

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**MARCO CONCEPTUAL DEL ÁMBITO DE
INVESTIGACIÓN DE ‘INNOVACIONES EN
TECNOLOGÍAS Y CONSTRUCCIONES’ DE LA CARRERA
DE ARQUITECTURA Y URBANISMO DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
ARQUITECTO

TUTOR:

ARQ. MSC. JOSÉ FRANCISCO PESÁNTEZ PESÁNTEZ

AUTOR:

GASTÓN LEONARDO ORELLANA CALDERÓN

CUENCA-AZUAY-ECUADOR
2018

RESUMEN

El presente trabajo de titulación realiza una investigación bibliográfica enfocada al desarrollo de un marco conceptual en el ámbito Innovaciones en Tecnologías y Construcciones, temática que es tratada en la carrera de Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca. El desarrollo de este material didáctico servirá de guía para elaboración de trabajos de titulación y tareas en general con respecto a la materia, por parte de futuras generaciones estudiantiles.

El documento desarrollado presenta un contenido teórico indispensable tanto para los profesionales y futuros profesionales en arquitectura, dirigiéndose a la práctica constructiva y metódica que afianza los conocimientos mediante la revisión de las técnicas de construcción más utilizadas, con el fin de fortalecer la enseñanza de la disciplina tanto para el docente cuanto para el alumno, solucionando necesidades presentadas a lo largo de la vida estudiantil y proyectando de esta manera el correcto ejercicio profesional por parte de cada párvulo.

El compendio presenta un análisis evaluativo de conocimientos mediante un sistema de encuestas, dando la pauta a temas trascendentales para la investigación pedagógica, a la vez que se efectúa la revisión bibliográfica con el fin de ir a la par de los resultados evidenciados en la indagación, dirigido a la correcta redacción del marco conceptual, que compila su contenido a la temática principal sobre metodologías de construcción y a sus tecnologías, proporcionando la guía necesaria para futuras investigaciones, para finalmente enfocarnos en las consideraciones a tomar en cuenta sobre el manejo de la cátedra dentro de la carrera de arquitectura realizando una reseña de la elaboración del presente escrito.

PALABRAS CLAVE: PROYECTO DE ARQUITECTURA, INVESTIGACIÓN PEDAGÓGICA, TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN, MÉTODOS CONSTRUCTIVOS.

ABSTRACT

This paper creates a literature search aimed on the development of a theoretical framework in the field of Innovations in Technology and Building, subject that is given in the Architecture career at the Catholic University of Cuenca. The development of this teaching material will act as a guide for degree works and overall tasks regarding the subject, by future student peers.

The developed document offers an essential theoretical content for professionals and future professionals in architecture, addressing the constructive and methodical practice that strengthens knowledge by reviewing the most commonly used building techniques, in order to reinforce the teaching of the subject by the teacher as for the student, solving needs obtained through student life and thus setting the proper professional practice by each toddler.

The compendium offers an evaluative analysis of knowledge through a survey system, giving guidelines to important topics for educational research, at the same time that the bibliographic review is completed and in order to go hand by hand with the results showed in the inquiry, which is aimed to the appropriate wording of the theoretical framework, which compiles its contents to the main topic of building methodologies and its technologies, providing the necessary guidance for future researches, to finally focus on the issues to keep in mind on the management of the subject within the career making a review of the development of this document.

KEYWORDS: ARCHITECTURAL PROJECT, EDUCATIONAL RESEARCH, BUILDING TECHNIQUES, BUILDING METHODS.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
ÍNDICE GENERAL.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	7
DECLARACIÓN.....	8
CERTIFICACIÓN.....	9
AGRADECIMIENTO.....	10
DEDICATORIA.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
III. JUSTIFICACIÓN.....	14
IV. OBJETIVOS.....	15
1. OBJETIVO GENERAL.....	15
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
V. METODOLOGÍA.....	16
CAPÍTULO 1: DE LO TEÓRICO A LO PRÁCTICO.....	18
1.1 CRITERIOS INICIALES.....	18
1.2 RESEÑA DE LOS TALLERES REALIZADOS.....	18
CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.1 CONSTRUCCIONES.....	25
2.1.1 QUÉ ES CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA.....	25
2.2 HORMIGÓN.....	27
2.2.1 APARTADO BIBLIOGRÁFICO DEL HORMIGÓN.....	27
2.2.2 DIAGRAMA DE CONTENIDO DEL HORMIGÓN.....	29
2.2.3 GENERALIDADES DEL HORMIGÓN.....	30
2.2.4 ENSAYOS DE HORMIGÓN.....	32
2.2.5 HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO.....	34
2.2.5.1 DISEÑO Y PLANIFICACIÓN.....	35
2.2.5.2 MOLDAJES.....	35
2.2.6 REOLOGÍA DEL HORMIGÓN.....	36
2.2.7 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN HORMIGÓN.....	37
2.3 MADERA.....	39
2.3.1 APARTADO BIBLIOGRÁFICO DE LA MADERA.....	39
2.3.2 DIAGRAMA DE CONTENIDO DE LA MADERA.....	41

2.3.3	GENERALIDADES DE LA MADERA	42
2.3.4	TIPOS DE MADERA	44
2.3.5	UNIONES, EMPALES Y ENSAMBLES DE MADERA.....	47
2.3.6	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MADERA.....	47
2.3.7	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN MADERA	49
2.4	METAL.....	51
2.4.1	APARTADO BIBLIOGRÁFICO DEL METAL	51
2.4.2	DIAGRAMA DE CONTENIDO DEL METAL	53
2.4.3	GENERALIDADES DEL METAL.....	54
2.4.4	UNIONES Y CONEXIONES DE METAL.....	56
2.4.5	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN METAL.....	59
2.5	TIERRA.....	60
2.5.1	APARTADO BIBLIOGRÁFICO DE LA TIERRA	60
2.5.2	DIAGRAMA DE CONTENIDO DE LA TIERRA	62
2.5.3	GENERALIDADES DE LA TIERRA	63
2.5.4	PRUEBAS DE SUELO	65
2.5.4.1	PRUEBAS DE SUELO EN LABORATORIO	65
2.5.4.2	PRUEBAS DE SUELO IN SITU	66
2.5.5	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON TIERRA	68
2.5.6	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN TIERRA.....	73
CAPÍTULO 3: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
3.1	CONCLUSIONES	75
3.2	RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA		77
ANEXOS		80
ANEXO 1.....		80
ANEXO 2.....		84
ANEXO 3.....		98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ejemplo de ficha de recopilación de datos	21
Tabla 2 Expertos seleccionados para la validación del marco referencial.....	22
Tabla 3 Dimensiones e ítems considerados para la evaluación del marco referencial	23
Tabla 4 Resultados de la validación por expertos.....	24
Tabla 5 Bibliografía general del hormigón	27
Tabla 6 Bibliografía del hormigón en bibliotecas de universidades locales.....	27
Tabla 7 Normativa de construcción del hormigón utilizada en el Ecuador	28
Tabla 8 Linkografía de normativa del hormigón	28
Tabla 9 Propiedades del Hormigón.....	32
Tabla 10 Bibliografía general de la madera	39
Tabla 11 Bibliografía de la madera en bibliotecas de universidades locales.....	39
Tabla 12 Normativa de construcción de la madera utilizada en el Ecuador	40
Tabla 13 Linkografía de normativa de la madera	40
Tabla 14 Propiedades de la madera.....	44
Tabla 15 Bibliografía general del metal.....	51
Tabla 16 Bibliografía del metal en bibliotecas de universidades locales	51
Tabla 17 Normativa de construcción de metal utilizada en Ecuador.....	52
Tabla 18 Linkografía de normativa del metal.....	52
Tabla 19 Bibliografía general de la tierra	60
Tabla 20 Bibliografía de la tierra en bibliotecas de universidades locales	60
Tabla 21 Normativa de construcción de la tierra utilizada en Ecuador	61
Tabla 22 Linkografía de normativa de la tierra.....	61
Tabla 23 Beneficios de la construcción de tierra	64
Tabla 24 Técnicas de construcción de tierra	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Síntesis de encuestas	19
Gráfico 2 Diferencia entre cemento y hormigón	84
Gráfico 3 Composición del cemento.....	84
Gráfico 4 Tipos de hormigón	85
Gráfico 5 Composición del hormigón.....	85
Gráfico 6 Prueba de cono de Abrams	86
Gráfico 7 Desencofrado de elementos de hormigón.....	86
Gráfico 8 Aditivos en el hormigón	87
Gráfico 9 Curado del hormigón	87
Gráfico 10 Composición de un tronco	88
Gráfico 11 Tala de la madera.....	88
Gráfico 12 Grado de humedad de la madera.....	89
Gráfico 13 Uniones de madera.....	89
Gráfico 14 Tipos de secado de la madera	90
Gráfico 15 Diferencia entre conexiones, ensambles y uniones de madera.....	90
Gráfico 16 Sistemas constructivos de madera	91
Gráfico 17 Diferencia entre hierro y acero	91
Gráfico 18 Conductividad del acero	92
Gráfico 19 Conexión en una estructura metálica	92
Gráfico 20 Perfiles laminados.....	93
Gráfico 21 Tipos de suelda	93
Gráfico 22 Protección del metal.....	94
Gráfico 23 Composición de la tierra	94
Gráfico 24 Propiedades de la tierra.....	95
Gráfico 25 Beneficios de la construcción de tierra	95
Gráfico 26 Pruebas de aptitud de la tierra.....	96
Gráfico 27 Sistemas constructivos de tierra.....	96
Gráfico 28 Componentes para la construcción del tapial	97
Gráfico 29 Elementos para conformación del superadobe	97

DECLARACIÓN

Yo, **Gastón Leonardo Orellana Calderón**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Gastón Leonardo Orellana Calderón

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Investigación fue desarrollado por Gastón Leonardo Orellana Calderón bajo mi supervisión.

José Francisco Pesántez Pesántez

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la oportunidad de disfrutar de la vida.

A la Universidad Católica de Cuenca, a la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción y a la Carrera de Arquitectura y Urbanismo, por darme la oportunidad de estudiar en su prestigiosa institución.

A los profesionales Msc. Arq. Francisco Pesantez y Msc. Arq. Cristian Contreras, por compartir conmigo su vasto conocimiento, para hacer realidad la elaboración de este Trabajo de Titulación.

A todo el personal, tanto administrativo, docente y de servicio de la Unidad Académica, por brindarme la ayuda necesaria y desinteresada durante todo el trayecto de la carrera.

A mis padres, hermanos y mi núcleo familiar, por apoyarme a lo largo de la carrera universitaria y en general en todo el transcurso de mi existencia.

A mis amigos, que siempre han estado en los buenos y malos momentos, compartiendo y apoyando el cumplimiento de mis metas.

DEDICATORIA

A mi familia, por el cariño, ejemplo y principios inculcados durante toda mi vida, en especial a mis padres por la paciencia y fe puesta sobre mí, dedico principalmente a mi madre, que a pesar de la ausencia física sé que este logro hubiera sido muy importante para ella y aunque nos faltó compartir mucho tiempo juntos, siempre la voy a recordar y querer.

A mis hermanos, por el apoyo que cada día recibo de ellos para seguir adelante cumpliendo con sueños y anhelos.

A mis amigos de carrera, por haber compartido una experiencia única a lo largo del tiempo juntos en la universidad.

A esa persona especial, por haberme apoyado en todo el tiempo de la carrera universitaria y momentos buenos y malos.

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Católica de Cuenca, con el afán de impulsar la investigación, dentro del Plan Estratégico de Desarrollo Institucional, (PEDI) evidencia la falta de un sustento teórico que permita el desarrollo de las líneas y ámbitos de investigación, para lo cual, como parte de sus estrategias; plantea el desarrollo de marcos conceptuales enfocados en cada uno de estos ámbitos investigativos.

La carrera de Arquitectura y Urbanismo, ha sido catalogada dentro de la línea de investigación de las ciencias exactas, naturales y tecnológicas, poseyendo cuatro ámbitos de investigación: Diseño arquitectónico, Territorio, ciudad y medio ambiente, Análisis históricos y patrimoniales e Innovaciones en tecnologías y construcciones; siendo este último el objeto central de la actual investigación.

El presente documento pretende brindar un sustento teórico y metodológico que permita a los estudiantes e investigadores, solventar los vacíos conceptuales y fortalecer el proceso investigativo, aportando con las directrices necesarias para encaminar correctamente tanto los trabajos académicos y profesionales dentro de la rama de construcciones, así como los procesos investigativos desarrollados en el ámbito de la innovación y nuevas tecnologías.

Para ello, se sentará las bases teóricas de los procesos constructivos primordiales: hormigón, madera, metal y tierra, analizando las metodologías de construcción de cada una de las ramas impartidas a lo largo de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Cuenca.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de un trabajo de investigación, se ha convertido en el principal mecanismo para la adquisición de conocimientos en el proceso de enseñanza/aprendizaje, convirtiéndose en la herramienta idónea para consolidar el ámbito pedagógico. Dicho esto, resulta primordial poseer las destrezas necesarias para desarrollar una investigación de manera adecuada, siendo fundamental partir de un sustento teórico que encamine el proceso.

La falta de este compendio teórico ha provocado que estudiantes e investigadores, posean un conocimiento disperso e incurran en improvisaciones al momento del desarrollo de un trabajo investigativo. Es por ello que el aporte real a la academia de un gran número de trabajos de titulación no cumple las expectativas para nuevas investigaciones.

Se evidencia entonces un problema latente, el desconocimiento de los fundamentos teóricos y la carencia de una guía sistemática que permita al estudiante/investigador, alcanzar los objetivos planteados y brindar un aporte trascendente en la innovación en las tecnologías y nuevas construcciones.

III. JUSTIFICACIÓN

El proceso para determinar una línea de investigación sobre cierto ámbito de estudio, es una actividad sumamente compleja y extenuante, razón por la cual; es pertinente facilitar al estudiante el correcto desarrollo de su sumario investigativo, brindándole los lineamientos básicos para que pueda realizar su actividad, ya que hasta el momento gran porcentaje de los trabajos realizados han sido repetitivos, desvinculados de la sociedad y con una aplicabilidad casi nula, debido a no tener un enfoque claro sobre los objetivos que se buscan obtener.

El desarrollo del marco conceptual para una línea de investigación sea cual fuere esta, se vuelve un instrumento fundamental al momento de realizar un trabajo de titulación que posea el enfoque adecuado en pro de la consecución de aportes académicos, ayudando a sustentar las problemáticas y los diferentes intereses de conocimiento. Con respecto al ámbito de Innovaciones en Tecnologías y Construcciones, lo indefinido en los límites teóricos y prácticos de la disciplina, así como la inexistencia de un compendio documental que sirva como base teórica y metodológica ha limitado la pedagogía y por ende la aplicación profesional de la Arquitectura.

Es por eso que contar con un marco teórico que fundamente los ámbitos de investigación, se convertirá en un sistema estratégico que servirá para facilitar el proceso investigativo y mejorar los trabajos de titulación de la carrera en miras de obtener un cambio institucional, una mejora académica y una tangible contribución para la comunidad.

IV. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el marco conceptual del ámbito “Innovaciones en Tecnologías y Construcciones” de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Cuenca, a través del análisis bibliográfico y la consulta a expertos sobre el objeto de investigación.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar bibliografía afín a las Innovaciones en Tecnologías y Construcciones para obtener las herramientas necesarias que ayuden a contextualizar y conceptualizar el ámbito de estudio.
- Obtener criterios y posturas sobre el objeto de estudio mediante la realización de talleres involucrando a estudiantes y profesionales afines a la rama de Construcciones.
- Proponer un marco conceptual desarrollado en base a las investigaciones realizadas, con el fin de brindar al estudiante, investigador y profesional; la obtención de un conocimiento sistemático que le permita realizar un trabajo investigativo futuro.

V. METODOLOGÍA

La metodología planteada para este estudio de tipo descriptivo, se desarrollará en tres fases:

1. Una fase inicial de carácter descriptivo, donde se analizará la documentación referente al problema, mediante la revisión documental y consultas a estudiante y profesionales del área de construcciones.
2. Una segunda etapa hermenéutica, con el objetivo de interpretar y analizar los conceptos y discursos de autores y personas que dominen la temática de construcciones, de tal manera que posibilite encontrar contrastes y semejanzas en los discursos, con la idea de generar dominios que ayudarán a entender el objeto de análisis.
3. Una fase final donde se desarrollará el marco conceptual del ámbito de investigación de ‘Innovaciones en Tecnologías y Construcciones’; al igual que su valoración mediante el criterio de expertos en la temática.

Las fases planteadas dentro de la metodología se llevarán a cabo mediante la realización de tres talleres como se establece a continuación:

Taller 1

- Elaborar encuestas sobre el ámbito de investigación de ‘Construcciones’ a estudiantes de Arquitectura de diferentes universidades de Cuenca, así como también a profesionales en el área, con el fin de recopilar bases de conocimientos.
- Procesar los datos adquiridos para obtener una radiografía sobre el conocimiento situado sobre el ámbito en análisis, que sirva como base en el enfoque de las distintas temáticas a desarrollarse en el marco conceptual.

Taller 2

- Recopilar y analizar la información de los diferentes autores consultados.

- Elaborar el marco conceptual del ámbito en Innovación en Tecnología y Construcciones.

Taller 3:

- Realizar la entrega del documento elaborado a profesionales con la finalidad de obtener una valoración de su contenido.
- Efectuar una síntesis de la valoración por parte de los expertos a los cuales fue expuesto el marco conceptual, considerando los indicadores planteados para su evaluación.

CAPÍTULO 1: DE LO TEÓRICO A LO PRÁCTICO

1.1 CRITERIOS INICIALES

El presente capítulo es resultado de un proceso investigativo de campo y documental basado en la elaboración de encuestas físicas con el fin de recopilar criterios sobre Construcciones que sirvan de diagnóstico para el enfoque correcto del marco conceptual desarrollado en el capítulo posterior.

El documento ha sido realizado acorde al conocimiento impartido en la cátedra de construcciones a lo largo de la carrera de Arquitectura, de modo que se enfocó a estudiantes de octavo ciclo en adelante, ya que se consideró apropiado el nivel de conocimientos sentado sobre la temática, al igual que a exalumnos y profesionales.

El proceso investigativo, ha servido como complemento de la investigación documental hermenéutica desarrollada en conjunto, lo cual ha permitido generar un marco conceptual sobre el ámbito de estudio.

1.2 RESEÑA DE LOS TALLERES REALIZADOS

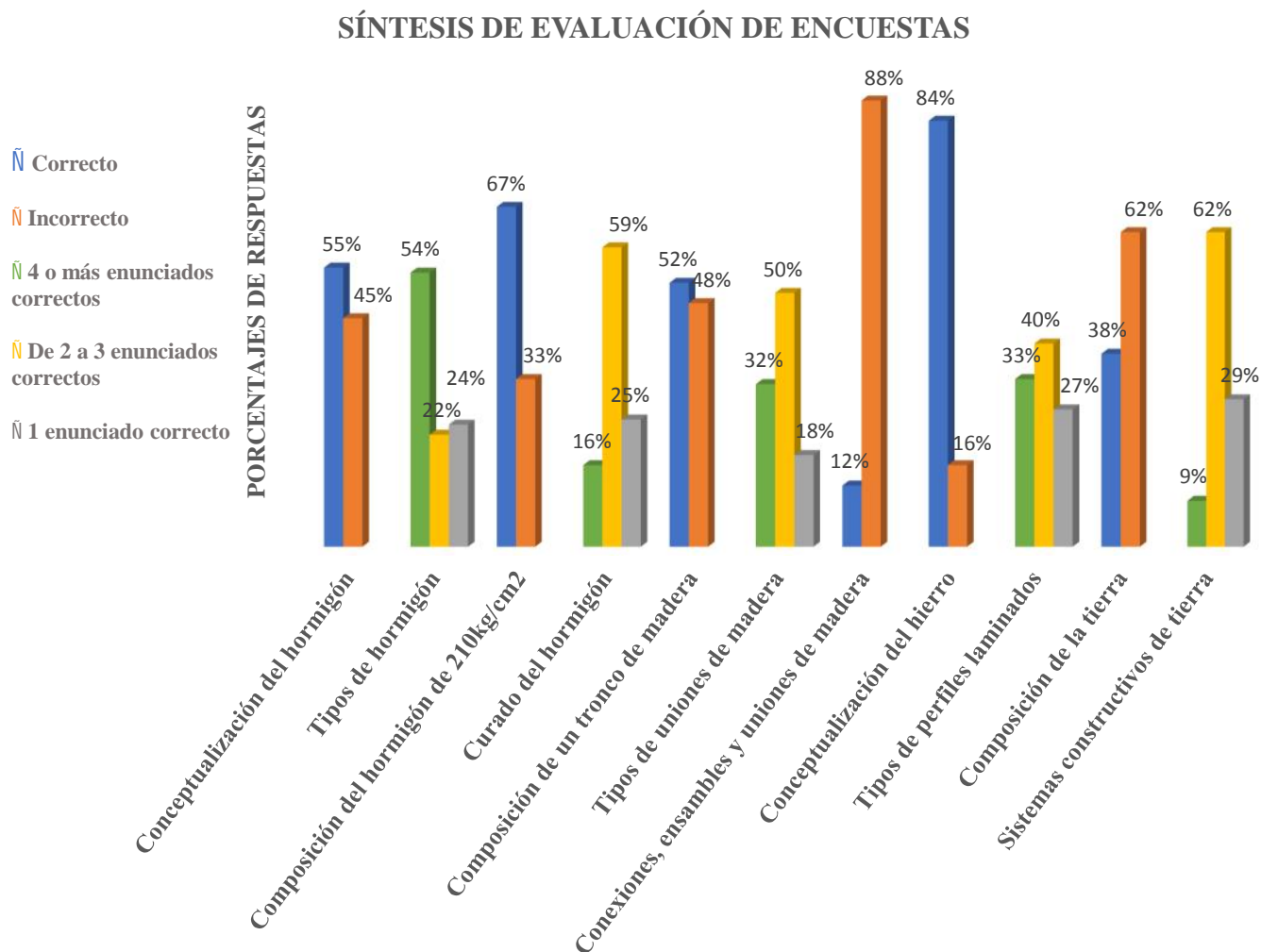
Dentro de la metodología propuesta para la elaboración del presente trabajo de investigación previo a la obtención del título de Arquitecto, se realizaron tres talleres que provean rigurosidad a este proceso y permitan el desarrollo de un marco teórico que aporte a la academia.

El primer taller, consta inicialmente, en la elaboración de una investigación descriptiva y de campo basada en la ejecución de encuestas, que conforman una herramienta de análisis para la identificación de falencias en determinadas temáticas en la línea de Construcciones, específicamente sobre sistemas constructivos de hormigón, metal, madera y tierra. El modelo de encuesta elaborado consta de un enfoque conceptual básico en su respuesta, dirigiéndose a conocimientos personales, contando con tiempo determinado para su contestación (Ver Anexo 1).

Posteriormente se desarrolló un análisis mediante el reconocimiento de parámetros y características similares en las respuestas brindadas por estudiantes y profesionales, ya que la mayoría de preguntas realizadas solicitaban al encuestado su conocimiento personal.

Finalmente se realizó un compendio descriptivo mediante gráficas, con lo cual se facilitó la comprensión de los resultados para su correcto enfoque en la elaboración del marco conceptual (Ver Anexo 2), y a su vez, se construyó una gráfica, la cual resume los criterios de conocimiento sobre la temática de construcciones, indicada a continuación, con lo que se puede verificar las falencias en cada uno de los ámbitos analizados.

Gráfico 1 Síntesis de encuestas



Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Las respuestas de los encuestados brindan ideas a través de tendencias de datos que impulsan iniciativas en la conceptualización y análisis de los conocimientos posicionados sobre la cátedra de Construcciones, contribuyendo a la descripción de categorías de estudio que permitan evidenciar sus articulaciones, para el desarrollo de la propuesta conceptual, cabe recalcar que se ha realizado un solo

modelo de encuesta para todos, ya que posee criterios básicos que un entendido en la materia debe conocer a cabalidad.

De lo cual se deduce que en los contenidos de la temática del sistema constructivo de hormigón existe un alto grado de conocimiento, teniendo claro que es la metodología más utilizada en nuestro entorno, en lo que respecta a metal se denota el desconocimiento de elementos estructurales; en los temas de madera y tierra en existe confusión de conceptos, dado que no se conoce claramente la diferenciación entre procesos constructivos, formas de acople o unión del respectivo material entre sí o con otros. Carencia de conocimiento de normativas y pruebas que se deben realizar a los materiales para reconocer su aptitud constructiva, por lo que en el desarrollo del marco conceptual se insertarán dichos temas con la finalidad de esclarecer interrogantes.

El segundo taller, tuvo como objetivo la recopilación documental y bibliográfica de autores especializados en el objeto de estudio, con la finalidad de generar una base bibliográfica referencial existente en universidades locales y en general, que sustente el desarrollo del marco conceptual sobre Innovaciones en Tecnologías y Construcciones. Para la obtención de esta meta, en primer lugar, se planteó un enfoque específico hacia las temáticas de construcciones de hormigón, madera, metal y tierra, que forman parte del sílabo académico vigente de la cátedra de Construcciones de la Universidad Católica de Cuenca, delimitando a estos temas el área de estudio y definiendo los alcances de la investigación.

Posteriormente dentro del proceso documental, se realizó la selección de los artículos científicos, libros, manuales y demás herramientas bibliográficas que posean contenidos acordes a las temáticas indicadas. Dentro de esta etapa, se realizó el análisis de las disertaciones realizadas por los autores sobre el objeto de estudio, identificando los puntos más relevantes dentro de cada documento, acorde a la investigación.

Siguiendo con el proceso del taller se elaboraron fichas de análisis de contenidos, para recopilar los parajes más trascendentales de cada uno de los documentos de referencia, con lo que se logró realizar un barrido de la información dentro de las posturas de cada autor. El esquema base para la recopilación de datos se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1 Ejemplo de ficha de recopilación de datos

TÍTULO DEL DOCUMENTO	AUTOR	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	CONCLUSIÓN
Marco Teórico sobre Innovaciones en Tecnologías y Construcciones	Orellana, L. 2018.	Desarrollo del marco teórico de líneas de investigación de Innovaciones en Tecnologías y Construcciones	1.Encuestas 2.Recopilación bibliográfica 3.Desarrollo de marco conceptual 4.Conclusiones y recomendaciones	La tecnología se ha convertido en una herramienta fundamental para agilizar el trabajo en construcción y crear nuevas alternativas constructivas

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Como proceso final de este taller, se desarrolló el marco conceptual correspondiente a Innovaciones en Tecnologías y Construcciones.

El tercer taller, se lo realizó con el objetivo de evaluar los contenidos del marco conceptual desarrollado, mediante la valoración de los niveles de fiabilidad y validez por parte de profesionales de acuerdo a indicadores establecidos en una matriz de valoración; que constaba con una escala de 1 a 4, siendo 1 el nivel más bajo y 4 el nivel más alto de valoración.

La validación por parte de profesionales consiste en determinar o cuantificar los niveles de validez y fiabilidad que posee el documento creado, tal como lo indican Robles y Rojas (2015): “Validez y fiabilidad son los dos criterios de calidad que debe reunir todo instrumento de medición tras ser sometido a la consulta y al juicio de expertos con el objeto de que los investigadores puedan utilizarlo en sus estudios.”

La fiabilidad, se define como el grado con el que un instrumento mide con precisión y descarta el error, y lo hace a través de la consistencia, la estabilidad temporal y el acuerdo entre los expertos. Martín Arribas (2004) define la consistencia como el nivel de cohesión de los diferentes ítems o aspectos del instrumento que se puede comprobar mediante métodos estadísticos. En otras palabras, “de la variabilidad de las puntuaciones obtenidas en repeticiones de la medición puede obtenerse un indicador de la fiabilidad, consistencia o precisión de las medidas. Si la variabilidad de las medidas del objeto es grande, se considerará que los valores son imprecisos y poco fiables” (Prieto y Delgado, 2010). Esta cuantificación se llevó a cabo tomando como punto de referencia cuatro indicadores que permiten evaluar el grado de validez y fiabilidad de un documento: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia.

De esta manera se realizó la selección de profesionales docentes del área de construcciones, tomando en cuenta los siguientes criterios de selección que plantean Escobar y Cuervo (2008):

- Experticia y trayectoria.
- Experiencia y participación en juicios y toma de decisiones.
- Disponibilidad y motivación.
- Imparcialidad y adaptabilidad.

Basados en estas cualidades, se eligieron tres expertos docentes, los cuales se nombran a continuación:

Tabla 2 *Expertos seleccionados para la validación del marco referencial*

<i>APPELLIDOS Y NOMBRES</i>	<i>FORMACIÓN ACADÉMICA</i>	<i>ÁREA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL</i>	<i>AÑOS DE EXPERTICIA</i>	<i>INSTITUCIÓN</i>
Edison Maximiliano Castillo Carchipulla	Arquitecto Magister de Innovación y Tecnología	Docencia Universitaria	15 años	Universidad de Cuenca. Ecuador
Lauro Milton Verdugo Romero	Arquitecto Magister de Ordenamiento Territorial	Construcción Arquitectónica Docencia Universitaria	24 años	Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues. Ecuador
Pedro Alex Moscoso García	Arquitecto Magister en Construcción y Restauración.	Construcción Arquitectónica Docencia Universitaria	16 años	Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues. Ecuador

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Una vez determinados los jueces, se procedió a realizar la evaluación, tomando en cuenta los indicadores que se enunciaron anteriormente sugeridos por Escobar & Cuervo. (2008). Esta valuación consistió en cuantificar los contenidos de los ítems que componen las dimensiones establecidas en el marco conceptual, tomando en cuenta los indicadores de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia, considerados en las cuatro dimensiones que fueron: construcciones de hormigón, madera, metal y tierra, exponiendo a cada una de ellas con sus respectivos ítems como se indica a continuación.

Tabla 3 Dimensiones e ítems considerados para la evaluación del marco referencial

<i>DIMENSIÓN</i>	<i>ITEM</i>	<i>SUF.</i>	<i>CLA.</i>	<i>COH.</i>	<i>REL.</i>
1. HORMIGÓN	Generalidades del Hormigón		1-4	1-4	1-4
	Ensayos del Hormigón	1-4	1-4	1-4	1-4
	Diseño y Planificación del Hormigón		1-4	1-4	1-4
	Hormigón Arquitectónico		1-4	1-4	1-4
	Innovaciones en Hormigón		1-4	1-4	1-4
Generalidades de la Madera			1-4	1-4	1-4
2. MADERA	Tipos de Madera		1-4	1-4	1-4
	Uniones en Madera	1-4	1-4	1-4	1-4
	Sistemas Constructivos de Madera		1-4	1-4	1-4
	Innovaciones en Madera		1-4	1-4	1-4
	Generalidades del Metal			1-4	1-4
3. METAL	Uniones y Conexiones de Metal			1-4	1-4
	Metal Utilizado en la Construcción	1-4	1-4	1-4	1-4
	Innovaciones en Metal		1-4	1-4	1-4
	Generalidades de la Tierra			1-4	1-4
4. TIERRA	Pruebas de Suelos			1-4	1-4
	Técnicas de Construcción de Tierra	1-4	1-4	1-4	1-4
	Sistemas Constructivos de Tierra		1-4	1-4	1-4
	Innovaciones en Construcciones de Tierra		1-4	1-4	1-4

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

La evaluación realizada por parte de los profesionales permitió identificar el nivel de validez y fiabilidad de las dimensiones del documento, obteniendo los siguientes resultados que se expresan a continuación:

Validez

Con respecto a la validez, los indicadores demostraron según su valoración que posee un promedio de nivel de moderado a alto en las planteadas, indicando a su vez que el documento posee claridad y es entendible, existiendo coherencia e interrelación entre cada ítem, siendo estos relevantes y suficientes para obtener un criterio claro sobre la dimensión de la temática en cuestión.

• **Fiabilidad**

En lo que respecta a la fiabilidad del documento, se obtuvo valoraciones similares entre ellas expresadas por los expertos, de una forma similar a la validez, las evaluaciones de fiabilidad se mantuvieron similares en todos los ítems, por lo que se considera que el documento cumple también con los requisitos.

Tabla 4 Resultados de la validación por expertos

<i>DIMENSIÓN</i>	<i>ITEM</i>	<i>SUF.</i>	<i>CLA.</i>	<i>COH.</i>	<i>REL.</i>
1. HORMIGÓN	Generalidades del Hormigón	3	4	3	3 4 3 3 4 3 3 4 3
	Ensayos del Hormigón				3 3 3 3 4 3 3 4 3
	Diseño y Planificación del Hormigón				3 3 3 2 4 3 3 4 3
	Hormigón Arquitectónico				2 3 4 3 4 3 2 4 3
	Innovaciones en Hormigón				3 3 3 3 4 3 3 4 3
2. MADERA	Generalidades de la Madera	3	4	3	3 4 3 3 4 3 3 4 3
	Tipos de Madera				2 4 2 2 4 3 2 4 3
	Uniones en Madera				2 4 3 2 4 3 2 4 3
	Sistemas Constructivos de Madera				3 4 3 3 4 3 3 4 3
	Innovaciones en Madera				3 4 3 3 4 3 3 4 3
3. METAL	Generalidades del Metal	3	4	3	3 4 3 3 4 3 3 4 3
	Uniones y Conexiones de Metal				2 3 3 2 4 3 2 4 3
	Metal Utilizado en la Construcción				2 3 3 2 4 3 2 4 3
	Innovaciones en Metal				3 3 3 3 4 3 3 4 3
4. TIERRA	Generalidades de la Tierra	3	3	3	3 4 3 3 4 3 3 4 3
	Pruebas de Suelos				3 3 3 3 4 3 3 4 3
	Técnicas de Construcción de Tierra				3 3 3 3 4 3 3 4 3
	Sistemas Constructivos de Tierra				2 4 3 2 4 3 2 4 3
	Innovaciones en Construcciones de Tierra				3 3 3 3 4 3 3 4 3

Nota: Tabla basada en el estudio desarrollado por Escobar & Cuervo. 2008

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL MARCO CONCEPTUAL

2.1 CONSTRUCCIONES

2.1.1 QUÉ ES CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA

El proceso de conceptualización pretende desarrollar ideas concretas a nivel de conceptos, generados a partir del conocimiento recopilado sobre el tema analizado, es decir que significa elaborar una idea propia sobre un tema específico, teniendo en cuenta en este caso la temática de construcciones a nivel arquitectónico.

En el transcurso de considerar la temática, se abordó a la Construcción Arquitectónica desde una perspectiva global, ya que cuando hablamos de construir, nos referimos a diferentes formas y combinaciones de cómo hacer o crear diversos tipos de estructuras, considerando como aspecto fundamental su materialidad en este caso particular el hormigón, la madera, el metal y la tierra.

Es por esta razón que, para la correcta conceptualización e interpretación de la temática antes mencionada, se procederá a realizar un análisis interpretativo de diferentes criterios pertenecientes a autores especialistas con respecto al significado etimológico y práctico de lo que significa “Construcción Arquitectónica”.

Según la Real Academia de la Lengua (RAE, 2014), el construir es una palabra originaria del latín, que contiene componentes léxicos como el prefijo “con”, que quiere decir completamente o globalmente; y “estruere” que significa juntar o amontar. Por lo tanto, la palabra construir hace alusión a la acción del hombre por la creación de diversas estructuras mayormente de gran tamaño, como un edificio, una casa entre otros, utilizando diversos materiales u elementos.

Mediante el criterio del reconocido Arquitecto Chileno Alejandro Aravena Aravena, podemos interpretar a la Construcción Arquitectónica como el hecho de plasmar en realidad los sueños donde vive la gente mediante recursos naturales (Pritzker, 2016), definición que denota la realización final de un proceso planificado, con el que podemos palpar la relación indispensable entre los seres humanos y un espacio planificado para su confort.

Bjarke Ingels, interpreta el concepto de construir arquitectónicamente, como un arte el cual asegura que las edificaciones materializadas por el ser humano encajen con el territorio donde se emplazan, conceptualización que vincula los aspectos más importantes en el trayecto de vida en el planeta por el complemento que enuncia entre el hombre y su lugar de subsistencia.

De una manera más práctica, el Arquitecto Sigfried Giedion, define a la Construcción Arquitectónica como la forma correcta de la concepción materialista de los espacios utilitarios para la vivencia del hombre, pensamiento que demuestra un proceso que conlleva un arduo trabajo para llegar a la consecución tangible de una edificación arquitectónica.

De estas definiciones se propondrá un argumento sobre construcción arquitectónica que se fundamente en la recopilación documental antes señalada:

La construcción arquitectónica, es la actividad de plasmar en obra física el trabajo planificado dentro de un proyecto de arquitectura, haciendo uso del conocimiento profesional e implicando el manejo de materialidad adecuada con la finalidad de obtener un resultado satisfactorio para el confort y bienestar del usuario.

2.2 HORMIGÓN

2.2.1 APARTADO BIBLIOGRÁFICO DEL HORMIGÓN

Tabla 5 Bibliografía general del hormigón

CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	PROCEDENCIA
LIBROS	Construcción Hormigonería	Casinello, F.	España (2006)
	Reología de Hormigones	LEMIT	Argentina (2006)
	Estructuras de Hormigón	George Winter	España (2002)
	Hormigón, Arquitectura y Construcción	Dimitris Kottas	España (2007)
	Tecnología del Hormigón	El Confidencial	España (2013)
	Informe Estadístico del Cemento	FICEM	Colombia (2017)
	Ensayos de Hormigón	LEMAC	Argentina (2009)
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	Propiedades del Hormigón	Universidad de Alicante	España (2011)
	Hormigón Arquitectónico	Universidad de la Frontera	Chile (2012)
	El Hormigón Como Soporte Biológico Natural y su Aplicación en Fachadas	Noguera García, J. A.	España (2013)
	El Hormigón	Romea, C.	España (2014)
	Del cascarón de hormigón a las estructuras ligeras del s. XXI	Schlaich, M.	España (2010)
	Arquitectura Contemporánea en hormigón	Maria Alice Junqueira Bastos	Brasil (2012)
	¿Qué es el Hormigón Arquitectónico?	Lira Cifuentes G.	Chile (2012)

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 6 Bibliografía del hormigón en bibliotecas de universidades locales

ENTIDAD	CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	CÓDIGO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	LIBROS	Teoría y práctica del hormigón armado	E. Mörsch	5B00382
		Preparación y empleo del hormigón	Siegfried Mängel, Autor ; Reinhard Seeling	5B00320
		Requisitos técnicos para cemento y hormigón	INECYC	10B06089
		Estructura tradicional y prefabricada en hormigón	Stanislaw Pereswiet - Soltan	3B01018
		Técnicas de laboratorio para pruebas de materiales	Carl A. Keyser	5B00368
	MANUALES	Minimanual de construcción	Tecnipress	6B00645
UNIVERSIDAD DEL AZUAY	LIBROS	El detalle en la arquitectura contemporánea de hormigón	David Phillips, Megumi Yamashita	69849
UNIVERSIDAD DE CUENCA	LIBROS	Prefabricados de Hormigón	F. Vilagut	70405
		Hormigón Armado, Armado Aligerado, Prensado	Jürgen MattheiB	70608
		Elaboración del Concreto y sus Aplicaciones	L. J. Murdock	72730
		Hormigón Armado	Pedro Jiménez Montoya, Alvaro García Meseguer, Francico Morán Cabre	72999
		La Construcción de Hormigón	C. Kupfer	72121
		Hormigón	Martín Peck	108311
		Prefabricación de viviendas en hormigón	K. Berndt. Traductor Carlos Zarzo Hamma	71600
MANUALES	Cálculo Práctico del Hormigón	Francisco Arquero Esteban	si11268	
	Guía Práctica para el Diseño de Estructuras en Hormigón Armado	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	116577	

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 7 Normativa de construcción del hormigón utilizada en el Ecuador

<i>NORMA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CÓDIGO</i>
NORMA TECNOLÓGICA DE LA EDIFICACIÓN	Hormigón premezclado	NTE INEN 1855-1
	Hormigones. Definiciones y terminología	NTE INEN 1762
	Cemento portland. Requisitos	NTE INEN 152
	Determinación del tiempo de fraguado	NTE INEN 158
	Determinación de la resistencia a la compresión	NTE INEN 488
	Áridos para hormigón	NTE INEN 872
	Hormigón fresco	NTE INEN 1763
	Hormigones. Determinación de la resistencia a la compresión	NTE INEN 1573
	Hormigones. Determinación del asentamiento	NTE INEN 1578
	Evaluación del hormigón	NTE INEN 1855-1
		NTE INEN 1855-2.
	Cemento	NTE INEN 152
	Áridos	NTE INEN 872
	Agua	NTE INEN 488
	Mezclado del hormigón	NTE INEN 1855
	Resistencia del hormigón	NTE INEN 1576
	Granulometría de áridos	NTE INEN 696
INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO	Esfuerzos del hormigón	ACI 318
	Materiales para sellado	ACI 504R
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN	Hormigón Armado	NEC-SE-HM
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	Bloques de hormigón	UNE-EN 771-3
	Elementos de muros Prefabricados (paneles de hormigón arquitectónico, GRC y paneles de uso industrial)	UNE-EN 14992
NORMAS DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE PRUEBAS Y MATERIALES	Evaluación de los materiales del hormigón	ASTM C491
	Aditivos químicos	ASTM C494
	Compuestos para curado	ASTM C309
	Áridos	ASTM C330

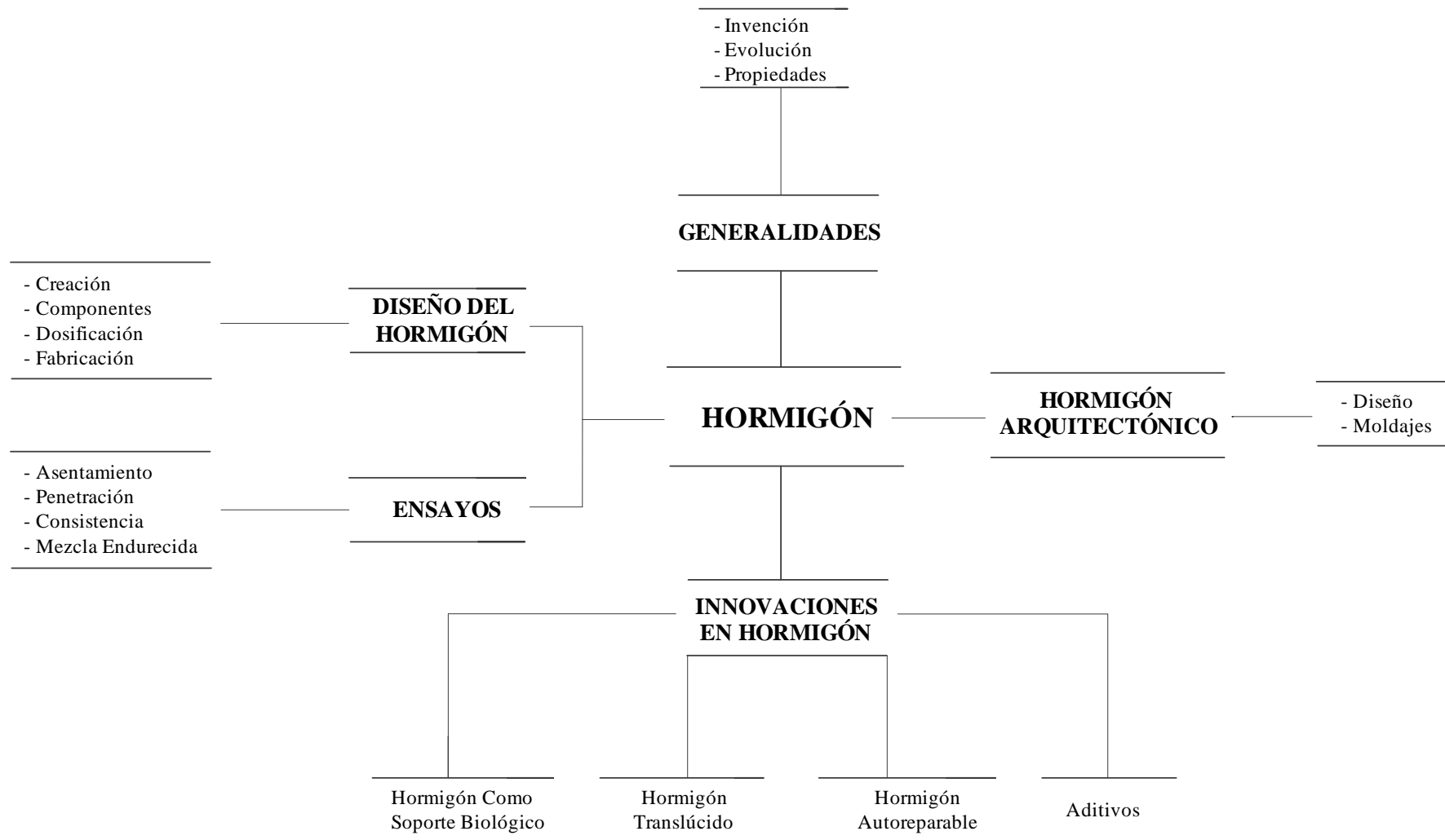
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 8 Linkografía de normativa del hormigón

<i>NOMENCLATURA</i>	<i>NORMA</i>	<i>LINK</i>
NTE	Norma Tecnológica de la Edificación	http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/nte_inen_1762.pdf
ACI	Instituto Americano del Concreto	http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/doctec/codigo.pdf
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción	https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-HM.pdf
CTE	Código Técnico de la Edificación	https://www.andece.org/files/UNE14992.pdf
ASTM	Normas de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales	http://www.normalizacion.gob.ec/ahora-el-ecuador-cuenta-con-catalogo-de-normas-astm/

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.2.2 DIAGRAMA DE CONTENIDO DEL HORMIGÓN



Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.2.3 GENERALIDADES DEL HORMIGÓN

El hormigón tiene sus antecedentes en las construcciones romanas; obras conceptualizadas dentro de lo definido como tradición constructivista Mediterránea, que paralelamente constituye una corriente de continuidad de las construcciones cohesivas más antiguas; cuya primicia es el yeso, que en la antigua península Ibérica ya era explotado por las civilizaciones Celtas e Íberas. (El Confidencial, 2013)

El hormigón romano, pese a que se diferencia notablemente del hormigón contemporáneo, ostenta particularidades y características físicas muy notables; se producía añadiendo tierra y fragmentos volcánicos en proporciones precisas, que conjuntamente con arena, cal y piedras, se amasaba obteniendo una mezcla que adquiría una consistencia tal; que consolidaba aún bajo el agua y poseía características hidráulicas. Era factible de utilizarse en obras portuarias, cimentación en áreas húmedas, acueductos, depósitos y revestimientos. (Romea, 2014, pág. 3)

Desde el siglo XVIII con la revolución industrial y hasta la época moderna, la construcción se ha fundamentado en dos materiales primordiales; el acero, con diseños estructurales llamativos y revolucionarios, que constituye todo un paradigma de las obras constructivas, y por otra parte, el hormigón que se ha convertido en el material más utilizado en la actualidad.

El hormigón entra en su etapa crucial a fines del siglo XVIII, con el descubrimiento de lo que se conoce en la actualidad como aglomerados. Sin duda que la importante influencia romana fue decisiva para este descubrimiento, que tuvo como base los escritos de Vitrubio, en la integridad de la cal para las mezclas, es en esta época también cuando el científico francés Louis Vicat (1786-1861), buscó un material que tuviera la capacidad de endurecerse bajo el agua, siendo partidario del cemento romano, observando que dicho material ofrecía una evidente durabilidad de siglos. Su investigación se centró en el comportamiento y reacción de la mezcla de arcilla con piedra caliza, concluyendo que, mediante el proceso de cocer ambos ingredientes, obtenía un producto con carácter hidráulico inmejorable. Estos primeros aglomerados, resultaron muy similares a los cementos considerados de secado rápido (Biografías y Vidas, 2017).

Por el año de 1910, en países como Francia, Alemania y sobre todo Inglaterra, se generan importantes investigaciones tendientes a descubrir las propiedades y secretos del hormigón romano, donde se encontró que el hormigón es asimilable a una piedra, capaz de resistir inmensas cargas y compresiones. Sin embargo, esta meritoria virtud física, se ve desmerecida por su poca firmeza a la tracción. En la actualidad la dirección de las tensiones son identificables en el proceso de cálculo y

diseño, compensando en la construcción con otros materiales y piezas que resulten más resistentes a la tracción. (Romea, 2014)

Se considera que la revolución moderna del hormigón, tiene su inicio en la década de 1980, época desde la cual el hormigón es estimado como un material de construcción con propiedades programables, que involucra principalmente cuatro parámetros que definen sus cualidades; trabajabilidad y consistencia, durabilidad, propiedades mecánicas, y aspecto exterior.

En la época moderna, la composición de acero y hormigón ha dado como resultado, lo que hoy se conoce como hormigón armado. Desde la óptica contemporánea de la construcción; el hormigón armado se convierte en el precursor de diversos materiales compuestos, cuyas combinaciones tecnológicas se perfilan como las más avanzadas, que a su vez permiten dejar entrever un futuro muy prometedor a nuevos materiales. (Romea, 2014)

El hormigón, es el material más importante de la construcción en la actualidad, resulta de la mezcla de un aglomerante, materiales pétreos y agua, los mismos que, según sus características y cantidad, derivan con las propiedades del producto final.

La finalidad de la creación y del diseño del hormigón, es el obtener un mayor ahorro económico posible, creando un material que cumpla con las características idóneas para la necesidad pertinente, por lo que es indispensable encontrar la mezcla idónea de sus componentes; para esto, se debe tomar en cuenta las características necesarias del material terminado. (Femando López G, 2008)

El proceso de fabricación del hormigón, comienza con la mezcla del cemento y áridos, los cuales son batidos hasta conseguir una composición homogénea de color verde pálido, posteriormente en algunos casos se agrega materiales llamados adiciones que brindan propiedades extras al hormigón, para completar el proceso se incorpora agua procediendo a realizar un batido secundario.

La mezcla se la puede realizar de diferentes maneras, en la mayoría de casos se la realiza con máquinas industriales y en otros casos con herramientas de mano, dependiendo de la cantidad de material requerido para la obra, lo importante es que en el proceso se logre un resultado óptimo.

Para que el hormigón desarrolle adecuadamente sus características, debe contener las cantidades necesarias de sus elementos, según las cualidades que se requiera en el mismo, al igual que procesos complementarios, como es el curado del hormigón. El mencionado curado, es un proceso que consiste

en mantener la humedad de la mezcla con el fin de evitar la evaporación del agua para lograr la óptima reacción química de los componentes, y a su vez el endurecimiento idóneo, se lo puede realizar mediante un riego periódico o con utilización de elementos alternos, que permitan mantener húmedo el hormigón. (Ghaida Al-Assadi, María Jesús Casati, 2007)

La calidad del hormigón, se determina en función a una serie de propiedades factibles de apreciarse, tanto en la masa fresca, como cuando este se encuentra fraguado y endurecido. Las propiedades del hormigón fresco resultan especialmente útiles a los directivos de obra, ya que en el proceso de construcción, los métodos empleados y las metas que se tienen previstas; dependen en gran medida de dichas propiedades, enunciadas en la siguiente tabla.

Tabla 9 *Propiedades del Hormigón*

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN		
HORMIGÓN FRESCO	Docilidad o Trabajabilidad	Consistencia(Fluidez) Compactibilidad(Acritud) Trabazón(Segregación) Estabilidad(Sensibilidad)
	Aptitud	Adaptación Madurez Tamaño máximo Rigidez
	Comportamiento frente a temperaturas extremas	
HORMIGÓN FRAGUADO Y ENDURECIDO	Resistencia Mecánicas	A compresión A tracción A esfuerzo cortante
	Deformabilidad	
	Permeabilidad	A presión A absorción
	Adherencia	
	Comportamiento frente a cambios térmicos	
	Resistencia al desgaste	
	Peso	
	Durabilidad	
Compacidad		

Fuente: Cassinello, 1996

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

2.2.4 ENSAYOS DE HORMIGÓN

A lo largo de la evolución del hormigón la mayor parte de autores hace referencia a pruebas que se realizan para supervisar la adecuada consistencia del mismo, estos ensayos se los realiza tanto en estado fresco cuando posee características líquidas o semilíquidas, como en estado endurecido al presentar características secas, en estos periodos, es factible aplicar los siguientes ensayos:

a) Ensayo de asentamiento el cono de Abrams: se coloca un tronco de cono de chapa de 20 cm de diámetro en la base y 10 cm en la parte superior, con una altura de 30 cm; en una superficie lisa, no absorbente, plana y completamente lisa, manteniendo el cono en el piso. Se llena con la mezcla en tres capas iguales que se compactan con una varilla, golpeando fuertemente cada capa en 25 ocasiones, pero sin atravesar las capas previamente llenas. En la parte superior se deja al ras, levantando el molde y liberando la mezcla. Esto se realiza en forma inmediata posterior a la compactación. La medición del asentamiento se determina colocando una regla de 30 cm y determinando el grado de descenso que sufrió respecto a la altura original. (LEMAC, 2009)

b) Ensayo de penetración: se lleva a cabo por medio de una semiesfera de acero, con vástago graduado; con un peso de $13,620 \pm 45$ gramos. Se apoya sobre la superficie del hormigón que se desplaza en armonía con la esfera. Se coloca la semiesfera sobre la superficie horizontal del hormigón aún fresco pero compactado y se penetra la esfera en la masa hasta que se detenga por sí misma. Se mide de acuerdo con la escala asentada en el vástago sin que se hunda. (LEMAC, 2009, pág. 98)

c) Ensayo de consistencia: se lleva a cabo con un armazón que sobrelleva un área lisa y plana en forma de cuadro, con 70 cm por lado y un peso de 1.6 kg. La superficie se cubre con una lámina de acero móvil que se puede girar a cada uno de sus lados. El levantamiento se lleva a cabo con una limitación de 4 cm. Se coloca el hormigón en el centro de la mesa con el tronco, llenando dos capas compactadas por medio de diez golpes cada una, esto por medio de varilla de 12.5 mm de diámetro y redonda en la punta. Se retira el molde levantando la tapa de la mesa hasta un nivel que tope a los 4 cm con la pestaña, dejándola caer en quince ocasiones por 25 ± 5 segundos. Se mide nuevamente el diámetro de la mezcla que se extendió en la mesa de forma paralela a sus lados. Se promedian los valores como extendidos en múltiplos de centímetros. (LEMAC, 2009, pág. 99)

d) Ensayo en mezcla endurecida: se aplican en la tercera etapa del hormigón, que inicia en el momento que la mezcla alcanzó un grado de hidratación, de manera que éste sea capaz de unir los granos de los componentes adicionados de manera permanente. La evidencia de esta condición es la resistencia, que ofrece un fragmento del hormigón en un ensayo de compresión. La resistencia mecánica, es una de las más utilizadas y conocidas en pruebas de endurecimiento. El hormigón después de fraguado, inicia su proceso de resistencia hasta los veintiocho días, tiempo que se considera en su máximo. Se realiza el ensayo en probetas, de acuerdo con la Norma de construcción en vigor, se efectúa compactando el hormigón de manera similar a la manera que se llevó a cabo el asentamiento con el tronco de Abrams. El procedimiento descrito solo se aplica en hormigones de 3 cm o más de asentamiento, en mezclas secas

se compacta por vibración mediante vibrador de inmersión; con un diámetro no mayor de 25 mm en probetas de 15 X 30. (LEMAC, 2009)

2.2.5 HORMIGÓN ARQUITECTÓNICO

Se denomina hormigón arquitectónico al que intencionalmente es sometido a procesos y cuidados especiales, desde la selección del material, como en el encofrado, puesta en obra y acabado; con la intención que adquiriera un aspecto especial de acuerdo con lo que se desea. Esta terminología al igual que su conceptualización aún en la actualidad es muy desconocida por parte de estudiantes universitarios de las carreras de Ingeniería en Construcción y Arquitectura, incluso la literatura relacionada aún no es muy amplia. (Ching, 2002)

Esta técnica de hormigón hace referencia a la concepción de elementos arquitectónicos libres de todo recubrimiento y adornos, haciendo referencia a que la expresión arquitectónica debería mostrarse de manera natural, tal como se obtienen los materiales; sin ornatos u otro tipo de recubrimientos. Incluso se aprovecha frecuentemente las huellas en muros y otros elementos estructurales de la madera utilizada en su construcción.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, surgen otros conceptos como los aditivos superplastificantes, compactación mecánica y hormigones de alta resistencia, que nuevamente generan nuevas formas de expresión arquitectónica en el uso de materiales; no como una obra sin acabados, sino en esta etapa dando al hormigón una terminación excepcional. Estos avances en materia arquitectónica, se suman a otras tendencias en los diseños, como el llamado Minimalismo, que no requiere de revestimientos especiales ni adornos. (Universidad de la Frontera, 2012)

En la tendencia Minimalista, el cuidado se centra en la terminación y acabado de muros, aprovechando los elementos de construcción que se utilizan en su creación, para lograr superficies lisas, líneas de cantería, ritmos, etc.; logrando acabados completamente diferentes, sin descuidar la alta calidad en el material y los terminados. Una de las características del hormigón arquitectónico, es que su construcción requiere una superficie nueva, en la que la obra puede crearse con calidad de terminación, no siendo necesario aplicar tratamientos diferentes ni posteriores al desencofrado.

El hormigón arquitectónico, se ubica dentro de las edificaciones de “hormigón armado”, el mismo que expuesto visualmente como parte integrante de la estructura terminada, contribuye al aspecto visual de la obra total, generalmente indicado dentro del contrato de obra y las mismas especificaciones

técnicas. El criterio de aceptación de un elemento de hormigón arquitectónico, es que no presente diferencias perceptibles de textura ni color, ni mucho menos de posibles defectos visuales. (Universidad de la Frontera, 2012)

2.2.5.1 DISEÑO Y PLANIFICACIÓN

Particularmente, el desarrollo de una obra caracterizada como hormigón arquitectónico, requiere en su desarrollo, de una rigurosa fase de planeación, esto porque teniendo como meta un resultado esperado muy específico, los arquitectos diseñadores deben delinear claramente las estrategias que los guiarán en todo su desarrollo hasta llegar a la conclusión de su diseño. Este proceso involucra un riguroso manejo y conocimiento del moldaje o encofrado a realizar, propiedades, limitaciones, características y demás detalles clave de la obra, considerando incluso los aspectos técnicos que el fabricante de los módulos hubiese establecido.

En esta etapa, el arquitecto debe incorporar a los ámbitos constructivos y los criterios del diseño estructural, para que conjuntamente con los ingenieros constructores y calculistas, concordar los aspectos clave de cada una de estas áreas, analizando la manera en las que cada una de ellas interviene en la obra en conjunto.

Incluso los aspectos técnicos – administrativos de la obra, requieren de especificaciones claras, que expliquen la manera en que será logrado el fin en conjunto, de ser necesario, sanciones ante las situaciones de incumplimiento para cada uno de los participantes. Los contratistas participantes, desde el inicio de la obra deberán conocer los aspectos especiales de la misma, para seguir con el protocolo que se haya fijado logrando establecer los requerimientos del proyectista y que espera el mandante. (Universidad de la Frontera, 2012)

2.2.5.2 MOLDAJES

Uno de los aspectos más importantes y delicados en el proceso constructivo del hormigón arquitectónico, es el llamado moldaje o encofrado. Este se influye por el resultado de la lisura, el color homogéneo y la perfección en la alineación de los bloques, existiendo un sin número de materiales para realizar el moldaje. El arquitecto crea el diseño de la obra en función a la modulación y tamaño de las placas de hormigón, que pueden resultar de los moldes que se posee, esto depende del medio de

construcción, ya que en algunos lugares existen diferentes tipos de moldes con respecto a otros. (Sandra Mansilla, 2003)

Un aspecto fundamental en la construcción, son las canterías, porque permiten establecer la armonía entre estas y la fachada, relacionando el diseño con los marcos de las ventanas y otros elementos de la construcción. Las canterías debido a la sombra que proyectan, permiten comúnmente ocultar las juntas frías entre las fases de hormigonado y los pasadores de los codales. También se logra unificar a la fachada, considerando el diseño de la misma en completo apego y armonía a las placas de los vanos, moldaje y estructura de los muros cortina; a manera de diseñar un aspecto armonioso en todo el conjunto, independientemente que pudiese existir cambio de hormigón – vidrio (materialidad). (Sandra Mansilla, 2003)

2.2.6 REOLOGÍA DEL HORMIGÓN

Uno de los temas de mayor interés e impacto a nivel global, es sin duda el diseño y aplicación del hormigón autocompactable (HAC). Las propiedades reológicas del hormigón, en condiciones frescas, aportan datos que permiten producir varias clases de HAC, permitiendo valorar la influencia que ejercen sus componentes, así como las variables del medio ambiente, incluso en varios países del mundo se han aprobado especificaciones de uso, manejo y normas de regulación específicas.

Los principales discursos y ensayos que se difunden, se llevan a cabo en el ámbito de la ingeniería civil, destacándose por su facilidad de aplicación en la obra. Aún con los métodos que se publican constantemente, no se tiene una evaluación del todo precisa acerca del comportamiento físico del hormigón fresco; se sabe en el medio, que dos hormigones con un supuesto nivel similar de asentamiento, pueden ostentar diferencias en su trabajabilidad, o incluso se afirma que, dos hormigones en condiciones de reposo, pueden generar diferentes resultados sometidos los mismos a movimientos. (LEMIT, 2006)

Favorecidos por los estudios de reología del hormigón, se ha facilitado la interpretación del hormigón de alta performance, el bombeado y últimamente el diseño y caracterización del hormigón autocompactable (HAC). Estos estudios tienen por objetivo, conocer el comportamiento reológico del HAC y divulgar los últimos avances en el marco de cooperación entre diverso organismos públicos y privados en el mundo. Algunos de los resultados obtenidos dentro de los programas experimentales, han recopilado y analizado las principales variables que inciden directamente en la producción de HAC; la

temperatura, mezclado y condiciones de exposición, generando algunos parámetros reológicos a partir de dichos resultados. (LEMIT, 2006)

2.2.7 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN HORMIGÓN

Según el criterio analizado de los diferentes autores, en la actualidad vivimos cada vez en un mundo más tecnológico, que ha envuelto a la industria de la construcción de hormigón con un sin número de nuevos sistemas que facilitan notablemente la concepción de obras arquitectónicas, mejorando la eficiencia de los procesos constructivos, la calidad habitable y la sostenibilidad.

Dentro de este mismo ámbito de innovaciones, se tiene en cuenta tipos de hormigón con características adicionales, que brindan beneficios particulares en cada uno de sus casos, es así como se encuentra el hormigón como soporte biológico, el cual permite el crecimiento de especies biológicas en su estructura, que actúan como aislante acústico y térmico, generando con estas propiedades, una notoria contribución a la estética de las edificaciones. (García, 2016)

Este tipo de hormigón, nace como un nuevo concepto de jardinería vertical, que no requiere de soportes estructurales, especiales ni complejos, como sucede con otro tipo de fachadas aplicadas a las superficies verticales. En general, las estructuras y soportes de las fachadas ajardinadas o vegetales, requieren de contenedores, montajes grapantes, recipientes, además de ciertos tipos de sustratos hidropónicos u orgánicos, que hagan posible la supervivencia de los musgos. (García, 2016)

Por otro lado, en la actualidad, por medio de las innovaciones realizadas, se ha conseguido producir un hormigón con características de transparencia llamado hormigón translúcido, el cual se logra con la implementación de fibras ópticas, es decir, vidrio y mediante materiales poliméricos. Este nuevo material, tiene la finalidad de proporcionar el paso de luz a través de su cuerpo, con esto se obtiene ventajas en ambientes totalmente cerrados, ostentando propiedades que alcanzan el mismo nivel de un hormigón común.

Los hormigones translúcidos, compuestos por fibra óptica, incorporan un infinito número de filamentos microscópicos de vidrio, que en dirección de estos permite la transmisión de luz, no así en dirección transversal de los mismos. Mientras que el hormigón translúcido polimérico sustituye la mayor parte del conglomerante, en este caso el cemento, por otro tipo de materiales con propiedades adhesivas

y con transparencia como: plásticos, resinas, poliéster, etc., consiguiendo transparencia en todos los sentidos. (María Cruz Martínez, 2011)

Otra tipología innovadora surge de un modo de dar a las superficies de hormigón la capacidad de autoarreglarse cuando aparecen pequeñas grietas, creando un hormigón llamado Autorreparable con el que se podría permitir a las estructuras una duración prolongada. Esta tecnología se trata de un recubrimiento que tiene propiedades de autorreparación, es inducido por el sol, diseñado para arreglar las grietas en la superficie de las estructuras de hormigón antes de que se hagan más grandes y puedan comprometer la integridad estructural. (ACS, 2017)

Uno de los ámbitos más sobresalientes es la innovación de aditivos o componentes extras, con lo que se están incrementando las oportunidades de los diseñadores, estructuristas, constructores, etc., para la creación de obras cada vez con mayor magnificencia, impulsando un desarrollo constante en el mercado de productos ya sea que sirvan de pegantes, para aumento de resistencia, disminución del tiempo de fraguado e impermeabilización.

2.3 MADERA

2.3.1 APARTADO BIBLIOGRÁFICO DE LA MADERA

Tabla 10 *Bibliografía general de la madera*

CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	PROCEDENCIA
LIBROS	Uso de la Madera para la Construcción	Coto, A.	Costa Rica (2015)
	Física de la Madera	Ananías, R.	Chile (2009)
	Tipos de Uniones	Capote, V.	España (2009)
	Apuntes de Anatomía Avanzada de la Madera	Cloutier, A.	Canadá (2012)
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	Tipos de Madera para la Construcción	Arquigráfico	República Dominicana (2013)
	Aislamiento e Impermeabilización	Canexel	España (2016)
	Nuestras Casas de Madera	Honka	España (2017)
	Origen de las Construcciones de Madera	SunAbris	España (2017)
MANUALES	Empalmes de Madera	Teycuber	España (2017)
	Madesa	Madesa	Ecuador (2015)
	Manual de Obra de Madera	Modenese, P.	México (2016)

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 11 *Bibliografía de la madera en bibliotecas de universidades locales*

ENTIDAD	CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	CÓDIGO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	LIBROS	Casas de madera	Judith Miller	10B07113
		La construcción de viviendas en madera	Corporación Chilena de la Madera	10B07191
		Casas de madera	Krauel, Jacobo	5B01402
		Arquitectura en madera: nuevas tendencias	Stungo, Naomi	3B01046
UNIVERSIDAD DEL AZUAY	LIBROS	El gran libro de la madera	Asensio, Oscar	5B00553
		Ensamblados en madera	Wolfram Graubner	39639
		Estructuras de madera	Francisco Arriaga	10113300013
		Casas de madera contemporáneas	VV.AA.	69875
		Futuro de la construcción con madera	Gerd Grohe	10113300013
		Madera clases y características	David Johnston	34504 -38283
		Especies de maderas	Graciela Roselló	10113300011
		Uniones y ensamblados de la madera	Charles H Hayward	34499
UNIVERSIDAD DE CUENCA	LIBROS	Casas de Madera	Nicola Braghieri	105290
		Casas de Madera	Ruth Slavid	105662
		Arquitectura en Madera	Ruth Slavid	108190
		La Madera en la Arquitectura	Bernardo M. Villasuso	110123
		Arquitectura e Interiores en Madera	Maria Cinta, Martíni Amela y Joaquim Ballarín i Bargalló	110124
		La Madera en la Construcción	José Griñán Parés	71412
		Cubiertas, Tabiques de Madera	Adrián Margarit	71566-2
		La Madera	George Taylor	70826
		Construcción con madera	Theodor Hugues, Ludwig Steiger, Johann Weber	108310

	Construcciones con Madera: Forma, Construcción y Protección de la Madera	Kurt Hoffmann; Helga Griese	71457
MANUALES	Guía Práctica para el Diseño de Estructuras de Madera	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	116579

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 12 Normativa de construcción de la madera utilizada en el Ecuador

NORMA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN		CPE INEN-NEC-SE-MD
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN		NEC-SE-MD
	Tableros de madera	NTE INEN-ISO 16978
	Anatomía de la madera	NTE INEN 1157 (2013)
	Madera aserrada	NTE INEN 1159 (2013)
	Ensayos de la madera	NTE INEN 1161 (2013)
	Contracción de la madera	NTE INEN 1164 (2013)
	Densidad de la madera	NTE INEN 1162 (2013)
	Humedad de la madera	NTE INEN 1160 (1984)
	Características de la madera	NTE INEN 1163 (1984)
	Madera contrachapada	NTE INEN ISO 2074 (2013)
	Madera aglomerada	NTE INEN 0895 (2013)
	Contenido de humedad	NTE INEN 0896 (2013)
	Determinación a la tracción	NTE INEN 0898 (2013)
	Dimensiones de los tableros de madera	NTE INEN 2366 (2005)
	Tornillería en madera	NTE INEN 1256 (2013)
	Ensayo en uniones estructurales	NTE INEN 0605 (2013)
	Construcciones de madera	NCh1198:2014
	Planchas y tableros de madera	NCh762:1976
	Madera laminada	NCh2148:2013
	Propiedades de la madera	NCh3177:2008
	Uniones de madera	NCh3079:2007 ISO 6891:1983
	Preservantes de madera	NCh3060:2007
	Molduras de madera	NCh2100:2003

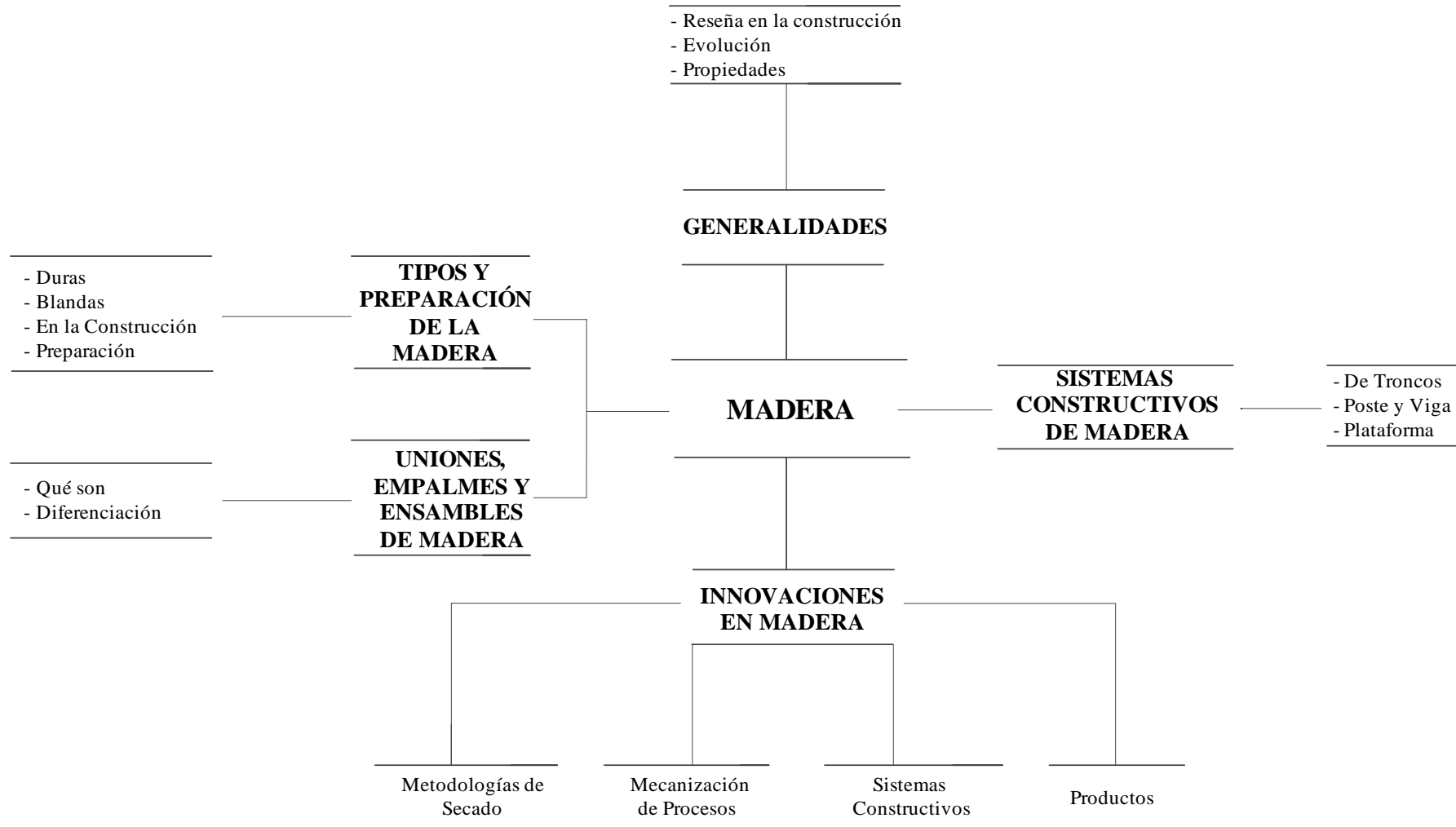
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 13 Linkografía de normativa de la madera

NOMENCLATURA	NORMA	LINK
INEN	Normativa del Instituto Ecuatoriano de Normalización	http://www.normalizacion.gob.ec/
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción	https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec8.pdf
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana	http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/alfabetico2013.pdf
NCh	Normativa Chilena	http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2017/03/Normas-Chilenas-de-construccion%CC%81n-en-madera.pdf

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.3.2 DIAGRAMA DE CONTENIDO DE LA MADERA



Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.3.3 GENERALIDADES DE LA MADERA

A través de la historia, la madera desde sus primeros vestigios de uso, se convirtió en un fuerte aliado de la prosperidad, evolución y crecimiento de la sociedad humana, teniendo registros que argumentan que, desde el mismo periodo neolítico, en el que el hombre no contaba con herramientas formales de trabajo, la madera se percibió como uno de los primeros materiales utilizados para la construcción.

En aquellos tiempos, las construcciones no brindaban seguridad, refugios de ramas secas, hojas grandes de árboles y plantas, fueron los primeros abrigos del ser humano ante la intemperie. A través de los siglos, con la invención de herramientas, las edificaciones evolucionaron hasta lograr notables mejoras, lo que es evidenciado en escritos de la época romana de donde se recopilan obras literarias que tratan sobre las cualidades, composición y uso de la madera. (Sun Abris, 2017)

Es probable que la imagen que se tiene de las antiguas civilizaciones griegas, romanas y egipcias han hecho pensar a muchas personas, que los materiales como el mármol, la piedra o el ladrillo en las construcciones civiles, eran representativas de todos esos pueblos, sin embargo, se ha demostrado que en las grandes ciudades, las viviendas más preponderantes eran construcciones familiares edificadas en madera sin tratar, creando una percepción negativa sobre su uso, debido a que causó incendios y desastres locales, por lo que paulatinamente fue sustituida por obras de adobe, ladrillo de arcilla, piedra entre otros materiales similares valorados por su durabilidad y solidez.

En sus inicios, la construcción de casas de madera, se realizaba apilando troncos horizontalmente, metodología que sigue llevándose a cabo en la época moderna, su uso, diseños y apariencia ha sufrido modificaciones, debido a que los constructores utilizan en su fabricación maquinaria de alta tecnología como: tornos, sierras de precisión y múltiples herramientas.

Actualmente, debido a diversos tratamientos mediante aditivos que existen para la madera, su uso como material de construcción ha crecido de manera importante, principalmente en los países de Europa Mediterránea, América del Norte y Sur, ya que se ha evidenciado el magnífico comportamiento en casos de incendio, donde las columnas de madera no se derrumban, sino que contrariamente se endurecen y evitan el derribe. (Interempresas, 2010)

Los principales métodos de construcción con madera en la actualidad son mediante troncos y casas prefabricadas de entramado ligero, promoviendo valores de estilo de vida saludable, seguro y sostenible, que implica un desarrollo e innovación técnica constante del producto y de sus materiales de fabricación. (Honka, 2017)

En el Ecuador, el uso de la madera desde siempre ha sido indispensable para la construcción, aprovechando las bondades naturales que tiene el país en su producción maderera, su utilización ha sido de manera exclusiva o combinándola con otros tipos de materiales. Desde los años ochenta, que el país participa en el Proyecto Andino de Desarrollo Tecnológico de los Recursos Forestales se ha incentivado su uso, como principal material de construcción en la arquitectura. (CAMICON, 2014)

Existen varias metodologías de construcción utilizadas, llegando al punto de realizar una serie de elementos prefabricados dentro del país, aunque todavía muchos componentes constructivos no puedan ser fabricados en la industria nacional, teniendo que importarlos por la demanda que existe al interior de la nación de estas edificaciones.

Una de las mayores empresas representativas de construcciones en madera en el Ecuador es MADESA, quien ofrece diversos tipos de obras, parcial o totalmente constituidas en este material, comercializando comúnmente las construcciones de chuncho (seike), roble, sandy rojo, arenillo y colorado, la mencionada compañía realiza también trabajos de construcción mixtos que pueden involucrar a otros tipos de materia prima, allegándolos con elementos de madera constituyéndose como complementos estructurales y de diseño según sea la necesidad o gusto del propietario. (MADESA, 2017)

Como es sabido, la madera proviene de los árboles, que son elementos naturales conformados por células que integran tejidos leñosos, distinguiéndose diversas partes en su estructura, las cuales le brindan las propiedades que posee, siendo muy particulares y muy diversas, entre las que destacan a grandes rasgos; anatómicas, físicas, organolépticas, químicas, de durabilidad, mecánicas entre otras. En realidad, se puede afirmar que no existen maderas de mala calidad, porque para cada tipo, se puede asignar un uso particular de acuerdo con sus características más relevantes, a continuación, se muestra una reseña de lo señalado. (Coto, 2015)

Tabla 14 *Propiedades de la madera*

PROPIEDADES DE LA MADERA		
ANATÓMICAS	Hacen referencia a su estructura anatómica que llevará a cabo una adecuada identificación físico-mecánica	Vasos o poros
		Fibras
FÍSICAS	Se relacionan con diversos comportamientos, cambios dimensionales y densidad específica	Células de parénquima
		Presión de agua
		Agua libre
		Agua atada
		Agua de constitución
		Contenido de humedad
		Densidad
QUÍMICAS	Tienen concordancia con los compuestos celulósicos que posee la madera	Celulosas
		Hemicelulosas
		Lignina
		Extraíbles
MECÁNICAS	Reseña el grado de elasticidad de la madera sin perder su forma inicial	Compresión perpendicular
		Flexión estática
		Cizalle
		Dureza

Fuente: *Ananías, 2009*

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.3.4 TIPOS DE MADERA

Existe un número importante de tipos de madera usadas en la industria constructiva, que a su vez ostentan diferentes propiedades y características entre sí, su elección depende de factores como el proyecto en el que se emplearán, y los métodos de carpintería utilizados. Muchos autores dividen a la madera en tres grupos principales: maderas duras, semiduras y blandas; mientras que otros, solo consideran su clasificación en dos; maderas duras y blandas, colocando a las semiduras distribuidas en estas agrupaciones. Por lo tanto, siguiendo el criterio de la mayoría de literatos, se registrarán únicamente dos tipologías de maderas para la elaboración de nuestro estudio.

Mediante el examen de las células, es factible identificar, una vez cortada la madera, si se trata de clase maciza o blanda. Las maderas blandas, se componen básicamente por células traqueidas que son las conductoras de la savia y representan el sostén físico, conformando la estructura elemental del árbol del que proceden. A diferencias de las blandas, las macizas o duras tienen una cantidad menor de traqueidas, pero presentan poros y vasos conductores de la savia y fibras que brindan el sostén. (Arquigrafico, 2016)

Las maderas blandas, tienen como característica, que proceden de árboles de rápido crecimiento, perennes, siendo algunas de las más conocidas el pino, cedro, abeto, olmo, álamo, ciprés etc. En la rama de la construcción, el término de madera blanda, no equivale necesariamente a menos resistencia, principalmente está referido a que esta tipología es más dúctil y por consiguiente su manufactura puede resultar más sencilla, por lo tanto es más ligera y de menor precio, siendo las más usuales en la fabricación de muebles y estructuras modulares, tienen menor durabilidad y en su procesamiento generan mayor cantidad de astillas.

Las maderas duras, generalmente son más resistentes que las maderas blandas, el trabajo con ellas, se considera más complicado por ser menos lisas y la superficie comúnmente posee irregularidades, sin embargo, con el uso de herramientas y maquinaria adecuada puede resultar menos problemática su manufactura. Son más manejadas en el rubro de la construcción y la ebanistería, por lo que los muebles fabricados con ellas, se consideran de calidad y con excelentes acabados. Su tratamiento es menos sencillo, pero su aspecto visual es más valorado, al igual que su resistencia al paso de los años.

Este tipo de maderas son procedentes de árboles con un crecimiento extenso, que retarda su madurez para poder ser talados, siendo una circunstancia que encarece su precio y disminuye su disponibilidad. (Arquigrafico, 2016)

En la República del Ecuador, los tipos de madera manejados con más frecuencia en la construcción son: chanul, arenillo y moral, para aspectos estructurales como columnas y vigas. En el proceso de encofrado, es utilizado el laurel; para tablonés y tablas preparadas se usa el colorado y el seike; para alfanjías y pingos, es usual el eucalipto. Desafortunadamente la tala excesiva, ha originado restricciones en el uso de algunas maderas como el bálsamo, chanul y mascarey, especies de árboles en peligro de extinción.

Dentro del ámbito de la construcción, se conocen los siguientes tipos de madera:

Columna y viga; Sección utilizada como estructura móvil en las edificaciones, se compone de madera maciza en forma rectangular de dimensiones variables.

Tabla; Elemento de madera rústica o decorativa, con dimensiones de 22 X 240 cm y 2 cm de espesor. Las tablas rústicas se utilizan en el armado de encofrados.

Tablón; Madera rústica o decorativa con dimensiones de 25 X 240 cm y 4 cm de espesor, dependiendo de su uso, se adquieren rústicos o tratados.

Tablero; Conjunto de tablas colocadas sobre dos cuartones paralelos para armar un rectángulo de 40 X 80 cm utilizado como base del encofrado en la fundición de concreto.

Cuartón; Madera de eucalipto con dimensiones de 4 X 6 cm y 250 cm de largo. Facilita el armado de encofrados y la realización de tableros.

Listón; Madera de 2 X 2 cm X 250 cm de largo. Permite alinear y sujetar las tejas en techos.

Pingo; Madera rústica de eucalipto con dimensiones entre 9 y 14 cm de diámetro, utilizada para el sostén temporal de encofrados de losas. (Modenese, 2016)

La madera utilizada para la construcción, requiere de un proceso de preparación para poder usarla, garantizando que sus características sean las adecuadas, empezando por la fase de corte que se da cuando el árbol llega a su madurez, bajando la circulación de savia, provocando deterioro en las ramas, posterior a esta, se realiza el secado, que consta de un periodo entre diez y doce meses, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona. El desarrollo de secado natural se realiza acomodando los trozos de madera maciza cortada en rumas, las cuales suelen integrarse con 500 o 600 unidades, con la finalidad de eliminar la excesiva cantidad de agua que contiene y que podría afectar la estabilidad dimensional de los elementos madereros, hasta que el grado de humedad sea menor al 15% para que se encuentre en estado óptimo de utilización.

Un secado idóneo, comienza con la apilación de la madera por debajo de una cubierta, para la protección de lluvia, el aire es el elemento que cumple la función más importante en este periodo, por lo que es necesario su correcta circulación, en el transcurso del tiempo de secado, el contenido de humedad va disminuyendo de tal forma que se genera un líquido viscoso en la base de la pieza de madera, esto es indicio que la humedad ha llegado a disminuir en un 80%. Una vez transcurrida esta fase, los elementos son sometidos a la canteadora, que permitirá obtener aristas rectas para posteriormente ser trabajados en una cepilladora que eliminará imperfecciones y astillas. (Modenese, P. 2016)

2.3.5 UNIONES, EMPALES Y ENSAMBLES DE MADERA

Particularmente una construcción de madera, se integra por diversas piezas estructurales que requieren unirse entre sí, para obtener un sistema estructural completo. Unir varias piezas de madera, es conocido como unión, teniendo como principal función, darle continuidad a las fuerzas que se ejercen sobre ellas.

La unión estructural, evita que se desplacen las piezas integradas, convirtiendo todos los elementos en una unidad. Debido a sus medidas comerciales, las uniones resultan muy comunes, ya que en la mayoría de casos, no existen componentes de madera justos a la medida exacta de los requerimientos en obra, por lo tanto, se llevan a cabo por medio de accesorios o elementos que nos permiten juntar las piezas madereras, las mismas que transmiten las fuerzas que se ejercen en cada uno de estos elementos, como el caso de pernos, clavos, tornillería, etc. (UNAM, 2016)

Como empalme se conoce a un tipo de unión de varias piezas de madera, con la intención de lograr una mayor longitud, pudiendo usar elementos adicionales para la sujeción o simplemente acoplando las piezas. Los empalmes más resistente y seguros, se acompañan de pegamento, puntillas o tornillos, y tarugos. Su realización demanda alguna maquinaria con mano de obras especializada, debido a su complejidad constructiva.

Por otro lado, se le conoce como ensamble, a la unión de dos o más piezas de madera que forman ángulos debido a su seguridad, los ensambles se utilizan ampliamente en este ámbito constructivo, al igual que los empalmes se pueden utilizar elementos de fijación entre una pieza y otra o en algunos casos el ranurado garantiza una adherencia entre elementos, generando diversos tipos de técnicas para su construcción. (teycuber, 2017)

2.3.6 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MADERA

La madera desde siempre ha sido uno de los principales materiales utilizados en la construcción por las múltiples ventajas que ofrece, en la actualidad, se puede observar una evolución muy significativa en los métodos constructivos, encontrando a su vez muchas alternativas estructurales y de diseño, que satisfacen a las necesidades de cada usuario. A continuación, se denota los sistemas constructivos más utilizados.

El sistema de plataforma, como su nombre lo indica proviene de la técnica que se utiliza en su montaje, es decir, la estructura es levantada planta por planta, de esta forma los pisos actúan como plataformas, el proceso de construcción comienza con el acoplamiento del piso sobre la cimentación, el cual se lo realiza con impermeabilización, de manera que, la humedad del cimiento no pueda dañar a la madera. Posterior a este, se procede a armar el entramado de piezas verticales, que básicamente es la estructura de la construcción, el cual es prefabricado de acuerdo al diseño de la vivienda, ya que tiene en él los espacios necesarios para la colocación de puertas y ventanas, la cubierta es del mismo tipo de entramado, debiendo colocarse materiales que no excedan el peso soportante, a continuación se colocan los paneles en los espacios acordes, al igual que las instalaciones y láminas térmicas de roca o de vidrio que quedan perdidas dentro de los paneles de lado y lado.

La ligereza y las propiedades de la madera, hacen de este tipo de construcciones, una forma de edificación estable, además de que por ser construida de este material se consigue un ahorro energético significativo y con criterios sostenibles, entre los inconvenientes de la metodología, encontramos el poco aislamiento al ruido, ya que los paneles son muy ligeros, como en todas las construcciones de madera, deben ser tratadas para no ser atacadas por agentes externos, ni tener una degradación paulatina (madera21, 2016). Este tipo de sistema constructivo, es utilizado para viviendas de altura media, son muy económicos y se pueden utilizar en zonas sísmicas, ya que al ser un sistema ligero, no transmiten tanta energía, siendo flexibles y dispersando la energía. (Santiago Inat, 2011)

El sistema de construcción mediante troncos, es el más antiguo, se realiza entrecruzando troncos con sujeción metálica y de ensambles, consta de muy buena aislación térmica, pero estructuralmente, no es muy eficaz ya que al ser montados los troncos de forma perpendicular a la fibra de la madera, pierde resistencia (madera21, 2016), sin embargo existe también el método de construcción, donde se colocan de manera vertical.

Con respecto a la construcción, en lo que cabe a la cimentación, no cambia de la manera tradicional, aunque se necesita una mayor superficie de apoyo, pero es indispensable la impermeabilización, ya que al ser una secuencia, se tiende a humedecer uno y por ende los demás. Las paredes son levantadas paulatinamente apilando un tronco sobre otro y asegurándolos entre ellos mediante elementos metálicos como clavijas internas, así como también por el ranurado que debe acoplarse a la forma del elemento inferior. En las esquinas se produce un encuentro entre los elementos de madera que se aseguran mediante un empalme, que puede generarse de diversas maneras, ya que es aquí donde se origina la protección estructural de este sistema constructivo. (madera 21, 2016)

Este tipo de viviendas se construyen en gran número en zonas con temperaturas muy extremas y que tienen poca accesibilidad, adquiriendo la materia prima en el mismo sector de la edificación, un ejemplo de aquello es la zona de Europa del Este y Rusia, donde encuentran temperaturas por debajo de los menos cinco grados centígrados y no poseen un medio de llegada al sitio.

El sistema de construcción de poste y viga, es el más utilizado y eficaz en el sentido estructural, brindando máxima seguridad en lo que a construcciones de madera se refiere, consiste en formar una estructura de postes y vigas de amplio espesor, con lo que se logra edificar luces extensas proyectando ambientes muy amplios. (madera21, 2016)

En este sistema, se tiene una gran libertad de diseño, puede realizarse la construcción de varios niveles en altura sin riesgo alguno, además permite la inclusión de otros materiales en la edificación de paredes y pisos consiguiendo con esto, dotar al inmueble de propiedades que solo con la madera pueden tener características no acordes al confort del usuario, además se requiere de un tratamiento adecuado de la madera y transporte especializado de la misma. (madera21, 2016)

2.3.7 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN MADERA

Las innovaciones tecnológicas en la industria de la madera según el análisis desarrollado tienden hacer frente a la competencia creciente de otros materiales como plásticos, metales y hormigón. En consecuencia, la industria forestal está ahora en condiciones de suministrar productos de alta calidad, como madera aserrada normalizada y garantizada, tableros compuestos, madera encolada y laminada y productos madereros industriales. En algunos sectores de aplicación particularmente importantes, como la construcción, técnicas avanzadas de encolado estructural han permitido que esta mejore su imagen hasta el punto de competir con el hormigón y el acero.

Las nuevas tecnologías han conducido a una redistribución del mercado dentro del sector constructivo, por ejemplo, los tableros de partículas de madera o de fibra han sustituido parcialmente a los contrachapados tradicionales, igualmente a elementos macizos en ciertos sectores del mobiliario, así también los tableros de fibra de densidad media (MDF) han suplantado a los tableros de partículas tradicionales e incluso a la madera maciza en muchas aplicaciones mobiliarias, es así como inclusive los tableros de virutas orientadas (OSB) han ocupado parte del mercado de contrachapados para usos estructurales en la construcción. (Christian Sales, 2012)

Los adelantos más significativos en la industria maderera se producen mediante la mecanización de procesos, impulsados por la incorporación de procedimientos industrializados que son complementados con herramientas informáticas, es así como la serrería alcanza un punto de producción inimaginable para la década anterior permitiendo adelantos considerables en la calidad, cantidad y costo del producto terminado.

El secado constituye otra innovación importante, que en la actualidad se basa en el control de temperatura y humedad con ventilación forzada, dejando obsoletos a mecanismos de desecación en cámaras por su lentitud, dependiendo de las características de la madera, se están implementando mecanismos tecnológicos de última generación como el secado al vacío con vapor sobrecalentado y mediante calentamiento por alta frecuencia seguido de un ciclo al vacío.

La evolución de los productos químicos complementarios dispone ahora de una gama muy amplia que satisfacen las exigencias técnicas de las condiciones de uso y las derivadas de la problemática industrial. Los productos disponibles van desde colas termofusibles hasta componentes que se endurecen con el calor. En cuanto a los acabados, los problemas vinculados al uso de solventes orgánicos se han resuelto parcialmente mediante materiales complementarios con alto contenido de extractos secos o gracias a sistemas en fase acuosa en el sector de pinturas, barnices e impermeabilizantes, dejando la proyección a futuro a la creación de artículos que mejoren las cadenas de acabado mediante elementos aplicados en una sola capa en lugar del sistema clásico de tres capas sucesivas. (Christian Sales, 2012)

Con respecto a los sistemas constructivos, mediante innovaciones se ha buscado el perfeccionamiento de procesos y de la velocidad de construcción, por tanto los sistemas de panel y de madera laminada constituyen el avance más significativo en este campo, por ser de fácil edificación sin mano de obra calificada, ya que la mayoría de sus elementos son prefabricados.

Entre estos sistemas encontramos las edificaciones con Paneles Estructurales Aislados (SIP), que se basan en construcción en seco, estos se componen de dos placas de OSB unidas por un núcleo de espuma rígida de poliestireno de alta densidad (EPS), brindando ventajas en eficiencia, rapidez y seguridad constructiva, y a su vez presenta variedad de materiales enfocados a cada segmento específico de la vivienda. El sistema laminado, ofrece la construcción de grandes luces, pudiendo fabricar piezas con cualquier longitud, ya que son elementos conseguidos mediante la unión de tablas o láminas a través de sus cantos, caras y extremos, con sus fibras en la misma dirección, conformando un elemento no limitado en escuadría ni en largo, y que funciona como una sola unidad estructural. (madera21, 2016)

2.4 METAL

2.4.1 APARTADO BIBLIOGRÁFICO DEL METAL

Tabla 15 Bibliografía general del metal

CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	PROCEDENCIA
LIBROS	Modelo de Conexiones de Acero	Chavez, D.	México (2008)
	Diseño de Estructuras Metálicas	Fratelli, M.	Venezuela (2008)
	Ventajas de las Estructuras Metálicas	MABASA	México (2015)
	Medios de Unión de Estructuras Metálicas	Picazo, A.	España (2007)
	Diseño de Estructuras Metálicas	Williams & Harris	España (2015)
	Soldador de Estructuras Metálicas	SENCICO	Perú (2013)
	Diseño y Cálculo de Estructuras	Saúl Días Godínez	México (2008)
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	Conexiones Típicas de Estructuras de Acero	Arquitectura + Acero (Latinoamérica)	Brasil (2017)
	La Estructura Resistente en la Arquitectura Actual	Javier Manterola Armisén	España (1998)
	Las Estructuras Metálicas, El Arquitecto y la Supervisión	Cesar Jorge Carpio Utrilla	México (2005)
	Guía Práctica Para el Diseño de Estructuras de Acero	María de los Ángeles Duarte	Ecuador (2016)

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Tabla 16 Bibliografía del metal en bibliotecas de universidades locales

ENTIDAD	CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	CÓDIGO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	LIBROS	Diseño de estructuras metálicas	McCormac, Jack C.	10B06017
		Estructuras espaciales de acero	Z. S. Makowski	5B00149
		Fundamentos para el cálculo y diseño de estructuras metálicas	García, Jaime Marco	3B01867
		Diseño práctico de estructura de acero	Delfino Rodríguez Peña	5B01193
		Diseño de estructuras de acero Método LRFD	McCormac, Jack C.	10B06013
		El proyectista de estructuras metálicas	Nonnast, Robert	10B06046
UNIVERSIDAD DEL AZUAY	LIBROS	Centro de formación en nuevas tecnologías	David Phillips, Megumi Yamashita	69849
UNIVERSIDAD DE CUENCA	LIBROS	Edificios con Estructura Metálica	Konrad Gatz, Franz Hart	70606
		El Hierro en la Construcción	Mariano Hernández	7142237
	MANUALES	Guía Práctica para el Diseño de Estructuras de Acero	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	116578

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Tabla 17 Normativa de construcción de metal utilizada en Ecuador

<i>NORMA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CÓDIGO</i>
<i>NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN</i>	Cargas no sísmicas	NEC-SE-AC
	Cargas sísmicas	NEC-SE-CG
<i>NORMAS DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE PRUEBAS Y MATERIALES</i>	Columnas y Vigas	AISC 360-10
	Factores de Resistencia	AISC 360-10
	Placas de Continuidad	AISC 360-10
<i>SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA</i>	Procedimiento de soldadura	AWS D1
	Ensayos estructurales	AWS D1
<i>INSTITUTO NACIONAL ESTADOUNIDENSE DE ESTÁNDARES</i>	Conexiones	ANSI/AISC 358-05
	Procedimiento de soldadura	ANSI/AISC 341-05

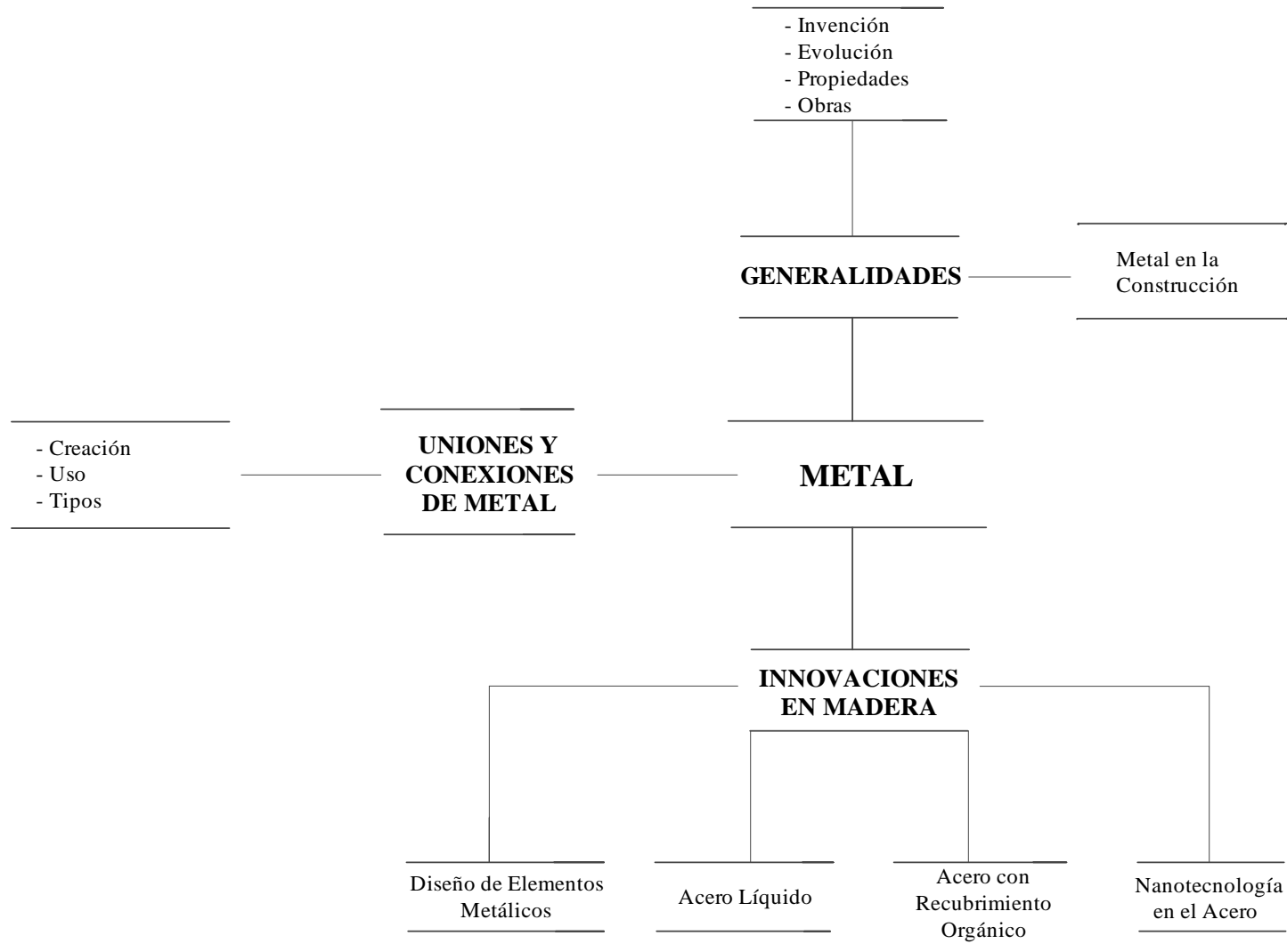
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Tabla 18 Linkografía de normativa del metal

<i>NOMENCLATURA</i>	<i>NORMA</i>	<i>LINK</i>
<i>NEC</i>	Norma Ecuatoriana de la Construcción	https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/
<i>AISC</i>	Normas de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales	http://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/especificacion_ansi-aisc_360-10_para_construcciones_de_acero.pdf
<i>AWS</i>	Sociedad Americana de Soldadura	http://www.soldaceros.com.pe/wp-content/uploads/2015/09/ANSI-AWS-D1.1.-2000.pdf
<i>ANSI</i>	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares	https://aceroplatea.es/docs/comites/documento5_86.pdf

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

2.4.2 DIAGRAMA DE CONTENIDO DEL METAL



Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.4.3 GENERALIDADES DEL METAL

La fecha en que se inició el trabajo con hierro es desconocida, se cree que fue por parte de los egipcios alrededor del año 3000 A.C., donde se implementó una técnica de fundición del elemento, pero para el año 1000 A.C. los griegos ya realizaban su endurecimiento a través de sus armas, mediante aleaciones que hoy en día denominamos hierro forjado. El material era introducido en hornos de altas temperaturas, conjuntamente con carbón vegetal, de tal manera que su resultado era una masa impura a la cual antes de enfriar daban forma mediante golpes, para expulsar las impurezas, ocasionando la creación del acero en lugar del hierro forjado. (Alejandro Concha, 2010)

Por el siglo XIV, la producción de acero se incrementó notablemente y se empezó a utilizar en otras aplicaciones, pero es hasta el año de 1856 donde Sir Henry Bessemer, crea el acero más parecido al que tenemos en la actualidad, usando para ello otros componentes. Para nuestros días, los procesos de creación han mejorado su calidad y utilidades, para convertirse en la actualidad en el material más importante de la industria y construcción. En consecuencia se puede nombrar al acero como una aleación de distintos materiales, mientras que el hierro sería el metal principal con el que se forma. (Alejandro Concha, 2010)

El proceso de fabricación del acero, tiene cuatro etapas: la producción de arrabio, metalurgia primaria y secundaria, colada y laminación en caliente. En la rama de la arquitectura, es bien conocido que la planificación de una obra es de vital importancia; pero el éxito fundamental de aquella se enfoca en la elección del sistema estructural, por lo que, para su aplicación se debe realizar un análisis de factibilidad que deberá considerar los siguientes elementos por orden de importancia: peso de la propia estructura, prontitud de construcción, altura de entresijos, valor de rescate, control y calidad de materiales y modificaciones. (MABASA, 2015)

Como ejemplo entre las primeras obras y una de las más relevantes, encontramos a la conocida Torre Eiffel, una obra majestuosa construida e inaugurada el 31 de agosto de 1889 en la ciudad de París por Gustav Eiffel, tiene 314m de altura y se empleó alrededor de 700 toneladas de acero. Esta obra se construyó por la conmemoración del centenario de la Revolución Francesa, para lo cual se presentaron muchos proyectos, entre los que figuraba la construcción de una torre metálica que se podría divisar desde cualquier punto de la ciudad, la construcción tuvo el rechazo de la comunidad parisina, pero tras tres años de construcción y polémicas fue edificada. (Leonardo Benévolo, 2004)

Durante un largo periodo, la torre fue la construcción de mayor altura en el mundo, su edificación está asentada en cimientos de hormigón, en cuatro pilares que utilizan un sistema de prensa hidráulica, siendo su característica fundamental la ligereza, ya que su peso de 700 toneladas, es inferior al peso de la masa del aire que corta, para la concepción de la obra se usó en su mayoría el hierro forjado y colado sin revestir. Es un elemento abierto, que deja circular el aire libremente, brindando una mayor levedad, comprobado al soportar hasta vientos huracanados, con una inclinación máxima de 12cm de la estructura en el caso más extremo. (Leonardo Benévolo, 2004)

Las estructuras metálicas, se han convertido en componente primordial en la industria constructiva, siendo utilizadas en la gran mayoría de edificaciones, tanto por sus propiedades como por sus características, que son significativamente fiables a lado de otros materiales de construcción.

La alta resistencia mecánica, es una propiedad muy importante, ya que los elementos estructurales son muy ligeros para la función que desempeñan, pudiendo otorgar el beneficio de construcciones de grandes luces y estructuras que no se pueden crear con otros materiales.

La homogeneidad del material, cumple un papel fundamental, garantizando la alta fiabilidad en obra.

Una estructura metálica no es inflamable, por lo que ofrece una mayor garantía en caso de incendio a comparación de distintos materiales, a pesar de que, una vez al calor, pierde en cierto grado su resistencia.

Las estructuras metálicas son sismos resistentes, por lo que pueden soportar fuerzas transmitidas por movimientos telúricos, evitando el desplome de la construcción.

La ductilidad, es preponderante al proporcionar a una estructura metálica la cualidad de soportar cargas o esfuerzos muy altos sin perder al final su forma, asegurando el diseño de la misma. (Quintero F. & Cudós V, 1990)

Los perfiles metálicos se han constituido como los componentes metálicos más utilizados en la construcción, estos son elementos prefabricados de acero, los cuales adoptan formas que se acoplan a las necesidades constructivas de las edificaciones y que de acuerdo a la posición que tienen en la estructura, presentan características de trabajo para el soporte de esfuerzos, ya sea de flexión,

compresión, pandeo, etc. utilizados en piezas estructurales y de conexión, tales como, columnas, vigas, amarres, etc. Se encuentran en una alta gama de modelos, los cuales presentan diferentes propiedades exclusivas de cada uno e inclusive dependiendo de la cantidad, se puede solicitar la fabricación de elementos según la necesidad. En el Ecuador, el uso de perfiles metálicos se encuentra en auge, aunque en el país no se fabrican todos los modelos de perfiles, su uso se halla en el 80% de construcciones en general.

2.4.4 UNIONES Y CONEXIONES DE METAL

En las construcciones metálicas, es imprescindible enlazar adecuadamente entre sí los materiales para formar barras o elementos compuestos, para ser fijados en su posición final.

Se denomina unión o costura de fuerza, a la que tiene como propósito fundamental, transmitir la carga de un perfil a otro, o de una barra a otra; y, uniones de costura de acoplamiento, aquellas que mantienen la unión entre los perfiles que forman la barra compuesta.

Todas las uniones se consideran puntos delicados en la estructura metálica, por ello su previsión en el proyecto es imprescindible. No siendo permisibles su alteración en minoría de cantidad en los sitios previamente destinados; el número de ellas debe ser lo estrictamente necesario y ejecutarlas con plena garantía e inclusive en algunos casos es necesario aumentar la cantidad de puntos de soporte en las uniones, dando mayor sujeción de un elemento a otro. (Picazo, 2007)

Según criterios constructivos profesionales se considera tipos de unión, al que se realiza mediante soldadura y al que posee elementos de sujeción, teniendo en cuenta que estos últimos pueden fabricarse con distintos dispositivos que aseguren su trabajo, es decir se los puede realizar mediante remaches, elementos atornillados y pasadores siendo los más recomendables ya que se garantiza de que varios componentes pueden asegurar que la unión no fracase en su totalidad, brindando mayor calidad, y sin requerir mano de obra calificada, al contrario de la unión soldada, que siempre se presenta en un solo módulo compacto, por lo que, si fracasa, se estaría malogrando absolutamente la unión de la superficie.

Las uniones remachadas, constan con un vástago provisto generalmente de una cabeza de asiento esférica, que se introduce en las perforaciones, que tienen como finalidad unir planchuelas, chapas o perfiles previamente perforados. Al introducirlos se les formará una nueva cabeza,

consiguiendo cerrar la unión. Los materiales utilizados con mayor frecuencia en la construcción con roblones y remaches son generalmente: cobre, hierro dulce, aluminio o acero.

Al formarse la segunda cabeza, se crea un roblón, este se genera mediante prensa hidráulica, herramientas de aire comprimido, o a mano. Los remaches utilizados en la construcción de estructuras metálicas son de cabeza semiesférica, los agujeros del roblón o para el roblonado normalmente son un milímetro mayor que los remaches, estos deben ser realizados por medio de un taladro y nunca por punzonado, que podría originar roturas. (Capote, 2009, págs. 1-2)

Las uniones realizadas con tornillos, son eminentemente las que se realizan con mayor velocidad en su ejecución, siendo utilizados principalmente los ordinarios o tornillos negros, los calibrados o ajustados y los de alta resistencia. La forma de trabajo es muy similar en las tres clases entre sí y con los roblones, por lo que los cálculos de las costuras y su morfología se pueden realizar de manera vinculada.

El uso de arandelas resulta necesario, esto evita que la terminal o la rosca del tornillo lleguen a penetrar en el agujero y se produzcan tensiones mayores a las calculadas por aplastamiento. Cuando la construcción está enfocada a esfuerzos dinámicos, se deben emplear arandelas de seguridad y el agujero deberá ostentar un diámetro no mayor a 1 mm que la espiga del tornillo. (Picazo, 2007)

Las uniones que utilizan pasadores, están diferenciadas por la función que llevan a cabo en la unión de las piezas, los pasadores de fijación son elementos que sin emplear tracción ajustan los componentes metálicos, reduciendo los movimientos. (Capote, 2009)

El tipo de unión soldada, se realiza juntando dos piezas de manera perfecta entre sí, mediante la utilización de calor, que puede implicar o no el uso de presión. El material con el que se lleva a cabo la junta, puede o no ser de la misma composición que la de los metales que se unirán.

Un procedimiento antiguo es el conocido como soldadura por forja, que se realiza por medio del calentamiento de las piezas a unir, hasta lograr la fusión o fundición de los mismos, permaneciendo unidas de esta manera. En la actualidad, los métodos más utilizados son realizados por el calor de combustión de gas acetileno, aplicando oxígeno, o por medio de paso de corriente, a través de un arco eléctrico. Existen múltiples variantes de metodologías de soldadura, con lo que es factible soldar prácticamente todo tipo de metal y muchas aleaciones, con reducidas excepciones. Los más usuales en

las industrias, son los relacionados con la soldadura de arco eléctrico, soldadura autógena, soldadura TIG, Soldadura MIG y soldadura fuerte. (Picazo, 2007)

Se entiende por conexión, la composición de elementos estructurales y de unión, con el objetivo de transmitir fuerzas entre dos o más piezas, extremos o bordes, que pueden incluir angulares, planchas, pernos, remaches y soldadura utilizada. (AISC, 2010)

Se consideran tres principales tipos de conexiones metálicas: conexiones rígidas, semi-rígidas y flexibles, pero para el objeto de estudio, hemos visto pertinente incluir en esta clasificación, las conexiones metálicas a cimentación, ya que cumplen la función principal al momento de afianzar en general toda la estructura con el suelo.

La conexión a cimentación, une la estructura metálica con cualquier tipo de cimentación que contenga elementos de sostenibilidad estructural para poder realizar la fijación, en la mayor parte de casos, se realizan conexiones de elementos estructurales metálicos como columnas, a plintos aislados de hormigón construidos con elementos predispuestos para la fijación con metal, mediante atornillamiento o suelda, según sea el caso particular, siendo justamente esta, la clasificación de este tipo de conexiones, por la forma en que el nodo de cimentación se une a la zona integral de empalme de vigas y columnas metálicas. (AISC, 2017)

Las conexiones rígidas, son conocidas también como uniones de momento, por ser utilizadas para solidificar los empotramientos de nodos de los pórticos rígidos, por lo tanto no permiten que se pierda el ángulo de los ejes entre los elementos que se están conectando, teniendo la capacidad de transmitir hasta el 100% de los instantes flectores.

Las conexiones rígidas, se logran utilizando uniones empernadas, o con soldadura de las alas y el alma de la viga soldada a la columna, adquiriendo más resistencia, si se refuerza el alma de la columna utilizando rigidizadores. (Fratelli, 2008)

Una conexión articulada o flexible, permite la rotación entre los elementos conectados, este tipo de conexión, se puede realizar mediante la sujeción con pernos o también mediante soldadura. En las conexiones articuladas, existe la opción de conectar sus componentes por medio de pernos en el ángulo superior, logrando mayor restricción a la rotación, al igual que otra posibilidad de crear uniones flexibles, es conectando el ala al alma de la viga, por medio de ángulos dobles. (Richard Rogers, 2007)

Las conexiones semirrígidas, representan una modalidad intermedia en los tipos de conexiones de la construcción. Confieren un grado de restricción de alrededor de un 75%, tomando como base el caso del empotramiento perfecto. Esta modalidad de enlace, logra materializarse por medio de ángulos empernados, siendo su comportamiento considerado muy complejo, combinando la factibilidad de que una parte de los elementos de conexión resisten momentos flectores de una dimensión vigilada, entretanto otra parte resisten el corte. (Chavez, 2008)

2.4.5 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN METAL

Mediante la revisión bibliográfica, podemos llegar a relacionar criterios de autores los cuales nos relatan que la innovación sobre el acero está cada vez más en presente en el día a día, ya que constituye el material con el que se proyecta estructuras alrededor de todo el mundo, se han realizado numerosas investigaciones que están brindando frutos innovadores en la industria, que a continuación se mencionan.

Recientes investigaciones reflejan las ventajas que ofrece la nanoingeniería y su técnica aplicada, la nanotecnología, al acero. Los metales pueden llegar a ser hasta diez veces más fuertes y con más resistencia a la corrosión gracias a esta técnica que dota a los materiales de nuevas propiedades durante los procesos de fabricación. En lo que respecta a la industria constructiva su aplicación podría servir para la construcción de puentes y otras infraestructuras ya que su resistencia se vería multiplicada y su durabilidad sería superior. (Integralia, 2017)

Otra innovación en metal, se trata de la creación de una clase de acero con recubrimiento orgánico que ofrece soluciones sostenibles en la construcción, gracias a la carencia de metales pesados y otros más contaminantes, consiguiendo con esto construcciones más eficientes desde el punto de vista energético: prolonga la vida del cerramiento y reduce la temperatura superficial de la cubierta en climas cálidos y soleados.

Una metodología que aún se encuentra en desarrollo, es la creación de acero líquido para la construcción, con este material se tiene por objeto facilitar la creación de formas rígidas que hasta la actualidad se podían producir solo en fábricas o talleres especializados, brindando una mejora sustancial en tiempo y recursos. En definitiva, el acero se ha convertido en un material versátil sobre el que la ciencia vuelca su interés y que está demostrando sus enormes capacidades en la construcción de estructuras metálicas y en general, mediante la combinación o aleación con otros metales que le brindan propiedades extras.

2.5 TIERRA

2.5.1 APARTADO BIBLIOGRÁFICO DE LA TIERRA

Tabla 19 Bibliografía general de la tierra

CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	PROCEDENCIA
LIBROS	Materiales de Sistemas Constructivos de Tierra Cruda	Rivera, J.	Colombia (2012)
	Construcción de Muros en Tapia y Bahareque	SENA	Colombia (2015)
	Bahareque como ejemplo de sostenibilidad	Alzate, J. & Osorio, J.	Colombia (2014)
	Compactación de Suelos	UCV	Chile (2015)
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	La Piel de la Arquitectura de Tierra	Isolina Díaz Ramos	España (2015)
	Tapia Pisada	Alto del Viento	España (2012)
	Informes de la Construcción con Tierra	CSIC	España (2011)
	Terra Award	Glocal	México (2017)
	La Arquitectura Construida con Tierra	David Rivera Gámez	España (2009)
	Tierra Apilada Compactada Para la Edificación Sostenible	Luis Guerrero	Chile (2013)
	Cincuenta Años de Investigación en Torno a la Construcción con Tierra	Luis Maldonado Ramos	España (2006)
	La Arquitectura de Tierra en Chunchi - Ecuador	Mary Jadán	Ecuador (2017)
	Arquitectura de Tierra en el s. XXI	Guillermo Casarez Ruiz	España (2012)
	Bloques de Tierra Comprimida	Fernando Galíndez	España (2007)

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 20 Bibliografía de la tierra en bibliotecas de universidades locales

ENTIDAD	CATEGORÍA	TÍTULO DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	AUTOR DE FUENTE BIBLIOGRÁFICA	CÓDIGO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	LIBROS	Construir con adobe	Berenice Aguilar Prieto	5B01237
	MANUALES	Manual de construcción con tierra	Gernot Minke	5B01328
UNIVERSIDAD DEL AZUAY	LIBROS	Determinación de la capacidad de muros portantes en bahareque	Carlos Andrés Tuapante Quintuña	T11520
		Utilización del adobe en la construcción	Patrick De Sutter Esquenet	18608
		Arquitectura tradicional en Azuay y Cañar	Mónica Pesántes Rivera ; Iván González Aguirre	14673
UNIVERSIDAD DE CUENCA	LIBROS	Patrimonio y Arquitectura en Tierra	Cecilia López Pérez	108374
		La Tierra Material de Construcción	Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales	74970
		Tierra, sociedad, comunidad:	María Cecilia Achig, Gabriela Barsallo y Silvana Vintimilla	117041
	MANUALES	Manual de Construcción en Tierra	Gernot Minke	104163

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Tabla 21 Normativa de construcción de la tierra utilizada en Ecuador

<i>NORMA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CÓDIGO</i>
NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN	Requisitos Para la Construcción y Estabilización de Tierra	NTE E 080
NORMA TÉCNICA PERUANA	Definiciones, Condiciones Generales y Requisitos Para Construcción de Tierra	NTP 331.201
	Procedimiento de Ensayos de Tierra	NTP 331.202
	Muestreo y Recepción de Tierra	NTP 331.203
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA	Caracterización y Métodos de Ensayo de Bloques Comprimidos	NTC 5324
NORMA DE CONSTRUCCIÓN AMERICANA	Reglamento de Construcción de Tierra	NMAC 14.7.4
NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN CHILENA	Materialidad, Sistemas de Construcción y Elementos de Tierra	NCh 3332
	Metodología Estructural en Construcciones de Tierra	
	Comportamiento Mecánico del Material	
	Análisis Estructural	
UNA NORMA ESPAÑOLA	Tamaños de Elementos, Consistencia CE90:CG101	UNE 41410
	Bloques de Tierra Comprimido	

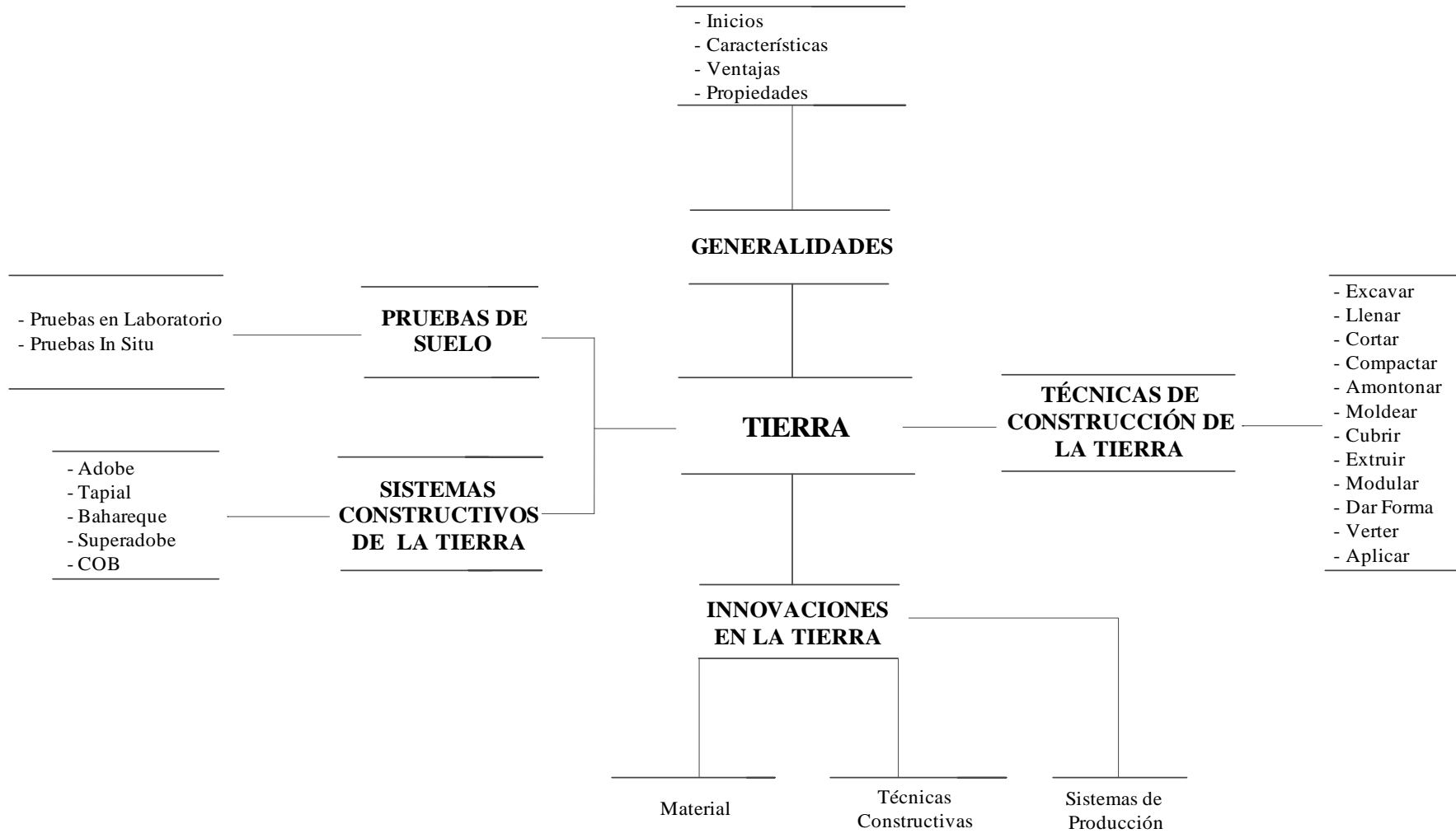
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Tabla 22 Linkografía de normativa de la tierra

<i>NOMENCLATURA</i>	<i>NORMA</i>	<i>LINK</i>
NTE	Norma Técnica de Edificación	http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376
NTP	Norma Técnica Peruana	http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiPw9
NTC	Norma Técnica Colombiana	https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5324.pdf
NMAC	Norma de Construcción Americana	http://164.64.110.239/nmac/parts/title14/14.007.0004.htm
NCh	Norma de Construcción Chilena	http://www.ingenieros.cl/wp-content/uploads/2014/05/Presentacion-presidente-Comision-de-Construccion-Patrimonial-Sergio-Contreras.pdf
UNE	Una Norma Española	http://www.bioarkiteco.com/uploads/1/1/3/2/11328176/une_414102008.pdf
	Normativa de Construcción con Tierra en el Mundo	http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/1262/1347

Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

2.5.2 DIAGRAMA DE CONTENIDO DE LA TIERRA



Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.5.3 GENERALIDADES DE LA TIERRA

La tierra como material de construcción, ha sido valorada significativamente desde tiempos inmemorables, es así que las civilizaciones de la época antigua, realizaban sus construcciones con ella, utilizando diferentes técnicas, en Europa siguen teniendo auge este tipo de edificaciones como tradición constructiva, por sus beneficios naturales y como alternativa ecológica.

En nuestro continente, la construcción de tierra tuvo auge especialmente en el Perú; desde la época prehispánica y hasta la época contemporánea, siendo toda una tradición. Existen varios testimonios valiosos que lo constatan, como las ruinas de Chan-Chan, Paramonga y Pachacámac. (Tavera, 2017)

Al paso de varios centenares de años, las edificaciones de tierra han constituido un sistema constructivo muy proliferado, existen evidencias de su efectividad plasmadas en obras que se encuentran aún de pie; pese a las actividades sísmicas, sin haber sufrido daños atribuibles a las mismas, sino más bien al tiempo.

A pesar de las múltiples construcciones antiguas que permanecen erguidas, paradójicamente en la época moderna, existe un número importante de pérdidas humanas debido a las obras realizadas en tierra. Lo que hace reflexionar, que la técnica que tradicionalmente se utilizó, se ha perdido gradualmente a través del tiempo. En el Ecuador hasta la década de los ochenta, las construcciones de tierra cumplían un papel primario en la vivienda familiar, es así, que hasta la fecha en muchas ciudades existen edificaciones con este material; en la actualidad, con la presencia de otros elementos de construcción, la tierra se ha venido a menos en su utilización, aunque se mantienen como patrimonios, en especial en la zona central del país.

Actualmente se dispone de diseños sismo – resistentes para algunas técnicas constructivas de tierra de una y hasta dos plantas, la normatividad para llevar a cabo este tipo de edificaciones es muy amplia, principalmente en los países desarrollados, donde se pueden presentar un sin número de problemas técnicos, legales y procedimentales para ejecutar una obra con este material, no así en nuestro país que no existe normativa sobre inmuebles de este tipo, por lo que se adopta ciertos parámetros normativos de países vecinos y de los Estados Unidos. En ese sentido, estudiar el problema normativo para las construcciones con tierra a nivel internacional, obligaría al análisis reglamentario de alrededor de ciento cincuenta y cinco países, distribuidos en los cinco continentes.

La arquitectura con estructura de tierra ha evolucionado cada vez más, tanto en sus técnicas constructivas como en materiales complementarios o agregados, por lo que entre las razones que se han mantenido vigentes este tipo de obras podemos mencionar: la abundancia de materia prima, economía en el proceso de construcción, cualidades bioclimáticas que presentan sus edificaciones y la armonía de su interrelación con el medio ambiente. (glocal, 2017)

Hay que destacar que las construcciones de tierra llevan muchas ventajas y poseen propiedades únicas en comparación con los otros materiales de construcción, en general las bondades que brinda una obra de este tipo, no se presentan en ningún otro caso, inclusive en países muy desarrollados se sigue implementando esta forma de construir por los beneficios mencionamos en la siguiente síntesis.

Tabla 23 *Beneficios de la construcción de tierra*

VENTAJAS Y PROPIEDADES DE LA CONSTRUCCIÓN DE TIERRA		
VENTAJAS	Fácil obtención de materia prima	
	Material que no contiene ninguna sustancia tóxica	
	Material respetuoso con el medio ambiente	
	Posee propiedades térmicas	
	No tiene costo	
	Es un material ininflamable, no se pudre ni le afectan los insectos	
	Evita condensaciones	
PROPIEDADES	Es aislante acústico	
	Plasticidad	Se refiere a la característica de amoldar el material, según la necesidad constructiva
	Cohesión	Es la cualidad por la que las partículas internas se mantienen unidas y se pueden adaptar a la forma y proporción requerida de un molde o similares
	Compactación	Es la particularidad de la tierra de no dejar espacios internos, acomodándose de tal manera, que no permita el ingreso de otro elemento, logrando mayor resistencia
Estado Hídrico	Hace referencia a la medida de absorción de agua por parte de la tierra	

Fuente: Rivera, J., 2012

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Para la construcción con tierra se debe tener en cuenta ciertas cualidades en el momento de la obra, con el objeto de realizar un trabajo que garantice el confort y cubra las necesidades de los habitantes por lo que es indispensable tomar en cuenta las técnicas que mencionamos a continuación:

Tabla 24 *Técnicas de construcción de tierra*

TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE TIERRA	
EXCAVAR	Se refiere al efecto de retirar gradualmente tierra u otros materiales a medianos o grandes volúmenes.
LLENAR	Es la técnica con la que se puede saturar un espacio o un elemento del material, para cubrir el área necesaria, con la finalidad requerida.
CORTAR	Proceso con el que podemos fragmentar una porción de tierra y que tome la forma que se necesita para la construcción.
COMPACTAR	Consistente en la aplicación de energía al suelo o tierra suelta con la finalidad de eliminar espacios vacíos, incrementando su densidad que dará como consecuencia una capacidad de soporte superior, brindando estabilidad.
AMONTONAR	Es una variabilidad de técnica de la tierra, que consiste en colocar el material en un lugar específico o en envases, de manera libre o secuencial.
MOLDEAR	Técnica de dar forma a la tierra suelta, en ocasiones con la mezcla de otros materiales para aumentar su resistencia.
CUBRIR	Proceso de colocar elementos naturales o artificiales sobre la superficie de construcción para brindar mejores beneficios.
EXTRUIR	Es un proceso en el que se moldea el material y se puede aplanar, se comprime al punto de darle una forma delgada.
MODULAR	Se trata de acoplar la tierra a las necesidades requeridas de forma idónea, consiguiendo el beneficio requerido para el trabajo.
DAR FORMA	La tierra triturada y en estado líquido puede adoptar formas mediante moldes, manualmente o con procesos industrializados.
VERTIR	Mediante esta técnica, se puede llenar cualquier espacio con material en estado líquido, como en encofrados.
APLICAR	Técnica que se lleva a cabo en estado líquido de la tierra y consiste en rellenar o adherir el material de forma que permanezca sujeto a otro elemento.

Fuente: Rivera, J., 2012

Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

2.5.4 PRUEBAS DE SUELO

2.5.4.1 PRUEBAS DE SUELO EN LABORATORIO

Las pruebas del suelo compactado se miden por la densidad en kg, por metro cúbico, según se explica a continuación:

La compactación se realiza en un recipiente estándar de 101.6 mm de diámetro, con una altura de 116.3 mm y una capacidad total de 0.00094 m³, se procede al llenado del recipiente mediante tres capas sucesivas. De manera individual se compacta cada una de las capas con una pesa de 2.5 kg elevada a una altura de 1 pie dejándola caer por un total de 25 ocasiones.

Concluido el procedimiento, se extrae una muestra que recibió un promedio de 60,579 metros kilo de energía por m³. La muestra completa es pesada húmeda para posteriormente secarla, obteniendo su peso seco. De esta manera se estará determinando la humedad del suelo con resultados que servirán para decisiones constructivas.

El procedimiento descrito se repite en tantas ocasiones, según se desee realizar las pruebas con diferentes grados de humedad, posteriormente se grafica la información obtenida para tener claro los resultados. (UCV, 2015)

Por otro lado se puede determinar con pruebas en laboratorio el estado líquido del suelo, esto se realiza mediante la utilización de un aparato llamado Cuchara de Casagrande, que se trata de un utensilio compuesto por un casquete esférico, cuyas dimensiones y composición deben cumplir con requerimientos expuestas en la norma UNE 103-103-94, el recipiente se encuentra fijado a un dispositivo que con la ayuda de una manivela produce su elevación y posteriormente su caída precipitadamente, ocasionando un choque con una base de caucho que posee en la parte inferior.

Las muestras de suelo mezcladas con agua son colocadas uniformemente en la superficie del recipiente mediante una espátula con borde redondeado, luego se realiza una ranura en el centro del depósito con un elemento acanalador, para proceder a girar la manivela con lo que se produce un golpe en cada giro con una frecuencia definida, con el cual la mezcla de suelo tiende a deslizarse juntando los bordes de la ranura, esto se realiza hasta lograr que se cierren los bordes entre 12-13mm, luego se toma una muestra del material para pesarla y llevarla al horno durante 24 horas, una vez pasado el tiempo en el horno se extrae el material pesándolo nuevamente, para con esos datos realizar los cálculos respectivos con lo que se obtiene el grado de liquidez del suelo en prueba. (Universidad Cesar Vallejo, 2015)

2.5.4.2 PRUEBAS DE SUELO IN SITU

Se realiza bajo el principio de que los suelos sueltos absorben menos radiación que los suelos densos. Se pueden realizar de diversas maneras:

Test táctil - visual, se trata de esparcir la tierra del lugar, sobre algún elemento plano donde se pueda observar características especiales como: el tamaño de las partículas, el color del material, el brillo y a su vez también poder sentir su dureza y viscosidad, de manera que si el color tiende a ser amarillo y

tiene partículas compactas, se trata de un suelo arcilloso, tendiendo a un color plomo y partículas dispersas si el suelo es arenoso.

Test de caída de bola, se deja caer una bola fabricada de material de la zona, que tiene un espesor de 4cm a 5cm desde 1m de altura, observando el resultado de compresión del material en el momento del impacto con el suelo, si la bola se deshace, indica bajo porcentaje de arcilla y si solo se deforma levemente, indica demasiada cantidad de arcilla.

Test de vidrio, se coloca la tierra en un recipiente de vidrio agítándolo unos segundos hasta que se descomprima los elementos internos, se deja reposar alrededor de una hora, para su posterior observación de asentamiento de los diferentes componentes de ese tipo de tierra, en la parte inferior se poseionarán las partículas arenosas, para secuencialmente ir subiendo con los limos hasta llegar finalmente a observar el componente arcilloso, se realiza un cálculo proporcional dependiendo la textura con lo que se podrá definir el tipo de material predominante en ese suelo.

Test de cordón, en esta prueba se fabrica un cordón de 3mm de espesor y de aproximadamente 20cm de largo, se lo envuelve y se nota el grado de fisura del mismo, si estas son grandes, se trata de suelo arenoso y al contrario, son muy leves, indica una alta presencia de arcilla en ese terreno.

Test de la cinta, se construye una cinta de 3mm a 6mm de espesor siendo la longitud la que va a catalogar el material influyente en el sitio, identificando el tipo de suelo, dependiendo de la factibilidad de la construcción de la cinta, si se logra conformar una cinta compacta de 15cm a 20cm, se denota la presencia excesiva de arcilla, si la cinta solo llega compactamente a conformar una longitud de 8cm a 15cm, se trata de un suelo limoso arcilloso, pero si el material no se compacta para formar la cinta o el diámetro de la misma es menor a 5cm, se evidencia que se encuentra demasiada cantidad de arena.

Test de rollo, al igual que el test de cinta, se fabrica un rollo de 2,5cm de diámetro y 30cm de largo, se coloca el cilindro de tierra sobre un papel deslizándolo paulatinamente en el filo de una mesa o elemento plano hasta su rotura, se toma la medida del pedazo restante y se calcula la longitud del tramo que se rompió, si el corte es de menos de 7cm indica falta de arcilla, si está entre 7cm y 14cm el suelo es adecuado y si es mayor a 14cm indica que la superficie tiene exceso de arcilla.

Test de exudación, esta prueba evalúa la plasticidad de la tierra en función de su capacidad de retención de agua, se realiza tomando una porción de tierra bastante húmeda en una mano y golpeándola

con la otra mano, se denotará el fluido del líquido a la superficie, el tiempo que transcurra hasta la fluidez del líquido, indicará la presencia del tipo de material, si esta es inmediata, es decir, en menos de diez segundos, se trata de una tierra con mucha presencia de arena, si se tarda demasiado, sobrepasando los treinta segundos en surgir a la superficie, el suelo está compuesto por demasiada arcilla.

Test de resistencia seca, es una prueba en torno a la resistencia que tienen varias molduras húmedas de tierra en forma de pastillas de 1cm de espesor y 2cm a 3cm de diámetro, dejar secar al sol por entre diez a quince días, posteriormente romperlas haciendo presión con los dedos y según la resistencia de la pastilla se podrá catalogar el tipo de material que conforma ese suelo, si no es difícil romperla y se pulveriza fácil se trata de un suelo arenoso, en cambio si no se la puede romper con la presión de la mano, se trata de un suelo muy arcilloso.

Test de caja, se utiliza en mayor grado en el tapial, se trata de moldear en cajas la tierra y colocar un vertedero de agua constantemente sobre las molduras, procediendo a observar que si la misma presenta un orificio mayor a los cinco centímetros provocado por el vertedero de agua, se trata de un suelo arenoso, mientras que si se absorbe una gran cantidad de agua y se presenta un orificio mínimo, el suelo tiene una proporción bastante arcillosa. (UCV, 2015)

2.5.5 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON TIERRA

La tierra como elemento de la construcción, mantiene vestigios desde la aparición del hombre, en todos los territorios del mundo. Este sistema fue de uso en América Latina mucho tiempo, antes de la época de la conquista, de quienes también se tiene registro que lo utilizaban en el viejo mundo.

La tierra ha sido un material de construcción ancestral, principalmente utilizado por la población de menores recursos económicos, además de que sus edificaciones se las realiza de una manera básicamente artesanal. En la actualidad se ha impulsado mucho el uso de maquinaria creada específicamente para el trabajo con este material, por objeto del presente estudio se ha tomado en cuenta los sistemas constructivos más conocidos o aplicados con tierra.

Adobe, también conocido como ladrillo crudo. Es una masa de barro, que se mezcla con paja, la misma que le brinda mayor cohesión y evita el fisuramiento, se moldea en forma rectangular y es secado al sol. Tiene una antigüedad de alrededor de once mil años, donde era utilizado en las construcciones modestas del oriente, su uso se difundió por Asia, África, Europa en el siglo XVIII, hasta llegar a Chile

en Suramérica, donde es representativa del patrimonio construido en la actualidad, para esta época la fabricación se enfoca con un criterio de sostenibilidad y sentido ecológico.

El adobe se forma por el aparejado de tierra cruda secada al sol aglutinada con barro, que hace las veces de mortero de pega. Los elementos de este mampuesto se producen y moldean en muy diversas formas y dimensiones mediante moldes de madera, pueden incluir composiciones granulométricas muy variadas. Las acciones cíclicas y variables necesarias para la producción de adobe, se han mantenido con variaciones poco significativas en su elaboración histórica y moderna, por lo que se puede considerar como una técnica constructiva con modificaciones apenas perceptibles. (Rivera J., 2012)

En los aspectos que se pueden evidenciar adelantos o perfeccionamiento, es en la adición de ciertos elementos inorgánicos y orgánicos, utilizando métodos físico – químicos, que han pretendido mejorar las propiedades mecánicas y su comportamiento ante las acciones externas de la intemperie al que se somete las estructuras en la mayoría de los casos, es que en la mayoría de casos el adobe es preparado de una manera incorrecta, dejando que se contamine con elementos adicionales a los materiales de origen. (Rivera J., 2012)

Para preparar un adobe de calidad, se debe tener en cuenta que el material seco debe estar libre de todo elemento orgánico y piedras, cerniéndolo inclusive con una zaranda, la cantidad necesaria de agua es un punto muy importante para evitar la deformación del adobe en el momento de colocar el barro en el molde, al igual que al desmoldar, otro tema a tener en cuenta, es el batido, en el mejor de los casos se debe dejar remojar por un día por lo menos para que la tierra absorba el agua y adquiera su consistencia pastosa adecuada. Una vez fabricado el adobe, se lo deja secar al sol, cuidando que se encuentre acostado y que los tres primeros días no le dé directamente los rayos solares, luego se coloca de canto y se deja al sol por lo menos diez días más. El embodegado del adobe, también se lo hace en posición de canto para evitar roturas y agrietamientos. (Rivera J. , 2012)

Ya en la construcción, el cimiento se lo realiza con un sobrecimiento de entre 25 a 30cm elevado sobre el nivel de la rasante, donde irá colocado la primera fila de adobe, en el cual deben estar incrustados carrizos o elementos de guía y sujeción llamados vara de castilla, en lo que respecta a la colocación del adobe, existen muchas formas, la más común es empezar la hilada con la mitad del mismo en una esquina para luego colocar solo elementos enteros.

La construcción de contrafuertes es muy importante en una edificación de este tipo para el soporte estructural, se hacen en las esquinas y cada tres metros en luces grandes, cuando ya se haya llegado a la altura necesaria en paredes se cruza encima de ellas una viga que será la soportante de la cubierta, la cual se puede fabricar de cualquier material con las técnicas tradicionales sin cuidado de que las paredes puedan desplomarse. (Rivera J., 2012)

Tapial, es una técnica que consiste en construir muros con tierra arcillosa mediante un soporte de encofrado de madera provisional, mientras el material interno se compacta con un pisón y seca adecuadamente hasta llegar a tener una consistencia resistente para el posterior retiro de los elementos de cofre. Su utilización proviene desde la época pre románica, manejado en cierre de terrenos y muros de carga. (SENA, 2015) La tapia pisada es una táctica utilizada antiguamente y que hasta la época moderna se usa para la construcción de edificaciones en tierra, sin que las mismas sean sostenidas con madera o algunos otros materiales.

El apisonamiento consiste en preparar capas de tierra entre dos tablas o tablonces llamado encofrado, formando un espesor de 50cm aproximadamente, similar al de los muros de piedra, debe constar de elementos de sujeción horizontal para mantener la medida exacta llamados cuerdas, los mismos que adquieren presión a través de otros componentes denominados palos, en su parte superior se encuentran los codales, que son los componentes que nos ayudan a visualizar y controlar el nivel de la tierra del interior, se compacta mediante un pisón que puede ser mecánico o manual en capas de máximo 15cm. Con este procedimiento el apisonado logra que la tierra se ligue y tome una consistencia de masa con características homogéneas, pueden ser elevados hasta alturas considerables para una vivienda con fines muy diversos.

Para la construcción de tapial, la tierra no debe tener grumos, no todos los tipos de tierra se consideran apropiadas para este tipo de construcciones, la más apreciada debe contener arenas, limos, arcillas y gravillas, se almacena y se cubre de manera apropiada para evitar la humedad de la misma, debido a que no es factible el apisonamiento cuando está mojada. En todos los casos se excluyen materiales vegetales, raíces, paja, hierbas, madera y otros similares que debido a su composición pueda ser tendiente a la putrefacción o descomposición. (SENA, 2015, pág. 12)

La composición más común para la fabricación de muros de tapial, se diseña de manera práctica, porque no resulta factible emplear volumen o peso, que puede variar en función a la calidad de la tierra utilizada. Sin embargo, entre mayor fineza contenga esta, su calidad es considerada más elevada.

Bahareque, es un término considerado anglicismo, cuyo origen y significado es: “pared de cañas”, se ha mantenido a través de varios siglos y ha representado una solución al problema del hábitat constructivo de varias culturas en múltiples regiones. En un inicio, el sistema constructivo se denominó “estilo temblorero”, que era una combinación de tapia pisada o mampostería de ladrillo, en el primer nivel y en el piso superior la construcción terminaba de bahareque. Existen vestigios de este tipo de construcción en diversas regiones del mundo, en la mayoría de casos con diferencias en el tipo de material vegetal que se utiliza, por obvias razones. El material que predomina en estas edificaciones es la tierra o barro. Se constituye formando una membrana estructural con madera, caña, carrizo e inclusive en la actualidad se utilizan mallas metálicas, que le permite obtener el soporte vertical.

La finalidad de este procedimiento, es rellenar las cavidades entre el material de soporte con el barro, de esta manera la estructura soportará las cargas verticales y horizontales, facilitando que se sustente la primera capa de revoque, que es el revestimiento de lodo o de la mezcla de materiales como cal, estiércol de caballo, fibras vegetales, barro y en algunas zonas acostumbran verter sangre de bovino. Se realiza también un varillado para que el material adopte un posicionamiento compacto, sin dejar orificios entre el mismo. (Alzate & Osorio , 2014, págs. 11-12)

El bahareque en la actualidad, se lo fabrica mediante la combinación de materiales, siendo un sistema mixto, que al igual que en épocas antiguas, estructuralmente está fundamentado en la producción de paredes a partir de un esqueleto, que se cubre con un revoque de mortero de tierra, apoyándose en malla de alambre guadua o esterilla, o incluso combinando estos elementos.

El entramado de paredes, cualquiera que sea el tipo de material utilizado, no se lo puede hacer a más de 5cm de distancia entre elementos, posteriormente se hace un relleno con la tierra preparada acompañada de paja para su adherencia, hasta llegar a cubrir el entramado, dejando un espacio de 2 a 3cm para un enlucido posterior que puede ser de diferentes tipos de materiales, según el gusto del usuario.

Superadobe, es un sistema derivado del adobe tradicional, representando una evolución en el ámbito de las construcciones con tierra, siendo su principal beneficio, respecto a otras técnicas tradicionales, el omitir la arcilla como componente principal para darle cohesión a la mezcla, a su vez es utilizable en prácticamente todo tipo de suelo inclusive arenoso, considerándolo como un procedimiento sencillo dentro de las técnicas de construcción.

En sus inicios fue empleado para construir refugios temporales y solo adoptaban formas circulares como un domo, ya que los sacos eran contruidos justamente dependiendo la finalidad y medida, pero conforme el paso del tiempo, el superadobe ha ido adaptándose a diversas formas y diseños, saliendo del tradicional planteamiento circular.

Los tradicionales diseños de domo son muy resistentes y autoportantes, por lo que salir de ese diseño, ha involucrado buscar materiales livianos para reforzar mediante una estructura adicional, en el caso de la construcción en forma de domo, se denota que por cada metro de diámetro y teniendo una altura promedio de construcción, se emplea alrededor de diez toneladas de tierra. El material idóneo para la construcción con esta técnica está conformado por un 70% a 80% de arena y un 20% a 30% de arcilla, teniendo en cuenta que el limo es considerado de mala manera en la composición de la tierra para el super adobe, otro factor limitante es la presencia de gran número de piedras en la tierra. (Siutad, 2011)

En cuanto a la construcción, la cimentación se la realiza mediante una excavación, donde se coloca una cama de grava o sacos de polipropileno llenos del mismo material extraído, teniendo presente el diámetro del domo a edificar, siendo una medida ideal de 4m de diámetro, el ancho de los sacos es fundamental para la resistencia de la construcción, mientras más ancho sea este mayor confinamiento tendrá el domo, considerando que al momento de apisonar y colocarlo en la estructura pierde de 7 a 10cm de ancho. (Siutad, 2011) Una vez realizada la cimentación, se procede a colocar sacos bien apisonados en su interior con tierra del lugar, unos por encima de otros, cada tres hiladas se colocan de una a tres hebras de alambre de púa, con la finalidad de sostenerlos, sin permitir que el saco superior resbale o se descoloque del sitio ideal donde fue asentado. (Siutad, 2011) De esta forma se va estructurando el domo, dejando los espacios necesarios para puertas y ventanas, realizando una terminación cónica.

COB, es una técnica de construcción que adoptó el nombre de su material primario, tiene su inicio en Inglaterra a partir de otros tipos de metodologías como el adobe, su significado en inglés antiguo es masa o bulto redondeado, lo que deriva una idea general de la forma de sus edificaciones, su composición es una mezcla de suelo arcilloso, arena, paja y agua, aunque en algunos casos se agrega estiércol en el caso de su utilización como estabilizante para brindar mejoras en propiedades físicas del material.

Para prepararlo, primero se extrae el suelo, a continuación se cubre con arena, después se coloca el estiércol y finalmente la paja, dependiendo las proporciones de cada elemento de la composición del

suelo, para mezclar bien todos los ingredientes se suele hacer por pisado directamente de personas, o en otros casos, mediante la ayuda de un animal equino, que camina sobre la mezcla para homogeneizarla. (Verde por Dentro, 2016)

En lo que respecta a la obra, en primer lugar se realiza una cimentación con piedras de gran tamaño, que debe levantarse al menos 30 cm sobre el suelo para aislar al muro de humedad. Una vez preparada la mezcla, se moldean bolas con el material realizando una compactación uniforme para que no quede cavidades. El muro se empieza a levantar colocando las bolas de tierra, comprimidas unas a otras formando una pieza general. Para evitar que el muro se doble por la humedad de la mezcla, se va elaborando por capas de unos 30 cm, dejando que se sequen. Cuando se procede a colocar una capa nueva, se humedece la anterior con una mezcla de agua y pegantes naturales como la baba de nopal.

Los muros se alzan con una disminución gradual ascendente en su grosor, siendo así 25cm el espesor mínimo que un muro debería presentar en su extremo superior. Una formula útil es: $base = (altura \times 5)/90 + 25$. De modo tal que un muro de 2,40m de altura presentará de grosor 25cm en su extremo más alto y 39cm en su base.

Las construcciones con COB presentan ventajas como: simple edificabilidad, ya que las casas son construidas por lo general con mano de obra de sus propietarios, permitiendo múltiples variantes a la hora de plantear espacios y tiempo de edificación, el costo es ínfimo por estar conformada en su totalidad con recursos naturales disponibles en todo lugar, presenta una gran resistencia ante el fuego y a factores naturales por lo que su duración es prolongada requiriendo poco mantenimiento, ofrece además una gran cantidad de masa térmica, ayudando a mantener la casa fresca en verano y caliente en invierno siendo ideal para casas pasivas solares. (Construcción con COB, 2016)

2.5.6 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN TIERRA

Dentro de la investigación realizada y tomando en cuenta criterios de diferentes autorías, se enuncia las innovaciones tecnológicas de construcción con tierra mediante tres aspectos fundamentales: el material original, las técnicas constructivas originarias, y los sistemas de producción.

El material original, la tierra cruda ha experimentado cambios que alteraron sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, ampliando sustancialmente sus posibilidades en cuanto a las tecnologías de aplicación, logro que se realizó mediante la estabilización con productos naturales o industriales y la

compactación, alterado considerablemente los aspectos de durabilidad y resistencia, las terminaciones y los modos productivos, dando lugar al empleo de materiales como el suelo-cemento, el suelo-cal, aglomerantes y otros productos químicos industriales. (Maldonado R. et al, 2002)

En el ámbito de las técnicas constructivas surgieron innovaciones en cuanto a la preparación del material, el equipamiento con cambios significantes en dispositivos, prensas y molduras, y la organización de obra. Hubo iniciativas orientadas a racionalizar los métodos originarios que motivaron cambios tales como la reducción dimensional de los componentes, la aceleración de los tiempos constructivos, la durabilidad y las resistencias mecánicas. (Mag et, 2011).

Una de las maneras de edificar con tierra más modernas e innovadoras que existen, es el llamado método de construcción mediante bloque de tierra comprimida, que tiene sus inicios en Suramérica, específicamente en Colombia, siendo desarrollado como una alternativa económica y ecológica de los ladrillos tradicionales, los bloques se producen mediante la obtención de tierra en su mayor grado arcillosa, para que se pueda compactar adecuadamente con uniformidad, en algunos casos se debe incrementar materiales complementarios para lograr las características necesarias que debe tener la tierra para la fabricación de dichos elementos, por lo general se utiliza una máquina para la compresión o prensado del material hasta lograr su correcta homogenización, consiguiendo una mayor resistencia en los bloques, todo el proceso se realiza con tierra cruda, lo que beneficia al medio ambiente en comparación de los ladrillos habituales que tienen que ser cocidos. (A. Vásquez, 2014)

En cuanto a los sistemas de producción cada vez son más industrializados, automatizando procesos y dejando de lado la elaboración artesanal de productos para la construcción con tierra, un cambio trascendental en el tradicional trabajo de mampostería de adobe surgió a partir de la invención de la prensa manual, esta bloquera inició un proceso de transformación del adobe tradicional en busca de un bloque de tierra estabilizada y comprimida, con el fin de mejorar este componente en su resistencia mecánica y en su durabilidad. A partir de esta prensa se inventaron muchos tipos de bloqueras mecánicas, hidráulicas y neumáticas, al igual que tipos de cofres y herramientas para otras metodologías constructivas, dando lugar a una oferta tecnológica diferente a las mamposterías originarias. (Maldonado R. et al, 2002)

CAPÍTULO 3: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

El desarrollo del presente trabajo investigativo, permitió obtener criterios que servirán para solventar un vasto campo de indefiniciones que eran eventualmente reconocibles dentro de los conceptos existentes sobre Construcciones, que generan implicaciones negativas en el ámbito educativo.

Contar con el marco teórico desarrollado, incide positivamente en la adquisición de conocimientos por parte del educando, ya que para su desarrollo han sido identificados los puntos más críticos por medio de la evaluación de conocimientos realizada en el ámbito constructivo, con lo que se reconoció cuatro categorías de estudio: construcciones de hormigón, metal, madera y tierra cubriendo la malla educativa de Construcciones en la carrera de Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca.

La aplicación de los conceptos y criterios comprendidos en este estudio, brindarán al estudiante, la posibilidad de afrontar problemas constructivos en el desarrollo de un proyecto de arquitectura, contando además con una metodología general que podrá ser ampliada en relación a las variables existentes.

Contemplando el enfoque a una nueva visión entorno al desarrollo investigativo, se ha expuesto a lo largo del documento temática que engloba aspectos directrices a la realización de proyectos prácticos, con la finalidad de vincular la parte teórica de construcciones y la manera física de plasmar dicha teoría, mediante la elaboración de pruebas o ensayos ya sea en laboratorios o en el sitio mismo de la obra, que brinden un mayor grado de conocimiento y entendimiento de procesos a los estudiantes.

Mediante la investigación de normas técnicas efectuada a lo largo del trabajo realizado, se direcciona a los estudiantes y profesionales a desarrollar proyectos que sustenten una medida de calidad, garantizando un óptimo resultado en el cumplimiento de funciones de los mismos.

De acuerdo a la validación de la investigación efectuada por expertos locales en arquitectura, se llegó a la conclusión que las reflexiones en torno a las temáticas estudiadas contribuyen a la comprensión de sus definiciones e implicaciones, aportando de igual manera como fuente bibliográfica base, para ampliar los conceptos en futuras investigaciones.

3.2 RECOMENDACIONES

El desarrollo de este trabajo investigativo, además de solventar ciertas indefiniciones; brinda la oportunidad de extender la investigación realizada, en cualquiera de los aspectos que el lector considere pertinentes. Dentro de este estudio se han reconocido varios elementos que pudiesen ser ampliados en posteriores investigaciones debido a sus características innovadoras y enriquecedoras para la temática.

Como recomendación a los docentes e investigadores pertenecientes a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca, se denota el desarrollo de otros levantamientos de información con estudiantes con la finalidad de identificar los vacíos o imprecisiones teóricas que puedan existir.

Se recomienda la inserción temprana de criterios sobre construcciones en los sílabos académicos de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, ya que se evidenció durante el desarrollo de los talleres, un gran desconocimiento de la teoría, que sustenta a la práctica dentro de la asignatura correspondiente.

Es necesario realizar trabajos prácticos que afiancen el aprendizaje teórico de la cátedra de construcciones, lo que conlleva a la implementación de laboratorios donde se pueda efectuar de manera técnica pruebas y procesos de construcción.

Finalmente, se da la idea de generar productos de aprendizaje a través de talleres, congresos, seminarios, exposiciones dentro de la entidad educativa, así como también en conjunto con otras universidades y centros de educación de manera que oriente los requerimientos de formación docente, estudiantil y en general, haciendo de la Universidad Católica de Cuenca una entidad reconocida.

BIBLIOGRAFÍA

- AISC. (2010). *Manual of Steel Construction Allowable Stress Design*. Chicago, Illinois , EUA.
- AISC. (2017). *American Institute of Steel Construction*. Obtenido de Publicaciones:
<https://www.aisc.org/publications/>
- aislamientos. (2015). *aislamientos.ws*. Obtenido de Impermeabilización con pintura asfáltica:
<http://www.aislamientos.ws/impermeabilizacion/impermeabilizacion-de-madera-con-pintura-asfaltica.html>
- Alto del Viento. (Julio de 2012). *tapia pisada*. Obtenido de Casas y Hotel:
<https://altodelviento.wordpress.com/category/tapia-pisada/>
- Alzate, J., & Osorio, J. (2014). *Bahareque como ejemplo de sostenibilidad, una herencia que se transforma / Tesis Magister*. Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.
- Ananías, R. (2009). Física de la madera. *Ingeniería de maderas*. Biobío, Chile: Universidad del Bío bío.
- Arquigrafico. (2016). *Tipos de madera para la construcción y ebanistería*. Obtenido de <https://arquigrafico.com/tipos-de-maderas-para-la-construccion-y-ebanistera/>
- arquitectura+acero. (2017). *Conexiones típicas en estructuras de acero*. Obtenido de <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/conexiones-tipicas-en-estructuras-de-acero>
- Autopromotores. (2015). *Sistemas constructivos tradicionales frente a modernos*. Obtenido de <https://www.autopromotores.com/sistemas-constructivos>
- Biografías y Vidas. (2017). *Louis Vicat*. Obtenido de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/v/vicat.htm>
- Biografías y Vidas. (2017). *Marco Vitruvio Polión*. Obtenido de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/v/vitruvio.htm>
- Botánica Morfológica. (2013). *Morfología de plantas vasculares*. Obtenido de Parénquima:
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema11/11-1parenquima.htm>
- Canxel. (2016). *Aislamiento e impermeabilización*. Obtenido de <http://www.canxel.es/calidades/aislamiento-e-impermeabilizacion/>
- Capote, V. (2009). Tipos de Uniones. *Temas para la Educación*, 1-2.
- Cassinello, F. (1996). *Construcción Hormigonera*. Madrid, España: Rueda, S. L.
- Céltica Hispana. (2017). *La Sociedad entre los Celtas de la Península Ibérica*. Obtenido de <http://www.celticahispana.com/>
- Chavez, D. (2008). Modelo Analítico de Conexiones Semi-Rígidas de Acero. *Tesis para optar por el Grado de Maestro*. México, D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chico, V. (27 de Mayo de 2013). *vcb / victor chico bazaga* . Obtenido de Sabemos Construir:
<http://sabemosconstruir.com/2013/05/27/conglomerante-y-conglomerado/>
- Ching, F. (2002). *Diccionario Visual de Arquitectura*. México, México: Gustavo gili.
- Cloutier, A. (2012). Apuntes de anatomía avanzada de la madera. *Departamento de ciencias forestales*. Quebec, Canadá: Universidad de Laval.
- Coto, A. (Julio de 2015). Manual de uso de la madera para la construcción / Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). San José, Costa Rica.
- CSIC. (2011). *informes de la construcción*. Obtenido de Las normativas de construcción con tierra en el mundo:
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1262>
- El Confidencial. (07 de Junio de 2013). *Tecnología*. Obtenido de El hormigón romano era mejor que el actual (y menos contaminante): https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-06-07/el-hormigon-romano-era-mejor-que-el-actual-y-menos-contaminante_766757/

- Encyclopedia.com. (2016). *opus caementicium*. Obtenido de Un Diccionario de Arquitectura y Arquitectura Paisajista : <http://www.encyclopedia.com/education/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/opus-caementicium>
- FICEM / Federación Interamericana del Cemento. (2017). Informe Estadístico 2013. Bogotá, Colombia.
- Fratelli, M. (2008). Diseño de Estructuras Metálicas . Caracas, Venezuela.
- García, N. (2016). EL HORMIGÓN COMO SOPORTE BIOLÓGICO NATURAL Y SU APLICACIÓN EN FACHADAS. *Actas del ICongreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes* (pág. 352). Madrid: Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid.
- glocal. (7 de Junio de 2017). *TERRA AWARD 2016*. Obtenido de <http://glocal.mx/terra-award>
- Honka. (2017). *Nuestras casas de madera*. Obtenido de Kits de casas de madera: <https://honka.com/es/es/sobre-honka/>
- Ingeniería Civil. (2016). *Ingeniería Civil*. Obtenido de Proyectos y apuntes teórico-prácticos de Ingeniera Civil para compartir: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/01/excavacion.html>
- Interempresas. (20 de Octubre de 2010). *Madera*. Obtenido de Breve historia de la madera como material de construcción: <http://www.interempresas.net/Madera/Articulos/44265-Breve-historia-de-la-madera-como-material-de-construccion.html>
- LEMAC. (2009). *Centro de Investigaciones Viales*. Obtenido de Ensayos de Hormigón en estado fresco y endurecido: <http://lemac.frlp.utn.edu.ar/>
- LEMIT . (2006 No. 13). REOLOGIA DE HORMIGONES AUTOCOMPACTABLES. *Ciencia y Tecnología del Hormigón / Laboratorio de Entrenimiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica*, 53.
- MABASA. (28 de Enero de 2015). *Ventajas de las Estructuras Metálicas*. Obtenido de <https://mabasa.com.mx/ventajas-de-las-estructuras-metalicas/>
- MADESA. (2015). *Madesa*. Obtenido de Trabajos realizados: <http://www.guimun.com/ecuador/secciones/1344/madesa-construccion-y-venta-de-casas-de-madera/fotos>
- Modenese, P. (14 de Enero de 2016). *Manual de obra*. Obtenido de Madera aserrada: tipos y características: <http://www.manualdeobra.com/blog/maderamaciza>
- NEC 2015. (Septiembre de 2016). Guía práctica para el diseño de estructuras de madera de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Quito, Ecuador.
- Pegatex. (2013). *Productos Pegatex para Ensamble y Empalme*. Obtenido de http://www.pegatex.com.co/1_madera_ensamble.php?clase=Ensamble%20y%20Empalme
- Picazo, Á. (2007). MEDIOS DE UNIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. *Jornada Nacional de Investigación en Edificaciones* (págs. 1-14). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- pixabay. (2017). *pixabay imágenes gratuitas*. Obtenido de Cúpula, Italia, Panteón: <https://pixabay.com/es/c%3%BApula-italia-pante%3%B3n-1729850/>
- Real Academia Española. (2017). *DLE / Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de reología: <http://dle.rae.es/?id=VzZYZs6>
- Rivera, J. (Jul - Diciembre de 2012). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. Bogotá, Colombia.
- Rivera, J. (2012). *El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda*. Obtenido de Caracterización con fines estructurales. En: Apuntes 25 (2): [chrome-extension://oemmndcblldboiebfnladdacbfmadadm/http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/viewFile/8763/6974%22](http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/viewFile/8763/6974%22)
- Romea, C. (2014). El hormigón: breve reseña histórica de un material milenar. Cataluña, Barcelona, España.
- SENA. (2015). Construcción de Muros en Tapia y Bahareque. Manizales, Caldas, Colombia.

- Sun Abris. (2017). *El origen de las construcciones de madera*. Obtenido de <http://www.sun-abris.es/el-origen-de-las-construcciones-de-madera/>
- Tavera, L. (2017). *Sitios Arqueológicos*. Obtenido de Paramonga: <http://www.arqueologiadelperu.com.ar/paramonga.htm>
- TERRA Award. (2016). *Laureados*. Obtenido de Laureates: <http://terra-award.org/laureate/?lang=es>
- teycuber. (2017). *teycuber madera*. Obtenido de Empalmes en madera: <http://teycubermadera.com/modules.php?name=webstructure&idwebstructure=52>
- The Free Dictionary. (2016). *neoclasicismo*. Obtenido de <http://es.thefreedictionary.com/neoclasicismo>
- TodayinSCI. (2017). *Hoy en Historia Científica*. Obtenido de Joseph Aspdin: https://todayinSCI.com/A/Aspdin_Joseph/AspdinJoseph-Cement.htm
- UCV. (2015). Compactación de Suelos. *Universidad Católica de Valparaíso / Escuela de Ingeniería en Construcción*, 3-6.
- UNAM. (2016). *Consideraciones Técnicas de la Madera*. México, México.
- Universidad de Alicante. (2010 - 2011). *Propiedades del Hormigón*. Alicante, España.
- Universidad de la Frontera. (2012). ¿Qué es el hormigón arquitectónico? *RIOC / Revista Ingeniería de Obras Civiles*, Vol. 1 .

ANEXOS

ANEXO 1. MODELO DE ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO

ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO DE CONOCIMIENTO DE CONSTRUCCIONES

INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Universidad Católica

Universidad de Cuenca

Universidad del Azuay

NIVEL DE ESTUDIOS

Ciclo universitario 8vo 9no 10mo

Egresado

Profesional

- ¿Qué es el hormigón y cuál es su diferencia con el cemento?

- ¿Cuál es la composición del cemento Portland?

- Mencione 4 tipos de hormigón que usted conoce.

- ¿Cuál es la composición del hormigón de 210kg/cm² para un saco de cemento?

- Describa el procedimiento de la prueba del hormigón mediante el cono de Abrams.

- Mencione a que tiempo se debe realizar el desencofrado de muros, columnas y losas de hormigón armado.

- Enumere 4 tipos de aditivos utilizados en la composición del hormigón.

- Mencione 4 tipos de curado del hormigón que usted conoce.

- ¿Cuál es la composición estructural de un tronco de madera?

- ¿Cuál es la época correcta para la extracción o tala de la madera?

- ¿Cuál es el grado de humedad apto de la madera para su uso en la construcción?

- Señale 4 tipos de uniones de madera que usted conozca.

- Mencione 3 tipos de secado de la madera que usted conozca.

- ¿Cuál es la diferencia entre conexiones, ensambles y uniones de madera?

- Enumere 4 sistemas constructivos de madera que conoce.

- ¿Qué es el hierro y cuál es su diferencia con el acero?

- ¿Cuál es el grado de conductividad térmica y eléctrica del acero?

- ¿Qué es una conexión en una estructura metálica?

- Mencione 4 tipos de perfiles laminados.

- Enumere 4 tipos de suelda utilizados en la construcción.

- ¿Qué metodologías se utilizan para proteger el metal en la intemperie?

- ¿Cuál es la composición de la tierra?

- Señale 5 propiedades de la tierra para la construcción.

- ¿Qué ventajas o beneficios considera que existe al realizar una construcción de tierra?

- Indique 5 pruebas que se realiza a la tierra para conocer su aptitud para la construcción.

- Enumere 5 tipos de sistemas constructivos de tierra.

- ¿Cuáles son los componentes necesarios para la construcción del tapial?

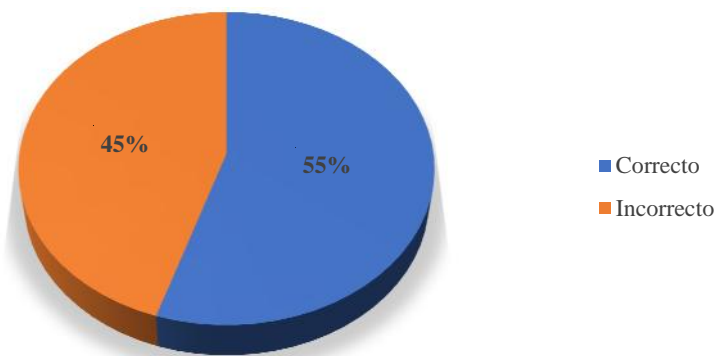
- ¿Qué elementos son utilizados en la conformación del superadobe?

ANEXO 2. COMPENDIO GRÁFICO DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

- **¿Qué es el hormigón y cuál es su diferencia con el cemento?**

Gráfico 2 *Diferencia entre cemento y hormigón*

Conceptualización del hormigón y su diferencia con el cemento



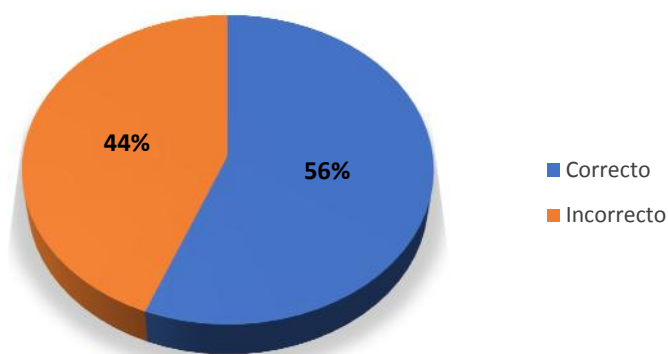
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Al solicitar el concepto del hormigón y su diferencia con el cemento, el 55% de las personas encuestadas respondieron correctamente, y un 45% lo hicieron de manera incorrecta, siendo casi la mitad de las personas que desconocen esta diferencia, debido a que no tienen clara la definición de hormigón.

- **¿Cuál es la composición del cemento Portland?**

Gráfico 3 *Composición del cemento*

Composición del cemento Portland

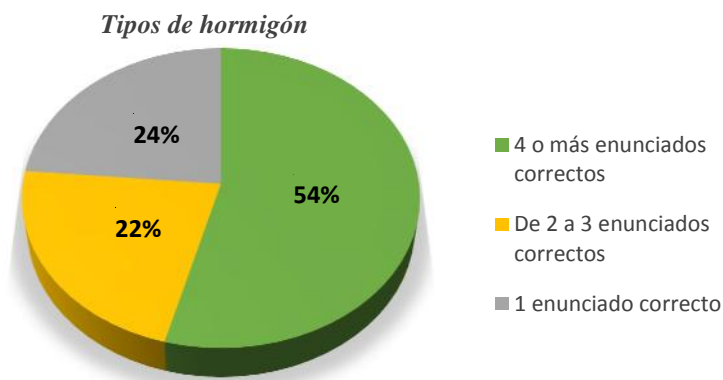


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Más de la mitad de los encuestados (56%), dieron un concepto correcto de la composición del cemento Portland y un 44% presentó errores en su respuesta, a lo que figura que el grado de desconocimiento de este tema es alto.

- Mencione 4 tipos de hormigón que usted conoce.

Gráfico 4 Tipos de hormigón



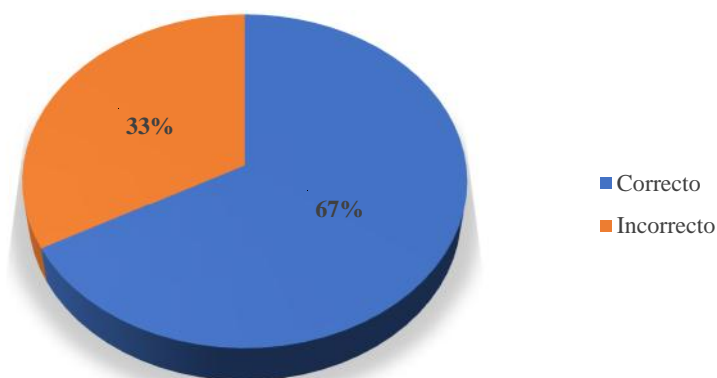
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Se consultó sobre los tipos de hormigón y la mayoría de encuestados (54%) enunciaron 4 tipos correctos, seguido de dos a tres enunciados correctos con 22%, y el 17% respondió solo un enunciado correcto.

- ¿Cuál es la composición del hormigón de 210kg/cm² para un saco de cemento?

Gráfico 5 Composición del hormigón

Composición del hormigón de 210kg/cm²



Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

El porcentaje mayoritario de los encuestados (67%), responde de manera errada sobre la temática de la composición de hormigón de 210kg/cm² y un 33% está dentro del índice de respuesta correcta, lo cual significa que es apropiado incluirlas dentro del marco teórico de innovaciones en tecnologías y construcciones.

- **Describe el procedimiento de la prueba del hormigón mediante el cono de Abrams.**

Gráfico 6 Prueba de cono de Abrams



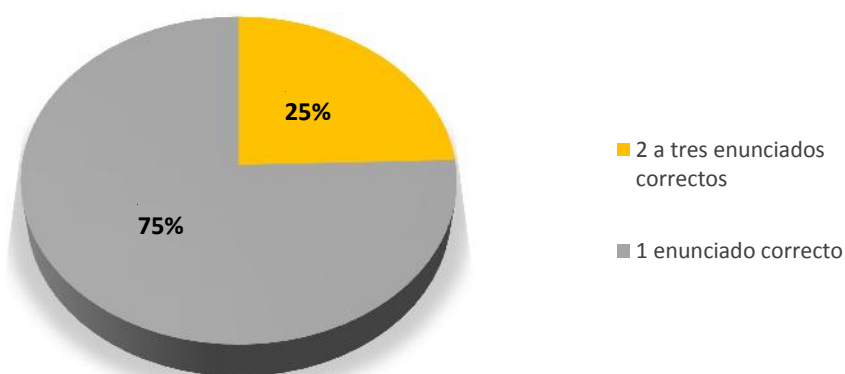
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Al preguntar a los encuestados sobre el conocimiento de la prueba mediante el cono de Abrams observamos que el 66% respondieron correctamente y un 34% lo hicieron incorrectamente, ya que no conocen bien el proceso.

- **Mencione a que tiempo se debe realizar el desencofrado de muros, columnas y losas de hormigón armado.**

Gráfico 7 Desencofrado de elementos de hormigón

Tiempo de desencofrado de elementos de hormigón

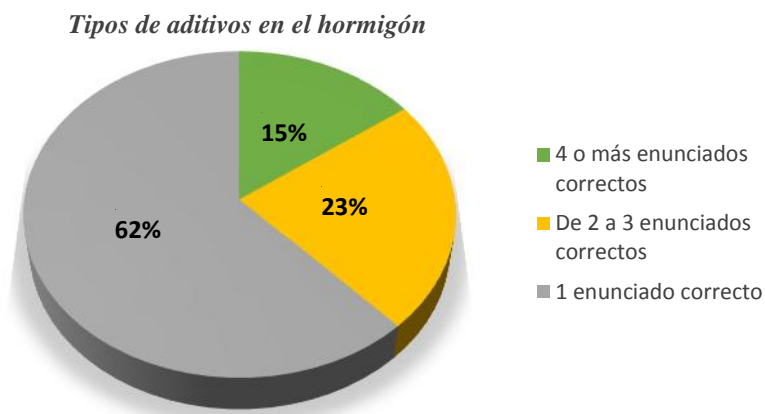


Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Se consultó sobre el tiempo de desencofrado de muros, columnas y losas procesos que se considera importantes para conseguir un resultado óptimo en la creación del hormigón, a lo que un 75% respondió correctamente dos o más enunciados y el 25% solo un enunciado correcto.

- **Enumere 4 tipos de aditivos utilizados en la composición del hormigón**

Gráfico 8 *Aditivos en el hormigón*

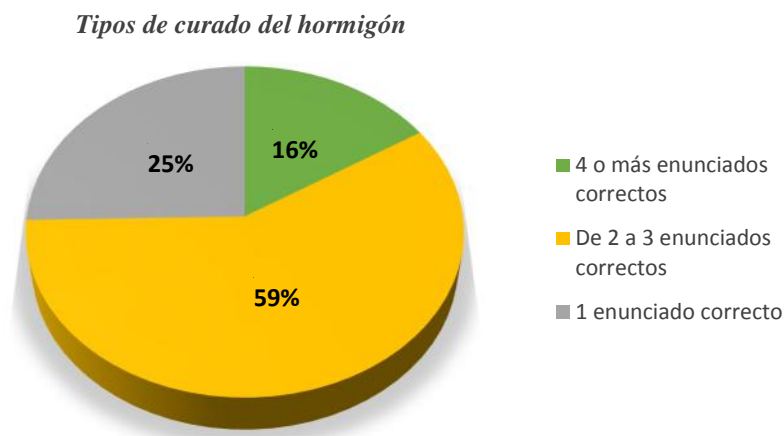


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

El porcentaje mayoritario de los encuestados (62%), solo proporciona un criterio correcto, un 23% manifiesta de dos a tres respuestas correctas y el 15% enuncia cuatro ítems correctos indicando un grado alto de desconocimiento del tema.

- **Mencione 4 tipos de curado del hormigón**

Gráfico 9 *Curado del hormigón*



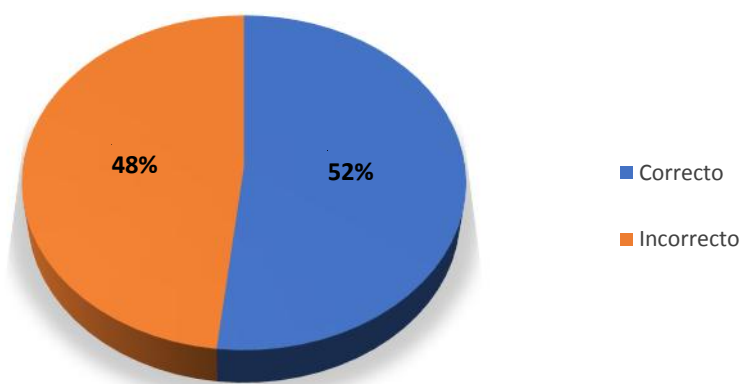
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

El 16% de las personas encuestadas proporcionaron cuatro tipos de curados del hormigón, el 59% manifestó dos a tres ítems correctos y el 25% muestra un grado mayor de desconocimiento del mencionado proceso por lo que solo proporcionan una respuesta.

- ¿Cuál es la composición estructural de un tronco de madera?

Gráfico 10 *Composición de un tronco*

Composición estructural de un tronco de madera

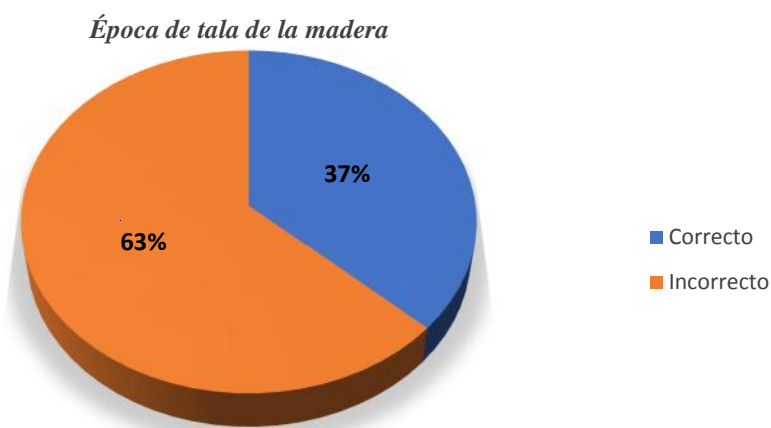


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

De las personas consultadas el 52% contestó correctamente sobre la estructura de un tronco, mientras que el 48% denota falencias en el conocimiento de este tema.

- ¿Cuál es la época correcta para la extracción o tala de la madera?

Gráfico 11 *Tala de la madera*



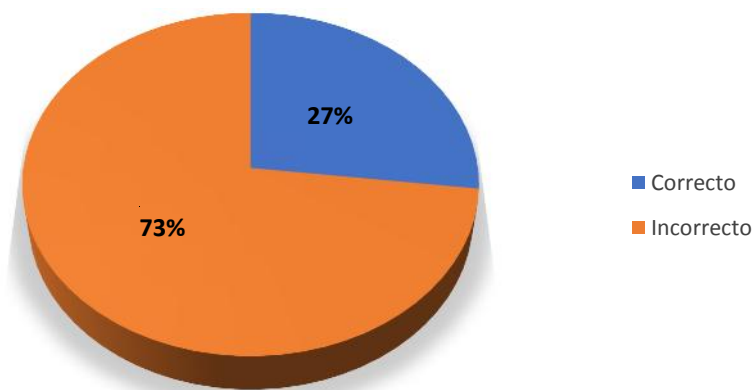
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Al consultarles sobre la época correcta en la que se debe realizar la tala de madera, el 63% de los encuestados manifestaron erróneamente la respuesta y solo el 37% conocía cuando se da este periodo.

- **¿Cuál es el grado de humedad apto de la madera para su uso en la construcción?**

Gráfico 12 *Grado de humedad de la madera*

Grado de la humedad de la madera para la construcción



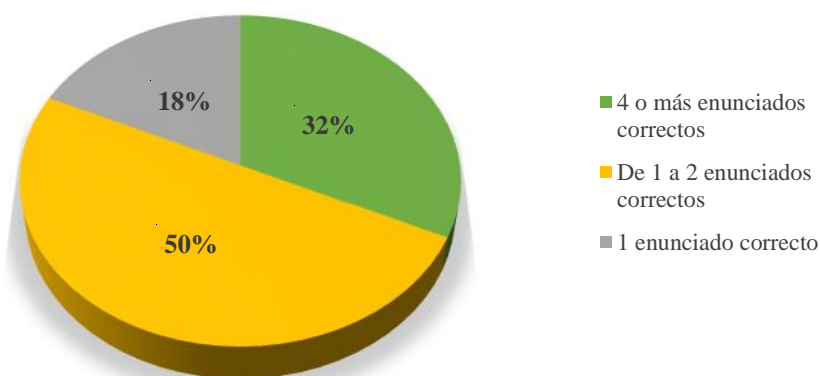
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Se preguntó sobre el grado de humedad de la madera para que sea apta en la construcción, con lo que se consiguió el 27% de respuestas correctas y el 73% de incorrectas, evidenciando un déficit notable de desconocimiento en esta pregunta.

- **Señale 5 tipos de uniones de madera que usted conozca.**

Gráfico 13 *Uniones de madera*

Uniones de madera



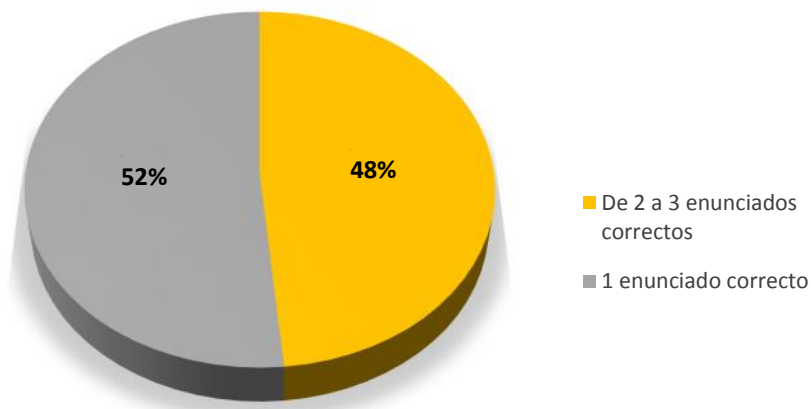
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

La mitad de los encuestados (50%), expresan de 1 a 2 enunciados correctos sobre uniones de madera, el 32% responde con 4 o más y un 18% declaran sólo 1, lo cual manifiesta que este tema no es tan reconocido por los encuestados, al dar una cantidad escasa de respuestas.

- Mencione 3 tipos de secado de la madera que usted conozca.

Gráfico 14 *Tipos de secado de la madera*

Tipos de secado de la madera



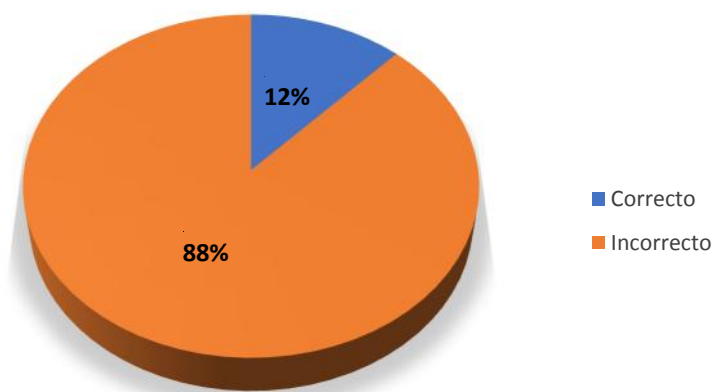
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

En cuanto a los tipos de secado de la madera el 48% de personas consultadas brindan dos o tres criterios correctos mientras que el 52% solo dan una respuesta correcta, este resultado es muy pobre tomando en cuenta la gran variedad de tipologías existentes.

- ¿Cuál es la diferencia entre conexiones, ensamblajes y uniones de madera?

Gráfico 15 *Diferencia entre conexiones, ensamblajes y uniones de madera*

Diferencia entre conexiones, ensamblajes y uniones de madera

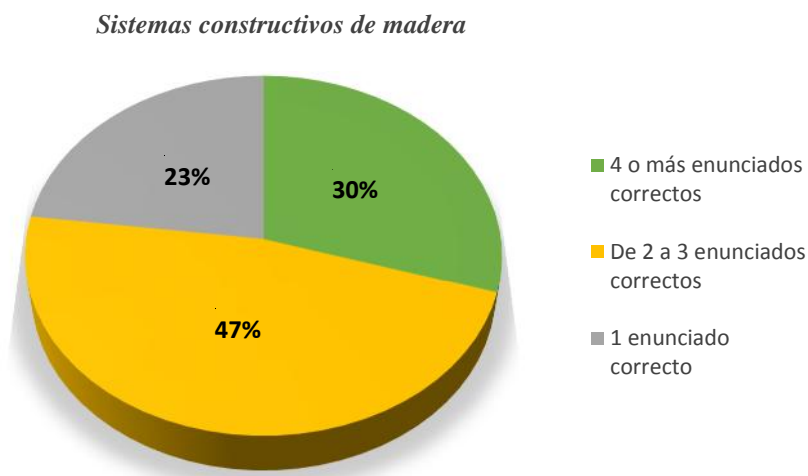


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

La mayoría de los encuestados (88%), responde correctamente a cerca de la diferencia entre conexiones, ensamblajes y uniones de madera y un porcentaje muy bajo (12%) da contestaciones incorrectas.

- **Enumere 5 sistemas constructivos de madera que conoce.**

Gráfico 16 *Sistemas constructivos de madera*

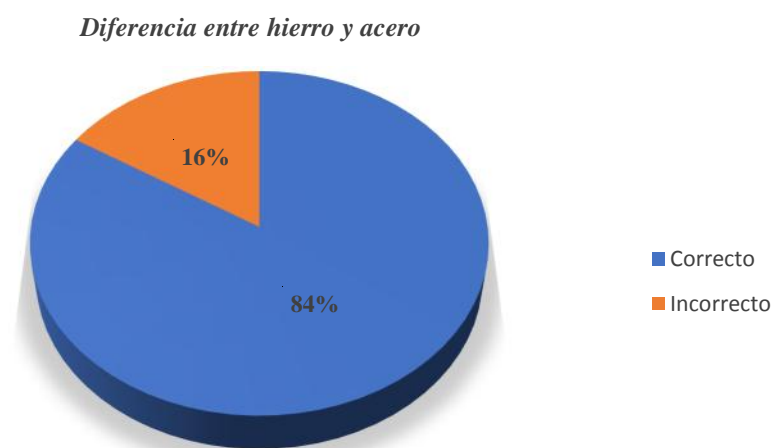


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Se consultó sobre los sistemas constructivos de madera que conocen los encuestados y un 30% mencionan más de 4 sistemas, el 47% de las personas contesta de dos a tres enunciados correctos y el 23% no muestran conocimiento de los métodos de construcción, ya que solo mencionan correctamente una metodología.

- **¿Qué es el hierro y cuál es su diferencia con el acero?**

Gráfico 17 *Diferencia entre hierro y acero*



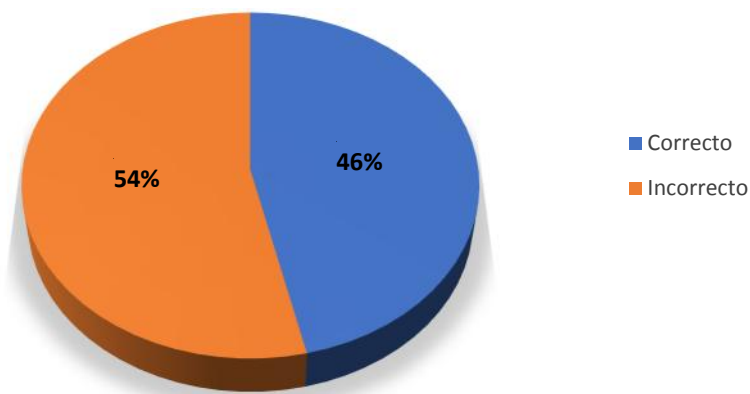
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

De los encuestados el 84%, siendo la mayoría; responden correctamente reconociendo la diferencia entre hierro y acero, y un porcentaje muy bajo (16%), describe una diferenciación incorrecta.

- ¿Cuál es el grado de conductividad térmica y eléctrica del acero?

Gráfico 18 Conductividad del acero

Conductividad térmica y eléctrica del acero



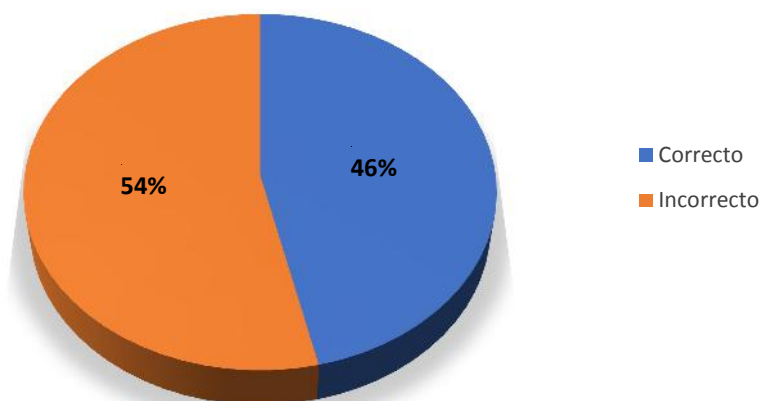
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Al solicitarles a las personas encuestadas que indiquen el porcentaje de conductividad térmica y eléctrica del acero respondieron correctamente el 46% y el 54% presentan respuestas incorrectas.

- ¿Qué es una conexión en una estructura metálica?

Gráfico 19 Conexión en una estructura metálica

Conexión en una estructura metálica

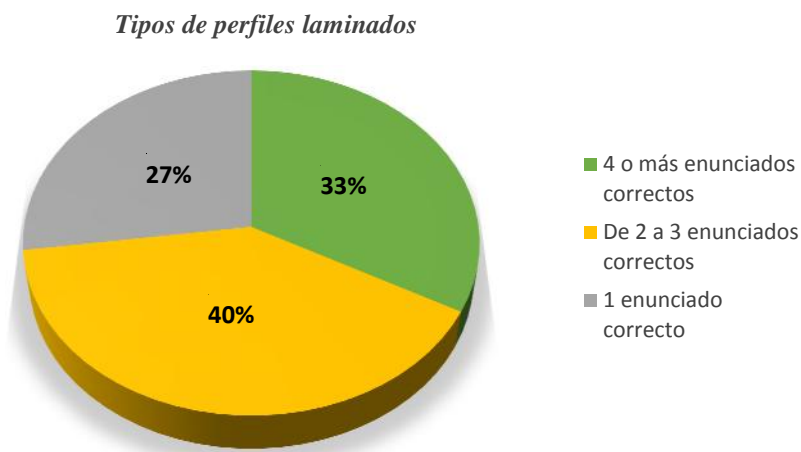


Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Las personas encuestadas evidencian un alto grado de desconocimiento sobre la pregunta realizada, ya que solamente el 46% contestan de forma correcta, el enunciado de una conexión en una estructura metálica.

- **Mencione 4 tipos de perfiles laminados**

Gráfico 20 *Perfiles laminados*

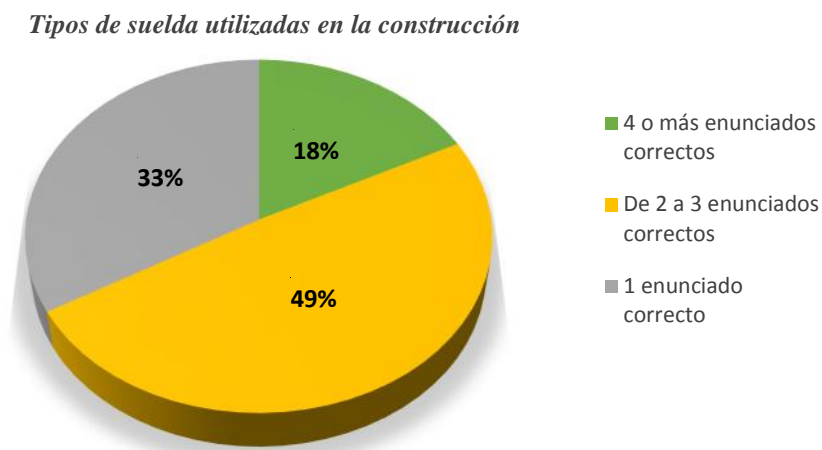


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

El 33% de los encuestados respondieron correctamente 4 enunciados, el 40% colocó de dos a tres enunciados valederos mientras que el 27% solo colocó un enunciado correcto.

- **Enumere 4 tipos de suelda utilizada en la construcción.**

Gráfico 21 *Tipos de suelda*



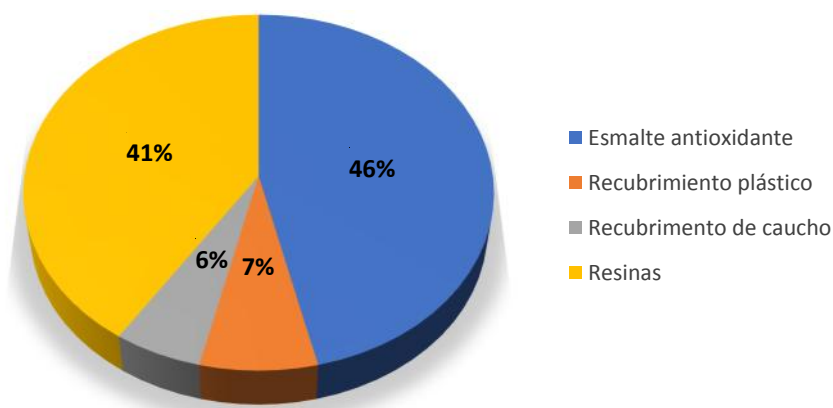
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Los tipos de suelda que se utilizan en las construcciones metálicas son de vital importancia por lo que se consultó sobre las mismas, consiguiendo como resultado que el 18% de personas conocen más de tres tipologías de soldar, el 49% mencionaron de dos a tres tipos y el 33% solo menciona un tipo de suelda.

- **¿Qué metodologías se utiliza para proteger el metal en la intemperie?**

Gráfico 22 *Protección del metal*

Métodos de protección del metal en la intemperie



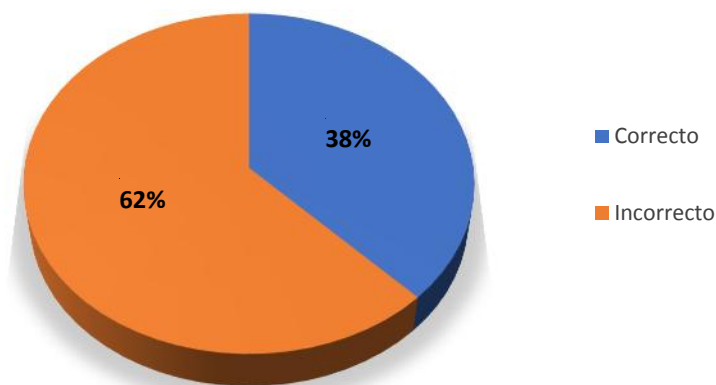
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

De los encuestados, el 46% responden que la mejor forma de protección del metal es mediante esmalte antioxidante, el 41% menciona a resinas como forma de protección y el resto de personas nombra a recubrimientos de diferente material como manera de proteger a los elementos metálicos.

- **¿Cuál es la composición de la tierra?**

Gráfico 23 *Composición de la tierra*

Composición de la tierra

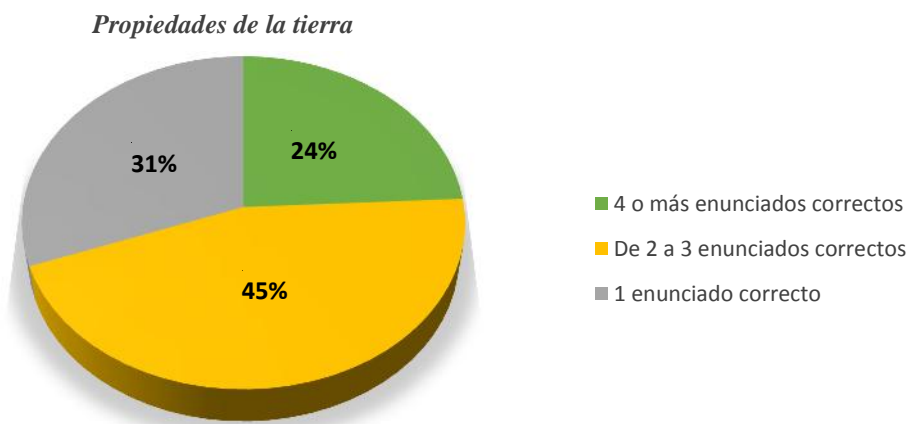


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

La tierra se encuentra conformada por arcilla, limo y arena conocimiento que posee la mayor parte de encuestados evidenciando el mismo, con un porcentaje del 62% de respuestas correctas mientras tanto el 38% involucra materiales que no conforman la tierra.

- Señale 5 propiedades de la tierra para la construcción.

Gráfico 24 *Propiedades de la tierra*

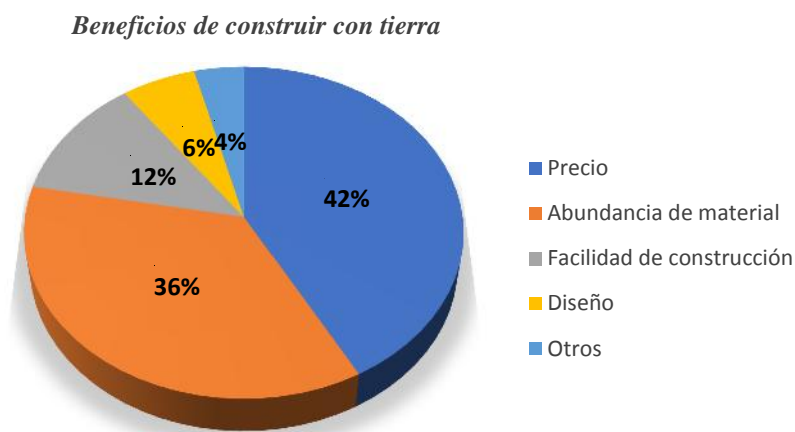


Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Se consultó sobre las propiedades que presenta la tierra para la construcción, consiguiendo que el 24% de personas encuestadas den 4 o más criterios acertados, el 45% mencionó entre dos y tres propiedades valederas y el 31% solo nombra una propiedad.

- ¿Qué ventajas o beneficios considera que existe al realizar una construcción de tierra?

Gráfico 25 *Beneficios de la construcción de tierra*



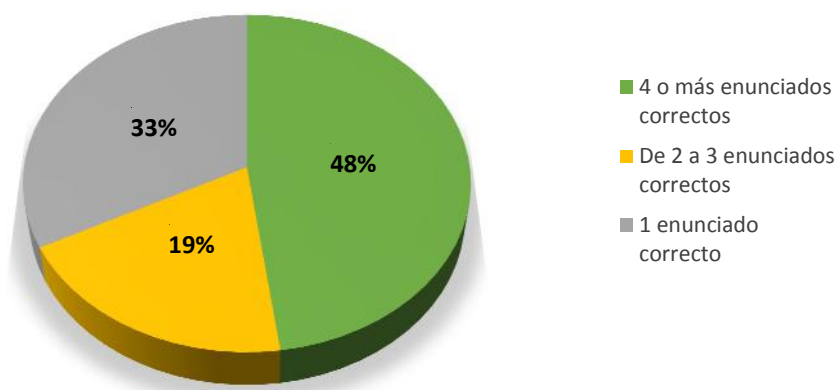
Elaboración: *Leonardo Orellana Calderón*

Al pedirles que señalen las ventajas o beneficios que considera que existe al realizar una construcción de tierra la mayoría respondió que son el precio y la abundancia de material (78%), seguidos de la facilidad, el diseño y otros con porcentajes menores.

- **Indique 5 pruebas que se realiza a la tierra para conocer su aptitud para la construcción.**

Gráfico 26 Pruebas de aptitud de la tierra

Pruebas realizadas a la tierra para conocer su aptitud para la construcción



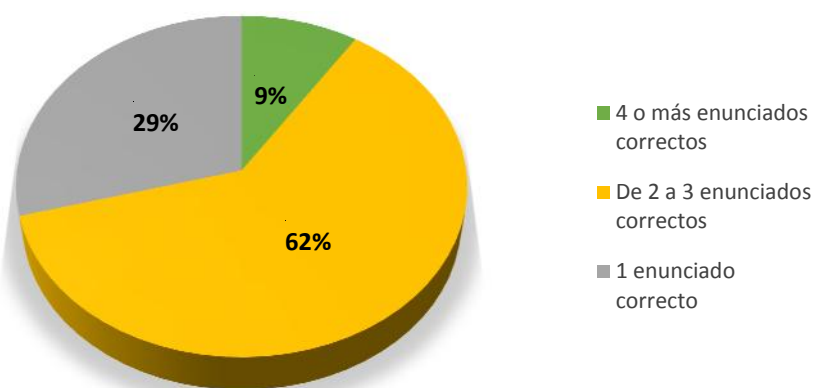
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Al consultar a los encuestados sobre pruebas realizadas a la tierra para conocer su aptitud para la construcción, sus respuestas fueron 48% de 4 o más enunciados correctos, un 33% dijo solamente 1 y un 19% indicó de 1 a 2 pruebas correctas.

- **Enumere 5 tipos de sistemas constructivos de tierra.**

Gráfico 27 Sistemas constructivos de tierra

Sistemas constructivos de tierra



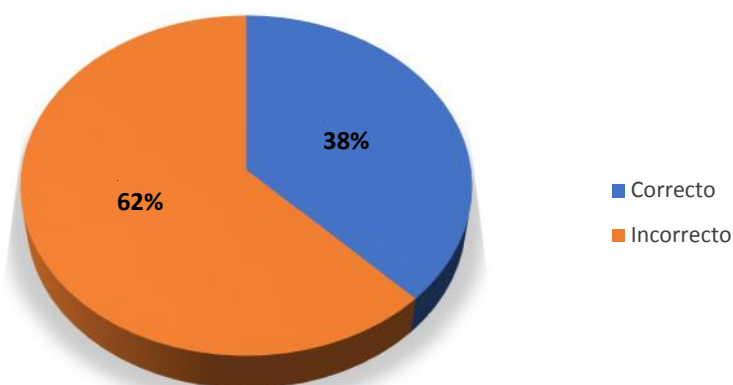
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

De las personas que fueron encuestadas el 9%, responde con cuatro a cinco sistemas de construcción de tierra, el 62% enuncia el conocimiento de dos a tres sistemas constructivos y el 29% solamente nombra un sistema.

- **¿Cuáles son los componentes necesarios para la construcción del tapial?**

Gráfico 28 Componentes para la construcción del tapial

Componentes para la construcción del tapial



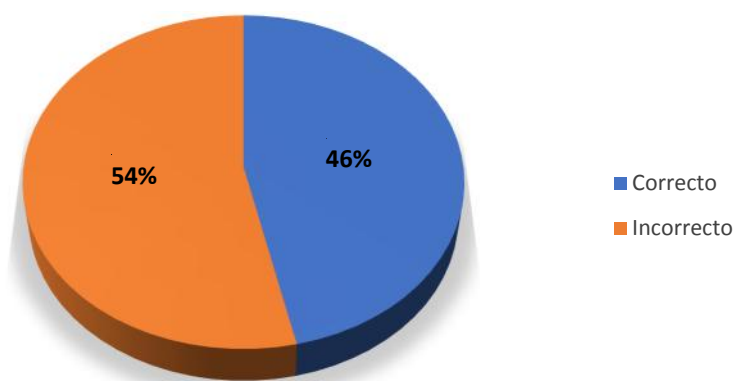
Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

En la presente consulta se consideró correcta su respuesta si se mencionó un mínimo de 4 elementos con los que se construye el tapial por lo que únicamente el 38% tubo razón en su contestación, mientras que el 62% no tiene claro que herramientas son utilizadas para conformar el mencionado tapial.

- **¿Qué elementos son utilizados para la conformación del superadobe?**

Gráfico 29 Elementos para conformación del superadobe

Elementos para la conformación del superadobe



Elaboración: Leonardo Orellana Calderón

Al igual que en la pregunta anterior se consideró un mínimo de tres componentes para considerar como valedera la respuesta, por lo que el 46% tiene validez en su contestación y el 54% de encuestados no mencionan los elementos completos.

ANEXO 3. Normas y Reglamentos en el mundo, de construcción con tierra. Fuente: (Cid & Mazarrón, 2011)

País/Grupo	Norma/Reglamento	REF.	EST.	Técnica	Campo de aplicación	Selección suelos		Requisitos productos	Ensayos	Fabricación	Construcción	Diseño	
Brasil 1	NBR 8491, 1986.	7	x	Bloque comprimido macizo	Condiciones exigibles para recibir los bloques	x	x						
	NBR 8492, 1986.	8			Ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua para bloques				x				
	NBR 10832, 1989	9						x			x		
	NBR 10833, 1989	10		Bloque comprimido macizo y perforado	Procedimiento de fabricación con prensa manual/hidráulica		x				x		
	NBR 10834, 1994.	11											
	NBR 10835, 1994	12		Bloque comprimido perforado sin función estructural.	Condiciones de recepción		x						
	NBR 10836, 1994	13			Forma y dimensiones de los bloques		x						
	NBR 12023, 1992	14		Bloques suelo-cemento	Procedimientos de ensayos	Ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua				x			
	NBR 12024, 1992	15								x			
	NBR 12025, 1990	16									x		
	NBR 13554, 1996	17									x		
NBR 13555, 1996	18								x				
	NBR 13553, 1996	19	Pared monolítica sin función estructural	Condiciones exigibles para los materiales para paredes monolíticas sin función estructural.	x	x							
Colombia 2	NTC 5324, 2004	20	x	Bloques macizos de suelo-cemento para muros y divisiones.	Caracterización y métodos de ensayo de los bloques macizos suelo-cemento.	x	x	x					
EEUU 3	NMAC, 14.7.4, 2004	21		Adobe, Bloques de tierra comprimida y tapial	Reglamento de construcción	x	x	x			x		
4	ASTM E2392 M-10	22		Adobe, tapial	Guía para construcción de sistemas con tierra	x		x	x	x			
España 5	UNE 41410:2008	23		Bloques de tierra comprimida	Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo	x	x	x					
Francia 6	XP P13-901, 2001	24		Bloques de tierra comprimida	Terminología, dimensiones y métodos de ensayo	x	x	x					
India 7	IS 2110 : 1980	25	x	Pared in-situ de suelo-cemento	Especificaciones técnicas para paredes no mayores de 3,2 m de altura y anchura >300mm muros de carga o >200mm particiones.	x	x				x		
	IS 1725 : 1982.	26	x	Bloques de tierra comprimidos estabilizados.	Requisitos y pruebas para bloques de tierra de uso en construcción en general. Procedimientos de ensayos.	x	x	x					
	IS 13827 : 1993	27		Adobe y tapial	Directrices para la mejora de la resistencia sísmica de edificios de tierra			x			x		
Kenya 8	KS 02-1070:1, 1999.	30	x	Bloques de suelo estabilizados con cemento o cal	Requisitos para la construcción con este bloque	x	x	x					
Nueva Zelanda 9	NZS 4297, 1998.	32		Adobe, bloque comprimido, tierra vertida, tapial	Diseño estructural y de durabilidad de los edificios de tierra						x	x	
	NZS 4298, 1998.	33			Caracterización de materiales y especificaciones de construcción para el uso de tierra cruda. Procedimientos de ensayos	x	x	x	x	x			
	NZS 4299, 1999.	34		Adobe, bloque comprimido, tapial	Requisitos de diseño y construcción para adobe, bloques comprimido o tapial que no necesitan diseño específico.						x	x	
Perú 10	NTF F 0.80, 2000	35		Adobe	Requisitos para la construcción de adobe simple y adobe estabilizado	x	x	x	x	x	x		
11	NTP 331.201, 1979	36	x	Adobe estabilizado con asfalto	Definiciones, condiciones generales y requisitos		x	x	x				
	NTP 331.202, 1979.	37			Procedimientos de ensayo	x							
	NTP 331.203, 1979.	38			Muestreo y recepción.		x						

Pais/Grupo	Norma/Reglamento	REF.	EST.	Técnica	Campo de aplicación	Selección suelos	Requisitos productos	Ensayos	Fabricación	Construcción	Diseño	
Regional África 12	ARS 670, 1996	39		Bloques de tierra comprimida	Terminología BTC.	x						
	ARS 671, 1996	40			Clasificar los BTC							
	ARS 672, 1996	41			Clasificación de morteros de tierra.							
	ARS 673, 1996	42			Definir formas de albañilería							
	ARS 674, 1996	43			Requisitos de BTC ordinarios	x	x					
	ARS 675, 1996	44			Requisitos aplicables a BTC vistos	x	x					
	ARS 676, 1996	45			Requisitos de morteros ordinarios		x					
	ARS 677, 1996	46			Requisitos de morteros vistos		x	x				
	ARS 678, 1996	47			Requisitos para albañilería revestida						x	x
	ARS 679, 1996	48			Requisitos para albañilería vista						x	x
	ARS 680, 1996	49			Estado del arte fabricación BTC	x				x		
	ARS 681, 1996	50			Estado del arte para morteros tierra.	x				x		
	ARS 682, 1996	51			Estado del arte para construcción							x
	ARS 683, 1996	52			Pruebas requeridas	x	x					
Sri Lanka 13	SLS 1382-1:2009	53	x	Bloques de tierra comprimida	Requerimientos	x	x					
	SLS 1382-2:2009	54		Bloques de tierra comprimida	Métodos de ensayo			x				
	SLS 1382-3:2009	55		Bloques de tierra comprimida	Guía sobre producción, diseño y construcción					x	x	x
Túnez 14	NT 21.33:1996	56		Bloques de tierra comprimida	Especificaciones para BTC ordinarios, características geométricas, físico-químicas...		x	x				
	NT 21.35:1996	57			Definición y clasificación de BTC		x					
Zimbabue 15	SAZS 724, 2001.	61		Tapial	Guías para el diseño, construcción y ensayos para estructuras de tapial.	x	x	x		x	x	