f. *Otros:*
3. *¿Considera que tiene el conocimiento necesario acerca de las propiedades mecánicas y físicas de los materiales? ¿Porque?*

Del 1 al 5
4. *¿Qué importancia le da usted al factor de resistencia de un material?*
5. *¿Qué importancia le da usted al aislamiento térmico y acústico en un material?*
6. *¿Qué importancia le da usted a la aplicación de un material?*
7. *¿Qué importancia le da usted a la apariencia de un material?*
8. *¿Qué importancia le da usted al costo de un material?*
9. *¿Qué importancia le da usted a la durabilidad de un material?*
10. *¿Tiene en cuenta el impacto ambiental que pueden generar los materiales que utiliza?*
11. *Cuando elige una material tiene en cuenta los residuos que produce en su...*
 - a. *Proceso de producción*
 - b. *Aplicación*
 - c. *Demolición*

d. Otros:

12. ¿Considera que lo sostenible es costoso? ¿Porque?

13. ¿Qué implementa a la hora de diseñar un espacio?

- a. Diseño activo (artificial)
- b. Diseño pasivo (eficiencia energética)

14. En cuanto a sistemas constructivos, considera que:

- a. Es importante implementar nuevas técnicas que reduzcan el gasto de recursos
- b. Es más confiable seguir utilizando el sistema tradicional

15. Mencione qué bases de datos conoce que faciliten la búsqueda de materiales

16. ¿Tiene conocimiento de la base de datos del Materfad?

La encuesta se plantea con base a la lista de materiales del **Materfad**, el cual muestra diferentes datos y características que se deben de tener en cuenta de cada material.

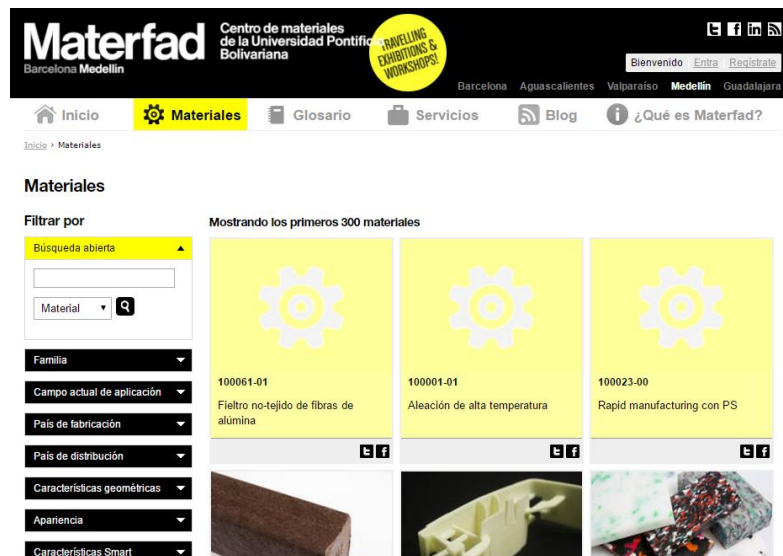


Figura 10. Plataforma Materfad.

5.2. Profesionales a entrevistar

Arquitectos, residentes de obra, directores de obra, ingenieros civiles, diseñadores industriales, constructores, proyectistas, gerentes de proyectos, son algunos de los profesionales a entrevistar.

Se les realizara una entrevista la cual partirá del análisis de una propuesta de metodología de selección de materiales la cual se propondrá y al final del proceso de encuestas y entrevistas; dependiendo los resultados que se obtengan, se hará la versión final de la propuesta y se concluirá la etapa práctica de la investigación.

Los profesionales serán entrevistados en su lugar de trabajo, que en su mayoría es la Universidad Pontificia Bolivariana ya que la mayoría de estas personas son docentes allí. Adicionalmente, se realizaran visitas a las clases de posgrado de la Universidad de Medellín, y a algunas de las oficinas de varios arquitectos.

Para realizar las encuestas, esta será enviada por correo electrónico a la mayoría de profesionales posibles y a algunos de los compañeros de trabajo o empresas cercanas a las personas entrevistadas.

Algunos de estos entrevistados son:

| | |
|---------------------------|---|
| Juan Esteban Gómez | Arquitecto – Gerente de proyectos |
| John Jairo Vélez | Ing. Civil – Docente |
| Claudia Ocho | Arquitecto – Docente |
| Dora Patricia García | Ing. civil |
| Farhid Maya | Arquitecto diseñador |
| Juan Camilo Isaza | Arquitecto – Consultor técnico |
| José Guillermo Tamayo | Arquitecto – Docente |
| Jorge Enrique Roldan | Arquitecto |
| Juan Pablo Molina | Ing. metalúrgico – Docente |
| Gloria Patricia Fernández | Ing. metalúrgico – Docente investigador |
| Horacio Valencia | Arquitecto |

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Carlos Mario Suarez | Arquitecto proyectista |
| Juan Esteban Arteaga | Arquitecto |
| Héctor Mejía Vélez | Arquitecto – Docente |
| Cesar Salazar | Arquitecto – Docente e investigador |
| Gloria Isabel Carvajal | Ing. civil – Docente e investigador |

Figura 11. Cuadro con personas a entrevistar. Elaboración propia

5.3. Propuesta 1. Metodología de selección de materiales de construcción.

A partir del cuadro de variables, se establece la primer propuesta con la que se harán las entrevistas a los profesiones los cuales deben de jerarquizar los conceptos que consideren que debe hacer parte de la metodología de selección de materiales; esto en la siguiente ficha se realizara con la siguiente ficha:















| | |
|--|--|
| <p>PROPIEDADES</p>  <p>Técnicas</p>  <p>Sensitivo</p>  | <p>APLICACIÓN</p>  <p>Diseño Activo</p>  <p>Diseño Pasivo</p>  |
| Opinión - Otras | Opinión - Otras |
| <p>FACTOR ECONOMICO</p>  <p>Instalación</p>  <p>Mantenimiento</p>  <p>Durabilidad</p>  | <p>AMBIENTAL</p>  <p>Consumo de Recursos</p>  <p>Ahorro Energético</p>  <p>Reutilización</p>  |
| Opinión - Otras | Opinión - Otras |

Figura 12. Plantilla para entrevistas. Elaboración propia

CAPITULO 6

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de hacer entrevistas y encuestas durante el desarrollo del marco práctico, se realizan unos gráficos síntesis con los que se muestran los resultados finales de esta recolección de información.

Con estos resultados se logra evidenciar cuáles son las prioridades que tienen los profesionales cuando van a elegir un material para el desarrollo de un proyecto de construcción; las respuestas fueron las siguientes:

Respuesta 1.

¿Cuándo diseña un proyecto utiliza algún método de selección de materiales?

32 respuestas

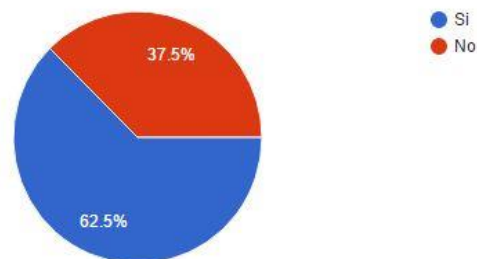


Figura 13. Gráfico resultados de encuesta.

Casi siempre se tienen en cuenta métodos de selección de materiales pero estos no se basan en estudios o propuestas ya planteadas por otros autores, si no que se tiene en cuenta conceptos como:

1. Normativa vigente
2. Necesidades del proyecto
3. Deseos del cliente
4. Disponibilidad de recursos

5. Análisis del lugar (condiciones climáticas, terreno, etc.)
6. Uso al que se destinara el edificio.

Respuesta 2.

Generalmente busca materiales que...

32 respuestas

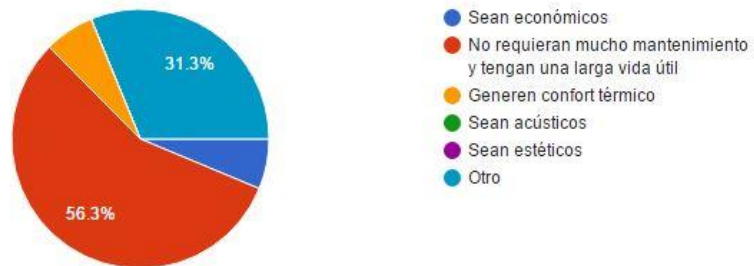


Figura 14. Gráfico resultados de encuesta.

La mayoría de veces, se buscan materiales que no requieran mucho mantenimiento y tengo una larga vida útil, esto debido al ahorro de materiales, recursos ambientales y económicos que se reducen de manera positiva al no requerir mantenimiento con frecuencia.

Respuesta 3.

¿Considera que tiene el conocimiento necesario acerca de las propiedades mecánicas y físicas de los materiales? ¿Porque?

32 respuestas

| |
|--|
| si |
| no |
| Conozco las propiedades de los materiales que utilizo en mis proyectos, por que me dedico a su estudio. |
| Como ingeniero civil es indispensable conocer las propiedades de los materiales para hacer una correcta selección |
| si, porque conozco las fichas técnicas de los productos, y otros los utilizo por recomendación de quienes los han ensayado. |
| El estudio y conocimiento de los materiales debe ser una constante para el óptimo desarrollo del proyecto |
| Tengo conocimiento de obra y de aplicación de materiales directamente en obra, de propiedades físicas no por la experiencia profesional que he adquirido |

Figura 15. Gráfico resultados de encuesta.

Estos profesionales consideran que tienen el conocimiento básico que han adquirido por medio de sus estudios y la experiencia que tienen por la actividad laboral que desarrollan; los que no cuentan con el conocimiento necesario, la mayoría de veces contratan ingenieros industriales o demás profesionales que si cuentan con el conocimiento debido para ejecutar un obra de construcción.

Respuesta 4 a 9.

Teniendo el 1 como mínimo y el 5 como máximo, los resultados fueron los siguientes:

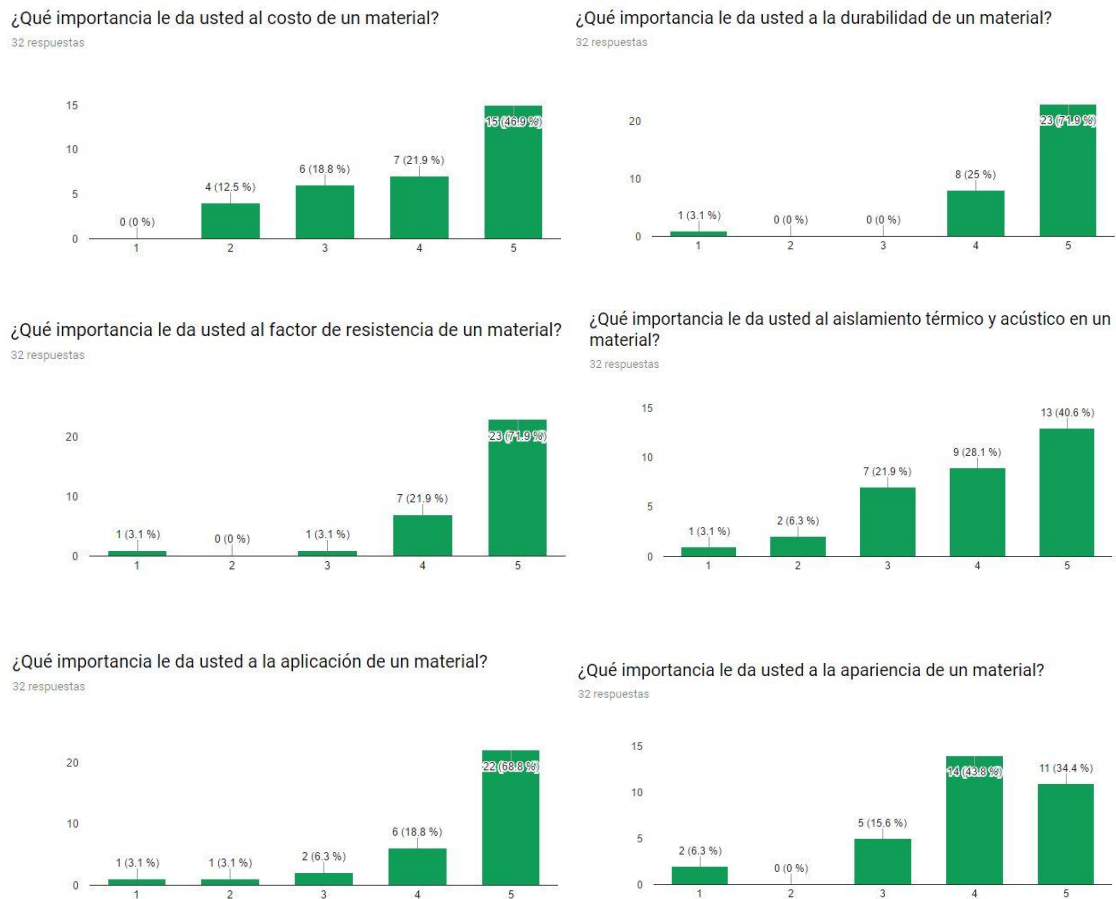


Figura 16. Gráficos resultados de encuesta.

Como otro punto importante que se tuvo en cuenta en el desarrollo de las encuestas y entrevistas, está la importancia que se le da a los diferentes conceptos o variables

que inicialmente rigen la propuesta de la metodología de selección de materiales. En orden de importancia, estos elementos se ordenan así:

1. Durabilidad
2. Resistencia
3. Aplicación
4. Costo
5. Aislamiento térmico y acústico
6. Apariencia

Respuesta 10.

¿Tiene en cuenta el impacto ambiental que pueden generar los materiales que utiliza?

32 respuestas

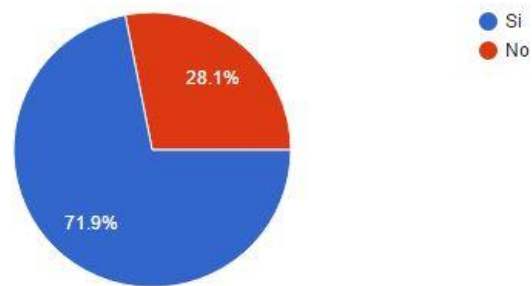


Figura 16. Gráfico resultados de encuesta.

La mayoría de los encuestados tienen en cuenta el impacto ambiental que generan los materiales que utilizan; esto se debe a que la mayoría de ellos se encuentran realizando investigaciones y constantes actualizaciones de sus estudios.

Respuesta 11.

Cuando elige una material tiene en cuenta los residuos que produce en su...

32 respuestas

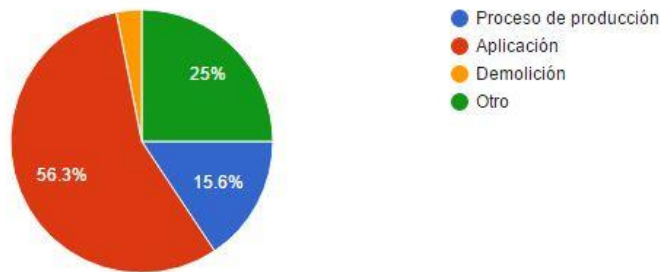


Figura 17. Gráfico resultados de encuesta.

Por lo general, se tienen en cuenta los residuos que se producen en todas las etapas de la construcción, pero se hace un énfasis en los residuos que genera la aplicación del material. Una parte importante de encuestados responden *otros*, lo que se refiere a la implementación de todas las opciones integradas entre sí.

Respuesta 12.

¿Considera que lo sostenible es costoso? ¿Porque?

32 respuestas

| |
|--|
| si |
| no |
| No. siempre hay que evaluar el costo beneficio de utilizar los materiales, puede ser costoso un material, pero en el tiempo el beneficio puede ser mayor, que si utilizemos un material económico. |
| Lo sostenible es costoso porque posee mas ventajas que los materiales contaminantes. |
| falta claridad sobre los beneficios |
| Hay que buscar lo sostenible entre muchas para anticiparse a los costos |
| Porque al ser materiales de nuevos procesos y nuevos diseños salen más costosos |
| por la poca rotación en el mercado |
| no, porque generan retornos |

Figura 18. Gráfico resultados de encuesta.

En la mayoría de los casos, se considera que lo sostenible es costoso ya que es un concepto aún muy reciente y casi no es implementado por falta de conocimiento; pero si esto se sabe utilizar adecuadamente, en un futuro se verá evidenciado el ahorro a largo plazo que la implementación de métodos sostenibles producirá en todos los ámbitos (económico, ambiental, social).

Respuesta 13.

¿Qué implementa a la hora de diseñar un espacio?

32 respuestas

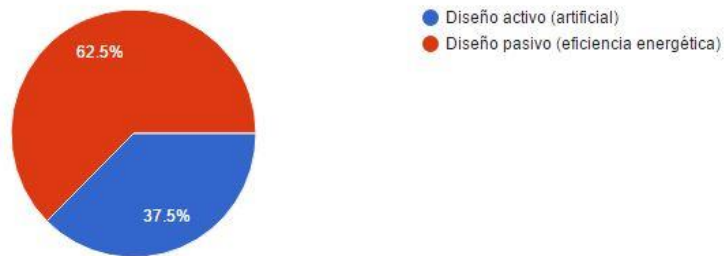


Figura 19. Gráfico resultados de encuesta.

Usualmente los profesionales se basan en la implementación del diseño pasivo cuando van a diseñar algún espacio; aunque todavía hay quienes prefieren diseñar a partir del diseño activo, así esto comprometa una mayor cantidad de recursos artificiales.

Respuesta 14.

En cuanto a sistemas constructivos, considera que:

32 respuestas

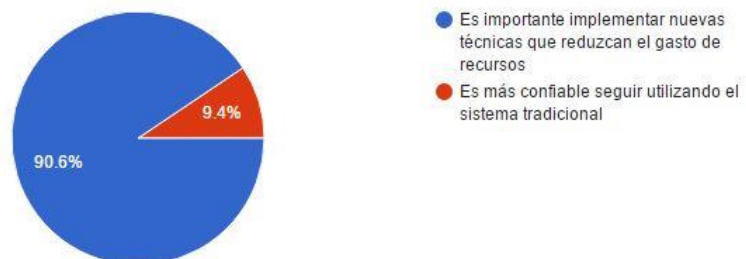


Figura 20. Gráfico resultados de encuesta.

Por otro lado, se logró percibir que los entrevistados están de acuerdo con la implementación de nuevas técnicas en los sistemas constructivos, pero sin dejar de lado la historia y el conocimiento que se ha adquirido con el método tradicional.

Es conveniente aclarar que los resultados plasmados anteriormente, son el análisis comparativo de las entrevistas y las encuestas, ambos resultados se ingresaron en la plataforma digital, y esta computo los resultados en las gráficas; las reflexiones que se encuentran después de estas gráficas, son las conclusiones obtenidas en las entrevistas que se realizaron a los profesionales.

6.1. Propuesta Final. Metodología de selección de materiales de construcción.

Al analizar los resultados de las encuestas y compararlos con los resultados de las entrevistas, se realiza la nueva propuesta de la metodología de selección de materiales en pro del ahorro de recursos. Las variables que se plantean desde el inicio de la investigación son organizadas de nuevo, a partir de los resultados finales. Las propiedades, aplicación, factor ambiental y económico siguen siendo las categorías principales de las que se desprenden las demás sub categorías.

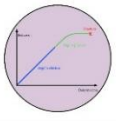













| | | | | | |
|------------------------------|---|--|------------------------|---|---|
| PROPIEDADES 1 |  | Analiza el material, el comportamiento que tiene, su resistencia, dimensiones y textura. | a. Técnicas |  | Comportamientos mecánicos y estructurales que presenta el material a los esfuerzos. |
| | | | b. Diseño Pasivo |  | Mejorar las condiciones bioclimáticas del lugar a partir de la implementación de iluminación y ventilación natural en los espacios. |
| APLICACIÓN 2 |  | Formas de aplicación del material a partir de su diseño, uso y finalidad; implementando elementos artificiales y/o recursos naturales en pro del confort térmico. | c. Instalación |  | Reducir la utilización de maquinaria, mano de obra, transporte del materia y demás elementos necesarios para su instalación. |
| | | | d. Consumo de Recursos |  | Materia prima y energía que puede llegar a gastar un material en su proceso de producción. |
| AMBIENTAL 3 |  | La variable ambiental es fundamental para garantizar una utilización adecuada en términos sostenibles en cada material. Evalúa el impacto ambiental producido por el material; hasta el desperdicio que produce al finalizar su vida útil. | e. Mantenimiento |  | Garantizando la calidad, resistencia y vida útil del material, se disminuyen los gastos por mantenimiento. |
| | | | f. Durabilidad |  | La vida útil del material y su correcta instalación son fundamentales para disminuir los gastos que se pueden producir a largo plazo. |
| FACTOR ECONOMICO 4 |  | El factor económico se analiza partiendo desde los gastos que se generan en el proceso de materias primas y proceso de producción; hasta vida útil y mantenimiento que requiere cada material. | g. Sensitivo |  | Factor estético del material, color, textura, superficie, sensaciones que trasmite al usuario. |
| | | | h. Diseño Activo |  | Confort térmico generado artificialmente por medio de equipos de bombeo, aire acondicionado, calefacción; entre otros. |
| | | | i. Ahorro Energético |  | Implementación de recursos naturales que deben estar presentes en el diseño de una edificación. |
| | | | j. Reutilización |  | Después de finalizar su vida útil, se pueden destinar a otros usos los residuos producidos por este material. |

Figura 21. Propuesta final de selección de materiales, según resultados. Elaboración propia

Después de realizar el análisis de todos los resultados e identificar que variables y sub variables son las que los profesionales de la construcción y el diseño tienen en cuenta para elegir un material, se realiza un diagrama el cual evidencia la estrategia de selección de materiales resultante de todo este proceso:

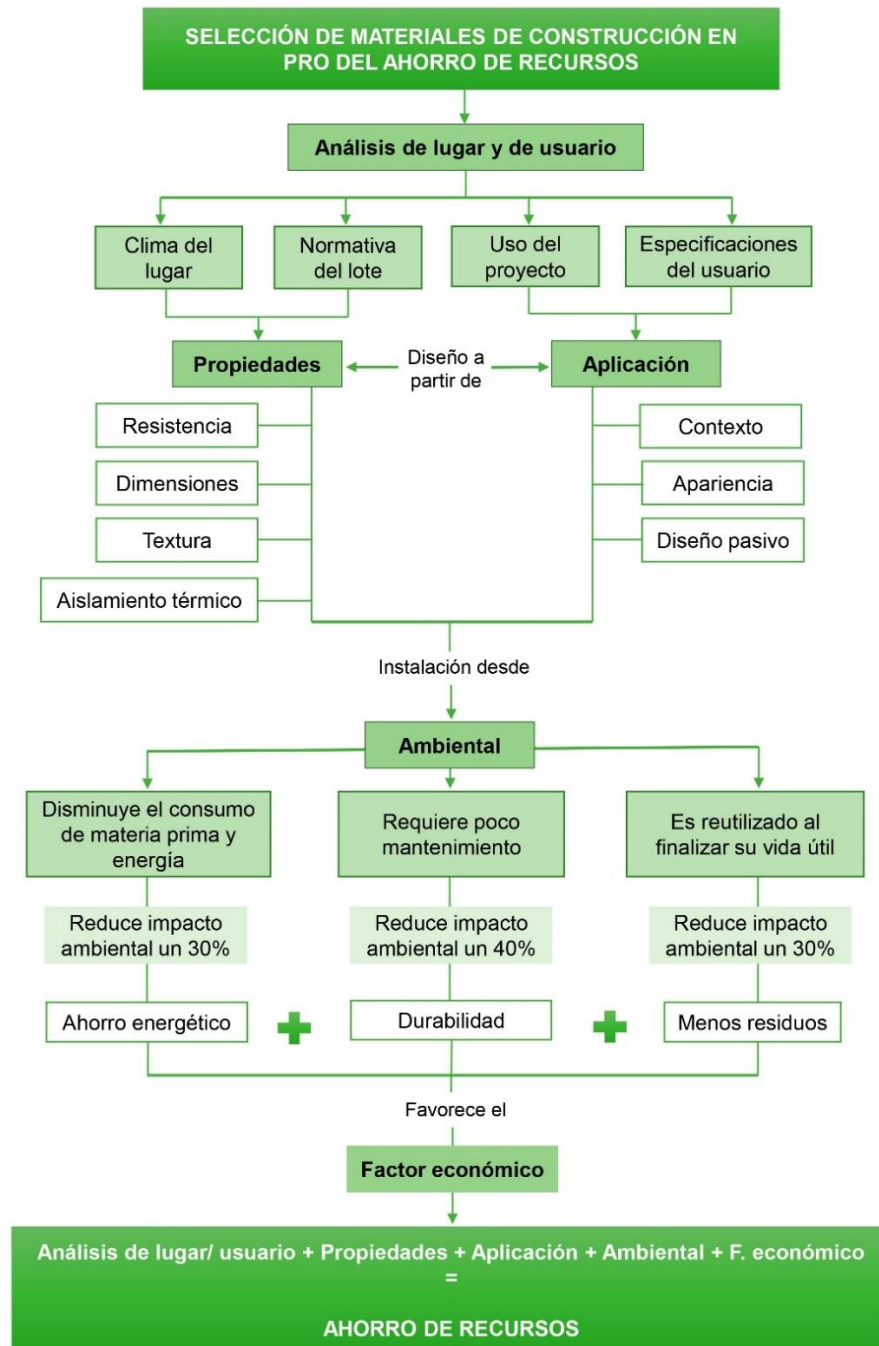


Figura 22. Diagrama de metodología de selección de materiales. Elaboración propia

6.2. Ejemplo de aplicación de la metodología

Caso 1.

Problema. Se necesita un material para el diseño y construcción de un proyecto de viviendas, que cumpla con requerimientos técnicos y normativos; el material debe de aportar al ahorro de recursos ambientales y económicos.

Solución al problema.

1. Analizar el lote en el que se va a implantar el proyecto y las necesidades del usuario.
2. Estudiar el clima del lugar y la normativa correspondiente al sector.
3. Buscar un material que cumpla con los requerimientos anteriores y con las especificaciones técnicas.
 - ¿El material es resistente?
 - ¿Sus dimensiones reducen el desperdicio en su instalación?
 - ¿Cuenta con un buen aislamiento térmico y acústico?
 - ¿Tiene una textura adecuada para su uso?
4. ¿El material en su instalación aporta al ahorro de recursos naturales?
 - No consume mucha materia prima ni energía en su elaboración.
 - Requiere poco mantenimiento.
 - Es reutilizable al finalizar su vida útil.
5. Si se implementan todas las pautas de instalación anteriores, se reduce el impacto ambiental en un 100%
6. Integrando el ahorro energético, la durabilidad del material y se reducen los residuos que este deja; se reduce el factor económico notablemente.

Caso 2.

Problema. Se necesita un material para el diseño y construcción de un edificio público, debe cumplir con las especificaciones del usuario, requerir poco mantenimiento y ser económico.

Solución al problema.

1. Analizar el lote en el que se va a implantar el proyecto y las necesidades del usuario.

2. Desarrollar el proyecto a partir de su uso, necesidades, finalidad y especificaciones del cliente.
3. Buscar un material que cumpla con los ítems anteriores y diseñar a partir de la aplicación de este.
 - ¿Cómo responde al contexto?
 - ¿Su apariencia corresponde a su uso?
 - ¿Su diseño integra el diseño pasivo en el proyecto?
4. ¿El material en su instalación aporta al ahorro de recursos naturales?
 - No consume mucha materia prima ni energía en su elaboración.
 - Requiere poco mantenimiento.
 - Es reutilizable al finalizar su vida útil.
5. Si se implementan todas las pautas de instalación anteriores, se reduce el impacto ambiental en un 100%
6. Integrando el ahorro energético, la durabilidad del material y se reducen los residuos que este deja; se reduce el factor económico notablemente.

Análisis de lugar y de usuario + Propiedades + Aplicación + Factor económico = AHORRO DE RECURSOS

Las personas interesadas en adoptar este planteamiento metodológico, se pueden orientar también con las metodologías ya mencionados de Michael Ashby y Carolina Mejía; e integrar a su búsqueda de materiales catálogos de construcción como el de Homecenter y bases de datos como Materfad.

CONCLUSIONES

El marco conceptual y el marco teórico tuvieron una adecuada elaboración ya que en ambos se logró encontrar la información y los autores pertinentes para el desarrollo de la investigación; esto se debe a que el tema del ahorro de recursos es ahora uno de los más relevantes y polémicos de los últimos años.

Para el desarrollo de la etapa práctica, hizo falta tener más tiempo ya que en esta etapa de la investigación no fue fácil encontrar al número de profesionales a los cuales se les iba a realizar las encuestas y las entrevistas; fue notable la falta de colaboración de varias de las asociaciones a las cuales se les solicitó la distribución de las encuestas en sus bases de datos de profesionales y proveedores.

Los objetivos que se plantearon inicialmente se cumplieron de manera pertinente con cada etapa de la investigación. Se identificaron las necesidades que se presentan al elegir un material y las metodologías y soluciones ya propuestas, lo que dio lugar a la formulación de las variables de la investigación, a partir de las cuales se mide la calidad de un material.

A parte de las variables y conceptos que tuvieron presentes a lo largo del desarrollo de la investigación, se lograron percibir diferentes conceptos esenciales para elegir un material, tales como:

- Las condiciones de lugar (clima, topografía, etc.)
- La normativa y leyes que rigen la construcción
- El usuario, y los deseos que desea adquirir con el proyecto

Estos elementos aunque no formaron parte de la metodología de selección de materiales, deben de tener igual protagonismo y estar presentes a la hora de tomar decisiones sobre un material.

Como última reflexión de esta investigación, está la pertinencia del desarrollo de temáticas como esta para aportar una guía que aporte a la toma de buenas decisiones a la hora de elegir materiales, y contribuir al desarrollo sostenible de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles- conceptos, problemas y estrategias. *DEARQ - Revista de Arquitectura / Journal of Architecture Dearq*, 4(2011–3188), 14–23.

Ashby, M. F., Michael F. Ashby, & Ashby, M. F. (2011). Materials Selection in Mechanical Design. *Elsevier*, 3, 665. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mejía Gómez, D. C. (2011). Metodología para el diseño de materiales. Una aproximación desde la técnica y la sensorialidad, 234.

Acosta, D., Cilento, A., & Fau-ucv, I. (2005). Artículos edificaciones sostenibles: estrategias investigación y desarrollo, pp. 15–30.

Moreno, W. E. D., & Toledo, N. F. V. (n.d.). Ingeniería mecatrónica methodology to select materials in mechatronics engineering.

Rocha-tamayo, E. (2011). Construcciones sostenibles : materiales, certificaciones y LCA 1, pp. 99–116.

Issn, P. (2004). *La importancia del metodo en la selección de materiales*.

Lalinde, F. A., Fernanda, L., Correa, G., Eugenia, B., & Orozco, M. (n.d.). *Analisis de materiales para construcciones sostenibles*.

Milena, A., & Camacho, J. (n.d.). *Guía 4. Guía para el diseño de edificaciones sostenibles*