

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo
secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre
de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES



“Técnicas de construcción con tierra y herramientas metodológicas para

la autoconstrucción sustentable en la Zona Wixárika”

Trabajo recepcional que para obtener el grado de
Maestro en Proyectos y Edificación Sustentables

Presenta:

José Fernando López Aguiluz

Tutora: Dra. Ana Rosa Olivera Bonilla

LGAC: Desarrollo de tecnología apropiada

Modalidad de TOG: Proyecto Profesionalizante de desarrollo o innovación.

Tlaquepaque, Jalisco 2021.

Resumen

En México hay un total de 119,938,473 habitantes, de los cuales 32.9 millones de hogares tienen un promedio de 3.7 integrantes. Según la Encuesta nacional de los hogares (ENH, 2017) el 51.4 % son mujeres, 48.6 % hombres del cual un 76.8 % reside en localidades urbanas y un 23.2 % reside en localidades rurales, donde la edad promedio del jefe del hogar asciende a los 48 años y un 27.3 % la jefatura corresponde a una mujer.

Dentro de este 23.2 % se puede resaltar que gran parte de los hogares del país habitan en una vivienda construida con materiales frágiles. Dentro de las localidades rurales, un 4.1 % suele construir paredes de materiales frágiles como lámina de cartón, lamina de asbesto, metálica, muros de carrizo, bambú o palma. También se considera que el 3.3 % utiliza techos frágiles como desechos, lámina de cartón, palma o paja y el 6.9 % sigue teniendo piso de tierra, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015).

Aunque los porcentajes no parecieran tan altos, gran parte de estos habitantes han perdido su vivienda por deterioro, catástrofes naturales o una mala ejecución de construcción y una de las principales razones que puede llegar a ocasionar esto, es la falta de conocimientos que se tienen acerca de la construcción, y al ser ellos quienes generan su propia edificación, se suelen cometer errores constructivos y muchas familias han sido afectadas por una ejecución errónea.

La autoconstrucción puede beneficiar a todo aquel que quiera implementarla, sin embargo, si no se ejecuta adecuadamente puede ser muy contraproducente, hasta el borde

de tener un colapso estructural por lo que se llegan a improvisar refugios en malas condiciones, buscar asilo en sitios de albergue o vivir en una vivienda con disposición de vulnerabilidad.

Así que las herramientas metodológicas elaboradas en este trabajo de obtención de grado (TOG) contempla ayudar a los núcleos familiares que tengan una necesidad de contribuir en la restauración y construcción de un espacio habitable, de este modo se elige trabajar con localidades rurales por lo tanto el trabajo en campo se logra enlazar con la zona Wixárika de San Andrés Cohamiata "Tatei Kíe" ubicado en el municipio de Mezquitic, en el estado de Jalisco, México a una distancia de 480 km y un tiempo aproximado de 12 horas de la zona metropolitana de Guadalajara.

Esto propicia a generar un conjunto de diversas herramientas metodológicas que servirán para la auto construcción de espacios habitables, por otra parte, la investigación analiza y retoma su cultura constructiva, dando como resultado ser el arraigamiento de una técnica y material que lleva más de 9000 años utilizándose, dicho material se ha visto envuelto en civilizaciones que fueron construidas y edificadas con la materia prima de ese entonces (La tierra).la tierra ha sido utilizada el área de la construcción, ha funcionado como recurso natural y ha formado parte de la arquitectura vernácula de los Wixaritari, por tanto, ha sido la respuesta de la selección y la indagación de las técnicas de construcción con tierra.

Dentro de las herramientas se estará buscando la difusión de los conocimiento alternos de las técnicas de construcción con tierra, por tal motivo el contenido que se genera procura abonar a la Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), en la línea de desarrollo de tecnología apropiada, por ende se busca una combinación de contenido digital y físico que desarrolle material técnico, practico, sencillo y didáctico para

personas que estén interesadas en generar y producir un espacio habitable, ya sea una edificación de fin cultural, social, simbólica o de uso habitacional, así mismo las herramientas buscan poder adaptarse a las generaciones futuras de la zona Wixárika con el fin de extender la línea de vida visto desde un punto de su arquitectura vernácula.

Para captar la atención y difundir el conocimiento se plantea que sea de una estructura que pueda ser interpretada y entendida con un conjunto de diversas herramientas metodológicas que tienen el objetivo de dar una enseñanza técnica y práctica pensada en promover el uso de los medios digitales, con el fin de ayudar a las personas a adaptarse a las necesidades futuras, al igual estas herramientas tienen como objetivo contribuir con las ODS. Por tal razón se considera algunos indicadores de los objetivos 3,4,8,9,11,12 y 13 del desarrollo sostenible, de esta manera podrán ser aplicados en la autoconstrucción sustentable con un enfoque de la agenda propuesta para el 2030. Además, se estarán vinculando los indicadores con propósito de generar una sinergia social que contribuya en la suma del proyecto, asimismo se estaría reduciendo la concentración de las emisiones de CO2 al tener un aprovechamiento local de los materiales, promover el cuidado del medio ambiente y atribuyendo a la economía local al economizar en la edificación de cada espacio habitable.

Palabras clave: Construcción con tierra, herramientas metodológicas, autoconstrucción sustentable, zona Wixárika.

Summary

In Mexico there are a total of 119,938,473 inhabitants, of which 32.9 million households have an average of 3.7 members. According to the National Household Survey (ENH, 2017), 51.4% are women, 48.6% men, of which 76.8% reside in urban locations and 23.2% reside in rural locations, where the average age of the head of the household is 48 years and 27.3% headship corresponds to a woman.

Within this 23.2%, it can be highlighted that a large part of the country's households

lives in a house built with fragile materials. Within rural towns, 4.1% usually build walls of fragile materials such as cardboard, asbestos, metal, reed walls, bamboo or palm. It is also considered that 3.3% use fragile roofs as waste, cardboard, palm or straw, and 6.9% still have a dirt floor, according to the National Institute of Statistics and Geography (INEGI, 2015).

Although the percentages do not seem so high, a large part of these inhabitants have lost their homes due to deterioration, natural catastrophes or poor execution of construction, and one of the main reasons that this can lead to is the lack of knowledge about of construction, and since they are the ones who generate their own building, construction mistakes are often made and many families have been affected by erroneous execution. Self-construction can benefit anyone who wants to implement it, however, if it is not executed properly it can be very counterproductive, to the point of having a structural collapse so that refuges in improper conditions can be improvised, seeking asylum in shelter sites or live in a house with a disposition of vulnerability.

So the methodological tools elaborated in this work of obtaining a degree (TOG) contemplates helping the family nuclei that have a need to contribute in the restoration and construction of a habitable space, thus choosing to work with rural localities therefore the field work manages to link with the Wixárika zone of San Andrés Cohamiata "Tatei Kíe" located in the municipality of Mezquitic, in the state of Jalisco, Mexico at a distance of 480 km and an approximate time of 12 hours from the metropolitan area from Guadalajara. This propitiates to generate a set of diverse methodological tools that will serve for the self-construction of inhabitable spaces, on the other hand, the research analyzes and takes up its constructive culture, resulting in being the rooting of a technique and material that takes more than 9000 years Using it, this material has been involved in civilizations that were built and built with the raw material of that time (Earth). Earth has been used in the construction area, has functioned as a natural resource and has been part of the architecture

The vernacular of the Wixaritari, therefore, has been the response of the selection and the investigation of the techniques of construction with earth.

Among the tools, the dissemination of alternative knowledge of construction techniques with earth will be sought, for this reason the content generated seeks to pay to the Knowledge Generation and Application Lines (LGAC), in the line of development of Appropriate technology, therefore, a combination of digital and physical content is sought that develops technical, practical, simple and didactic material for people who are interested in generating and producing a living space, be it a building for cultural, social, symbolic or For residential use, the tools also seek to be able to adapt to future generations of the Wixárika area in order to extend the life line seen from a point of its vernacular architecture.

To capture attention and spread knowledge, it is proposed that it be of a structure that can be interpreted and understood with a set of various methodological tools that aim to provide technical and practical teaching designed to promote the use of digital media, with In order to help people adapt to future needs, just as these tools aim to contribute to the SDGs. For this reason, some indicators of the objectives 3,4,8,9,11,12 and 13 of sustainable development are considered, in this way they can be applied in sustainable self-construction with a focus on the proposed agenda for 2030. In addition,

The indicators will be linked in order to generate a social synergy that contributes to the sum of the project. Likewise, the concentration of CO2 emissions would be reduced by having a local use of the materials, promoting environmental care and attributing to the local economy by economizing on the construction of each living space.

Key Word: Construction techniques with land, sustainable housing, methodological tools, sustainable self-construction, Wixárika Zone

Dedicatoria

Dedico mi presente trabajo de investigación a mis padres quienes han sido los que han estado en la formación de mi carácter y valores a lo largo de mi vida, siempre han sido forjadores de mis conocimientos y principios para poder crecer como persona en todas las áreas de mi vida.

Ellos han sido un ejemplo que seguir durante la trayectoria de mi vida, incluso con sus errores y defectos me han enseñado a luchar y a salir adelante sin importar cuál sea la situación o barrera que se interponga, permanecer siempre en la lucha constante hasta llegar al objetivo deseado.

De igual manera agradecer la beca asignada por CONACYT, esto me dio la oportunidad de realizar una maestría en el Iteso, la universidad que me proporciono diversas herramientas y experiencias.

A la ONG Tu Techo quien brindo la ayuda para lograr el análisis y trabajo de campo en San Andrés Cohamiata, a los profesores que colaboraron aportando sus conocimientos y a mi asesora la Dr. Ana Rosa Olivera Bonilla, quienes fueron los que estuvieron apoyando mi progreso, proporcionando herramientas fundamentales para comprender, lograr y llevar a cabo la investigación presente.

ÍNDICE

Página

ÍNDICE	9
Índice de Ilustraciones.....	14
Índice de Figuras.....	16
Índice de Graficas	16
Índice de Tablas.....	16
CAPÍTULO 1	18
Capítulo 1.....	19
1. Planteamiento del tema.....	19
1.1. Introducción	21
1.2. Planteamiento del problema.....	23
1.3. Ubicación en campos disciplinares	26
1.4. Descripción de la situación-problema de los materiales	27
1.5. Definición de términos principales	30
1.6. Definición de términos secundarios	31
CAPÍTULO 2	35
Capítulo 2.....	36
2. Diseño metodológico.....	36
2.1. Hipótesis o supuesto inicial de trabajo.....	37
2.2. Justificación.....	37
2.3. Preguntas de investigación.....	39

2.4.	Objetivos	40
2.5.	Elección metodológica	43
2.6.	Selección de técnicas y diseño de instrumentos.....	45
2.7.	Ruta crítica o Cronograma de trabajo	53
CAPÍTULO 3		54
Capítulo 3.....		55
3.	Marco contextual y o conceptual.....	55
3.1.	Referencias conceptuales del tema.....	55
3.2.	Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS	56
3.3.	Desigualdades en México.....	58
3.4.	Asentamientos humanos y el cambio climático	60
3.5.	Desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático y el ecosistema..	63
3.6.	Auto construcción	69
3.7.	Edificaciones de la antigüedad elaboradas con tierra.....	70
3.8.	Técnicas de construcción con tierra.	75
3.9.	Adobe	76
3.10.	Bahareque	79
3.11.	BTC Bloque de tierra compactada.....	81
3.12.	Cob	82
3.13.	Tapial	83
3.14.	Sacos de tierra.....	84

3.15.	Los estabilizantes en la tierra.....	86
3.16.	Los aliados de la tierra.....	89
3.17.	Los enemigos de la tierra.....	92
CAPÍTULO 4		97
Capítulo 4.....		98
4.	Análisis y resultados.....	98
4.1.	Antecedentes empíricos del tema.....	98
4.2.	Síntesis interpretativa de los datos analizados	99
4.3.	Dimensión – histórica.....	101
4.4.	Resultados de la observación Directa.....	114
4.5.	El Paisaje y su entorno	119
4.6.	Resultado de observaciones en laboratorio	141
4.7.	La composición de la tierra	142
4.8.	La cal como conglomerante	144
4.9.	Pruebas de caracterización del material	145
4.10.	Prueba de Sedimentación o granulométrica	146
4.11.	Prueba de plasticidad	147
4.12.	Prueba de resistencia o disco	148
4.13.	Resultado de prueba de sedimentación.....	149
4.14.	Resultado de prueba de plasticidad	151
4.15.	Resultado de "prueba de absorción de humedad en disco"	152

4.16.	Vivienda antisísmica de tierra	154
4.17.	Resultados de laboratorio	158
4.18.	Resistencia a compresión.....	159
4.19.	Elaboración de ensayos de 10 x 10 en diferentes técnicas de construcción con tierra	164
4.20.	Graficas de Comparativas de materiales técnicas.....	170
4.21.	Costos	180
4.22.	Entrevistas	184
4.23.	Discusión	196
4.24.	Conclusión.....	198
CAPÍTULO 5		200
	Capítulo 5.....	201
5.	Diseño aplicativo de la solución.....	202
5.1.	Pregunta de replante de solución.....	204
5.2.	Taller técnico.....	205
5.3.	Taller practico	208
5.4.	Taller Online	211
5.5.	Bitácora de tierras.....	212
5.6.	Ficha Técnica	213
5.7.	Manual digital de construcción con tierra	214
5.8.	Calculadora de Adobes y Materiales.....	215

5.9.	Calculadora económica de materiales	216
5.10.	Metodología Triz	216
5.11.	Vivienda sustentable.....	220
5.12.	Primera aproximación de resultados de las herramientas metodológicas	221
CAPÍTULO 6		222
6.	Conclusiones y/o recomendaciones.....	223
Referencias		227
Anexos		231

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Muralla china extraída de Imagen de JLB1988 de Pixabay.....	71
Ilustración 2 Teotihuacan México Imagen de robtowne0 en Pixabay	72
Ilustración 3 Mezquita de Mali construida entre 1180 y 1330 con Barro, Imagen de Stefania Buletti en Pixabay	73
Ilustración 4 Tulou de Fujian, Foto de Michael Yamashita	74
Ilustración 5 Plataformas de trabajo para fabricación de adobes en la comunidad de San Andrés Cohamiata	76
Ilustración 6 Tierra, Estiércol, Agua y volcán de mezcla.....	77
Ilustración 7 Adobes fabricados en la comunidad de San Andrés en la brigada solidaria de verano de Tu Techo 2019.....	78
Ilustración 8 Mezcla y aplicación del Bahareque	80
Ilustración 9 Técnica de Bloque de tierra compactada BTC	81
Ilustración 10 Casa construida utilizando la técnica de Cob	82
Ilustración 11 Técnica de Tapial en Siacot 2019.....	83
Ilustración 12 Técnica de Sacos de Tierra.....	85
Ilustración 13 Escuela de Artes plásticas con 15 % de cemento, Foto de Sandra Pereznieto.....	87
Ilustración 14 Implementación de castillo en muro de adobe.....	94
Ilustración 15 Casa Munita González / Arias Arquitectos + Surtierra Arquitectura. Imagen de Luis García	96
Ilustración 16 Mapa del Ojo de Dios	101
Ilustración 17 Ruta de peregrinación Huichol (extraída de internet).....	102
Ilustración 18 Marakame, Chaman - por Jerry Rodríguez Burckle	103
Ilustración 19 Kauyumari el venado azul.....	104
Ilustración 20 Híkuri - peyote	105
Ilustración 21 Tatewari Abuelo fuego	107
Ilustración 22 Calihuey o Tukipan centro ceremonial de San Sebastián	108
Ilustración 23 fiesta del tambor Tatei neixa.....	113

Ilustración 24 Cierra madre occidental, zona Wixárika	114
Ilustración 25 Templo de San Sebastián.....	116
Ilustración 26 Casa de Adobe en San Andrés Cohamiata.....	118
Ilustración 27 Caminos, cielo y pista de aterrizaje de San Andrés	118
Ilustración 28 un Camino wixaritari para llegar a su vivienda	128
Ilustración 29 Segmentación de los estados de la tierra y su humedad - test carazas, extracción de la tierra	142
Ilustración 30 Composición de la Cal (Extraída de internet)	144
Ilustración 31 Pruebas de tierra A y B tamizadas	149
Ilustración 32 Prueba de sedimentación.....	150
Ilustración 33 Prueba de plasticidad o de churro.....	151
Ilustración 34 Prueba de resistencia o de disco.....	152
Ilustración 35 Prueba de compresión	159
Ilustración 36 Acomodo de adobes para prueba de compresión	162
Ilustración 37 Adobes después de la compresión.....	163
Ilustración 38 mezcla de Bahareque, Tav, Tapial y tapial Mixto en cubos de 10 x 10 cm	164
Ilustración 39 Bloque A de Tapial con tierra y estiércol proporción 2: 1.....	167
Ilustración 40 Mezclatipo A con fibras de paja, proporción 1:1	167
Ilustración 41 Bloque B de Tapial con tierra y estiércol proporción 2: 1.....	168
Ilustración 42 Mezclatipo B con fibras de paja, proporción 1:1	168
Ilustración 43 Bloques de tapial tipo A y B	169
Ilustración 44 Taller técnico	205
Ilustración 45 Kit del taller practico.....	209
Ilustración 46 Empaque del paquete del taller practico	209
Ilustración 47 Taller online.....	211
Ilustración 48 Bitácora de tierra	212
Ilustración 49 Fichas técnicas.....	213
Ilustración 50 Manual digital de construcción.....	214

Ilustración 51 Calculadora de Adobes.....	215
Ilustración 52 calculadora de materiales.....	216
Ilustración 53 herramienta de la Vivienda sustentable.....	220

Índice de Graficas

Grafica 1 Porcentaje de hogares por tipo de materiales de construcción de la vivienda que habitan según tamaño de localidad (ENH, 2017)	29
Grafica 2 Elección de metodologías, Autoría propia.	43

Índice de Figuras

Figura 1 Instrumentos de investigación.....	47
Figura 2 Corte de una tráquea con membrana mucosa del epitelio normal (izquierda) y una reseca (derecha).....	92
Figura 3 prueba de sedimentación.....	146
Figura 4 Prueba de chorro o plasticidad.....	147
Figura 5 Prueba de resistencia o disco.....	148
Figura 6 Zona sísmica de estudio correspondiente a un Tipo B.....	157

Índice de Tablas

Tabla 1 Primera aproximación.	26
Tabla 2 congruencia metodológica. Autoría propia	37
Tabla 3 instrumentos de investigación. Autoría propia	45
Tabla 4 Congruencia metodológica e Instrumental.....	46
Tabla 5 Operacionalización de variables.....	51
Tabla 6 cuadro de operacionalización. Autoría propia.....	52
Tabla 7 Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicados al TOG (Naciones Unidas, 2018)	56
Tabla 8 Hallazgos de observación directa	117
Tabla 9 Área mínima cartográfica para diferentes escalas (Salitchev 1979)	123
Tabla 10 Descripción del color de la tierra	135

Tabla 11 Características del suelo, Elaboración propia con datos de (INEGI, Guía para la interpretación de Cartografía. Edafología, 2006)	136
Tabla 12 Resultados de compresión.....	160
Tabla 13 Comparativa de Materiales a fuerza de compresión	170
Tabla 14: Costos de Construcción de muro de Block Hueco (15cm x 20cm x 40 cm)	181
Tabla 15 Costos de Construcción de muro de Adobe (19cm x 9cm x 30 cm)	182
Tabla 16 Estado del Arte	193
Tabla 17 cuantificación de los Instrumentos utilizados	195
Tabla 18 Metodología Triz	218
Tabla 19 Los 40 principios inventivos.....	219

CAPÍTULO 1

Capítulo 1

El presente capítulo aborda la problemática que se desarrollará a través del siguiente trabajo de obtención de grado (TOG), este se desenvuelve con el planteamiento del tema, la ubicación de los campos disciplinares, la descripción de la situación y la definición de los principales términos que se utilizarán a lo largo del TOG con el fin de desarrollar un mejor criterio y juicio, para analizar mejor las técnicas de construcción con tierra y herramientas metodológicas para la autoconstrucción sustentable de espacios habitables en la Zona Wixárika.

1. Planteamiento del tema

La utilización de las técnicas de construcción con tierra ha funcionado como recurso natural en la autoconstrucción sustentable en diversos lugares, principalmente cuando el material se encuentra localmente y a la mano, esta pasa a ser materia prima, de tal forma que puede ser utilizada en la creación de diversos espacios, con fines habitacionales, culturales, de ocio, etc. Por tal motivo, la construcción puede emplearse ante una situación donde implique factores de vulnerabilidad contra adversidades naturales dando como resultado resistencia y durabilidad por el material, también se logra un confort bioclimático por sus particulares propiedades naturales que permite que el material transpire y mantenga una inducción térmica ante la intemperie. (Minke, 1991).

El factor económico que suele jugar la construcción con tierra marca un rol importante ya que puede llegar a economizar bastante un proyecto dando como resultado ser otra opción principal por la cual se utiliza en la autoconstrucción, si esta se compara con

otros materiales como se muestra en la [Grafica 1 Comparativa de materiales](#), se puede apreciar la comparativa de algunos materiales como el concreto, el acero, madera y tierra. Partiendo de esta comparativa, se obtiene como resultado una justificación de una inversión más accesible y a su vez más fácil de transportar, por ser un material local si suele ser el caso indicado, que a su vez ayuda a emitir menor cantidad de emisiones de Co2¹, por otros procesos que se necesitarían al estar utilizando otros materiales no locales.



Grafica 1 Comparativa de materiales

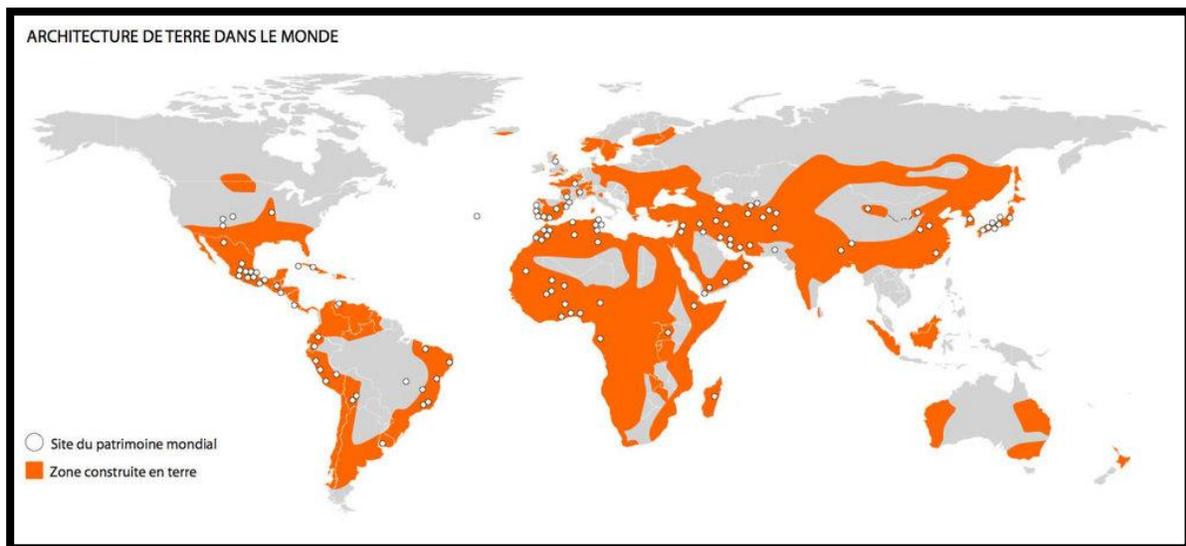
¹ **Concentración de CO2.** Las emisiones de dióxido de carbono son aquellas provenientes de la quema de combustibles fósiles y la manufactura de cemento, el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y la quema de gas. (INFONAVIT, 2018)

La (Grafica 1), expone una breve comparativa ambiental de los materiales más usuales en la construcción, esta coteja los siguientes rubros, la generación del smog, acidificación, calentamiento global, costo energético no renovable, costo energético renovable, agotamiento de la capa de ozono y la eutrofización

1.1. Introducción

A lo largo de la historia la tierra ha sido utilizada como materia prima de construcción. Esto ha permitido desarrollar respuestas arquitectónicas con gran eficiencia en el manejo de los recursos naturales y con un alto grado de adaptación a las condiciones climáticas existentes en las diversas latitudes del país.(Azcapotzalco, n.d.)

La convergencia de conocimientos de las civilizaciones prehispánicas, con la actual ha generado una variante en las edificaciones en las que haciendas, templos, conventos, palacios, edificios de gobierno y gran parte de la arquitectura domestica conforman una parte del patrimonio cultural de México y del mundo, tal como se ve en el (Mapa 1).



Mapa 1Arquitectura con tierra en el mundo. Mapa de Craterre.

Además, estas obras conservaron su vigencia después de siglos de su edificación, gracias a la pervivencia de la cultura constructiva transmitida a través del tiempo. Hasta

hace unos años, aún era frecuente que las familias habitaran las viviendas de adobe que habían heredado, por lo que se podía entender que se les diera un mantenimiento preventivo para prolongar el plazo de vida. Sin embargo, el bagaje cultural de nuestra sociedad y el tiempo en el que nos encontramos ha provocado que estas estén por desaparecer, debido al crecimiento explosivo de materiales industrializados, la construcción con tierra ha decaído inmensamente por la ideología de que su uso es insalubre, clasificatoriamente social y hasta peligroso.

En las facultades de arquitectura e instituciones del patrimonio llegaron a ignorar su defensa y protección, más no hasta a principios del siglo XXI esto cambio. Ya que se ha considerado como un símbolo de pobreza y retraso hasta tal grado que su valor económico ha sido denigrado, por desarrolladores urbanos, tasadores y financieros, con consecuencias al dejar de apoyar con créditos para llevar a cabo una reparación adecuada o para vivienda nueva. Por ende, se ha ido perdiendo la práctica adecuada para hacer nuevas edificaciones en zonas urbanas, reparaciones correctas y prolongar su vida. En consecuencia, se han utilizado materiales incompatibles con la tierra, provocando una degradación progresiva de la edificación, generando un abandono de estas, dando acceso al incremento de la implementación de técnicas y sistemas constructivos los cuales no siempre fortalecen la conexión con el ecosistema de nuestro planeta.

Pero claro está que el desarrollo de la humanidad depende totalmente de los ecosistemas y los servicios ambientales que nos brindan; a pesar de ello, hasta ahora no siempre hemos sabido valorarlos. Los tenemos en un concepto infravalorado por el simple hecho de no tener en cuenta el verdadero valor de lo que nos aportan, sin tomar en cuenta que a gran medida dependemos completamente de estos ecosistemas al proporcionarnos lo que hoy en día llamamos un estilo de vida digno.

1.2. Planteamiento del problema

Se ha identificado que la construcción de tierra es un método de construcción que puede solucionar diversos problemas, más la percepción sobre ella, se ha distorsionado ya que se asemeja con la inseguridad estructural dando como consecuencia una degradación de plusvalía, al igual se percibe que la manufactura artesanal está infravalorada ya que las buenas prácticas se han ido alterando al combinar sistemas constructivos, materiales y aglomerados que a su vez crea una industrialización que no se adapta al entorno, esto no propicia una relación con el medio ambiente.

Así que para todas aquellas culturas que tengan planificado un crecimiento ambiental, deberían de considerar algunos factores importantes, tal como el calentamiento global, ya que este pasa cada día por una etapa evolutiva que nos está perjudicando y provocando alteraciones a los ecosistemas y al medio físico natural.

Se considera que los ecosistemas no solo son reservorios de la diversidad biológica, sino que, de manera más relevante, como dice (FAO, 2018)² son los que nos proporcionan servicios y bienes de valor inestimable, los que son fundamentales para nuestra sobrevivencia y bienestar.

Los ecosistemas son los que nos proporcionan alimentos en gran cantidad. Responsables de cumplir varias funciones y compuestos por sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven. Sin embargo, una de sus funciones es la de captar el agua de lluvia, la cual se infiltra a través del suelo y alimenta

² Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura

los manantiales, ríos, lagos y humedales; haciendo suelos fértiles y ricos en propiedades, de las cuales se compone la tierra, esto enriquece a los sustratos con diversas composiciones que forman el suelo de un lugar, aunque esto varía por su entorno más próximo, a la vez ayudan a evitar consecuencias por la antropización la cual se conoce como la transformación que ejerce el ser humano sobre el medio como deslaves de tierra y retienen los defectos irregulares por las construcciones que se llevan a cabo por el crecimiento comercial y urbano, falta mencionar que otra de las características que se pueden mencionar es que son perfectos captadores de bióxido de carbono de la atmósfera por su diversidad natural de tal forma que atenúan el potencial del calentamiento global.

En la actualidad y con el paso del tiempo, se han creado complicaciones a futuro del aprovechamiento de los recursos naturales, por tal motivo se debe de concientizar y generar una optimización de estos para que sean parte y no vayan en contra. ([Biodiversidad, 2017](#))

Por tal motivo se ha de trabajar en una arquitectura sostenible donde se busque el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer a las de las generaciones futuras ([Unidas, 2018](#)), así que se esté perdiendo la costumbre y el aprovechamiento de estos recursos.

La construcción y recuperación de una arquitectura vernácula es fundamental ya que esta práctica y desarrolla espacios habitables conocidos como viviendas, escuelas, centros ceremoniales, lugares de ocio y otros espacios que se han visto limitados y afectados dentro de las comunidades rurales, ya que al no tener un aprovechamiento óptimo de los recursos naturales locales, una metodología de trabajo estructurada y conocimientos de construcción actualizados, mejorados e innovadores que conseguían una sinergia de producción, da como consecuencia una carencia de espacios habitables que promuevan un desarrollo sostenible.

Por tal motivo se decide tener un acercamiento con una comunidad rural de nombre San Andrés Cohamiata cuya ubicación se presta para ser el caso de estudio de investigación, tal ubicación promueve extender la investigación sobre la cultura Wixarika y su entorno próximo, dando resultados variables en varios factores de su crecimiento como cultura, uno de los hallazgos detectados fue la falta de espacios habitables.

Como consecuencia se percató que las jefas de familia, junto a sus hijos son las que llegan a lidiar principalmente con un factor de vulnerabilidad y esto ha generado procesos de auto construcción para proporcionar un hogar para su familia.

Varios de esos procesos son un reto para ejecutar correctamente, por la ardua labor física que conlleva hacer esto, ya que se puede presentar una ausencia de información y conocimientos sobre métodos constructivos, esto genera que el proceso no sea el óptimo y sea complicado llevarlo a cabo por las personas de la comunidad de una manera adecuada.

La situación económica y ambiental se ha visto afectada, ya que al querer elegir materiales industrializados, como el cemento, bloques, ladrillos, entre otros se da un alto impacto ambiental por el hecho de transportar materiales que involucra largos traslados de transporte vehicular lo cual se traduce como emisiones de CO_2 y a su vez al seleccionar materiales que no son locales el costo aumenta, perjudicando la situación monetaria de todo aquel que quiera construir con estos materiales, sin embargo la tendencia en el uso de estos materiales ha aumentado por diversas razones. Una de ellas es porque se piensa que se obtiene un nivel social más aceptable al implementar materiales externos, un refuerzo estructural el cual no siempre se obtiene por mezclar técnicas inadecuadamente, a consecuencia se complica el aprovechamiento de los recursos naturales de la zona, a causa de que no se optimizan los materiales naturales que se tiene en el sitio, así afectando y perdiendo las costumbres constructivas de estas zonas.

1.3. Ubicación en campos disciplinares

Primera Aproximación								
Postura Epistémica	Perspectiva disciplinar de análisis	Enfoque o abordaje metodológico	Tipo de investigación o Tóg identificado	LGAC	Problemática	Justificación	Supuesto	Objetivos
Paradigma hermenéutico interpretativo	Arquitectura, Ingeniería, Sociología, Ambiental, Economía	Cualitativo, cuantitativo	Proyecto Profesionalizante de desarrollo o Innovación	LÍNEA 05: Desarrollo de tecnología apropiada	La pérdida de culturas constructivas, debido a la introducción de nuevos materiales que se mezclan, alteran y debilitan la arquitectura vernácula de la zona Wixárika. - Afectación al entorno e impacto a la sustentabilidad, sociocultural y medio ambiental	Se vuelve indispensable retomar y fortalecer los sistemas constructivos a fin de conservar y no alterar la identidad sociocultural. Es necesario disminuir el impacto al medio ambiente y otorgar alternativas sustentables para la autoconstrucción y mejora de espacios. Es conveniente mejorar los procesos y el debilitamiento estructural de las edificaciones. Se requiere desarrollar herramientas apropiadas de formación que permitan recuperar las culturas constructivas de la zona Wixárika.	Si se logra identificar cuáles son las técnicas de construcción con tierra apropiadas para la autoconstrucción sustentable en la zona Wixárika, entonces se podrán diseñar nuevas herramientas metodológicas para fortalecer las competencias en actuales y futuras generaciones, y recuperar la identidad constructiva en la zona.	Identificar técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable en la zona Wixárika, para solventar cualquier falta de espacios habitables y a su vez generar una correcta implementación de técnicas constructivas con materiales locales y recuperar las culturas constructivas de la zona.

Tabla 1 Primera aproximación.

La presente investigación desarrolla un campo multidisciplinario tal como se puede observar en la (Tabla 1 Primera aproximación.) donde se refuerza la investigación con la ingeniería, la arquitectura, esto para fomentar los criterios de un espacio habitable, base a los fomentos que puedan proporcionar, una disciplina de economía así optimizando los recursos monetarios a disposición, esto con el fin de aprovechar al máximo la materia prima, a la vez se trabaja con un acercamiento dentro de la sociología, lo que involucra investigar sobre las sociedades humanas demostrando el comportamiento y costumbres del lugar, esto con el fin de conocer lo más posible sobre el entorno ambiental próximo a la comunidad.

1.4. Descripción de la situación-problema de los materiales

Dentro de la problemática identificada, la pérdida de conocimientos culturales constructivos, debido a la introducción de nuevos materiales en la zona Wixárika, se logra identificar una de las situaciones que conlleva hacer estas modificaciones, tales como que las respectivas construcciones suelen carecer de un criterio estructural, presentando fallas estructurales, como grietas, resquebrajamiento, humedades, entre otros factores y estos suelen presentarse principalmente por malas costumbres constructivas, que se aprecian en diversas situaciones pero una de las más comunes es cuando suelen mezclar sistemas constructivos que no crean una adecuada sinergia, por no ser totalmente compatibles o no saber trabajar adecuadamente los sistemas constructivos a la par.

Uno de los ejemplos más comunes es cuando se mezcla la construcción con tierra y cemento, esto al no saber cómo implementarlo correctamente, puede ocasionar alteraciones en las propiedades de los materiales por lo que no permite cumplir las funciones correctamente de cada material.

La situación que presenta la (ENH, 2017) es muy importante por la labor que hace al considerar y clasificar los materiales resistentes y frágiles que contempla para una vivienda durable, esto es idóneo para conseguir uno de los objetivos de la autoconstrucción sustentable ya que se espera poder contar con espacios habitables como una de las prioridades de este TOG.

Estos materiales solemos identificarlos en viviendas de comunidades rurales y en barrios precarios³. Se clasifican con los porcentajes de hogares que tienen o carecen de una

³ **Viviendas en barrios precarios.** Proporción de personas habitando en viviendas a las cuales les hace falta una de las siguientes cuatro condiciones: acceso a agua mejorada, acceso a instalaciones de saneamiento adecuadas, espacio vital suficiente (sin hacinamiento) y vivienda duradera. (INFONAVIT, 2018)

vivienda duradera y entre los materiales que considera la encuesta nacional de los hogares se consideran los siguientes:

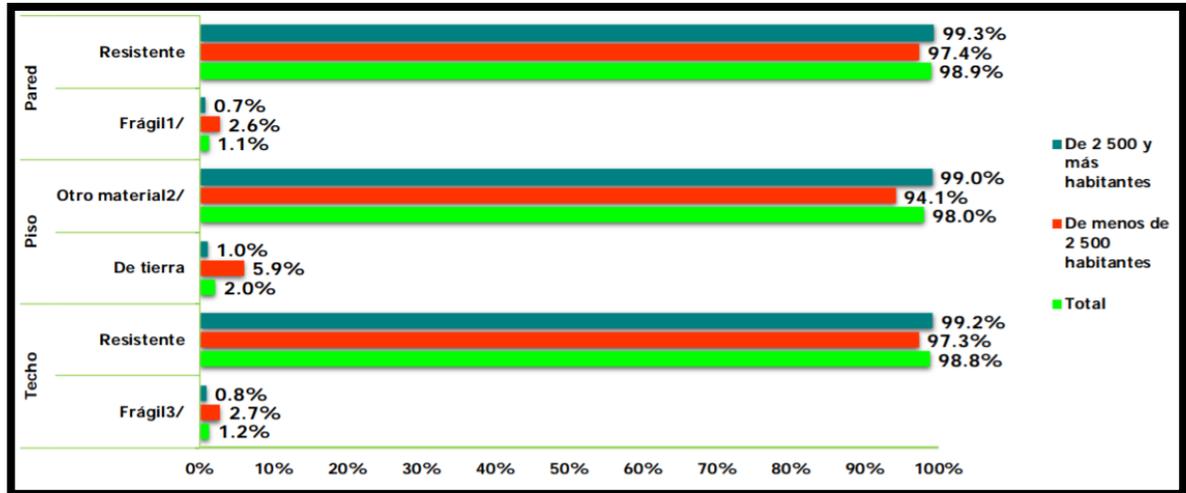
Paredes. Los materiales frágiles son aquellos que están contruidos de desechos de lámina de cartón, lamina de asbesto o metálica, muros de carrizo, bambú, palma o incluso el embarro o bajareque.

Los resistentes son aquellos como la madera, Adobe, tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

Pisos. La clasificación en pisos de tierra se contempla dentro del 2% de las comunidades

Los Pisos de otros materiales, están considerados dentro del otro 98 % en las comunidades, como el cemento o firme, madera, mosaico u otro recubrimiento

Techos. Los Materiales frágiles para un techo son considerados dentro de los siguientes: de desecho, lámina de cartón, palma o paja.



Grafica 1 Porcentaje de hogares por tipo de materiales de construcción de la vivienda que habitan según tamaño de localidad

(ENH, 2017)

Los materiales no precarios para un techo son considerados dentro de los siguientes: lámina metálica, lamina de asbesto, madera o tejamanil, terrado con viguería, teja, losa de concreto o viguetas con bovedilla.

Partiendo de esta clasificación, se podrá obtener una base de datos para la elaboración y elección de distintas técnicas de auto construcción sustentable, estas deberán considerar las áreas necesarias para que pueda ser contemplado como un espacio habitable y de ser posible para poder aminorar la vulnerabilidad que presentan algunas familias, sin embargo deberán de adaptarse al entorno actual para respetar la arquitectura vernácula del lugar, respetando las culturas constructivas que han logrado dominar soluciones funcionales utilizando materiales locales, respondiendo al problema del habitad.

1.5. Definición de términos principales

La definición que se proporciona a lo largo del documento podrá referenciarse con los siguientes términos para poder comprender y asemejar de manera más clara la documentación dando respaldo de investigación.

El criterio para seleccionar los términos principales fueron los que tuvieron un mayor alcance y profundidad a lo largo del Tog de tal manera que son las definiciones de mayor criterio para dar un seguimiento y entrelazar los temas.

Arquitectura vernácula: “la Arquitectura vernácula es una parcela del Patrimonio Cultural constituida por el conjunto de obras construidas o arquitectónicas en las cuales una comunidad reconoce los valores –materiales e inmateriales– específicos y genuinos que caracterizan su identidad antropológica cultural a lo largo del tiempo” (Pérez, 2016)

Culturas constructivas: “La cultura constructiva nace del reconocimiento, selección y dominio de un material, con el cual, a través de largos procesos, se crean soluciones funcionales, constructivas y estructurales que responden al problema del habitar” (Joquera, 2012)

Herramientas metodológicas. son aquellos medios que parten de una base científica empleando la teoría en materiales que puedan ser didácticos con el fin de facilitar al instructor la enseñanza y estas se pueden aplicar durante el desarrollo de talleres de capacitación para lograr impartir con éxito conocimientos e información con mayor sutileza.

La Arquitectura Sostenible: trabaja el concepto de desarrollo sostenible propuesto por las Naciones Unidas en el año de 1987, este concepto se basa en saber “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”. (Unidas, 2018)

Vivienda sustentable: “La vivienda sustentable se define porque sus habitantes administran correctamente los recursos naturales, energéticos, económicos y genera actividades productivas para su mantenimiento y funcionamiento, buscando beneficio para las generaciones presentes y futuras” (Palomo, 2015)

Espacio habitable suficiente. Proporción de viviendas con menos de cuatro personas por cuarto. Se considera que una vivienda proporciona espacio vital suficiente para sus miembros si tres personas o menos comparten el mismo cuarto. (INFONAVIT, 2018)

1.6. Definición de términos secundarios

Vivienda social: “La vivienda de interés social es la que cumple con el espacio mínimo suficiente para albergar con calidad y dignidad las actividades sociales, privadas e íntimas del núcleo familiar. La que asegura la estabilidad social y la armonía con el entorno, cultural y social” (Alderete, 2010)

Vivienda durable. viviendas consideradas como “durables”, es decir, que están construidas en lugares no peligrosos y cuentan con una estructura permanente y suficientemente adecuada para proteger a sus habitantes de las extremas condiciones climáticas (lluvia, calor, frío y humedad). (INFONAVIT, 2018)

Viviendas en barrios precarios. Proporción de personas habitando en viviendas a las cuales les hace falta una de las siguientes cuatro condiciones: acceso a agua mejorada, acceso a instalaciones de saneamiento adecuadas, espacio vital suficiente (sin hacinamiento) y vivienda duradera. (INFONAVIT, 2018)

Vulnerabilidad. Vulnerabilidad se define siempre en relación con algún tipo de amenaza, sean eventos de origen físico como sequías, terremotos, inundaciones o

enfermedades, o amenazas antropogénicas como contaminación, accidentes, hambrunas o pérdida del empleo. (Ruiz Rivera, 2012)

Organizaciones no gubernamentales (ONG): Se trata de entidades de iniciativa social y fines humanitarios, que son independientes de la administración pública y que no tienen afán lucrativo. suelen financiarse a través de la colaboración de los ciudadanos, de los aportes estatales y de la generación propia de ingresos

Asociaciones civiles: Una asociación civil es una organización privada que dispone de personería jurídica y que no tiene afán lucrativo. Estas asociaciones se componen de personas físicas que trabajan en conjunto con un fin social, educativo, cultural o de otro tipo.

Ecosistema. Es el estudio de la ecología y la unidad base de la biosfera donde se constituye el nivel de organización en que se integran los elementos vivientes y no vivientes en el espacio y en el tiempo, generando una colectividad por plantas y animales que interactúan entre sí y en relación con la materia inerte. (Caso, 1990)

Eco técnica. Es la combinación de 3 voces griegas: Oikos = casa, logos = tratado, Teknos = procedimientos que sirven una ciencia para conseguir un objetivo. Por lo tanto, la suma de estos conlleva a la aplicación de conceptos ecológicos mediante una técnica para lograr una concordancia con la naturaleza. (Caso, 1990)

Ecologizar. Adaptar una construcción determinada a su medio natural con lineamientos de diseño ecológico, esta puede ser una edificación previamente ya elaborada o en proceso. (Caso, 1990)

Planificación ecológica. Proyección de algo científicamente organizado adaptado al medio que lo rodea interfiriendo en lo mínimo posible con el esquema natural. (Caso, 1990)

Concentración de CO₂. Las emisiones de dióxido de carbono son aquellas provenientes de la quema de combustibles fósiles y la manufactura de cemento, el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y la quema de gas. (INFONAVIT, 2018)

Densidad económica. Es el producto urbano dividido por el área de la ciudad (kilómetros cuadrados). (INFONAVIT, 2018)

Tasa de alfabetización. es el porcentaje de la población de 15 años o más que está alfabetizada, lo que implica que puede leer y escribir una declaración corta y simple relacionada con su vida diaria. (INFONAVIT, 2018)

Acceso a agua mejorada. viviendas urbanas con conexión a fuentes mejoradas de agua potable (tubería, conexión que llega a la vivienda, conexión que llega a la parcela, jardín o patio, grifos públicos, pozo entubado/de perforación, pozo excavado protegido, manantial protegido, agua de lluvia). (INFONAVIT, 2018)

Generación de energía renovable. Electricidad producida mediante energía geotérmica, solar fotovoltaica, solar térmica, marea, viento, residuos industriales o municipales, biocombustibles primarios sólidos, biogases, biodiesel, otros biocombustibles líquidos, biocombustibles primarios y residuos no especificados, y carbón vegetal como parte del total de la producción eléctrica. (INFONAVIT, 2018)

De acuerdo a los términos previos, es indispensable considerar una visión más amplia que logre interpretar la sustentabilidad, al tener una base de criterios, implica que se genere una toma de decisiones con mayor certeza y credibilidad al desarrollar un proyecto, es prescindible tomar en cuenta los principales aspectos que envuelve una arquitectura de desarrollo sostenible, por lo que en el siguiente capítulo se muestra la metodología de

trabajo, la cual se desarrolló basándose del problema presente y aborda las diversas maneras de recolección de información.

CAPÍTULO 2

Capítulo 2

El presente capítulo aborda el desarrollo de la justificación a partir de la problemática que se menciona en el capítulo 1, como consecuencia se formulan las preguntas de investigación con el fin de solucionar y cuestionar la situación actual del problema, posteriormente surge la Hipótesis o supuesto de investigación, cuyo propósito es identificar cuáles son los objetivos a resolver, por lo que para lograr dichos objetivos, en el capítulo actual se presenta una serie de diversas metodologías y se eligen diferentes técnicas e instrumentos de investigación para lograr y conseguir diversas respuestas con el fin de proponer diversas herramientas metodológicas.

2. Diseño metodológico

La Tabla 2 da referencias a la congruencia metodológica que se utiliza para identificar y resolver la problemática, presentando las preguntas de investigación y dando a conocer los principales objetivos, conectándolos con el supuesto de investigación.

Congruencia Metodológica						
Problema de investigación	Preguntas de investigación	Objetivos	Supuesto	Conceptos principales	Observables/ variables	Indicadores
<p>La pérdida de culturas constructivas, debido a la introducción de nuevos materiales que se mezclan, alteran y debilitan la arquitectura vernácula de la zona Wixárika.</p> <p>- Afectación al entorno e impacto a la sustentabilidad, sociocultural y medio ambiental.</p>	<p>¿Cómo recuperar los conocimientos constructivos culturales a través de técnicas de construcción con tierra y metodologías para la autoconstrucción sustentable?</p>	<p>Identificar técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable en la zona Wiraxika, para poder solventar una falta de conocimientos constructivos que a su vez promueva la recuperación de las culturas constructivas.</p>	<p>Si se logra identificar cuáles son las técnicas de construcción con tierra apropiadas para la autoconstrucción sustentable en la zona Wixárika, entonces se podrán diseñar nuevas herramientas metodológicas para fortalecer las competencias en actuales y futuras generaciones, y recuperar la identidad constructiva en la zona.</p>	<p>Autoconstrucción sustentable</p>	<p>Sustentabilidad, Social, Económica, Legal, Histórica</p>	<p>La pérdida de conocimientos culturales constructivos</p>
	<p>¿Cuáles son las herramientas metodológicas que permiten transmitir las técnicas de construcción con tierra?</p>	<p>identificar cuales son las herraminetas y metodologias ideales para difundir las técnicas de autoconstrucción sustentable con tierra.</p>				
	<p>¿De qué manera se podrían difundir las técnicas de construcción con tierra, para lograr una interpretación sencilla, que logre generar conocimiento sobre la autoconstrucción sustentable?</p>	<p>Identificar técnicas de construcción con tierra a partir del entorno natural para la autoconstrucción de la vivienda sustentable con espacios suficientemente habitables y durables</p>				

2.1. Hipótesis o supuesto inicial de trabajo

Si se logra identificar cuáles son las técnicas de construcción con tierra apropiadas para la autoconstrucción sustentable en la zona Wixárika, se podrán diseñar nuevas herramientas metodológicas para fortalecer las competencias en actuales y futuras generaciones, y recuperar la identidad constructiva en la zona.

2.2. Justificación

En México se conoce que un 23.2% de la población reside en localidades rurales y la mayoría de los hogares del país reportan ser construidos con materiales no frágiles, pero aún queda un 4.1% de localidades rurales que se encuentra construyendo paredes con materiales frágiles de cual 3.3% continua teniendo techos frágiles y un 6.9% mantiene un piso de tierra. (INEGI, 2015)

A consecuencia de estos porcentajes se conoce que hay una escasez de viviendas con espacios habitables, lo cual sigue afectando a un considerable porcentaje de la población, así que a través de los años, la construcción con tierra ha demostrado ser un material cuyas propiedades han solucionado una de las principales necesidades del ser humano, tal como dice (Maslow, 1948) quien fue conocido por crear una pirámide con las principales necesidades del ser humano, dentro de su pirámide, se encuentra la pervivencia como una de sus categorías principales donde abarca diferentes rubros y uno de ellos está en el segundo escalón, es ahí donde se aborda la seguridad y respecto a este escalón se puede considerar que al tener un hogar que proporcione seguridad ante diversas adversidades principalmente ante una situación de vulnerabilidad se podría estar cumpliendo una de las necesidades básicas para el ser humano. Sin embargo, las

tendencias, formas de pensar y costumbres ha transformado la manera en cómo se percibe los espacios habitables con técnicas de tierra, esto ha generado que se disminuya la plusvalía, que no sean espacios habitables considerados seguros estructuralmente, a sí mismo se ha perdido de una manufactura artesanal, donde los saberes constructivos y las buenas prácticas se han ido perdiendo con el paso del tiempo, esto ha marcado una pérdida en la línea del tiempo de las culturas constructivas.

Esto promueve llevar a cabo una investigación sobre las técnicas de construcción con tierra y herramientas metodológicas para generar autoconstrucción sustentable en espacios habitables, estos espacios no sólo se limitarán a la vivienda sino a cualquier espacio habitable tales como de comercio, centros ceremoniales, centros de recreación, escuelas etc. Para cumplir este objetivo se pueden realizar estudios regionales o en comunidades aledañas cuyas presenten la línea de investigación, sin embargo, se tuvo la oportunidad de enlazar contacto con una comunidad Wixárika la cual es conocida y caracterizada por sus costumbres constructiva y su arquitectura vernácula así que es ahí donde se lleva a cabo el trabajo de campo, en San Andrés Cohamiata.

San Andrés Cohamiata es una comunidad donde residen los Wírraritari, respecto a las estadísticas presentes, se muestra que la comunidad se encuentra en un estado de vulnerabilidad, escasez de viviendas con espacios suficientemente habitables y durables, por consecuencia surge la consolidación de un grupo de mujeres promotoras del derecho a la vivienda y al desarrollo igualitario las cuales llevan procesos de autoproducción solidaria. Esto, con el objetivo de proporcionar un hogar para su familia y poder mejorar su estilo de vida.

- Se vuelve indispensable retomar y fortalecer los sistemas constructivos a fin de conservar y no alterar la identidad sociocultural.

- Es necesario disminuir el impacto al medio ambiente y otorgar alternativas sustentables para la autoconstrucción y mejora de espacios.
- Es conveniente mejorar los procesos y el debilitamiento estructural de las edificaciones.
- Se requiere desarrollar herramientas apropiadas de formación que permitan recuperar las culturas constructivas de la zona Wixárika.

2.3. Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las técnicas de construcción con tierra implementadas tradicionalmente en la zona Wixárika?
- ¿Cuál es la manera óptima y sustentable de autoconstruir, sin alterar el medio ambiente, fortaleciendo los sistemas constructivos y conservando la identidad sociocultural del lugar?
- ¿De qué manera se podrían difundir las técnicas de construcción con tierra, para lograr una interpretación sencilla, que genere conocimientos sobre la autoconstrucción sustentable?
- ¿Cuáles son las herramientas metodológicas para la auto construcción y mejora de espacios, que permita recuperar las culturas constructivas de la zona Wixárika?

Preguntas secundarias

- ¿Cuáles son los antecedentes históricos del lugar?
- ¿Cómo es la arquitectura vernácula del entorno?
- ¿Cómo es el entorno natural que podría intervenir en las técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable?

- ¿Cuál sería la manera óptima y sustentable de construcción utilizando técnicas de tierra?
- ¿La normatividad ha obstaculizado la construcción con tierra?
- ¿Cuáles son criterios económicos que intervienen para la ejecución de las técnicas de construcción con tierra?
- ¿Cómo se puede difundir el conocimiento de construcción con tierra sustentable?

2.4. Objetivos

Los objetivos que se presentan a continuación, pretende ser el acercamiento más próximo al contacto con la pérdida de culturas constructivas, revelando cuales podrían ser las técnicas de construcción con tierra sustentables que pueden aplicarse en los espacios habitables de la zona Wixárika, por consecuencia se plantean diversos objetivos claves, esto con el fin de llegar a identificar cuáles podrían ser las herramientas metodológicas ideales para difundir el conocimiento de la autoconstrucción sustentable y encontrar un resultado propicio que cumpla con la implementación, la revisión y el seguimiento.

Objetivos Generales

Identificar técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable en la zona Wixarika, para solventar cualquier falta de espacios habitables y a su vez generar una correcta implementación de técnicas constructivas con materiales locales y recuperar las culturas constructivas de la zona.

Objetivos específicos.

Ya que el estudio de campo se llevará en San Andrés Cohamiata, los objetivos específicos se concentrarán en responder las preguntas secundarias, por lo que la investigación se

llevara a cabo en la comunidad, para recabar los resultados y hallazgos que influirán en los resultados finales, se basaran en:

Identificar las técnicas de construcción con tierra adecuadas para la zona y las herramientas metodológicas para la autoconstrucción sustentable.

Identificar las herramientas adecuadas para difundir las técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable.

Analizar las culturas constructivas y las características de los distintos espacios habitables del lugar.

Actividades derivadas

Analizar el medio físico natural para conocer las variables a intervenir tales como los siguientes campos:

Evaluación – de la sustentabilidad en las diferentes técnicas constructivas con tierra para obtener un aproximado en los costos, beneficios, tiempos de ejecución, practicidad y contaminación para comparar cual es la óptima y más viable social, económica y ambientalmente en San Andrés.

Diagnostico - esto permitirá conocer mejor qué es lo que rodea el entorno más próximo y que está pasando en el sitio para poder tomar decisiones respecto al entorno natural, una vez conociendo las variables que pueda haber en el sitio se podrán tomar direcciones hacia una o más técnicas de construcción con tierra considerando la sustentabilidad para poder optimizar el proyecto.

Por último, se pretende generar una conexión o acercamiento con una o más, asociaciones civiles, organizaciones no gubernamentales (ONG), con el sector público y privado, estas deberán de tener una labor en la que atiendan a personas con una situación de vulnerabilidad, de escasos recursos o de escasas de espacios habitables. Serán los

principales requisitos que se contemplaran para tener un acercamiento previo con ellos ya que son los más próximos a trabajar con situaciones que se relacionen con el tema.

2.5. Elección metodológica

Metodología: La metodología de un proyecto de investigación es el esquema que indica cómo se va a desarrollar el proceso investigativo y así alcanzar el objetivo general, el cual da solución a la problemática investigada. (SENA, 2013)



Grafica 2 Elección de metodologías, Autoría propia.

Este proyecto retoma principalmente una metodología cuantitativa y cualitativa donde se abordan situaciones que se prestan para obtener estadísticas que ayuden a clasificar aspectos a considerar para la elección de técnicas y por otra parte, una postura deductiva que aporta un entendimiento lo más profundo posible, por lo tanto, es inductivo, lo que consiste en contemplar varias experiencias personales para extraer de ellas un principio más amplio y general a través de la proximidad a la realidad empírica que brinda esta metodología y esto conlleva a incorporar hallazgos que no se habían previsto.

Para esto, se tendrá que llegar a una interacción con el lugar y la comunidad.

El método cuantitativo pretende examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo, donde se llevarán a cabo diversas investigaciones y pruebas vaciando resultados generando estadísticas que se puedan aprovechar para sacar conclusiones y propuestas se trata de construir modelos analíticos.

El apartado cualitativo busca generar entrevistas, encuestas, grupos de discusión o técnicas de observación y observación en los participantes, así que se puede decir que es un tipo de variable estadística que describe las cualidades, circunstancias o características de un objeto o persona, sin hacer uso de números.

El método conceptual deductivo. De acuerdo con (SENA, 2013) Es donde la biblioteca es la principal fuente de respaldo, haciendo de esta un método por excelencia para abordar la construcción del conocimiento teórico basado en relaciones concretas, pero aplicando por igual textos, esto contribuye al enriquecimiento de la investigación.

Se basa principalmente en investigaciones cuyas obras y textos provienen de conceptos de investigadores previos que han ido enriqueciendo a estos mismos conceptos que provienen de los anteriores. Esto genera resultados similares o conceptos nuevos. por eso al utilizar el método conceptual deductivo se estima recabar información para tener un fundamento de respaldo y poder revivir conceptos de investigaciones previas para llegar a conclusiones y comparaciones entre resultados antes hallados, esto crea que haya diversas ideas con fundamentos de diferentes autores para crear una base más amplia de información.

El método Etnográfico. Este método es aquél a través del cual se puede recuperar uno o muchos aspectos de la realidad cultural de una comunidad en tanto cultura más o menos completa y cerrada (Wirraritari, Pandillas, Comunidades, etc.). con este método se indaga y conoce más sobre la comunidad y el lugar, este se acompaña con una observación

directa la cual pretende rescatar la mayor cantidad de datos posibles respecto al tema a la investigación, se prevé conocer sobre la cultura de los Wirraritari, esto con objetivo de crear una apropiación empática con la cultura de tal manera que esto pueda crear un vínculo social, al conocer la comunidad se identificaran y rescataran conceptos vernáculos los cuales podrán ayudar a difundir la información recabada.

2.6. Selección de técnicas y diseño de instrumentos

Es la manera más concreta a través de las cuales obtenemos la información de la realidad estudiada empleando instrumentos y técnicas para recabar la información necesaria para la investigación y llevar validez total con la confiabilidad del contenido.

Instrumentos de investigación							
¿Qué es un instrumento de investigación?	Aplicación	Codificación de Datos	Requisitos que debe cumplir un instrumento de medición*	Validez total			
<p>Un instrumento de investigación es la herramienta utilizada por el investigador para recolectar la información de la muestra seleccionada y poder resolver el problema de la investigación, que luego facilita resolver el problema.</p> <p>Los instrumentos están compuestos por escalas de medición. Todos los pasos previos realizados hasta este punto, se resumen en la elaboración de un instrumento apropiado para la investigación</p>	<p>Obtener las observaciones y mediciones de las variables que son de interés para nuestro estudio</p>	<p>Preparación de la medición de datos para su análisis</p>	<p>Confiabilidad y validez</p>	<p>validez de contenido</p>	<p>Validez de constructo</p>	<p>Validez de criterio</p>	<p>Validez Externa</p>
			<p>Confiabilidad: Grado de medición repetitiva, al mismo sujeto de estudio u objeto en el cual se busca encontrar los mismos resultados</p>	<p>Dominio de variables Operaciones Ariméticas</p>	<p>la validez de constructo como la preocupación primordial de la investigación en validez</p>	<p>Establece la validez de un instrumento de medición, comparándola con un criterio externo. (Wiersma, 1986)</p>	<p>Se relaciona con la generalización: ¿hasta qué punto un efecto en la investigación puede ser generalizado a poblaciones, configuraciones, variables de tratamiento y variables de medición?</p>
			<p>Sin validez de contenido: Suma Resta</p>	<p>La validez de constructo es la adecuación de las inferencias hechas sobre la base de observaciones o mediciones (a menudo resultados de exámenes)</p>	<p>La validez concurrente: mide la prueba respecto de una prueba de referencia. Una correlación alta indica que la prueba tiene una validez de criterio fuerte.</p>	<p>La validez de población es un tipo de validez externa que describe en qué grado se puede extrapolar a toda una población la muestra utilizada.</p>	
			<p>Validez: Grado en el que un instrumento realmente "mide" la variable que pretende medir</p>	<p>Con validez de contenido: Suma Resta Multiplicación División</p>	<p>La clave para la validez de constructo son las ideas teóricas detrás del rasgo en cuestión, es decir, los conceptos que definen cómo son vistos los aspectos de la personalidad, inteligencia, etc</p>	<p>La validez predictiva: es una medida que determina qué tan bien predice habilidades una prueba. Se trata de probar un grupo de sujetos para una construcción determinada y luego compararlos con los resultados obtenidos en algún momento del futuro.</p>	<p>La validez ecológica es un tipo de validez externa que analiza el entorno de prueba y determina cuánto influye en el comportamiento.</p>

Tabla 3 instrumentos de investigación. Autoría propia

Los instrumentos seleccionados vistos en la Tabla 3 han sido escogidos para validar y respaldar todo vaciado de información que se realice en el documento de Técnicas de

construcción con tierra y herramientas metodológicas para la autoconstrucción sustentable en espacios habitables en la Zona Wixárika. Por lo tanto, se han seleccionado los siguientes instrumentos con el objetivo de recabar la mayor información posible, dando diversidad de búsqueda y apropiación de la documentación.

Congruencia metodológica e Instrumental											
Problemática	Preguntas de investigación	Objetivos de Metodologías	Metodologías	Objetivo	Instrumento						
					Revisión documental	Observación directa	Entrevistas	Abordaje Estadístico	Dinámicas participativas	Videografías	
La pérdida de culturas constructivas, debido a la introducción de nuevos materiales que se mezclan, alteran y debilitan la arquitectura vernácula de la zona Wixárika. - Afectación al entorno e impacto a la sustentabilidad, sociocultural y medio ambiental	¿Cómo recuperar los conocimientos constructivos culturales a través de técnicas de construcción con tierra y metodologías para la autoconstrucción sustentable?	Identificar técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable en la zona Wiraxika, para poder solventar una falta de conocimientos constructivos que a su vez promueva la recuperación de las culturas constructivas	Está proviene del marco referencial que se empleó para resolver el problema, esto conlleva explicar de manera detallada las actividades a desarrollar para lograr cada uno de los objetivos específicos del proyecto	Cualitativa	Obtener un entendimiento lo más profundo posible, por lo tanto, es inductivo, lo que considera varias experiencias individuales para extraer de ellas un principio más amplio y general a través de la proximidad a la realidad empírica	x	x	x			x
				Cuantitativa	Pretende examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística.	x			x		x
	¿Cuáles son las herramientas metodológicas que permiten transmitir las técnicas de construcción con tierra?	identificar cuales son las herramientas y metodologías ideales para difundir las técnicas de autoconstrucción sustentable con tierra		El método conceptual deductivo	Estima recabar información para tener un fundamento de respaldo y poder revivir conceptos de investigaciones previas para llegar a conclusiones y comparaciones entre resultados antes hallados, esto crea que haya diversas ideas con fundamentos de diferentes autores para crear una base más amplia de información	x			x		x
	¿De qué manera se podrían difundir las técnicas de construcción con tierra, para lograr una interpretación sencilla, que logre generar conocimiento sobre la autoconstrucción	Identificar técnicas de construcción con tierra a partir del entorno natural para la autoconstrucción de la vivienda sustentable con espacios suficientemente habitables y durables		El método Etna metodológico	Crear una apropiación empática con la cultura de tal manera que esto pueda consolidar un vínculo social, al conocer la comunidad se identifiquen y rescaten conceptos vernáculos los cuales podrán ayudar a difundir la información recabada.	x	x		x	x	x

Tabla 4 Congruencia metodológica e Instrumental



Figura Instrumentos de investigación

Entrevista. Requiere de una guía de temas en particular o preguntas, que aborden el cómo, el que, para quien y donde, para recabar la mayor información posible acerca del tema deseado. El objetivo de la entrevista es conocer más de cerca las necesidades del mercado al que le puede interesar o actualmente ya manejan “Técnicas de construcción con tierra y herramientas metodológicas para la autoconstrucción sustentable con espacios habitables en la Zona Wixárika”.

Identificación de asociaciones civiles que trabajan en comunidades y/o la autoconstrucción tal como Tu techo, que una ONG que gestiona proyectos para acompañar el desarrollo de la vivienda adecuada.

Esta ONG ha trabajado con diferentes técnicas de construcción sustentables con materiales locales y ha desarrollado viviendas en distintas situaciones, pero dentro de una de estas se encuentra la comunidad de San Andrés Cohamiata. Así que, al contactar con la comunidad, se planea una vinculación para llevar a cabo el estudio de caso e intercambiar información sobre los datos.

Entrevista a Organizaciones Civiles

- ¿Quiénes son?
- ¿Qué es lo que hacen?
- ¿Cómo lo hacen?
- ¿Cuál es su objetivo?
- ¿Cómo se comunica y difunde el conocimiento a las personas con quienes trabajan?
- ¿Qué técnicas de construcción han utilizado?
- ¿Qué materiales y técnicas de construcción procuran utilizar para reducir el costo?
- ¿Cómo detectan a las personas que van a beneficiar?
- ¿Qué saben acerca de cómo el país está atendiendo los escasos de vivienda?
- ¿Qué características debe tener o brindar la vivienda que hacen?
- ¿Qué factores climatológicos ha intervenido o toman en cuenta para llevar a cabo un proyecto?
- ¿Cuentan con alguna metodología para realizar algún proyecto o tener un primer acercamiento con los lugares a intervenir?
- ¿Cuál es esa localidad o población carente de vivienda?
- Para hacer autoconstrucción en algún lugar que es lo ¿que toman en cuenta para realizar el proyecto?
- ¿Toman en cuenta la arquitectura vernácula?
- ¿Hacen algún análisis del entorno?

Revisión documental o bibliográfica. Sera el procedimiento que ayuda a recabar la mayor cantidad de información con bases de fuentes confiables a través de libros, revistas científicas, enciclopedias, bibliografías, documentos DOI⁴, tesis y documentación que tenga alguna base de respaldo para comprobar la investigación.

Fotografía. Las fotografías ayudaran a dar un respaldo visual para facilitar la comprensión de las ideas, dando ejemplos de cómo se hace o podría hacer al igual exhibiendo construcciones previamente hechas con diferentes técnicas.

Video. dan un respaldo de información al momento de realizar una investigación con pasos a elaborar, al ser un procedimiento visual ayuda a sintetizar los procedimientos y a elaborar una mejor comprensión de la comunicación a difundir. Si bien esto podrá servir tanto de respaldo investigativo también ayudará a dar un contexto grafico al documento con posibilidad de vincular videos dentro del análisis.

Observación directa. Requiere de una guía de observación la cual pretende recabar variables para conocer cuáles pueden ser las principales dificultades para la autoconstrucción de un proyecto en el cual se pretenda construir un hogar, estás observaciones siempre tendrán variables que puedan intervenir.

Entrevista, revisión documental. fotografía, video, observación directa.

⁴ Un **DOI** (Digital Object Identifier) es la forma de identificar un archivo digital (por ejemplo, un **artículo** electrónico, como una revista, el capítulo de un libro electrónico...) si su URL se modifica, el objeto sigue teniendo la misma identificación.

Cuadro de operacionalización de variables

México es un país multifacético, plural y diverso en numerosos aspectos. El rasgo más distintivo del país es su gran heterogeneidad, Albergando en el territorio infinidad de variables de paisajes y singulares culturas, contrastando niveles sociales y económicos dando una diversidad de pensamiento y materiales a disposición , esto compone distintas áreas que afectan el caso de estudio, si bien puede ser el medio físico natural, el ecosistema, la cultura, localización geográfica entre otras, esto ayuda a generar y encontrar cuales podrán ser las mejores técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción de espacios habitables sustentables. (*Biodiversidad, 2017*). Lo que conlleva a continuación es hacer un análisis de los instrumentos de investigación planteados en la (

Tabla 5) con los que se pretende identificar las variantes de San Andrés, esto con la finalidad de recabar la mayor información posible para rescatar los conceptos que puedan influir al momento de llevar a cabo el proyecto.

Cuadro de operacionalización.

En la Tabla 6 se identifican los diferentes métodos que sirven para llevar a cabo una operacionalización idónea, consiguiendo resultados y hallazgos de la aplicación de estos.

Cuadro de operacionalización					
Momento Metodológico	Postura Epistémica	Método	Definición	Técnicas	Observables
Paradigma hermenéutico - interpretativo	Cuantitativa	Reconstrucción de hechos	este método supone que los hechos ya ocurrieron antes. Como puede inferirse rápidamente, es el Método por excelencia de las investigaciones históricas	Revisión bibliográfica	Libros, tesis, publicaciones y artículos. -Expertos que hayan practicado sistemas constructivos
	Cualitativa	Conceptual deductivo	Este Método convierte una biblioteca en el propio campo de trabajo. Es el método por excelencia para abordar la construcción del conocimiento teórico basado únicamente en el establecimiento de relaciones abstractas y/o concretas -pero mediadas también por textos-, con el propósito de contribuir al enriquecimiento conceptual de una teoría determinada.	Revisión bibliográfica	Libros, tesis, publicaciones, artículos científicos, documentales
	cuantitativa y cualitativa	Hermenéutico- Interpretativos	son los métodos a través de los cuales se intenta construir sentido (es decir verdades subjetivas), mediante observaciones e interpretaciones realizadas poniendo en relación las partes entre sí y éstas con el todo, sean espacios, objetos, personas, conceptos, etc.	Entrevistas	Visita de campo, teoría llevada de la práctica
El conocimiento es la construcción subjetiva y continua de aquello que le da sentido a la realidad investigada desde la cultura y lo existencial. La realidad es interpretable	Cualitativa	Etnográfico	es aquél a través del cual se puede recuperar uno o muchos aspectos de la realidad cultural de una comunidad en tanto cultura más o menos completa y cerrada (Huicholes, Pandillas, Comunidades norteamericanas, etc.). Se trata de poder dar cuenta de los rasgos más significativos de una cultura respecto de algún objeto de estudio.	Entrevistas	convivencia cultural

Tabla 6 cuadro de operacionalización. Autoría propia

2.7. Ruta crítica o Cronograma de trabajo

Dentro de la ruta crítica se pretende llevar a cabo la definición del planteamiento del problema, la metodología, definir los conceptos claves acompañados de autores que seguirán retroalimentando el documento para enriquecer el contenido por lo que se lleva a contribuir con diversas técnicas de construcción y estima tener una recopilación de información con variables de hipótesis y conclusiones las cuales servirán para el levantamiento de datos y la par también se estima llegar a levantar y vaciar estadísticas para concluir con los primeros hallazgos, los cuales estarán conformados de la observación directa, entrevista, revisión documental, videografías.

Cronograma Enero - Mayo 2020																	
N	Tarea a realizar	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16
		19 al 25 de enero	26 al 31 de enero	2 al 8 de febrero	9 al 15 de febrero	16 al 22 de febrero	23 al 29 de febrero	1 al 7 de Marzo	8 al 14 de Marzo	15 al 21 de Marzo	22 al 28 de Marzo	29 al 4 de abril	5 al 11 de abril	12 al 18 de abril	19 al 25 de abril	26 al 2 de Mayo	3 al 9 de mayo
1	Corrección de Elementos del TOG																
2	Conclusiones y apartados faltantes																
3	Capítulo 1 Planteamiento del tema																
4	Capítulo 2 Diseño metodológico																
5	Capítulo 3 Marco contextual y o conceptual																
6	Capítulo 4 Análisis y resultados																
7	Capítulo 5 Diseño aplicativo de la solución																
20	Capítulo 6 Conclusiones																
22	propuesta applicativa - aplicación teórica y empirica																
23	presentación final																
24	Entrega Final																
2	Correcciones																
26	Enviar Tog al lector																
27	Enviar presentación de Tog a Comité interno de evaluación de IDI V																
	Presentación Final ante el comité Tutorial																
28	Asesorías																

CAPÍTULO 3

Capítulo 3

El capítulo tres, es el desarrollador de las referencias históricas, abordando diversos temas, pero principalmente involucra los ODS⁵ con las técnicas de construcción con tierra, el punto de vista analizado desde una perspectiva social, económica y aborda la sustentabilidad planeada para un futuro, dando antecedentes de las primeras construcciones y el desarrollo que se ha desenvuelto a través del tiempo, de tal manera que empieza a dirigir un camino hacia las diversas maneras de utilizar la tierra, exhibiendo algunos de los primordiales aliados y enemigos del material.

3. Marco contextual y o conceptual

El marco conceptual desarrolla los antecedentes históricos, acompañado de referencias fotográficas de los asentamientos construidos con tierra, además de dar una introducción a los análisis de las técnicas de construcción con tierra y propuestas de diversas técnicas.

3.1. Referencias conceptuales del tema

Dentro del marco conceptual se abordan los temas que se indagan a través del trayecto de la investigación, estos proponen información verídica, respaldo y ejemplos que comprueba una serie de temas sobre las técnicas de construcción con tierra y herramientas metodológicas para la autoconstrucción, desde el punto de la sustentabilidad, visto en México y en el mundo, respaldando, el análisis investigativo.

Por otra parte el enfoque de la sustentabilidad se aborda desde una perspectiva de los objetivos de desarrollo sustentable ODS.

⁵ ODS: Objetivos de desarrollo sustentable

3.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, incluye 17 Objetivos y 169 metas, estás presentan una visión ambiciosa del desarrollo sostenible e integra las dimensiones económica, social y ambiental.

Esta Agenda creada en el 2015 es la expresión de los deseos, aspiraciones y prioridades de la comunidad internacional, promueve nuestro cambio de desarrollo, respetando el medio ambiente para los próximos 15 años. (Naciones Unidas, 2018). Los ODS que busca abonar en la propuesta de este TOG, son los siguientes:

Objetivos de desarrollo sostenible					
Numero	Objetivo	N. de meta	Metas	N. de indicador	Indicadores
	3 Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades	3.4	De aquí a 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante su prevención y tratamiento, y promover la salud mental y el bienestar.	3.4.1	Tasa de mortalidad atribuida a las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes o las enfermedades respiratorias crónicas.
	4 Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos	4.7	De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.	4.7.1	Grado en que i) la educación para la ciudadanía mundial y ii) la educación para el desarrollo sostenible, incluida la igualdad de género y los derechos humanos, se incorporan en todos los niveles de a) las políticas nacionales de educación, b) los planes de estudio, c) la formación del profesorado y d) la evaluación de los estudiantes.
	8 Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos	8.4	Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.	8.4.2	Consumo material interno en términos absolutos, consumo material interno per cápita y consumo material interno por PIB
	9 Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación	9.5.c	Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020.	9.c.1	Proporción de la población con cobertura de red móvil, desglosada por tecnología.
	11 Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.	11.1	De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.	11.1.1	Proporción de la población urbana que vive en barrios marginales, asentamientos informales o viviendas inadecuadas.
	12 Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	12.2	De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	12.2.2	Consumo material interno en términos absolutos, consumo material interno per cápita y consumo material interno por PIB
	13 Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	13.3	Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.	13.3.1	Número de países que han incorporado la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana en los planes de estudios de la enseñanza primaria, secundaria y terciaria

Tabla 7 Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicados al TOG (Naciones Unidas, 2018)

De acuerdo con (Naciones Unidas, 2018) el objetivo del desarrollo sostenible es hacer más y mejores cosas con menos recursos. Sin embargo, hay una serie de problemas comunes que enfrentan las ciudades, alguno de estos se envuelve en la escasez de vivienda adecuada, las inversiones y deterioro en infraestructura, la continua falta de oportunidades de trabajo, la educación, el consumo y los modos de una vida sostenible aprovechando los recursos naturales.

Para alcanzar el desarrollo sostenible es de suma importancia garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos, cambiar la forma de pensar mediante la sensibilización y el acceso a una educación de calidad, la creación de empleos de calidad, por esta razón se puede decir que seguirá constituyendo un gran desafío durante estos años, no obstante esta es la base para mejorar la vida de las personas, entre tanto se debería fomentar el uso eficiente de los recursos, la eficiencia energética, la creación de infraestructuras sostenibles, facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos bien remunerados y una mejor calidad de vida para todos. A consecuencia se deberá aprovechar mejor los recursos, reducir la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, por último, reducir en lo más posible la pobreza, así mismo el desarrollo sostenible es el derecho de todos a compartir el progreso de seguir prosperando, creciendo y que se siga en un cambio constante sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos.

3.3. Desigualdades en México.

De acuerdo a lo que menciona ((CEPAL), 2018) desde el siglo XX las desigualdades sociales y económicas de México han variado en gran medida, en la actualidad los espacios habitables sigue siendo un fuerte punto a debatir y combatir, ya que aunque nos encontremos dentro del país y tengamos los mismos derechos de acuerdo a la constitución: a la educación, trabajo, protección social, salud entre otros, esto no predetermina el lugar donde creceremos, la idea de pensar que todos deberíamos de tener acceso a un hogar duradero a veces parece ser una ilusión, si bien desde la cuna de nacimiento habrá obstáculos de por medio , puesto a que unos serán más beneficiados por el entorno que los rodea, el hecho de tener un hogar duradero donde crecer, marca límites contrastantes.

La desigualdad da una perspectiva amplia, donde las distribuciones de resultados y acceso a oportunidades son muy variantes, ya que afectan crucialmente en los estilos de vida de personas que se ven en desventaja por su posición de discriminación social: discapacidad, minorías raciales o étnicas, por distinción de género entre otras circunstancias que pueden influir para alcanzar o marcar una desigualdad social.

La diferencia que se da entre la desigualdad y la pobreza refiere en particular a que las dos suelen ser estudiadas y suelen ser los factores que se verán reflejados al momento de marcar las diferencias que existen entre estos conceptos, por que cabe mencionar que no son iguales. Así que la pobreza se define como la carencia de acceso a las oportunidades y recursos naturales lo cual es monitorear el nivel de la población que se encuentra debajo de cierto umbral. ((CEPAL), 2018).

Más allá de la pobreza se puede decir que una de las principales características del por qué se llega a una desigualdad tan marcada en algunos casos converge en temas vinculados, con las ciencias sociales, la economía y el desarrollo potencial relacionado a esfuerzos similares.

También está la igualdad formal y la sustantiva, donde la formal habla de los derechos humanos por igual para todo ciudadano mexicano dando acceso a bienes, servicios, libertad de expresión, y la sustantiva, que menciona los resultados a garantizar con acciones concretas que las desventajas inherentes a determinados grupos no persistan por lo que menciona que falta acciones por ejecutar en México para que no surja una dependencia de los orígenes sociales y económicos donde las sociedades no determinen su destino de vida.

Si mencionamos que un alto nivel de desigualdad puede alentar el decrecimiento del capital social, dando paso a la misma limitación de grupos sociales que provocan desconfianza de la misma sociedad, la cual es la que orienta a muchos conflictos entre los ciudadanos por crear grupos socioeconómicos diferentes, esto provoca que no haya una solidaridad dentro de la ciudad, por ende, no hay un crecimiento que promueva una armonía como sociedad. Se ha sugerido que la desigualdad actúa en detrimento de la estabilidad institucional y la consolidación democrática en el largo plazo ya que al no crear una sinergia lo único que hace es crear una barrera de avances para la sociedad.

3.4. Asentamientos humanos y el cambio climático

“Los efectos de la urbanización y del cambio climático están convergiendo en peligrosas direcciones que suponen una seria amenaza para la estabilidad medioambiental, económica y social del mundo.” (HABITAT, 2011, pág. 9). Por lo que se pueden identificar prometedoras medidas de adaptación y mitigación que sirven de apoyo para adoptar alternativas de desarrollo urbano más sostenibles y adaptables.

Base a esto, en los compromisos nacionales acordados en las negociaciones internacionales en materia de cambio climático, a pesar de estos desafíos, el actual marco multinivel sobre el cambio climático si ofrece oportunidades para la acción local en el ámbito municipal. Lo esencial de tal acción es poder hacer que se muevan en periodos cortos con el fin de garantizar beneficios globales extendidos de gran magnitud.

Las pruebas dan a conocer que el cambio climático es un desafío único para las zonas urbanas y su tasa de crecimiento de población. Estos impactos son resultado de los siguientes cambios climáticos.

- Días y noches más cálidos y cada vez más calurosos en la mayor parte del área terrestre.
- Días y noches menos fríos en muchos puntos del mundo.
- Aumento de los periodos calientes/ olas de calor en la mayor parte del área terrestre.
- Aumento de la frecuencia de lluvias torrenciales en la mayor parte del área terrestre.
- Aumento de las áreas afectadas por la sequía.
- Aumentos de intensidad de ciclones tropicales en ciertos puntos del mundo.
- Aumento del nivel del mar en algunos puntos del mundo.

Puesto lo anterior cabe mencionar que aparte de los riesgos físicos que entraña el cambio climático, se prevén dificultades en varias ciudades, donde se enfrentaran con dificultades a la hora de proporcionar servicios básicos a sus habitantes. Estos cambios darán un cambio en el suministro del agua, la infraestructura física, el transporte, los bienes y servicios del ecosistema, el suministro de energía y la producción industrial. Posteriormente la economía local se verá afectada notablemente dejando a la población en riesgo de despojo de sus propiedades y sustentos. Esto afectara principalmente a las zonas costeras bajas donde crecen muchas de las ciudades más grandes del mundo. Aunque solo representan el 2 % del área terrestre total hay un aproximado del 13% de población urbana mundial que vive en las zonas bajas y la gran concentración está en Asia.

Basado en lo que dice ([HABITAT, 2011](#)) esto sigue afectando a México principalmente al 23.2% que reside en localidades rurales y 76.8 % en localidades urbanas, de las cuales las principales las comunidades sienten estas afectaciones por lo que se pretende resguardar en lo más posible lo que aún no ha sido afectado en gran medida.

La Organización de las Naciones Unidas, (ONU) para los asentamientos humanos menciona que el cambio climático no afectará por igual a todo el mundo no al menos por una determinada temporada, pero en lo que llega a pasar eso se ve reflejado en que, tanto en una ciudad como en otras, habrá otros factores en la vulnerabilidad que no serán excluidos sin importar aspectos como género, edad, raza y riqueza.

A consecuencia la zonificación que se tendría planeada urbanísticamente podría limitar las posibilidades de adaptación a la infraestructura dejando en riesgo vidas y bienes. Por último y más importante es mencionar que los impactos del cambio climático podrían ser de larga duración creando una extensión mundial por lo cual nos deja al límite de actuar con grandes medidas para poder contrarrestar las consecuencias actuales.

Poniendo el futuro como nuestra prioridad se ha creado ciertas medidas de mitigación ante tal adversidad la cual es la adaptación hacia el cambio climático, donde se ven involucradas las ciudades de todo el mundo, lo cual hacen hincapié en enfocar la integridad multilateral para poder combatir el cambio climático a escala urbana:

- Ninguna política de mitigación y adaptación se puede replicar en todos los países.
- Sería recomendable usar un enfoque de gestión de oportunidades y riesgos ya que se presenta un gran abanico de posibles futuros cambios climáticos y socioeconómicos.
- Las políticas deberían de promover e incentivar la “sinergias” y “co-beneficios”
- priorizar los problemas y necesidades a corto y largo plazo.
- Incluir nuevas áreas de crecimiento para multiplicar el conocimiento adquirido.

3.5. Desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático y el ecosistema

De acuerdo con ([Biodiversidad, 2017](#)) Tenemos un concepto infravalorado de nuestro ecosistema por el simple hecho de no tener en cuenta el verdadero valor de lo que nos aporta, sin tomar en cuenta que a gran medida dependemos completamente de estos ecosistemas al proporcionarnos lo que hoy en día llamamos un estilo de vida digno.

Incluso en el sector industrial se ve reflejada la gran dependencia de este servicio al considerar las materias orgánicas para extraer tanto como la materia prima de todo nuestro alrededor y enfatizando principalmente en la recolección de restos fósiles, esto aporta una de las más grandes conexiones al proporcionar combustible, por consecuencia da beneficio para cualquier aporte económico tanto como medio de venta de tal combustible siendo un aporte alto de economía para varios países, pero también podemos destacar que es el auxiliar principal para cumplir muchas de las tareas que se llevan a cabo en el día a día como complemento del transporte, así permitiendo la elaboración de muchas otras tareas de conexión para nuestra vida. Así que partiendo de los dos ecosistemas con los que interactuamos tanto el natural que se relaciona con los bosques, selva, manglares, arrecifes y los ecosistemas antropizados los cuales son intervenidos por nuestra especie, como en los campos agrícolas, las plantaciones forestales, los sistemas de acuicultura y hasta cierto punto los centros urbanos.

Los ecosistemas no solo son reservorios de la diversidad biológica, sino que, de manera más relevante, nos proporcionan servicios y bienes de valor inestimable que son fundamentales para nuestra sobrevivencia y bienestar.

Aparte de proporcionarnos alimentos en gran cantidad son los responsables de captar el agua de la lluvia la cual se infiltra a través del suelo y alimenta los manantiales, ríos, lagos y humedales; haciendo suelos fértiles, los cuales se quedan en su lugar evitando

consecuencias por la antropización como deslaves de tierra o generando defectos irregulares por las construcciones que se llevan a cabo por el crecimiento comercial y urbano, también son perfectos captadores de bióxido de carbono de la atmosfera atenuando así el potencial del calentamiento planetario.

Falta mencionar que según ([Biodiversidad, 2017](#)) los perfectos polinizadores que son indispensables para la fertilización de las plantas y se encargan en gran parte del sector agrícola y la perpetuación de numerosas plantas silvestres, al igual que funcionan como barreras de plagas agrícolas, además nos ofrecen una identidad cultural y espiritual al proporcionarnos un entorno, el cual se puede aprovechar a nuestro beneficio como crecimiento personal al generarnos inspiración de crecimiento, y aunque al considerar una transformación ecosistémica natural, se debe tomar en cuenta el balance entre costo y beneficio, lo cual nos sigue dejando con una complejidad de concientización ambiental al no ver del todo el pro y contra que se lleva, a consecuencia de tomar provecho de los ecosistemas, por ejemplo, al querer sacar beneficio alimentario para las principales necesidades de la población, pero por esta misma razón se lleva este acto ya que al cumplir una necesidad principal surge una acción de reducción en la provisión de otros servicios de igual importancia, la provisión del agua, la regularización de inundaciones y azolves o el control de desertificación.

Todas estas acciones han creado que en el último siglo se incrementara el bióxido de carbono en la atmósfera, que trae graves consecuencias en el planeta. Si continuamos al mismo paso con la emisión de CO₂, se predice que en aproximadamente tres décadas se duplicará este mismo gas en la atmósfera.

Aunque los principales responsables en la emisión de gases de efecto invernadero, es la electricidad, el transporte, la deforestación, la industria, la agricultura y los desechos,

la vivienda en México genera un consumo de variantes como la electricidad, y usa indirectamente combustibles fósiles, además de otros factores importantes que conlleva la industria de la construcción, se prevé que para 2030 habrá más de 45 millones de hogares, es decir que en la actualidad la vivienda no contribuye en mayor porcentaje a la emisión de gases, este ritmo acelerado de demanda de viviendas provocará que su impacto sea aún mayor (CONAVI, 2008).

Usualmente la vivienda no fue diseñada de una forma que evite la emisión de CO₂ lo mejor posible. “Vale la pena considerar como ejemplo, que una vivienda mal diseñada en zonas cálidas registrará al menos un consumo adicional de 1,000 kWh al año, lo que representa cerca de 600 kg de CO₂ liberados innecesariamente a la atmósfera. Dado que la mitad de los usuarios domésticos de energía eléctrica se encuentran en zonas cálidas, si se continúan omitiendo criterios de diseño ambiental, se generará un consumo en exceso de 500 millones de kWh, equivalentes a 300 mil toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera de manera ineficiente.” Por lo tanto, es mejor aplicar diferentes métodos constructivos y técnicas de diseño que se puedan adaptar al clima de donde se encuentre la vivienda, para disminuir la mayor cantidad de contaminación.

De acuerdo con el (CONAVI, 2008) los objetivos que propone son los siguientes:

- Establecer nuevas orientaciones de sustentabilidad energética y ambiental en las políticas y acciones de vivienda promovidas, financiadas, o instrumentadas por organismos gubernamentales y entidades privadas.
- Fomentar el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías de eficiencia energética y de minimización de impactos ambientales.
- Plantear lineamientos que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo habitacional.

- Participar en el contexto internacional de lucha para la mitigación del calentamiento global, en los compromisos derivados del Protocolo de Kioto.
- Dar una dimensión de interés global a las políticas nacionales de vivienda y desarrollo urbano.
- Generar un financiamiento adicional a la vivienda a través de los Certificados de Reducción de emisiones de mecanismo de desarrollo limpio del protocolo de Kioto.

Para el calentamiento de agua se utilizan mayormente los calentadores de gas con un quemador y cámara de combustión con intercambiador de calor, piloto y un tanque aislado. En la iluminación se utilizan más las lámparas incandescentes y en zonas cálidas equipos de aire acondicionado, que consumen demasiada energía y no funcionan muchas veces de una manera óptima. Se recomienda optar por nuevos sistemas que optimicen el funcionamiento, presentando un menor gasto económico con el lapso del tiempo; Por ejemplo, para calentar agua “un calentador solar es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo, generalmente agua.” En cuanto a la iluminación reemplazar las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes y para ventilación utilizar equipos de aire acondicionado de alto rendimiento.

De acuerdo con el [\(CONAVI, 2008\)](#) el ahorro de agua es un factor primordial cuya acción es necesaria cambiar y optimizar con algunas de las siguientes alternativas:

- Regaderas de bajo consumo con el sistema de “teléfono” y cebolletas que permiten una reducción en el consumo de hasta un 50% sin reducir la presión.
- Inodoros que cumplan con la NOM-009-CNA, vigente, que utilicen eliminadores de fugas y que cuenten con un sistema de doble descarga para líquidos y sólidos. En el primer caso la descarga es de 3 litros, mientras que en el segundo es de 6.

- Mezcladoras monomando en lavamanos y cocinas
- Plantas de tratamiento de aguas residuales en los desarrollos de vivienda que permitan cumplir con la NOM-003–SEMARNAT, vigente, para el uso de las aguas tratadas en el riego de jardines. Esto implica todo el proceso, que consiste en: pretratamiento, sedimentación primaria, tratamiento biológico, sedimentación secundaria, y desinfección.
- Tuberías de separación de drenajes para aguas grises y negras; tratamiento y reciclado de aguas grises en inodoros, y tratamiento y reutilización de aguas negras en riego de jardines.
- Captación de agua pluvial en techos, con el diseño adecuado para facilitar los escurrimientos, canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, mallas, interceptores de primeras aguas de lavado y tanques de almacenamiento.

Pasados diez años desde la publicación del Desarrollo Habitacional Sustentable⁶ ante el Cambio Climático se puede notar que hoy en día muchas de estas propuestas ya se han implementado, sin embargo, todavía queda un gran camino que seguir, aprendiendo que el ser humano no es quien debe de modificar su entorno en base a sus necesidades y comodidades, sino que él mismo ser humano tiene el deber de adaptarse a su entorno evitando repercusiones, ya que esto provocaría un daño mutuo dando como resultado un final perjudicante por igual.

Por ende, es prescindible actuar con acciones y promover la ejecución de estas, realizando mejores y mejoras en nuestros sistemas de construcción, creando mayor

conciencia del diseño arquitectónico y un concepto bioclimático para maximizar el confort y servicios dentro de nuestras viviendas, promoviendo un cambio que piense hacia un futuro integral, creando una sinergia para mitigar y contrarrestar cada vez más el efecto invernadero en la atmósfera.

3.6. Auto construcción

En la antigüedad, incluso hasta hace unos años atrás, se entendía que era un proceso constructivo mediante el cual, una familia, vecinos o una persona con intención de construir pudiera generar un espacio habitable, conforme pasara el tiempo se recolectaban los recursos necesarios para llevar a cabo tal construcción con el fin de generar un espacio habitable que les proporcionara seguridad o pudiera ser utilizado para un fin distinto.

Por otra parte se puede tener una distinción a lo actual, donde la principal motivación es la de los futuros usuarios, estos pasan a formar parte del proyecto al abordar con sus ideas, propuestas para participar directamente en la construcción, dejando una inquietud central, la cual es la motivadora en la autoconstrucción, formando parte del proyecto a realizar creando un símbolo de pertenencia, partiendo de esto se genera una experimentación de antiguas prácticas, pero que a su vez se puedan generar nuevos sistemas de innovación, tales como sistemas constructivos que se puedan reinventar contemplando nuevas tecnologías constructivas o sistemas constructivos antiguos pero mejorados o sistematizados para dar mejores resultados, por otra parte se busca difundir las mejores técnicas constructivas, con el afán de contagiar y demostrar que pueden ser utilizadas en diversos lugares siempre y cuando se pueda adaptar a su entorno, pero al ser vistos en práctica podrán ser ejecutados con un respaldo técnico y constructivo.

3.7. Edificaciones de la antigüedad elaboradas con tierra

Las técnicas de construcción con barro se han visto desde hace más de 9000 años. Esto nos remonta a civilizaciones las cuales fueron construidas y edificadas con la materia prima de ese entonces (La tierra) de acuerdo con (Minke, 1991) en el Turquestán descubrieron viviendas de tierra del periodo 8000 – 6000 a.C. (Pumpelly, 1908).

Uno de los principales cimientos con tierra apisonada fue encontrado en Asiria una antigua región del norte de Mesopotamia, los cuales datan del 5000 a.C. Se rescata que la tierra no fue solo utilizada para la construcción de viviendas si no que se le dio un fin de protección edificando fortalezas y un fin de obras religiosas.

En la edad media (siglo 13 – 17) influyo a toda Europa central. En Francia el tapial es conocido como (terre pisé) la cual creció mucho durante los siglos 15 – 19 de las cuales aún hay viviendas habitadas.

En 1790 y 1791 François Cointeraux difundió cuatro folletos sobre la técnica de construcción, los cuales posteriormente fueron traducidos al alemán, la autoría de esta difusión se le otorga a Cointeraux y a David Gilly quien escribió Handbuch der Lehmbackkunst (Manual de construcción de tierras) el cual fue un libro muy famoso y difusor de tales técnicas (Gilly, 1787).

Alemania cuenta con la fortaleza de Heuneberg la cual es el ejemplo más antiguo de muros de tierra que data del siglo 6 a.C. al igual que cuenta con una de las viviendas más altas de Europa en Weilburg, Alemania donde se utilizaron muros de barro apisonado y el edificio de Weilburg se terminó de construir en 1828 el cual aún sigue habitado.

Después de la primera y segunda guerra mundial los materiales habían quedado muy escasos, por lo que en Alemania se procedió a construir miles de hogares utilizando como materia prima la tierra, con las técnicas de tapial y bloques de barro (Gunzel, 1986, p.156)



Ilustración 1 Muralla china extraída de Imagen de JLB1988 de Pixabay

Otra de las grandes construcciones reconocidas es la Gran muralla china, la cual se construyó hace más de 4000 años, donde inicialmente gran parte fue construida con Tapial – tierra apisonada, la cual posteriormente fue recubierta con piedras naturales y ladrillos así dándole una apariencia de una muralla de piedra.



Ilustración 2 Teotihuacan México Imagen de robtowne0 en Pixabay

Las pirámides del Sol ubicadas en Teotihuacán México, están conformadas por 2 millones de toneladas de tierra apisonada – con la técnica de Tapial, con la cual oscila que fue construida entre los 300 – 900 años.



Ilustración 3 Mezquita de Mali construida entre 1180 y 1330 con Barro, Imagen de Stefania Buletti en Pixabay

África cuenta con las mezquitas donde en su gran mayoría fueron construidas con barro, como las que se sitúan en Nando desde el siglo 12 en Mali, estas han sido conocidas por utilizar el barro como materia prima, al igual que las que se encuentran en Irán.

Uno de los arquitectos más reconocidos en África es Diébédo Francis Kéré es un arquitecto burkinés, asentado en Berlín y ha ganado el premio global de arquitectura sustentable por construir y trabajar con comunidades utilizando la arcilla del lugar.



Ilustración 4 Tulou de Fujian, Foto de Michael Yamashita

Las fortalezas olvidadas de China conocidas como los Tulou, son viviendas tradicionales construidas por el pueblo Hakka, que emigró a esta región meridional desde el norte de China entre los siglos XIV y XV. son edificios de tierra, donde las casas familiares se organizan verticalmente por segmentos alrededor de un patio central compartido, y se encuentra ubicado en la provincia sudoriental china de Fujian, ([National Geographic, 2017](#))

3.8. Técnicas de construcción con tierra.

Existen diversas técnicas de construcción con tierra alrededor del mundo. Y a través del tiempo las técnicas han sufrido modificaciones y se han podido adaptar al lugar donde son requeridas, Sin embargo, las más representativas en México son: Adobe, btc, bahareque, cob, tapial, tierra vertida, super adobe y entre otras que han ido surgiendo con variaciones, donde la innovación y la necesidad ha sido la clave de cada una, así adaptándose a la necesidad de cada proyecto.

Cada técnica tiene procesos diferentes de trabajo, pero todos tienen en similitud el uso de la tierra como materia prima, cada una de estas técnicas debe de ser utilizada una vez que se sabe las propiedades de esta y el uso que se le dará, ya que aunque en todas se utiliza la tierra, eso no significa que todas pueden ser construidas con la misma tierra, ni con el mismo fin, ya que su composición y estructura no les brinda lo necesario para ser ejecutadas de la misma manera o también puede ocurrir que la técnica no es viable para el uso pensado.

Se debe mencionar que cada técnica tiene sus pros y sus contras, pero una vez que se sabe identificar cada una de ellas, se puede obtener el mejor uso de cada una de estas y se pueden utilizar con un criterio de selección para poder aplicarlas en el lugar requerido.

3.9. Adobe

La técnica de adobe ha sido una de las más conocidas y utilizadas en México incluyendo a San Andrés Cohamiata, el adobe es una de las principales técnicas de construcción dentro de la zona Wixárika y al seguir siendo utilizada, como material principal de construcción, se le puede considerar que pasa a formar parte de su arquitectura vernácula creando espacios habitables que han formado parte de su cultura.

De tal manera que ha creado una identidad constructiva en la cual se presta para darle un seguimiento y poder abordar más la técnica a lo largo de este TOG, en consecuencia, se le da un seguimiento para identificar el proceso constructivo actual y analizar las propiedades del material utilizado en la comunidad.



Ilustración 5 Plataformas de trabajo para fabricación de adobes en la comunidad de San Andrés Cohamiata

Uno de los procesos que se lleva a cabo en la elaboración de los adobes en la comunidad es la construcción de una plataforma plana para la disposición final de los adobes que se elaboren, posteriormente se recolecta el material necesario para hacer la

mezcla, la cual consiste en juntar estiércol de caballo o de burro, agua y tierra, aunque esta tendrá que ser analizada previamente para ver si es viable para construir.

La mezcla tiene variaciones, pero una de las más utilizadas es basándose en porciones medidas por cubetas o carretillas dependiendo del material que se tenga y se utiliza una proporción de 2 carretillas de tierra cernida, 1 de estiércol cernido y un aproximado del 30 % de agua, estos materiales se colocan en forma de volcán con una parte del agua en el centro.



Ilustración 6 Tierra, Estiércol, Agua y volcán de mezcla

una vez obtenido todo el material para la mezcla y colocando el agua se procede a revolver y pisar la mezcla con los pies, de ahí el nombre del famoso libro del arquitecto descalzo de Johan van Lengen, esto se hace hasta que se obtenga un estado entre plástico y viscoso con toda la mezcla, posteriormente hay dos opciones, una en la que la mezcla se utiliza en el momento y la otra la mezcla se deja reposando durante un día o hasta dos para que suelte la mayor cantidad de propiedades del estiércol, así dándole una mejor cohesión una vez teniendo lista la mezcla, se colocan moldes de madera sobre la plataforma y se vacía parte de la mezcla dentro de estos y se retira el molde verticalmente cuidando que mantenga la forma, se procura llevar un orden empezando del punto más alejado de la



Ilustración 7 Adobes fabricados en la comunidad de San Andrés en la brigada solidaria de verano de Tu Techo 2019

plataforma, los moldes pueden tener diferentes tamaños y formas, estos pueden ser modificados dependiendo de las necesidades o de las personas que trabajen el moldeado. Después continúa el secado donde se giran los adobes a los 3 días y se ponen de canto para que les de aire y una vez volteados se pueden limpiar de las imperfecciones que pudieron haber quedado de la parte inferior, después de una semana de secar se apilan, después de 4 semanas se tendrán que hacer pruebas de resistencias y se son pasadas ya estarán listos para el uso.

El proceso se explicará con mayores detalles en los resultados del capítulo 5 donde se desarrollan las herramientas metodológicas.

3.10. Bahareque

El bahareque es una técnica de construcción con tierra donde se utiliza una serie de entretejidos recubiertos con una mezcla de barro, estos entretejidos suelen ser de diversos materiales, tales como: madera, cañas, carrizo, bambú, otate.

La mezcla consiste en revolver arcillas con agua y paja o alguna fibra semejante creando una consistencia entre plástica y viscosa, esta mezcla se coloca sobre una estructura que funciona como un esqueleto. Las fibras le proporcionan una mayor cohesión y evita que se presenten demasiadas grietas y evita que se desprendan fragmentos del muro.

Esta técnica es más implementada para poner muros de división ya que no suelen usarse estructuralmente, sin embargo, pueden ir reforzados con un esqueleto estructural el cual pueda cumplir la función de resistir cargas verticales.

Alguna de las ventajas del Bahareque es que el núcleo se compone por una parte de fibras, esto ocasiona que el peso se reduzca y le da flexibilidad ante situaciones sísmicas. Así que se podría decir que dentro de sus beneficios se podrían considerar los siguientes; aparte de demostrar comportamientos óptimos ante situaciones sísmicas también ha demostrado demostrar un buen confort térmico y a su vez se puede construir con pocos materiales y estos pueden ser locales y naturales, también implica una inversión relativamente baja y se puede decir que al utilizar el material local se están reduciendo las emisiones de CO₂, por el hecho de evitar el uso de materiales transportados.



Ilustración 8 Mezcla y aplicación del Bahareque

El proceso de la colocación de la mezcla y el entretejido puede variar, pero se recomienda que se haga por módulos en dirección lineal horizontal, así se permite que se seque cada módulo, se entiende que cada módulo puede ser un fragmento de un marco entretejido el cual deberá de tener divisiones y éstas serán de aproximadamente entre 1m a 1.20 m de ancho por 1 m a 0.80 m de alto, aunque estas medidas son orientativas pueden ser modificadas con sus previas precauciones.

En ocasiones los entretejidos pueden quedar aparentes cumpliendo la función de una celosía, así cumpliendo una función estética y una circulación del aire, aunque realmente la función principal es la de dar resistencia y mantener la mezcla en su lugar.

3.11. BTC Bloque de tierra compactada



Ilustración 9 Técnica de Bloque de tierra compactada BTC

En la técnica del BTC bloque de tierra compactada, se suele utilizar una máquina manual en la mayoría de los casos, aunque se puede utilizar unas variaciones de máquinas mecánicas, aunque estas serán utilizadas para un trabajo más industrializado, estas máquinas cumplen la función de darle la forma de bloque a la mezcla de tierra que se coloca en ella.

La mezcla puede ser de diferentes materiales combinados, pero los más comunes será la tierra cernida y en algunos casos mezclada con porcentajes muy bajos de cemento, estos rondan entre el 3 y no más del 10 %, sin embargo, para llegar a eso se tienen que hacer diversas pruebas, pero una de las más importantes será la de compresión y de capilaridad, pero para comprobar su funcionamiento tendrá que ser analizado en un laboratorio.

Al compactar la tierra se crea un estado de la materia que, al tener la suficiente humedad, se puede mantener una forma compacta y esta se logra a través de una prensa manual que ejerce la suficiente fuerza para acomodar las partículas y materia así distribuyéndolas por el molde, esto genera un bloque de tierra llamado BTC.

3.12. Cob

El Cob (Construction over building) es una mezcla donde se utilizan las manos para formar bolas y moldear la estructura y acabados de la edificación, se compone de arcilla, arena y paja. A diferencia del adobe, se puede decir que, aunque se compone de una mezcla similar, el método de implementación cambia, ya que esta no ocupa un molde, si no que con la pura aplicación de bolas utilizando las manos es suficiente para darle la forma que uno desee.

Esta técnica se puede utilizar para dar formas orgánicas, moldear muros, mobiliario e incluso nichos para guardar cosas dependiendo de la necesidad. Se asimila un poco al acomodo de adobes en hileras, pero en lugar de colocar un adobe, se van colocando bolas de la mezcla elaborada previamente, así formando capas de aproximadamente 20 a 30 cm de alto a lo largo de la edificación y se puede decir que esta misma mezcla funciona como estructura, por lo que la anchura del muro dependerá de la altura requerida, se empezara con una base más gruesa y se ira afinando el muro hasta llegar al punto más alto. Sin embargo, el proceso constructivo puede ser algo tardado ya que se tiene que esperar al menos un lapso de un día para implementar la siguiente capa de mezcla.



Ilustración 10 Casa construida utilizando la técnica de Cob

3.13. Tapial



Ilustración 11 Técnica de Tapial en Siacot 2019

El tapial conocido como tierra apisonada o compactada ha sido conocido en los continentes del mundo como una de las técnicas tradicionales de construcción de muros, incluso en Asiria se han encontrado cimientos de la técnica que datan del año 5000 a.C.

La construcción consiste en rellenar un encofrado compuesto por dos tablonces paralelos y separados, unidos por unos travesaños que atraviesan cada lado, se rellenan con capas de tierra en un estado entre seco y húmedo que van de los 10 a 15 cm, cada capa se compacta con un pisón, este puede ser eléctrico o neumático así reduciendo los costos de mano de obra significativamente.

3.14. Sacos de tierra

De acuerdo con (Geiger, 2011) la técnica se originó hace unos 260 años para proporcionar refugios anti balas y anti explosivos y al ser un método de muy rápido de construcción para las fuerzas armadas se continuó utilizando también para controlar las inundaciones durante décadas y estos mismos usos se pueden implementar para la edificación de un espacio habitable.

El método de construcción requiere pocos materiales, sacos llenos con tierra o grava, alambre de púas y herramientas como palas, pisones, carretillas y baldes. Alguno de sus beneficios es que son seguras estructuralmente, son acústicas, térmicas, durables, resistente a plagas, balas, inundaciones e incendios y pueden soportar sismos huracanes, es por eso que ya varias ONG y constructoras se han dedicado a construir por un bajo precio espacios emergentes como escuelas, clínicas, viviendas resistentes a desastres naturales y otros usos. Alguno de los ejemplos donde se a llevado esta técnica es en Filipinas, Sierra leona, Haití, Uganda, Utah, Tailandia, México, Honduras, Belice y Nepal.

La Técnica permite construir estructuras sinuosas y domos que son los más conocidos y si se compara con otras técnicas la que más se le asemeja es el Tapial por ser ambas compactadas sólidamente, aunque los sacos de tierra no emplean cimbras si no que utiliza sacos de polipropileno, por lo que podría ser un gasto menor en comparación con el Tapial sin embargo ambas podrían perdurar por un largo tiempo como las antiguas construcciones.

Por otra parte, al ser compactada se gana cohesión y una gran solidez y al implementar un alambre de púas entre cada hilera de sacos los cuales son tejidos, implementan resistencia a la tracción ya que las púas se encajan entre la tierra compactada y se engancha a los sacos.

Se podría decir que el sistema puede absorber mayor vibración que un mortero de tierra de adobe y se puede reforzar con varillas.

Otra ventaja que se puede rescatar es que al utilizar un diseño de domo las fuerzas se distribuyen uniformemente asimilando la estructura de un huevo.

Es esa una de las razones por las que la gente actualmente ha decidido empezar a utilizar esta técnica, por la resistencia que proporciona y el bajo costo que se podría ver involucrado.



Ilustración 12 Técnica de Sacos de Tierra

3.15. Los estabilizantes en la tierra

Cemento

El cemento trabajado con la tierra ha sido un tópico muy estudiado y documentado con el fin de encontrar alguna proporción óptima de la mezcla, principalmente con la característica de poder reducir en lo más mínimo la estabilización. Normalmente se suele estabilizar con el propósito de incrementar la resistencia a compresión.

Aditivos: “Un aditivo se define como un producto químico que se agrega a la mezcla de concreto en cantidades no mayores de 5% por masa de cemento durante el mezclado o durante una operación adicional antes de la colocación del concreto.” ([Revista ARQHYS, 2012](#))

De acuerdo a ([Escobedo, 1992](#)) el cemento mejora la resistencia a compresión de las tierras plásticas si es empleado en proporciones altas del 10 % o más y las reduce si se aplican en un porcentaje menor al 5 %, en cuanto a las poco plásticas suele mejorarlas aun que se le ponga poco, pero esto varia con cada tierra , siempre se tendrá que hacer diferentes pruebas, esto dependerá del resultado que se quiera obtener.

La estabilización con cemento disminuye la contracción y puede mejorar la resistencia al goteo proporcionando hidraulicidad a la tierra.

Sin embargo, la estabilización con cemento puede ser considerada un factor de riesgo al no obtener las suficientes pruebas con el material, tal cual fue el caso de la Escuela de Artes Plásticas en Oaxaca la cual fue estabilizada con 15 % de cemento – la construcción de esta escuela fue hecha con la técnica de Tapial, pero se puede decir que la construcción fue un prototipo ya que se le agrega cemento a la mezcla de la construcción,

en consecuencia la estructura se volvió muy rígida a tal punto de mostrar grietas en las aulas.



Ilustración 13 Escuela de Artes plásticas con 15 % de cemento, Foto de Sandra Pereznieto

Pero el cemento lo podemos utilizar principalmente en la elaboración del suelo-cemento el cual puede ser utilizado para las bases de piso, tal como explica (Corral, 2008) la mezcla consiste en el resultado de un suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua que se compactan y curan, para obtener densidades altas y para que se produzca un endurecimiento más efectivo. De esta forma se obtiene un nuevo material resistente a los esfuerzos de compresión prácticamente impermeable termo aislante y estable en el tiempo.

Cal

La cal aplicada en la tierra se trata de una práctica inadecuada para la construcción de viviendas según a lo concluido por (Escobedo, 1992) ya que remitía a los estudios previos de Howard Scoggins en el capítulo 3 de *the portlab manual: low cost soil*, donde da una descripción somera de los estabilizantes que se emplean como el cemento, asfalto y otros productos químicos, sin embargo no documenta nada sobre el uso de la cal, aunque sí parece ser bien utilizado para el uso de carreteras y pavimentos.

Esto no quiere decir que la cal se descarta para la estabilización ya que esta debe ser analizada y probada con cada técnica a realizar puesto que esta procede a ser un modelo físico que permite rectificar las propiedades que se confieren a la mezcla. Está tendrá que variar ya que cada técnica es variada al igual que la tierra, si bien al momento de hacer una mezcla homogénea la cal se comporta como un aditivo poco activo el cual pasa a integrarse los finos de la tierra aumentando su volumen, esto da como consecuencia un cambio físico.

Debido a una reacción fisicoquímica que se presenta en la superficie, esta incrementa lentamente con el tiempo y la temperatura normal de 20 centígrados, pero a una temperatura de 40 centígrados se necesita cierta humedad para lograr el efecto puzolánico.

Dado este efecto procede a generarse un efecto de resistencia a la erosión ya que la cohesión producida genera hidraulicidad.

Al igual que el cemento esta puede generar contracción lo que podría disminuir el índice plástico de la tierra, si ésta lo requiriere las pruebas se tendrían que hacer para obtener resultados ante tal mezcla.

En las tierras poco plásticas el uso de la cal podría aumentar la resistencia a compresión, esto porque la cal aumenta los finos cementantes, esto podría dar la

oportunidad de experimentar con técnicas con poca humedad requerida tal como el BTC y el Tapial. Sin embargo, en tierras pláticas las cuales son utilizadas como para adobes y bahareque podría ser todo lo contrario, tal como muestra en los resultados (Escobedo, 1992) donde demuestra que puede bajar de 20 a 5 kg/cm² esto por disminuir la cohesión entre las partículas finas y aumentar su tamaño.

3.16. Los aliados de la tierra

Al ejecutar técnicas constructivas con tierra no se descarta que se pueden ver involucrados más materiales al momento de construir, estos los podemos considerar como los aliados de la tierra al ser materiales cuyas propiedades se empatan al trabajar en conjunto, generando una sinergia en la construcción, de tal forma que permite la elaboración de diversos estilos, esto se verá afectado principalmente por el entorno próximo ya que este será el factor clave para definir el aliado con el cual se podrá trabajar y saber que tanto podrán ser de apoyo mutuo.

Madera

La madera será uno de los principales aliados estructurales ya que con este material se podrán generar complementos en la construcción como el esqueleto de la estructura, los techos, pisos, cimentaciones entre otras cosas, al ser materiales muy utilizados en la construcción desde la antigüedad estos logran ser compatibles y al trabajar juntos o separados podrán dar muy buenos resultados, aunque si se trabajan en conjunto ambos materiales se podrán aprovechar al máximo optimizando las propiedades de cada uno.

Bambú

Aunque el bambú por si solo es un material muy resistente y con muy buenas propiedades, cabe destacar que empatara perfectamente con la tierra ya que ambos se pueden

complementar para cubrir las contras de cada material así aportando combinaciones muy económicas y sustentables por ser materiales de bajo costo y altamente ecológicos. Aunque el bambú es más propenso a encontrarse en zonas con climas más específicos y no es tan común encontrarlo en cualquier clima, esta alianza no se verá tan afectada donde haya bambú puesto que la tierra seguramente se podrá encontrar muy cerca.

Otate

El otate es familia del bambú y se caracteriza por ser nativo de México y es una de las especies más utilizadas para fabricar Bajareque, otro de los usos que se pueden implementar con el otate, son bardas, cercas, puertas, ventanas, incluso muebles y artesanías.

Alguno de los principales lugares donde se puede encontrar en México es en los estados de Veracruz, Tamaulipas, Hidalgo, San Luis Potosí, Morelos, Oaxaca, Tabasco, Jalisco y Chiapas

Fibras

Hay diversidad de fibras que podremos utilizar en conjunto con la tierra dando una perfecta alianza por las propiedades que pueden sumar al mezclarse, además una de sus principales funciones, es la de generar cohesión y flexibilidad en la tierra y aunque en general las fibras por sí solas no suelen verse en sistemas constructivos aislados, si suelen utilizarse para otras funciones tal como la alimentación, decoración o simplemente dejan de ser utilizadas para un fin aprovechable.

Se pueden dividir en dos clasificaciones, las fibras vegetales y fibras de origen animal y estas serán incorporadas en un rango de prueba y error, utilizando experimentos

previos para llegar a la mezcla óptima, aunque estos rangos pueden ser muy variados los rangos próximos pueden oscilar entre un 10 % hasta un 50 %.

Fibras vegetales utilizables en la construcción con tierra: paja, agave, fibra de coco, entre otras.

Fibras animales utilizables en la construcción con tierra: estiércol, pelo animal, plumas.

Piedra

La piedra es la antecesora de la tierra puesto que la tierra proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre él, así que no cabe mencionar que son aliados por naturaleza.

Las piedras suelen ser utilizadas para relleno en las cimentaciones ciclópeas, como sobre cimientos para evitar un proceso de capilaridad, de esta forma se protege la construcción de tierra ante la humedad, además pueden ser utilizadas en técnicas como el Cob rellenando espacios, por otra parte, proporcionando una mayor resistencia.

Otro de los usos más comunes es para generar canales de filtración así orientando y desviando el camino del agua, esto puede ayudar mucho al momento de querer controlar un flujo de agua cercano a una construcción con tierra.

En suma a sus usos, se puede implementar como muro de contención, asimismo se pueden implementar sistemas de gaviones proporcionando un uso más a la implementación de este material.

3.17. Los enemigos de la tierra

Aunque la tierra es un material cuyas propiedades suele empatar muy bien con diversos sistemas constructivos, no se puede pasar de desapercibido el hecho que tiene ciertas características las cuales hace que no haya una sinergia entre ciertos elementos constructivos, entorno o materiales. Si bien la tierra es un material muy amplio en su radio de trabajo, esta no deja de tener particularidades las cuales hay que tener en cuenta puesto que podrían verse afectadas por un mal uso del material.

Humedad

Uno de los principales enemigos en el ámbito de la construcción a lo largo del tiempo ha sido la humedad, esto afectando a una gran diversidad de sistemas constructivos especialmente a los porosos incluyendo la tierra, ha sido responsable de suficientes fallas constructivas, principalmente por ser degenerativas lo que hace que haya fallas en la estructura, pero también podemos encontrarla en otras áreas de la construcción.

Los daños que podemos detectar por una causa de humedad es fallos en las instalaciones eléctricas, desprendimiento de los revestimientos interiores y, sobre todo, entrada de agua al interior de la edificación, creando un ambiente con humedad, insalubre y no habitable, de acuerdo a lo que menciona (Minke, Manual , 1991) expone que en la investigación de (Grandjean,1972,Becker,1986) defienden que una humedad relativa del 40 % dentro de una vivienda durante un largo tiempo puede resecar

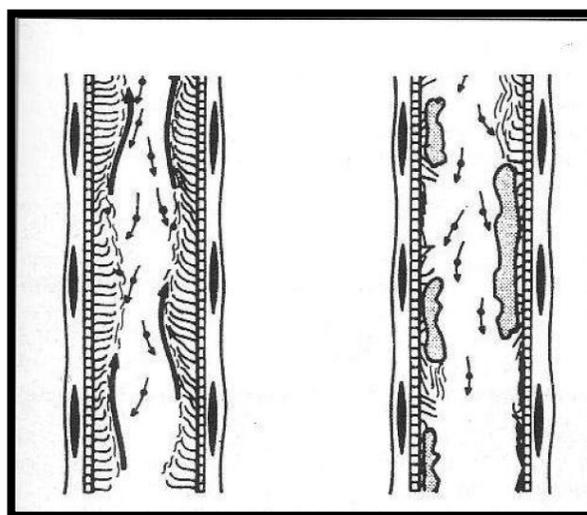


Figura 2 Corte de una tráquea con membrana mucosa del epitelio normal (izquierda) y una reseca (derecha)

la mucosa, lo que se traduce a que se disminuye la resistencia a los resfríos y a enfermedades relacionadas, esto por el epitelio de la tráquea cuya función es la de absorber el polvo ,bacterias, virus etc. y los distribuye a la boca mediante el movimiento ondulatorio de los vellos del epitelio, si se llega una interrupción de este proceso por la resequedad, las bacterias y virus alcanzan los pulmones provocando enfermedades.(Figura 2)

por lo que se recomienda mantener una humedad relativa de no menor a un 40 % y recomendado entre un 50 al 70 % por lo que arriba del 70 % resulta en gran parte de los casos ser desagradable por la disminución de absorción de oxígeno en la sangre en condiciones cálido húmedas, también se observa un incremento en las dolencias reumáticas en ambientes fríos y húmedos.

Las principales causas que podemos identificar es la presencia de agua ya sea líquida o en forma de vapor, puede ser en un mal aislamiento entre el elemento constructivo y el agua ya sea techos, paredes y cimentación o por erosiones en el material provocada por lluvias lo que puede lograr penetración en los elementos constructivos en forma de nichos, juntas, grietas o poros que permitan la entrada e incluso la misma retención y dificultad en el secado.

La patología de humedad se puede encontrar en distintas formas como es la de capilaridad, condensación, filtración, accidental o por gravedad y cada una se puede presenciar por fenómenos distintos, tales como el clima, el entorno, el material, el diseño entre otros factores que pueden intervenir.

Planeación, prevención y mantenimiento. Si se toman en cuenta estas tres cosas se puede lograr una casa que esté libre de estas patologías que generan gastos extras.

Acero

La implementación de acero, no es necesariamente mala en la implementación con la tierra, ya que incluso se ha utilizado en restauraciones antiguas, se suele utilizar un refuerzo compuesto con mallas electrosoldadas (Blondet, 2010), sin embargo la utilización de castillos con cemento, es una práctica que se ha visto en combinación con la tierra y esto es algo habitual últimamente a la hora de querer reforzar una edificación, debido a los sismos o una mala ejecución de técnicas constructivas con tierra, se han mostrado grietas o fisuras estructurales, lo cual trae consigo inseguridades estructurales y sociales.



Ilustración 14 Implementación de castillo en muro de adobe

A consecuencia se suele restaurar con métodos estructurales que son implementados para otros sistemas constructivos, como es en el caso de los ladrillos o bloques de concreto, reforzándolas con castillos, sin embargo, cuando usan colados con cemento en los castillos

se está generando un desempate de materiales y al no haber una adherencia completa entre ellos, se suelen ver repercusiones futuras. Por tal motivo para adherirlos correctamente se tiene que hacer una capa intermediaria, la cual cumpla la función de unir estos materiales, así que con una mezcla que este exenta de usar cemento, se puede generar esta mezcla de materiales.

Por otra parte, de acuerdo con (Álvarez, 2010) el sistema estructural quincha metálica, consiste prácticamente en la combinación de las características de la tierra y ferro – tracción como mezcla estructural, con el fin de conseguir una materia con características que permitan la a sismicidad de la tierra.

Se utiliza mallas electrosoldadas de acero plegado y atiesada para permitir un enjambre entre la aplicación de una malla de metal y la técnica de tierra, el refuerzo estructural en la tierra se debe al plegado de la malla, la cual otorga una armadura de fuerza, a parte la protección térmica de la tierra amortigua la dilatación.

La tierra se combina con cal para permitir y controlar la fisuración por control volumétrico de la arcilla, el control del PH, la impermeabilidad y la resistencia. La técnica se empieza a ver reflejada en edificaciones contemporáneas, tal como el caso de la la obra de la (Ilustración 15).



Ilustración 15 Casa Munita González / Arias Arquitectos + Surtierra Arquitectura. Imagen de Luis García

CAPÍTULO 4

Capítulo 4

El capítulo presente, es el encargado de desglosar la información recolectada proveniente de las técnicas de recolección de datos, además de ahí se adquieren las respuestas emergentes del capítulo 2, las cuales fueron contestadas gracias a las metodologías aplicadas tales como las entrevistas, revisión documental. fotografías, videos y observación directa. Posterior a eso, la selección da una interpretación de los antecedentes históricos expuestos en el capítulo 3 dando una guía para analizar y obtener los resultados correspondientes.

4. Análisis y resultados

Los análisis y resultados mostrados a continuación se caracterizan por ser, provenientes de las metodologías propuestas, pero siendo aplicadas en campo, estos análisis irán desglosando la información para darle un seguimiento a las preguntas de investigación, de tal forma que la interpretación recabada en campo y en el laboratorio, pasa a ser información tecnificada con el fin de mostrar resultados que puedan ser conectados con el capítulo 5 que es el que se encargara del diseño aplicativo.

4.1. Antecedentes empíricos del tema

La construcción con tierra que ha surgido con el tiempo, se ha envuelto en un sinnúmero de alteraciones respecto a la manera de ejecutar las técnicas de construcción, de tal manera que la forma de analizar y detectar cual es la tierra que se adapta mejor a las necesidades para construir se ha mejorado con el tiempo, pero los resultados siempre podrán variar respecto al lugar donde se planea llevar a cabo el uso de la tierra como materia prima, por esa razón es importante conocer las posibles variantes que puedan intervenir en la construcción con técnicas de tierra y esto claramente implica realizar

estudios para conocer las propiedades y composición del suelo para identificar las posibles variantes del material local con el que se planea construir, esto con el fin de saber si se puede usar en alguna de las técnicas de construcción con tierra en su estado natural, de no ser posible se necesitaría hacer modificaciones tales como aditivos u otros materiales constructivos para optimizar los resultados respecto a su ejecución final.

Por consecuencia a lo previamente visto se presentan diversas preguntas de investigación con las que se analiza el entorno de la zona Wixárika, pero principalmente la Sub cuenca del Rio Atengo que es donde se puede encontrar gran parte céntrica de las comunidades Wixaritari. Esta Sub cuenca se encuentra en la sierra madre occidental de México. Es un territorio montañoso de más 4mil km ubicado entre los estados de Durango, Zacatecas, Nayarit y Jalisco. Ahí se albergan alrededor de 455 mil indígenas, distribuidos entre ranchos, comunidades, localidades pueblos y dentro de esa distribución se conocen 5 cabeceras municipales, algunos centros ceremoniales o religiosos relevantes que suelen ser las sedes de sus festividades más reconocidas y se suelen llevar a cabo en alguno de los siguientes pueblos: Santa Catarina Cuexcomitlán, San Sebastián Teponahuaxtlán, Tuxpan de Bolaños, Guadalupe Ocotán y San Andrés Cohamiata.

4.2. Síntesis interpretativa de los datos analizados

San Andrés Cohamiata sintetiza y focaliza variantes de uno de los principales factores a considerar al identificar los estados del suelo puesto que ahí es la principal zona de estudio. Por esa razón en los resultados se podrán ver variantes de las técnicas de

construcción con tierra provenientes de las pruebas hechas en campo y en laboratorio con la tierra del sitio.

El estudio de tal terreno se logró gracias a la vinculación de una ONG (Tu Techo) que tiene una alianza directa con la comunidad, esto facilitó la investigación de la observación directa del lugar, así se logró detectar los principales factores que se tomaron en cuenta para sacar resultados y análisis, gracias a esto se pudieron obtener interpretaciones con las que se plantea innovar técnicas alternativas o una sistematización para dar un mejoramiento en el sistema constructivo actual.

Hallazgos aprovechables

Los hallazgos recolectados se ven reflejados por los instrumentos de investigación que se utilizaron para recabar la mayor cantidad de información posible, esto con objetivo de nutrir la investigación de campo y poder llegar a un resultado con mayor certeza para alcanzar el objetivo principal. Dentro de los hallazgos se han identificado variables de información de las que conforman temas en específico y dan a conocer la localidad de San Andrés Cohamiata, cuya localidad está situada en el municipio de Mezquitic, en el Estado de Jalisco en México, esto refiere a que los resultados son principalmente aplicables a esta localidad por ser la zona de estudio, sin embargo, esto no exenta que las técnicas de construcción se puedan replicar en otras comunidades.

4.3. Dimensión – histórica

- ¿Cuáles son los antecedentes históricos del lugar?

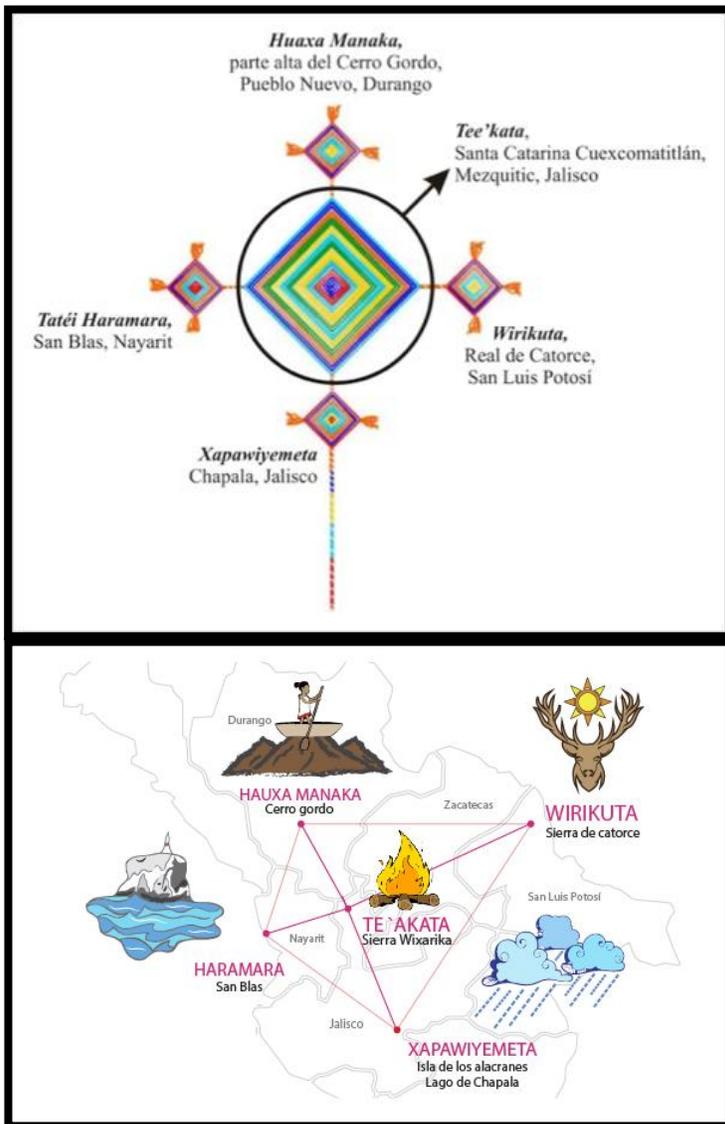


Ilustración 16 Mapa del Ojo de Dios

El ojo de Dios Ilustración 16 en la cultura de los Wixaritari representa la peregrinación hacia Wirikuta (San Luis Potosí), Hará mara (san Blas, Nayarit), Xapawiyemeta (isla de los alacranes, Chapala jalisco) cuya peregrinación tiene un aproximado de 600 km. Esta se lleva a cabo en un aproximado de 17 días de ida y otros 17 de regreso, en dicha peregrinación se hace la ofrenda y sacrificios para que todo tenga un orden y se pueda seguir viviendo en armonía junto a la madre

tierra, el padre sol y el abuelo fuego. Se lleva a cabo durante la Semana Santa.



Ilustración 17 Ruta de peregrinación Huichol (extraída de internet)

Las peregrinaciones suelen ser hechas por los Wixaritari a Wirikuta cerro quemado, lugar del amanecer, Desierto de Real de Catorce, donde visitan a sus antepasados, muchos de ellos convertidos en Dioses en los lugares sagrados a los que acuden, suelen dejar ofrendas tal como lo hicieron sus antepasados en el mito de la creación, el desierto de San Luis Potosí conocido como Wirikuta, es uno de los principales destinos a los que acuden los peregrinos en las temporadas de sequías, durante los meses de octubre hasta mayo. En la [\(Ilustración 17\)](#) se muestra a los peregrinos caminando hacia la revelación de su destino donde estarán en contacto con el Kauyumari [\(Ilustración 19\)](#) y el Híkuri [Ilustración 20](#) con propósito de obtener el don de ver o de ser un acreedor a algún título de su origen o inclusive a la de un Marakame [\(Ilustración 18\)](#). De acuerdo a [\(Villegas, 2016\)](#) se dice que las aves que acompañaron el trayecto subterráneo del Sol, van en busca de visiones y para eso tienen que acudir al cerro del cantador o Kauyumari Muyehue, el lugar donde el peyote y el mismo Kauyumari conceden, a los elegidos con el poder chamánico: el Nierika.



Ilustración 18 Marakame, Chaman - por Jerry Rodríguez Burckle

El Marakame va a la cabeza durante la peregrinación, es el que guía y se le tiene otorgada la autoridad ya que es el representante del abuelo fuego Tatewari Ilustración 21 es el único que puede tener conexión directa con Híkuri peyote Ilustración 20. El Marakame suele ser el portador de las voces o quien puede dirigir los eventos ceremoniales y quien bendice las actividades en la comunidad entre otras tareas relevantes para su comunidad. Los aspirantes

al Nierika, poder chamánico, se aíslan en alguno de sus parajes por varias noches esperando encontrar a Takutsi Nakawé, quien será el que otorgue la simbolización del poder chamánico: espejos Nierika y estas suelen ser varas emplumadas conocidas como Muwierite y el cesto de palma Takwatsi.



Ilustración 19 Kauyumari el venado azul

El Kauyumari (Ilustración 19) es representado como el venado azul, hermano mayor de los Wixárikas, representante de sus deidades y Tete Huari su fiel acompañante, Dios del fuego, son quienes guían el destino de los Wixaritari a través de su peregrinación, llegando hasta Wirikuta, es ahí donde se sacrifica, transformándose en Híkuri (Ilustración 20) pacto que realizan los wixaritari, vinculándose con sus ancestros, así cumpliendo su gracia, convirtiéndose en guardianes. Una vez convertido es conocido como Tamatsi Kauyumari.

La imagen del venado suele observarse en diferentes lugares y objetos, tales como en los discos de piedra volcánica (tepall) que se incrustan en las paredes de los templos, en la indumentaria, en las figuras que se delinean en las jícaras, en las tablillas de estambre

Nierika, también se pueden observar en las artesanías que portan o comercian. El venado suele considerarse como un animal solar por ser el animal del desierto - Wirikuta y al ofrecerse como voluntario en un acto de piedad y generosidad a los primeros cazadores en los tiempos adversos, pasa a transformarse en peyote siendo portador y acreedor del poder chamánico, por tal motivo suele considerarse como Marakame o como una deidad de la salud y de la anti brujería. (Villegas, 2016).

El venado suele estar presente en todos lados, en rituales en los mitos y se presenta dentro de los sueños. Cuando se presentan adversidades como enfermedades el Tatewari por medio del Marakame dirige la caza de un venado, así considerándose como un acto religioso el cual precisa de una preparación ascética.



Ilustración 20 Híkuri - peyote

La ceremonia del Híkuri (Ilustración 20) es una tradición entre los wixaritari que se lleva practicando miles de años, esta consiste en cumplir ciertos requisitos para llevar a

cabo la ceremonia con mayor claridad y lograr la conexión, dentro de estos requisitos consiste en tener que ir ayunados, no ir bañados, no haber tenido relaciones sexuales con sus esposas, portar su indumentaria, tener listo el Tatewari (Ilustración 21) un altar y su templo, esto para poder recibir a sus deidades.

Una de las historias que cuentan los abuelos es que, en los tiempos de escases, cuando su gente estaba enferma, no había alimentos ni agua y no había lluvias, 4 Wixaritari representantes de los 4 elementos aire, fuego, tierra y agua, fueron quienes emprendieron la primera peregrinación o el primer viaje en busca de alimentos para poder proveer a la comunidad, ya fuera poco o mucho. Después de tener varios días caminando, vieron a un venado salir de los matorrales, al verlo olvidaron todo cansancio y decidieron seguirlo, después de unas semanas se encontraban en la entrada de Wirikuta a lado del cerro de las narices, entonces, es ahí donde encontraron la forma del venado Azul (Ilustración 19) plasmada en las plantas del peyote, confundidos, decidieron cortarlas y llevarlas consigo, al llegar con los abuelos difundieron la historia y decidieron comerla y compartirla con los demás, a partir de ahí, sintieron la conexión del Híkuri.



Ilustración 21 Tatewari Abuelo fuego

El Tatewari conocido como el abuelo fuego (Ilustración 21) es el calor que fue robado por el tlacuache, cuentan que al ser robado y ser llevado a su casa, el tlacuache preparó la hoguera y prendió el fuego. La gente, en todas partes, obtuvo fuego. Así se repartió entre todos, es por eso que hoy en día la cola del tlacuache, la cual se peló cuando robó el tizón, se mantiene así hasta la fecha, pero gracias a eso el Tatewari es el acompañante del Kauyumari durante la búsqueda del Híkuri. Dentro de los Kamitu (mito) todo es uno, donde todo habla el mismo lenguaje, todo tiene vida, en el mundo mítico, es posible ver seres de la naturaleza como iguales, ósea que los animales son indistinguibles⁷ de las personas.

⁷ Según Alfredo López Austin, la idea de que los animales son como las personas es algo presente en muchas mitologías. las culturas pertenecientes a la tradición mesoamericana, entre las que se encuentra la de los wixaritari, es una constante. Y es que, refiere este autor, en el tiempo de los mitos (para los mesoamericanos) los animales "...eran como gente, hablaban como gente, tenían pensamientos y pasiones, porque eran personas". López Austin, Alfredo, Los mitos del tlacuache, UNAM, México, 2003, 54.



Ilustración 22 Calihuey o Tukipan centro ceremonial de San Sebastián

El Centro ceremonial conocido como Calihuey o Tukipan (Ilustración 22) es iluminado con velas para mostrar lo invisible y pedir plegarias. También es conocido como el punto de partida y de llegada en las peregrinaciones y donde se festejan varias de sus principales festividades, también es la casa de los dioses, de los jicareros que habitan en sus templos. Es el escenario donde los Wixaritari y sus deidades se prestan al juego de dar, recibir y devolver. Es ahí donde depende del crecimiento del maíz, la salud de los animales y la prosperidad económica, se dan cantos chamánicos, sacrificios de animales y danzas a cambio de lluvia y armonía.

De acuerdo a (Villegas, 2016) en su cosmovisión se entiende que es una forma de entender, ordenar y sentir la realidad, un ‘instrumento’ que es necesario poner en práctica para mantener en armonía al mundo.

En el Tukipan o Calihuey se pueden encontrar símbolos representativos de su cosmovisión tales como serpientes, flechas, jícaras, ojos de Dios, tabillas de estambre.

La serpiente tiene una dependencia de los dioses del fuego y del sol, si un Wixaritari tiene la guía de estos, podrá encontrar una serpiente en su camino, se tiene la creencia de que si frota a una vaca está no se enfermará, también es otorgante de la habilidad de tejer en las mujeres, por lo que las convierte en artistas del bordado. Sus significados se diversifican en la simbolización de la fertilidad y lluvia ya que la diosa de la lluvia tiene forma de serpiente y ésta aparece en la sierra en forma de serpiente partida por rayos. La lluvia es proveniente de Haramaratsie, conocido como el mar donde se le visualiza con una serpiente por querer devorar al sol cuando se oculta al horizonte. Los dioses se comunican por medio de serpientes, por lo que, en el lenguaje chamánico, el aspirante a ser Marakame o artista debe poder interpretar serpientes en las visiones con el peyote dando el significado de la comunicación con los dioses.

Las Flechas algunas suelen ser untadas con sangre de animales sacrificados con el fin de conferir poder, adquiriendo la capacidad de hablar, dando a entender que son un vínculo de comunicación, un lenguaje que hace la conexión del mundo de los hombres con el de los dioses y suele utilizar también con el fin de comunicarse con los hombres, aunque puede ser utilizada para mandar castigo.

Esta se caracteriza por su astil, ahí es donde lleva delineadas figuras de distintos colores en forma de zigzag también se ven acompañadas de diferentes aditamentos como figuras de arcos, tambores, telas con efigies, tejidos Nierika en forma de estrella, rifles de madera, plumas de ave, lazos y en ocasiones se le añade jícaras u ojos de dios representando un ritual y una diversidad de su cosmovisión, los Wixaritari tienen la creencia de que las flechas pueden volar e ir con los dioses siendo la simbolización de una

carta que tiene como objetivo explicar sus peticiones, cada uno de los adornos agregados a la flecha cumple con un significado, por ejemplo, la tela con una efigie de una niña es un ruego por su salud, el rifle refiere al éxito en la cacería, el tambor simboliza la adquisición del poder chamánico. Y según (Zingg, 1982) los dioses se comunican disparándose entre sí flechas para escuchar atentamente lo que ésta vino a decirle. Al igual se cree que son utilizadas por los brujos para dirigir su hechicería sobre los enemigos. Es por eso que es considerada como un ser autónomo con vida propia y un ser con diversos significados.

Las Jícaras suelen encontrarse en 3 tipos diferentes cada una con representación diferente, la primera es la domestica, se usan en celebraciones para ofrecer bebidas como el tejuino o caldo de venado.

La segunda suele implementarse en el ámbito comercial, su manufactura tiene el fin económico y suelen ser adornadas con sus artesanías, estas pueden ser figuras geométricas o con diversos significados de la cultura wixarika, tales como el águila de dos cabezas, peyotes, venados y plantas de maíz, por lo general suelen encontrarse con decoración de chaquiras que son pegadas con cera dándoles un color y un atractivo visual muy característico de su arte.

Estas jícaras suelen ser de barro o de la corteza de un guaje.

La tercera suele usarse para decorar, se precisa de consultar a un Marakame, este se vincula con el Kauyumari para que le revele la forma en que la jícara debe ser realizada, así plasmando diseños específicos con un significado que por lo general atenderán una plegaría.

El Ojos de Dios o Tsik+ri se elabora con dos varas que puede llevar hasta 5 rombos de estambre, donde cada uno es la representación de los cinco rumbos cardinales del mundo o de los cinco destinos más sagrados. Pero según la intuición de (Preuss,1908) el

Tsik+ri es una representación de la arquitectura del universo. Por otra parte, también es utilizado para implorar a las deidades por la salud de los niños y se suele depositar como ofrenda en los lugares sagrados y en los templos.

De acuerdo a (Torres, 1980) Dentro de las cinco divisiones se considera que hay cinco madres Nakawé, una en cada punto cardinal y la otra debajo de la tierra. Se vincula el cinco con varias cosas como los cinco colores de las flores del peyote, las mismas del maíz donde suele haber una fecha especial para esta celebración conocida como la fiesta del maíz celebrada en junio, amarillo, azul, rojo, blanco y negro son los colores celebrados, estos fueron guardados junto con cinco sarmientos de calabaza en el arca, antes del diluvio y también se vincula con el sol que es transportado por cinco serpientes a través del universo, las cinco paradas que tienen que hacer los Wixaritari cuando van a wirikuta consiste en hacer su confesión ante los cinco vientos, cinco veces son las que se intentan o se hacen, cinco deidades son intérpretes de la lluvia y cinco veces tienen que ir a wirikuta aquel que será Marakame.

Tablillas de estambre Nierika. Son expuestas en diferentes museos llegando hasta estados unidos y Europa, estas suelen obedecer a una misma técnica la cual consiste en plasmar formas adhiriendo estambre de distintos colores a una superficie de madera usando cera de Campeche, estas formas suelen ser la revelación con la conexión ante el peyote, donde se puede tener la visión de los rostros de las deidades por tal motivo suele considerarse como algo místico. De acuerdo a (José Luis Iturrioz Leza, 2003) `` según la divinidad a la que vayan dirigidas los mensajes, varían los colores y los motivos. `` Es por eso que se tiene la creencia que a los dioses les gusta contemplarlas, por eso las piden. Al hacerlo se cree que se logran reflejar como en un espejo o visualizarse como en una fotografía.

Dentro de la paradoja que se tiene acerca de los símbolos se puede decir que según (Turner, 2007) los principales símbolos focales son representados por el venado y la serpiente que son de mayor antigüedad mítica, por lo que pasan a ser los más importantes y poderosos, los demás pasan a ser considerados símbolos instrumentales que representan un lenguaje: el de la oración objetivada en el barro, la jícara, la chaquira y el estambre o tejido, trascienden como una manera de escritura, no de palabras si no que de formas representativas de las deidades del comienzo del tiempo. sin embargo, todos son considerados como entidades móviles que circulan a lo largo y ancho del territorio geográfico sagrado que a su vez son a quienes se les solicita prosperidad como lluvia, buenas cosechas, salud y trabajo. Se dice que, de no ser ofrendadas, representaría un llamado de distanciamiento ente la realidad humana y divina.

Aunque Visto desde el punto de (Lumbholtz, 1986) donde el asumir los símbolos instrumentales como plegarias y solicitar cosas, tiene que ser parte de un análisis parcial, por lo que recurre a la teoría del pensamiento mágico de Preuss donde para los Wixaritari las cosas del mundo son objetos carentes de voluntad, en términos de la nueva antropología agentividad lo que quiere decir que todo está sujeto y si es así como pensaba (Lumbholtz, 1986) que los símbolos, suelen ser para solicitar cosas pero, paradójicamente, no son solo instrumentos sino que son los mismos Dioses como dice (Preuss, 1908). Para (Neurath, 2013) visto desde la perspectiva de Preuss, dice que no hay diferencia clara entre Dioses e instrumentos mágicos, los objetos hablan y actúan como personas divinas, dejándolos al mismo nivel de una deidad humana o animal, de tal manera que los objetos son también personas que emiten una comunicación, son más que simples piezas, son seres con agentividad, animados o deificados, por lo que son los dioses mismos ya que en ellos se encuentra su poder.



Ilustración 23 fiesta del tambor Tatei neixa

Las principales **fiestas** con las que cuenta la comunidad Wixárikas son: San Juan Bautista (21 de junio), semana santa (marzo-abril), Virgen de Guadalupe (12 de diciembre), Fiesta anual de Mezquitic (del 25 al 31 de diciembre), fiesta del peyote (mayo), fiesta del maíz (junio), bendición del maíz (julio-agosto) fiesta del tambor (octubre) fiesta de la cosecha (noviembre) y fiesta del esquite (mayo).

Se tiene que mencionar que el lugar donde se llevan a cabo todas estas festividades, aparte de ser de suma importancia para los Wixaritari, se puede decir que son festejadas en espacios habitables cuyos forman a ser parte de su cultura.

4.4. Resultados de la observación Directa

- ¿Cómo es la arquitectura vernácula del lugar?

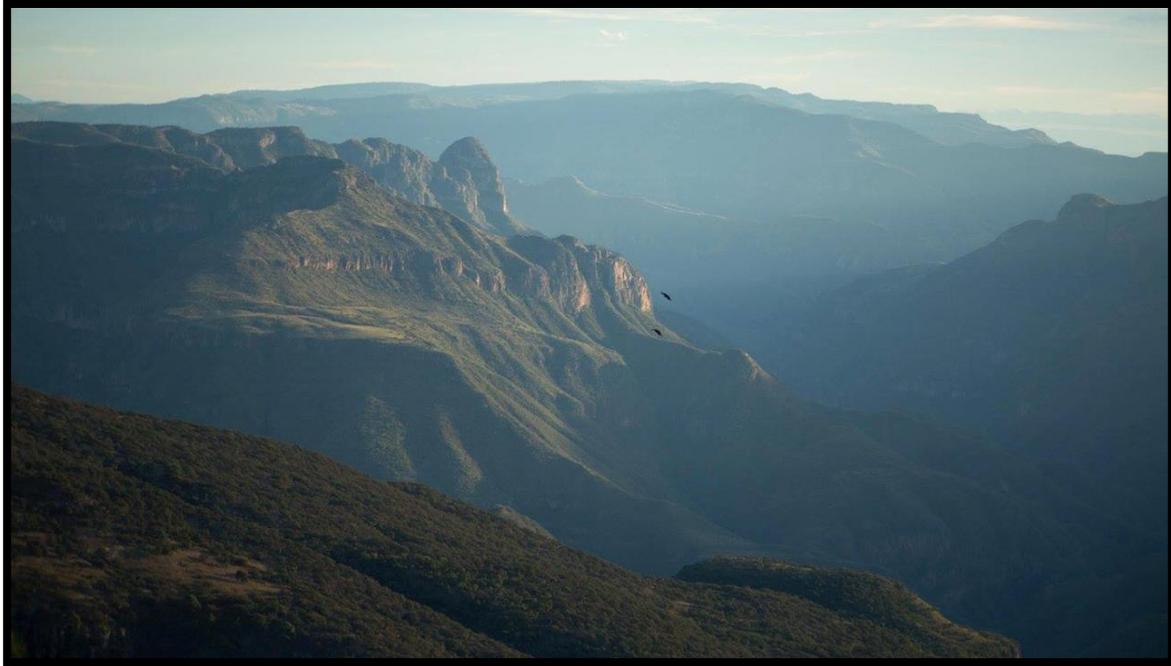


Ilustración 24 Sierra madre occidental, zona Wixárika

San Andrés cohamiata "Tatei Kíe" está situado en el municipio de Mezquitic, en el Estado de Jalisco, México, cuyo censo del 2010 indica que tiene un aproximado de 1317 habitantes y está situado a una altura de 1950 metros de altitud, la relación de mujeres y hombres es aproximado de 1.11, donde la ratio de fecundidad de la población femenina es de 2.96 hijos por mujer. Se estima que hay un 16 % de analfabetismo entre los adultos (8.92% entre los hombres y 22.35% en las mujeres), el grado de escolaridad es de 5.09(6,34 hombres, 4.01 mujeres). (INEGI, 2010)

Se identifican dos maneras de llegar, dado de que está en la Sierra madre occidental, su acceso suele ser más complicado ya que los caminos a partir de cierto punto se convierten en pura terracería.

La primera es Aérea. – hay diversos puntos de salida, pero uno de los más conocidos es la salida en avioneta del aeropuerto de la ciudad de Ixtlán del río, Nayarit, en donde se toma un taxi aéreo, rumbo a San Andrés Cohamiata, con salidas los lunes, miércoles y sábados, en un tiempo aproximado de vuelo de 35 minutos, también hay partidas desde las pistas cercanas a Guadalajara, Jalisco haciendo un tiempo aproximado de 70 minutos.

Terrestre. – si se opta salir de la Ciudad de Guadalajara se toma la carretera a Colotlán hasta Huejúcar, de ahí se continua rumbo a la cabecera municipal de Mezquitic, posteriormente se toma el camino a Huequilla, para continuar hasta la comunidad de San Andrés Cohamiata. El tiempo aproximado del trayecto es de 10 a 12 horas con un aproximado de 480 km, donde se puede encontrar una variante de paisajes naturales. (CDI México, 2010).

En la comunidad de San Andrés Cohamiata la arquitectura que predomina es la construcción con tierra, principalmente Espacios construidos con Adobes, se percibió que existen varios casos donde viven en núcleos familiares de los cuales llegan a compartir una o dos habitaciones para toda la familia, incluyendo padres e hijos.

Con algunas de las familias con las que se obtuvo un acercamiento, se pudo observar que la mayoría buscaba una ampliación de los espacios donde habitaban, esto implicaba las habitaciones principales y la zona donde cocinan, en otros casos se detectó que buscaban poder tener un baño que estuviera más cerca del espacio donde habitan, ya que en gran parte de los casos los baños están en un espacio aislado. Esto implica que podrían caminar bajo la lluvia para tener que ir al baño, por otra parte, también se está dejando de aprovechar al máximo el material elaborado o comprado, ya que implica utilizar

más material para construir muros que podrían ahorrarse al unirlos con el espacio principal donde habitan.

La arquitectura que conforma los espacios de los centros ceremoniales de la zona Wixárika, se puede decir que esta enfocada y segmentada a un patio central donde se llevan varias de sus tradiciones y estos suelen estar contruidos con tierra y madera, aunque se puede decir que ya se ha intervenido con otros materiales como el block y el ladrillo, también en algunas comunidades se ve la intervención de la influencia católica, esto podría reflejar algunos cambios en sistemas constructivos y materiales alternativos, tal como es el caso del templo de San Sebastián.



Ilustración 25 Templo de San Sebastián

Guía de Observación Directa	
Objetivo	Consiste en identificar la Arquitectura vernacula del sitio para ver cuales pueden ser las variables que pueden tomarse en cuenta sobre el lugar.
Datos específicos	La observación se pretende llevo acabo del 12 al 17 de abril del 2019 en: San andrés Cohamiata
Observables	Las características a observar se concentraron en los siguientes campos: Antecedentes historicos, Diseño arquitectónico, Geología local, Análisis del entorno natural materiales locales, Tipo de suelo, Localización Geográfica, técnicas de construcción que se puedan utilizar en el sitio, el entorno en general y las características espaciales.
Material a utilizar	cámara, grabadora, computadora y cuaderno

Indicador o variable	
Específicos	Materiales
sistema constructivo	Adobe, bahareque, piedra, ladrillos, madera, herrería, cemento
Muros	Adobes, piedra, bahareque, paja, estiercol, ladrillo, bloques de hormigon
Techos	Laminas de carton petrolificadas, Terrado, Laminas, tejas, boveda,
Pisos	Tierra, cemento, azulejo, adoquin
Ventanas	Madera, Herrería, plastico, Huecos
Puertas	Madera, Herrería, plastico, lamina, Huecos
Recubrimientos	Tierra, cemento, azulejo
Estructura	Madera, acero, cemento
Cimientos	arena, piedra, cemento, tierra

Indicador o variable	
Específicos	Características espaciales
Alturas en los interiores	se manejan alturas basicas desde 2.20 a 2.40 con pendientes en los techos
Centros ceremoniales	Distribución
Ventilación	ventilación muy nula, se cuenta con una a dos ventanas y sin una orientación en especifico
Asoleamiento de la edificación	no es un factor a considerar, hay muchas variables sin una orientación fija
Forma	Geometricas o irregulares
Características hápticas	se suele dejar el adobe al natural con excepciones de algunas edificaciones

Indicador o variable	
Específicos	Elementos arquitectónicos
Elementos de protección solar	No se localizaron para soles objetivos
Tipo de losa de azotea	suelen ser techos a dos aguas o a una
Espesor de muros	suelen ser entre 15 a 22 cm
Tipología de ventanas	ventana sencilla, con doble visagra



Ilustración 26 Casa de Adobe en San Andrés Cohamiata



Ilustración 27 Caminos, cielo y pista de aterrizaje de San Andrés

4.5. El Paisaje y su entorno

¿Cómo es el entorno natural que podría intervenir en las técnicas de construcción con tierra para la autoconstrucción sustentable?

Según (Villegas, 2016) en el mundo Wixárika donde predomina la analogía, los elementos que lo conforman, se comunican y hablan compartiendo el mismo lenguaje, tal como los cerros, las piedras, los árboles, los cuerpos de agua hablándose entre ellos pero a su vez el hombre entra dentro de esta analogía siendo uno más de la cadena compartiendo comunicados del viento, el ruido del agua al fluir en un río, un pájaro recorriendo el bosque, la lluvia en la cima de un cerro, el soplar en un acantilado y el deslumbramiento de la luz del sol, todo esto pasa a conformar un diálogo que a veces pasa a ser un desacuerdo, como cuando hay largas sequías o cuando no hay abundancia en los cultivos, los hombres, a través de sus sabios, amenazan en cortar el diálogo de la sinergia natural, cortando las tradiciones como ritos, ofrendas y visita a lugares santos, sin embargo, estas adversidades se mitigan al regreso de las lluvias, normalizando todo.

Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes

Al hablar de la tipología del paisaje se puede clasificar en la segmentación de cartografías de los paisajes naturales, como dice (Ángel Priego, 2015) que por lo general han sido modificados por la evolución humana incluyendo la comprensión de su composición, estructura, relaciones, diferenciación y desarrollo, también podemos destacar los paisajes denominados geo complejos los cuales son sistemas territoriales naturales pero al igual modificados por el ser humano transmitiéndole diferentes grados de alteración o intervención antrópica, así que esto significa que lo que observamos como paisaje ha sido la transición de muchos años de evolución pero bien aún se puede hablar de dos principios básicos en la clasificación de los paisajes independientemente de los niveles taxonómicos.

Principio histórico evolutivo: los cuales se denominan que son los que coevolucionan en el espacio y el tiempo, pero ningún componente evoluciona aislado del resto, al hablar de un principio estructural implica reconocer las relaciones entre los distintos componentes de la estructura tanto vertical del paisaje lo que conlleva las rocas, el relieve, condiciones hidro-climáticas, suelos y biota, por lo tanto la estructura prácticamente se relaciona con el relieve ya que este es el factor de diferenciación en la superficie terrestre.

En el tema de la altitud y la disección vertical del geo complejo condicionan varias de las particularidades de la estructura como la distribución de algunos de sus componentes, ya sea la distribución de la temperatura, precipitación, la vegetación y otros materiales superficiales que podemos relacionarlo con el suelo. Bien el principio histórico – evolutivo está relacionado con el análisis de génesis del paisaje por lo tanto el seguimiento de ambos principios garantiza examinar el paisaje a fondo con una integridad natural o antrópico

natural y con ello obtener una jerarquía lógicamente fundamentada. No falta mencionar que la morfometría es la ciencia del análisis cuantitativo de la superficie del terreno.

Al definir los tipos de relieve se puede rescatar que es como se describe el conjunto de formas o irregularidades que presenta la superficie terrestre y es el resultado de una suma de combinaciones de estructura litológica y topográfica al igual abarca el cierre de amplitud altitudinal o altura relativa entre dos puntos el más bajo y el más alto de una unidad la cual es medida en metros. Al igual se puede mencionar la amplitud del relieve o bien conocido como el relieve interno el cual nos ayuda a describir el desnivel o distancia vertical entre dos puntos una unidad el cual esta idea de amplitud está ligada al concepto de disección vertical del relieve o conocido como potencial para disección pero bien para que no haya una confusión, es clave mencionar que la altitud es la distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar mientras que la altura es la medida que se le da a un cuerpo o figura verticalmente desde su base hasta su punto más elevado (DLE) y el termino denudar es bien es despojar en este caso utilizado para la remoción de materiales por efecto de la erosión.

Para describir un relieve se tipifican y describen índices morfométricos lo cual ayuda sacar estudios cuantitativos hacia una unidad de terreno donde los índices más comunes son la hipsometría , la amplitud de relieve, la inclinación y orientación de la pendiente, entre otras, bien se puede decir que los modelos morfométricos se derivan en una forma automatizada de modelos digitales del terreno, por lo cual las montañas, lomeríos planicies se definen según el cálculo de la altura relativa o la amplitud del relieve el cual es el que ofrece el potencial para la disección vertical.

Dentro del mapa de México, elaborado por el Instituto Nacional de Ecología (INECC) se muestra la Disección vertical, este mapa actualmente está a una escala de

1:250,000 por tal motivo solo se define el tipo de relieve, mientras que si fuera con escalas más finas se propone una apreciación morfométrica por los niveles de DV o amplitud parcial del relieve.

En cuanto a las planicies sub horizontales podemos decir que son las superficies casi planas y de una muy baja amplitud donde la inclinación generalmente será menor a los 2 grados, por lo tanto, al saber lo anterior podemos clasificar los tipos morfométricos para conocer las diferencias iniciales en los territorios que involucren planicies, lomeríos y montañas al igual que sus grados de disección. Como procedencia sigue identificar la composición litológica (como rocas o depósitos) donde podremos recabar las mayores fuentes de información relacionada para todo el país, la cual se recaba en referencias del INEGI y el SGM. recabada la información necesaria, prosigue eliminar los polígonos que no cumplen con el área mínima cartografiable "lo cual es recomendado hacerlo de la mano de un experto ya que es esencial conservar el polígono del tipo del relieve y generalizar la litología, esto con fin de llevar una adecuada lectura de datos.

Para lograr coherencia en la representación espacial y eficiencia en la lectura y una buena utilidad del mapa en formato impreso se deben determinar cierta área espacial, ya que los polígonos y sus correspondientes contenidos deben ser generalizados para que no haya una dificultad de distinción para el lector a la hora de ser leído en formato analógico.

Las áreas deberán ser consideradas para definir la composición de las unidades superiores, inferiores y básicas del mapa dejando claro que las áreas mínimas son consideradas como una guía y no un valor absoluto. En México suele usarse el área mínima cartografiable de 2x2 mm. A 6 x 6 mm. Sin embargo, las más utilizadas internacionalmente suelen ser de 5x 5 mm, pero bien la experiencia indica que una medida de 4x4 mm es un

área mínima la cual garantiza una operatividad cartográfica y una lectura adecuada para el mapa.

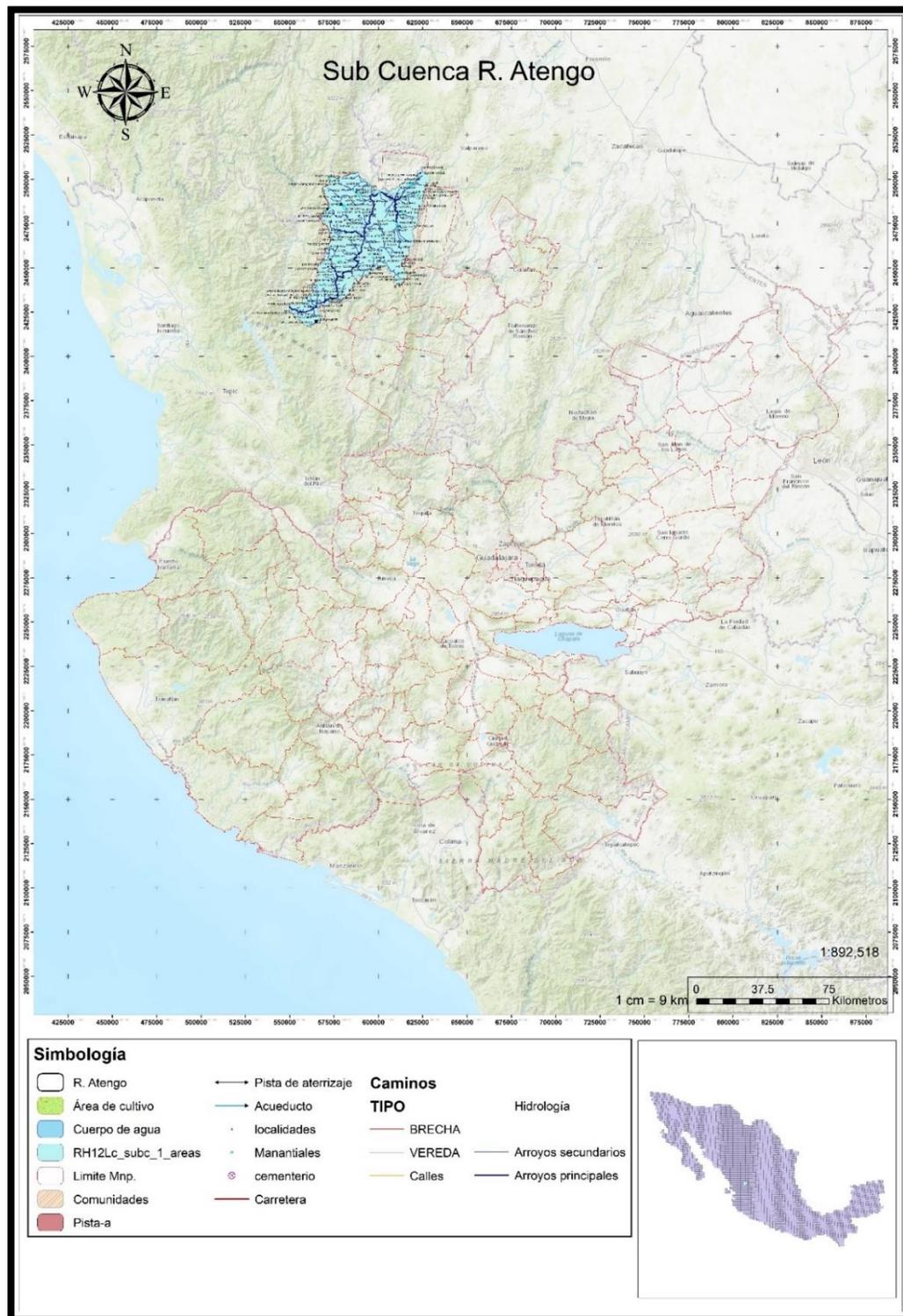
Escala	1 cm igual a		1 mm igual a		Área mínima cartografiable (4 x 4 mm)	
	m	km	m	km	m ²	km ²
1:500	5	0.005	0.5	0.0005	4	0.000004
1:1,000	10	0.01	1	0.001	16	0.000016
1:2,000	20	0.02	2	0.002	64	0.000064
1:5,000	50	0.05	5	0.005	400	0.0004
1:10,000	100	0.1	10	0.01	1,600	0.0016
1:20,000	200	0.2	20	0.02	6,400	0.0064
1:25,000	250	0.25	25	0.025	10,000	0.01
1:50,000	500	0.5	50	0.05	40,000	0.04
1:100,000	1,000	1	100	0.1	160,000	0.16
1:250,000	2,500	2.5	250	0.25	1,000,000	1
1:500,000	5,000	5	500	0.5	4,000,000	4
1:1,000,000	10,000	10	1000	1	16,000,000	16
1:6,000,000	60,000	60	6000	6	576,000,000	576

Tabla 9 Área mínima cartográfica para diferentes escalas (Salitchev 1979)

Hay ciertos métodos para mejorar el tratamiento cuantitativo el cual consiste en mejorar el análisis con modelos sombreados, imágenes de percepción remota como fotografías aéreas, imágenes satelitales y al igual no se puede excluir el trabajo en campo, al igual que la consulta de mapas topográficos en formato análogos y las curvas de nivel aumentadas en pantalla para una mejor comprensión.

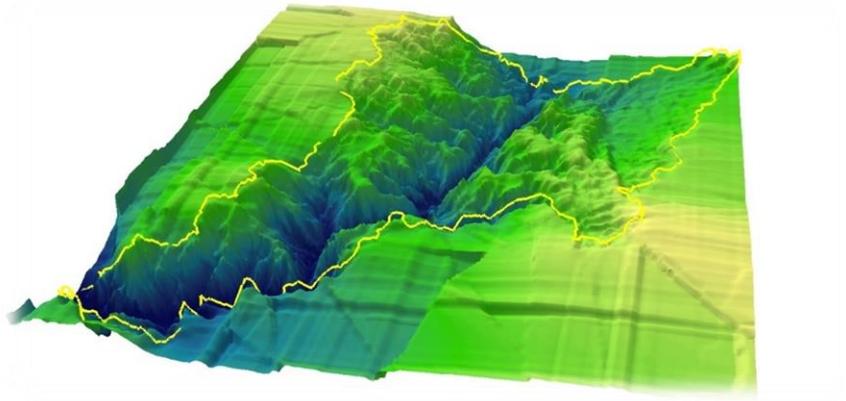
La (Tabla 9) explica las escalas utilizadas dentro de las cartografías, de este modo se puede tener criterios de las medidas en la lectura de los mapas elaborados de la Sub cuenca Rio Atengo, de este modo se analizó para conocer un poco sobre la zona que conforma el área de los Wixárikas.

Mapas de la sub cuenca Rio Atengo



Mapa 2 Ubicación macro de la Sub cuenca de Rio Atengo

El Mapa 2 revela la ubicación macro de la Sub cuenca del Rio Atengo, esta Sub cuenca tiene muchas diversidades en su entorno natural y su geobiología cuenta con varias alteraciones en su topografía y sus cambios de altitud, dando un enriquecimiento natural.



Mapa 3 Sub cuenca Rio Atengo, variables topograficas

La investigación de la sub cuenca consiste en identificar las diferentes variables propuestas en

Tabla 5 con los cuales se pueda contestar o tener un acercamiento a las siguientes preguntas.

¿Cuáles son las altitudes de la sub cuenca? Nivel mínimo 148.69 – Máximo 2876.61 msnm

¿Qué tipos de suelo se pueden encontrar?

¿Cómo es la geología de la zona?

¿Cuál es la vegetación predominante de la zona Wixárika?

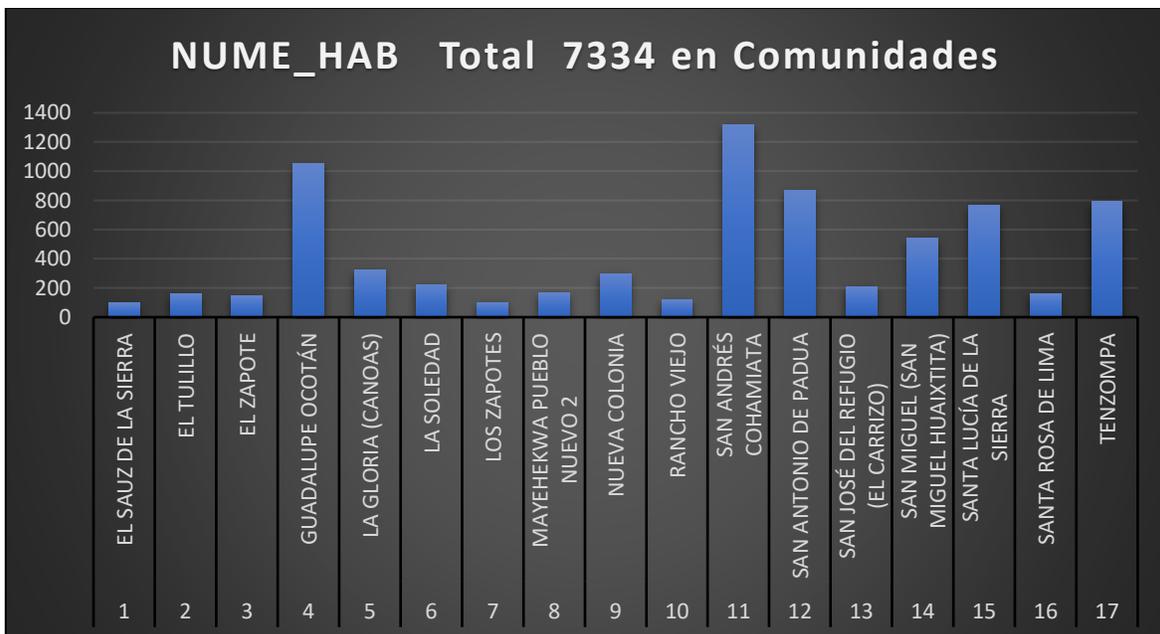
Al contestar estas variantes se podrá apreciar la disección vertical tal como se da una idea en el Mapa 3, la geología, los tipos de suelo y la variedad de vegetación que predomina en la zona Wixárika. Para lograr los objetivos se utilizó una técnica de recolección la cual consiste en la búsqueda de información documental, basándose en datos geográficos del INEGI, estos se logran interpretar en mapas que se encuentran a diferentes escalas como 1:250 mil y 1: 50 mil.

Las características a observar se relacionan con los siguientes campos:

Antecedentes históricos, diseño arquitectónico, geología, análisis del entorno natural, materiales locales, tipo de suelo, localización geográfica, esto con el fin de identificar qué tipos de técnicas de construcción se pueden utilizar en el sitio, una vez conociendo el entorno general se pueden proponer modificaciones de mejora en las características espaciales de la zona.

De dichos mapas también se pudo obtener información como la Población total de la Subcuenca, donde se identificó un aproximado de 18,084 hab. Y dentro de esa cantidad de habitantes se podría considerar que en su gran mayoría podría construir con tierra aprovechando el material local, sin tener que considerar materiales más complicados de conseguir.

Área de cultivo- Área Hectárea 3308.207122

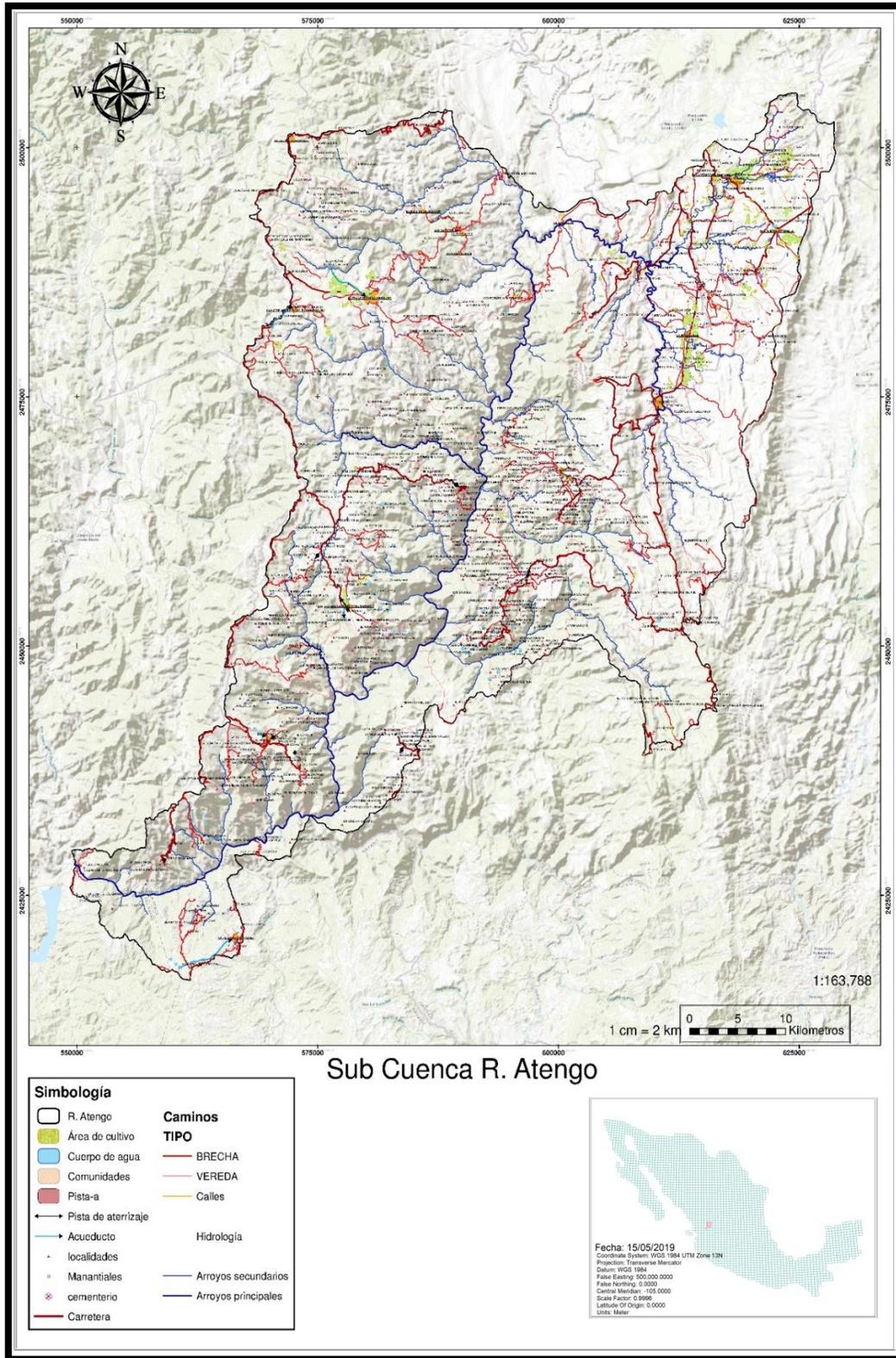


Grafica 2 Número de habitantes en comunidades wixárikas

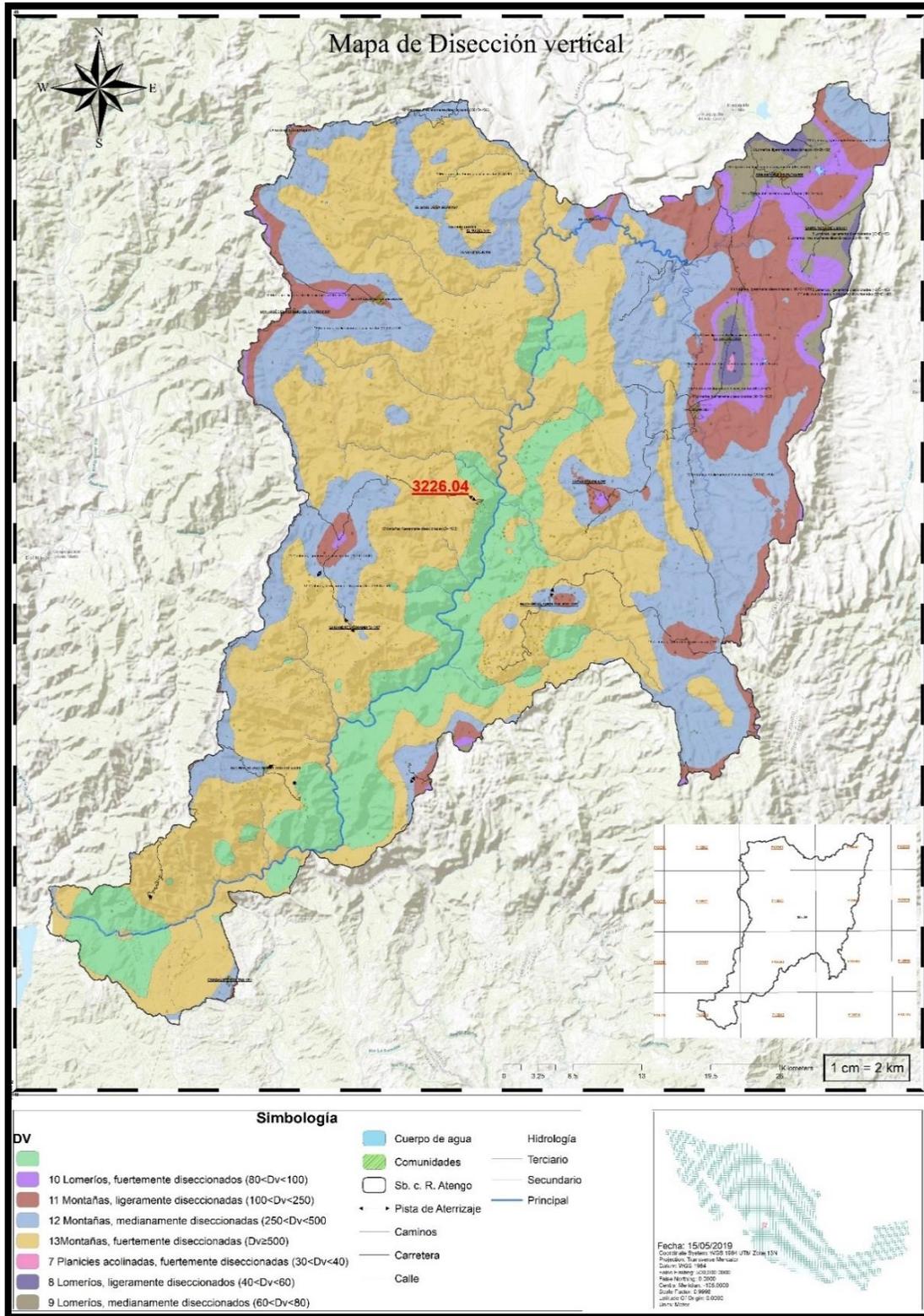
La Grafica 2 da el número aproximado de habitantes en las comunidades cercanas de la comunidad de San Andrés o principalmente de la Sub cuenca del Rio Atengo como se observa en el Mapa 3, estas comunidades podrían compartir diversos resultados como los del paisaje, tipos de suelo, culturas y principalmente la arquitectura vernácula que se establece en la zona. San Andrés Cohamiata es uno de los principales centros ceremoniales más cercanos, esto hace pensar que la arquitectura sea semejante al compartir costumbre e ideologías que se han practicado en las tradiciones wixaritari. Cabe mencionar que, para tener acceso a más de algunas comunidades, el traslado tiene que ser a pie durante unas cuantas horas, dependiendo de la comunidad a la que tengan que llegar, en algunas ocasiones el transporte de varios de los productos que necesitan, ya sea de alimentación, medicinas o material de trabajo, en el mejor escenario, es transportado en vehículo pero en la gran parte de las comunidades lejanas no hay acceso en vehículo por lo que utilizan algún animal de apoyo, carretilla, bicicleta aunque en este medio es raro disponer de una o poder atravesar con ella las rutas y en el peor de los casos, el cual es uno de los más comunes son ellos mismos quienes se hacen responsables del traslado total.



Ilustración 28 un Camino wixaritari para llegar a su vivienda

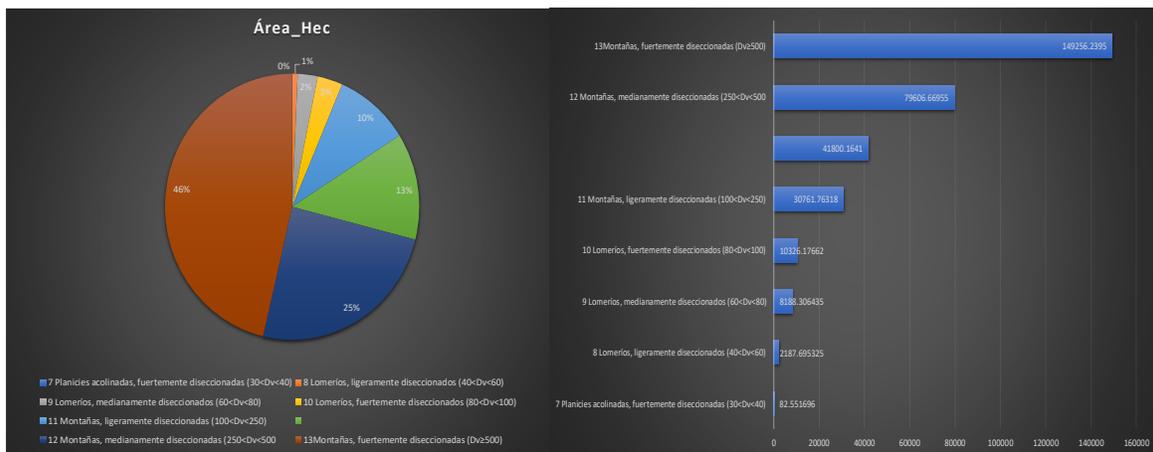


Mapa 4 Sub cuenca Rio atengo vista general



Mapa 5 Disección vertical de sub cuenca Rio Atengo

El Mapa 5 resulta ser la diferencia entre el nivel del río y el de los interfluvios que lo bordean (Oscilación del relieve). Esto se analiza, generando un modelo por diferencia entre la cota máxima y la cota mínima existente en la cuadrícula elegida o en este caso la Sub cuenca del Río Atengo. La existencia de los valores altos de disección vertical puede señalar eventos tectónicos de mayor o menor envergadura, incluso de Neo tectónica (encajonamiento de la red fluvial y formación de cañones). Generalmente su tendencia coincide con la tendencia del relieve. Al conocer las variantes de cotas también se pueden identificar las zonas sobre el nivel del mar, de tal manera que orientan la posible vegetación de la zona, ya que esta suele darse con ciertas características y verse afectada a ciertos entornos, una de características se puede filtrar por conocer la altitud o también se pueden identificar algunas especies por el tipo de suelo predominante y se pueden observar otras alrededor de los cuerpos de agua, la vegetación se puede observar en el Mapa 8.

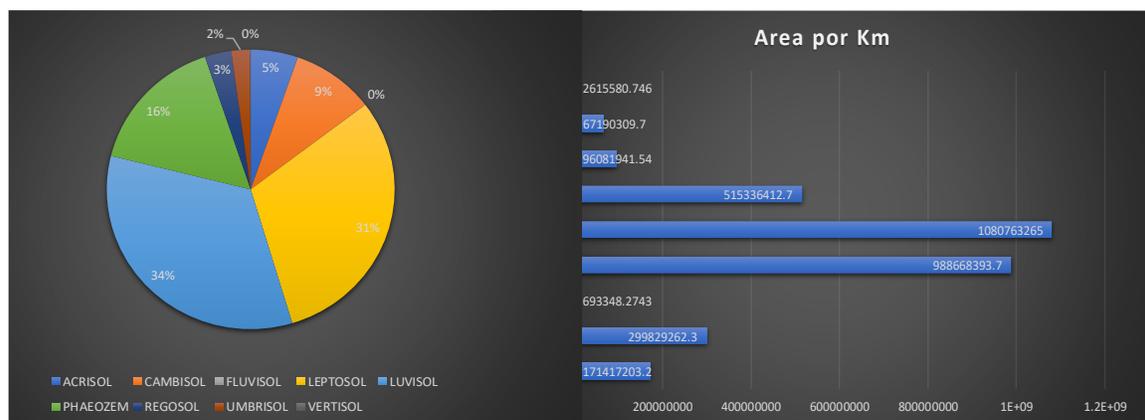




De acuerdo con el (INEGI, Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología, 2006) los recursos naturales y humanos con que cuenta un país son factores fundamentales para su desarrollo económico y social, de ahí surge su singular importancia, plasmando la información cartográfica en distintas categorías, dentro de ellas hay una que habla sobre los tipos de

suelo, por lo que se puede vincular con que dentro de las actividades fundamentales del hombre se pueden relacionar íntimamente con el lugar en el que se desarrollan, por eso es indiscutible cuestionarse sobre su entorno, dando a conocer, primero, que tiene; cuanto tiene y donde lo tiene, si se puede contestar estas preguntas, se dispone de la capacidad de poder aprovechar adecuadamente los recursos que le brinda el lugar donde se habita.

Dentro de los recursos naturales que se deberían de evaluar se pueden contemplar, los recursos renovables como (agua, suelo, vegetación) y no renovables como los minerales, al tener información sobre los recursos naturales se puede reconocer una constitución para la elaboración de futuros planes de desarrollo, cubriendo las necesidades colectivas futuras.



Grafica 4 uso de suelo de la Sub cuenca rio atengo

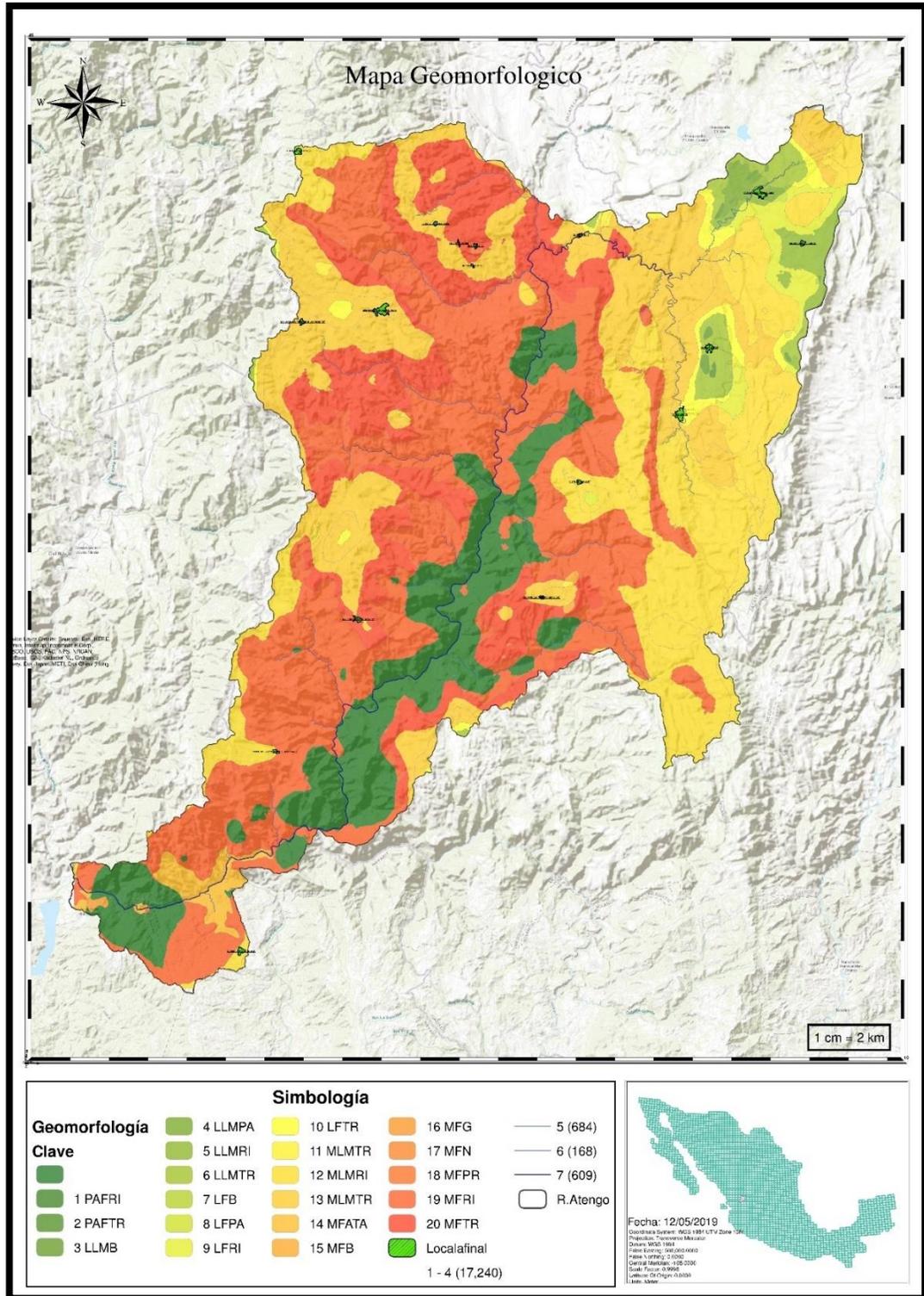
La palabra edafología proviene de las raíces edafos, suelos y logos, así que es el estudio de los suelos, en general es importante conocer las características de los suelos para optimizar el manejo agrícola, pecuario, forestal, artesanal o para infraestructura civil.

El resultado que se obtiene de los suelos suele caracterizarse por la interacción de los siguientes factores; clima, material parental o tipo de roca que es donde proviene y se originan los diferentes tipos de suelos, vegetación, uso de suelo, relieve y tiempo atmosférico. Según el [\(INEGI, Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología, 2006\)](#) se tiene que tener presente que el suelo es un elemento dinámico, el cual se modifica de acuerdo al medio que lo rodea, eso significa que el suelo es un elemento que se mantiene en constante evolución, por lo que complica poder categorizarlo.

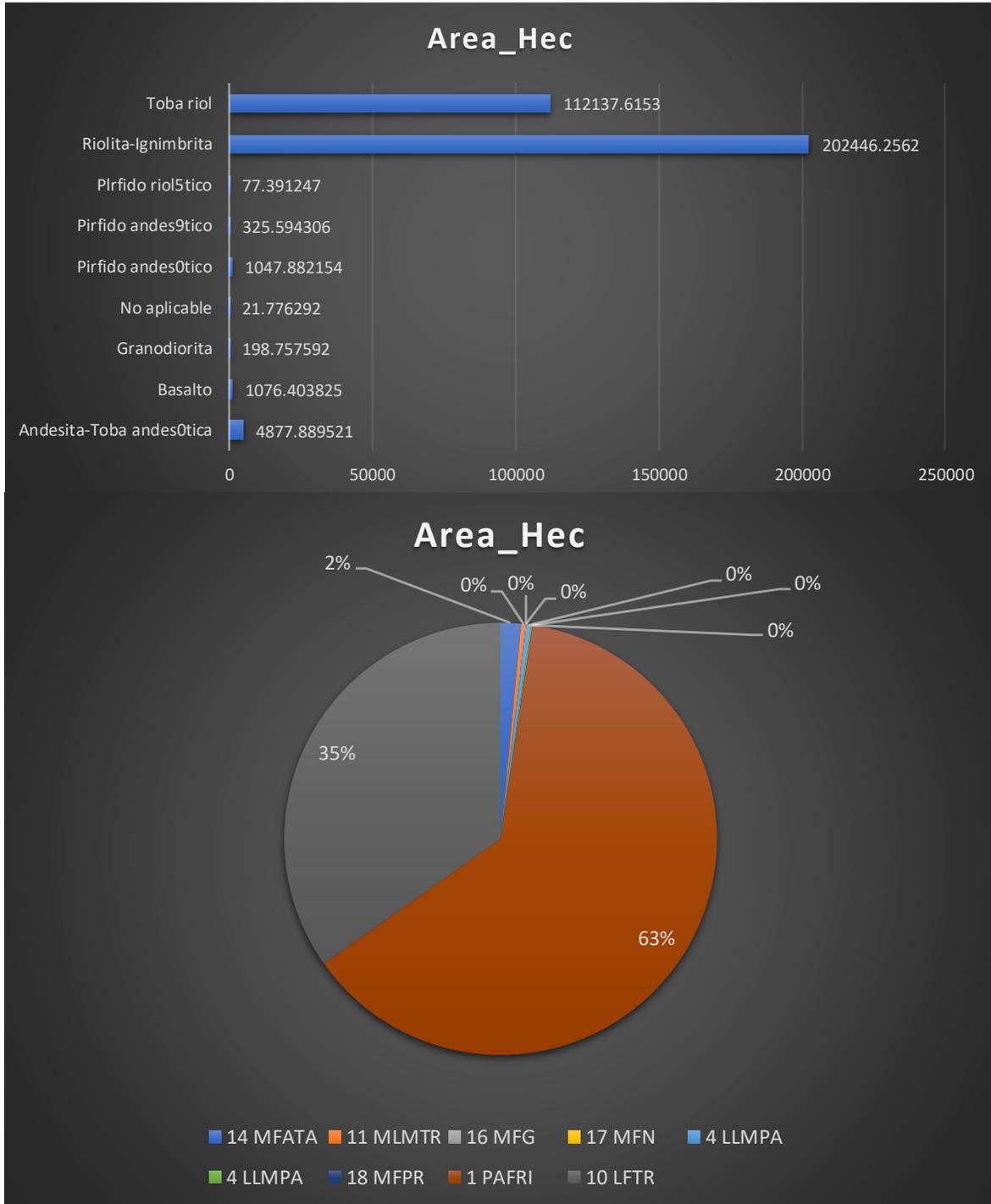
Pero la clasificación usada por la DDG que se utiliza en el Mapa 2. Mapa 6 se explicara a continuación, está consiste en una clasificación mundial natural que reúne los siguiente aspectos: características morfológicas, físicas, químicas, y biológicas dando como resultado una clasificación más acotada, esto nos permite conocer el destino que se le puede confinar, a la vez se pueden conocer aspectos como drenaje, manejo agrícola, penetración de raíces, nutrientes, cantidades de arena y arcilla. La descripción de los siguientes tipos de suelo proporciona las características para las que pueden ser usados.

<i>color</i>	<i>descripción</i>
<i>Gris pizarra</i>	<i>Acumulación de materia orgánica (humus) descompuesta</i>
<i>Amarillo naranja</i>	<i>Arcillas ricas en óxido de silicio</i>
<i>Rojo ladrillo</i>	<i>Arcillas ricas en óxido de hierro</i>
<i>Anaranjado</i>	<i>Arcillas ricas en óxido de aluminio y óxido de hierro</i>
<i>Amarillo claro</i>	<i>Arena, pobre en nutrientes</i>
<i>Gris pardo claro</i>	<i>Mezcla de grava y arena</i>
<i>Gris ratón</i>	<i>Mezcla de arena, arcilla y materia orgánica sin descomponer</i>
<i>Terracota</i>	<i>Mezcla de arena, arcilla y materia orgánica descompuestas</i>
<i>Pardo oscuro</i>	<i>Arcilla rica en nutrientes</i>
<i>Verde oscuro</i>	<i>abundante vegetación y materia orgánica</i>

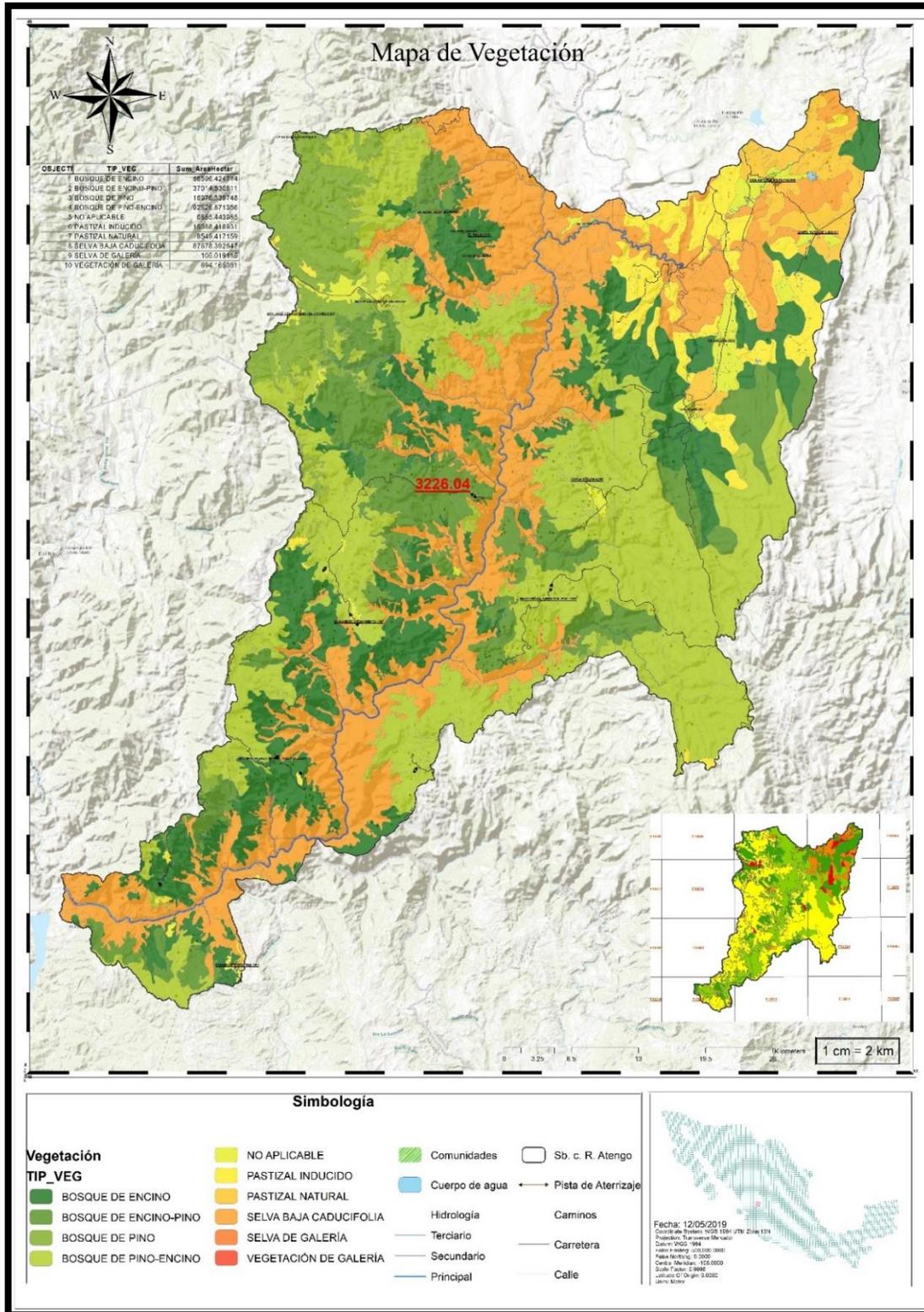
Tabla 10 Descripción del color de la tierra



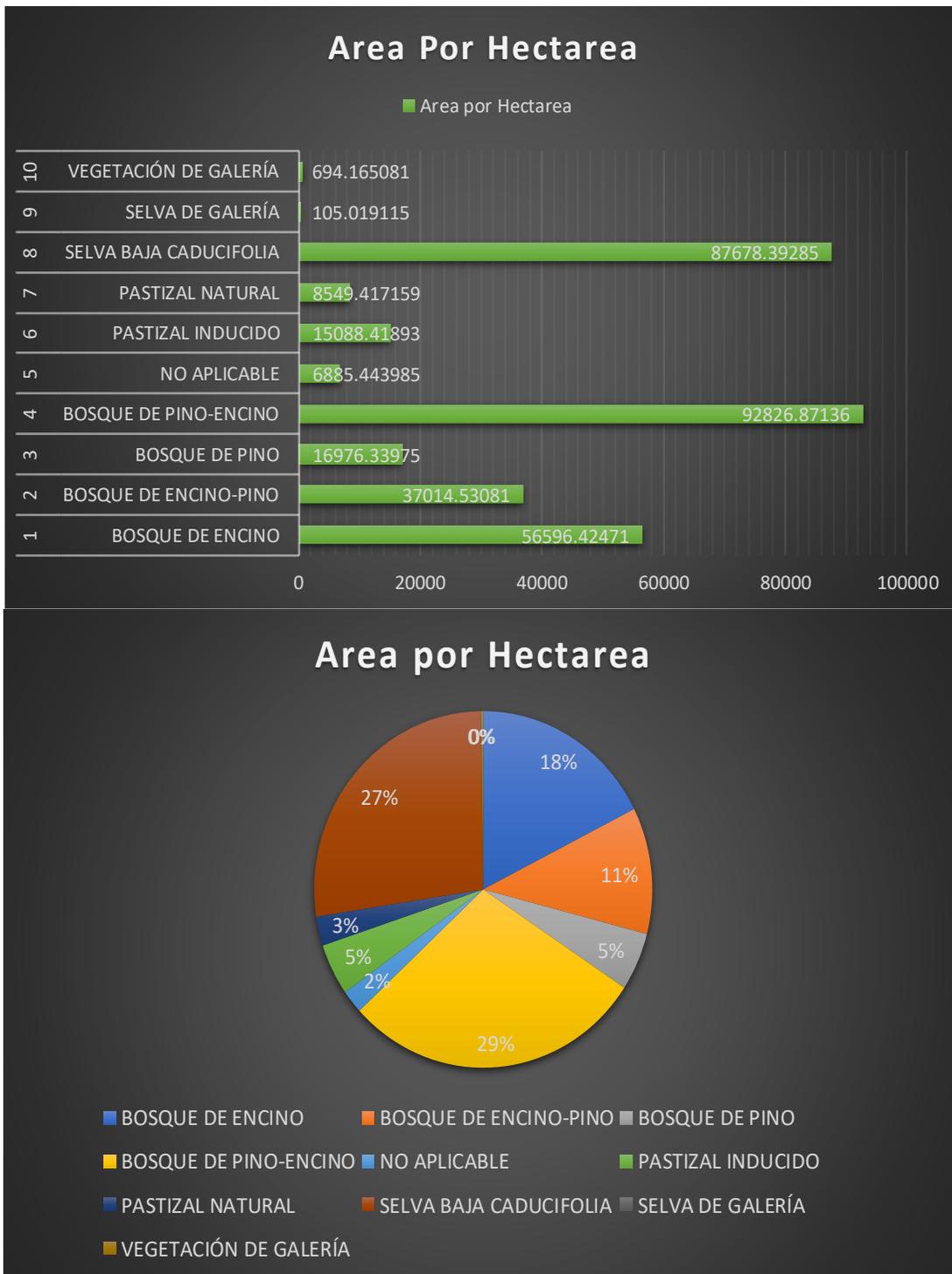
Mapa 7 Geomorfología de la sub cuenca Rio Atengo



Grafica 5 Mapa Geomorfológico de la Sub cuenca de rio atengo



Mapa 8 Vegetación de Sub cuenca de río Atengo



Grafica 6 Áreas por hectárea

Para conocer más sobre la vegetación revisar la lámina en el [Anexo 1](#) en esta se da una descripción más extensa del significado de cada tipo de vegetación.

4.6. Resultado de observaciones en laboratorio

- ¿Cuál sería la manera óptima y sustentable de construcción utilizando técnicas de tierra?

Reporte de resultados de investigación de observación directa

El reporte aborda una investigación que se lleva a cabo en el laboratorio de la Universidad Jesuita de Guadalajara el Iteso, se decidió hacer pruebas con dos tipos de suelos diferentes, se extrajo una cantidad de tierra de uno de los principales centros de producción de San Andrés Cohamiata cuya localidad es el sitio donde se desarrolló el trabajo en campo, inicialmente se hace para ver las características del suelo y conocer más sobre sus propiedades, pero también se presta para identificar alternativas de técnicas de construcción con tierra. A estas pruebas de tierra se les ha hecho una variante de diferentes técnicas, experimentando con diversos métodos.

Para tener la ejecución de alguna técnica de tierra primero se tiene que localizar un suelo apropiado, este debe de tener las características necesarias, para realizar y fabricar construcción con tierra se estiman ciertas propiedades que son fundamentales a la hora de considerar alguna técnica en específico, de acuerdo al ([Manual para la construcción de viviendas de adobe](#)) la tierra apta para ejecutar adobes está formada por un rango de porcentajes de limos, arcillas y arenas, donde el rango promedio debería de ser entre el 25 a 45 % de limos y arcilla donde la máxima de arcilla será de un 15 a un 17 % y el resto serán gravas y arenas.

Si bien, otra característica fácil de identificar es por su color y sabor ya que la que debemos de evitar serán las que estén compuestas de materia orgánica las cuales por lo general tienden a adquirir un color negruzco. Por tanto, se debe de evitar las tierras

salitrosas, que se suelen identificar con mayor visibilidad por su color blanquecino y su sabor salado.

4.7. La composición de la tierra

Para comprender más sobre la composición de la tierra, hay una prueba que se elabora para conocer los estados de la materia, esta prueba es conocida como test carazas, en esta es donde se puede experimentar con diferentes porcentajes de humedad y compactación, con el fin de conocer la reacción ante el acomodo de las partículas y reacción ante la humedad.

Compactación: “La compactación es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, por el cual se produce una densificación del suelo, disminuyendo su relación de vacíos.” (Montenegro, 2011)



Ilustración 29 Segmentación de los estados de la tierra y su humedad - test carazas, extracción de la tierra

Dentro de los resultados del test carazas, se puede observar una base de investigación, la cual refiere saber el por qué tiene tal comportamiento ante ciertas

alteraciones, se encontró que la base de la construcción con tierra, especialmente con las arcillas, son las siguientes:

Micelas: “Las micelas tienen una parte hidrofóbica, que está en el interior y otra hidrofílica en su exterior. La gran ventaja está en que pueden transportar moléculas insolubles en un medio acuoso.” (Patricio, 2013)

Las micelas cumplen una función de imán las cuales parecen Hojuelas, pero de arcillas, generando una reacción de **Atracción electrostática:** “Unión de dos elementos iónicos y aluminice.” (Universidad de Zaragoza, 2012)

La humedad y la compactación modifica el estado natural de la tierra generando una alternativa de selección de técnica constructiva, esto nos proporciona información para elegir la cantidad de humedad que será necesaria en la ejecución de la técnica. Poca agua permite mayor compactación. Por lo que la diferente cantidad de agua influirá ya que esta es la que genera que las partículas se atraigan = fuerzas electroestáticas y se modifique su composición.

Mucha agua genera una mayor viscosidad y no permite compactar.

- Más del 50 % de agua en una mezcla nos ayuda a elaborar un aplanado o acabado = estado líquido.
- 40 a 35 % de agua nos ayuda a elaborar adobes suficientemente moldeables para que el sistema funcione = tierra estado viscoso.
- 25 % formas más precisas como tierra vertida y compactada = estado plástico.
- 10 % tapias = estado húmedo.

-10 % terrados un sistema por capas en los techos = estado seco.

Otros componentes que podemos encontrar en la composición de la tierra son los siguientes.

Sílice: “La sílice es un material muy duro que se encuentra en casi todas las rocas. La sílice es el componente principal de la arena, arenisca, cuarcita, granito, etc.” (EcuRed, s.f.)

Grava: La grava se forma a raíz de la fragmentación natural de las rocas que están en la corteza terrestre, aunque también se puede fabricar artificialmente a través de un proceso de triturado. (Ferrex, 2018)

Arena: “Se llama arena al conjunto de las partículas de rocas silíceas y de otro tipo que se suelen acumular en la costa.” (Revista ARQHYS, 2012)

Limo: El limo es una tierra compuesta de partículas de los tres tamaños: arcilla, lodo y arena. Según la proporción de humus (materia orgánica descompuesta) que contiene, el limo suele ser el tipo de suelo más productivo. (Selecciones, 2015)

Arcilla: “Las arcillas son aquellas sustancias terrosas formadas principalmente por silicatos a lumínicos con materia coloidal y trozos de fragmentos de rocas, que generalmente se hacen plásticas cuando están húmedas y pétreas por la acción del fuego.” (QuimiNet, 2006)

4.8. La cal como conglomerante



Ilustración 30 Composición de la Cal (Extraída de internet)

Cal: proceda de la calcinación de piedras calizas, de partida pueden obtenerse una serie de cales que varían desde las cales muy puras; altamente cálcicas, hasta altamente hidráulicas,

con contenidos de óxido de calcio de un 50% y aún menos. (Villarino)

Conglomerantes: “Es todo producto natural o artificial que, mezclado con agua, actuará como ligante del material básico o árido, manteniendo un conjunto sólido, estable y coherente.” (Chico, 2013)

Al tener cal apagada amasada con agua y expuesta a la acción de la atmosfera genera un fraguado por cristalización del **Hidróxido cálcico:** “Es un compuesto inorgánico con la fórmula química $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Es un cristal incoloro o polvo blanco y se obtiene cuando el óxido de calcio (llamado cal o cal viva) se mezcla o se apaga con agua.” (Operquim, 2018)

posteriormente se endure al carbonatarse los cristales por el CO_2 generando una **Cohesión:** “La cohesión es la fuerza de atracción entre partículas adyacentes dentro de un mismo cuerpo.” (tenopalarr, 2012)

Al combinar la cal con la sílice de la tierra genera un silicato de calcio hidratado el cual se caracteriza por una cristalización que genera agujas, con los años los filamentos crecen y le dan cohesión al mortero al enlazar y aglomerar a la arena y grava presente generando adherencia a sus poros.

- aumenta la resistencia hídrica de la tierra sin que se pierda porosidad
- Con más del 10 % de cal la arcilla pierde cohesión y resistencia

4.9. Pruebas de caracterización del material

La clasificación de suelos finos: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), pruebas de selección, suele realizarse de acuerdo a varias referencias vistas en la Tabla 16 Estado del Arte pero uno de los principales y más conocidos son los siguientes (Van Lengen, 1983) (Minke, Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra ,

2001) ya que son las que nos proporcionan resultados para conocer la calidad del material que vayamos a utilizar y saber si se puede utilizar para construir, la ventaja de estas pruebas es que se pueden hacer en un laboratorio o en campo, por lo que da una amplia posibilidad de la realización de estas pruebas por su facilidad de aplicación. Para estas pruebas se cuenta con dos tipos de tierra, de las cuales en este estudio se nombrarán, como prueba (A y B).

4.10. Prueba de Sedimentación o granulométrica

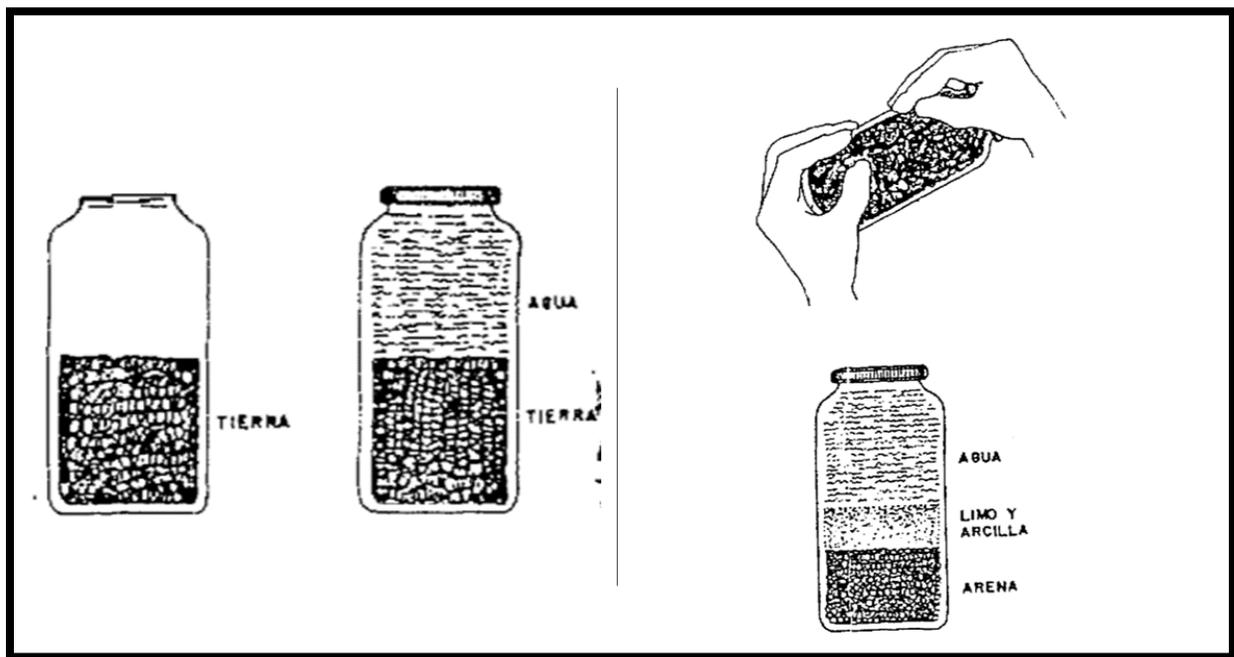


Figura 3 prueba de sedimentación

Para conocer las propiedades del material y ver una primera aproximación de los porcentajes de composición, se realizan distintas pruebas pero la que se muestra en la Figura 3 prueba de sedimentación consiste en llenar un contenedor transparente, de preferencia de cristal y recto este con la mitad de su capacidad con tierra tamizada, la cual se pasa por una malla del n. 4 con el fin de eliminar la mayor cantidad de materia orgánica y materia mayor a ese tamaño, tal como puede ser el caso de la grava. Así pues, se procede a llenar la otra mitad con agua, por consiguiente se procura agitar el contenedor de una

manera en la que todas las partículas de tierra están en suspensión, como en la (Figura 3 prueba de sedimentación), procedente a esto, se deberá dejar reposar en una superficie plana para observar los resultados y poder medir las proporciones respectivas, se recomienda agitar y repetir la prueba al menos unas 3 veces para sacar promedios y rectificar los resultados, en consecuencia a lo observado, se recomienda que la cantidad de arena sea entre 1.5 a 3 veces la proporción de limos y arcillas.

Sedimentación: “Se refiere al proceso que consiste en la formación y depósito de sedimentos, suscitándose mediante el transporte de material sólido por una corriente de agua, posando en el fondo de la cuenca hídrica (río, embalse, laguna, etc.) bajo la acción de la gravedad” (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., 2018)

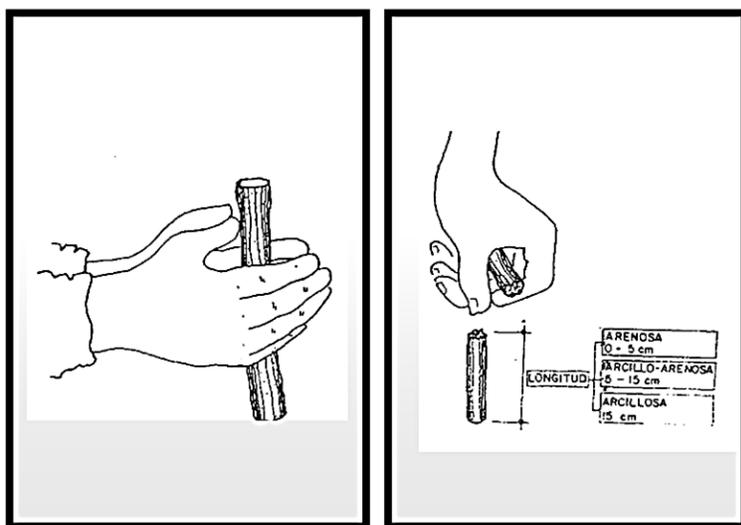


Figura 4 Prueba de churro o plasticidad

4.11. Prueba de plasticidad

En la (Figura 4 Prueba de churro o plasticidad) se da a conocer que tan arenosa, arcillosa y arcillo – arenosa es la tierra, dentro de estos 3 casos se puede identificar que una tierra:

Arenosa se puede considerar (inadecuada, por tener poca plasticidad) este resultado se observa cuando el churro se rompe antes de los 5 cm por lo tanto no permite extender el churro.

Arcilla – Arenosa se considera como (Adecuada) y se presenta cuando el churro se rompe entre los 5 y 15 cm.

Arcillosa dependiendo de la circunstancia, pero pasa a ser más como (Inadecuada, por ser muy plástica) se presenta cuando el churro alcanza una longitud mayor a los 15 cm. Sin embargo, esta podría ser regulada agregando arena a la mezcla, en consecuencia, tendrá que ser estudiada y analizada en un laboratorio o con diversas pruebas en campo para rectificar su estabilidad

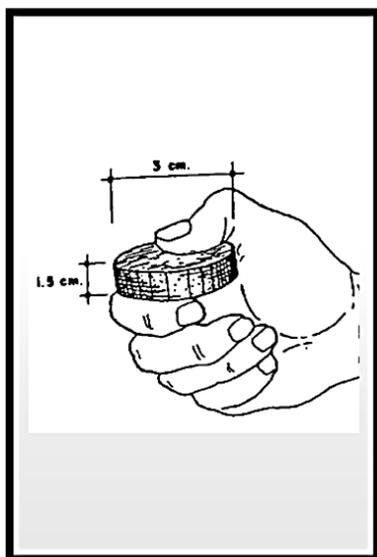


Figura 5 Prueba de resistencia o disco

4.12. Prueba de resistencia o disco

Esta prueba consiste en hacer diferentes mezclas de tierra en un estado húmedo o plástico para darle la forma de un disco o bien se puede usar un molde de PVC de 1 1/2 o 2 pulgadas cortado a cada 1.5 cm o 2 cm de altura, se hace entre 3 a 5 discos de cada tipo de tierra o mezcla que se vaya a utilizar una vez hechos los discos se debe dejar reposar 48 horas para analizar el comportamiento de estos los cuales se pueden presentar en los dos siguientes

casos.

Baja resistencia (No apta para construcción) – esta se percibe cuando el disco se aplasta con mucha facilidad, se podría presentar por diversos factores, pero uno de los más usuales es el exceso de arena o falta de arcilla.

Media o alta resistencia (Adecuada para construir) – esta se percibe cuando el disco muestra dificultad para romperse con los dedos o en dado caso se rompe o se fractura con un sonido seco.

Este último disco se vincula más con la prueba del churro donde el resultado da un tipo de tierra arcillo – arenosa y el churro no se rompe antes de los 5 cm. Pero también no sobrepasa los 15 dando un margen adaptable a tratar.

4.13. Resultado de prueba de sedimentación

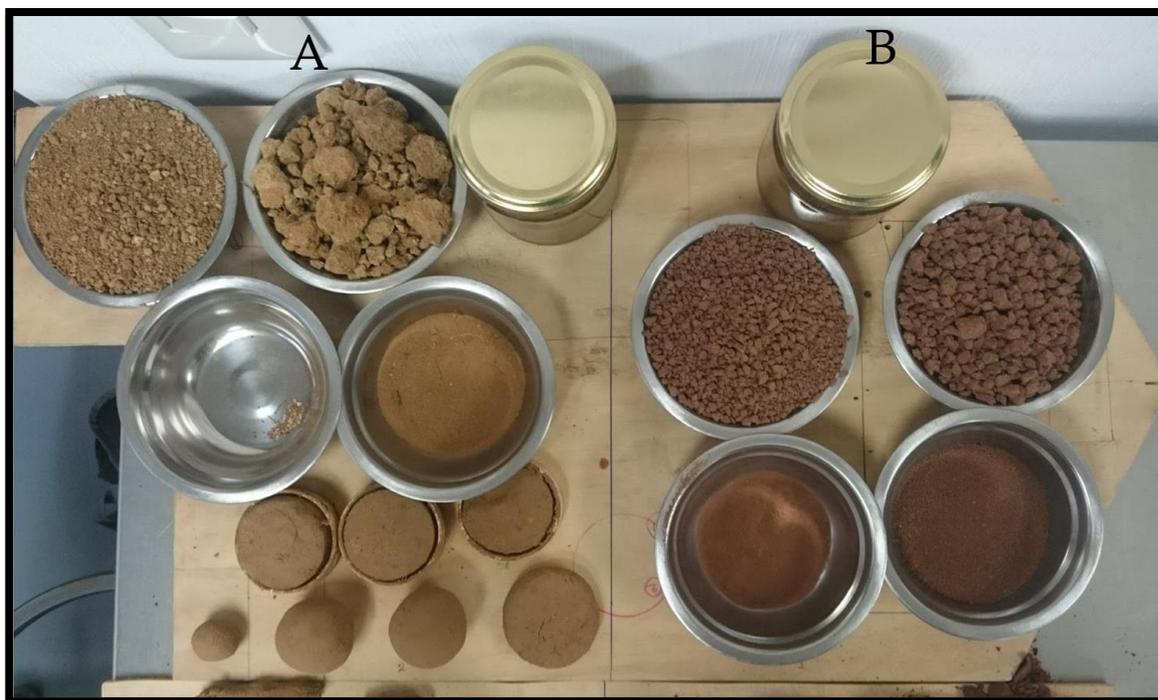


Ilustración 31 Pruebas de tierra A y B tamizadas

Una vez que se han clasificado las tierras se prosigue a usar los tamizadores correspondientes hasta llegar al N. 4 y como resultado obtenemos arcillas, arenas y limos separados. En la Ilustración 31 se identificó que en el caso de la tierra A, se obtuvo un resultado muy bajo, casi nulo de Arena en comparación a los otros porcentajes de su composición, en cambio en la muestra B se alcanza a detectar un porcentaje de arena más considerable en comparación de la A. esto ayuda en la interpretación de una mejor edificación.



Ilustración 32 Prueba de sedimentación

Los resultados siempre van a variar, por el tipo de tierra, pero por una aproximación, se podrían presentar de la siguiente manera donde se puede observar que en estas pruebas se ha determinado un tiempo estimado a:

- 15 segundos = caen los materiales pesados = grava y arena
- 10 minutos = se empieza a segmentar los materiales = limo y arcilla
- 6 horas = el contenido se ha separado por materiales dependiendo del tipo de arcilla, esto podría variar eh incluso se dice que las mejores arcillas son las que duran más para completar su estado de sedimentación ya que se encuentran suspendidas en el agua.

Hacer esta estimación de tiempos será importante, para tener estadísticas del material, sin embargo, no es tan relevante que se haga para proseguir con las muestras y se lleve una construcción ya que esta aproximación de tiempo será para entender mejor el comportamiento y las diferencias entre cada tierra que se analice.

4.14. Resultado de prueba de plasticidad



Ilustración 33 Prueba de plasticidad o de churro

En la prueba de plasticidad o del churro se ha identificado que los dos tipos están dentro del rango recomendado el cual supera los 5 cm y no pasa los 15 cm, en la prueba A se detecta que el rango fue entre los 8 a 9 cm mientras que en la prueba B el rango ronda entre 7 a 9 cm en su ruptura, se aprecia que tuvo una segunda ruptura en una prueba a los 13 cm acercándose a los límites recomendados.

4.15. Resultado de "prueba de absorción de humedad en disco"



Ilustración 34 Prueba de resistencia o de disco

En la primera aproximación, en los discos se apreciaba una similitud muy semejante ya que al querer romperlos con los dedos en ambos discos se dificultó, siendo aprobados ambos en la primera prueba de resistencia, se continuó con la prueba de goteo y capilaridad de agua, en la cual consiste en dejar caer un goteo constante y analizar su comportamiento, principalmente con esto se puede identificar que tanto desgaste o deslave podría tener con la lluvia. Se detectó un cambio muy notorio al comparar ambas tierras con el agua.

La tierra A repele con mayor facilidad y mantiene su forma sin afectar su estructura y su núcleo interior, dando a entender que, ante la presencia de agua, puede mostrar una resistencia que sea de gran ayuda al no tener una gran capilaridad y no deslavarse tan fácil ante la lluvia.

La tierra B tiende a absorber más agua afectando su núcleo interior, haciendo que se pierda la estabilidad de la forma original, esto debilita su composición, esto se podría traducir que a la larga podría presentar dificultades ante lluvias, también por recibir un

goteo constante como el de la lluvia o el rebote de alguna gotera podría generar imperfecciones en la estructura del material, en caso de inundaciones o flujos altos de agua está podría absorber una mayor cantidad de agua de tal manera que podría presentar una mayor humedad o inclusive inestabilidad en el peor de los casos.

Es por eso que siempre se tiene que proponer una cimentación, que no logre absorber con tanta facilidad el agua y se podría pensar que incluso si llegan a utilizar material local para la elaboración de la cimentación, se tendría que hacer previamente un análisis del material, para ver el comportamiento ante el agua.

Dentro de la construcción con tierra hay un dicho muy conocido que refiere a tener unas buenas botas y un sombrero, dando a entender que las botas son la cimentación y el sombrero sería la cubierta que estaría ayudando a mitigar cualquier problemática exterior y una de las principales sería el agua.

4.16. Vivienda antisísmica de tierra

¿La normatividad ha obstaculizado la construcción con tierra?

Según (Minke, Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra , 2001)

Al contemplar un sismo se debe considerar el movimiento de las capas tectónicas y las actividades volcánicas.

Las áreas más propensas en el mundo a movimientos sísmicos suelen ser las que están situadas en el anillo ecuatorial y en el anillo del pacifico, también conocido como el anillo de Fuego, ver (Figura 6) desde Canadá hasta Chile influyendo en Nueva Zelanda, Japón y Nueva Guinea, Centro América, entre otros países, dentro de estas principales zonas sísmicas se puede detectar que México está dentro de ellas.

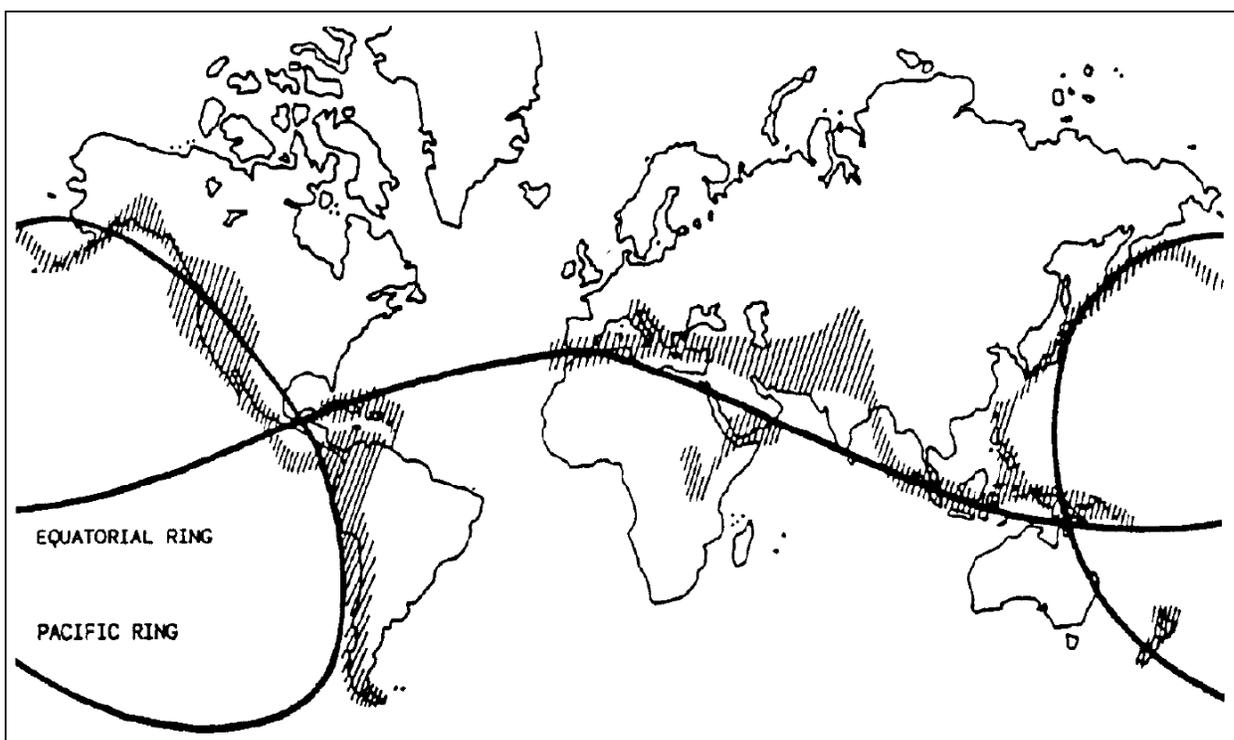


Figura 6 Anillo de fuego

La fuerza local de destrucción de un sismo depende principalmente de los siguientes parámetros:

- Magnitud
- Profundidad del foco y distancia al lugar
- Geología, topografía
- Suelo y subsuelo local
- Duración y frecuencia en el lugar

Lo que más daña las construcciones suele ser la aceleración del suelo y las frecuencias de las réplicas, las edificaciones se ven mayormente afectadas por los impactos horizontales, que se dan por el movimiento de la tierra en el plano horizontal. Los impactos verticales afectan en menos de un 50 % por la actividad sísmica.

Hay 3 magnitudes de los valores máximos y en un sismo de intensidad mediana son:

- La deformación horizontal $d = 0.1$ a 0.3 m
- La velocidad horizontal $v = 0.1$ a 0.3 m/s
- La aceleración horizontal $a = 0.1$ a 0.3 m/s² = 0.15 a 0.30 g

Una aceleración horizontal de 0.3 g significa que 30% del peso propio de los elementos constructivos actúan como fuerza en el sentido horizontal en la construcción. En la fuerza equivalente la resistencia contra fuerzas horizontales está determinada por una fuerza estática y no una dinámica, por tal las construcciones antisísmicas deben disponer de una ductilidad mayor, capaces de asumir parte de la energía con las deformaciones plásticas.

- Resistencia contra fuerzas horizontales
- Ductilidad (una estructura con capacidad de deformación sin romperse.)

son las características más relevantes para el comportamiento de una estructura durante un sismo

- Cuanto menor la resistencia, mayor es la ductilidad necesaria
- Cuanto menor la ductilidad, mayor es la resistencia necesaria

La primera solución posible consiste en construir una estructura con una resistencia tan alta, que resista el sismo sin deformación plástica. Así no es necesaria la ductilidad, por ende, no se requiere capacidad de deformación de la estructura.

Normalmente es muy poco económica, debido a que exige grandes esfuerzos para la resistencia.

Las antiguas edificaciones de tapial con muros con un espesor de más de 60 cm son las que resistieron sismos durante siglos y son los principales ejemplos de estas soluciones.

(Grohmann, 1998)

En sismos moderados se pueden tolerar daños menores, como grietas, pero de ninguna manera daños estructurales. Por tal motivo es posible diseñar y construir estructuras simples empleando muros de tierra para obtener una resistencia máxima contra efectos de un sismo.

Una de las principales características a destacar para generar una vivienda antisísmica es la elección de los materiales de construcción, esto depende de la disponibilidad, los conocimientos y experiencias locales relacionados a la construcción y la aceptación de la población para no afectar una arquitectura vernácula.

Las soluciones propuestas para una vivienda antisísmica de bajo costo y de un solo nivel, son las que se pueden adaptar principalmente a los siguientes diseños, son las que pueden ser construidas sin conocimientos especializados, en zonas rurales. Principalmente

las propuestas estructurales de la investigación están orientadas a los requerimientos sísmicos locales, lo cual están propuestas para solo evitar el colapso de las edificaciones.

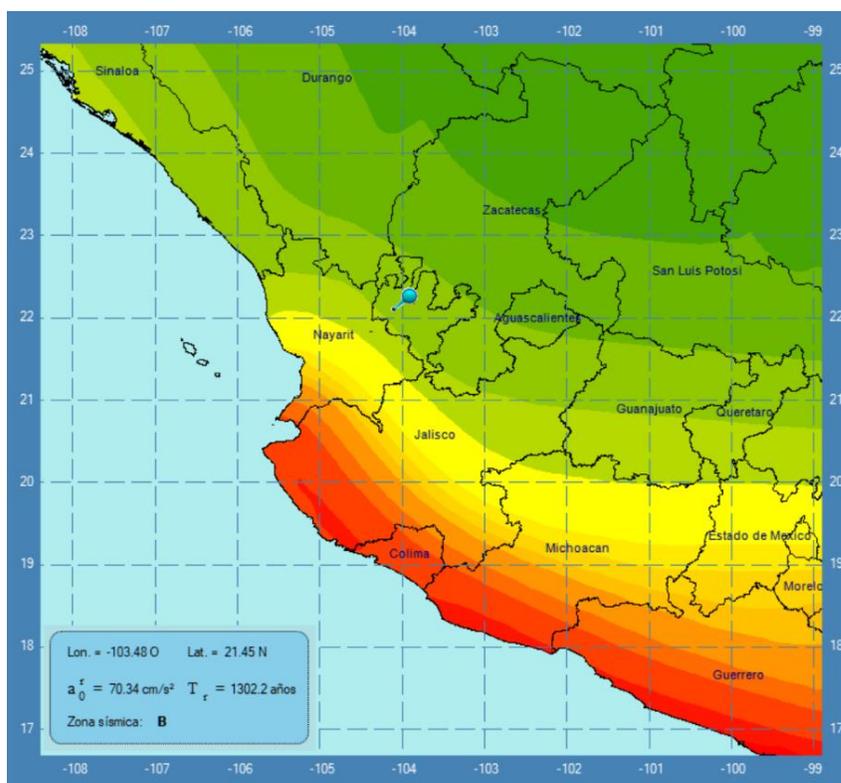


Figura 7 Zona sísmica de estudio correspondiente a un Tipo B

De acuerdo a la (Figura 7) la zona sísmica de San Andrés Cohamiata corresponde a un tipo B por tal motivo se identifica que no es una zona de alto riesgo sísmico. Esto permite analizar y proponer técnicas de construcción con tierra, las cuales proponen soluciones y alternativas para optimizar el diseño sismo resistente de ser necesario, sin embargo no es de alto rigor exigir una alta resistencia por el hecho que no se encuentra en una zona de alto riesgo, si bien esto variara dependiendo de las necesidades del proyecto y no se puede dejar de considerar un cálculo estructural para asegurar toda carga, movimiento y desplazamiento posible, aunque al omitir un incremento en el material por el diseño sísmico, nos permite economizar y facilitar la ejecución de la técnica deseada, de tal

forma que vuelve más sencillo y rápido el método de construcción. Tener alternativas de diseño sísmico no refiere a que el diseño siempre tiene que seguir estos lineamientos y menos si no se es un área sísmica o no se puede aplicar por las variantes que puedan existir en el lugar.

4.17. Resultados de laboratorio

Dentro de los resultados obtenidos en las primeras pruebas, se identifican las que se pueden hacer en campo y en laboratorio, de estas se ha deducido que la prueba A y la B han demostrado presentar resultados con variantes, pero con resultados que van orientando las propiedades de cada una. Sin embargo, aunque al ser extraídas de zonas muy cercanas, sus propiedades afectan en más de algunos resultados, de tal manera que, aunque dan una aproximación a una estimación de características, carecen de una orientación más técnica en los resultados, estos tienen una escasez de corroboración ante pruebas de laboratorio las cuales pueden ayudar a dar respaldo a las primeras suposiciones.

Dentro de las primeras observaciones, se pudo detectar que, en cada uno de las pruebas, la tierra A ha sido la más viable a la hora de ejecutarlas dando a entender que podría ser el material más óptimo a la hora de hacer construcción con tierra, sin embargo, esto no quiere decir que la tierra B deje de ser útil, al contrario, respecto a sus primeras observaciones se podría considerar para otra técnicas o usos que puedan ser de utilidad a la hora de la ejecución. Por esa razón se ha pasado a la etapa técnica en el laboratorio, donde se pueden hacer distintas pruebas, con el fin de conocer a fondo el material y analizar su comportamiento ante las cargas de fuerza que se le aplicarán con una prensa, la cual simula cargas verticales, demostrando su capacidad máxima.

Para lograr estos resultados se elaboraron diferentes muestras de tierra, simulando diferentes técnicas de construcción, tales como: Adobe, Bahareque, Tierra vertida, Tapial.

Se experimentó con cada tipo de tierra, A y B para ver su comportamiento ante cada una de estas técnicas, de esta forma se puede analizar y sacar una conclusión más aproximada a saber cuál podría ser la mejor tierra y la mejor técnica, también se podría identificar otras opciones.

4.18. Resistencia a compresión



Ilustración 35 Prueba de compresión

Dentro de las fuerzas que se le puede aplicar a una construcción con tierra, pueden variar, pero principalmente se puede entender que, cuando las fuerzas externas, se hacen desde afuera hacia el centro se le llama compresión y estos resultados muestran la deformación que puede tener un sólido. Se caracteriza por disminuir el volumen del cuerpo original y mostrando deformaciones, agrietamientos, pandeos o rupturas del cuerpo mismo, esto dependerá de la estructura y la construcción del material. Por tal motivo en una prensa

de compresión se pueden hacer ensayos con diferentes muestras de tierra adquiriendo datos sobre el comportamiento ante cargas de compresión, ante esa situación se recolectaron muestras de adobes elaborados en la comunidad de San Andrés con el fin de analizar la resistencia aproximada de cada tipo de tierra, aunque en las pruebas previas los resultados han sido favorables para la muestra A falta sacar la comparativa entre ambas, analizando las dos clasificaciones de tierra que se ha manejado hasta el momento.

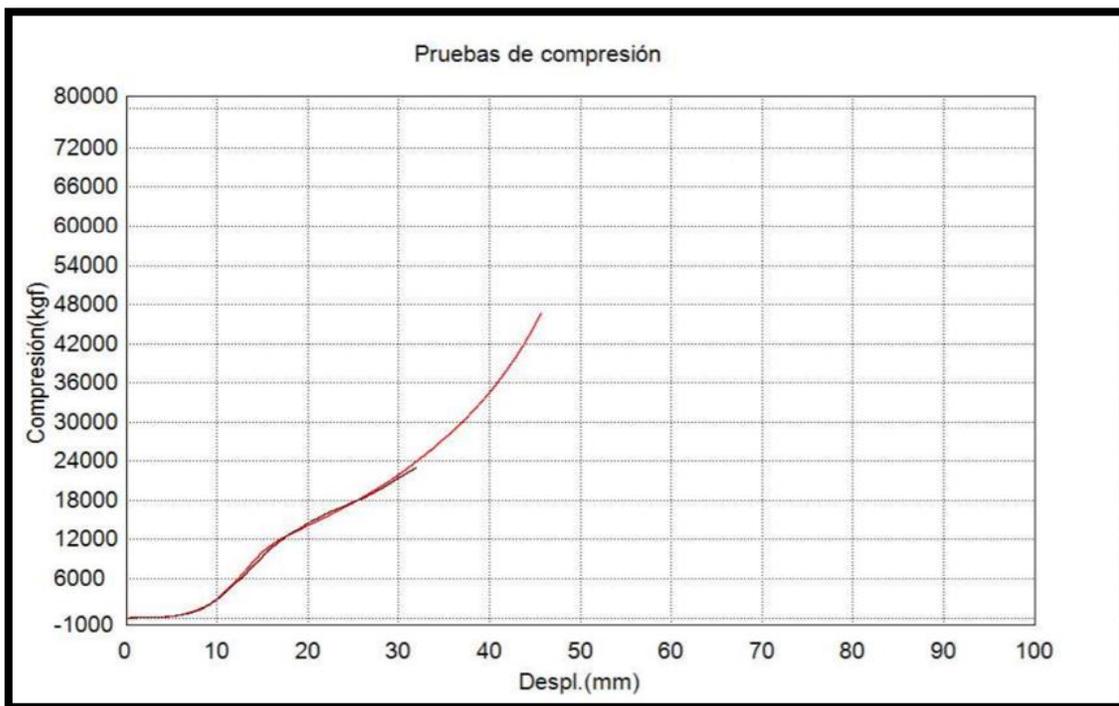
Dentro de los resultados recabados, se ha identificado que la tierra A ha sido la que ha demostrado dar mejores resultados en fuerza de compresión con una técnica de adobe elaborada por las mujeres de la zona de san Andrés, junto a la brigada de tu Techo, se utilizado una mezcla de tierra local tipo A, estiércol cernido y agua recolectada de un cuerpo de agua ubicado en la zona de producción de Adobes, estos materiales se han utilizado en una proporción de 2 a 1 y un aproximado del 30 % de agua, se detectó que la resistencia en comparación a la muestra B ha demostrado casi una resistencia de 8 k/cm² en la muestra A y sacando prácticamente la mitad del resultado, la muestra B ha logrado casi llegar a los 4 k/cm², los resultados se pueden observar en la Tabla 12 donde especifica el área de compresión y su resistencia exacta.

Nombre	Max._Compresión	Max._Tension	Max._Desplazamiento
Parametros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas
Unidad	kgf	kgf/cm ²	mm
Pieza _ 1	46594.7	7.76578	45.6560
Pieza _ 2	23004.2	3.83403	31.8960
Media	34799.5	5.79991	38.7760

Tabla 12 Resultados de compresión

En la (Grafica 7) se demuestra la curva de compresión de las muestras A y B. La Curva más larga es la muestra tipo A llegando casi a las 48 toneladas, que se convierte a una

resistencia de 7.76 k/cm². Y la curva más corta es la muestra B con un valor de 3.83 k/cm, aunque los valores fueron duplicados por la muestra A se puede observar que la curva de crecimiento ha sido prácticamente por la misma ruta comportándose de la misma manera, sin alteraciones notorias que impliquen un desbalance por las proporciones, esto quiere decir que principalmente el cambio ha sido el tipo de tierra.



Grafica 7 Prueba de compresión

En la (Ilustración 37) se muestran los adobes después de la compresión, ilustrando su deformación, se observa una capa blanca de cal, la cual sirve como un nivelador y distribuidor de cargas de tal forma que ayuda esparcir la fuerza de manera uniforme.



Ilustración 36 Acomodo de adobes para prueba de compresión

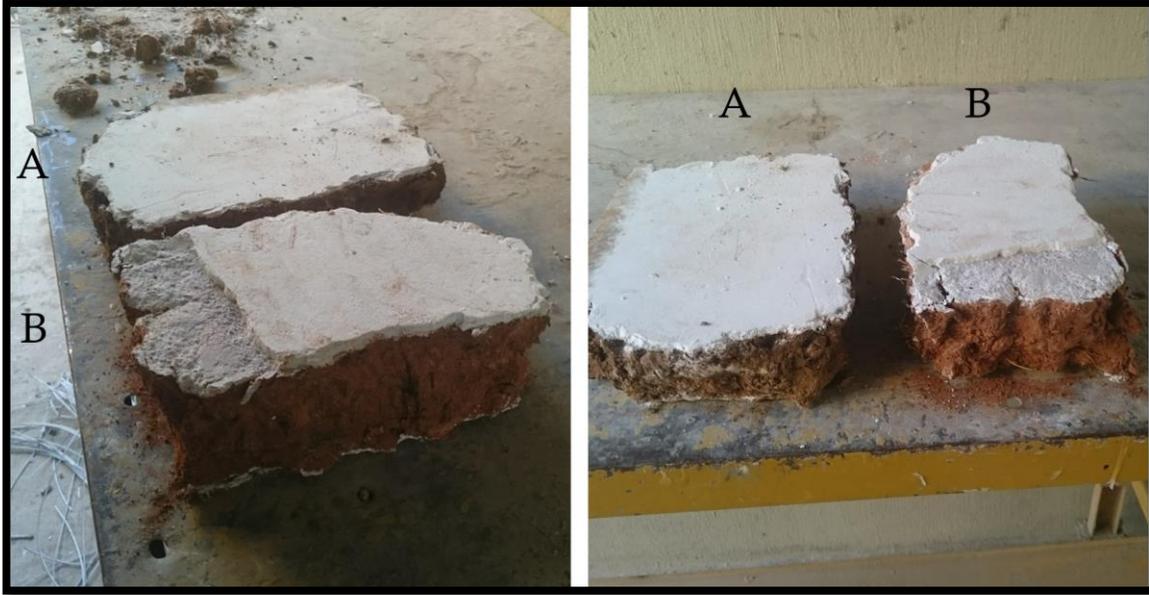


Ilustración 37 Adobes después de la compresión

En la (Ilustración 37) se observa la deformación obtenida al final del ensayo, la muestra A muestra una deformación vertical o aplastamiento de 45 mm que ha sido donde se ha obtenido el punto máximo de resistencia, en cambio la muestra B obtuvo 31 mm siendo menor su aplastamiento y adquiriendo más deformaciones, grietas y rupturas perimetrales, mientras que la A mantuvo más su estructura completa pese a su deformación vertical, esto podría comprenderse que se presenta por las propiedades de cada muestra, en el caso de la A en las pruebas anteriores mostraba mayor resistencia en elasticidad, menor cantidad de arena y una mejor capilaridad inclusive manteniendo su núcleo intacto ante la presencia de agua.

4.19. Elaboración de ensayos de 10 x 10 en diferentes técnicas de construcción con tierra

Los ensayos probados en laboratorio consistieron en elaborar bloques de 10 x 10 con el fin de estandarizar una medida para cada técnica probada, de tal manera que no hubiera irregularidades en las muestras afectando sus resultados, para esto se han seleccionado las siguientes técnicas: Adobe, Bahareque, Tapial, Tierra vertida.

Cada una de estas muestras consistió en utilizar el material local de la zona de San Andrés con el fin de mostrar los resultados más próximos de lo que se podría obtener en el sitio, para cada una de las técnicas se utilizó un cubo de madera que fue el molde guía para mantener las proporciones acordadas de 10 cm de base x 10 cm de altura una vez elaboradas se desmoldaron y se dejaron durante 28 días reposando para obtener una mayor resistencia, así mostrando mejores resultados ante la prensa.



Ilustración 38mezcla de Bahareque, Tav, Tapial y tapial Mixto en cubos de 10 x 10 cm

Las fibras se han utilizado en los sistemas constructivos con tierra desde hace mucho tiempo, hasta el momento, el estiércol de caballo de burro y la paja ha sido uno de los principales en la implementación de fibras dentro de las mezclas con tierra, dándole mejores propiedades por la reacción que tiene al sumarse con la tierra, proporcionándole resistencia, flexibilidad y adherencia, aparte de aligerar la densidad del material final, han sido una de las principales fuentes a disposición por ser de fácil adquisición y un costo muy bajo o inclusive nulo económicamente, aunque se considera que implica un gasto energético por la recolección, este gasto se puede mitigar promoviendo una colaboración de personas por tanto la labor se puede dividir entre los integrantes que construyan generando desde un inicio una sinergia social, lo cual ayuda en la sistematización de una mejor producción.

Actualmente las mezclas en San Andrés Cohamiata se suelen trabajar principalmente en la técnica de adobe y bahareque sin embargo en estos ensayos se ha hecho la prueba con la técnica de Tierra apisonada (Tapial) en bloques de 10 x 10 tal como se observa en las Ilustración 39, Ilustración 41, así es como se estaría iterando con el material local de tal forma que se puede detectar nuevos comportamientos y analizar si se puede encontrar nuevas técnicas de implementación o mejoras en las actuales. Dentro de estos bloques la mezcla que se utilizó fue proporción 2-1 en el caso del estiércol, esto quiere decir que se utilizó dos proporciones de tierra y una de estiércol.

Mientras que en la segunda prueba la fibra ensayada fue la paja, con una proporción de 1-1 lo que significa que se utilizaron proporciones iguales volumétricamente de tierra y de paja, se utilizó la paja ya que esta suele ser de fácil adquisición en algunos lugares y de un costo bastante accesible. De igual manera se elaboraron bloques de 10 x 10 cm con cada tipo de tierra, A y B dando como resultado una comparativa entre ambos materiales y

técnicas con el fin de detectar la mejor resistencia y el mejor comportamiento, cabe mencionar que la utilización de paja aligera considerablemente el peso de los cubos haciéndolos más fácil de transportar.

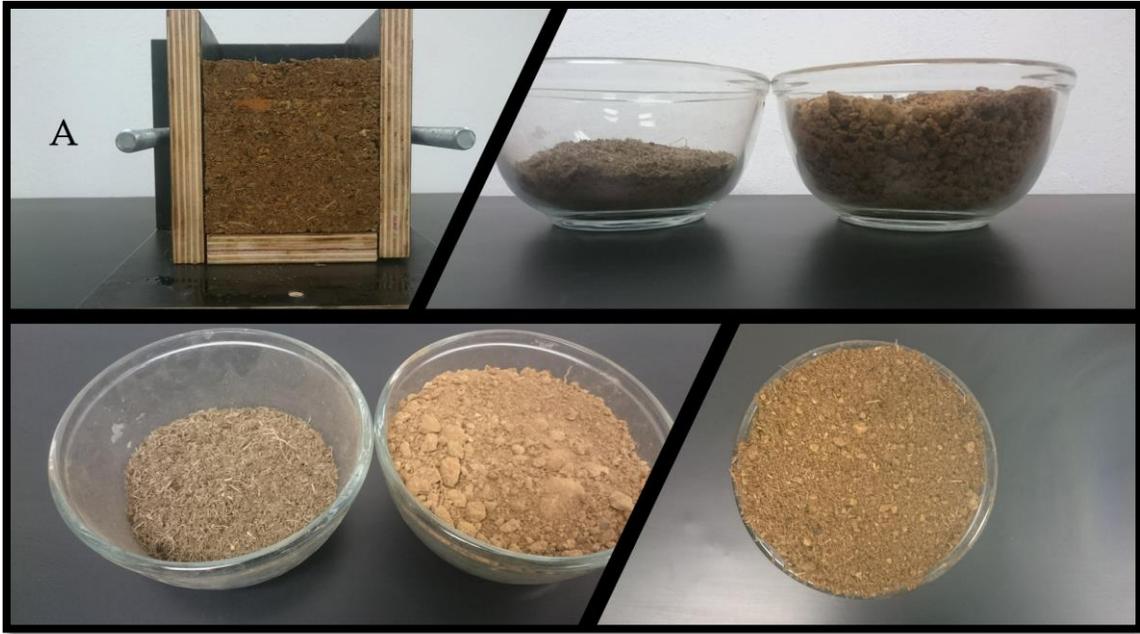


Ilustración 39 Bloque A de Tapial con tierra y estiércol proporción 2: 1



Ilustración 40 Mezcla tipo A con fibras de paja, proporción 1:1

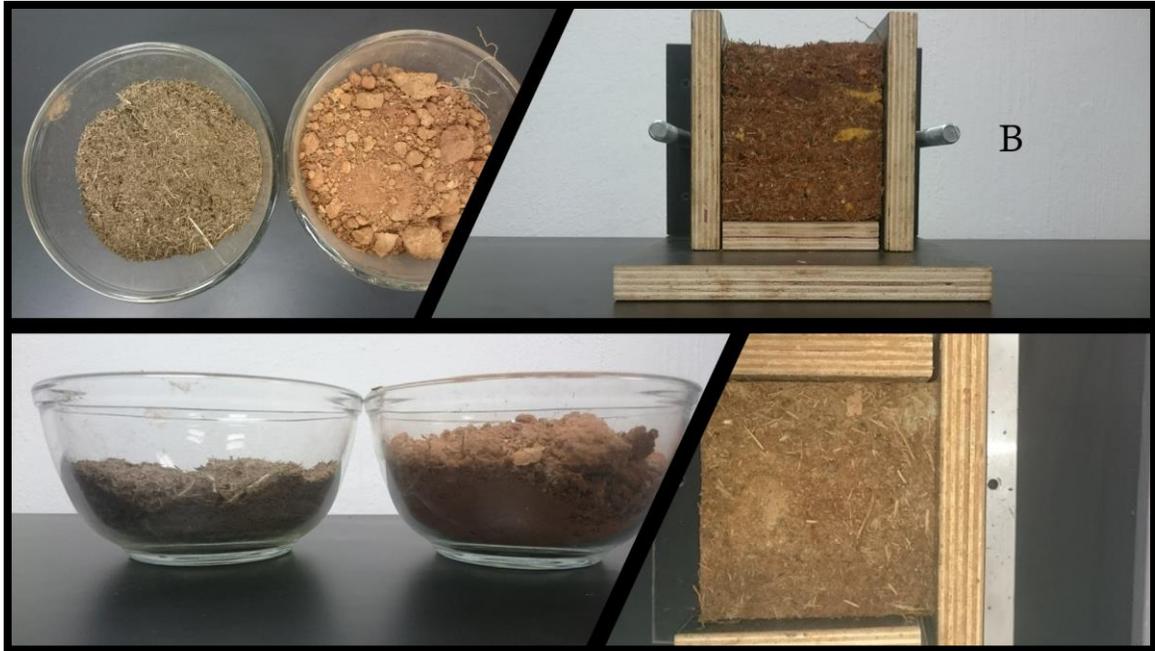


Ilustración 41 Bloque B de Tapial con tierra y estiércol proporción 2:1



Ilustración 42 Mezcla tipo B con fibras de paja, proporción 1:1

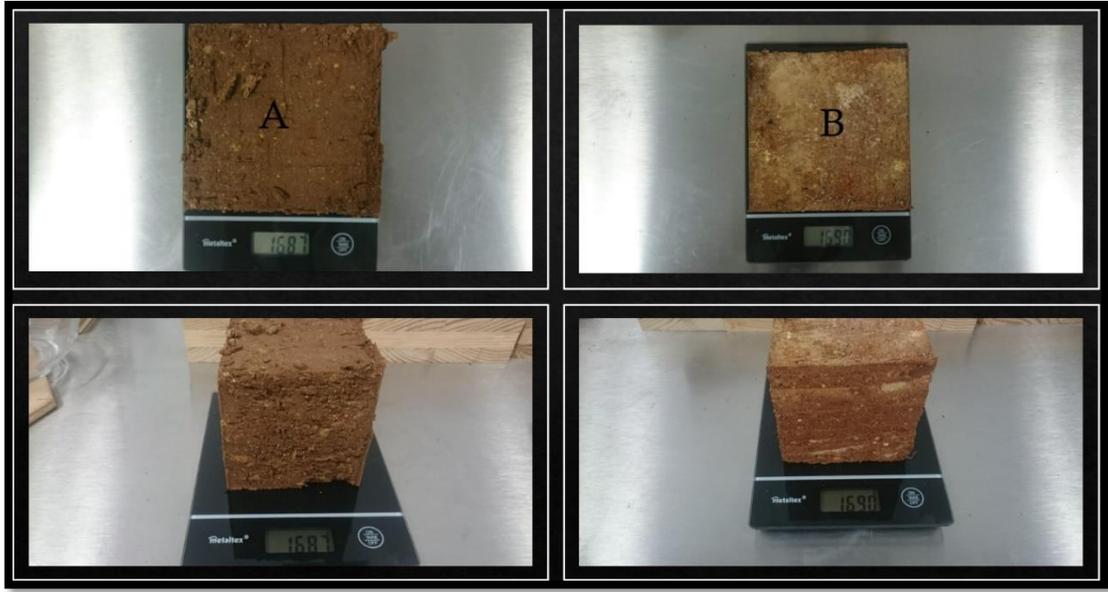
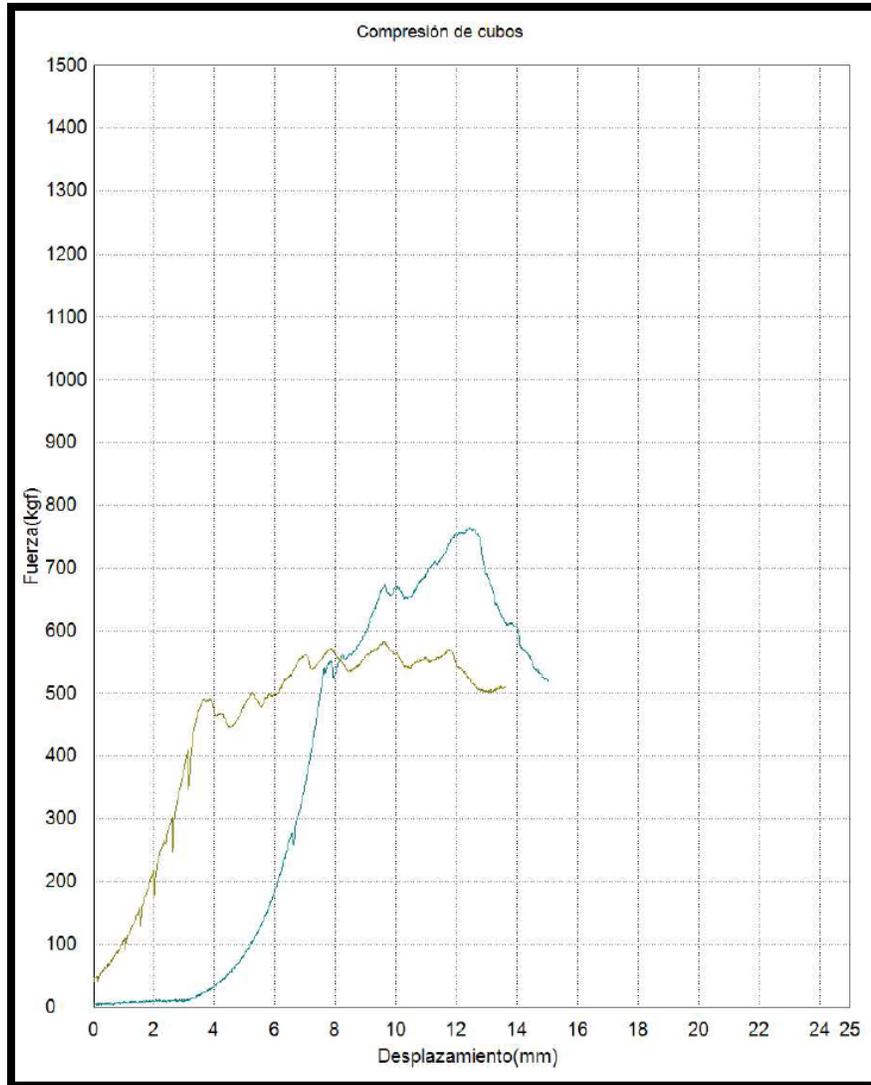


Ilustración 43 Bloques de tapial tipo A y B

4.20. Graficas de Comparativas de materiales técnicas

Nombre Parametros Unidad	Max_Carga Calc. at Entire Areas kgf	Max_Esfuerzo Calc. at Entire Areas kgf/cm2	Max_Despl Calc. at Entire Areas mm
Tav _ 1	763.130	7.63130	12.4480
Tapial,Estiercol. _ 2	704.497	7.04496	16.1900
Fibra,Paja _ 3	10730.6	107.306	66.5940
Huemedada _ 4	1056.04	10.5604	6.52800
Mixta _ 5	328.094	3.28094	12.2320
Tav R. _ 6	581.621	5.81621	9.64000
Tapial Estiercol,R _ 7	312.161	3.12161	7.47600
Fibra, Paja _ 8	3793.03	37.9303	51.0960
Humeda _ 9	733.686	7.33686	8.01800
Mezcla _ 10	1417.21	14.1721	13.4060

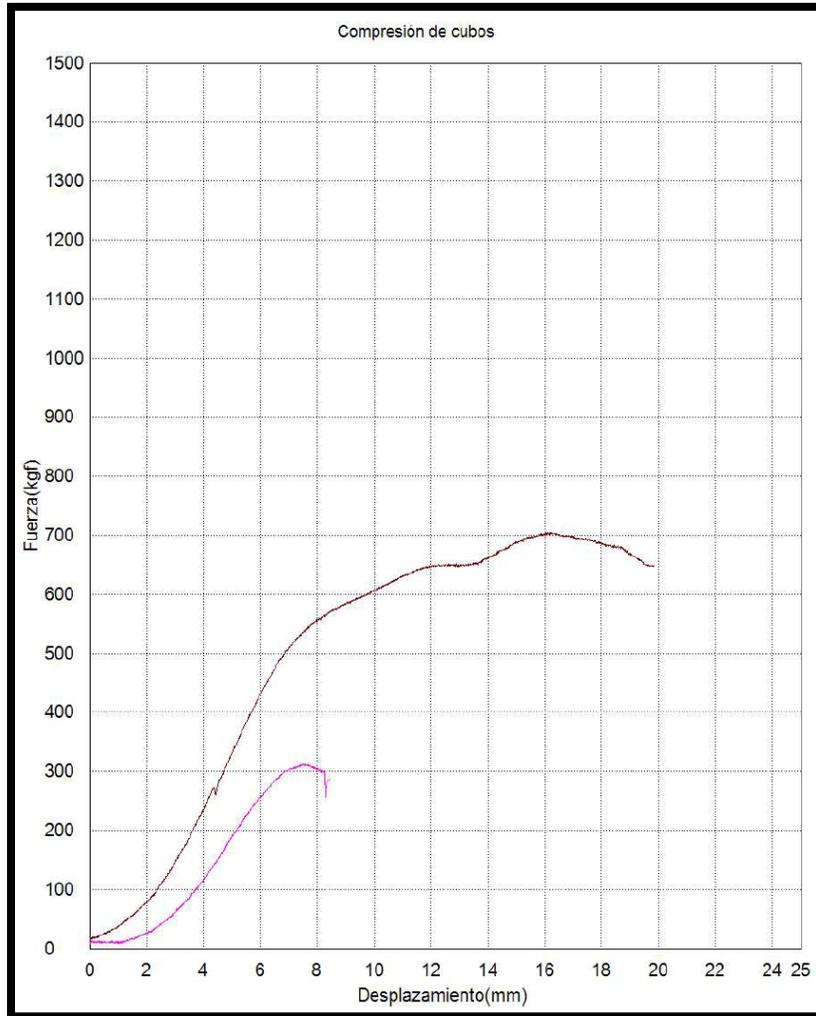
Tabla 13 Comparativa de Materiales a fuerza de compresión



Grafica 8 Tierra vertida

La tierra vertida tuvo una mayor semejanza en cuanto a resultado entre ambas pruebas, la prueba A mostro una resistencia de 7.63 kgf/cm² con un desplazamiento de 12.44 mm. mientras que la B obtuvo 5.81 kgf/cm² con un desplazamiento vertical de 9.96 mm.

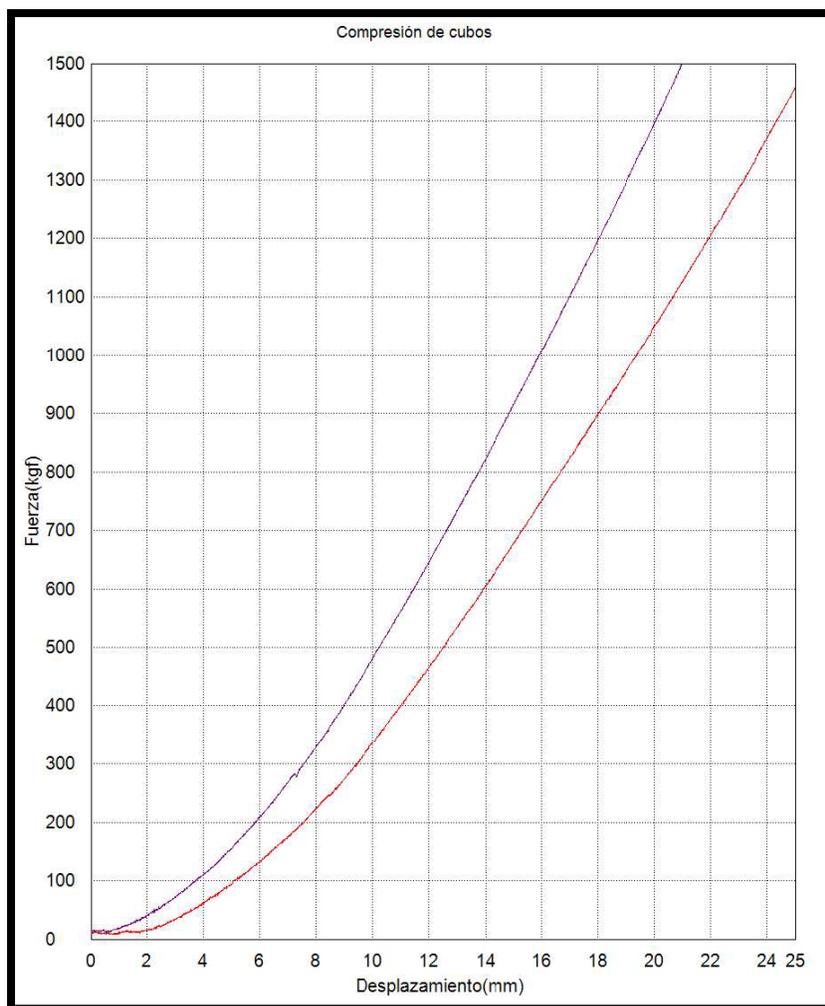
Aunque los resultados en este caso fueron con una curva un poco más cercana no se puede dejar de recalcar que la prueba A ha sido la que obtuvo mejores resultados y una curva de crecimiento con más firmeza lo que quiere decir que es más estable por el hecho de mostrar menos alteraciones en imprevistas.



Grafica 9 Tierra compactada con Estiércol

Dentro de la comparativa de la tierra compactada la prueba que obtuvo mejores resultados fue la tipo A duplicando el valor y alcanzando una resistencia de 7.04 kgf/cm² presentando un desplazamiento vertical de 16 mm en su punto máximo mientras que la prueba B obtuvo una resistencia de 3.12 kgf/cm² y presento un desplazamiento vertical de 7.47 mm, claramente la resistencia y el desplazamiento fue la mitad en comparación con la A, este valor se presenta en el punto máximo de cada cubo al mostrar una fractura de resistencia, lo cual representa que es donde se encuentra el peso máximo que podría llegar a obtener ante

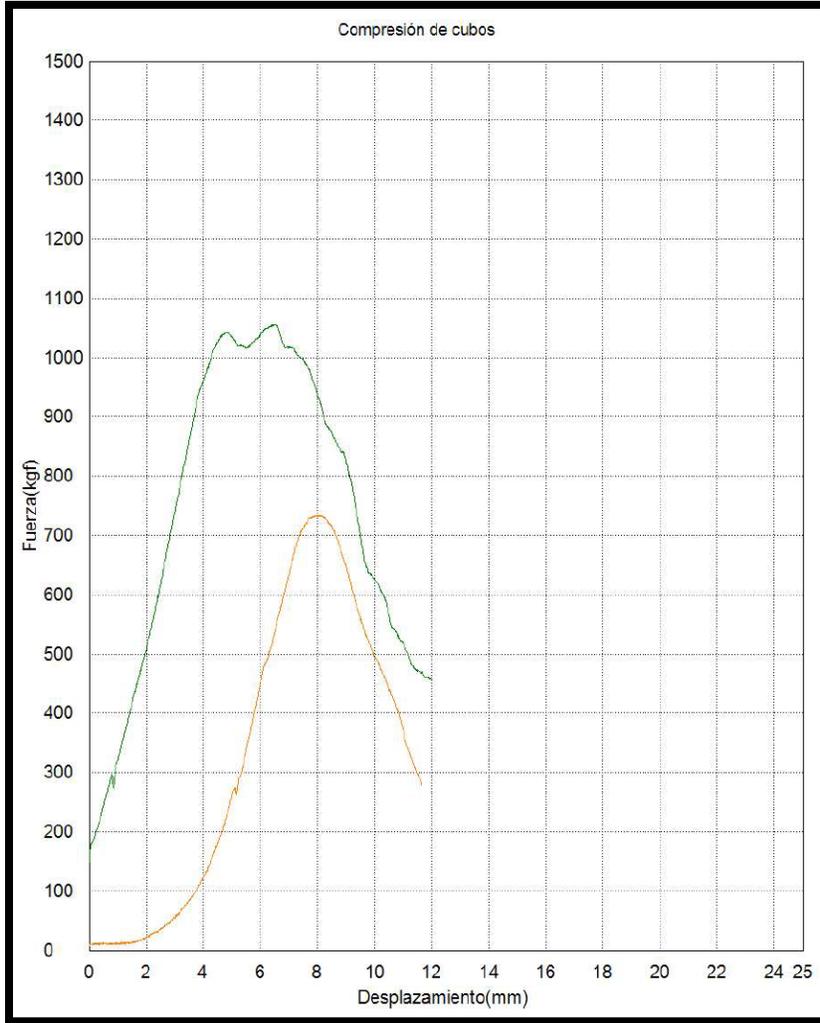
una carga vertical, esto nos da los datos para hacer cálculos estructurales con cada muestra adaptándola a su carga máxima.



Grafica 10 Tierra con fibras de paja

Los ensayos presentados en la Grafica 10 muestra los resultados de la mezcla con paja, los resultados obtenidos han demostrado ser muy altos en cuanto a resistencia a comparación de las otras técnicas sin embargo ha demostrado que se presenta una deformación de desplazamiento más grande, esto se presenta debido a la adherencia que le da las fibras, aumentando su consistencia estructural, aunque cabe mencionar que la prensa permitió aumentar los resultados de tal manera porque no detecta un punto máximo ya que

la deformación persiste sin ilustrar una falla como tal, esto se presenta debido a la carga que sigue resistiendo el bloque sin demostrar alguna alteración estructural en el núcleo, pero para acotar una medida de deformación se decidió que no sobre pasar los 20 mm ya que arriba de esta medida se estaría obteniendo una deformación muy prolongada la que referiría a afectar de maneras más perjudicable la construcción. Así que si se sacara un promedio del valor que se obtuvo en su punto máximo de deformación de desplazamiento se obtendría una resistencia de 9.15 Kg/cm^2 con una deformación de 15 mm en el caso de la muestra A, y aun que en la gráfica se muestre un valor que muestre una resistencia mayor, es importante aterrizar los resultados a un escenario más realista, donde se pueda ver reflejado en una vivida actual.

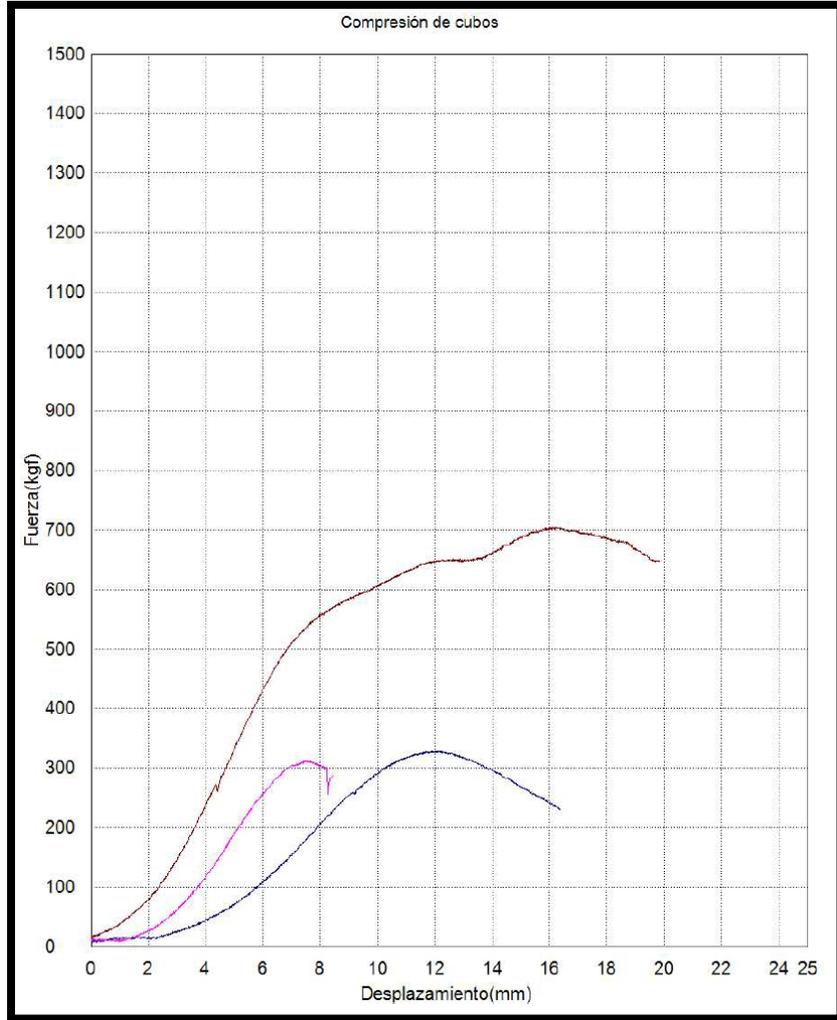


Grafica 11 Tierra colada

La (Grafica 11) da los resultados obtenidos de la prueba 4 de la (

Nombre Parametros Unidad	Max_Carga Calc. at Entire Areas kgf	Max_Esfuerzo Calc. at Entire Areas kgf/cm2	Max_Despl Calc. at Entire Areas mm
Tav _ 1	763.130	7.63130	12.4480
Tapial,Estiercol. _ 2	704.497	7.04496	16.1900
Fibra,Paja _ 3	10730.6	107.306	66.5940
Huemeda _ 4	1056.04	10.5604	6.52800
Mixta _ 5	328.094	3.28094	12.2320
Tav R. _ 6	581.621	5.81621	9.64000
Tapial Estiercol,R _ 7	312.161	3.12161	7.47600
Fibra, Paja _ 8	3793.03	37.9303	51.0960
Humeda _ 9	733.686	7.33686	8.01800
Mezcla _ 10	1417.21	14.1721	13.4060

Tabla 13) en esta se utiliza una mezcla con un nivel de humedad más alto tal que se le conoce como tierra húmeda, pero en otros términos se podría conocer como una opción del adobe, esta prueba pareciera ser una de las que ha obtenido mayor resistencia en un menor desplazamiento tal que ha demostrado la prueba A obtener 10.556 kgf/cm² con un desplazamiento de 6.52 mm y en el caso de la prueba B se obtuvo 7.3 kgf/cm² con un desplazamiento de 8 mm. Una menor resistencia y un mayor desplazamiento, dando como conclusión que la prueba A sigue sobresaliendo de la B.



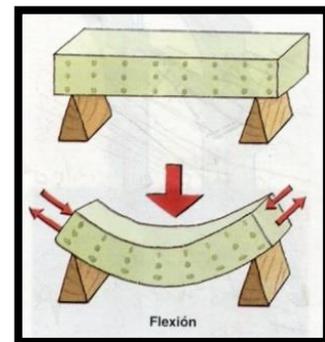
Grafica 12 Tapial con prueba A y B

Por último, se hizo un ensayo donde se combinaron los tipos de tierra, viendo si se podía optimizar los resultados más bajos de la muestra B ya que, aunque ha sido la más baja en la mayoría de las pruebas, esta tierra es la que predomina en comparación de la muestra A.

Falta mencionar alguno de los principales comportamientos identificados en los ensayos, a consecuencia de aplicar un determinado peso con la prensa hidráulica, en algunos elementos se pueden percibir diversas deformaciones, las cuales en el lenguaje de la ingeniería se podrían clasificar con algunos de los siguientes términos presentados y sirven para dar un criterio de comportamiento ante la aplicación de esfuerzos físicos, tales como:

- **Flexión:** en el campo de la ingeniería flexión se denomina a la deformación que presenta un elemento estructural, estos por lo general son un elemento en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. Esta flexión la encontramos en todos los ensayos, sin embargo no se aprecia en gran escala por la dimensión de las pruebas, ya que son de una dimensión cuadrada realmente las deformaciones se aprecian en otros aspectos, pero esto no quiere decir que la deformación deja de pasar por alto, gran parte de esta flexión consiste en la rigidez del elemento, mientras más rígido sea, la deformación será menor y habrá un punto máximo de flexión, en el ensayo que más se podría percibir y presentar esta flexión es en aquella que contenga una mayor cantidad de fibras, esto se da por los entrelazamientos que da el tener diversos tamaños de fibras, generando una fricción y tracción al galarse entre sí mismas.

Ante la presencia de un sismo esta flexión podría ayudar, ya que al no ser tan rígido, se obtiene una permeabilidad de movimiento, lo que ayuda a acompañar el movimiento oscilatorio y trepidatorio, aun que cabe mencionar que eso no significa que sea inmune, ya que estos movimientos tendrán que ser controlados con un esqueleto estructural el que limite su esfuerzo cortante, asegurando el desplazamiento exagerado.



- **Esfuerzo cortante:** Factor de elasticidad de un material que representa la relación entre el esfuerzo cortante y la correspondiente deformación producida por éste.
También llamado módulo de elasticidad transversal.

Variantes de los esfuerzos

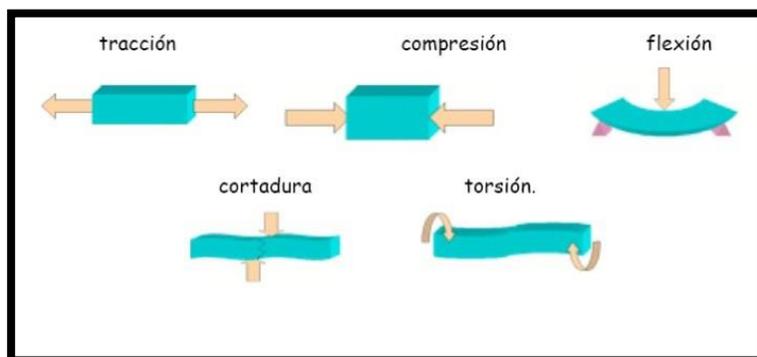
Esfuerzo cortante horizontal: Esfuerzo cortante que se desarrolla a lo largo de un elemento estructural que es sometido a cargas transversales, que es igual al esfuerzo cortante vertical en ese mismo punto. También llamado esfuerzo cortante longitudinal.

Esfuerzo cortante longitudinal: Esfuerzo cortante que se desarrolla a lo largo de un elemento estructural que es sometido a cargas transversales, que es igual al esfuerzo cortante vertical en ese mismo punto. También llamado esfuerzo cortante horizontal.

Esfuerzo cortante vertical: Esfuerzo cortante que se desarrolla a lo largo de la sección transversal de un elemento estructural para resistir la cortante transversal.

Esfuerzo cortante de punzonamiento: Esfuerzo cortante elevado, debido a la reacción de la fuerza que desarrolla un pilar sobre una losa de hormigón armado.

Módulo de elasticidad transversal: Factor de elasticidad de un material que representa la relación entre el esfuerzo cortante y la correspondiente deformación producida por éste.
También llamado módulo de esfuerzo cortante.



4.21. Costos

¿Cuáles son criterios económicos que intervienen para la ejecución de las técnicas de construcción con tierra?

Para poder ejecutar una construcción es importante mencionar que siempre se tendrá un gasto económico involucrado, esto se podrá ver reflejado en los materiales, en las herramientas, en los trabajadores, en la maquinaria, en gestión y administración de todo lo que involucra un buena organización de tiempos, proveedores, instaladores y otras etapas necesarias dentro de la construcción, sin embargo cuando se habla de autoconstrucción muchas de esas labores se omiten por diversas razones, tales como la falta de conocimiento sobre una correcta administración, lo cual implica en algunos casos eximir varias tareas que se llevan a cabo, como el trato con instaladores o proveedores, la ausencia de disponibilidad de equipo mecánico ya sea por la distancia o el costo que implica contratar el servicio, también el hecho de que sea una autoconstrucción a veces suele pasarse de alto una fecha de entrega porque no es un requisito prescindible el cumplir con un cronograma de construcción, de tal manera que al omitir varias de estas etapas, se puede abaratar la obra, ya que en su gran mayoría se pueden realizar en sitio, teniendo el conocimiento, equipo y tiempo o ganas de trabajar en el proyecto.

A consecuencia del proceso de autoconstrucción que se estima que se estaría llevando para la elaboración de un espacio habitable se estaría contemplando una obtención de material local, esto significa que los costos de construcción sufrirán un cambio considerable en comparación de un caso donde el material se tendría que comprar y transportar. A continuación, se mostrará una comparación específicamente en muros, entre los costos que implica construir un proyecto [Anexo - planos de prototipo de vivienda de](#)

San Andrés con Block Hueco de una medida de 15cm x 20cm x 40 cm y los costos que implican construirlos con Adobe de 19cm x 9cm x 40 cm:

Costos de construcción con Block hueco - 15 bloques por m2 en Soga - 35 m2 totales				
Material	Unidad	Cantidad	PU	Total
Block Hueco Estructural 15x20x40 R60 ALIGERADO	Pieza	525	\$12.60	\$6,615.00
Cemento extra gris (50 kg- CEMEX)	Sacos	7	\$170.00	\$1,190.00
Arena de rio(25 Kg)	Sacos	42	\$30.00	\$1,260.00
Agua	Litro	108	\$0.02	\$2.16
Pala Cuadrada "d" Pretul 22506	Pieza	4	\$90.00	\$360.00
Carretilla Gris 5 Ft Reforzada Pretul 25003	Pieza	1	\$655.00	\$655.00
Cuchara Albañil Filadelfia 9" Pretul 21053	Pieza	4	\$55.00	\$220.00
Cubeta de 19 lts	Pieza	4	\$37.00	\$148.00
Total				\$10,450.16

Tabla 14: Costos de Construcción de muro de Block Hueco (15cm x 20cm x 40 cm)

Costos de Construcción con tierra - 24 adobes por m ² en Soga - 35 m ² totales				
Material	Unidad	Cantidad	PU	Total
Adobe 19cm x 9cm x 40 cm	Pieza	840	\$0.00	\$0.00
Cemento extra gris (50 kg-CEMEX)	Sacos	0	\$0.00	\$0.00
Arena de rio(25 Kg)	Sacos	54	\$0.00	\$0.00
Agua	Litro	108	\$0.02	\$2.16
Pala Cuadrada "d" Pretul 22506	Pieza	4	\$90.00	\$360.00
Carretilla Gris 5 Ft Reforzada Pretul 25003	Pieza	1	\$655.00	\$655.00
Cuchara Albañil Filadelfia 9" Pretul 21053	Pieza	4	\$55.00	\$220.00
Cubeta de 19 lts	Pieza	4	\$37.00	\$148.00
Total				\$1,385.16

Tabla 15 Costos de Construcción de muro de Adobe (19cm x 9cm x 30 cm)

Como se puede apreciar los costos de mano de obra no aparecen en las estimaciones, debido a que al ser autoconstrucción estos costos se abaten sin embargo se consideran como un gasto energético físico, pero económicamente es más redituable. Al comparar los dos sistemas constructivos, se puede apreciar que en el de Adobe, solamente se tiene al agua como material, debido a que la tierra se obtiene de manera local por estar ubicado en el sitio, esto genera que únicamente sea necesario la compra de herramientas y material para generar los moldes; a consecuencia de esto, claramente la construcción de muros con Adobe es mucho más barata para este sitio, que la construcción de muros con Block Hueco. En las estimaciones no se toman en cuenta costos de transportación.

4.22. Entrevistas

- ¿Cómo se puede difundir el conocimiento de construcción con tierra sustentable?

Los hallazgos recolectados en las entrevistas están basados para contestar algunas de las preguntas de investigación, los resultados obtenidos se comprobaron y se corroboraron en la brigada que realiza Tu Techo en semana santa del año 2019, esta es en San Andrés Cohamiata, esto se logró gracias al acercamiento que se tuvo con Tu Techo considerado como una ONG la cual fue clave para lograr uno de los objetivos del TOG.

Entrevista a Tu Techo

La Importancia de tu techo dentro de la investigación

La principal relevancia de poder involucrarse y radicar una propuesta a una solución de un problema, parte del trabajo que vincula Tu Techo como ONG al promover y llevar a cabo su propia metodología, llamada SIVA (Servicios de Impulso a la Vivienda Adecuada), esta promueve cuatro ejes principales, los cuales involucra:

1. Desarrollo Igualitario y Organizacional
2. Asistencia Técnica Arquitectónica
3. Autoconstrucción Solidaria
4. Gestión de fondo de vivienda

La metodología que promueven pueda ser un punto de partida, dando referencia de los procedimientos actuales que involucran ellos para la comunidad de San Andrés Cohamiata. Procedente a esto se elabora una serie de preguntas con el fin de conocer un poco más en su trayectoria como ONG y las técnicas que utilizan para generar alianzas dentro de la comunidad.

- ¿Quiénes son? En Tu Techo se promueve un trabajo, de creatividad y conocimientos hacia la realización de acciones alternativas para la producción social de una nueva realidad.
- ¿Qué es lo que hacen y que servicios proporcionan?
 - 1.- Gestión de Proyectos para acompañar el Desarrollo de la Vivienda Adecuada, incidencia Política, Social y en Políticas Públicas.
 - 2.- Talleres de diseño participativo, bioconstrucción, autogestión de vivienda e implementación de ecotecnologías.
 - 3.- Charlas y conferencias sobre el derecho a la vivienda, la producción social y el derecho a la ciudad.
 - 4.- Carrito de compras. “Promoción de donativos para el fondo de vivienda Tatei kíe”
- ¿Cómo lo hacen? Con Objetivos estratégicos
- ¿Cuál es su objetivo?
 1. objetivos de impacto. (Para mejorar la calidad de vida de las personas)

Lograr que la población ejerza su derecho de acceso a suelo y vivienda adecuada mediante los distintos procesos públicos.

Lograr que la población ejerza su derecho de acceso a suelo y vivienda mediante alternativas sustentables y de acción participativa intersectorial, cuyas experiencias puedan servir como modelo para su impulso como políticas públicas.

Articularnos con los distintos actores que lleven a cabo acciones en los asentamientos donde se desee impactar promoviendo la conformación de redes sociales.

2.Objetivos de incidencia. (Para incidir en la vida pública, social y en políticas públicas)

Incidir en la política pública para que el Estado garantice el derecho de acceso al suelo y la vivienda adecuada de los sectores en situación de vulnerabilidad.

Promover la generación de profesionales sentido social que aborden, estudien, discutan, compartan, atiendan la problemática de suelo y vivienda.

3.Objetivos de fortalecimiento institucional. (Para desarrollarnos y dar un mejor servicio)

Constituir una comunidad institucional con funciones y responsabilidades definidas y complementarias que se desarrollen en un clima de respeto, solidaridad, armonía, inclusión y colaboración de manera profesional, acorde a los principios y valores de la Asociación.

Desarrollar y operar sistemas de normatividad, orientación y regulación de las tareas institucionales.

Profesionalizar a los integrantes activos.

4.Objetivos de financiamiento y transparencia. (Para dar certeza y confianza a la sociedad)

Garantizar la viabilidad financiera de los proyectos de la Asociación mediante políticas institucionales de gestión de recursos eficientes.

Promover la optimización de los recursos colectados, así como la transparencia en su aplicación. (Tu Techo, 2018)

- ¿Cómo se comunican y difunden el conocimiento con la gente que trabajan? Se hacen asambleas generales para dar información sobre el proyecto, se da a conocer los objetivos y metas a los que se quiere llegar, para que la comunidad pueda ser parte del proyecto.
- ¿Qué técnicas han utilizado de construcción? Se han utilizado una variante muy extensa pero principalmente se trabaja el Adobe, bahareque, y sistemas de construcción de mampostería tradicional
- ¿Qué materiales y técnicas de construcción procuran utilizar para bajar el costo de la vivienda? Actualmente la principal técnica a utilizar es el adobe y el bahareque
- ¿Cómo detectan a las personas que no tienen vivienda? Son vinculaciones por parte del gobierno, una de las principales organizaciones es SEDESOL
- ¿Qué saben acerca de cómo el país está atendiendo los escasos de vivienda? El gobierno es el que se encarga principalmente de hacer vinculaciones, con base a estadísticas.
- ¿Qué características debe tener o brindar la vivienda que hacen? Se proporciona una cantidad de materiales o Adobes para que se pueda llevar a cabo la elaboración de tales construcciones
- ¿Qué factores climatológicos ha intervenido o toman en cuenta para llevar a cabo un proyecto? Siempre hay una variante dependiendo del lugar a trabajar

- ¿Cuentan con alguna Metodología actualmente para realizar algún proyecto o tener un primer acercamiento con los lugares a intervenir? El ejercicio pleno del derecho a la vivienda adecuada. Metodología SIVA (Servicios de Impulso a la Vivienda Adecuada) La cual involucra cuatro ejes:
 - 1.Desarrollo Igualitario y Organizacional
 - 2.Asistencia Técnica Arquitectónica.
 - 3.Autoconstrucción Solidaria.
 - 4.Gestión de fondo de vivienda.
- ¿Cuál es esa localidad o población carente de vivienda? Actualmente con la comunidad que se trabaja es San Andrés Cohamiata ubicada en el municipio Mezquitic en el estado Jalisco, México, Un Hogar entre nosotras, es el proyecto actual de Tu Techo, en donde acompañamos la autogestión de un grupo de artesanas wixaritari, jefas de hogar con la finalidad de construir una casa para su familia.
- ¿Para poder hacer autoconstrucción en algún lugar que es lo que toman en cuenta para llevar a cabo el proyecto? Se hace un estudio de la técnica a utilizar, un análisis del material y herramienta a disposición se tiene que contar con agua en el lugar para poder llevar a cabo adobes.
- ¿Toman en cuenta la arquitectura vernácula? Se contempla y se trata de adaptar al entorno o se utiliza conceptos claves para el diseño del lugar
- ¿Hacen algún análisis del entorno o que es lo que toman en cuenta? Tiempo, dinero, voluntarios, trabajo con las personas de la comunidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las entrevistas se pueden sacar algunas conclusiones que serán fundamentales para la elaboración de las herramientas

metodológicas pero estos resultados abonan principalmente en la parte física, de tal forma que se han extraído técnicas que puedan ser aplicadas presencialmente.

Estado de arte

El estado del arte consiste en recabar información del contexto actual técnico, eso quiere decir investigar la documentación existente, aquella que ha sido difundida por diferentes países, entidades y personas, dando a conocer las maneras alternativas de construcción.

Para ello se ha generado la Tabla 16 que da a conocer algunos de los libros y manuales más conocidos en el ámbito de la autoconstrucción, pero se buscó que hablara principalmente de la construcción con tierra, esto con el fin de dar un filtro en las técnicas de la autoconstrucción, sin embargo no se han descartado del todo otras técnicas, principalmente de materiales naturales, ya que más de alguna se puede empatar con esta y al conocer más el entorno y la capacidad de desarrollo del lugar se puede optar por utilizar la mejor opción aunque esto signifique que no necesariamente sea la tierra y aunque la ruta de investigación ha orientado principalmente a utilizar la tierra como técnica base, esta podrá tener sus alteraciones con la correcta ejecución, siempre y cuando no promueva perjudicar la arquitectura vernácula del lugar.

Los libros investigados han sido la base científica de más de muchos constructores que actualmente practican la bioconstrucción e incluso han sido reconocidos por aplicar sus conocimientos, estos han sido recopilados y analizados con el fin de ver cuáles han sido los temas más relevantes y la manera en cómo lo han difundido.

Algunos de estos libros son de orígenes extranjeros, sin embargo se ha detectado que en gran parte de la recopilación de datos se han orientado a la difusión gráfica, dando a conocer la ejecución no solo en redacción si no que han optado por mostrar procesos

constructivos elaborando dibujos que muestren como hacerlo, algunos se han enfocado en hacerlos muy técnicos y otros muestran la elaboración con mayor cantidad de dibujos que texto, tal como es el caso del libro de Johan van Lengen el manual del arquitecto descalzo, su principal intención fue la que dice a continuación: ``Este manual fue hecho para desarrollar la confianza de aquellos que tienen el sueño de construir y desean comprender la relación entre la vivienda y su entorno, sus límites y sus posibilidades. Espero que dichas personas consulten este manual y encuentren en él algunas soluciones que faciliten su realización´´. ([Van Lengen, 1983](#)).

Estado del arte de la Bioconstrucción y autoconstrucción						
Test Curarar Manual pedagógico Ensayos de correlación de las tres fases de la materia tierra	Manual de construcción con Adobes reforzados con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras	Manual de auto construcción	Manual del constructor popular	Construir con Tierra, Manual de autogestión para construcción de viviendas del estado	Manual para la construcción de vivienda de adobe	Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda
Wladimir Carrasco Andú	Manuel Biondini	Carlos Rodríguez R	Luis A. López R	Eduardo López Durán	CEMEDI Facultad de Ingeniería Civil	Cemex
2017	2010	1978 - 2011 E. 1995	1986 - Reimpresión 2006	1997	1998	1998
Elaborado por	Elaborado por	Elaborado por	Elaborado por	Elaborado por	Elaborado por	Elaborado por
8	9	10	11	12	13	14
<ul style="list-style-type: none"> E. Introducción Objeto La tierra una materia tridimensional Definición geométrica El EJERCICIO La tierra matriz pedagógica Objetivo del ejercicio Ficha técnica - Requerimientos A- La presentación del ejercicio B- El taller C- Preparación El desarrollo del ejercicio Presentación del ejercicio Posición 1: Muestra estado hídrico seco - Binar Posición 2: Muestra estado hídrico seco - Binar Posición 3: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 4: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 5: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 6: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 7: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 8: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 9: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 10: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 11: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 12: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 13: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 14: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Posición 15: Muestra estado hídrico húmedo - Binar Recomendaciones prácticas para el instructor Lectura y procesamiento de datos Registro de información Materia, historia y arquitectura Algunas experiencias IV- ANEXOS Anexo 1: Ejemplo llenado ficha de registro Anexo 2: Plano de la familia Anexo 3: Plano de la matriz pedagógica «Test Curarar» Anexo 4: Definición 	<ul style="list-style-type: none"> Capítulo I La vivienda de adobe contemporánea Introducción La vivienda de adobe contemporánea Características de la vivienda de adobe contemporánea Propuestas de viviendas de adobe contemporáneas La vivienda de dos ambientes La vivienda de tres ambientes La vivienda de cuatro ambientes Ubicación de la vivienda Elaboración de los adobes Prueba de resistencia de adobes Prueba de resistencia de adobes Prueba de la bolita Construcción del tendal Instalación hidrúlica y sanitaria Preparación del barro para hacer adobes Módulo de adobes Secado y apilado de adobes Pruebas de resistencia de adobes Construcción de los cimientos Revolado del terreno Trazado y replanteo Excavación de cimientos Construcción de los sobrecimientos Construcción del escorrido Levado del sobrecimiento Prueba para escoger el mortero de barro Emplumado Construcción de las paredes de adobe Construcción de la vigia collar Colocación y corte de la geomalla en las paredes Revolado del terreno Construcción del techo Construcción del techo horizontal Construcción del techo inclinado Tarrajeo de muros Colocación de puertas y ventanas Acabados pisos veredas instalaciones eléctricas Apéndice 1 Emplumado de las propuestas de vivienda Capítulo II La cocina mejorada La cocina tradicional La cocina mejorada Partes de la cocina mejorada Ubicación de la cocina mejorada Materiales y herramientas de construcción accesorios herramientas Construcción de la cocina mejorada Construcción de la losa Construcción de la base de la cocina Construcción de la cámara de combustión Construcción de las hornillas y conductos Instalación de chimenea Uso y mantenimiento de la cocina mejorada uso de la cocina mejorada mantenimiento de la cocina mejorada Solución de problemas Capítulo III La ltrina de pozo seco ventilado Introducción La vivienda sin ltrina y la vivienda con ltrina La vivienda sin ltrina La vivienda con ltrina Partes de la ltrina Ubicación de la ltrina Materiales y herramientas Construcción de la losa de concreto materiales para la losa de pozo seco ventilado herramientas Construcción de la ltrina de pozo seco ventilado constitución de la losa de concreto constitución de la ltrina Uso y mantenimiento de la ltrina uso de la ltrina mantenimiento de la ltrina Lavado de manos 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción Primera parte Etapas previas a la construcción Segunda parte Temprana y medición del terreno Trasado de la obra Excavación para cimientos. Cimientos de piedra Cubetas de coronamiento de la cimentación. Brújulas. Firmes Impermeabilización de muros Muros Losa de concreto. Terminación de azoteas. Tuchumbes de lámina de asbesto. Escaleras. Instalación eléctrica. Instalación hidrúlica y sanitaria Ventanas. Regiones Pisos. Escalones de entrada Puertas Apilados de maciza Apilados de yeso Pavimentos exteriores Pintura Bibliografía 	<ul style="list-style-type: none"> Ayuda mutua y esfuerzo propio Queremos vivir mejor Ayuda mutua y esfuerzo propio Principios de desarrollo del barrio y la vivienda Los barrios nuevos promovidos por el estado Los barrios nuevos promovidos por la comunidad Normas mínimas de equipamiento urbano y gestión social Normas mínimas para las viviendas El tamaño de la parcela ¿Cuántas familias se pueden agrupar en una hectárea? Medidas mínimas para patios de ventilación y para la altura de las casas Vivienda progresiva La construcción Construyendo paso a paso Lectura de la cinta métrica Aprendamos a leer un plano Medidas para los techos Medidas para dormitorios Medidas para cocinas Medidas para salas y comedores Dibujemos la casa Casa de 8 metros de frente Soluciones de una y dos plantas Casa de 6 metros de frente Soluciones de una y dos plantas Imaginación e ingenio para lograr múltiples soluciones de casas de 6 metros de frente Casa de 5 metros de frente Casa de 4 metros de frente Soluciones de una y dos plantas Vivienda unifamiliar continua en parcelas de 300 m², 120 m² y 60 m² Vivienda bifamiliar continua en parcelas de 300 m² Replanteo Materiales y equipo Nivelando el terreno Como poner a escuadra un terreno Replanteo El nivel y la plomada Cruces de replanteo Casa de un piso Acercamiento del terreno Losas de fundación (casas de un piso en terrenos planos) Losas de fundación y muros de sostenimiento (en casas de un piso en terrenos inclinados) Amarras de las paredes Macchones Vigas de carga, corona y dinteles Techos. Losa de tablonas Techos. Medios agua con láminas onduladas Techos. Anclajes de las cornas y láminas Techos con vigas de arcilla Techos con vigas tipo Maratilla Techos separación de pares para colocación de cornas Separación de cornas para colocación de láminas Losas de fundación (casa de dos pisos) Manera simple de construir Ejemplo de estructura Escalera de concreto Escalera metálica Entropios de losa nervada Como escoger el diámetro de las cabillas Losa nervada y vigas de un tramo Como sacar los gráficos de vigas y losas Losa nervada de un tramo para techo y entropio Vigas extremas de un tramo para entropios Vigas extremas de un tramo para techos Vigas intermedias de entropios Vigas intermedias de un tramo para techos Losa nervada y vigas de dos tramos. Armadura en losas nervadas de dos tramos techos y entropios. Vigas de dos tramos Vigas extremas de dos tramos para entropios Vigas extremas de dos tramos para techos Vigas intermedias de dos tramos para entropios. Vigas intermedias de dos tramos para techos Armadura para losas macizas de uno y dos tramos. Losas macizas de un tramo con viga en los cuatro lados Losas macizas de un tramo con viga en 2 lados Losas macizas de dos tramos con vigas en una y dos direcciones. Armaduras en losas nervadas y vigas en volado Vigas en volado Entropios con nervio prefabricados tipo techos 2000 Fundaciones aisladas Acueducto y cloacas Conceptos de instalaciones de aguas negras y blancas Conexiones y equipos para instalaciones de aguas negras. Empalme de las cañerías de aguas negras Cloacas, empotramiento al exterior Cañerías de aguas negras Novación de sangüías Construcción de sangüías. Sépticos y sumideros Zanja filtrante Letrina de hoyo Instalaciones de agua blanca (conexiones) Equipos para cortar tubos llaves Empalme de conexiones Tanque elevado Cemento y concreto Preparación de concreto para fundaciones corridas, columnas, machones y vigas de carga Preparación a mano Varillas Materiales y equipos Bloques de concreto y arcilla Como picar los bloques de concreto Normas relativas a las paredes de bloques de cemento o arcilla trabados Paredes trabadas en "T" Paredes trabadas en cruz Puertas y ventanas Puertas 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción Selección de la tierra Como hacer adobes de tierra prensada y estabilizada Prueba para adobes Prueba de bolitas y estabilizadores más usados Adobe de tierra estabilizada y prensada Como deben quedar las esquinas cuando el ladrillo es a caga Como deben quedar las esquinas cuando el ladrillo es a tiones. Refuerzo a mamparas de machones o columnas en esquinas L Refuerzo a mamparas de machones o columnas en esquinas en F Refuerzo a mamparas de machones o columnas en esquinas en cruz Módulo de casas, modelo (1 a 9) primeros pasos Cruces de replanteo Replanteo Construcción casa modelo 1 Levantando las paredes con hiladas en espiga Parabes de adobe sobre cimientos de concreto cúbicos Apoyado a caga, en paredes interiores y fachadas de casas de 6 metros de frente Dinteles sobre puertas y ventanas casa modelo 1 Casa modelo 1 instalaciones sanitarias Casa modelo 1 instalaciones eléctricas Replanteo vivienda bahareque La vivienda de bahareque Armadura básica para bahareque con estribos de corcho para atornillar o enlazar Las formas más tradicionales de hacer las paredes de bahareque Forma de colocar las ventanas y las puertas para que queden bien rematadas Remate de techo con teja y detalle de espigas tipos de cimientos Concreto para el sobrecimiento Casa modelo 2 instalaciones sanitarias Casa modelo 2 instalaciones eléctricas Casa modelo 3 para el medio rural Instalaciones casa modelo 3 Casa modelo 4, construcción con adobes de tierra estabilizada y prensada Casa modelo 4, hñadas Casa modelo 4 instalaciones sanitarias Casa modelo 5 instalaciones sanitarias Casa modelo 5 instalaciones eléctricas Casa modelo 8 construcción con adobes de tierra estabilizada y prensada Casa modelo 8 hñadas Casa modelo 8 instalaciones sanitarias Casa modelo 8 instalaciones eléctricas Casa modelo 9 hñadas Casa modelo 9 instalaciones sanitarias Casa modelo 9 instalaciones eléctricas Casa modelo 5 Casa modelo 8 y casa modelo 9 Dimensiones de los elementos de madera y detalles típicos de techos Colocación de techos con tejas de arcilla apoyadas sobre las cornas Techos a dos aguas con tejas tipo Maratilla apoyadas sobre las cornas Vigas coronas Techos de una sola agua (media agua) Parbahare con mortillo Materiales para la dosificación del concreto Preparación a mano Vaciado de la losa del piso Paredes de adobes de tierra estabilizada y prensada Agua blanca Equipo para cortar los tubos Pendientes de las cañerías Detalles de construcción del sumidero y detalle de percolación del terreno Séptico y sumideros Taladro a caga de distribución con perforaciones Conexiones en paralelo Acabado o hñado de las paredes con maciza de cemento Colocación de pisos de baldosa de cerámica y/ mosaico 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación Introducción Arreglo del terreno Sumideros Firmes Losa de concreto Techos de lamina de fibrocemento Partes y ventanas Instalación de agua Instalación eléctrica Acabados Vivienda terminada Muebles Armadura de refuerzo Fosas sépticas Reparaciones Equipos de una casa progresiva Glosario 	

Estado del arte de la Bionconstrucción y autoconstrucción						
Manual autoconstrucción	Manual del Arquitecto Decano	ecológica Autoconstrucción para climas templado	ecológica Autoconstrucción para climas cálidos y tropicales	Manual para la autoconstrucción sustentable con bambú	Transferencia de Tecnología y Divulgación sobre Técnicas para el Desarrollo Humano y Forestal Sustentable Escala Aboradora de la Isla	Sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia
Fundación Carlos Slus 2018	Juan Van Loenen 1981 - 2da Ed. 2014	Armando Deffis Caso 1987	Armando Deffis Caso 1989	SEMARNAT 2005 en adelante	SEMARNAT 2008	SEMARNAT 2009
México	México	México	México	México, Argentina	México, Argentina	México, Argentina
Urbano / C/Edif. / Infraestructura urbana	Urbano / Blanco y negro / Dibujos a mano alzada	Blanco y negro / Dibujos a mano alzada	Blanco y negro / Dibujos a mano alzada	Urbano / C/Edif. / Infraestructura Urbana / Rural / Urbano	Urbano / C/Edif. / Infraestructura Urbana / Rural	Urbano / C/Edif. / Infraestructura Urbana / Rural
15	16	17	18	19	20	21
<ul style="list-style-type: none"> Introducción a la autoconstrucción Plan de autoconstrucción Plan de trabajo para la autoconstrucción de una vivienda de 1 piso Espacios mínimos Elementos estructurales de una casa habitación Interpretación de planos arquitectónicos Interpretación de plano de instalación hidráulica y sanitaria Interpretación de plano de instalación eléctrica y de gas M. Manejo de herramientas y materiales Equipo de protección y seguridad Guía de herramientas Recepción y almacenamiento de materiales ¿Cómo cargar correctamente? Uso correcto de escaleras H. Trabajos preliminares Desmonte e limpieza del terreno Trazo Nivelación V. Proceso de construcción Cimentación Armadura constructiva <ul style="list-style-type: none"> a.1 Excavación del terreno a.2 Preparación de instalaciones sanitarias a.3 Fosas sépticas, construcción y medidas de salud, seguridad e higiene a.4 Cimentación a.5 Reflejo y compactación a.6 Armado y cobado de cadenas o dadas a.7 Construcción de muros b.1 Proceso de construcción de muros de tabique <ul style="list-style-type: none"> b.2 Procedimiento de armado, cimbrado y cobado de casillas o dadas y cerramientos b.3 Procedimiento de armado, cimbrado y cobado de columnas c.1 Usos y pisos c.2 Preparación de la instalación para las losas c.3 Procedimiento de armado de losas c.4 Preparación para la instalación de la red eléctrica en las losas c.5 Procedimiento de cobado de losas c.6 Procedimiento de curado y desmoldado de las losas c.7 Preparación de la instalación hidráulica c.8 Preparación para la instalación eléctrica en muros V. Acabados Revestimientos a.1 Impermeabilización de techos a.2 Preparación de yeso y cemento para aplacado a.3 Aplacado con yeso o mortero a.4 Preparación de muros para la pintura Hertería y carpintería <ul style="list-style-type: none"> b.1 Construcción de ventanas de herrería b.2 Cobocación de marcos y vidrios b.3 Cobocación de mosquiteros b.4 Cómo construir un marco de madera para puertas b.5 Cobocación del marco de madera para puertas b.6 Cobocación de puerta de madera y chapa VI. Instalaciones <ul style="list-style-type: none"> Eléctrica <ul style="list-style-type: none"> a.1 Instalación de centros de carga a.2 Instalación de tomacorrientes a.3 Instalación de apagadores a.4 Instalación de luminarias Hidráulica y de gas <ul style="list-style-type: none"> b.1 Cobocación de llaves para instalación hidráulica b.2 Instalación del taxavamos y grifos b.3 Instalación de inodoros b.4 Instalación de regaderas y mananeras b.5 Instalación de fregadero y lavadero b.6 Instalación de inyectos b.7 Instalación de gas b.8 Instalación del calentador de gas para agua VII. Ecológicas (Anexo) <ul style="list-style-type: none"> Asiantes térmicos <ul style="list-style-type: none"> a.1 Instalación de asiantes térmicos sintéticos a.2 Instalación de asiantes térmicos naturales Estufa de leña <ul style="list-style-type: none"> b.1 Cómo construir una estufa ahorradora de leña b.2 Instalación de salida de humo y uso Contenedores de agua <ul style="list-style-type: none"> c.1 Captación de agua de lluvia c.2 Construcción de interceptor de primeras aguas c.3 Excavación para la instalación del tanque c.4 Construcción de cisternas c.5 Instalación de bombas centrifugas Calentador solar <ul style="list-style-type: none"> d.1 Instalación de calentador solar para agua Vegetación <ul style="list-style-type: none"> e.1 Construcción de jardín VIII. Glosario (Anexo) 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción Diseño Formas de vivienda Los espacios Cómo proyectar Maquetas Tamaños Ambiente Iluminación Edificios Agroclimatos Clima Espacios urbanos Situar las casas Circulación Materiales Selección de materiales Tierra Terro cemento Tapetes Arena Madera Bambú Yopal Walo Preparar toda la obra Aplicar los materiales Paredes Panetas Techos Puertas y ventanas Pisos Servicios Las eco técnicas Típico húmedo Techos Estructuras Pisaj Ventilación Humedad Caminos y puentes Típico seco Forma de la casa Ventilación Techos Zona templada Clima Revestimientos Producir calor Invernaderos Plantadores Energía Calor y movimiento Molinos Calor solar Elufas Agua Urbano Bombas Transportar agua Cisternas Purificación Rego Diseños Sanitarios Basón Digestores Ciudad Drainaje Mapas y tablas Materiales y calor Muecas Medidas Climas y zonas Gratos Glosario Bibliografía Índice alfabético 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción Climatología Espacio familiar básico y crecimientos Definiciones Eco terminología conceptos básicos Fuentes de energía alterna Antecedentes históricos climáticos Recomendaciones para calentar y climatizar casas y edificios Frecuencia Instalaciones de agua Ahorro de agua Captación y almacenamiento de agua Ecosos de la ciudad de México Recarga de acuíferos Agua negra Calificación solar La basura Composta Producción alimentaria Hortícolas Psicocultural Generación de electricidad con celdas fotovoltaicas y con sistema combinado Luminarias solares Proyectos y obras realizadas con diversas eco técnicas Proyecto detallado de la casa ecológica del Ajusco 	<ul style="list-style-type: none"> Prólogo Introducción Climatología de la república Mexicana Casa ecológica tropical autoconstruible Ecología ecosistema Ecología - eco técnicas Estructura general de un ecosistema La casa como parte del ciclo ecológico Eco terminología conceptos básicos Conceptos básicos sobre transmisión de calor Antecedente histórico climáticos Casa de las zonas tropicales sumamente húmedas y húmedas en Chiapas y Veracruz Casa típicas costa de Guerrero y Oaxaca Casa de clima tropical lluvioso Casa típica de las zonas de Chiapas, Quintana Roo y Yucatán Típico húmedo /típico seco Típico húmedo Típico seco Climas de diseño urbano para clima tropical Fuentes de energía alterna Energía eólica Energía geotérmica Biomasa Energía hidráulica Energía nuclear Energía geomorfológica Producción masiva de energía eléctrica Eléctricid solar Energía solar fotovoltaica Energía eléctrica solar para boyas marítimas Energía eléctrica solar para bombeo hidráulico Energía eólica Principales rotors eólicos Instalaciones de helio bombeo para almacenamiento en embalses de superficie y generación de energía eléctrica Aprovechamiento de las turbinas eólicas Almacenamiento de energía Uso de la energía eólica Energía eólica solar Biogas Energía nuclear Uso racional de la energía eléctrica Requerimientos de legislación explícita Calificación solar Colectores solares Calculadores solares planos Tipos de colectores solares Calentamiento solar de agua con sistema de colector plano y termotanque integrado Colectores solares en edificios Sistema de calificación ambiental con colectores solares y parrilla de aportación por transferencia de calor Colectores solares para calentamiento de agua en albarcas Otras aplicaciones de la energía solar Calentamiento solar de agua Luminarias solares Recomendaciones para refrescar casas y edificios Altura de la cubierta Ventilación natural Vegetación alrededor de la casa Palo refrigerante Inyección de aire frío con ductos subterráneos Pantalla vegetal sobre techo convencional Colocar emparedados en las fachadas bioclimáticas Chimeneas solares Ventana con doble vidrio y cortina aislante Disminuir la reflexión de los pisos acorados Convertir con materiales de gran capacidad térmica Toma de viento Chimenea de enfriamiento evaporativo Casas enterradas Definición de construcción semienterrada Casas enterradas o semienterradas Tipos más comunes de casas enterradas en la Isla Tipos más comunes de casas enterradas en terreno plano Diseño bioclimático y arquitectura subterránea Frecuencia Refrigeración solar Enfriamiento y refrigeración solar Sistemas de refrigeración mecánico comercial típico Sistemas grandes de refrigeración por absorción de tipo comercial Sistemas solares de refrigeración Sistemas de absorción continua Captación y almacenamiento de agua El agua en la república mexicana Cisternas para los climas cálidos Purificación del agua algunos de los tipos más comunes de plantas Filtrado de agua auto construible Almacenamiento del agua potable como saber si el agua está contaminada programa de ahorro de agua ahorro de agua costo oficial del agua ahoradores de agua el ciclo del agua aguas jabonosas aguas jabonosas plantas de tratamiento recarga de acuíferos comunicación e información a la comunidad aguas negras planta paquete para el tratamiento de agua negra Filtros Métodos tipos comunes de plantas para tratamiento de aguas negras el tratamiento y resid de las aguas residuales el caso de la ciudad de México uso productivo de la basura la basura el efecto contaminante de los residuos sólidos aprovechamiento de los residuos sólidos reciclaje de la basura composta el hoyo composta comba para elaboración de composta planta de compost abono verde comunicación e información a la comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación Introducción Objetivos generales Estufa ahorradora de leña Proceso de construcción Recomendaciones para el mantenimiento Referencias 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción Objetivos Metodología Capítulo 1 Sistema de captación de agua de lluvia Materiales Materiales para la construcción de agua captada Materiales del filtro de grava para retención de sólidos Sistema de secado, protección y preservación del bambú Importancia del secado Métodos de secado Agentes de deterioro Sustancias y métodos de preservación Uniones para la construcción Teoría de uniones Problemas internos Problemas externos Uniones en cimentación Uniones con pasadores Uniones con amarres Uniones en estructuras espaciales Uniones con centro de madera Manual para la construcción sustentable con bambú Uniones reforzadas con mortero y uniones metálicas Uniones con trías de acero y pasadores Construcciones con bambú Ventajas del bambú como material de construcción Desventajas del bambú como material de construcción Trabajos preliminares Armaduras ligeras Estructuras sobre los muros extremos Tipos de cimentación Construcción Pisos Cubiertas y techos Armaduras ligeras Estructuras sobre los muros extremos Glosario Literatura consultada Discusión 	

Tabla 16 Estado del Arte

De acuerdo al material recolectado en el estado del arte de la (Tabla 16 Estado del Arte se analizó una diversidad de índices para identificar los principales temas difundidos en diversos países y ver cómo han presentado la información, dentro de la tabla se detectaron los países de origen, el año y la forma en como lo presentan, tales como la técnica y científica como la gráfica en la representación digital o a mano alzada, es ahí donde se empieza a tomar un criterio más para generar el contenido de las herramientas metodológicas.

Resultados generales de las técnicas e instrumentos de recolección de datos

Después de mostrar los resultados encontrados en el capítulo 4 se elabora la Tabla 17 cuantificación de los Instrumentos utilizados con el objetivo de sintetizar todas las técnicas que se llevaron a cabo para llegar hasta este punto.

Dentro de estos resultados se agregan como anexos documentos principalmente de los abordajes estadísticos, tales como los que se ven reflejados en los mapas de la Subcuenca del Río Atengo, esto se hizo para resumir los datos más importantes y mostrar con los que se tuvo más contacto o datos por el hecho de que se puedan apreciar con mayor calidad, posteriormente dentro de los anexos irán las herramientas metodológicas al igual que otras tablas y documentos de importancia.

Instrumento					
Revisión documental	Observación directa	Entrevistas	Abordaje Estadístico	Dinámicas participativas	Videografías
70	6	10	10	5	10

Tabla 17 cuantificación de los Instrumentos utilizados

4.23. Discusión

Las pruebas de tipo A han demostrado cumplir mejores resultados de los esperados comparados al tipo B y aunque en gran parte de la construcción actual se ha hecho con el tipo B por ser uno de los materiales predominantes se podría optar por empezar a utilizar y a aprender a identificar más el tipo A en el sitio para aprovechar las propiedades de esta tierra.

Por tal motivo con la tierra tipo A se demuestra que ha sido la óptima para hacer futuras construcciones contemplando la resistencia a la compresión y a la capilaridad por lo que ha demostrado ser un material más viable para hacer alternativas de construcción y probar diferentes técnicas. Cabe mencionar que la tierra B no se estaría descartando principalmente porque es el material que más predomina en la zona sin embargo siempre que se pueda identificar una muestra A será mejor considerarla para hacer pruebas en campo y optar por seleccionar esta tierra.

Al tener predominación de la tierra B en la zona de San Andrés esta pasaría a una implementación que puede utilizarse para edificaciones internas y de bajo impacto estructural. Esto quiere decir que podría apoyarse con refuerzos que ayuden aligerar su carga, tales como las vigas de madera o aislamiento de techos, apoyándolos externamente sin dejar caer el peso estructural directamente en los muros de carga, también hace falta mencionar que es más recomendado utilizar la muestra B en interiores por tener un menor contacto con el exterior lo que podría ayudar a resguardarla del contacto con el agua así evitando el desgaste y la erosión que podría generar la lluvia, esto evitaría que afecte el núcleo interno ya que tal como se observó en la (Ilustración 34 Prueba de resistencia o de disco) demuestra tener fallas al conservar la estructura del núcleo por la facilidad de capilaridad que presenta, dejándola estructuralmente en un estado en el cual pierde la forma

de su cuerpo haciéndola muy débil demostrando que podría ser un riesgo estructural, aunque esto se podría evitar y disminuir aislando la cimentación con dalas de desplante que contemplen una estructura ciclópea que sería una de las más viables para la construcción deseada.

4.24. Conclusión

Por el momento se ha llegado ver mejores resultados en la tierra tipo A por su resistencia a compresión, al agua y al conservar más su forma original sin afectar su núcleo, esto a gran escala se podría traducir a que en un estado natural la prueba A es la óptima por su manejo y sus propiedades para construir, sin embargo, esto no descarta el tipo B ya que ha pasado las pruebas, aunque con resultados más bajos. Esto pone a disposición el poder iterar con la prueba B para mejor su rendimiento ya que es la predominante, sin embargo, esto podría implicar que se eleve su costo por meter más material del que se solía usar antes, pero eventualmente permitirá darle una mayor vida al material y más confiabilidad si se logra optimizar, esto implicaría mejorar el sistema constructivo y la metodología que utiliza para trabajar.

La autoconstrucción y la obtención de material proveniente de sitio de San Andrés Cohamiata, es una forma de construcción que permite a las personas de escasos recursos poder construir un patrimonio para sus familias; la fabricación de adobe en sitio es un proceso que abarata directamente el costo total de la construcción, ya que les permite obtener un elemento constructivo de buena calidad a un precio relativamente bajo o inclusive nulo. El adobe que se fabrica en San Andrés Cohamiata cumple con los requerimientos necesarios para ser un elemento principal en la autoconstrucción que se está llevando a cabo actualmente, cumpliendo en resistencia.

El sistema constructivo que se propone mediante la fabricación de Adobes permite a la familia poder construir de manera rápida y económica una vivienda de buena calidad, que como se muestra en este trabajo cumple con los requerimientos de cargas sísmicas y resistentes.

Para concluir, en un lugar como San Andrés Cohamiata, donde la comunidad tiene un acceso complicado a distintos tipos de materiales, por el costo de transportación o el precio que estos implican, se clarifica que la posibilidad de poder fabricar personalmente su propio material de construcción y poder usarlo para realizar sus construcciones se vuelve invaluable y genera una identidad comunal, proporcionándoles una arquitectura propia que los vincula con sus tradiciones; la única condición que se debe cumplir, debería ser la correcta ejecución y elección de su material, ya que actualmente se siguen pasando por alto algunas de los criterios más importantes, principalmente estructurales, por tal motivo al generar autoconstrucción y principalmente con tierra se deberían de tener todos los factores negativos que se podrían presentar por construir erróneamente, sin embargo una vez ubicados se puede pensar en proponer y consolidar la implementación de otras técnicas, de igual importancia pero con otros usos que podrían facilitar la construcción o mejorar los espacios habitables futuros o actuales por lo que será de gran importancia lograr una transferencia de conocimientos que logre dejar las herramientas necesarias para llevar esto a cabo y poder consolidar las técnicas de construcción con tierra.

Dentro de las técnicas que se podrían consolidar y mejorar deberían de ser el adobe y el bahareque, eventualmente se podría experimentar con el cob, tapial e inclusive con sacos con tierra, por otra parte, siempre que se piense en la implementación de una nueva técnica se deberá pensar en diseñar o moldear edificaciones orgánicas que se adapten a su identidad, es decir que tendrá que respetar y promover una arquitectura vernácula de espacios habitables que esté pensando hacia un futuro donde se mejoren los espacios actuales a pesar de modificar el presente.

CAPÍTULO 5

Capítulo 5

Dentro de este capítulo, se da un paso previo a la conclusión, explicando la factibilidad y la validación de un proyecto el cual consiste en cumplir y resolver la problemática del TOG. Este capítulo proporciona la solución a los objetivos provenientes de la problemática, de tal manera que a lo largo del desarrollo se explican las problemáticas de manera sintetizada, por consecuencia se exponen las diversas opciones de solución, estas soluciones buscan justificar el planteamiento del problema, con el desarrollo de tecnología apropiada, la cual se adaptara a las necesidades detectadas involucrando factores de innovación al estado actual de la zona Wixarika.

La modulación de las propuestas se explicará a lo largo del capítulo, al mismo tiempo se darán a conocer las características funcionales de las diversas propuestas, marcando el ángulo de diferenciación de soluciones previamente existentes, esto da referencia a las herramientas metodológicas creadas y propuestas dentro de la investigación.

A la vez, se dará la discusión sobre la extensión de línea del diseño aplicativo, esto quiere decir que se darán argumentos para ver la factibilidad de multiplicar las herramientas en otros lugares dando una extensión de uso con el fin de poder transferir una mayor cantidad de datos que ayuden a promover una arquitectura vernácula y/o que mejore en el ámbito sustentable.

5. Diseño aplicativo de la solución

Las soluciones propuestas e identificadas proponen una serie de pasos que se deben de seguir para sacar a borde el diseño final, estos pasos pretenden conocer y proponer las mejores soluciones posibles para cubrir las problemáticas identificadas. Como resultado identificado se ha encontrado que la solución no consiste en una sola herramienta metodológica si no que es un complemento de diversas herramientas que resuelven más de un problema, pero principalmente estas se conectan para trabajar en sinergia y poder trabajar de la mano una de la otra.

Para esto se conectan las herramientas de tal manera que puedan funcionar por separado, pero a su vez, se usan en secuencia atendiendo e identificando el problema individual de cada usuario, éstas mostraran un mayor seguimiento de todo proceso que se ocupe en la ejecución de un espacio habitable.

Las herramientas están pensadas para funcionar en un modelo presencial y una parte en digital con modalidad off line que podrá ser utilizada en una aplicación o plataforma digital a si mismo se buscaría la implementación de una modalidad con apoyo a distancia por lo que se presentaría una versión on line como una opción a futuro, estas herramientas podrían bien ser utilizadas por jóvenes quienes tienen mayor acceso a las tecnologías presentes y futuras. Sin embargo, estas herramientas están dirigidas para todo aquel que tenga el interés de generar autoconstrucción, no obstante se puede considerar que los jóvenes son los más propensos a utilizar una parte de estas herramientas a consecuencia que serán los que mejor controlen y dispongan de los medios digitales, a la vez aun que toda la familia puede participar, son ellos quienes deberían de involucrarse en la auto construcción, principalmente para que siga la tradición y la difusión del conocimiento a generaciones

futuras ya que son los que podrán mantener una identidad prevaleciente en la arquitectura vernácula del lugar donde ellos han crecido. De igual manera se busca lograr que todos los que dispongan de las herramientas sean capaces de obtener las competencias necesarias para que ellos mismos puedan seguir formando a más personas, así se podrá multiplicar los conocimientos adquiridos con el fin de extender y difundir la identidad de su cultura.



5.1. Pregunta de replante de solución

- ¿Qué tendríamos que hacer para autoconstruir un espacio habitable que pueda aprovechar su contexto y se adapte al entorno natural y la arquitectura vernácula basándose en la investigación previa?

Principalmente, el espacio que se tenga propuesto a un futuro debería respetar y promover la calidad de vida para que el área a disposición pueda ser adaptado al menos por 30 años y siga manteniendo una identidad basada en la cosmovisión de la zona Wixárika, esto consiste en que el ciclo de vida de los materiales sea redituable a su gasto energético, económico y sea favorable con su entorno próximo, mejorando una correcta ejecución de obra.

Esta autoconstrucción tendría que considerar diversos factores que mejoren el proceso constructivo y la calidad de vida de quienes autoconstruyan y habiten el espacio, por lo que se tendrá que proceder con un estudio de espacios arquitectónicos que mejoren el estilo de vida y se adapte a la cantidad y tipo de personas que la puedan llegar a habitar, también será necesario una adaptación y análisis al entorno natural próximo, de tal forma que se optimice y se gestione en lo mayor el material utilizado en la construcción, por otra parte un estudio y aplicación de conceptos bioclimáticos que optimice el confort en lo posible, además contemplar un aprovechamiento energético de las personas que trabajen así optimizando su producción y rendimiento físico, a su vez se debería de pensar en contar con una solides estructural, la cual cumpla con los requisitos mínimos de cimientos, muros y techos seguros para proporcionar mayor seguridad al habitante y proporcionar una durabilidad más prolongada a la edificación.

5.2. Taller técnico

Dentro del taller técnico se pretende dar conceptos sobre a la construcción con tierra dando una introducción de antecedentes a la construcción vernácula hasta la actualidad, dando a entender los alcances que se pueden lograr con la tierra como material principal, está introducción rescataría los fundamentos técnicos que se utilizan dentro del lenguaje de la construcción con el fin de dar un mayor conocimiento en el tema, por tal motivo se estaría generando una serie de módulos en los que se introducirían diversos temas, estos se estarían presentando dentro del TOG como un índice con los temas más trascendentales y diversas técnicas y sistemas constructivos.

Los temas planteados han sido analizados y recopilados de la (Tabla 16) se ha hecho una recopilación de las diversas formas de presentar estos temas, de tal manera que este material podría ser presentado principalmente en una modalidad presencial, con el fin de aclarar la mayor cantidad de dudas y corregir cualquier método previo que no se estuviera haciendo correctamente, una de las formas de presentar este material técnico sería basándose en diversas pedagogías pero una de las principales sería fundamentado en el método de enseñanza de Waldorf donde pretende enseñar con juegos y métodos creativos con el fin de ayudar en la relación del contenido para así asimilar mejor el aprendizaje, de esta manera se pretende prologar la información técnica, Cabe mencionar que gran parte de esta enseñanza se relaciona con la siguiente herramienta y se refuerza poniendo en práctica diverso de los temas vistos en esta etapa.



Ilustración 44 Taller técnico

Índice de Taller Técnico

Equipo de protección y seguridad

- ¿Cómo cargar correctamente?
- Uso correcto de escaleras
- Equipo de seguridad

Proceso de construcción

- Ubicación y preparación del terreno
- limpieza y nivelación del sitio
- Trazado de la obra
- Excavación para cimientos
- Cadenas de coronamiento de la cimentación.
- Materiales y herramientas de construcción
- Etapas previas a la construcción
- Acondicionamiento del terreno
- excavación de cimientos
- nivelación del terreno
- Como poner a escuadra un terreno
- Recomendaciones básicas
- Construcción de los cimientos
- llenado de cimientos
- Cimentación
- Trazado y replanteo
- Muros
- Criterios para el dimensionamiento de muros •
- Aparejos muros simples
- Aparejos de muros con contrafuertes
- dinteles y vigas de unión
- Refuerzos
- Vigas de cerramiento
- Encadenados de muros
- Encadenados que actúan como vigas soleras
- Construcción de las paredes
- Construcción de viga collar
- Segunda parte
- Firmes
- Tipos de amarre
- Albañilería
- Aspectos constructivos

Instalaciones

- Instalación eléctrica
- Instalación hidráulica y sanitaria
- Drenajes.
- Fosas sépticas
- Letrina de hoyo
- Séptico y sumidero

Ventanas y puertas

- Colocación de puertas y ventanas
- Refuerzo de marcos de ventanas y puertas
- Vanos para puertas y ventanas
- Colocación de remates para ventanas y puertas

Techos

- Estructuras para techos
- Cubiertas
- Elementos de relleno para losas
- Cubiertas aisladas de la estructura de muros

- Techos a dos aguas con tejas tipo Marsella apoyadas sobre las correas
- Construcción del techo
- Techos
- Entortado
- Remate de techo con teja y detalle de esquina tipos de cimientos

Clima

- Ambiente
- Climatología

Diseño

- Dibujo
- Agrupamientos
- Espacios mínimos
- Ventilación

Ensayos de la composición de la tierra

- Generalidades
- Ensayos de campo
- Propiedades de la tierra como material de construcción
- Análisis de la tierra
- La composición de la tierra
- Seleccionando la tierra
- Prueba de botella y estabilizadores más usados
- La tierra una materia trifásica
- Suelos apropiados
- Estabilización de suelos

Preparación del barro

- Mezclado
- Adición de fibras
- Estabilización contra el agua
- Reducción del contenido de arcilla
- Tratamientos especiales y aditivos
- Curado

Construcción con adobe

- Tratamiento de superficie
- Elaboración de adobes
- Dimensionamiento del adobe
- Moldes, desmoldeo y mesa
- Preparación del área de secado
- Almacenamiento, transporte
- Prueba de resistencia de adobes
- Muros de adobe
- Refuerzos internos
- Como deben quedar las esquinas cuando el aparejo es a tizones y a soga
- Refuerzo a manera de machones o columnas en esquinas en L y en F
- Refuerzo a manera de machones o columnas en esquinas en cruz
- Levantando las paredes con hiladas en aparejo a soga
- prueba para escoger el mortero de barro

Principales causas de fallas constructivas en adobe

- Dinteles sobre puertas y ventanas casa modelo
- Dimensiones de los elementos de madera y detalles típicos de techos
- Normas básicas

Bahareque (Quincha)

- Muros de bahareque
- Replanteo vivienda bahareque
- Puerta de entrada
- Apertura de huecos
- Muros de contrafuertes
- los cimientos
- Prueba de la cal
- Prueba de la barra de barro
- Materiales y costos
- Las formas más tradicionales de hacer las paredes de bahareque

Tierra apisonada (Tapial)

- Encofrados
- Herramientas
- Proceso de construcción
- Ejecución de vanos
- Aislamiento térmico
- Tratamientos de la superficie

Acabados

- Materiales y equipo
- pisos
- Piso de cal y arena
- Repellado de paredes
- Revoques y pinturas
- Acabado final
- Tarrajeo de muros apoyadas sobre las correas

Materiales alternativos

- Tierra
- Bambú
- Madera

- Cal
- nopal
- ixtle

Las eco técnicas

- Eco terminología conceptos básicos
- Fuentes de energía alterna
- Calefacción solar

Agua

- Ahorro de agua
- Contenedores de agua
- Captación y almacenamiento de agua
- Recarga de acuíferos
- Aguas negras
- Instalaciones de agua
- Aguas jabonosas
- Aguas blancas
- Instalaciones de agua blanca (conexiones)

La cocina mejorada

- La cocina tradicional y la cocina mejorada
- Partes de la cocina mejorada
- Ubicación de la cocina mejorada
- Estufas de leña
- Instalación de salida de humo y uso

La basura

- Composta
- Producción alimentaria
- Planta de tratamiento
- La basura

Construcción de jardín

- Plagas
- Hortaliza
- Escalonamientos
- Huertos

5.3. Taller practico

A portar ideas creativas, originales e innovadoras a través de un proceso técnico, practico y de retroalimentación grupal será uno de los propósitos para adquirir una autocrítica e ir más allá de solo hacer un taller, el taller práctico consistiría en llevar a cabo algunos de los temas vistos en el taller técnico, de esta manera se estarían vinculando con la parte teórica y se estaría orientando el conocimiento a la vida real pero con fines prácticos sin tener que extender la construcción en su totalidad, sino que se procuraría hacer ejercicios prácticos a diferentes escalas, así se podrían abarcar diversos temas y aumentar el criterio constructivo sin sacrificar una extensión muy prolongada en el tiempo de instrucción y un desgaste físico más que en algunas prácticas, este taller pretende ser lo más práctico y diverso para experimentar los diversos módulos y conocer más sobre los procesos que se pueden llevar a cabo en la autoconstrucción.

La segmentación de los módulos dependería de la cantidad de personas, pero se estaría pensado principalmente en segmentar y realizar un circuito con grupos de pocas personas con el fin de que puedan experimentar en su totalidad el material practico, al segmentar los grupos se daría la oportunidad de poder trabajar con la mayor cantidad de dudas que se pudieran presentar, también se estaría dando la oportunidad de realizar la mayor cantidad de ejercicios.



Ilustración 45 Kit del taller practico



Ilustración 46 Empaque del paquete del taller practico

Índice de taller Practico

Diseño

- Dibujo
- Agrupamientos
- Espacios mínimos
- Ventilación
- Ubicación de la vivienda

Equipo de protección y seguridad

- Materiales y herramientas de construcción
- ¿Cómo cargar correctamente?
- Uso correcto de escaleras

Ensayos para analizar la composición de la tierra

- Propiedades de la tierra como material de construcción
- Análisis de la tierra
- La composición de la tierra
- Seleccionando la tierra
- Prueba de botella y estabilizadores más usados
- Suelos apropiados
- Prueba del rollito
- Prueba de la bolita
- Estabilización de suelos

Preparación del barro

- Curado
- Reducción del contenido de arcilla o rebajado
- Mejoramiento de las características del barro mediante tratamientos especiales y aditivos
- Adición de fibras
- Estabilización contra el agua

Construcción con adobes

- Construcción del tendal
- Tratamiento de superficie
- Preparación del área de secado
- Preparación del barro
- Dimensionamiento del adobe
- Moldeo / desmoldeo
- Secado, almacenamiento y transporte
- Control de calidad
- Construcción de las paredes de adobe
- Refuerzos internos
- Como deben quedar las esquinas cuando el aparejo es a soga
- Como deben quedar las esquinas cuando el aparejo es a tizones
- Refuerzo a manera de machones o columnas en esquinas en L
- Refuerzo a manera de machones o columnas en esquinas en F
- Refuerzo a manera de machones o columnas en esquinas en cruz
- Levantando las paredes con hiladas en aparejo a soga

Tierra apisonada (Tapial)

- Proceso de construcción
- Encofrados
- Ejecución de vanos
- Aislamiento térmico

Bahareque (Quincha)

- los cimientos
- Muros de bahareque
- Puerta de entrada
- Apertura de huecos
- Muros de contrafuertes

Proceso de construcción

- Ubicación y preparación del terreno
- Trazado de la obra
- Nivelación el terreno
- Construcción de los cimientos
- Levantamiento de paredes
- dinteles y vigas de unión
- Aparejos muros simples
- Aparejos de muros con contrafuertes
- Refuerzos
- Vigas de cerramiento
- Encadenados de muros
- Encadenados que actúan como vigas soleras
- Construcción de las paredes
- Construcción de viga collar
- limpieza y nivelación del terreno
- Excavación para cimientos
- Cadenas de coronamiento de la cimentación.
- Firmes
- Albañilería
- Como poner a escuadra un terreno
- Criterios para el dimensionamiento de muros

Ventanas

- Dinteles sobre puertas y ventanas casa modelo 1
- Colocación de puertas y ventanas
- Refuerzo de marcos de ventanas y puertas

Techos

- Construcción del techo
- Cubiertas aisladas de la estructura de muros
- Techos a dos aguas con tejas tipo Marsella apoyadas sobre las correas

Acabados

- pisos
- Piso de cal y arena
- Repellado de paredes
- Revoques y pinturas
- Acabado final

Agua

- Ahorro de agua
- Contenedores de agua

La basura

- Composta

Construcción de jardín

- Hortaliza

5.4. Taller Online

La modalidad Online pretende solucionar cualquier circunstancia en la que el capacitador no pueda tener disponibilidad de dar un taller presencial, de esta manera el taller podría ser grabado y compartido en una modalidad Online y si no hay disponibilidad de una red de internet se contaría con material pre grabado el cual pueda ser mostrado en las telesecundarias de las localidades más cercanas, esta opción también proporcionaría una línea de ampliación de territorio, lo que significa que se podría mostrar el contenido en comunidades con una mayor dificultad de traslado así las personas no tendrían que acudir a un lugar muy lejano.

Actualmente, en varias comunidades ya utilizan una modalidad donde tienen acceso a un equipo digital con clases previamente grabadas y estas son utilizadas principalmente en las telesecundarias o en el nivel de bachillerato, sin embargo, estas áreas no están solo limitadas a los alumnos ya que pueden ser utilizadas con previo aviso para otros fines educativos. Y de no ser el caso se estarían solicitando permisos para llevar a cabo la difusión del material.



Ilustración 47 Taller online

5.5. Bitácora de tierras

Esta herramienta tiene como fin vaciar los resultados obtenidos dentro de cada prueba de detección de tierra realizada en campo, en ocasiones se realizan pruebas, pero no hay una evidencia escrita, por tal motivo se necesita algo que ayude evaluar a recopilar toda esa información obtenida en campo obteniendo más posibilidades de pruebas, normalmente el proceso queda nada más en campo, por tal motivo teniendo una bitácora de resultados se puede obtener mejores estadísticas, de lo contrario se podría dar la oportunidad en la que se presenten suposiciones que puedan variar los resultados verdaderos por el hecho de dar un mal dato o no recordar con certeza los verdaderos resultados, respectivamente esta bitácora podría servirle a cada persona que esté involucrada en el proyecto constructivo, ya que al tener más claro de que está compuesto el material se pueden tomar decisiones a la hora de seleccionar una técnica en especial o de ser el caso ver con cual se podría mezclar, a la vez este prototipo pretende ayudar en la identificación de otros factores que pueden pasar de desapercibido en las pruebas de cada material.



Ilustración 48 Bitácora de tierra

5.6. Ficha Técnica

La siguiente herramienta estaría pensada en un formato físico que a su vez pueda ser digital y que pueda ser difundido en los talleres presenciales, dando una breve síntesis de lo aprendido en talleres presenciales, esto sería una pieza más de las herramientas, la cual funciona como una modulación y complemento de la herramienta previa, pero que a su vez sea de utilidad en un uso singular y aislado.

La ficha podría estar contando con alguno de los diversos temas vistos en las herramientas anteriores, esto por buscar la conexión continua entre cada una de ellas, funcionando como una segmentación del conocimiento de la construcción con tierra, sin embargo uno de los principales objetivos de esta herramienta es que funcione como un recordatorio rápido de los pasos a realizar, aunque también cabe mencionar que mediante un código QR se estaría generando la conexión con otra de las herramientas, la cual su función es abarcar con más detalles cada uno de los puntos vistos en esta ficha técnica.



Ilustración 49 Fichas técnicas

5.7. Manual digital de construcción con tierra

Esta herramienta es una de las piezas claves ya que es la que recopila más información y conecta con las demás, involucra contenidos estratégicos de las herramientas previas y se adapta a las próximas permitiendo agregar un contenido más enriquecedor, el cual extiende las posibilidades de expandir y reafirmar el conocimiento adquirido sobre la autoconstrucción con tierra y los factores claves considerados para mejorar todo el proceso clave.



Ilustración 50 Manual digital de construcción

5.8. Calculadora de Adobes y Materiales

La calculadora de Adobes tiene el fin de facilitar el cálculo que normalmente se hace manual o incluso ni se llega a realizar y se deja a un estimado, esta calculadora te dice cuántos adobes son necesarios por metro cuadrado, también te ayuda sacar las cantidades aproximadas dependiendo del acomodo en el que uno lo haga, si a tizón, sogá o papelillo. A su vez se puede contar con datos de la mezcla aproximada del mortero, pintura y metros cúbicos necesarios para repellar un muro.

Alguno de estos cálculos se presenta en aproximados de medidas que puedan dar referencias, tales como sacos, caretillas o cubetas, esto con el fin de facilitar la interpretación de los resultados y poder llevar un mejor conteo del material requerido o construido.

Esta herramienta tendrá la vinculación de ser utilizado dentro del Manual digital o a su vez ser utilizada como una herramienta aislada.

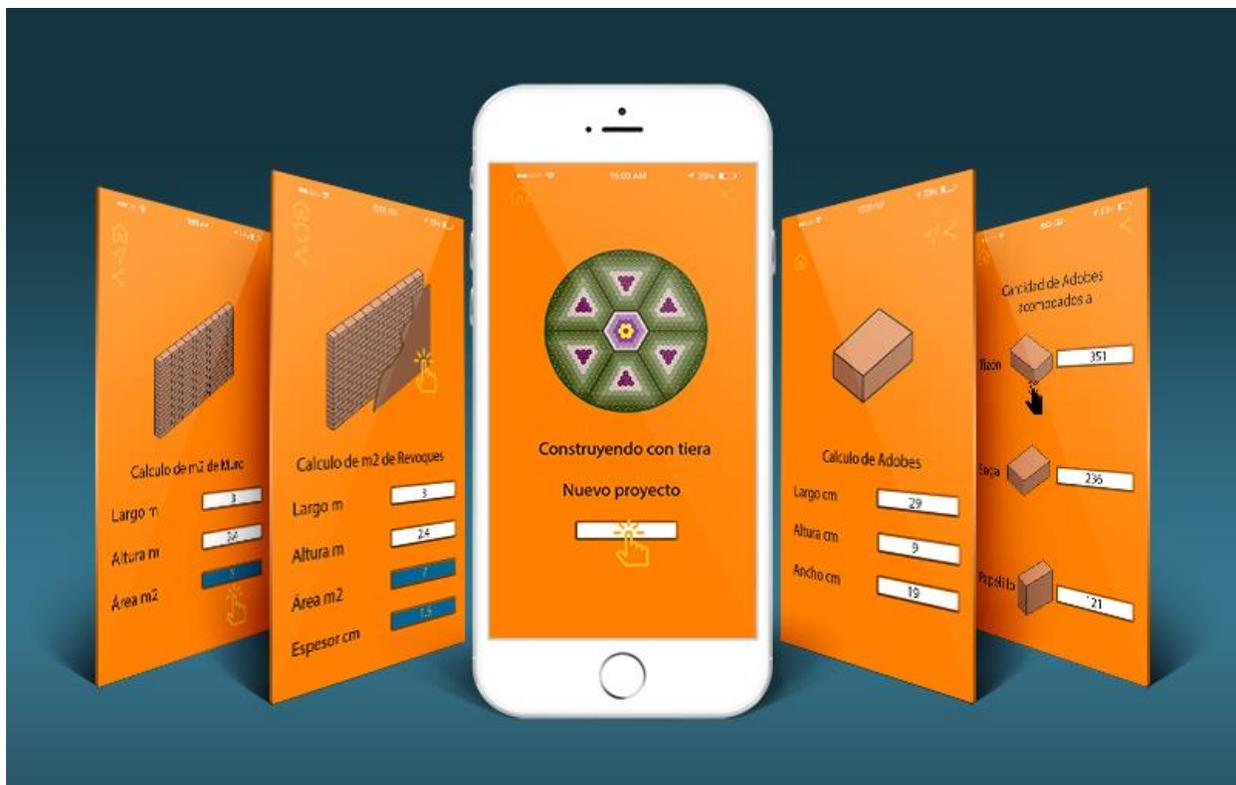


Ilustración 51 Calculadora de Adobes

5.9. Calculadora económica de materiales

Esta herramienta cumple la función de una calculadora económica de materiales y tiene como objetivo ayudar en contemplar la mayor cantidad de materiales necesarios dentro de un proyecto, se presenta en formato de lista y se ponen recomendaciones de cantidades necesarias para poder llevar a cabo una autoconstrucción, estos cálculos serán aproximados ya que los precios pueden variar, por tal motivo se vincula con el manual digital para poder ser utilizada dentro y aisladamente del manual siendo editable, esto facilitaría poner los precios locales de cada persona que la use.

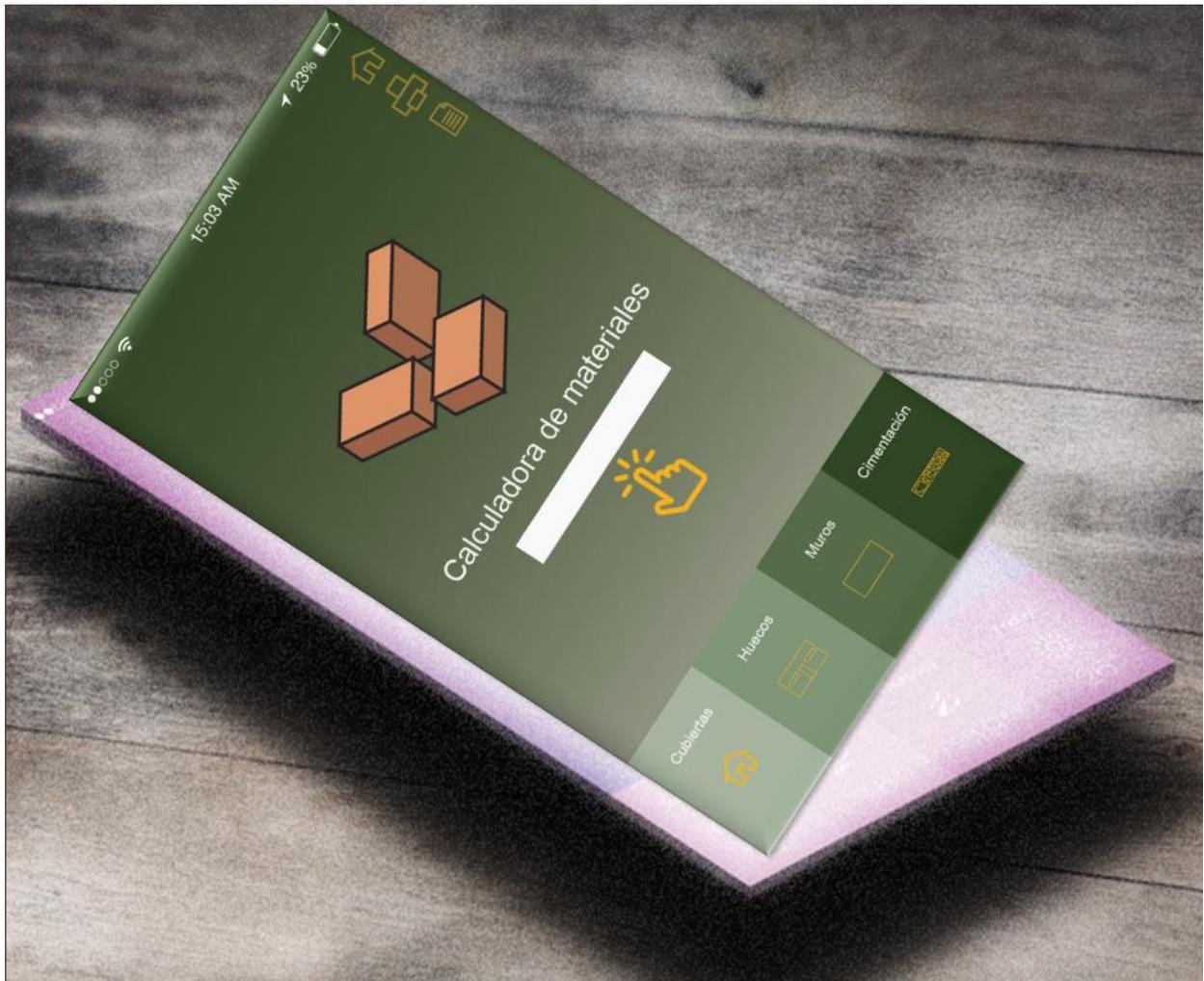


Ilustración 52 calculadora de materiales

Metodología Triz

Triz es una metodología rusa que ayuda a resolver problemas de inventivas, fue desarrollada por el inventor y escritor de ciencia ficción Genrich Altshuller y sus colegas desde 1946. Ellos se encargaron de analizar alrededor de 400.000 patentes tecnológicas y encontraron ciertas regularidades y pautas básicas que gobernaban el proceso de resolución inventiva de problemas.

Es por esa razón que esta herramienta busca la actualización continua en el conocimiento, ya que es una de las claves para proponer nuevas estructuras de trabajo de tal manera que nos permite salir de la rutina, sin embargo, estas son acompañadas de los fundamentos técnicos y teóricos, estos han sido trascendentales en las raíces del diseño a lo largo del tiempo. Pero a su vez se busca un toque que promueva un desafío que rompa con lo cotidiano, he de ahí donde surgen diversas ideas de innovación, con el fin de seguir y crear tendencias creativas que faciliten el trabajo y las tareas que se llevan en la vida cotidiana.

40 principios inventivos

1.Segmentación
2.Extracción
3.Calidad Local
4.Asimetría
5.Consolidación
6.Universalidad
7.Anidado (Matrioska)
8.Contrapeso
9.Contra-acción Anticipada
10.Acción Anticipada
11.Amortiguamiento anticipado
12.Equipotencial
13.Al contrario/invertir
14.Esfericidad
15.Dinámica
16.Acción Parcial o Excesiva
17.Transición a otra Dimensión

18.Vibración Mecánica
19.Acción Periódica
20.Continuidad de Una Acción
21.Esquivar/Acelerar el Paso
22.Convertir el Daño en Beneficio
23.Retroalimentación
24.Intermediación
25.Autoservicio
26.Copiado
27.Desechable
28.Remplazo de Sistema Mecánico
29.Construcción Neumática o Hidráulica
30.Membrana Flexible / Capa Delgada
31.Material Poroso
32.Cambio de Color o Iluminación
33.Homogeneidad
34.Rechazar o Regenerar Partes
35.Cambio de Parámetros
36.Transformación de Propiedades
37.Expansión Térmica
38.Oxidación Acelerada
39. Ambiente Inerte
40.Materiales Compuestos

Tabla 19 Los 40 principios inventivos

5.11. Vivienda sustentable

Siendo Sustentable más que una herramienta es un método de vida que busca la sustentabilidad en diferentes áreas, esta complementa todas las herramientas previas de tal manera que las mezcla para generar una sinergia demostrando que cada herramienta es pieza clave para alcanzar los aprovechamientos del territorio al máximo, este método de vida propone ideas que se pueden aplicar para mejorar el estilo de vida adquiriendo conocimientos que ayuden en la elaboración de huertos, el aprovechamiento del agua, el conocimiento de algunas eco tecnologías, el mantenimiento y optimización de algunos procesos dentro de la vida diaria, se agrega como un módulo extra dentro del manual digital, esto quiere decir que no necesariamente forma parte de las técnicas de construcción con tierra si no que es un apartado exclusivo que se anexa proporcionando ideas que mejoren el estilo de vida posterior a la elaboración de un espacio habitable.

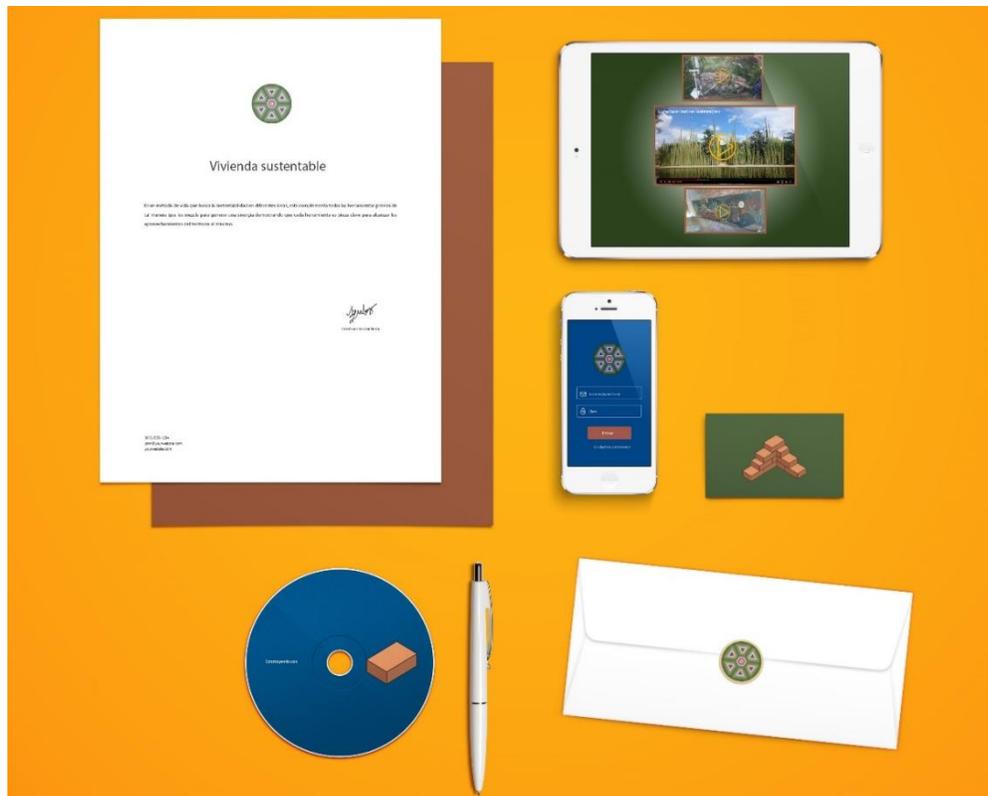


Ilustración 53 herramienta de la Vivienda sustentable

5.12. Primera aproximación de resultados de las herramientas metodológicas

En un primer acercamiento para comprobar lo que podría ser el resultado de las herramientas, se tuvo una entrevista con Tu Techo para conocer la opinión de la funcionalidad de éstas, basado a los datos obtenidos se concluyó que las herramientas podrán ser aceptadas dentro de la comunidad y ser utilizadas en diferentes localidades, sin embargo también se detectó que así mismo como pueden prometer una buena aplicabilidad, se debe de considerar un trabajo que involucre una mayor relación social donde se trabaje una armonía social e invite al usuario a hacer uso de estas herramientas por voluntad propia, ya que parece ser que dentro de las preocupaciones principales actuales de algunos de los jóvenes adultos principalmente de prepa y algunas familias Wixaritari de San Andrés Cohamiata no está como principal necesidad o preocupación en generar y recuperar una arquitectura vernácula, la perspectiva de alguno de estos Wixaritari apunta a ser diferente, en otras palabras se ha detectado que algunos tienen el enfoque de salir y experimentar oportunidades en otro lugar.

A pesar de formar parte de una cosmovisión diferente a la del habitante urbano común, se puede entender la idea de que quieran salir y conocer más sobre las costumbres tradicionales urbanas. En primer lugar, pueden tener la oportunidad de estudiar y crecer en el área profesional, en suma, tienen la oportunidad de obtener un trabajo que les proporcione una mejor estabilidad económica, sin embargo, la adaptación a una vida tradicional urbana podría traer repercusiones en la modificación de la arquitectura vernácula. Por otra parte, se tendría que indagar más a fondo para rectificar si esto podría intervenir en la estabilidad vernácula actual.

A pesar de encontrar una debilidad en la aplicación hacia las personas quienes se tenía pensado, se podría ir a la inversa y enfocar las herramientas a una generación aún más joven, al menos para crear y concientizar sobre la importancia de su identidad como cultura constructiva.

CAPÍTULO 6

6. Conclusiones y/o recomendaciones

En la composición natural de la tierra se encuentra una justificación de uso y la primera de ellas está en su extraordinaria abundancia: a comparación de otros materiales la tierra nos proporciona el 74% de la corteza terrestre: lo que determina su fácil y amplia disponibilidad y como consecuencia su bajo costo sin mencionar que es un material al que se le puede dar rehusó sin tener que pasar por procesos muy complicados como es el caso de otros materiales de construcción, tiene un aporte al medio ambiente y reduce las emisiones de CO₂.

Por otra parte, las técnicas de construcción que se emplean con la tierra, suelen ser fáciles de aprender e instruir, no requieren equipos refinados para generar una autoconstrucción, lo que facilita su aplicación, sin embargo, se puede llegar a un proceso industrial y comercial.

Estas técnicas además contribuyen al ahorro de otros materiales como es el caso de los agregados y el cemento, ya que puede destinarse a obras, donde no se necesita tierra como recurso base. Además, si la comparamos, en un consumo de energía con otros materiales de la construcción, se puede identificar que resulta aportar un gran beneficio ambiental y sin duda alguna un gran aporte en el ahorro económico, ya que no se suele ocupar de gran cantidad de herramientas ni maquinaria pesada o de energía eléctrica, al menos que se quiera optimizar la producción en tiempo y volumen, pero bien esta puede ser exitosamente ejecutado por una familia.

La tierra no es sólo un material histórico. Hoy es también un material de construcción para más de 1500 millones de personas que viven en construcciones de tierra. Los antecedentes históricos han migrado estas técnicas desde hace más de 9000 mil años creando una cadena de arquitectura vernácula alrededor de diferentes lugares en el mundo.

La autoconstrucción y la obtención de material proveniente de San Andrés, es una forma de construcción que permite a personas de escasos recursos poder construir un patrimonio para sus familias; la fabricación de adobe en sitio es un proceso que abarata directamente el costo total de la construcción, ya que les permite inclusive hasta obtener gratuitamente un elemento constructivo de buena calidad. El adobe que se fabrica en San Andrés cumple con los requerimientos necesarios para ser un elemento principal en la autoconstrucción que se está dando, cumpliendo las pruebas de resistencia.

El sistema constructivo que se propone mediante la fabricación de Adobes permite a la familia poder construir de manera sustentable y económica una vivienda de buena calidad, utilizando el material endémico, que como se muestra en este trabajo cumple con los requerimientos de cargas sísmicas necesarios, sin embargo esto tendrá que ser reforzado por una correcta edificación en la que se contemplen los posibles errores comunes, tales como la correcta construcción de una cimentación, la elaboración de una buena técnica constructiva de tierra, la colocación correcta del material, tanto en muros como los dinteles de puertas y ventanas, una cubierta que cumpla con la función de proteger adecuadamente tanto el interior como las cargas que se puedan ver implicadas, sin generar repercusiones en los muros, tener los debidos cuidados y precauciones para las temporadas de lluvia y un correcto mantenimiento.

Por otra parte, en una zona Wixárika y en una comunidad como la de San Andrés Cohamiata que está ubicada en la sierra madre occidental, donde las localidades a veces tienen un acceso complicado a diversos tipos de materiales por su costo de transportación o el precio que estos mismos tienen, la posibilidad de poder fabricar su propio material y poder usarlo para

realizar una autoconstrucción se vuelve invaluable y de suma importancia para la comunidad y la extensión de vida en su arquitectura vernácula.

Además, la aportación que se vincula con los objetivos del desarrollo sustentable considera abonar ambiciosamente a los indicadores que proponen los objetivos: 3 salud y bienestar, 4 educación de calidad, 8 trabajo decente y crecimiento económico, 9 industria innovación e infraestructura, 11 ciudades y comunidades sostenibles, 12 producción y consumo responsable y por último al 13 acción por el clima ver (Tabla 7).

Las herramientas metodológicas elaboradas tuvieron diversos fines y un proceso de iterar constantemente, sin embargo, la tierra detectada en las pruebas de campo permitió generar diferentes experimentos por lo que se ha llegado eventualmente a la conclusión que la implementación de diversas técnicas de construcción, como el bahareque, cob, tapial, sacos de tierra, entre otras pueden ser una ventana de oportunidad para la construcción sustentable. Por otra parte, éstas quedarán expuestas al libre uso de cada persona.

Uno de los casos que queda abierto para futuras pruebas es la implementación y el aprovechamiento de la vegetación, tal como la basura de pino, maderas flexibles u otras opciones que se presenten de acuerdo al entorno, la idea es dejar sembrada la idea de la innovación y experimentación continua con los materiales locales, la implementación de experimentos podría agilizar el proceso y optimizar su construcción actual, así mismo la implementación de las herramientas busca encontrar las ventajas, fortalezas y debilidades constructivas de cada persona que haga uso de estas, la única orientación que se debe de cumplir para utilizarlos es que cumplan con el lineamiento planteado.

La extensión de línea que busca este TOG es la de difundir el conocimiento y ser un modelo replicable en otras comunidades y lugares donde las futuras generaciones puedan experimentar con modos alternos de construcción con el material local, tal es el caso de la implementación de técnicas constructivas innovadoras, fibras e inclusive hacer pruebas en campo con nuevos procesos constructivos y propuestas que busquen aprovechar los recursos más próximos al máximo. Así mismo las herramientas metodológicas buscan identificar, resolver y mejorar la mayor cantidad de problemas que se puedan presentar al generar una autoconstrucción, después de esto el sistema constructivo actual deberá mejorar.

eventualmente el uso de las herramientas metodológicas digitales buscan posicionarse en las futuras generaciones, es decir que serían capaces de adaptarse a un modelo para dar apoyo y asesoramiento a distancia, de este modo no importara la distancia o cualquier otro inconveniente inesperado que no pueda ser controlado o que pueda afectar en el acercamiento a alguna posición geográfica específica, aunque se deberá manejar un plan donde se siga iterando para adaptarse a las necesidades futuras ya que estas se mantendrán en un cambio constante y es ahí donde se deberán de preparar las futuras herramientas metodológicas.

Referencias

- Azcapotzalco, M. (n.d.). Rodríguez V. Manuel et Al *Introducción a La Arquitectura Bioclimática LIMUSAUAMxico, 2001 SRC.*
- (CEPAL), C. E. (2018). *La ineficiencia de la desigualdad* . Santiago: CEPAL.
- Alderete, H. J. (2010). *Vivienda de interés social*. 5.
- Álvarez, M. C. (2010). *Sistema estructural de quincha metálica*. Valladolid : Tradición e innovación .
- Ángel Priego, G. B. (2015). *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes*. México.
- Biodiversidad, L. C. (2017). *Capital natural de México - Evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales* . México: Conabio .
- Blondet, M. (2010). *Manual de construcción con Adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras*. Perú.
- Caso, A. D. (1990). *La casa ecológica autosuficiente para clima cálido y tropical* . México: Concepto, s.a.
- CDI México. (09 de noviembre de 2010). *Turismo alternativo*. Obtenido de <http://www.cdi.gob.mx/turismo/>
- Cesarman, F. C. (1984). *Paisaje roto: la ruta del ecocidio*. Texas: Ediciones Océano.
- Chico, B. V. (25 de Mayo de 2013). *Sabemos Construir*. Obtenido de <http://sabemosconstruir.com/2013/05/27/conglomerante-y-conglomerado/>
- CONAVI. (2008). *Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático*. Ciudad de México: CONAVI.

Corral, J. T. (2008). *EL SUELO-CEMENTO COMO MATERIAL DE*. República Dominicana.

EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/S%C3%ADlice>

ENH. (2017). *Encuesta nacional de los hogares*. México: Instituto nacional de estudios geográficos.

Escobedo, C. J. (1992). *Estabilización de tierra para construcción de viviendas* . México.

FAO. (septiembre de 2018). *Organizacion de las Naciones unidas para la alimentación y la agricultura* . Obtenido de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

Ferrex. (11 de Septiembre de 2018). *abastecedora de materiales de construcción*. Obtenido de <https://www.materialesparaconstruccion.com.mx/tipos-de-grava-para-construir/>

Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2018). *fibras y normas de colombia S.A.S*. Obtenido de <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/sedimentacion-definicion-tipos-aplicaciones-y-usos/>

Geiger, O. (2011). *Earth bag Building guide*. USA.

HABITAT, O. (2011). *INFORME MUNDIAL SOBRE ASENTAMIENTOS HUMANOS 2011 LAS CIUDADES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO:PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS*. Río de Janeiro, Brasil: earthscan.

INEGI. (2006). *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología*. Aguascalientes.

INEGI. (2006). *Guía para la interpretación de Cartografía. Edafología*. . México.

INEGI. (26 de Junio de 2010). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/default.html>

INEGI. (2015). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/default.html>

INEGI. (2017). *INEGI*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas>

- INFONAVIT. (2018). *ÍNDICE BÁSICO DE LAS CIUDADES PRÓSPERAS*. México, Jalisco.
- Joquera, S. N. (2012). *Culturas constructivas que conforman el patrimonio chileno construido en tierra*. Florencia, Italia: Universidad de Florencia.
- José Luis Iturrioz Leza. (2003). *José Benítez y el arte huichol. La semilla del mundo*. México: CONACULTA .
- Lumbholtz, C. (1986). *El arte simbólico y decorativo de los huichole*. México: INI.
- Minke, G. (1991). *Manual* . Alemania.
- Minke, G. (1991). *Manual de construcción en tierra - la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Alemania .
- Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra* . Alemania.
- Montenegro, G. J. (02 de Octubre de 2011). *Civilgeeks*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/10/02/la-compactacion-de-suelos/>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible una oportunidad para América Latina y el caribe* . Santiago: LC/G.2681-P/Rev.3.
- National Geographic. (10 de Enero de 2017). *Historia National Geographic* . Obtenido de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/tulou-fujian-fortalezas-olvidadas-china_9261/1
- Neurath, J. (2013). *La vida de las imágenes, Artes de México*. México: CONACULTA .
- Operquim. (2018). *Operquim*. Obtenido de <https://operquim.com/product/hidroxido-calcico/>
- Palomo, B. C. (2015). *De vivienda urbana a vivienda sustentable en la Ciudad de México*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Patricio. (04 de Agosto de 2013). *Química y algo más*. Obtenido de <https://quimicayalgomas.com/salud/las-micelas/>

- Pérez, G. J. (2016). *¿Qué es la arquitectura vernácula?* Valladolid: Ediciones Universidad de Valladolid.
- Pumpelly. (1908). *Exploration in Turkestan*. Washinton.
- QuimiNet. (20 de Junio de 2006). *quiminet*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/que-son-las-arcillas-10078.htm>
- Revista ARQHYS. (Diciembre de 2012). *Arqhys*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/articulos/arenas-tipos.html/>
- Revista ARQHYS. (Diciembre de 2012). *Arqhys*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/construccion/aditivos-tipos.html>
- Ruiz Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. doi:<http://dx.doi.org/10.14350/rig.31016>
- Selecciones. (2015). ¿Qué es el limo? *Selecciones*, 1.
- SENA. (2013). *Aplicación de herramientas metodológicas en investigación: Formulación de proyectos en ciencia, tecnología e investigación*. SENA.
- tenopalarr. (02 de Junio de 2012). *blogspot*. Obtenido de <http://tenopalarr.blogspot.com/2012/06/cohesion-adhesion-tension-superficial.html>
- Textos Científicos. (16 de Junio de 2005). *Textos científicos*. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/introduccion>
- Torres, R. M. (1980). *Vida y arte de los huicholes*. Guadalajara : tm. II, s/ed .
- Tu Techo. (2018). *Tu Techo Mexicano de Occidente A.C*. Obtenido de <http://tutecho.org.mx/quienes-somos/>
- Turner, V. (2007). *la selva de los simbolos, siglo XXI*. México.
- Unidas, N. (noviembre de 2018). *ONU MÉXICO*. Obtenido de <http://www.onu.org.mx/>

Universidad de Zaragoza. (6 de diciembre de 2012). *docsity*. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/atraccion-electrostatica-apuntes-quimica-inorganica/219108/>

Van Lengen, J. (1983). *El canto del arquitecto descalzo*. México: Porfirio Diaz.

Villarino, O. A. (s.f.). *Ciencia y tecnología de los materiales*. Escuela Politécnica Superior de Ávila.

Villegas, L. (2016). El universo religioso de los huicholes. *Americania* , 45.

Zingg, R. (1982). *Los huicholes. Una tribu de artistas*,. México: tm. II, INI.

Grohmann, M.: Introducción al diseño Sismorresistente, en: Laboratorio de Construcción Experimental, Universidad de Kassel (ed.): Viviendas sismo resistentes (Informe no publicado), Kassel, Alemania, 1998

Houben, H.; Guillaud, H.: *Earth Contraction Primer*, Bruselas, Bélgica 1984

Anexos

- Tablas agregadas dentro del TOG
- Lamina de vegetación
- Mapas de la Sub cuenca Rio San Atengo
- Herramientas metodológicas