



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Arquitectura

Tesis

Diseño y Construcción con Tierra compactada (Tapial) en Tierra caliente Mich.

Que para obtener el grado de
Arquitecta

Presenta:

María Lizbeth Vargas Gallegos

Asesor: Víctor Hugo Bolaños Abraham

Taller Experimental de Vivienda (TEV) Morelia Mich. Noviembre de 2022

ÍNDICE

Dedicatoria.	4	3.2 Afectaciones Físicas Existentes	31
Agradecimientos	4	3.3 Climatología.	32
Resumen	5	3.4 Vegetación y fauna	36
Abstrac	5	4.1 Equipamiento Urbano	38
Introducción	6	4.2 Imagen Urbana	38
Problemática	7	4.3 Vialidades Principales	38
• Objetivos.	10	5.1 Analogías arquitectónicas	44
1.1 Conceptos Básicos.	13	5.2 Perfil de usuarios	47
Tierra	13	5.3 Análisis programático y diagramático.	47
1.2 Referentes Evolutivos del Tema.	14	5.4 Análisis gráfico y fotográfico del terreno.	49
1.4 Análisis Situacional del Problema a Resolver	20	6.0 Método constructivo	53
2.1 Construcción histórica del lugar	22	6.1 Tipos de tierra.	53
2.2 Análisis estadístico de la población a atender.	24	6.2 Apisonador	55
2.3 Análisis de hábitos culturales de los futuros usuarios	25	6.3 Agregados	56
2.4 Aspectos económicos y políticas relacionados con el proyecto.	26	6.4 Ventajas de construir con tierra.	56
2.5 Análisis de viviendas típicas en Tiquicheo Mich.	26	7.0 Proyecto.	59
3.1 Localización	31	7.1 Planos arquitectónicos	60
		7.2 Instalaciones	65
		7.3 Planos Estructurales.	71

7.5 Instalación Eléctrica	79	9.1 Justificación del proyecto	105
7.6 Análisis de recorrido solar y de viento	89	9.2 Resultado final.	112
7.7 Gráficos del proyecto	91	9.3 Continuidad del muro.	117
7.5 Molde	96	Bibliografía	128
7.6 Presupuesto	97	Índice de imágenes	130
9.0 Materiales y proceso Constructivo	102		

Dedicatoria.

A mis padres, por darme la vida, por guiarme y ayudarme en todo momento a forjar mi camino, por enseñarme a vivir, a disfrutar los pequeños y grandes momentos, a mis hermanos que de igual manera siempre me apoyaron y alentaron a seguir adelante.

Por su paciencia, cariño y confianza dedico este trabajo a mi familia.

Agradecimientos

A mis padres Eustolio Vargas y Roselvia Gallegos y a mis hermanos Nancy y Eustolio Vargas por siempre brindarme su apoyo y nunca limitarme. Por enseñarme que puedo lograr lo que me proponga.

A mi cuñado Alfredo Cortes, por su apoyo y aliento, y a mis sobrinos por su amor incondicional

A mis amigas de la facultad Nallely, Nancy y Azalea, por los buenos y malos momentos, la compañía y la convivencia a lo largo de la carrera, por compartir el estrés, las desveladas y ser también maestras.

A Sofia, Sandy, Tony, Brian y demás amigos que siempre estuvieron en los buenos y malos momentos.

A Michelle, por su amistad y todas las aventuras que compartimos a lo largo de la carrera.

También agradezco a la facultad de arquitectura por formarme en la carrera y enseñarme que tan lejos puedo llegar y llevarme en ocasiones hasta mis límites y sobre todo por brindarme a mis amigos.

A mi asesor por la paciencia y sus consejos a lo largo de la carrera.

Finalmente me agradezco a mí por no desistir y culminar esta meta.

Resumen

La falta de información y el empeño por ser parte de un mundo contemporáneo, puede generar un estilo de vida incómodo por buscar pertenecer a él, la catalogación social de ciertos materiales puede generar un rechazo o una aceptación hacia estos, independientemente de si son o no materiales aptos para la construcción en x lugar. Tal es el caso de esta investigación donde se propone un nuevo método constructivo con tierra en la zona, ya que los existentes fueron degradados y rechazados por la sociedad, pese a que el material es el adecuado por el clima de la región.

La investigación y experimentación de muros de tapia o tierra compactada, que se desarrolla en este documento, se basa en la aplicación de estos en Tiquicheo Michoacán una de las regiones de tierra caliente del estado, donde se busca incluir este nuevo método para la región, con la idea de demostrar que la edificación con tierra no es por cuestiones de pobreza y que se pueden obtener acabados aceptables estéticamente además de que también son muros o construcciones duraderas y resistentes en cuanto a soportar cargas, además de que la tierra es un material térmico apto para la zona.

Se busca también, fomentar el uso de materiales locales y naturales, para reducir un poco la contaminación generada por la construcción, ya que la tierra es un material que se puede reintegrar al medio ambiente una vez que se demuelen los muros, entre otras ventajas del material.

Palabras clave: Vivienda, tierra, tapia, autoconstrucción, termicidad.

Abstrac

The lack of information and the effort to be part of a contemporary world, it can generate an uncomfortable lifestyle by seeking to belong to it, the social cataloging of certain materials can generate a rejection or an acceptance towards these, regardless of whether or not they are materials suitable for construction in x place. Such is the case of this research where a new construction method with earth in the area is proposed, since the existing ones were degraded and rejected by society, despite the fact that the material is adequate due to the climate of the region.

The research and experimentation of walls of rammed earth or compacted earth, which is developed in this document, is based on the application of these in Tiquicheo Michoacan one of the hot land regions of the state, where it seeks to include this new method for the region, with the idea of demonstrating that building with earth is not for reasons of poverty and that aesthetically acceptable finishes can also be obtained that they are also walls or constructions durable and resistant in terms of supporting loads, in addition to the earth is a thermal material suitable for the area.

It also seeks to promote the use of local and natural materials, to reduce a little the pollution generated by construction, Since earth is a material that can be reintegrated into the environment once the walls are demolished, among other advantages of the material.

Keywords: Housing, earth, wall, self-construction, thermicity.

Introducción

El tema a desarrollar en esta investigación es la construcción con tierra, donde se aborda de manera general el uso o aplicación, que puede tener en la construcción, pero el tema principal es, la construcción con tierra compactada, también conocida como Tapial. Por ello el nombre dado a esta investigación de Diseño y Construcción con Tierra Compactada en Tierra Caliente, ya que la investigación se centra en la región de Tiquicheo Mich., donde se observó un problema en las viviendas actuales de la comunidad, ya que en su mayoría estas son de acero, concreto, tabique y demás materiales contemporáneos, esto con la idea de representar un mejor estatus económico, y que la vivienda sea más duradera, con esto las viviendas típicas y más comunes de la región se van degradando, y por ende, las viviendas de adobe o bahareque, existentes son consideradas de baja categoría y calidad, evitando así construir con este material, pese a que estas viviendas son las más adecuadas para la región, gracias a la termicidad que posee la tierra.

Se espera conseguir una investigación precisa de la construcción con Tierra Compactada, para así poder proponer este método en la región de Tiquicheo, ya que la construcción con Tapia es completamente desconocida en la región, y probablemente, al proponer un método diferente de construcción con tierra las personas puedan aceptarlo y cambiar su perspectiva de la construcción con tierra. Desafortunadamente, es muy común que en las regiones rurales como es el caso de Tiquicheo, se busque ser parte de la modernidad y se traten de imitar las construcciones y los estilos de las viviendas, de zonas urbanas, dejando de lado los materiales que son convenientes para el lugar. De esta manera se van imponiendo nuevas formas y materiales en la región, todo esto con idea de tener algo nuevo y moderno, por lo tanto, se espera obtener información suficiente, para proponer un nuevo sistema constructivo con tierra en la región, ya que la construcción con tierra compactada es una de las más antiguas del mundo pero no es conocida en esta zona, esto con la idea de que al ser un método nuevo, o bien con un acabado diferente, se dejen de lado las etiquetas y malas referencias que tienen las construcciones de adobe y bahareque, que son las existentes y conocidas en Tiquicheo.

Las viviendas en esta región suelen tener un sistema de enfriamiento artificial, ya que suelen estar muy calientes por las altas temperaturas de la zona, y además, por el material con el que están hechas ya que estos suelen absorber el calor y conservarlo por mucho tiempo, ya que no son materiales térmicos, actualmente por la inseguridad las viviendas ya no conservan la forma tradicional de portales y viviendas abiertas, que permiten la entrada de corrientes de aire, actualmente las viviendas son en su mayoría completamente cerradas, lo que provoca que el calor se conserve aún más en el interior de estas. En las viviendas existentes de adobe, se vuelve más tolerable el clima incluso sin un sistema de enfriamiento artificial, ya que estas, no retienen el calor de la misma manera que las viviendas de materiales contemporáneos.

De manera general se puede decir que, con esta investigación, se busca crear una vivienda que sea reconfortante para los usuarios, gracias a la termicidad de la tierra, teniendo como línea de exploración principal para este proyecto, la técnica tradicional de construcciones de tapia en conjunto con métodos modernos.

Problemática

El municipio de Tiquicheo Michoacán ubicado en la región de tierra caliente, donde se propone la intervención, tiene en su mayoría viviendas elaboradas o construidas de concreto, tabique y acero, pero estas construcciones o en este caso viviendas, se suele conservar el calor dentro de ellas, ya que el material suele retener el calor y esto hace que la vivienda sea un lugar poco agradable y se recurra al uso de medios artificiales, para que sea más agradable y tolerable el estar dentro de la vivienda, como el uso de ventiladores o sistemas de aire acondicionado, y además de la contaminación que generan estos últimos, con su uso prolongado y gracias a las altas temperaturas de la región y la sequedad de ciertas épocas del año, se suelen generar fallas en la electricidad, o daños en las protecciones del cableado.

La región de Tierra Caliente en el estado de Michoacán, tiene una gran diversidad y particularidad de paisaje, ya que al menos la mitad del año se tienen paisajes secos y un tanto desérticos, y el resto del año se tienen paisajes verdes y coloridos, ya que el clima del lugar varía entre un clima cálido, semiseco y templado, siendo el clima cálido el que más perdura en la región de Tiquicheo Mich., donde se plantea dicha investigación, esto con la intención de manifestar la importancia de los materiales tradicionales para la construcción en esa zona y la oportunidad de trabajar con los recursos naturales del lugar.

En Tiquicheo casi todo el año se tiene una temperatura de 30°C, la mínima suele ser de 15 o 13°C y se alcanzan temperaturas de hasta 40°C, en verano la temperatura no suele bajar de 20°C, incluso por las noches que se supone la temperatura baja, y esto provoca que en ningún momento la casa pueda refrescarse o eliminar el calor que adquirió durante el día, por otro lado, las viviendas de adobe suelen ser de cierta manera más frescas y cómodas que las de "material", la temporada de lluvia es bochornosa y nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es muy caliente durante todo el año.

Problemáticas principales identificadas:

- Altas temperaturas.
- Construcción con materiales poco térmicos.
- Mala ubicación/orientación de ventanas y de la vivienda en general.
- Concentración del calor al interior de la vivienda.
- Viviendas cerradas (con poca ventilación).
- Falta de conocimiento en materiales aptos para climas cálidos.



Ilustración 1 Plaza de Tiquicheo, imagen tomada de Facebook de la página H Ayuntamiento de Tiquicheo.

• Justificación

La idea del uso de la tierra compactada, en Tiquicheo, surgió al comparar una vivienda de adobe, donde a pesar del viento cálido y la constante exposición al sol, el ambiente es más agradable y los muros están a una temperatura ambiente, a diferencia de las viviendas de material como tabique, concreto y acero, que conserva los muros cálidos por su exposición al sol, y la absorción del material.

En un principio se tenía la idea de realizar un proyecto con el uso de adobe, ya que aún se produce en mínimas cantidades en la región, y siempre se opta construir con este por su bajo costo, las construcciones que aún se realizan con adobe son principalmente por su economía, pero al realizar distintas series de preguntas se descartó la idea de trabajar con adobe ya que este tipo de viviendas o construcción se tiene en un concepto de pobreza, a pesar de ser uno de los más aptos para el clima, y debido a que no se puede o bien no se recomienda realizar muros de más de 3 metros de altura para evitar fallas o grietas en los muros, además de que su sistema constructivo no es muy apto para resistir los sismos o temblores, y en los climas cálidos es recomendable tener construcciones altas para contrarrestar el calor, en cambio en construcciones con tierra apisonada, de acuerdo a algunos artículos, en conjunto con algún otro material adherente se pueden lograr mejores resistencias y con un buen manejo del material y una buena composición incluso pueden considerarse dos o más niveles, pero como se busca una vivienda práctica en la construcción, se descarta la idea de experimentar por el momento con materiales que le den más resistencia a la tierra.

Con el concepto erróneo de que la construcción de tierra es para pobres o de mala calidad, se perdieron poco a poco trucos y métodos tradicionales de la construcción con tierra en la región, ya que según lo permita el ingreso monetario de las personas, se opta por construir con cemento y materiales contemporáneos, buscando tener una vivienda supuestamente más duradera y que requiera menos mantenimiento, esto sin considerar el clima y el entorno en el que se encuentran, con los que se podría decidir de manera más correcta el material con el que pueden construir.

La construcción con tierra al ser un material térmico, mantiene los ambientes como la humedad y temperatura adecuada, ya que aísla las ondas electromagnéticas y es un material ecológico, y parte de lo que se busca también en el desarrollo de este tema es la reducción de contaminantes ocasionados por la construcción, por lo que se pretende el uso mínimo de materiales industrializados para reducir los gases contaminantes producidos por la construcción como son los gases de efecto invernadero.

Para poder dar una solución coherente, a las problemáticas de la construcción con tierra, se debe conocer a fondo el material, sus características y comportamientos, para conseguir conclusiones más certeras en cuanto al comportamiento que pueden tener, se espera realizar una investigación más a fondo sobre las propiedades del suelo o tierra con la que se planea construir, estudiando y conociendo su forma, tamaño, color, temperatura, textura, humedad, porosidad y densidad, para así conocer de forma más precisa el material con el que se va a trabajar, y de manera más precisa o bien primordial conocer la granulometría, la plasticidad y la resistencia del material para saber qué tipo de tierra es apta para la construcción y cual no.

- **Objetivos.**

Para contrarrestar las altas temperaturas que se tienen en la región Tierra Caliente y específicamente en el municipio de Tiquicheo Mich. Se plantea la construcción con Tierra apisonada un método que a pesar de no ser nuevo no es muy utilizado o conocido en la actualidad y mucho menos en la región de Tiquicheo donde se pretende crear una vivienda con confort térmico como lo son las viviendas de adobe, pero dejando de lado la etiqueta de que una vivienda de tierra es sinónimo de pobreza o mal gusto.

Como objetivo principal se plantea el integrar este sistema constructivo en la región para aprovechar las propiedades físicas y térmicas de la tierra que ayudan a disminuir el calor que se siente dentro de las viviendas construidas con materiales industrializados como el uso de concreto y tabiques principalmente, además se espera crear un poco de conciencia en cuanto a la explotación de materias primas para la construcción y lograr disminuir un poco el uso de los materiales industrializados en el diseño de esta vivienda reduciendo así la huella ecológica que podría dejar esta construcción. Se busca mejorar la resistencia estructural de la construcción con tierra mediante la absorción de los esfuerzos que pueden presentarse, además se espera que los muros puedan soportar el peso del techo el cual se pretende sea con acabados de teja y vigas de madera. Se pretende realizar la construcción con principalmente de tierra y algún tipo de estabilizante como cemento, paja fibras vegetales, cal o algún otro material que permita tener una mayor resistencia y estabilidad a los muros, por lo que se pretende o se espera realizar pruebas o estudios en un laboratorio para conocer mejor las características y propiedades del material.

Se propondrá vegetación que también ayude a contrarrestar el calor y a su vez árboles que preferentemente se mantengan verdes casi todo el año, con poco mantenimiento, ya que cierta época del año se tiene sequias o problemas para la obtención del agua, por lo que no sería muy viable la integración de plantas que requieran mucho mantenimiento o de forma más específica que requieran grandes cantidades de agua.

Objetivo General.

- Diseñar una vivienda térmica y reconfortante en el municipio de Tiquicheo Mich.

Objetivos Específicos.

- Diseñar una vivienda con tierra compactada.

- Utilizar estrategias naturales como vegetación para contrarrestar el calor.
- Ubicación u orientación estratégica de la vivienda para aprovechar los vientos.
- Aplicación de materiales naturales y ecológicos.
- Realizar estudios o pruebas en un laboratorio para conocer las resistencias de la tierra y sus posibles mejoras con aditivos
- Identificar la tierra más viable para construcción en el municipio de Tiquicheo.

¿Tierra o suelo?

La parte superficial de la corteza terrestre natural es llamada suelo o humus, que se diferencia del concepto "tierra", ya que "tierra" incluye el suelo, los recursos, las estructuras y los procesos de toda la superficie emergida del planeta Tierra.

La DRAE define la tierra como la superficie de la Tierra emergida (del planeta) incluyendo el suelo, pero también otros recursos, estructuras y procesos, como la fisiografía, cauces y lagos. Mientras que al suelo lo define como la mezcla de material que se forma cuando los productos de las rocas alteradas se mezclan con los restos de la materia orgánica que se descompone en él procedente de los organismos vivos. El suelo o humus (la parte superior del suelo) es el manto que cubre el planeta, y está compuesto de una mezcla de roca desintegrada y materia orgánica en constante descomposición y renovación.

En construcción se podría considerar la tierra o suelo como un material, ya que, si se utiliza alguno de estos, se usan ambos, por lo difícil que es separar uno del otro. La tierra es un material suelto derivado de distintas partículas y factores que interactúan sobre ella como el sol, el viento, la lluvia, la erosión, entre otros. Además de distintos cambios o adaptaciones que puede tener por los agentes y sustancias tanto químicas como biológicas. Independientemente del tipo de tierra, éste siempre se compone de partículas de diferentes tamaños y naturaleza, mientras que el suelo contiene estas partículas más las del aire, agua, y muchas otras, por lo tanto, se puede concluir que el suelo se compone de tierra, y se trabaja con ambos en la construcción.¹

¹ Juan José Ibáñez, Edafología y Política, el concepto de suelo y sus representaciones, 12 febrero 2008, portada Blog, consulta: 30 oct 2022.
<<https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/02/12/84330>>



1.

E

Construcción del enfoque Teórico

C

T



Ilustración 2 Construcción con tierra

1.- Construcción del enfoque Teórico

1.1 Conceptos Básicos.

Tierra

Se conoce como tierra a la superficie de la corteza terrestre, compuesta de materia mineral y orgánica sobre la cual crecen las plantas o está destinada al cultivo. La palabra tierra es de origen latín "terra" que significa "seco".²

Compactar

Comprimir, condensar, aglutinar, apretar, apiñar, apelmazar. Para las finalidades de este trabajo la compactación es un proceso mecánico destinado a mejorar las características de comportamiento de los materiales térmicos.³

Vivienda

Es el lugar cerrado y cubierto que se construye para que sea habitado por personas. Este tipo de edificación ofrece refugio a los seres humanos y les protege de las condiciones climáticas adversas, además de proporcionarles intimidad y espacio para guardar sus pertenencias y desarrollar sus actividades cotidianas.⁴

Una vivienda independientemente de cómo se componga o del material del que esté hecha, cumple con una misma función, dar refugio y acoger a las personas. La tierra es un material de fácil obtención y con muchas propiedades aptas para la construcción, tales como la termicidad, uno de los motivos principales por los que se quiere construir con este material, para esta investigación se retoma la construcción con tierra compactada o tapial, técnica constructiva ancestral que se describirán posteriormente.

² REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [13-03-2021].

³ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [13-03-2021].

⁴ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [13-03-2021].

1.2 Referentes Evolutivos del Tema.

La construcción con tierra puede ser muy variada y se puede emplear de distintas maneras y en combinación con otros materiales que le aportan ciertas cualidades a la tierra, algunas de las técnicas constructivas con tierra más conocidas son:

Nombre	Método	Compuesto	Imagen
Adobe	Bloque de barro secado al sol.	Suele estar mezclado con fibras vegetales, generalmente paja, para darle mayor cohesión al bloque	
Tapial o Tapia	Muro compuesto por tierra arcillosa, apisonada o compactada gracias a un encofrado.	Tierra compactada gracias a un encofrado, la mezcla suele ser de tierra, agua, y cal o algún aglomerante que dé más resistencia	
BTC o Bloque de Tierra Comprimida.	Similar en forma al adobe, pero diferente en su forma de producción.	Compuesto de una base de arcilla húmeda más un aglomerante, se comprime y moldea, mediante una prensa mecánica manual o automática.	
Tierra Ensacada	También conocida como Superadobe. Compuesto húmedo de tierra con una pequeña parte de cemento o cal que al verterlo dentro de una especie de mangas de polietileno u	Compuesto húmedo de tierra con una pequeña parte de cemento o cal que al verterlo dentro de una especie de mangas de polietileno u otros materiales, queda retenido formando hileras superpuestas que configuran el edificio.	

COB	Técnica que consiste en añadir "bolas" de barro viscoso para formar hiladas.	Barro viscoso que al juntarse unas con otras, forman hiladas. Éstas deben dejarse secar cada cierta altura para asegurar su estabilidad.	
Adobillo	Técnica que mezcla una estructura portante de madera, con otra de relleno que confiere estabilidad y arrostramiento al conjunto.	Este relleno, similar al adobe, aunque diferente en forma, se ha machihembrado entre los pilares de madera. Usado actualmente en Chile.	
La Quincha o Bahareque	Entramado de caña, bambú o elementos flexibles, que al formar el muro se rellenan con tierra, arcilla o algún material ligero.	Muro entramado de caña, bambú u otro elemento flexible, recubierto con barro, o un material ligero y elástico.	
Tierra Alivianada	Técnica compuesta por una estructura portante, de madera o incluso acero, en la que el relleno es barro con un alto contenido en fibras, casi siempre paja.	Estructura de madera o acero que se reviste con barro, fibras vegetales y paja.	

La tierra ha sido un material tradicional de construcción desde inicios de la arquitectura hasta mediados del siglo XX, esto según el "diccionario de construcción tradicional de tierra de Onrubia JH Y Ramos LM.", donde mencionan que la tierra fue el material favorito de la arquitectura popular, y que los tratadistas (escritores) de occidente, lo definieron como "la habitación humana".

Las primeras construcciones del ser humano después de que dejaran las cavernas o bajarán de los árboles, se realizaban con ramas y arbustos, pero esto solo les proporcionaba un refugio temporal, por lo tanto poco a poco modificaron sus métodos constructivos hasta llegar a las chozas, las cuales se cree se realizaban con tierra, por lo que se considera como uno de los primeros recursos para la construcción de habitares nómadas, esto con la ayuda aún de ramas, rocas y pieles o huesos de mamut, para protegerse de la intemperie y de animales o vecinos no deseados.

A estas primeras construcciones se les llama jacal o choza y se encontraban en los climas más crueles o severos, en los que buscaban protegerse de alguna manera y debido a que las actividades se hacían en el exterior, ya que eran personas nómadas, es decir no tenían una permanencia extensa en un mismo lugar. A medida que aumentaron los conocimientos agrícolas y se desarrollaba la producción de herramientas fue necesario y también posible la utilización de elementos estructurales mayores y con mejor tecnología lo que llevó al mejoramiento de sus habitares.

Grandes obras de la humanidad, como la Gran Muralla china, los templos del Imperio Egipcio, las pirámides aztecas, así como la mayor parte del patrimonio de África, y muchas otras obras han sido construidas en tierra, en México y en gran parte del Latino América, aún se realizan estas construcciones ya que la tierra suele ser un material gratuito y autoconstruible, ya que no suele tener métodos muy elaborados o requerir de mano de obra especializada para su construcción.

Actualmente se realizan distintas experimentaciones con tierra, ya que se espera reducir el consumo de materiales industrializados en la construcción y optar por materiales más ecológicos y amigable con el medio ambiente, por lo tanto, se ha buscado la manera de adaptar algunas de las técnicas constructivas anteriormente mencionadas, para que, con una visión más contemporánea e industrializada, se pueda optar por el uso de este material. Algunos talleres de arquitectura que trabajan con tierra han logrado hacer edificios de gran dimensión con tapial, esto gracias a distintos agregados y moldes prefabricados, como encofrados metálicos modulares y equipos de compactación neumáticos, según lo explica el Arq. Yago García en una entrevista para Espacios & Tendencias de Paraguay, donde menciona también, que con un agregado del 5% de cemento, cal y arena en la mezcla o preparación de la tierra, se puede obtener aún más resistencia en los muros. Además, que al trabajar con tierra cruda se evita la quema y deforestación.⁵



Ilustración 3 Vivienda de Tierra Compactada combinada con Acero y Concreto. Captura de pantalla de YouTube del Video Espacios & Tendencias de Paraquav (Tierra).

⁵ Manos de Tierra, 23-07-2022, Casa De Campo HECHA DE TIERRA, YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Ih72PWZqWJc>.



Ilustración 4 Piscina Toro Imagen de Google

Retomando otro ejemplo de la aplicación de tierra Compactada esta la Piscina Toro, de Zamora de Vier arquitectos + José María Sastre, quienes realizaron muros de 6.40m., de altura, estos muros no son estructurales por su altura y solo delimitan una parte del lugar, los volúmenes más pequeños si soportan algunas cargas como la del techo y una pérgola en los pasillos, para conseguir estabilidad y mayor resistencia, estos muros tienen 60cm de espesor y también se combinaron con estructuras metálicas y de concreto, esto para obtener las áreas y vanos libres requeridos. La cubierta se realizó mediante una triangulación con vigas de madera laminada, ensambladas con vigas principales transversales, formando un armazón horizontal capaz de transmitir las posibles cargas horizontales entre los cuatro muros de tapial que delimitan el recinto de la piscina, donde se debían salvar grandes claros. La cubierta se ancla a un nervio perimetral de remate embebido en el muro, ya que el muro no soporta por sí solo el peso de la cubierta.⁶

Otro ejemplo es la Casa Caldera de Dust, realizada en 2015 en estados unidos, en la cual combinan la construcción de tierra con una mezcla de residuo rojo, que es una mezcla de roca de lava pulverizada, cemento y agua. Los muros son de 50cm., de espesor y estos ayudan a realizar un desplazamiento térmico que conserva la vivienda más fría gracias al paso de aire por un zaguán o portal en la vivienda, y gracias también a sus ventanas pequeñas. La vivienda cuenta con dos dormitorios, una sala de estar y un portal que permite el paso de aire a través de los espacios, esto gracias también a sus grandes puertas plegables, las cuales crean una ventilación cruzada en conjunto con las ventanas, las cuales también permiten una interacción del espacio interior con el exterior. La construcción con tierra le permitió a la vivienda mezclarse con el medio ambiente y no romper con la perspectiva del campo abierto y montañas distantes.⁷



Ilustración 5 Casa Caldera Imagen de Google

⁶ "Piscina Municipal de Toro / Vier Arquitectos" 04 abr 2011. ArchDaily México. Consulta, 11-02 2022. <<https://www.archdaily.mx/mx/02-82785/piscina-interior-en-toro-vier-arquitectos>>

⁷ "Caldera House / DUST" [Casa Caldera / DUST] 03 jun 2016. ArchDaily México. Consulta 11-02-2022. <<https://www.archdaily.mx/mx/788477/caldera-house-dust>>

1.3 Trascendencia Temática.

La construcción con tierra mantiene un ambiente adecuado con la humedad y la temperatura, ya que aísla las ondas electromagnéticas, además es un material amigable con el medio ambiente, y al demoler una construcción de tierra esta se integra nuevamente a este, generando un pequeño impacto ecológico, contrario a las construcciones de materiales industrializados que requieren una sobreexplotación de materia prima para su elaboración, y generan un gran impacto ambiental una vez que se demuelen. Si se realiza un diseño adecuado de tierra, se puede obtener gran resistencia por parte de esta, sobre todo si se combina o colocan refuerzos estructurales de acero.

La facilidad con la que se puede conseguir el material, lo vuelve adecuado para construcciones de bajo presupuesto, además de que la tierra tiene distintas aplicaciones o métodos constructivos, los cuales ya se mencionaron con anterioridad.⁸

El método constructivo tradicional de la tierra compactada o Tapia, consiste en un muro monolítico de tierra encofrada y compactada a base de un pisón manual o mecánico. El encofrado o cimbrado para estos muros suele ser de madera, estos pueden estar prefabricados o bien pueden realizarse en obra, pero esto genera un acabado menos limpio, así mismo los moldes se pueden adaptar a las necesidades de la construcción. La tierra con la que se llena y apisona la cimbra suele ser tierra seleccionada, es decir, un tipo de tierra

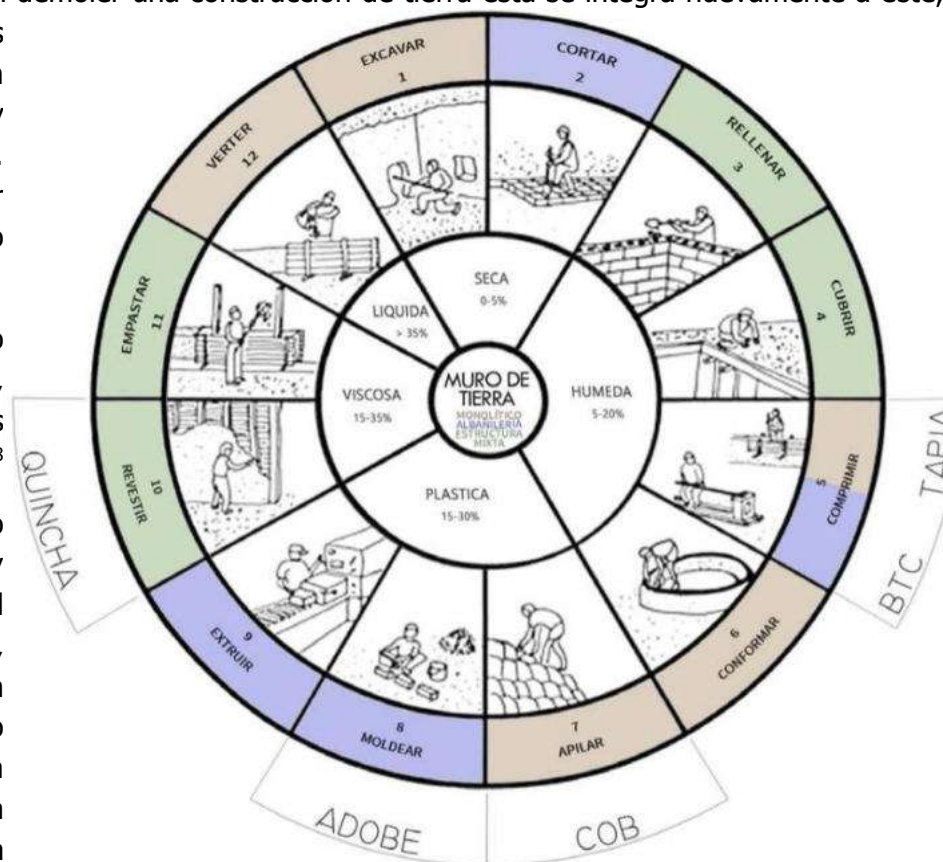


Ilustración 6 Construcción con tierra. Ilustración tomada de la revista EcoHabitar

⁸ ", Josune Hernández, J. " Departamento de Tecnología de la Arquitectura 04 julio 2016. Tribunal: Josep maría González. Consulta 02-12-2021. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/107822/tfg_josune%20hernandez.pdf >

arcillosa y sin limos, a esta se le puede colocar algún agregado como paja, baba de nopal, arena, cal, yeso u otro material que le proporcione más resistencia al muro, esto según el acabado que se le quiera dar. Pero evitando siempre que la tierra sea arcillosa, o con limos, además de que no contenga piedras, ramas o cualquier tipo de basura en general.

No se encontró un reglamento con una proporción recomendada para la elaboración de los muros, ya que esto depende de la resistencia que la tierra a utilizar proporcione, y la resistencia a la que se quiera llegar. Anteriormente la fabricación del muro se realizaba directamente desde el suelo seco, una vez que este estaba tamizado o aplanado, la mezcla de la tierra que se utiliza se prepara en seco una vez que se tiene la tierra suelta y limpia, la tierra se revuelve con agua y cal hasta que esta tenga un color homogéneo, es importante no agregar demasiada agua ya que si se pasa de esta y se crea una mezcla lodosa, esta no puede ser compactada, una vez que se tiene la tierra preparada se vierte la mezcla dentro del molde, el cual ya debía estar previamente colocado y anclado. La tierra se vierte en capas de aproximadamente 20 cm de altura, se compacta hasta que el pisón rebote y se repite el procedimiento, esto hasta alcanzar la altura requerida o llegar al límite del molde.⁹



Se extrae la tierra del solar, se mezcla con tierra húmeda y polvorienta y se vierten en el encofrado. Se compacta la tierra mediante un pisón, hasta que el sonido sea hueco. Desmoldarlo.

Ilustración 7 Pasos para construir con Tapia. Imagen tomada de la tesis "Tierra vertida compactada, estabilizada con cal y puzolanas de Luis Fernando Guerrero Baca".

Una limitante del material es su vulnerabilidad al agua, ya que, al estar en contacto con esta, se produce un efecto erosivo, es decir daña y desgasta el material. Para evitar dicho daño se podría optar por el uso de un zócalo, o bien extender la altura de la cimentación de mampostería, por ejemplo, para que el muro no esté en contacto directo con el agua y se tenga un desgaste menor, o bien otra alternativa podría ser la elaboración de una viga para evitar de esta manera el contacto del muro con el suelo, y evitar que la humedad

⁹ Ibidem

suba por capilaridad al muro, otra opción podría ser el uso de un impermeabilizante o de un recubrimiento en el área más expuesta a la lluvia o el agua para prevenir los posibles daños.

1.4 Análisis Situacional del Problema a Resolver

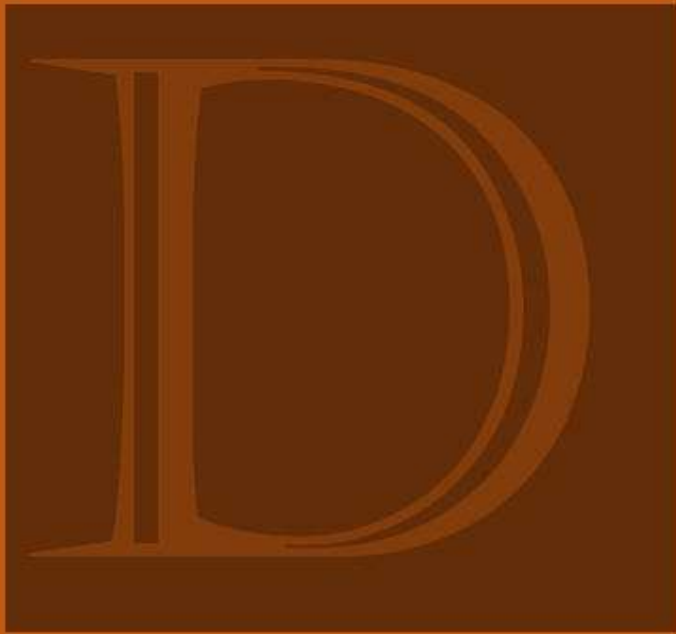
Tiquicheo se encuentra en una de las zonas de tierra caliente de Michoacán, por lo que casi todo el año se tiene una temperatura de 20 a 35°C, durante el día, estas pueden variar un poco según la temporada, pero por lo regular son muy altas. Las viviendas actuales están hechas en su mayoría de concreto y tabique, lo que provoca que las viviendas conserven el calor en su interior, y se recurra a medios artificiales como sistemas de aire acondicionado, ventiladores, persianas o cortinas, esto para que el sol no les dé directamente a las viviendas o bien algunas personas también recurren a barreras de árboles para que esta sea un poco más confortable.

Por experiencia propia, puedo decir que una vivienda de adobe es más confortable con este clima ya que no se siente el calor de la misma manera, pero el adobe en la región tiene un mal concepto y se evita construir con este ya que dicen que es de mal gusto, por lo tanto, se plantea otra alternativa constructiva con tierra para dejar de lado los estereotipos que se tienen del adobe, y conservar las ventajas de construir con tierra.

Como se puede observar en la imagen las viviendas existentes de adobe suelen ser repelladas con concreto para “dar una mejor apariencia” a la vivienda, ya que así no se le da mantenimiento al muro, el repellado de los muros se hace con una malla sobre la pared de adobe para que el concreto se adhiere a esta. Una desventaja de este repellado en los muros es que en muchas ocasiones este se separa del muro y se crea huecos entre estos, y en muchas ocasiones estos se separan o se caen con facilidad ya que el concreto no se adhiere completamente al muro.



Ilustración 8 Vivienda de Tiquicheo en modificación Imagen tomada por Liz VG.



Análisis de Determinantes Contextuales



2.- Análisis de Determinantes Contextuales.

2.1 Construcción histórica del lugar

Tiquicheo de Nicolás Romero proviene del vocablo Chichimeca Tiquicuiche o Tiquiche y quiere decir "escudilla" o "vasija", ocupa una superficie de 1497,588 km², se encuentra al este del Estado de Michoacán en las coordenadas 18°54' de latitud norte y 100°44' de longitud oeste, a una altura de 380 metros sobre el nivel del mar.

Se cree que el poblado fue habitado desde la época prehispánica, y que fue cuna de tribus Nahuas, Matlatzincas y Tarascas, que se ubicaron por todo el municipio, y que estos debían rendir tributos a Tzintzuntzan el cual se componía de algodón, maíz y distintas frutas, producto de su producción o cosecha.

Después de la conquista española los frailes agustinos fueron los encargados de establecer la doctrina católica por todo el municipio, incluso en la actualidad la gran mayoría de sus habitantes son católicos.

El municipio contaba con grandes haciendas y trapiches (molinos) de caña, que se cree se establecieron durante el periodo colonial, es decir de 1492 a 1519, aún se conservan restos de algunas haciendas y molinos, los cuales están acompañados de distintas historias de tesoros y fantasmas. Se sabe que, en 1553, los agustinos se establecieron en Tuzantla, y fundaron ahí la cabecera parroquial y alcaldía mayor, a la que quedó sujeta Tiquicheo, además de un hospital que era sostenido por los habitantes con su trabajo.

Se cree que Tiquicheo siempre ha mantenido alianzas y comercios con la población de Huetamo, Tuzantla y Zitácuaro, y que, de igual manera, dicha



Ilustración 9 imagen de plancha antigua imagen de Facebook de la página "Tiquicheo Mich. Mi pueblo, mis raíces"

región formó parte de la ruta heroica, de oriente durante la lucha por la independencia, y que algunos de sus habitantes participaron en el ejército insurgente comandado por Benedicto López, quien transitaba las zonas antes mencionadas.

Para 1822 después de la independencia, Tiquicheo pasó a formar parte del partido de Zitácuaro, con una población de aproximadamente 281 habitantes, la cual se componía de arrieros y productores de ciruela, maíz, algodón, caña, etc., en su mayoría sus habitantes se dedicaban a la agricultura y la ganadería, en la actualidad muchos de sus habitantes aún forman parte de asociaciones ganaderas o agrícolas, y con la construcción de la presa del gallo, como es conocida localmente también se tiene una asociación pesquera. Estas tres son las actividades económicas más reconocidas en la región y a lo que se dedica la gran mayoría de los habitantes del municipio en la actualidad.

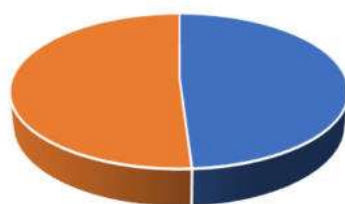
En 1831, Tiquicheo fue anexado como tenencia a Huetamo, esto por la Ley Territorial, y fue hasta el 12 de marzo de 1907 que Tiquicheo se constituyó en municipalidad con la clave #092, y se establecieron 4 tenencias dentro del municipio que son El Limón de Papatzindán, Ceibas de Trujillo, Purungueo y el Llano de San Miguel Canario.¹⁰



Ilustración 10 costumbres e instrumentos de Tiquicheo. imagen de Facebook de la página "Tiquicheo Mich. Mi pueblo, mis raíces"

¹⁰ Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero [Internet]. [citado 30 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>

Habitantes



■ Hombres ■ Mujeres

Ilustración 12 Tabla de población

2.2 Análisis estadístico de la población a atender.

Para 2020, la población en Tiquicheo de Nicolás Romero fue de 12,836 habitantes, con un promedio de 49 y 51%, lo equivalente a 6292 hombres y 6544 mujeres. En comparación a 2010, la población en Tiquicheo de Nicolás Romero decreció un -10.1%.

Los núcleos rurales de Tiquicheo más pobladas son: Tiquicheo con 3664, El Limón de Papatzindán con 1633, Ceibas de Trujillo con 751, El Llano San Miguel Canario con 543, Las Mojaras con 310, Purungueo con 366, Tzentzenguaro con 319, Huahuasco con 277, el Cirián grande con 123 y Siete Carreras con 73, el número de habitantes total del Municipio es de 13 032, esto tomando en cuenta sólo las localidades con mayor población.¹¹

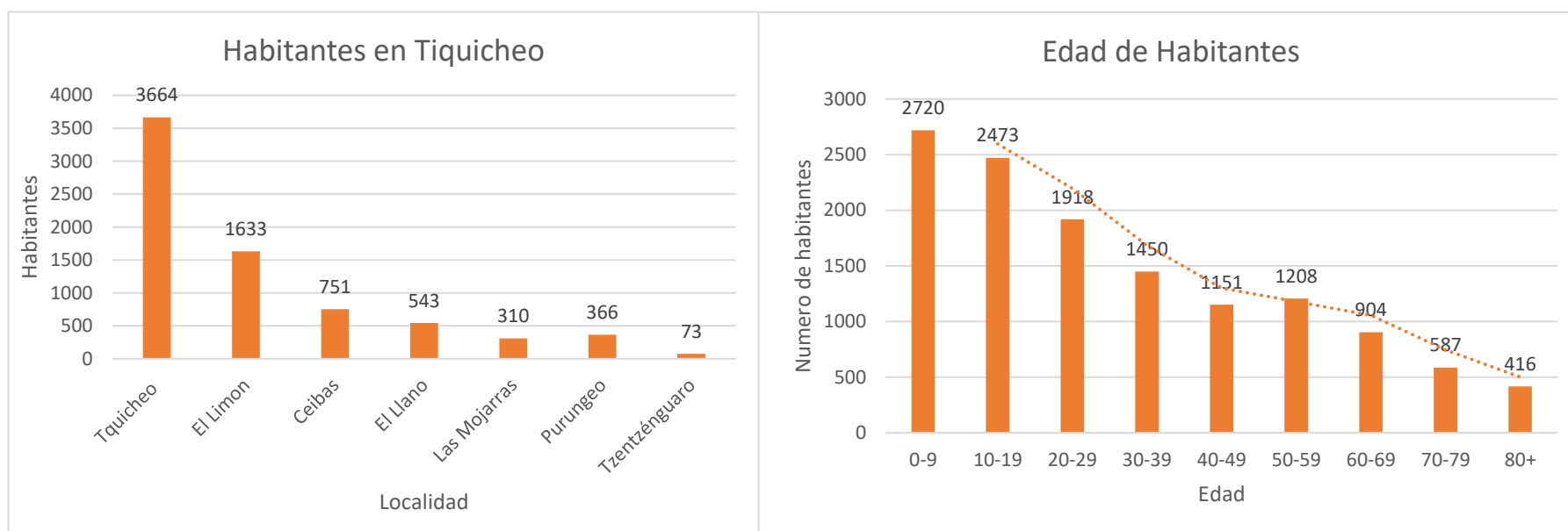


Ilustración 11 Graficas de población

¹¹ Gobierno de México, "Tiquicheo de Nicolás Romero MUNICIPIO DE MICHOACÁN DE OCAMPO" Data México, junio de 2021, Consulta 01-dic-2021
<<https://datamexico.org/es/profile/geo/tiquicheo-de-nicolas-romero> >

2.3 Análisis de hábitos culturales de los futuros usuarios

En Tiquicheo los habitantes suelen ser muy religiosos, se encuentran algunos Testigos de Jehová y protestantes, pero la mayoría de su población es católica, se celebra una fiesta patronal el 11 de febrero para la Virgen María de Lourdes, la santa patrona de la iglesia de Tiquicheo, cada año se lleva una banda o mariachi este día, para cantar las mañanitas en la iglesia, y con la que se realiza una procesión por la tarde, recorriendo algunas calles con la figura de la virgen cantando o rezando con una vela encendida y con la banda o mariachi acompañando a la procesión. Al regresar a la iglesia ya en la noche se realiza un quermes y se queman algunos toritos de pirotecnia y algunos fuegos artificiales, en ocasiones se realiza un baile por la noche para culminar la celebración.

En Semana Santa los jóvenes suelen disfrazarse de judas o de diablos para recorrer el pueblo, y mientras van por las calles se llevan al centro de la plaza a los niños que encuentran en las calles solos, si ven a algún joven simula que le pegan y de igual manera lo llevan a la plaza donde fingen peleas y algunas veces realizan danzas. El resto de actividades es la común de recrear la última cena, el lavatorio de pies, el viacrucis y todas las actividades de semana santa.



Ilustración 13 Joven disfrazado de Diablo en semana Santa, imagen de Facebook de la página "Tiquicheo Tierra Caliente".



Ilustración 14 procesión de Tiquicheo a San Lucas, imagen de Facebook de la página "Tiquicheo Tierra Caliente".

Los habitantes son muy aficionados al fútbol y al voleibol, se tienen equipos juveniles tanto de hombres y mujeres, así como equipos ya de veteranos y jóvenes, con las que se crean distintos torneos a lo largo del año. En noviembre se celebra la feria la cual da inicio el día 20 después del desfile cívico, donde participa la mayoría de las tenencias y localidades del municipio, desde escuelas primarias hasta preparatorias, y sabatinos, además de trabajadores del ayuntamiento y personas de la región desfilando en caballos y burros, con los cuales realizan una carrera al finalizar el desfile, la feria tarda una semana y todos los días se tienen jaripeos, peleas de gallo y bailes con banda o grupos norteros.

2.4 Aspectos económicos y políticas relacionados con el proyecto.

Las viviendas típicas suelen ser de un solo nivel, pero las más actuales de dos o incluso tres, los terrenos que actualmente se venden, se tratan por lotes, y estos suelen ser de 20x30 o 30x40mts., así que permiten desarrollar perfectamente todos los espacios requeridos en una vivienda. En ocasiones en los predios o lotes céntricos se venden en porciones más pequeñas, esto debido a un incremento comercial y la alta demanda de locales en la zona céntrica y más transitada del pueblo.

Según datos del INEGI del 2020 el 7.05% de las viviendas cuentan con un cuarto, 32.8% con dos cuartos, 36.4% con 3 cuartos, 15.7% con 3 cuartos, 5.36% con 5 cuartos y 2.69% con 6 cuartos o más. Las principales fuentes de ingreso monetario de la región provienen de la ganadería, la agricultura y la pesca, ya que son las actividades principales a las que se dedica la población en general del municipio de Tiquicheo. ¹²

2.5 Análisis de viviendas típicas en Tiquicheo Mich.

La venta de terrenos en Tiquicheo como se mencionó suele ser por lotes, y la medida estándar o más común de estos es de 20x30mts., y al analizar algunas de las viviendas existentes en la región se llegó a la conclusión de que comparten ciertas características, tanto en la distribución de la vivienda como en los elementos que la componen, ya que la gran mayoría de estas, están compuesta por dos o tres habitaciones, cocina, baño y bodega, un gran portón en la entrada y pequeñas ventanas que dan a la calle. Otro punto importante a resaltar es que el acomodo de las recamaras se hace de manera lineal y que se tienen al menos dos en cada vivienda, que todas cuentan con una bodega y un corral pequeño, además de un pasillo conocido como corredor o torito, esto en la región, el cual funciona muchas veces como sala o comedor, y que suele extenderse por todas las habitaciones y la cocina, es decir es el pasillo que distribuye toda la vivienda, por lo que se llegó a la conclusión de que las viviendas típicas o más antiguas de la región se construyen de manera lineal.

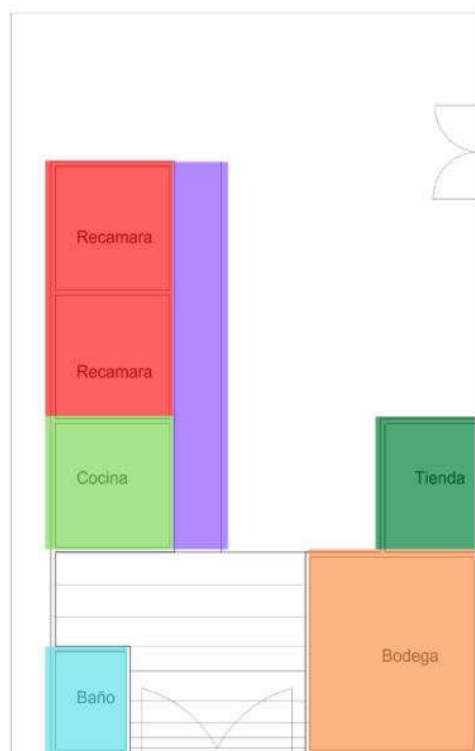


Ilustración 15 viviendas de Tiquicheo, Fotografías de Liz VG.

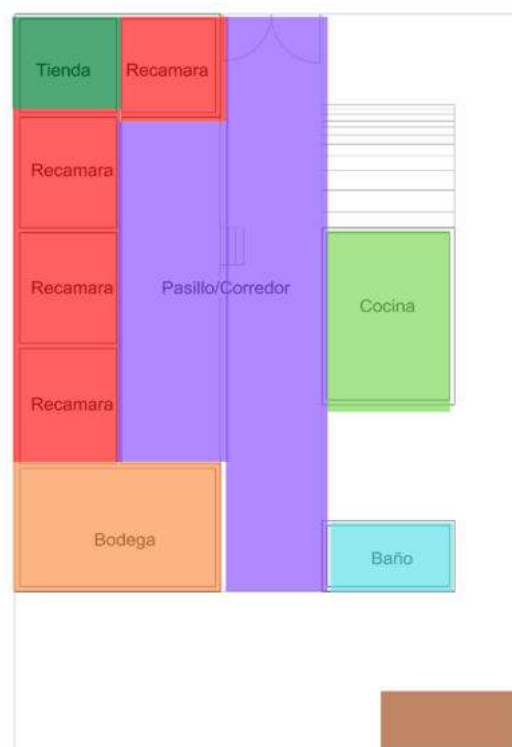
¹² Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero [Internet]. [citado 30 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>

Se realizó un breve análisis de estas viviendas típicas y esto fue lo que se pudo observar de la ubicación de cada espacio y lo que contiene cada vivienda.

Casa de doña Tere



Casa de Guadalupe



Casa de Tollo

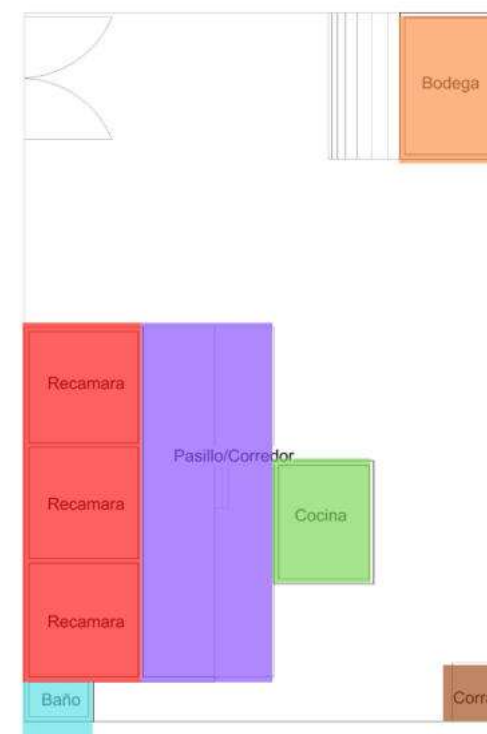
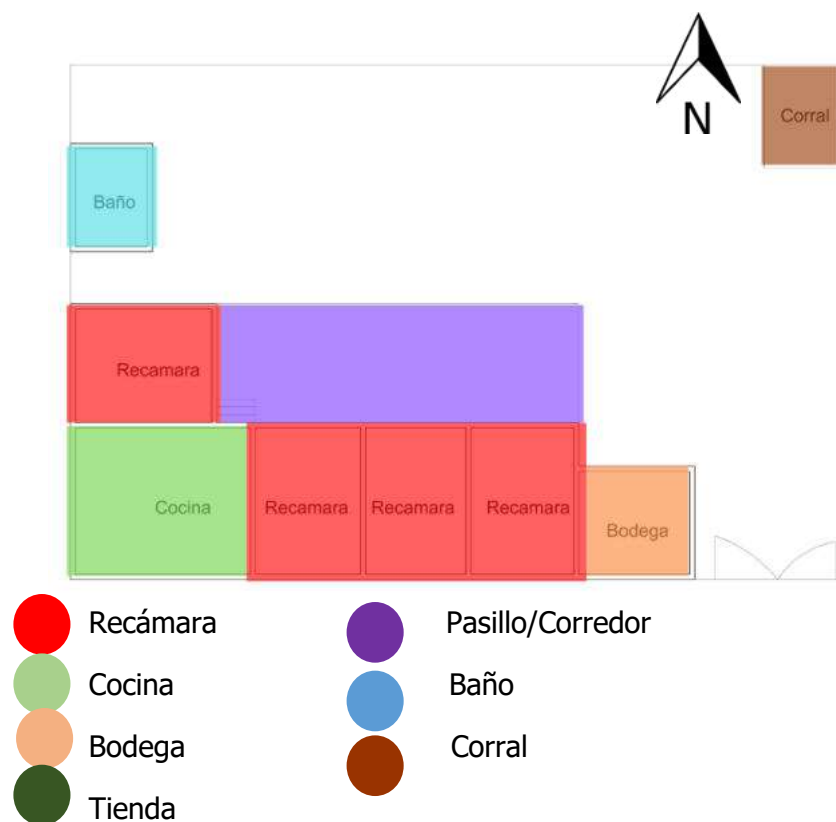


Ilustración 16 Análisis de viviendas

Casa de Amanda



Las viviendas actuales están conformadas de una manera muy distinta a las tradicionales que son las que se analizaron. Y como se puede observar en las imágenes las viviendas suelen tener pasillos muy largos, los cuales distribuyen toda la vivienda y se encuentran a todo lo largo de esta. Es muy común también que estos pasillos sean destinados a sala o comedor y que en ellos realicen distintas actividades y estén colgadas las típicas hamacas.



Ilustración 17 Vivienda típica de Tiquicheo. Fotografía de Liz VG.



Ilustración 18 vivienda típica de Tiquicheo. Fotografía de Liz VG.

3.-

M

D

Análisis de Determinantes Medio Ambientales

A

D

A

3. - Análisis de Determinantes Medio Ambientales

3.1 Localización

Tiquicheo de Nicolás Romero está ubicado al este del estado de Michoacán, a 569 m.s.n.m., cuenta con una superficie de 1,497,588 km², es parte de la región considerada tierra caliente en el estado, y está limitado al este con el municipio de Tuzantla, al noroeste con el municipio de Madero, al norte con el municipio de Tzitzio, al oeste con el municipio de Carácuaro, al sureste con el municipio de Luvianos, al sur con los municipios de San Lucas y Cutzamala de Pinzón, al éste con el estado de Guerrero, y al suroeste con el municipio de Huetamo.¹³

3.2 Afectaciones Físicas Existentes

Su relieve está constituido por el sistema volcánico transversal, y por los cerros de Palmeros, la Silleta, el cerro Torcido de las Cañadas, de Timbé, Pilón, la Cucha y Purungueo.

Su hidrografía está constituida por los ríos: Purungueo, Tuzantla, Pungaranco y San Carlos, y por los arroyos: del Tapatío, de Buena Vista, las Canoas, Charangueo, Zirucuaró y Tzentzenguaro, desde 1969 cuenta con la presa del gallo, de donde se concentra la mayor pesca de la región.

Los suelos del municipio datan de los períodos mesozoico y cretáceo inferior, corresponden principalmente a los del tipo chernozem (un tipo de suelo negro rico en humus, además de serlo en potasio, fósforo y micro elementos, es uno de los más aptos para la agricultura). El uso de suelo está dedicado principalmente a la actividad ganadera, agrícola y forestal.¹⁴



Ilustración 19 macro ubicación. Imagen de Liz VG.

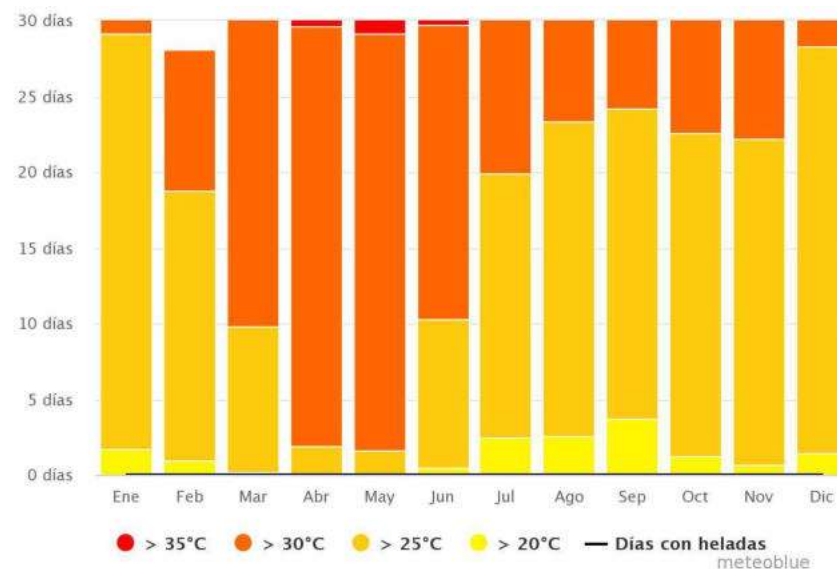
¹³ Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero. 02 feb 2017. Consulta: 21 sep.2021 <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>>

¹⁴ Ibidem.

3.3 Climatología.

En Tiquicheo casi todo el año se tiene una tempera superior a los 30°C, la mínima suele ser de 15 a 10°C, esto en los meses de enero o diciembre que son los más fríos del año, en los meses más calurosos que suelen ser de marzo a junio, se alcanzan temperaturas de 37 a 39°C, en ocasiones muy extremas se han alcanzado los 40°C. En verano la temperatura no suele bajar de 20°C, incluso por las noches, lo que provoca que en ningún momento la casa pueda refrescarse o eliminar el calor que adquirió durante el día. La retención del calor sucede principalmente con las viviendas de tabique, por otro lado, las viviendas de adobe se conservan de cierta manera más frescas ya que la tierra no retiene el calor de la misma manera que las viviendas de tabique o concreto, por ejemplo.

La temporada de lluvia que va de junio a septiembre, suele ser muy bochornosa, ya que cambia de un calor seco a un calor húmedo, los meses que se mantienen con nubes, pero sin lluvia se vuelven muy calurosos ya que la temperatura aumenta, debido a que el agua se evapora más rápido y de esta manera se regresa a un calor seco que es el que perdura el resto del año. El clima del municipio es templado, seco y semiseco, siendo este último el que perdura en la región, la precipitación pluvial anual promedio que se tiene es de 879,8 milímetros, la precipitación de Tiquicheo es de 2 a 10 mm aproximadamente en los meses que no son lluviosos y en los meses lluviosos se tienen precipitaciones de 80 y hasta 100 mm, la época de lluvia va de junio a septiembre y se tienen aproximadamente 20 o 25 días de lluvia, y de esta manera casi todos los días se



Cantidad de precipitación

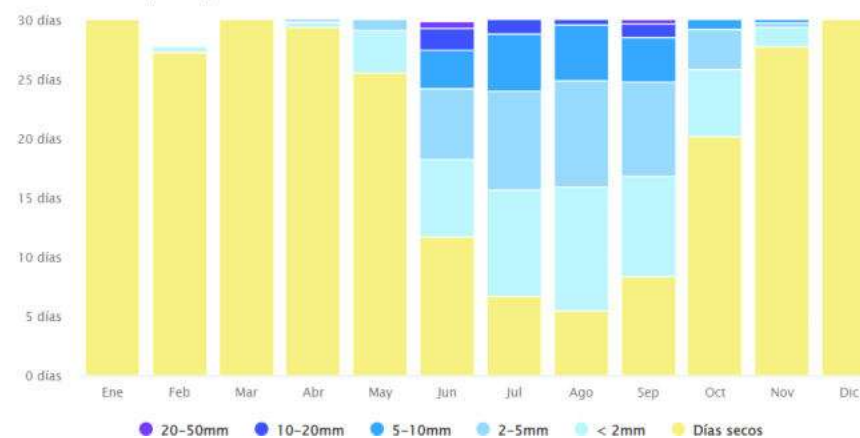


Ilustración 20 datos del clima en Tiquicheo. Tomada de Meteoblue

mantienen parcialmente nublados. El viento en Tiquicheo suele mantenerse constante a 6km/h y de diciembre a marzo que es la temporada con más viento puede llegar hasta los 12km/h y suele ir del noreste al suroeste.

El clima es uno de los subtemas más importantes en el desarrollo de este tema ya que como se ha dicho anteriormente, Tiquicheo es parte de la región de tierra caliente, y es muy común tener temperaturas mayores a 35°C, y como las viviendas suelen ser de concreto y tabique absorben el calor, y lo conservan en su interior, ya que en ningún momento hay un descenso considerable de temperatura, con el cual las viviendas puedan deshacerse del calor adquirido, otra desventaja de algunas viviendas analizadas es que no tienen ventanas, o bien estas se encuentran mal orientadas. La mayoría de las viviendas cuentan con portales (pasillos que distribuyen la vivienda), y en la mayoría de los casos estos no cumplen con una función de enfriamiento de la viviendas, y por su mala orientación solo provocan que el calor entre por casi todos lados, en algunas viviendas colocan barreras de árboles, para contrarrestar el calor con la sombra que estos generan, y por las corrientes de aire que generan aún más frescas, pero es muy común que en la temporada de sequía, que va de abril a junio aproximadamente, cuando hay escasez de agua, que los árboles pierden su follaje y no sirvan de mucho las barreras que se crean con estos para contrarrestar el calor, ya que los meses más calurosos son los mismos que los árboles se encuentran sin follaje y se tiene un paisaje desértico.

Se resumió la información de las gráficas en la siguiente tabla:

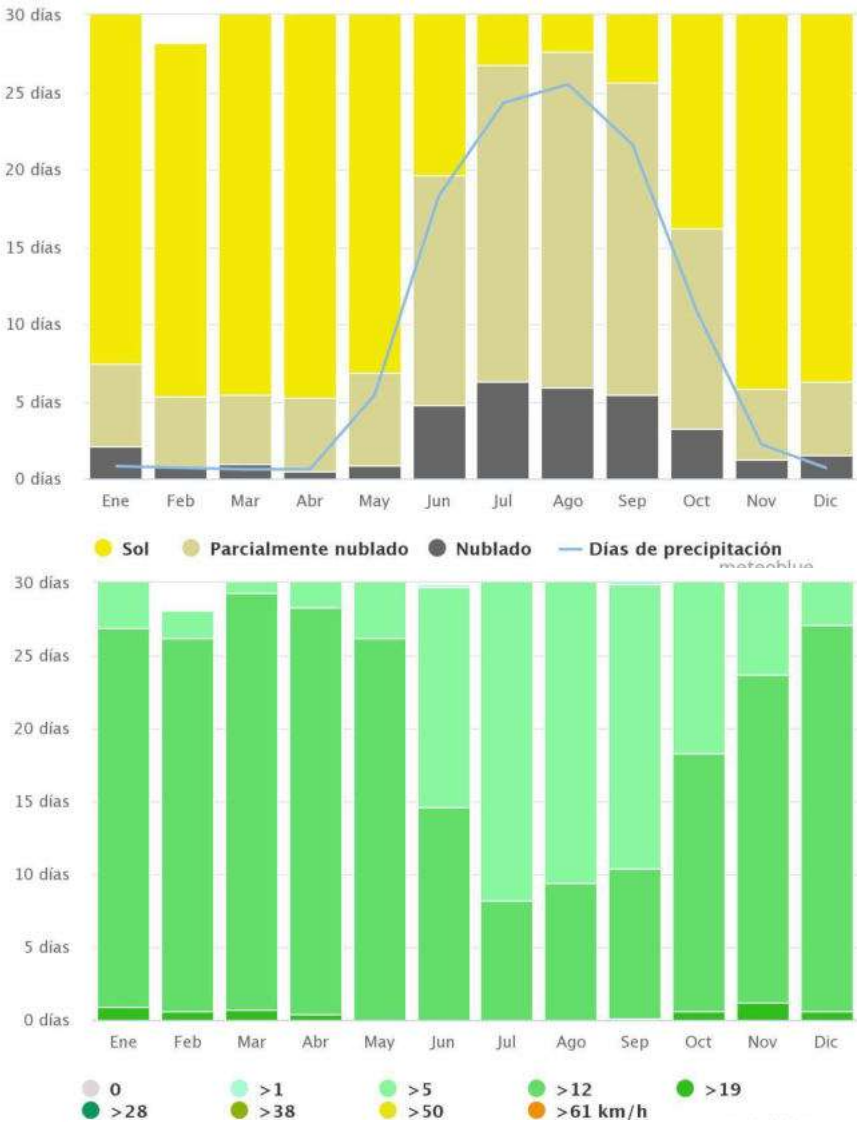


Ilustración 21 datos del clima en Tiquicheo. Tomada de Meteoblue

CLIMATOLOGIA EN TIQUICHEO.

- Precipitacion - Temperatura - Viento -

Enero

Temperatura máxima de 31°C, mínima de 10°C, precipitación de 4mm en promedio 2-1 días de lluvia. Días secos con viento de 5-12km/h

Febrero

Temperatura máxima de 33°C, mínima de 13°C, precipitación de 3mm en promedio 0-1 día de lluvia. Días secos con viento de 5-12km/h

Marzo

Temperatura máxima de 35°C, mínima de 16°C, precipitación de 2mm en promedio 0-1 día de lluvia. Días secos con viento de 12-13km/h

Abril

Temperatura máxima de 36°C, mínima de 20°C, precipitación de 2mm en promedio 0-1 día de lluvia. Días secos con viento de 5-18km/h

Mayo

Temperatura máxima de 38°C, mínima de 23°C, precipitación de 13mm en promedio 5-3 días de lluvia. Días secos y parcialmente nublados con viento de 5-12km/h

Junio

Temperatura máxima de 37°C, mínima de 24°C, precipitación de 91mm en promedio 18-10 días de lluvia. Días parcialmente nublados con viento de 5-20km/h

Julio

Temperatura máxima de 35°C, mínima de 22°C, precipitación de 104mm en promedio 25-20 días de lluvia. Días parcialmente nublados con viento de 5-15km/h

Agosto

Temperatura máxima de 34°C, mínima de 21°C, precipitación de 93mm en promedio 26-20 días de lluvia. Días parcialmente nublados con viento de 2-13km/h

Septiembre

Temperatura máxima de 33°C, mínima de 21°C, precipitación de 84mm en promedio 21-15 días de lluvia. Días parcialmente nublados con viento de 2-16km/h

Octubre

Temperatura máxima de 33°C, mínima de 19°C, precipitación de 32mm en promedio 11-6 días de lluvia. Días parcialmente nublados con viento de 5-12km/h

Noviembre

Temperatura máxima de 32°C, mínima de 16°C, precipitación de 15mm en promedio 2-1 días de lluvia. Días secos con viento de 5-17km/h

Diciembre

Temperatura máxima de 31°C, mínima de 15°C, precipitación de 2mm en promedio 2-1 día de lluvia. Días secos con viento de 5-12km/h



Precipitación promedio
879.8 mm



Temperatura promedio de
15°C a 38°C



Clima cálido,
semi seco y
templado.



6-12km/h
proveniente
del noreste

Ilustración 22 Resumen de clima por mes en Tiquicheo

Se realizó un análisis del recorrido del sol en el terreno, para así conocer las orientaciones más convenientes para la vivienda, teniendo ya en consideración que la orientación más conveniente para climas cálidos es la orientación este, ya que, a diferencia del resto de orientaciones, este tipo de orientación es la ideal para las regiones de clima cálido, ya que el sol se limita por las mañanas y empieza a iluminar hasta el mediodía.

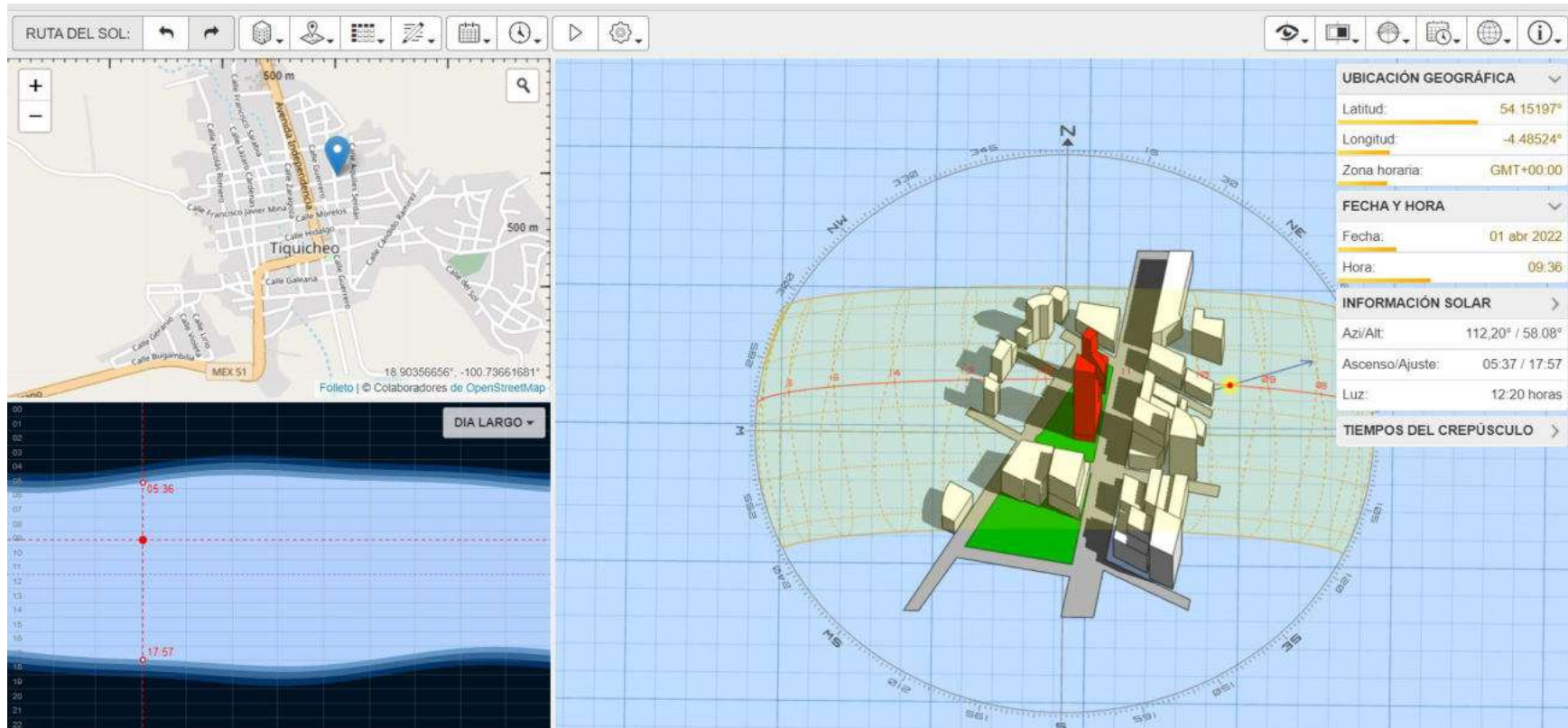


Ilustración 23 análisis del recorrido solar del terreno. Imagen de Software Development, Ruta solar.

De esta manera, el calor acumulado se irá liberando durante la tarde y a la vez, se estará ahorrando luz. Además, se espera colocar una barrera de árboles para que el sol no dé directamente en los muros además de colocar persianas o cortinas para tener un mayor control de los rayos solares que podrían entrar por las ventanas.

Una de las propiedades más importantes por resaltar de la tierra es su termicidad y es lo que se busca para así contrarrestar de otra manera las altas temperaturas que se tienen en Tiquicheo. La temporada de lluvia en ocasiones si es considerables y de resaltar ya que en ocasiones las lluvias son muy intensas y prolongadas, y provocan el desbordamiento del río, generando que algunas partes de la comunidad se inunden, pero en este caso el terreno que se está proponiendo se encuentra fuera del radio que afectan las inundaciones a causa de las lluvias o el río.

3.4 Vegetación y fauna

La superficie forestal maderable es ocupada por pino, ceibas y encino, la no maderable es ocupada por matorrales, chaparral espinoso, huizaches, cueramo, nin, entre otros.

Los suelos del municipio datan de los períodos mesozoico y cretáceo inferior, corresponden principalmente a los del tipo chernozem y de la pradera. Su uso está dedicado principalmente a la actividad ganadera y en proporción mínima a la agrícola y forestal.

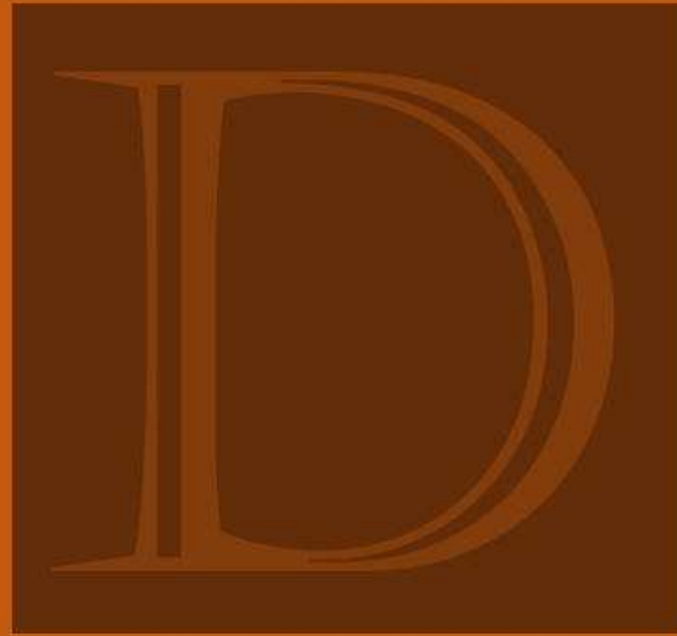
La fauna se conforma principalmente por tigre, jabalí, tlacuache, coyote, venado, iguana, conejo, serpientes en general, carpa de Israel, mojarra, bagre, langostino, etc.

Una de las maneras en la que también se piensa contrarrestar el calor es con una barrera vegetal que proteja la vivienda en lo más posible de los rayos directos del sol, para evitar que los muros absorban calor innecesario, por lo tanto, se realizara una investigación independiente de los árboles que se puedan tener en tierra caliente y sean de hoja perenne preferentemente y no de hojas caducifolias ya que al mantenerse verdes ayudan a generar más confort al lugar.



Ilustración 24 Vegetación de Tiquicheo en Julio. imagen de Facebook de la página "Mi lindo Tiquicheo"

4. -



Análisis de Determinantes Urbanas



4.1 Equipamiento Urbano

Se cuenta con casi todos los servicios básicos ya que se tiene alumbrado público, alcantarillado, esté solo en el centro del municipio, se tiene red de drenaje y agua potable, así como el de electricidad, se cuenta con recolección de basura y algunas calles están pavimentadas, además se tiene red de telefonía e internet.

4.2 Imagen Urbana

Tiquicheo es una comunidad rural, cuenta con 12,836 habitantes, las viviendas y locales o bodegas existentes no sobrepasan los tres pisos de altura es decir no hay construcciones con más de 15 mts de altura, por lo regular las viviendas y construcciones actuales son de concreto y tabique, y según datos del INEGI las viviendas tienen de 2 a 4 habitaciones, cocina, sala, comedor y patio de servicios. Aún hay viviendas de adobe, pero estas suelen ser muy antiguas.

4.3 Vialidades Principales

La vialidad principal es la carretera 51 de Tuzantla a Tiquicheo y Huetamo, que a su vez conecta con la carretera 41 del Temascal a El Limón. A grandes rasgos se podría decir que en el municipio de Tiquicheo se cuenta con todo el equipamiento urbano indispensable, pero carece otros como bancos, tiendas departamentales, etc., pero aun así se cuentan con locales pequeños de ropa y calzado, estéticas, panaderías, ferreterías, tiendas de materiales, entre otras, también se tiene un jardín de niños, una escuela primaria, secundaria y preparatoria que en este caso es un bachillerato y también se cuenta con un CICITEM.

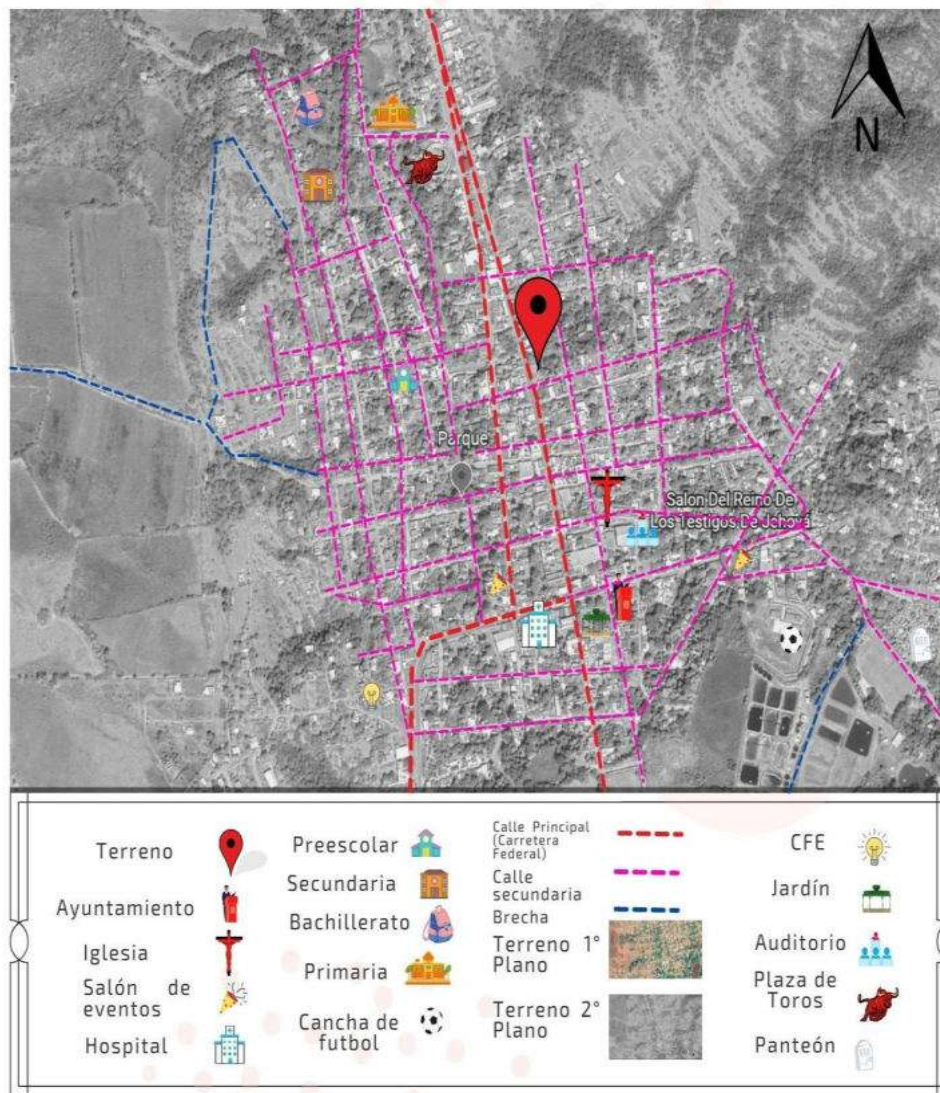


Ilustración 25 análisis urbano-rural de Tiquicheo. Imagen de Liz VG

5.-

D

Análisis de Determinantes Funcionales

A

F

5. Análisis de Determinantes Funcionales

La demanda de soluciones ecológicas y más confortables en la región de Tiquicheo en tierra caliente fueron la razón de elegir la tierra como material constructivo y como ya se mencionó el adobe que es otra técnica y el bahareque que son otras técnicas con tierra conocidas en la región son consideradas de mal gusto o de sinónimo de pobreza, por lo tanto se plantea ingresar un nuevo método constructivo con tierra para dejar de lado las etiquetas que tiene la construcción de tierra con los métodos conocidos en la región, ya que además del confort térmico que proporcionan los muros de tierra también darán un mayor confort acústico al interior de la vivienda.

- Francis Kéré

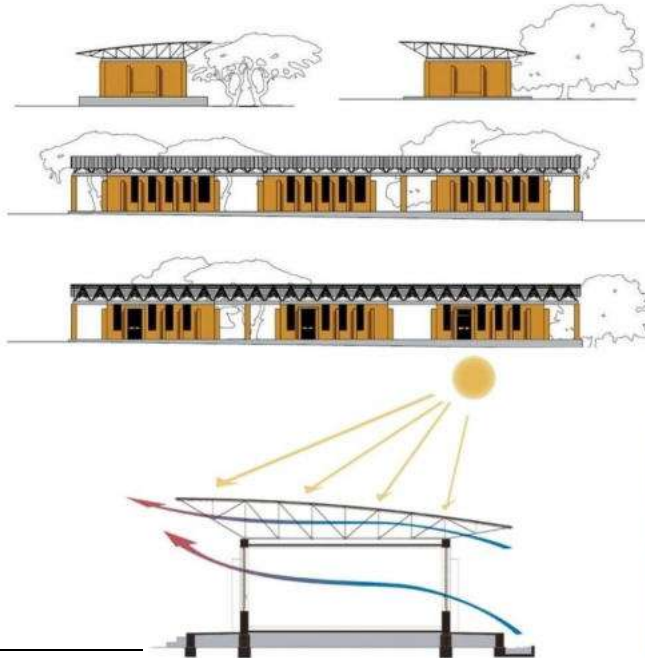
Embajador internacional de la arquitectura sostenible, promueve el uso de materiales locales y naturales, los cuales reducen la contaminación ambiental y son más económicos, además de que mantienen las tradiciones y la identidad de las comunidades, enseña a proyectar edificios ecológicos y adecuados a su ambiente, argumentando que “lo que sirve en un lugar no tiene por qué servir en otro”. El arquitecto Francis Kéré trabajo con los materiales y la arquitectura tradicional africana para mejorar las condiciones de vida de su comunidad. Como la mayoría de las personas al darse cuenta de que construiría con tierra, su comunidad como él lo menciona, se quedó paralizada ya que creían que no era un material resistente, ni apto para una escuela. Cuenta que al inicio se decepcionaron pero que poco a poco los convenció de trabajar con este material, y logro construir sus edificios, junto a su comunidad, con la cual aprendió nuevas técnicas y habilidades constructivas y laborales.

Logro sustituir las paredes recubiertas de chapa metálica, por ladrillos de tierra fabricados en la aldea, integro cubiertas con voladizos prolongados para cuidar los muros de la lluvia, también separaba las cubiertas de los muros para mejorar la ventilación e iluminación de los edificios, y ayudar a disminuir la temperatura al interior de estos. Para mejorar su técnica, opto por colocar bóvedas tabicadas en los techos, e integrar la vegetación para filtrar el aire y mejorar aún más la climatización pasiva al interior de los edificios, mediante la circulación de corrientes de aire.¹⁵ «La llamada arquitectura humanitaria responde a necesidades puntuales, como un terremoto, pero en África responde a los derechos fundamentales: el derecho de tener una casa, de poder construirla, de poder dormir bajo techo y comenzar una vida. No hace falta esperar a que llegue un terremoto.

¹⁵ Guadalupe Becares, Francis Kéré: El Arquitecto del Pueblo, 2019, ethic, 18 Sep. 2022. <<https://ethic.es/2019/01/francis-kere-arquitecto-del-pueblo/pdf>>

Escuela primaria, Gando

¹⁶Obras:



Detalles del Proyecto

Ubicación: Gando, Burkina Faso

Año: 1999 - 2001

Superficie: 310 m²

Material: Ladrillo de tierra compactada, acero, madera.

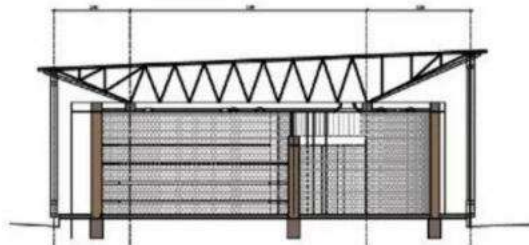
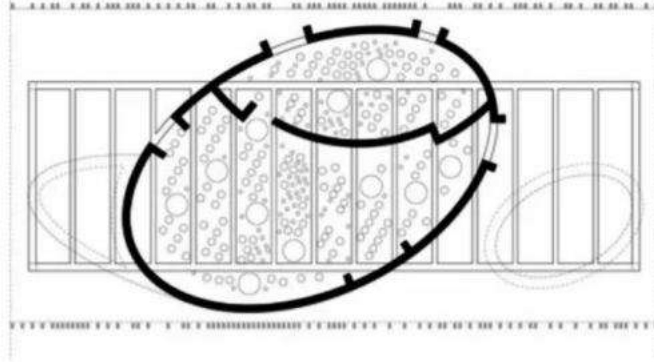
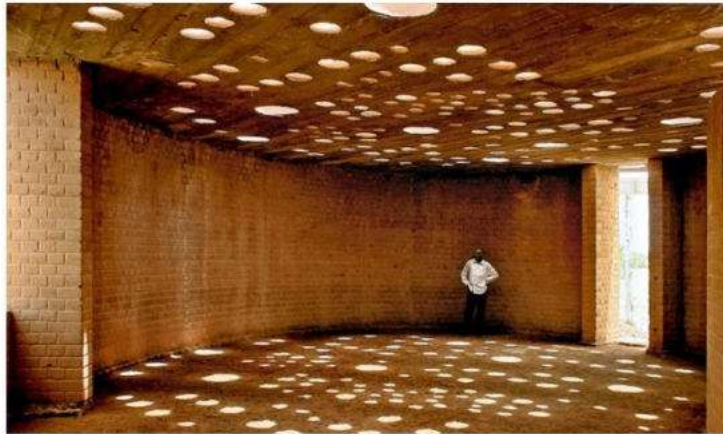
El diseño de la escuela primaria evolucionó a partir del costo, el clima, la disponibilidad de recursos y la viabilidad de la construcción. Se elaboró con ladrillos de arcilla, los cuales producían las personas de la comunidad y generaban un costo muy bajo, y su material proporciona protección térmica, para proteger los muros de la lluvia se dejaban los techos en voladizo, y se construyó de arcilla perforada o ladrillos apilados, alejados de los muros para permitir la ventilación, el aire frío ingresa por las ventanas interiores y el aire caliente sale a través del techo perforado. A su vez, la huella ecológica de la escuela se reduce enormemente al aliviar la necesidad de aire acondicionado y estar construida en su mayoría con materiales locales y naturales



¹⁶ Escuela Primaria en Gando / Kéré Architecture, 11 jul 2016. ArchDaily México. Accedido el 7 Nov 2022. <<https://www.archdaily.mx/mx/790384/primary-school-in-gando-kere-architecture>>

Ilustración 26 Lámina elaborada por Liz VG.

Biblioteca, Gando



Detalles del Proyecto

Ubicación: Gando, Burkina Faso

Año: 2010 - 2018

Superficie: 640 m²

Material: Cerámica, Metal, Tierra, Tierra compactada.

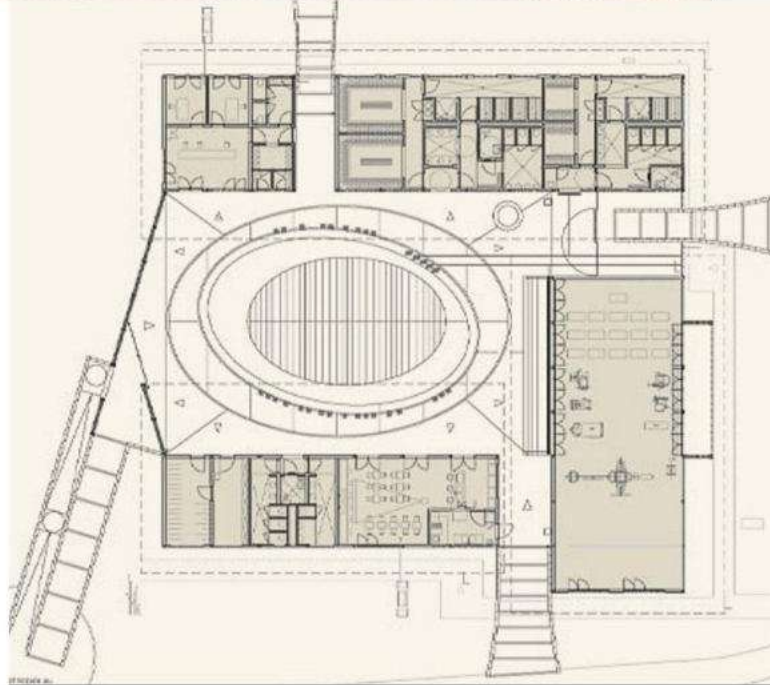
La geometría de la biblioteca es distinta de las demás construcciones del complejo, adoptando una forma elíptica más orgánica, que hace alusión a las viviendas vernáculas tradicionales de la región. Los muros al igual que el resto de la escuela se construyeron con bloques de tierra comprimida, pero, en el techo colocaron ollas de barro de los habitantes de Gando, las cuales cortaban por la mitad y colocaban en el techo para que se integraran a la losa y permitieran el paso de luz y viento natural a la biblioteca. Sobre la losa de las ollas se colocó un techo voladizo de chapa corrugada que se extiende fuera de la biblioteca y el cual está apoyado en finas y numerosas columnas de eucalipto local, madera que nunca se había tenido en cuenta como material de construcción en esa zona.



Ilustración 27 Lámina elaborada por Liz VG.

¹⁷ Client, Biblioteca Gando, 08-nov-2022, arquitectura viva, 31 Sep. 2022. <<https://ethic.es/2019/01/francis-kere-arquitecto-del-pueblo/pdf>>

Parque Nacional de Malí



Detalles del Proyecto

Ubicación: Bamako, Mali

Año: 2010 -

Superficie: 3000 m²

Material: Metal, Tierra compactada, piedra, madera.

El proyecto esta compuesto por tres pabellones alrededor de un patio de recreo elipsoidal, los cuales le proporcionan sombra a la zona de juegos y a los espacios interiores de recreación.

Los edificios tienen un acabado de piedra natural, con la cual refuerzan la identidad local y el ahorro de costes de construcción. La piedra también proporciona un aislamiento natural y la aclimatación de los espacios interiores, los grandes techos colgantes generan sombra a las fachadas y un clima interior mas agradable. Se respeto la topografía existente en el lugar y las vistas de este o bien su paisaje, ya que este cuenta con 17 hectáreas de espacios abiertos y jardines que de igual manera se rehabilitaron.



¹⁸"Parque Nacional de Malí / Kéré Architecture" 02 sep 2014. ArchDaily México, 7 Nov 2022.
<<https://www.archdaily.mx/mx/626274/parque-nacional-de-mali-kere-architecture>>

Ilustración 28 Lámina de Liz VG.

5.1 Analogías arquitectónicas

- Tatiana Bilbao

“No hace falta innovar siempre: con hacer una arquitectura responsable, que sirva a la gente para vivir mejor es suficiente”.

Ajijic, Lago de Chapala, Jalisco

Se tenía poco presupuesto para la vivienda por lo que optaron por construir con tierra compactada, aprovechando también el material que tenían a su alrededor, creando un contraste en el espacio, es decir un espacio poco reflectante y opaco, las aberturas ayudan a liberar el cruce del viento y el uso de la tierra permite obtener colores y texturas del exterior creando un ambiente en conjunto. Combina la tierra compactada con concreto armado para lograr grandes claros y con estabilizantes para dar más solidez a las paredes o bloques, manteniendo el aislamiento y la termicidad que proporciona la tierra, los muros los realiza mediante encofrados con capas compactadas de 20 cm., hasta alcanzar los 2.40m de altura, con las fachadas acristaladas hace un juego entre el interior y exterior. Los cimientos son de concreto para evitar la humedad del suelo y los muros de tierra están impermeabilizados en la base para evitar que suba la humedad a través de estos.¹⁹



Ilustración 29 Casa Ajijic, imagen de ArchDaily

¹⁹ "Ajijic / Tatiana Bilbao S.C." 21 jul 2013. ArchDaily México. Accedido el 12 Dic 2021. <<https://www.archdaily.mx/mx/02-279921/ajijic-tatiana-bilbao-s-c>>

- Anna Heringer.

"La arquitectura es una herramienta para mejorar vidas. La visión detrás y la motivación de mi trabajo es explorar y utilizar la arquitectura como un medio para fortalecer la confianza cultural e individual, apoyar las economías locales y fomentar el equilibrio ecológico. Para mí, sustentabilidad es sinónimo de belleza: un edificio armonioso en su diseño, estructura, técnica y uso de materiales, así como con la ubicación, el entorno, el usuario, el contexto sociocultural. Esto, para mí, es lo que define su valor estético y sostenible".

HOMEmade, Bangladesh.

Anna Heringer, vivienda en base a los hogares tradicionales de Bangladesh, la cual está compuesta por bambú y tierra, en la cual integran a tres familias campesinas en una vivienda de dos niveles para aprovechar la superficie libre para cultivar la tierra. A diferencia de otros proyectos, en este agrega paja a los muros para aumentar la cohesión y la resistencia de este, usa fibra de coco como aislante en el techo, las ventanas y aberturas crean una ventilación cruzada para mantener una temperatura interior agradable, los cimientos de tierra compactada fueron recubiertos con una capa de ferrocemento y una de prueba de humedad para evitar que la humedad y las plagas se absorban o suban desde el suelo hasta las paredes.



Ilustración 30 viviendas de Bangladesh. Fotografías de la revista Arquitectura Viva

También colocaron trozos de bambú en las paredes para evitar la erosión de la lluvia. En la construcción se introducen algunas mejoras sensibles pero cruciales: el refuerzo de los muros con paja, el uso de fibra de coco como aislamiento, el vidrio en las ventanas, la impermeabilización de los cimientos o la ventilación cruzada.²⁰

²⁰ Elías Barczuk Pasamán. "Anna Heringer Arquitectura sostenible" 21 feb 2020. ArchDaily México. Accedido el 12 Dic 2021. <<https://www.archdaily.mx/mx/976594/el-museo-ico-presenta-la-arquitectura-sostenible-de-anna-heringer>>

- Estudio Blaanc

Casa da Viña en Montijo, Portugal

Combinan la tierra compactada con muros de concreto, ladrillo y mampostería, para darle resistencia al edificio y por cuestiones ambientales y estéticas. Para los muros de tierra compactada usaron encofrados continuos de madera y apisonadores mecánicos para compactar la tierra, para mejorar y dar más resistencia a los muros más largos, le colocaron contrafuertes, esto para un mejor comportamiento estructural, en el tapial o encofrado usaron una malla de vidrio en el centro para un mejor refuerzo. Esto permitió una



Ilustración 32 casa Vinha, imagen de ArchDaily



Ilustración 31 casa Vinha, imagen de ArchDaily

construcción continua de las capas de tierra, sin necesidad de juntas verticales y dando mejor apariencia al material. El techo se compone de vigas de madera laminada que se adjuntan en el dintel superior y está cubierta por un panel sándwich fabricado en el lugar y revestido por una pantalla impermeable traslúcida que protege los muros de posible corrosión por lluvia, los marcos de las puertas son de madera laminada, por lo tanto, actúan como refuerzo y encofrado de los muros de tierra compactada. Para conservar la apariencia de los muros de tierra compactada y cuidar de agentes dañinos le aplico una capa protectora de vidrio soluble y caseína como impermeabilizante.²¹

²¹ "Casa Viña / Blaanc" 06 feb 2016. ArchDaily México. Accedido el 13 Dic 2021. <<https://www.archdaily.mx/mx/781673/casa-vina-blaanc>>

5.2 Perfil de usuarios

Según datos del INEGI las familias más típicas de Tiquicheo están compuestas por cuatro o cinco integrantes, la pareja y dos o tres hijos, por lo que los usuarios con los que se va a trabajar será una familia de 4 integrantes, compuesta por papá, mamá, hija, e hijo, considerando a estos como usuarios principales, ya que serán los que se encuentren permanentemente en la vivienda, y también se considerarán usuarios temporales, estos compuestos principalmente por los abuelitos o familiares que suelen visitar o pasar tiempo con la familia, por lo tanto para estos usuarios temporales se propone un área que sea al exterior de la vivienda donde puedan llevar a cabo actividades recreativas y en el caso de los familiares se podría proponer una habitación independiente a la de los usuarios permanentes, esto solo si el espacio lo permite.

Como se mencionó anteriormente una de las principales fuentes de ingresos de las familias en Tiquicheo son la ganadería y la agricultura por lo que en algunos casos se suelen tener corrales para el ganado o animales de carga como caballos o burros o bien áreas específicas para la cría de gallinas, cerdos u otros animales, por lo tanto, también suele destinarse un cuarto o área específica para almacenar el alimento de dichos animales.

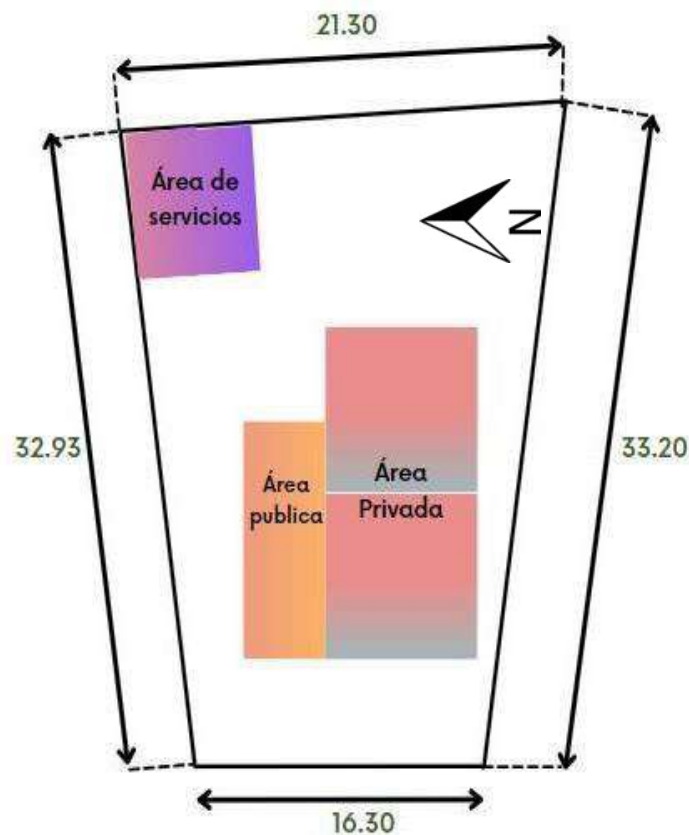
5.3 Análisis programático y diagramático.

El programa arquitectónico, del proyecto está pensado en los usuarios principales, y como es un proyecto de vivienda, esta contará con los espacios típicos de una vivienda, los cuales se integran por:

- Sala
- Cocina
- Comedor
- Baño
- Habitaciones
- Patio de servicios
- Bodega

En este caso la bodega se propondrá en un módulo independiente a la vivienda ya que suele utilizarse en esta región, para almacenar maíz o distinto follaje o alimento para el ganado que suelen tener como se explicó anteriormente.

Habiendo definido las zonas y espacios requeridos para el óptimo funcionamiento de la vivienda, los espacios se plantean como primera idea de la siguiente manera:



El terreno que se contempló en un principio, estaba ubicado sobre la avenida principal, la carretera Tuzantla Tiquicheo o avenida independencia, casi a las afueras de la comunidad. Como se puede observar en la imagen de la



derecha, el predio es irregular, se tienen colindancias a ambos lados, además de un desnivel prolongado y se encontraba cerca de una arrolla, el cual podría ser un problema, por la humedad que absorbe la tierra y la cual se transmite del suelo a los muros por la erosión.

Pese a que el terreno se encontraba en mejor ubicación se optó por uno en un área diferente, tratando de evitar la humedad del suelo y buscando una mejor orientación del predio. Por lo que se eligió un terreno en la zona noreste de la comunidad, el cual se muestra y describe a continuación.

Ilustración 33 Ilustración primera idea

5.4 Análisis gráfico y fotográfico del terreno.

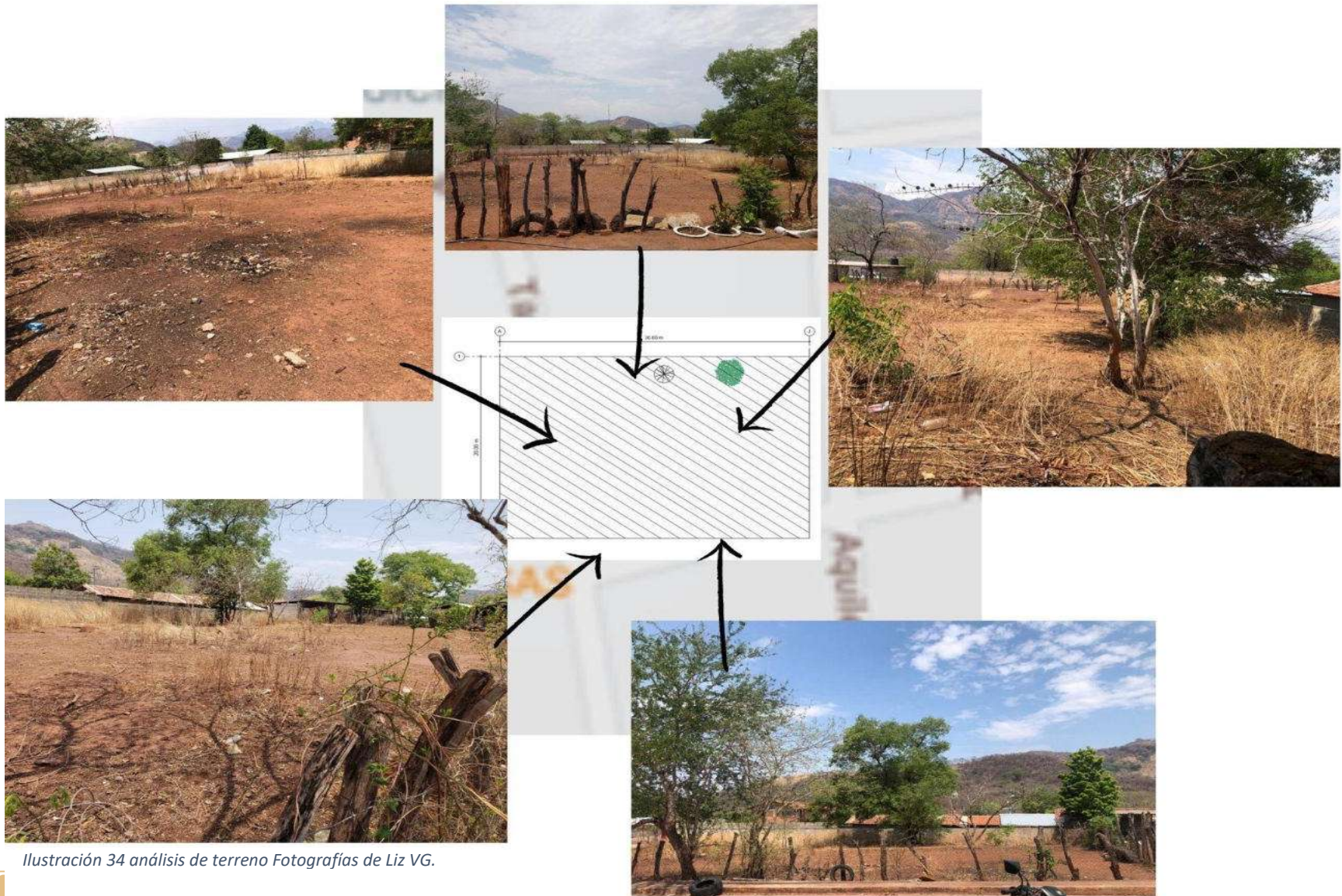


Ilustración 34 análisis de terreno Fotografías de Liz VG.

- Ubicación Propuesta.

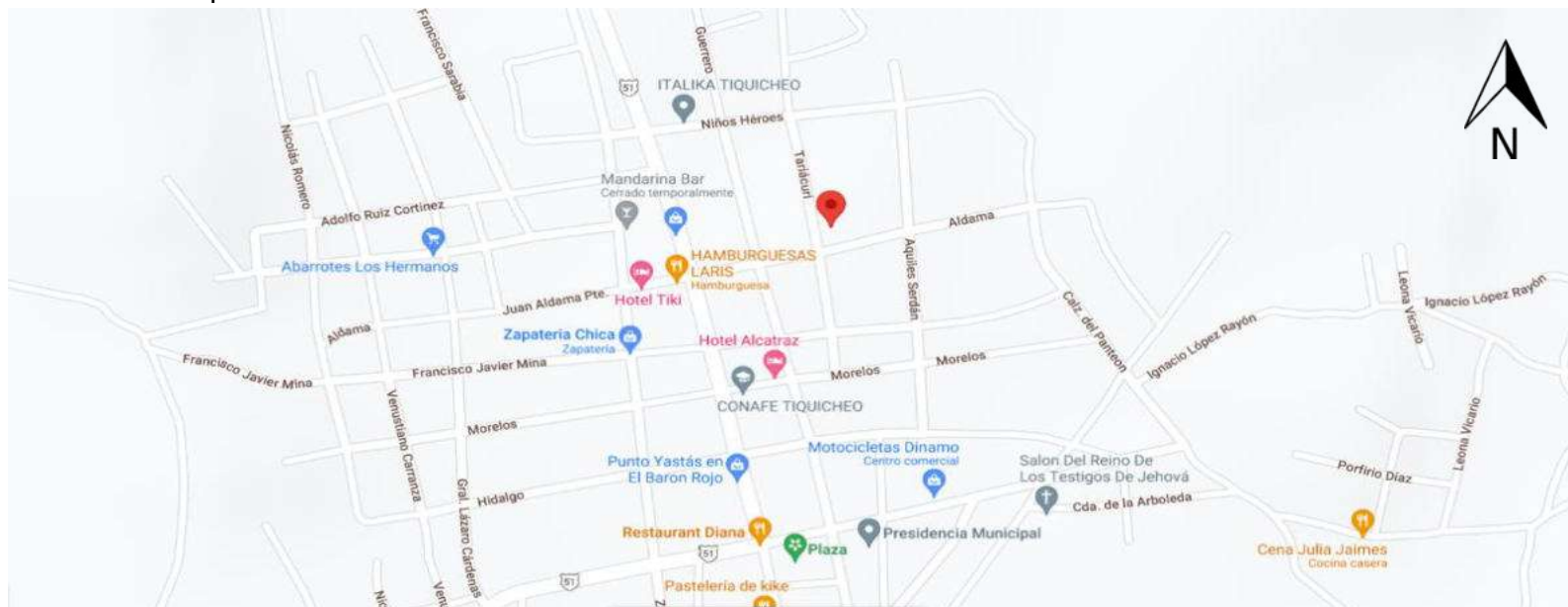


Ilustración 35 macro localización, imágenes de Google Maps

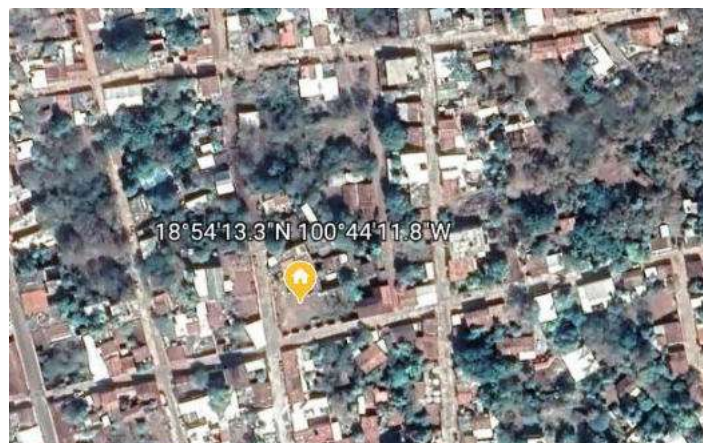


Ilustración 36 micro localización, imágenes de Google Maps

El terreno o el área donde se propone el proyecto, está en el municipio de Tiquicheo de Nicolás Romero. El predio que se pretende utilizar para la intervención está ubicado en esquina con la calle Tariacuri y calle Aldama, S/N en la colonia Bella Vista de la Cruz, entre la calle Aquiles Serdán y Niños Héroes, en las Coordenadas: 18°54'13.3" N 100°44'11.8" W.

El predio seleccionado tiene un área total de 624.49 m2, y no cuenta con alguna construcción existente dentro de este, según la Comisión Nacional

de Vivienda el mínimo habitable para una vivienda es de 55 m², por lo que se tiene todo el terreno libre para proponer lo que se requiera. El terreno está ubicado en una zona intermedia del centro y la periferia de Tiquicheo, por lo que la zona se cuenta equipada con los servicios básicos, de electricidad, agua potable, alcantarillado, calles pavimentadas, servicio de telefonía, alumbrado y transporte público.

Como se puede observar el terreno tiene una forma regular y no cuenta con alguna construcción, no se comprobó a ciencia cierta el tipo de suelo que se tiene en el terreno, pero según lo observado, se puede deducir que es un tipo de tierra roja arcillosa la cual es predominante en la zona de tierra caliente. El terreno no tiene una pendiente topográfica muy accidentada, y para la construcción de la vivienda se propine nivelar el área que esta ocupe.

El terreno tiene vegetación muy densa, la mayoría se podría catalogar como maleza, tiene algunos arbustos y un árbol casi en la esquina de este, el cual se piensa respetar en el diseño del proyecto, argumentando que este genera sombra y ayuda a contrarrestar el clima de la zona y como se ha mencionado se espera proponer también una barrera vegetal como protección de los ralos directos del sol.

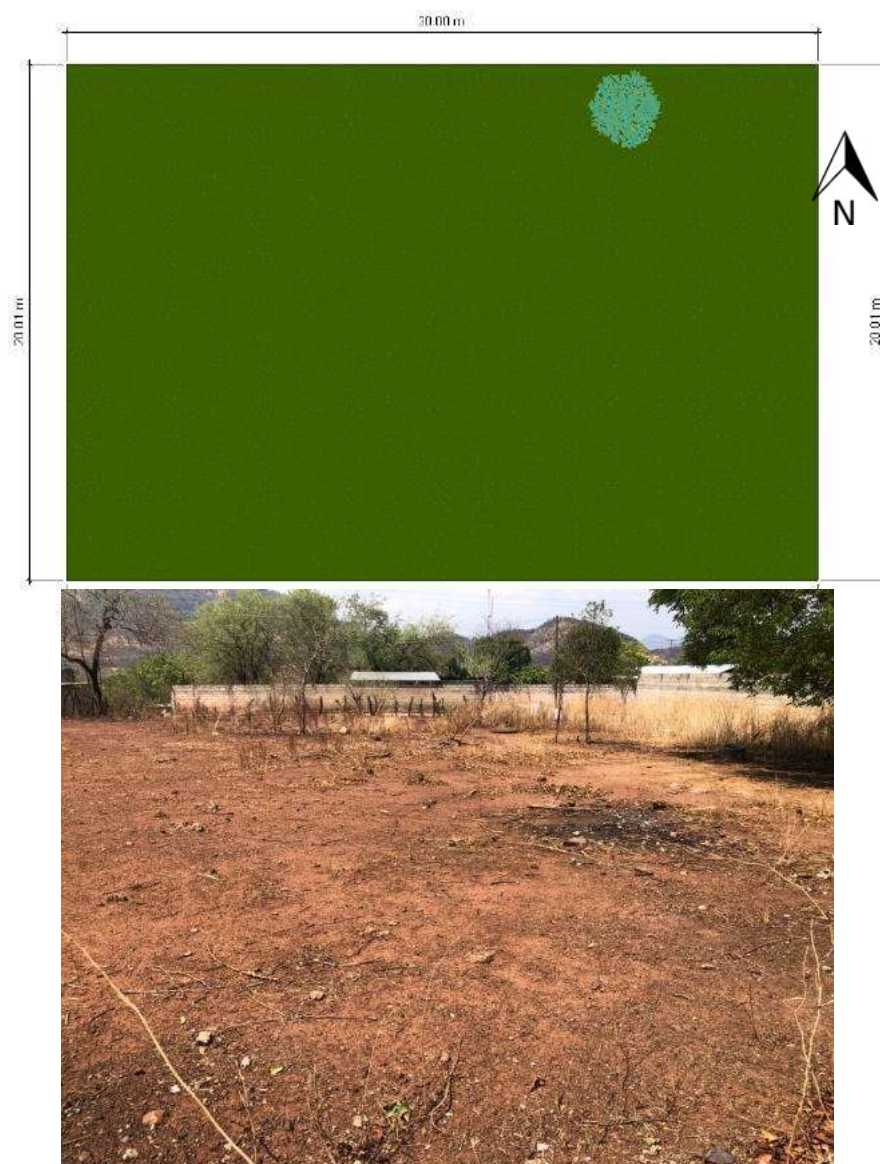


Ilustración 37 Terreno

6.-

C

Método Constructivo

M

6.0 Método constructivo

Existen diferentes técnicas para trabajar la tierra cruda, y la mayoría de estas son técnicas ancestrales que se han mantenido con pequeños cambios desde la antigüedad hasta nuestros días, aunque otras son aportaciones modernas. A menudo la construcción con tierra está fuertemente relacionada con las costumbres locales, la climatología del lugar y las características de la tierra disponible, pero estas técnicas y costumbres se pierden o modifican poco a poco. Siguiendo el tema principal de esta investigación de la construcción tierra apisonada o tapial se mencionarán algunas de las técnicas constructivas más comunes usadas en la actualidad.

La tierra compactada o tapial es un muro monolítico de tierra encofrada y compactada a base de pisón manual o mecánico, tradicionalmente conocida como tierra apisonada o simplemente tapia, el encofrado estándar suele ser de madera de unos 3mx0.9mx0.5m aproximadamente, la mezcla de la tierra previamente seleccionada, con una pequeña cantidad de agua con o sin agregados para humedecer la tierra y obtener un mejor agarre de esta, normalmente se le añaden aglomerantes como yeso, cemento la cal, esto en la preparación de la tierra para mejorar aún más las características de la pared y su resistencia.

Consideraciones en vanos, éstos deben ser previstos de tal manera que sus bordes coincidan con los extremos de las secciones de encofrado, su altura con la línea superior de la última sección, para que la viga de arriostre sustituya los dinteles. También se pueden colocar los marcos de puertas y ventanas con sus respectivos anclajes en el encofrado, logrando que estos estén bien amarrados al muro, las pequeñas aberturas se pueden cortar fácilmente en el muro terminado con una sierra pisé (un cable endentado con mangos en los extremos) manipulado por dos personas.

6.1 Tipos de tierra.

La tierra raramente se encuentra en el estado requerido para la producción de bloques, en la mayoría de los casos, esta debe ser tamizada a través de una malla de 5mm. El tipo de tierra recomendada: arenosos, con una curva granulométrica bien distribuida (para que se puedan llenar todos los huecos) y con baja cantidad en limos, es difícil normalizar un porcentaje de mezcla estandarizado, ya que, en cada caso con cada tipo de suelo puede variar, según las características de la arcilla. En el caso de que la tierra no sea muy buena se le puede añadir una lechada de cal, yeso o algún otro aglomerante.

Comúnmente la mezcla es de la tierra seleccionada, agua y con o sin agregados. arcilla + limo < 30% del volumen; arcilla < 20%; arena > 33%; la humedad debe ser moderada (agua) 10-12% a 15-18%, esto como estabilizante en el proceso. La fabricación del muro comienza con el tamizado del suelo seco mediante una malla de 4-8mm. En el caso que sea necesario se debe añadir los aglomerantes o corregir la granulometría, y se debe preparar la mezcla en seco hasta que tenga un color homogéneo. Después lentamente hay que añadirle agua hasta el contenido óptimo de humedad y se vierte la mezcla dentro del molde, conocido como tapial, hasta unos 20 cm de altura, y se compacta hasta obtener la densidad máxima, mediante el uso de pisones manuales o mecánicos. Después de cada compactación se debe comprobar el aplomo del molde, una vez compactada la tierra se debe dejar curar antes de colocar cualquier tipo de acabado o hacerlo entrar en carga, el tiempo será diferente según el tipo y la cantidad de aglomerante que se le haya añadido a la mezcla.

Por ejemplo, la estabilizada con cemento debe estar en tres días, como mínimo, en el caso de la cal serían unos 30 días. Una vez finalizado el curado, es conveniente añadirle unos ciertos acabados como revocos, pintura y repelentes, según el acabado que se le quiera dar al muro, o bien puede ser un acabado aparente, la esquina, es el punto más débil de la estructura, pero se puede resolver con el mismo tapial colocando una esquina viva o achaflanada o bien reforzándola con piedra o fabricarla de ladrillo, esto si va a recibir mucho peso o va a cubrir grandes claros.

El largo del encofrado puede variar entre 150 y 300 cm, y el alto entre 50 y 100 cm. La relación entre espesor y altura del muro debería ser de 1: 8 a 1: 12 (a menor espesor más control de calidad es necesario), y un espesor mínimo de 30 cm es posible. Pero para que un hombre pueda ubicarse entre las dos caras del encofrado, para apisonar el barro, se recomienda un mínimo de 40 cm. (13)

Elección de una buena mezcla de tierra.

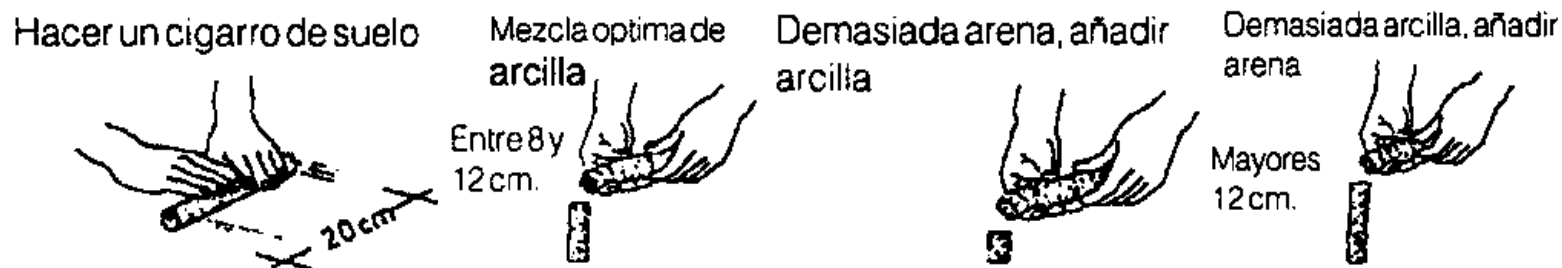


Ilustración 38 Ilustración Elección de tierra. Imagen del artículo Construcción con Tierra.

6.2 Apisonador

El apisonador en el caso de la construcción con tierra puede ser de uso manual o mecánico, los pisones manuales constan de un mango de madera con un cabezal de acero o madera pesada. Mientras más pesada es el pisón, mejor es la compactación, pero a su vez es más pesado su uso. En el caso de los pisones mecánicos, suelen ser de forma cilíndrica y de rodillo pesado o bien de punta plana la cual golpea y aprieta la tierra. Los pisones neumáticos imitan los pisones manuales, pero logran una frecuencia de mayor impacto, acelerando de esta manera el proceso constructivo.

También puede utilizarse una pequeña plancha vibradora, que consiste en un motor eléctrico con una masa rotativa excéntrica que transmite vibraciones a una plancha, lo que ocasiona el movimiento de la máquina y se pueden variar los movimientos mediante un interruptor.

Los usos de los apisonadores, en este caso serían para amasar, triturar y vibrar la tierra principalmente el de vibrar y apretar la tierra, ya que el pisón se encarga de ejercer presión directa sobre el material que esté suelto en el área o en este caso tapial. Su vibración logra la reducción de los vacíos de aire.²²

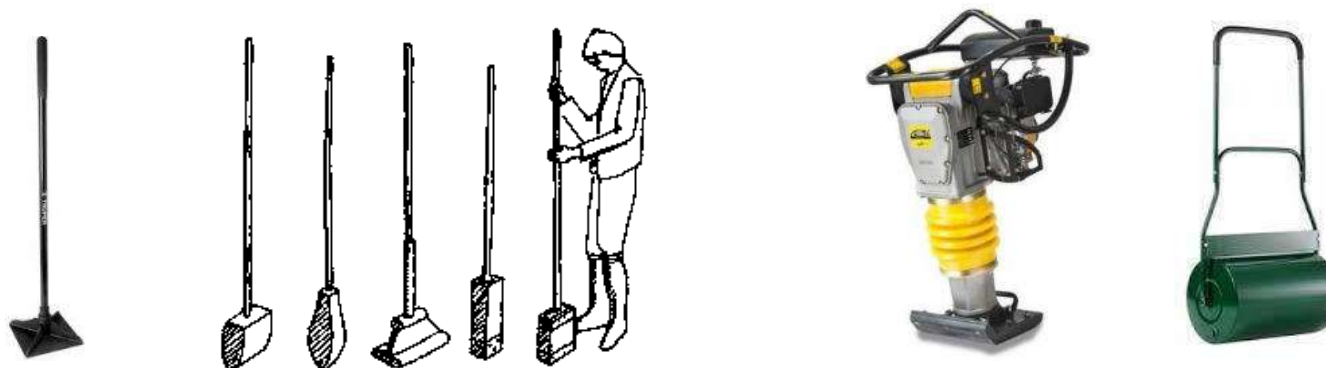


Ilustración 39 Tipos de pisones, imágenes de Google.

²² APISONADORA: ¿Qué es?, ¿Para qué sirve?, características y más [Internet]. Todo lo que necesitas saber de tu ¡VEHÍCULO, ACEITES Y MAS! 2020 [citado 20 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.lubricantesenvenezuela.com/apisonadora/>

6.3 Agregados

Los deterioros más habituales en construcciones con tierra suelen ser por la erosión o disgregación del material, y en casos más extremos, pérdida de elementos, rotura o incluso colapso, el agua que más afecta a los muros exteriores es la que sube por capilaridad o la lluvia directa. Por lo que se debe combinar dicha construcción con cimientos de piedra y concreto o bien colocar un impermeabilizante tanto en los muros como en los cimientos de tierra, también pueden colocarse plantas que absorban la humedad, pero no siempre funciona ya que estas solo absorben la humedad que necesitan.

Algunos autores afirman que la proporción ideal para la construcción con tierra con la técnica de tapial son las siguientes: grava del 0 al 15 %, arena del 40 al 50 %, limos del 20 al 35%, y arcilla del 15 al 25 %. Además de tener una proporción suficiente de arcilla y otros componentes, la tierra a emplear debe estar limpia de raíces y restos vegetales, y tener un aspecto homogéneo, sin embargo, si se desea realizar una construcción con tierra es básico en primer lugar realizar muestreos y diferentes pruebas previas a la construcción definitiva.²³

6.4 Ventajas de construir con tierra.

- La tierra es un material inocuo. No contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.
- Es totalmente reciclable. Si en la construcción no se mezcla la tierra con algún producto industrializado, por ejemplo, cemento, sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez que se decida derribar la construcción.
- Fácil de obtener localmente. Prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, o bien se puede escoger una técnica u otra en función de la tierra disponible. También se pueden hacer mezclas con otro material cercano o con algún aglomerante como cal, yeso, paja, entre otros.
- La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético. No requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura. Es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada. Sin embargo, quizá sí es necesario un mayor esfuerzo e implicación de los constructores.

²³ Construir con tierra | Terra.org - Ecología práctica [Internet]. [citado 20 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.terra.org/categorias/articulos/construir-con-tierra>

- Su obtención/extracción es respetuosa. Si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción, no lleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva que implican otros materiales constructivos.
- Excelentes propiedades térmicas. La tierra tiene una gran capacidad para almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica). Así, permite atenuar los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable, sobre todo resulta adecuado en climas áridos con oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche, pero, si se incluye un aislamiento adecuado.
- Propiedades de aislamiento acústico. Los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos no deseados.
- La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos, esto gracias a que se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.
- Es un material de naturaleza transpirable. Los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la casa, de modo que se evitan las condensaciones.
- Económicamente asequible. Es un recurso barato o prácticamente gratuito que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se levantará la casa.

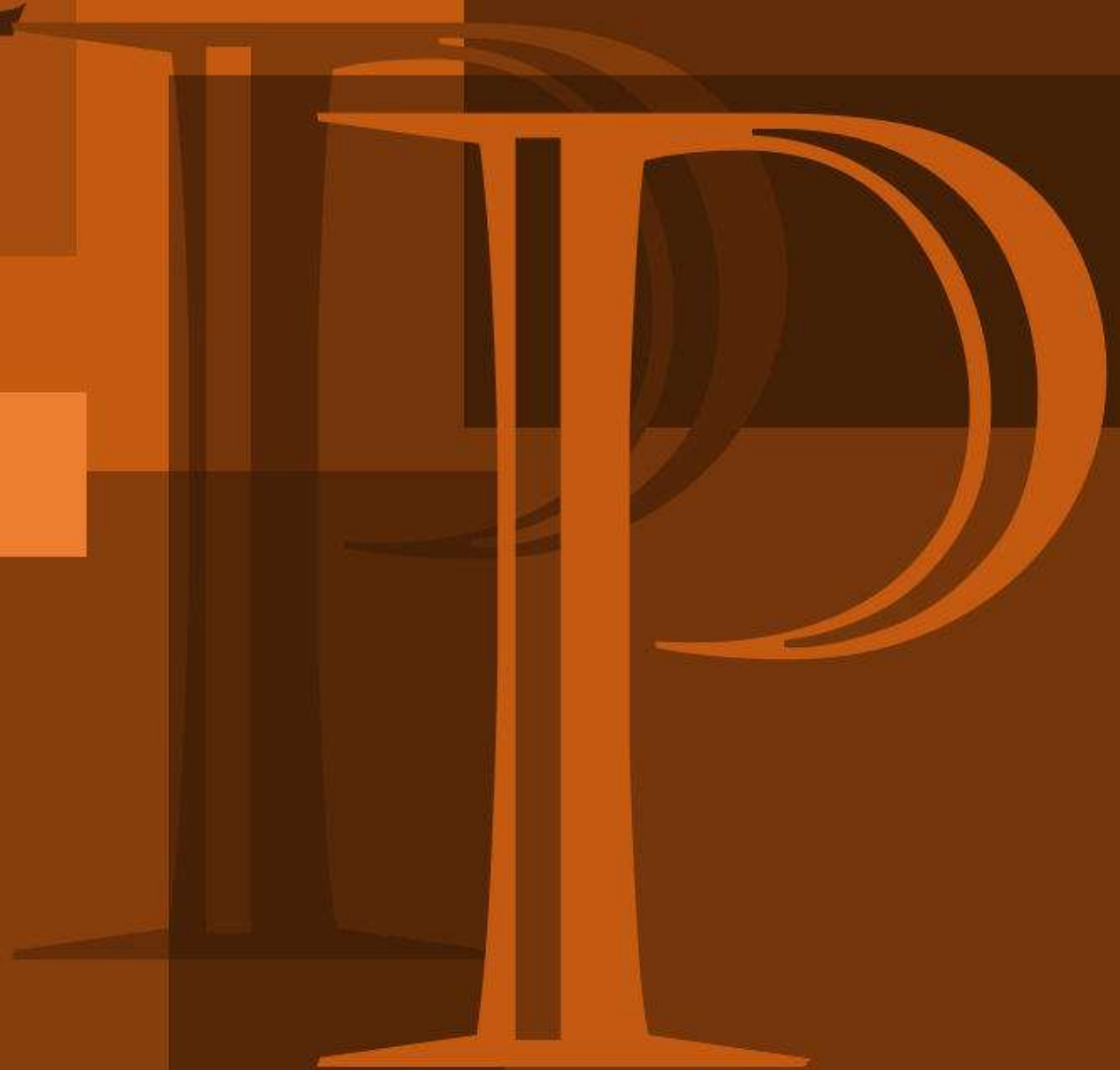
Algunas ventajas de construir con tierra es la facilidad con la que se puede conseguir el material, además de que puede ser un material muy térmico, y se puede obtener una resistencia de hasta 5 veces más que el concreto o los tabiques, también es un material absorbente con la capacidad de eliminar partículas tóxicas u olores desagradables, además de un gran comportamiento acústico, es decir los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados. Con un correcto mantenimiento y uso del material se puede estimar que la construcción dure más de 50 años de vida. es un material fácil de obtener, saludable y gratis en la mayoría de los casos, es algo que fácilmente se puede aprender, y por lo regular los muros te permiten distintas formas o ángulos, siempre y cuando estos sean rectos, es decir que no estén inclinados.

Una desventaja de la Construcción con tierra es que los muros suelen ser muy anchos, por lo tanto, requieren de más espacio en el terreno, y no siempre se pueden conseguir vanos o claros muy amplios.

7



Proyecto



7.0 Proyecto.

El diseño del proyecto arquitectónico como se describió en el punto 5 es para una familia típica, por lo tanto, se realizó un diseño común con 3 habitaciones, sala, cocina, comedor, bodega y corral, dejando también distintas áreas de jardín y colocando la vivienda al centro del terreno para así conseguir ventilación de todos lados y para colocar vegetación alrededor de la vivienda generando también sombra para contrarrestar el calor.

Se plantea un proyecto un tanto distinto a las viviendas típicas ya que actualmente se vive con diferentes situaciones de inseguridad y al tener una vivienda con los espacios a la intemperie se puede ser más susceptible a ser víctimas de la inseguridad.

Por lo tanto, se plantea el diseño de la vivienda en un módulo cerrado, buscando no tener distancias muy largas entre los muros para tener una mejor resistencia en cuanto al posible pandeo de estos.

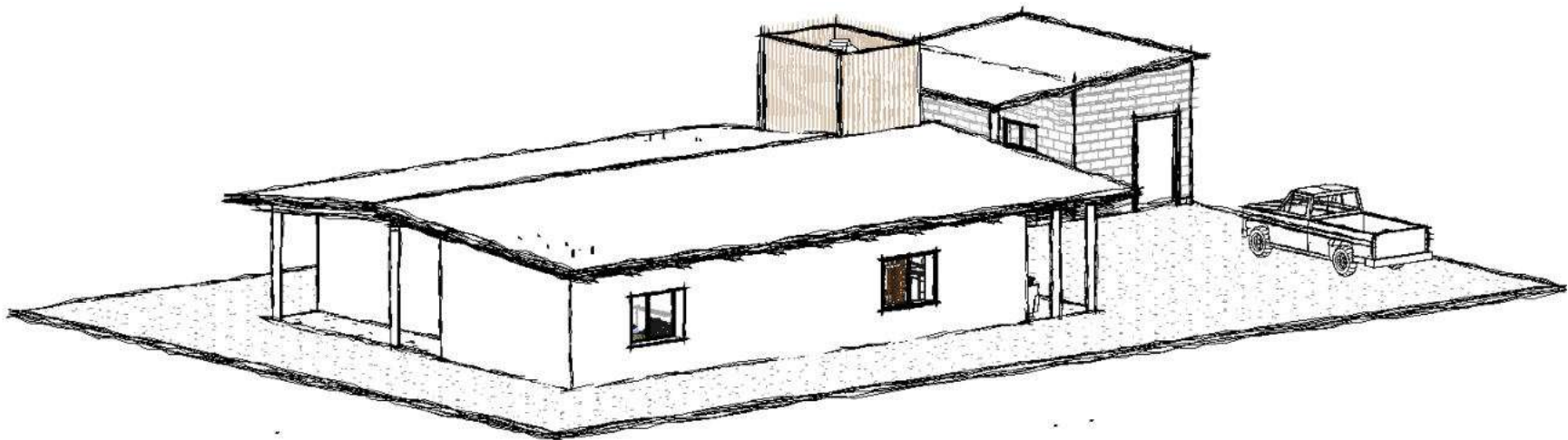
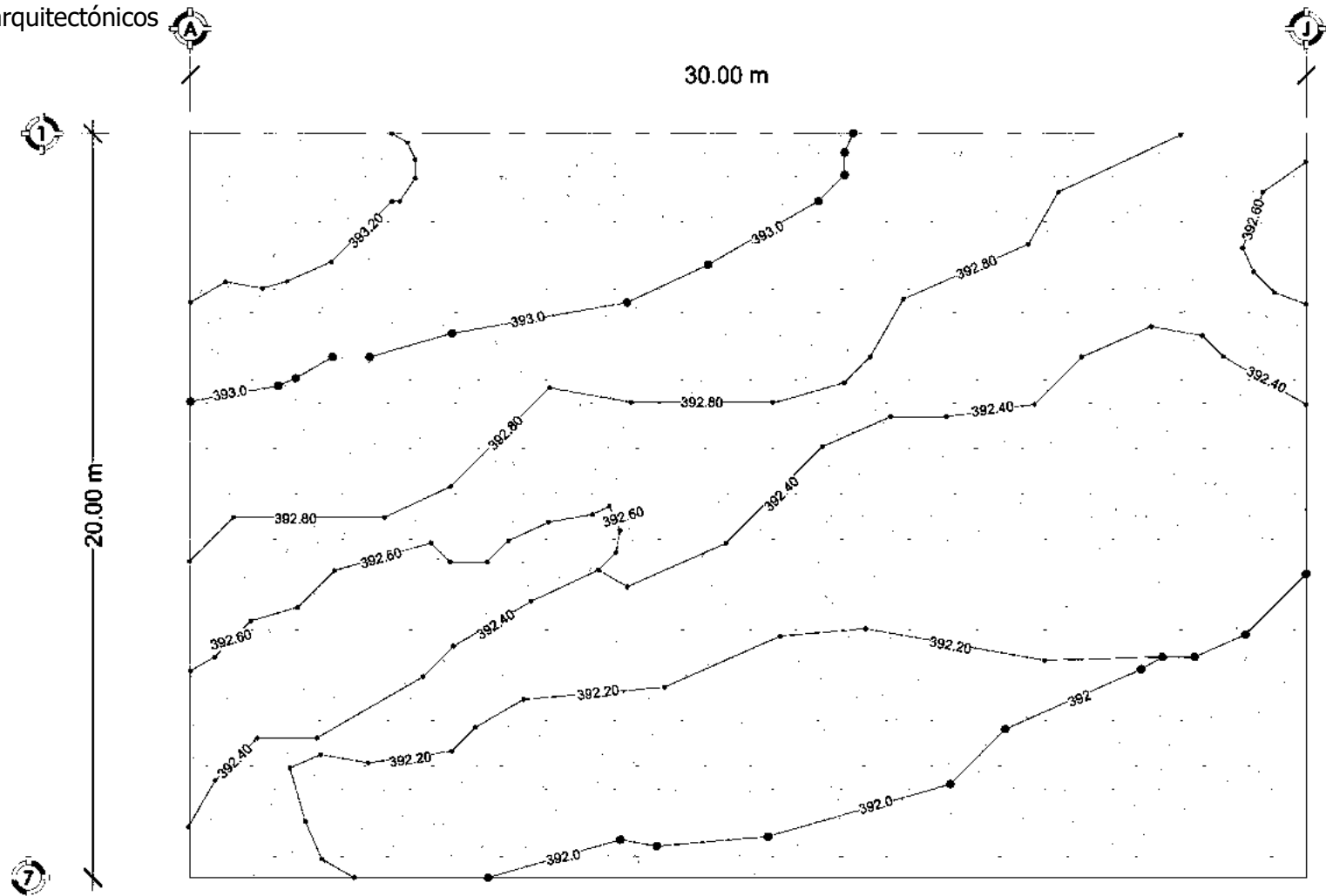


Ilustración 40 Vista Noreste del proyecto, Imagen de Liz VG.

7.1 Planos arquitectónicos



1

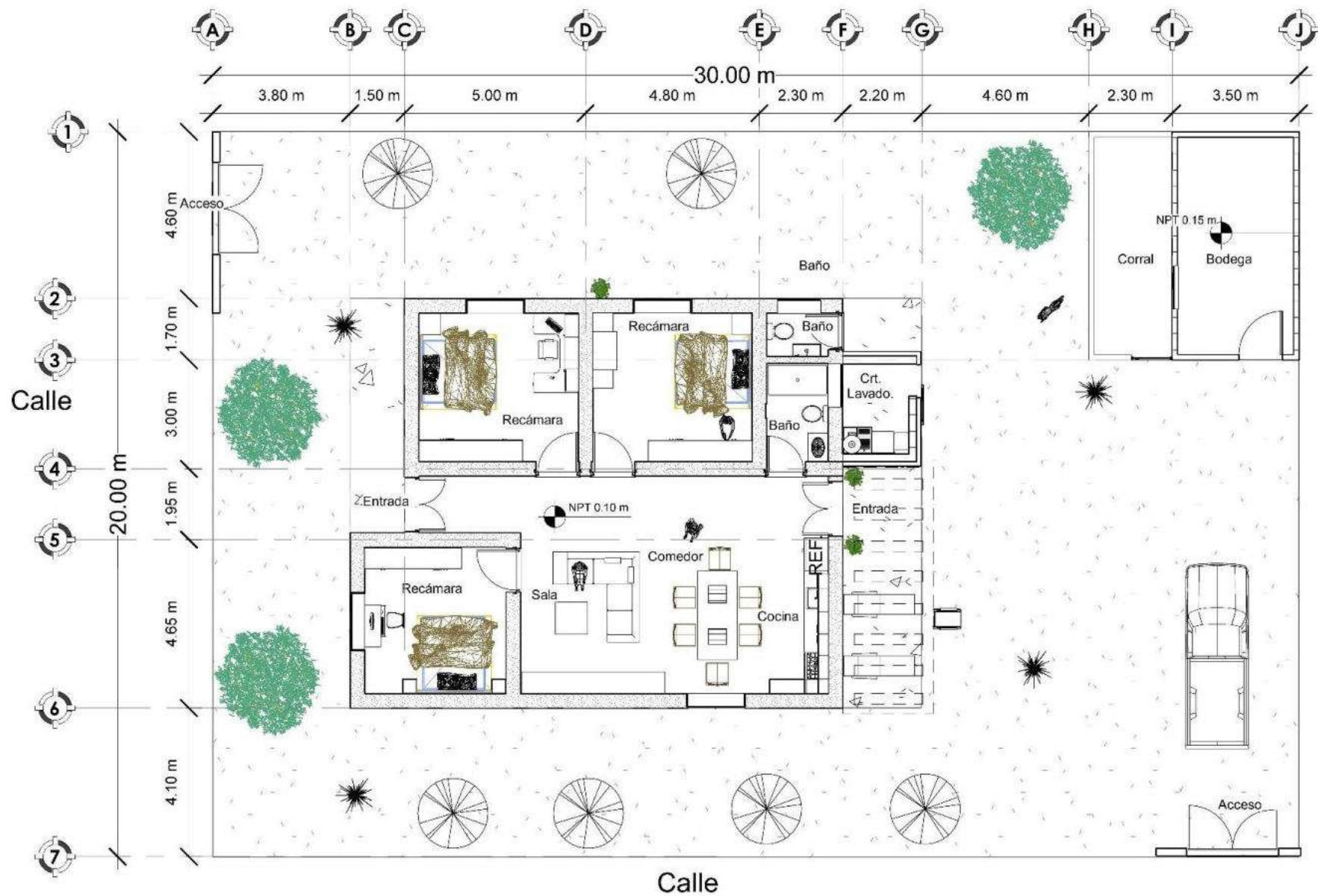
Topográfico

1 : 150

Plano: Topográfico
Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos



Ilustración 41 Plano Topográfico, con curvas de nivel a cada 20cm



1

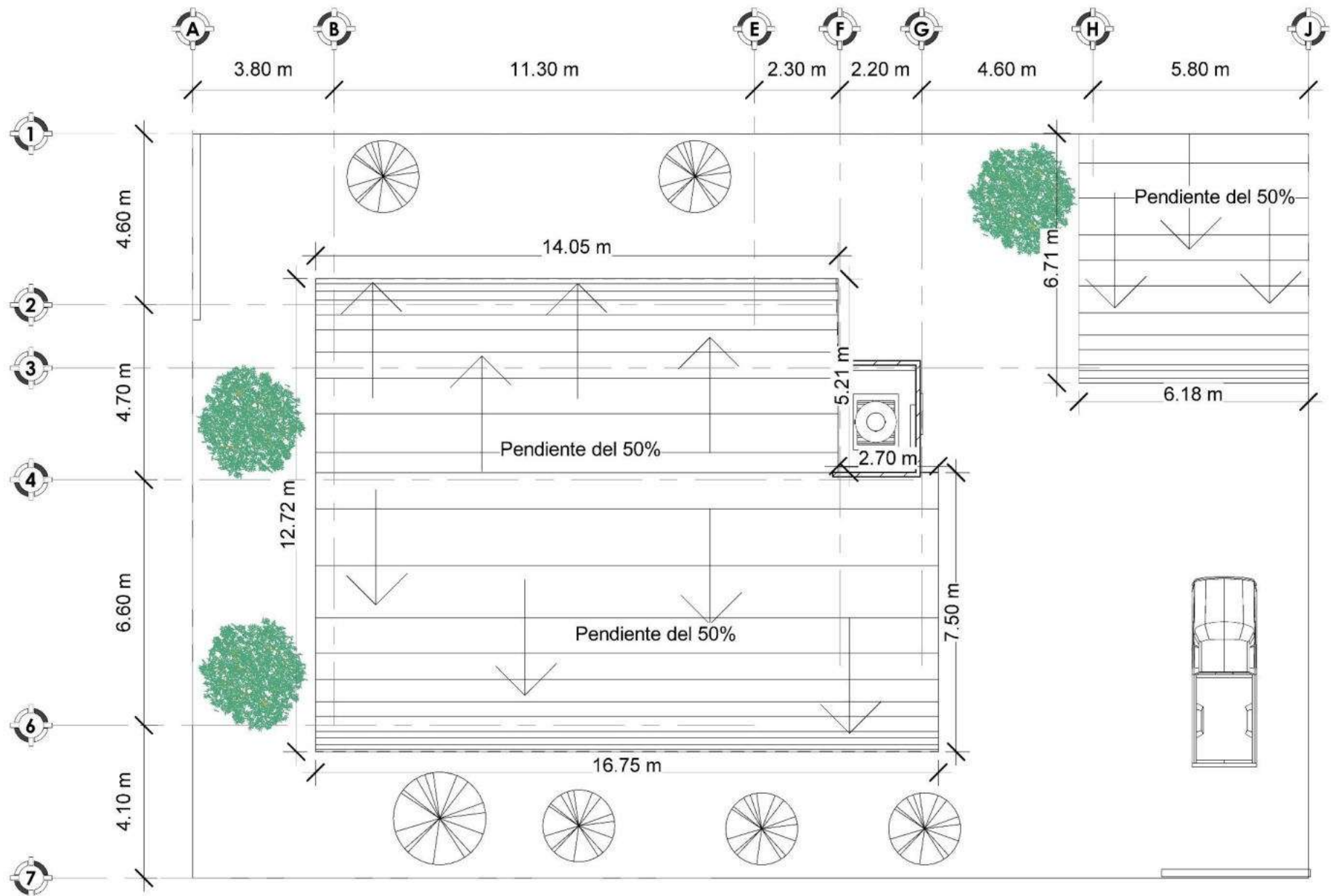
Nivel 1

1 : 150

Plano: Arquitectónico 01

Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos





1

Nivel 2

1 : 150

Ilustración 43 Plano de Techo

Plano: Arquitectonico 01
Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos





1 Fachada Norte

1 : 125



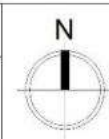
2 Fachada Sur

1 : 125

Ilustración 44 Fachada norte y sur (sin vegetación)

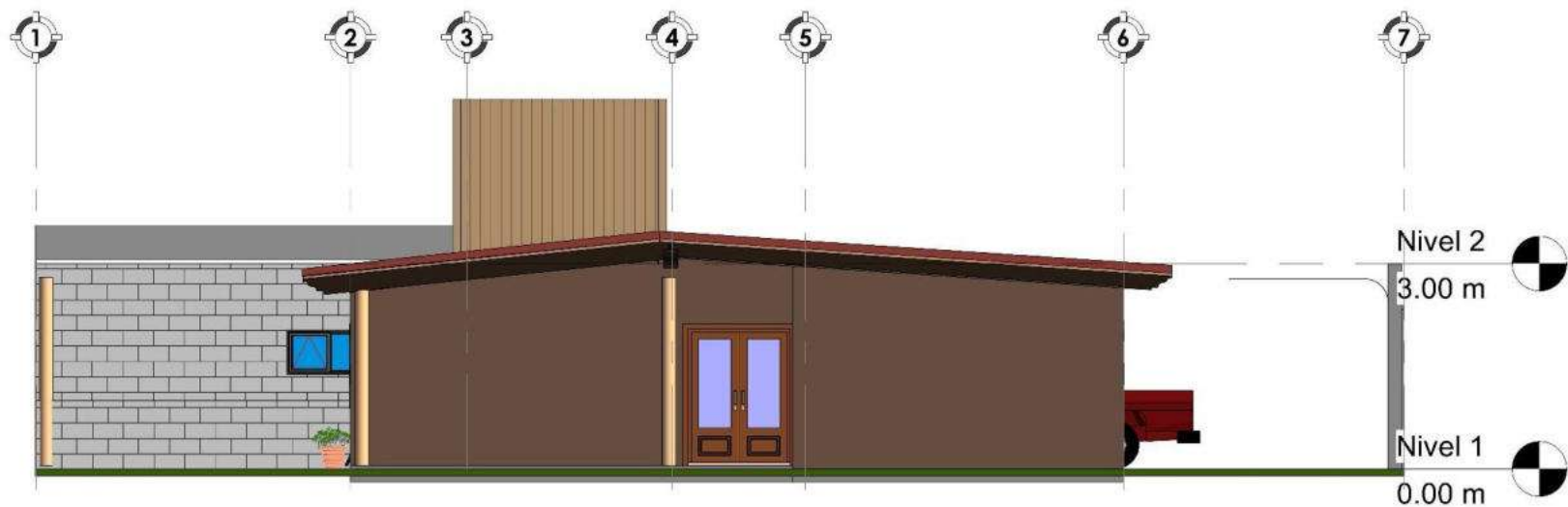
Plano: Fachada Norte y Sur

Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos





1 **Fachada Este**
1 : 100



2 **Fachada Oeste**
1 : 100

Ilustración 45 Fachada Este – Oeste (sin vegetación)

Plano: Fachada Este y Oeste
Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos



7.2 Instalaciones

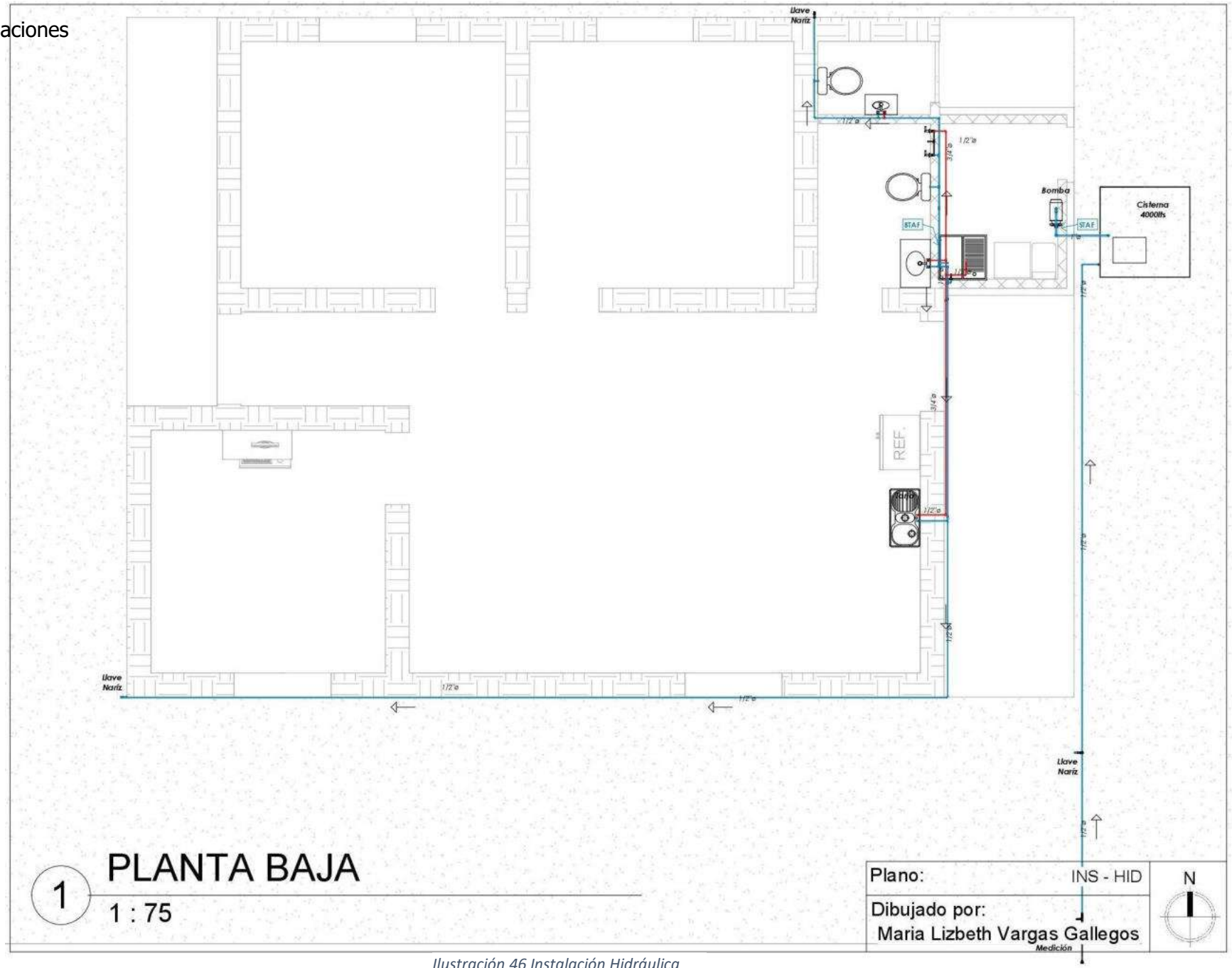
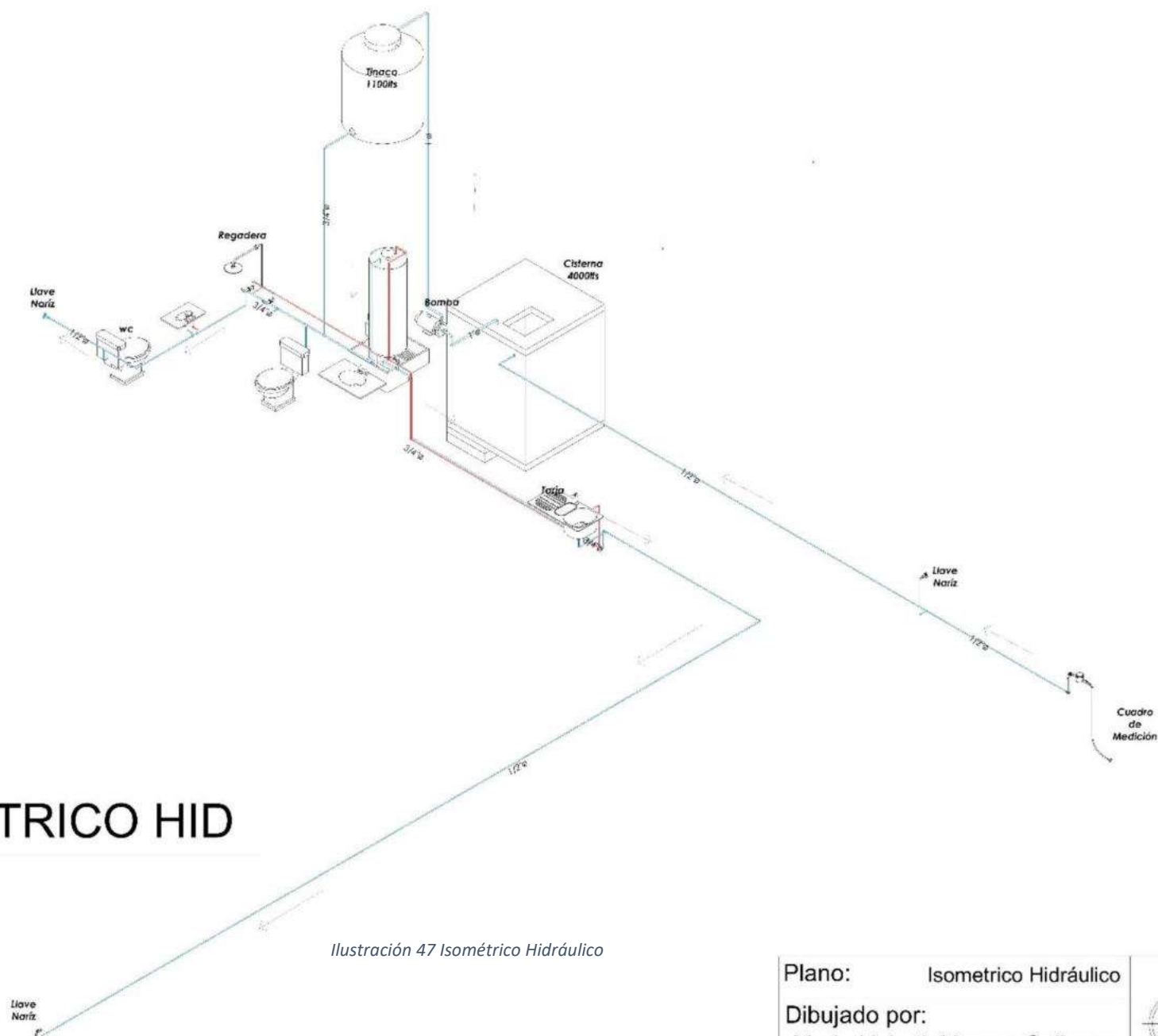


Ilustración 46 Instalación Hidráulica

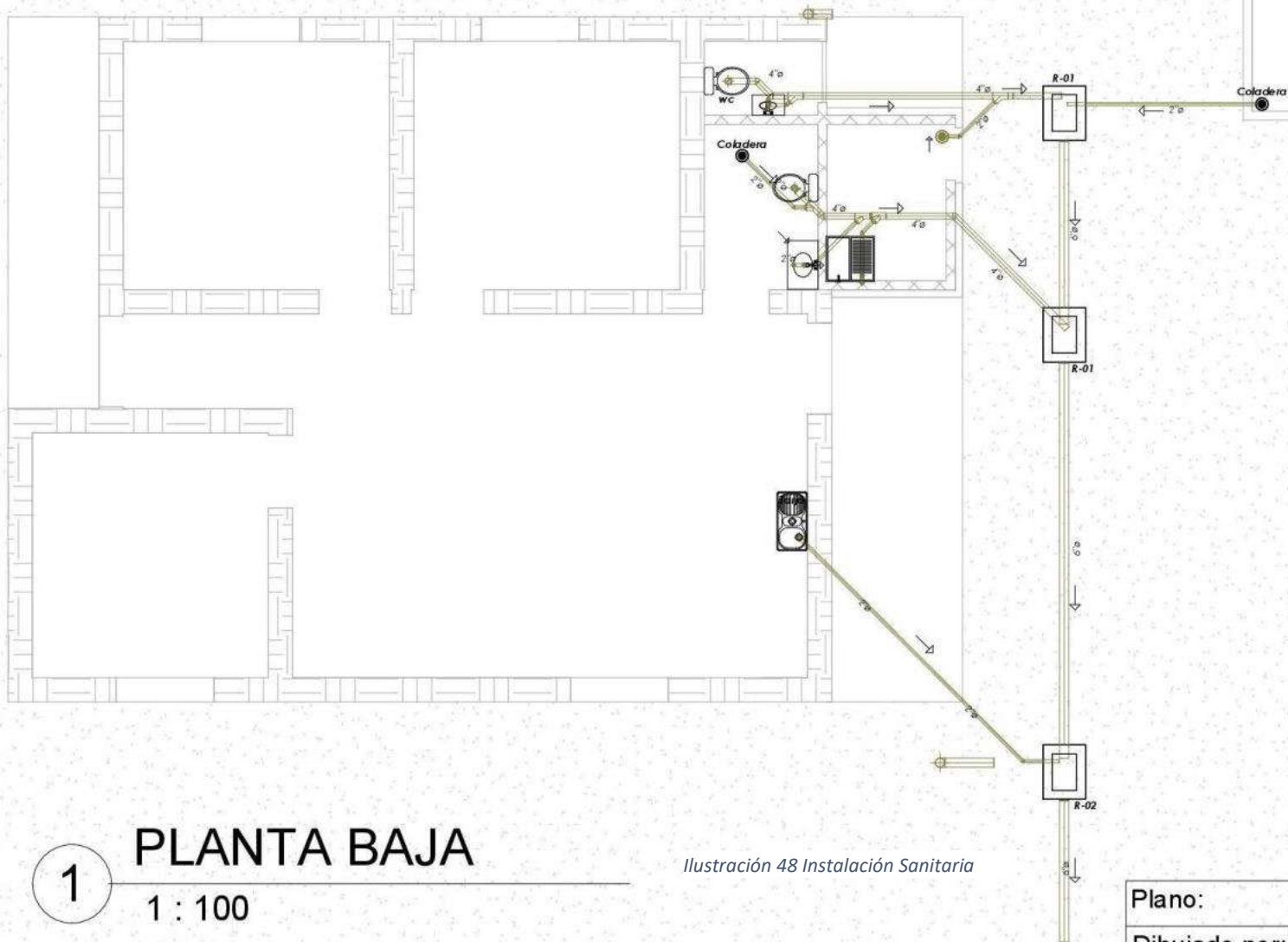


ISOMÉTRICO HID

Ilustración 47 Isométrico Hidráulico

Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos





1

PLANTA BAJA

1 : 100

Ilustración 48 Instalación Sanitaria

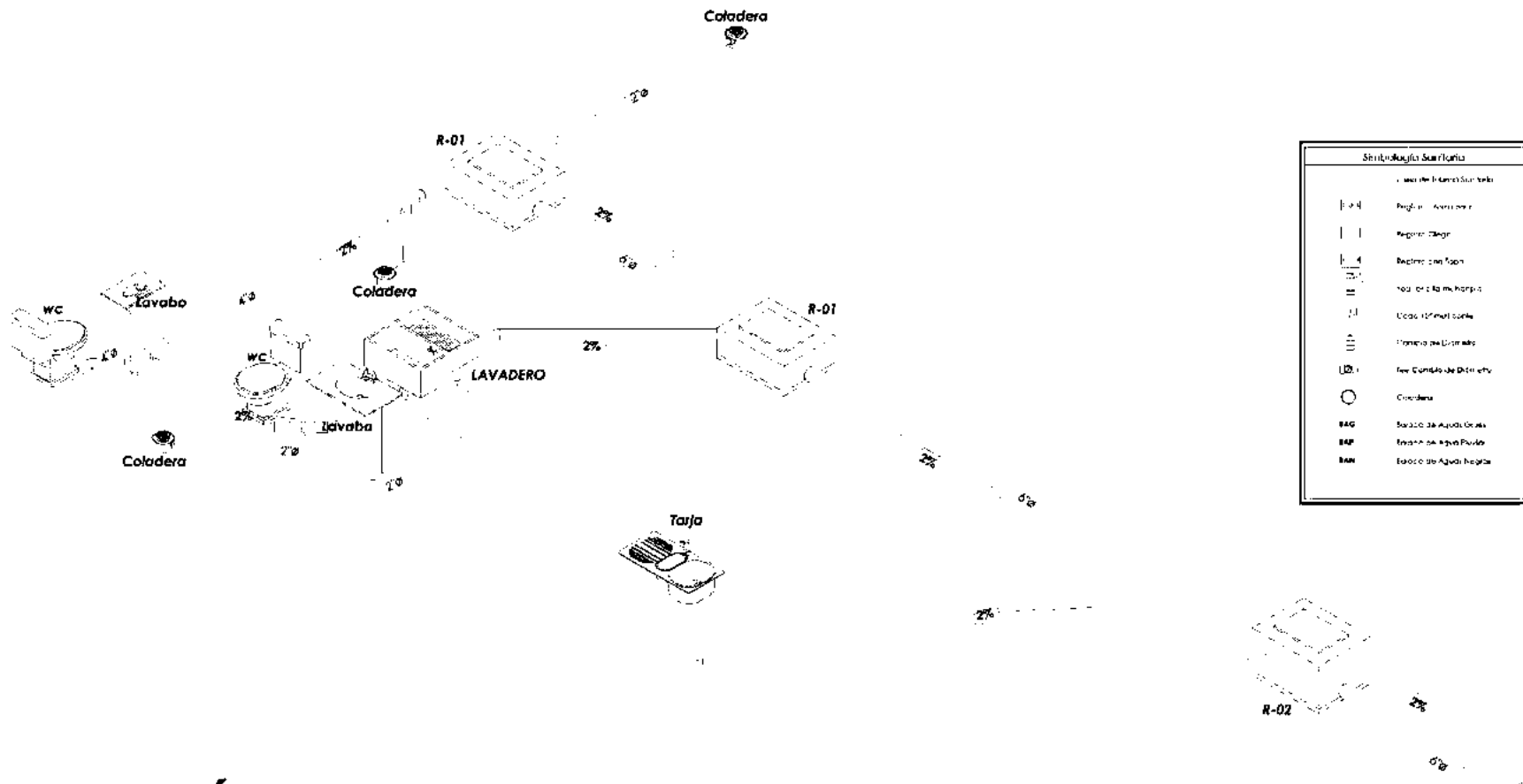
Plano:

INS. SAN.

Dibujado por:

Maria Lizbeth Vargas Gallegos





1 ISOMÉTRICO SAN

Plano: Isometrico SAN.

Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos

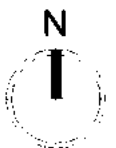
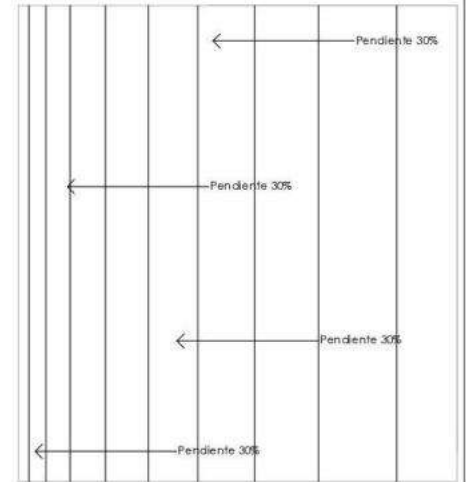
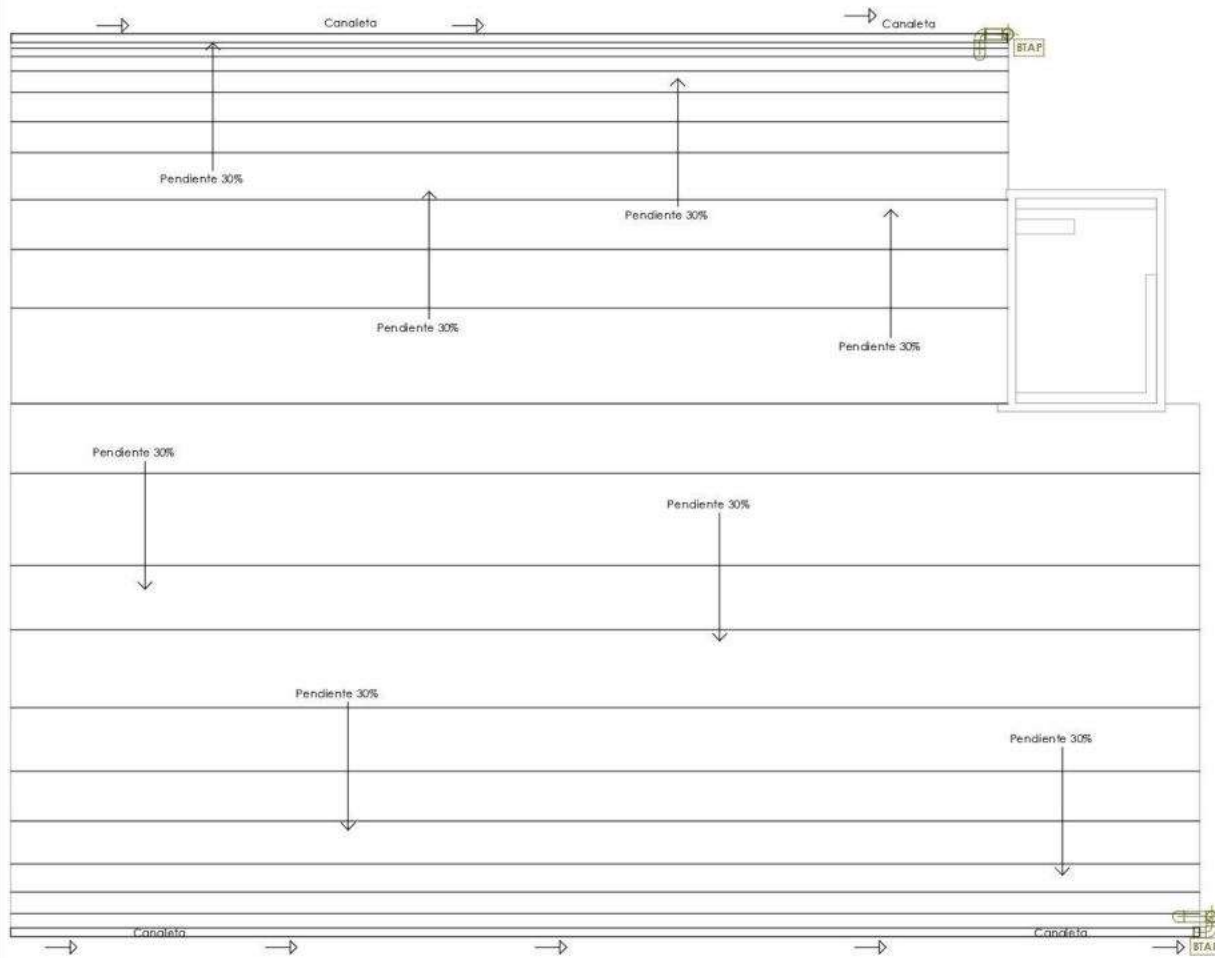


Ilustración 49 Isométrico Sanitario



1 PLANTA ALTA
1 : 100

Ilustración 50 Plano de techo/agua pluvial

Plano: Techo y Agua Pluvial
Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos



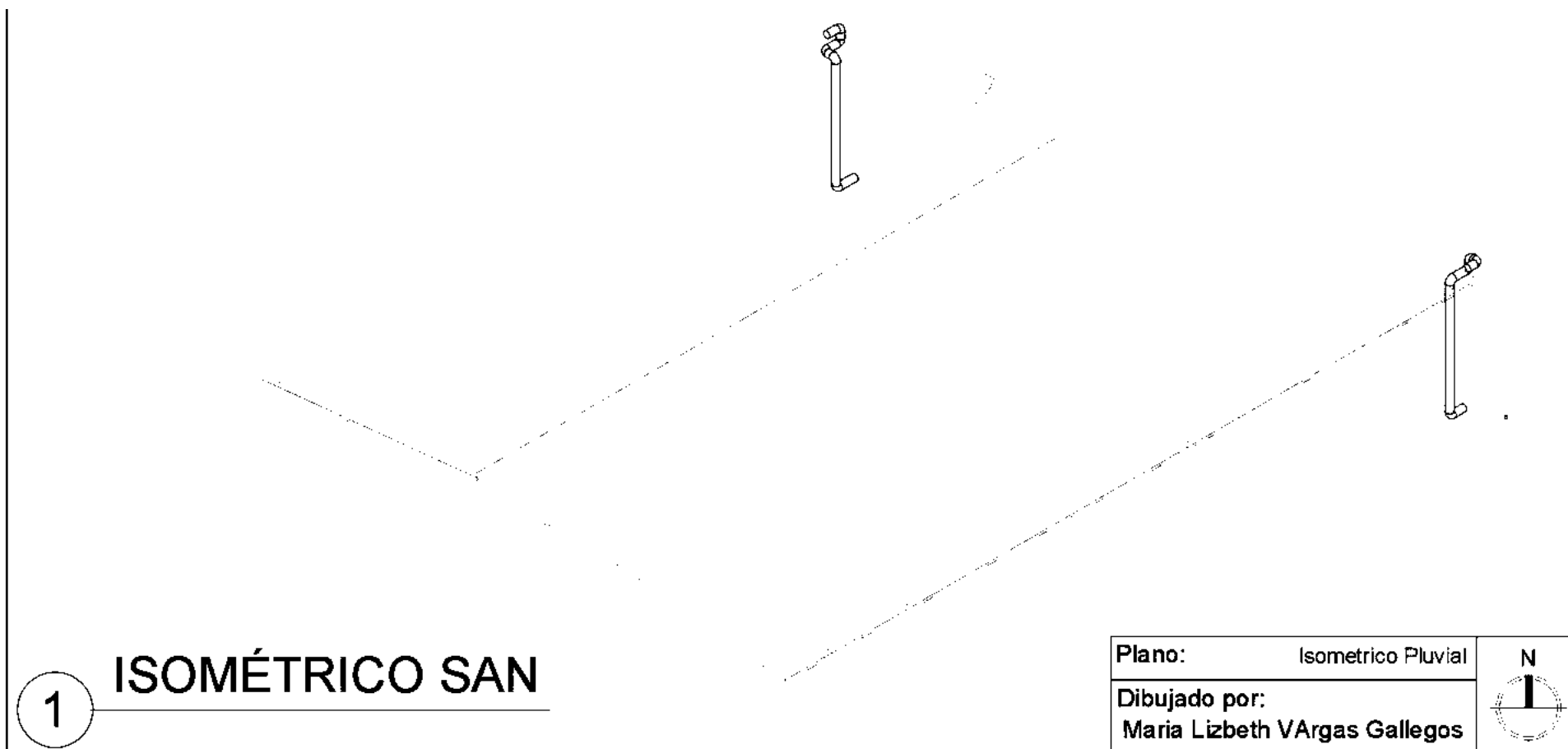
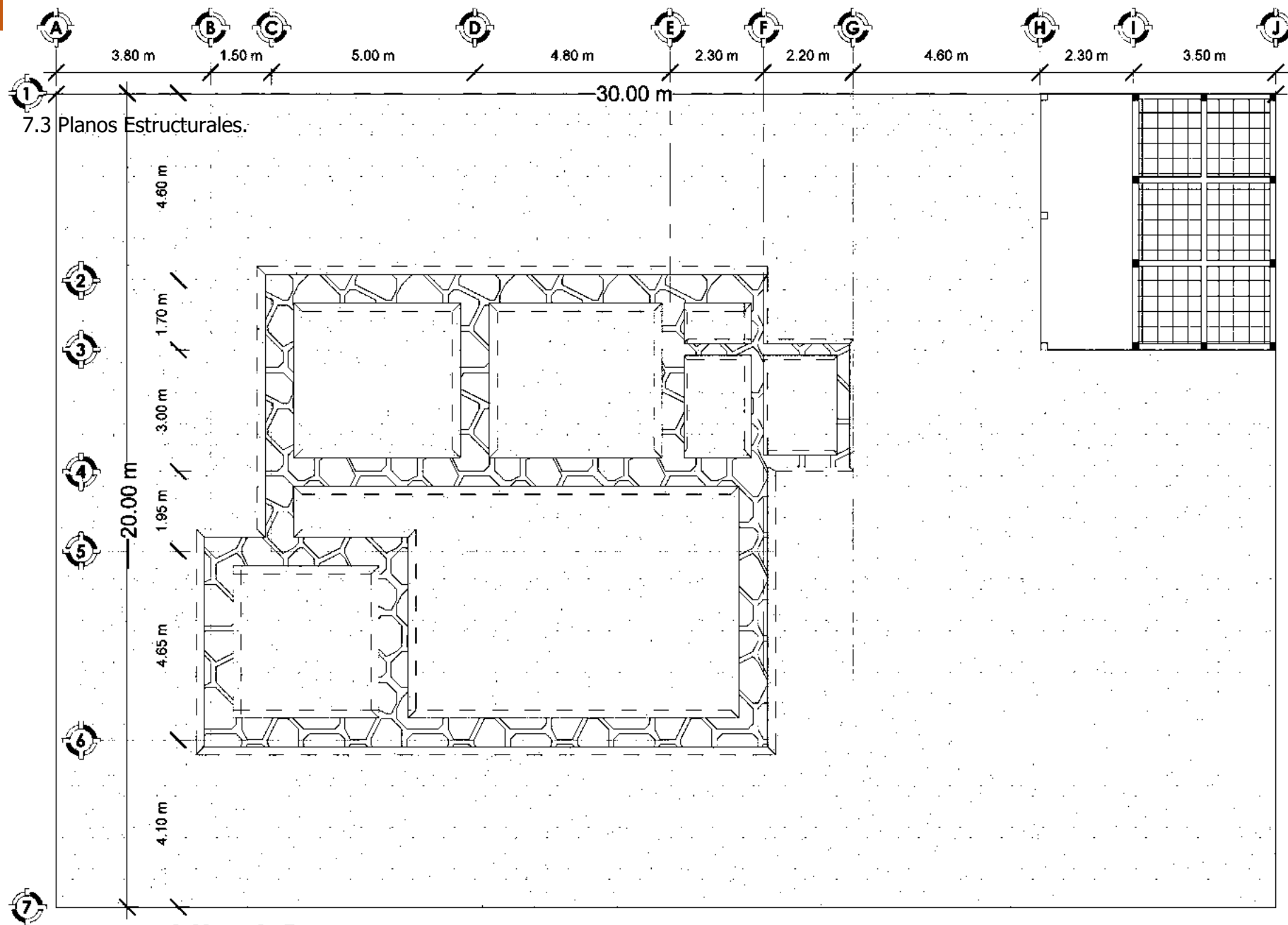


Ilustración 51 Isométrico Pluvial



1 Nivel 0
1 : 125

Ilustración 52 Planta de Cimentación

Plano: Cimentación
Dibujado por:
Maria Lizbeth Vargas Gallegos



1

Isometrico Estructural

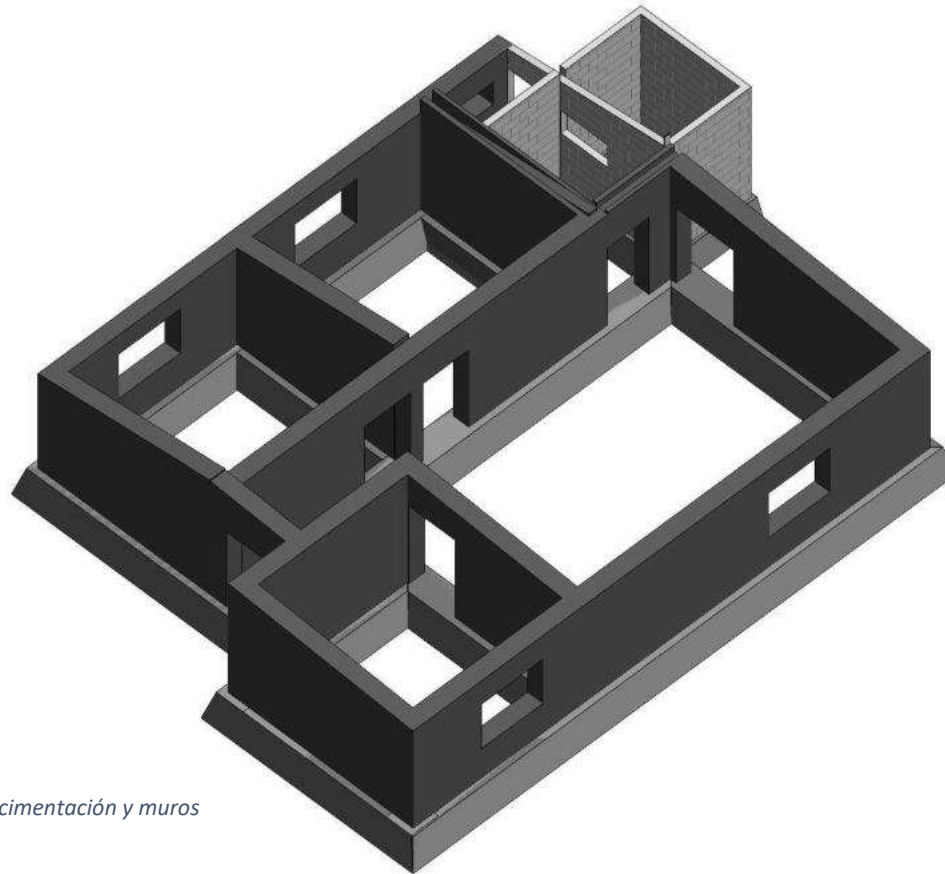
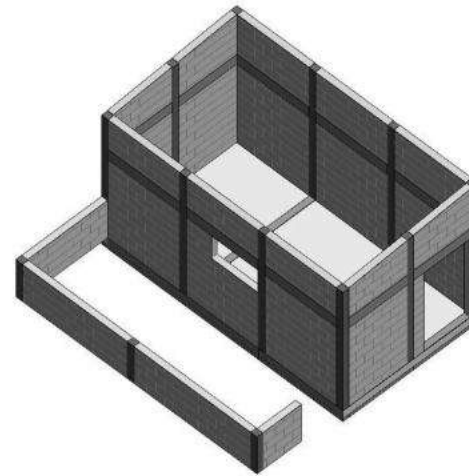


Ilustración 53 Isométrico de cimentación y muros

Plano:

Cim. Est.

Dibujado por:

Maria Lizbeth Vargas Gallegos



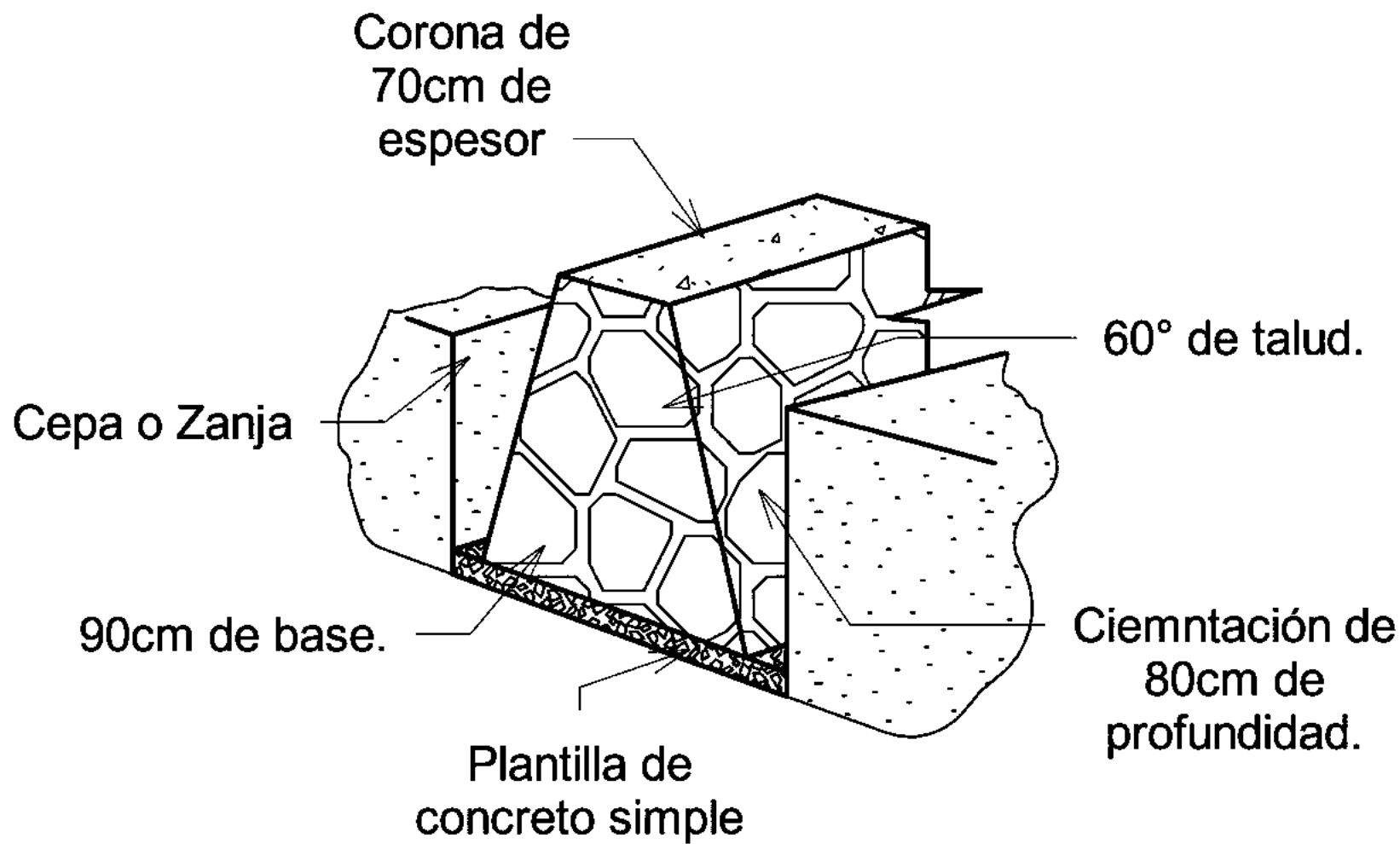
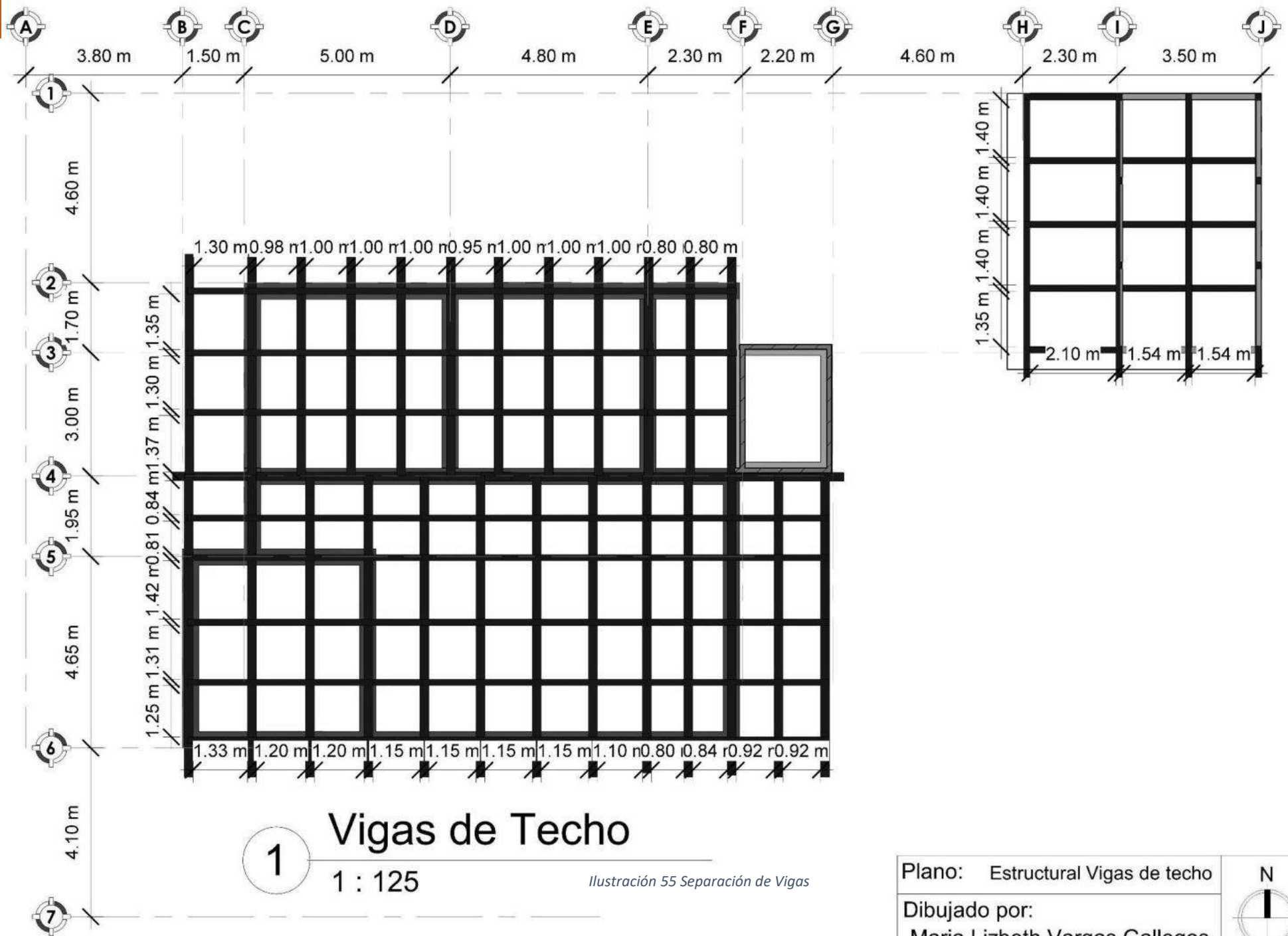


Ilustración 54 Detalle de cimienta de mampostería



Tejas de barro

Entablonado de Triplay

Vigas de Madera

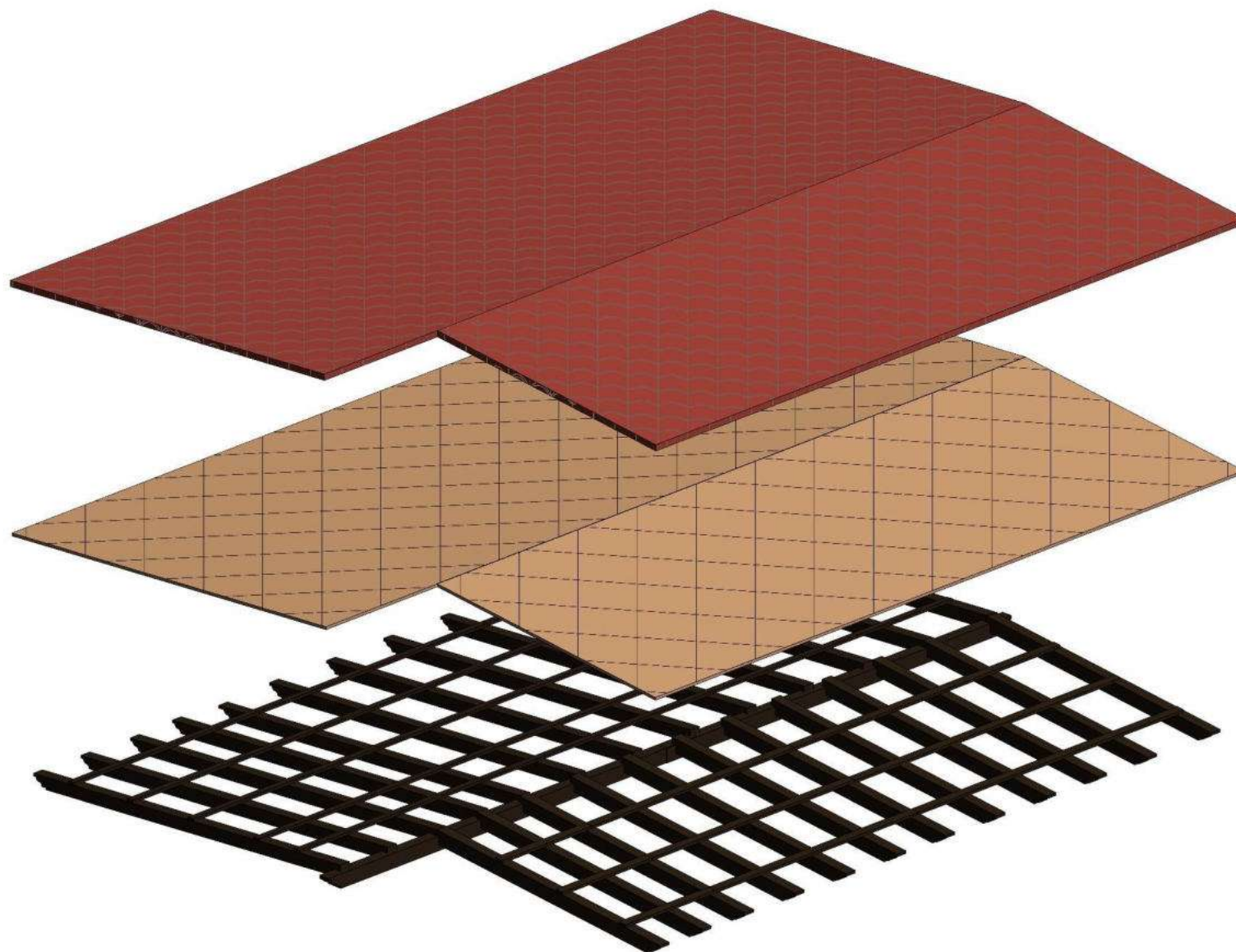


Ilustración 56 Detalle de enmaderado de Techo

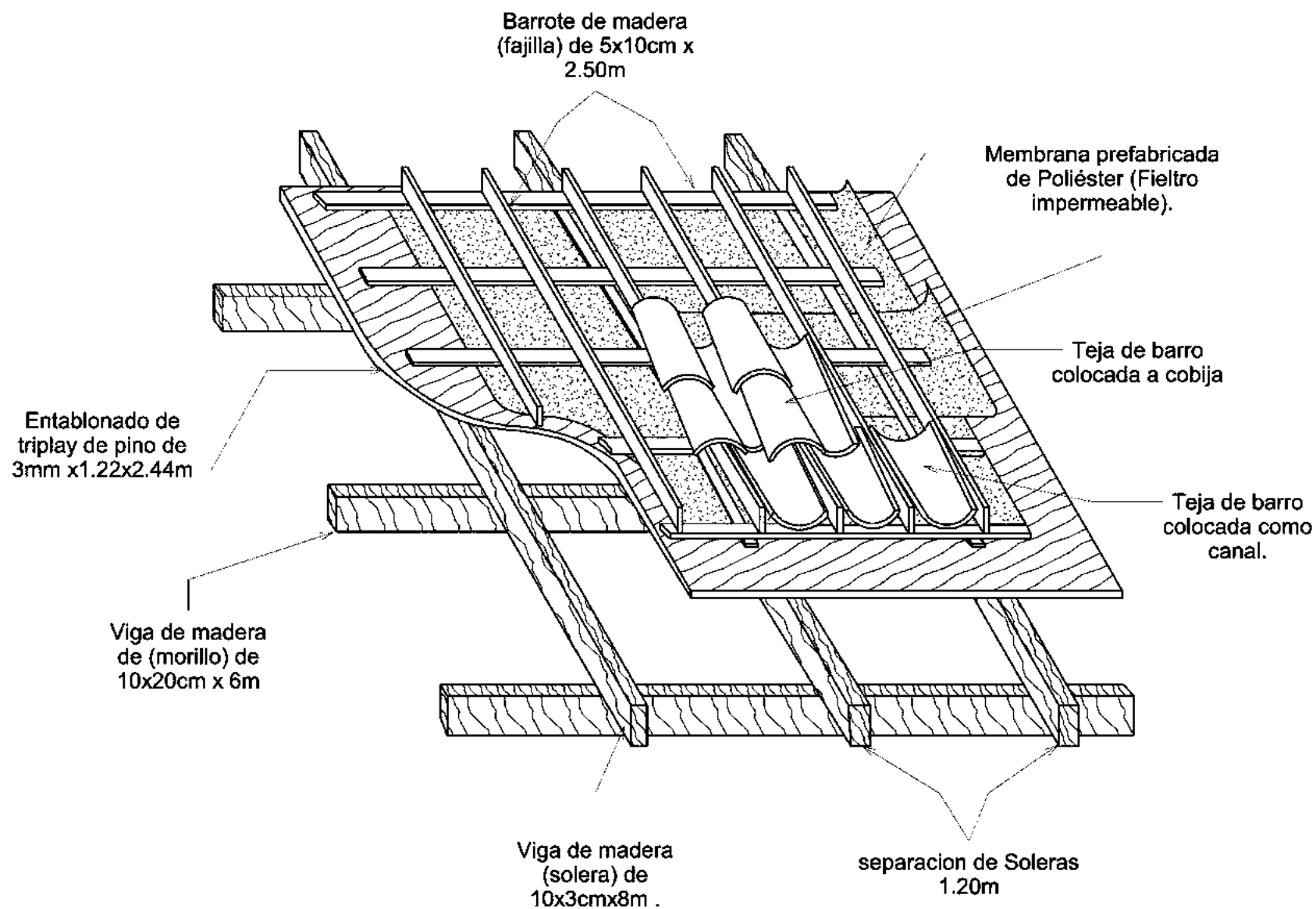


Ilustración 57 Detalle de construcción de techo



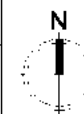
1 : 150

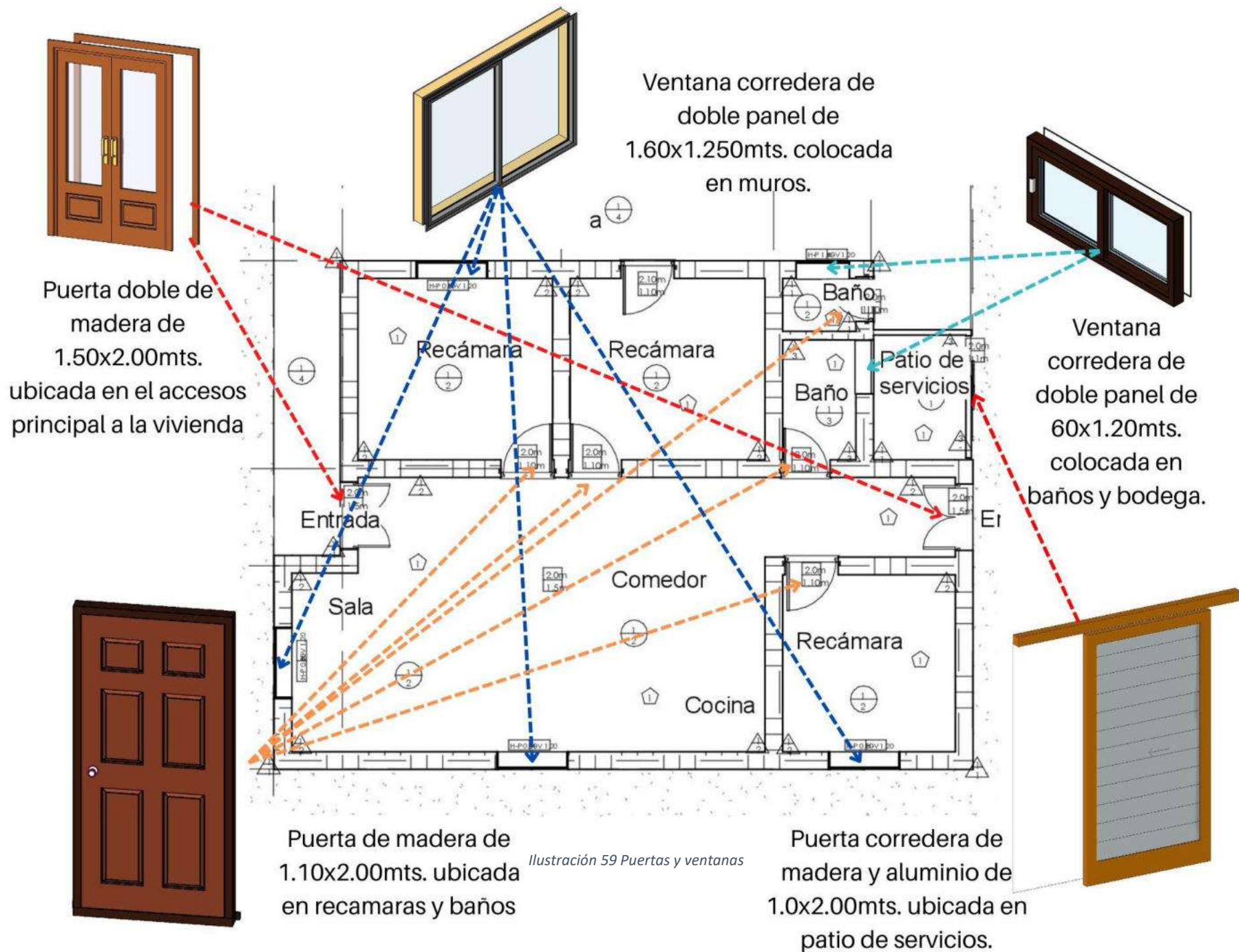
Plano:

Aacabados

Dibujado por:

María Lizbeth Vargas Gallegos





7.5 Instalación Eléctrica

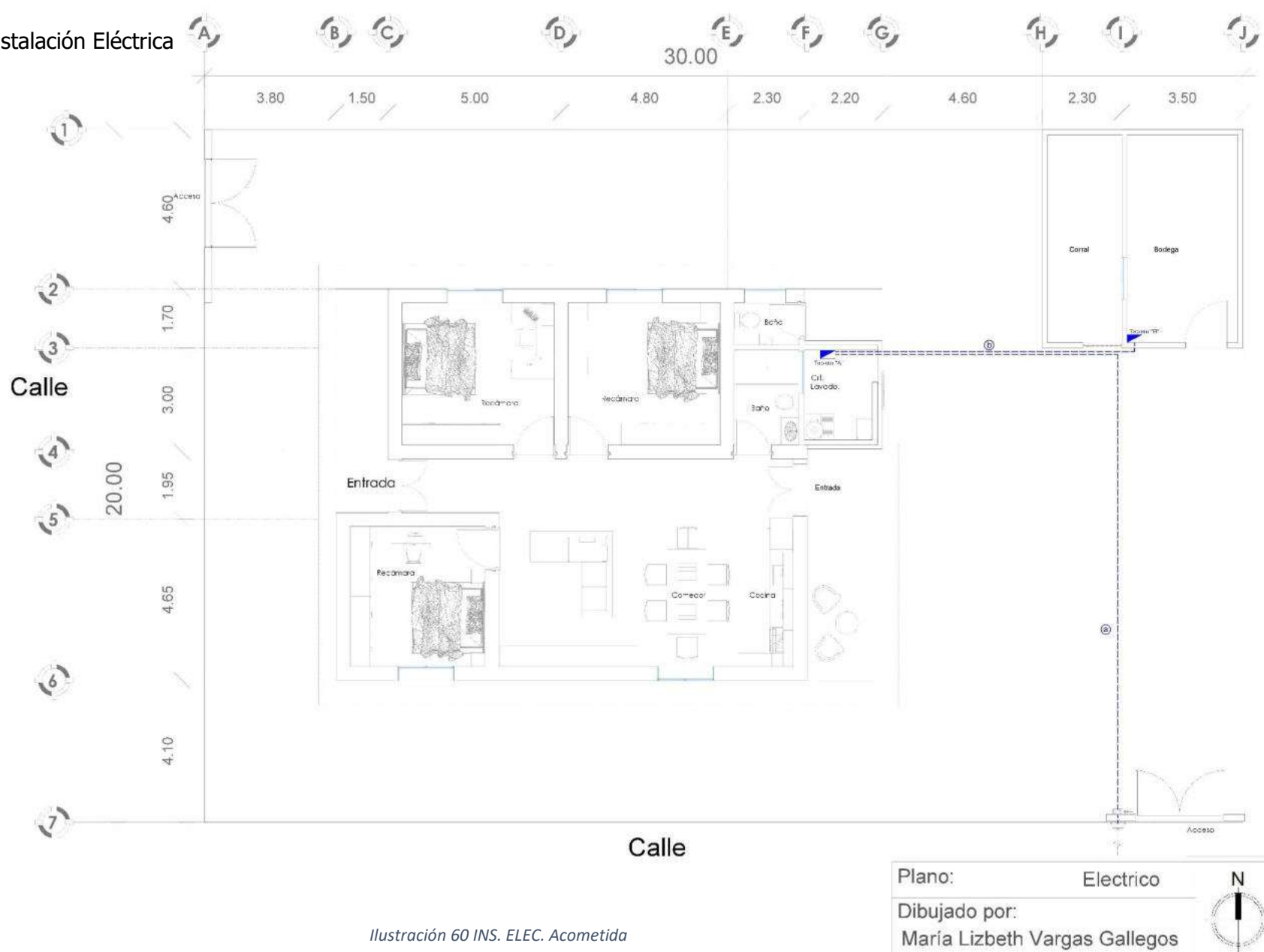
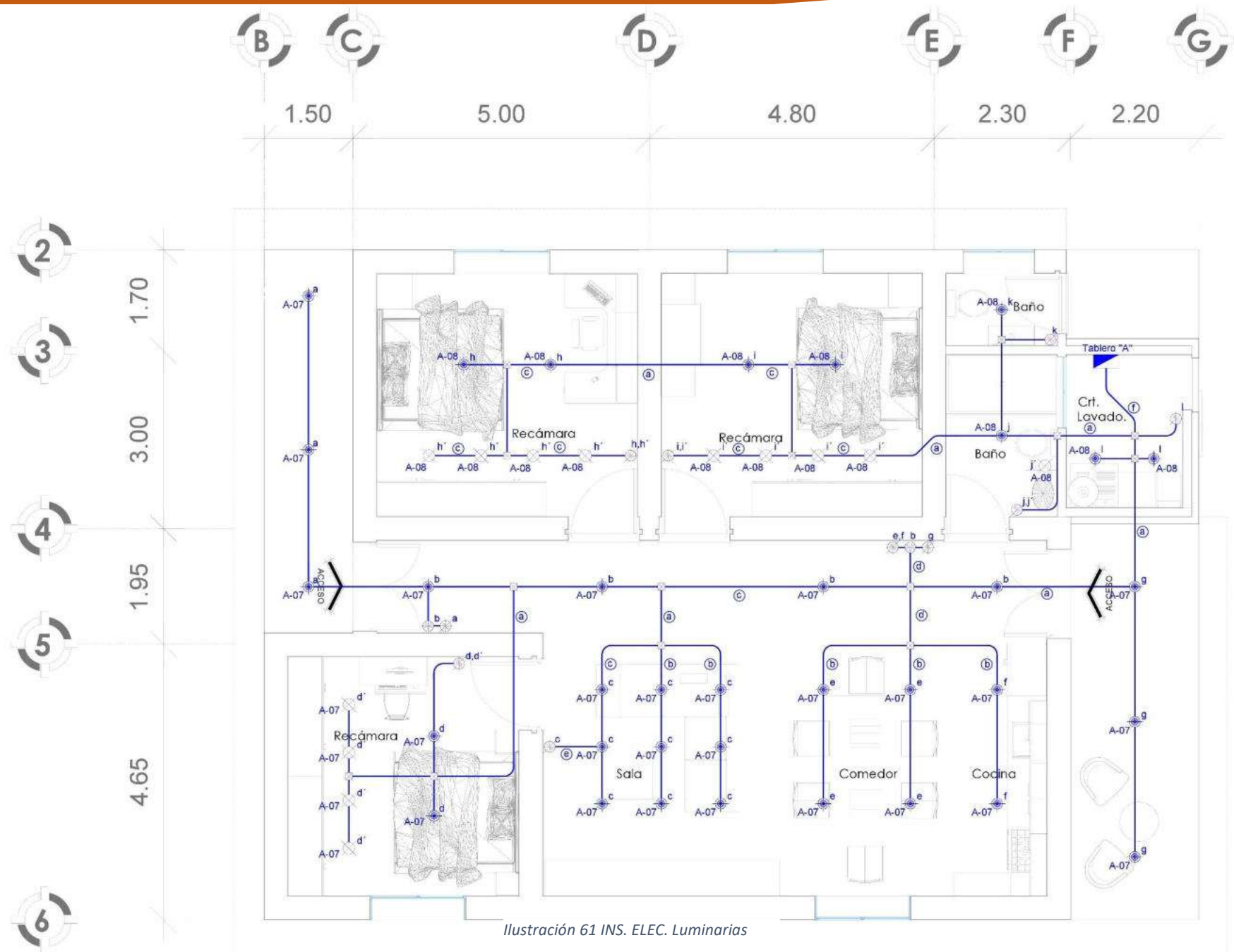


Ilustración 60 INS. ELEC. Acometida



Plano: Electrico

Dibujado por:
María Lizbeth Vargas Gallegos



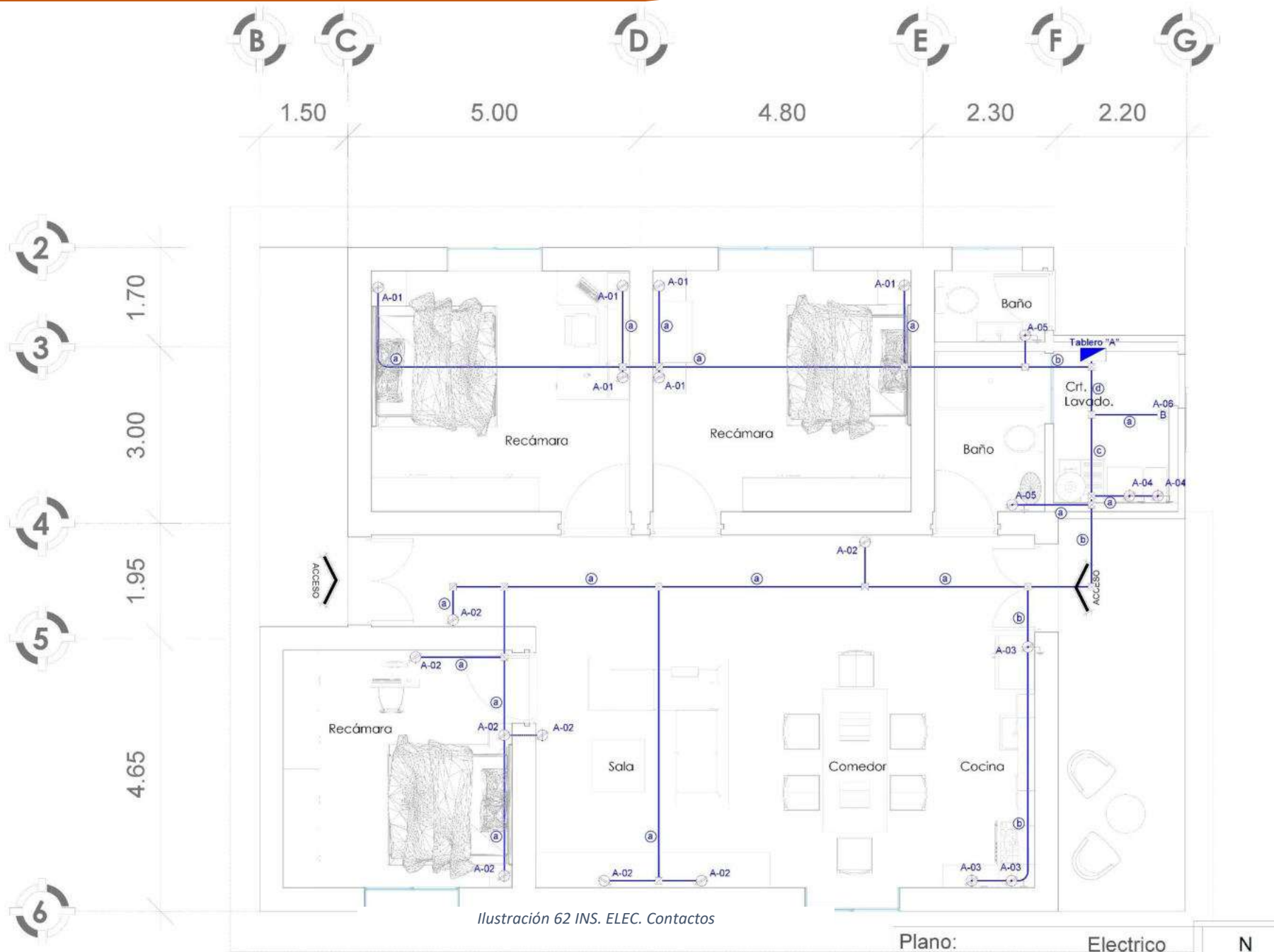


Ilustración 62 INS. ELEC. Contactos

Plano: Electrico

Dibujado por:
María Lizbeth Vargas Gallegos



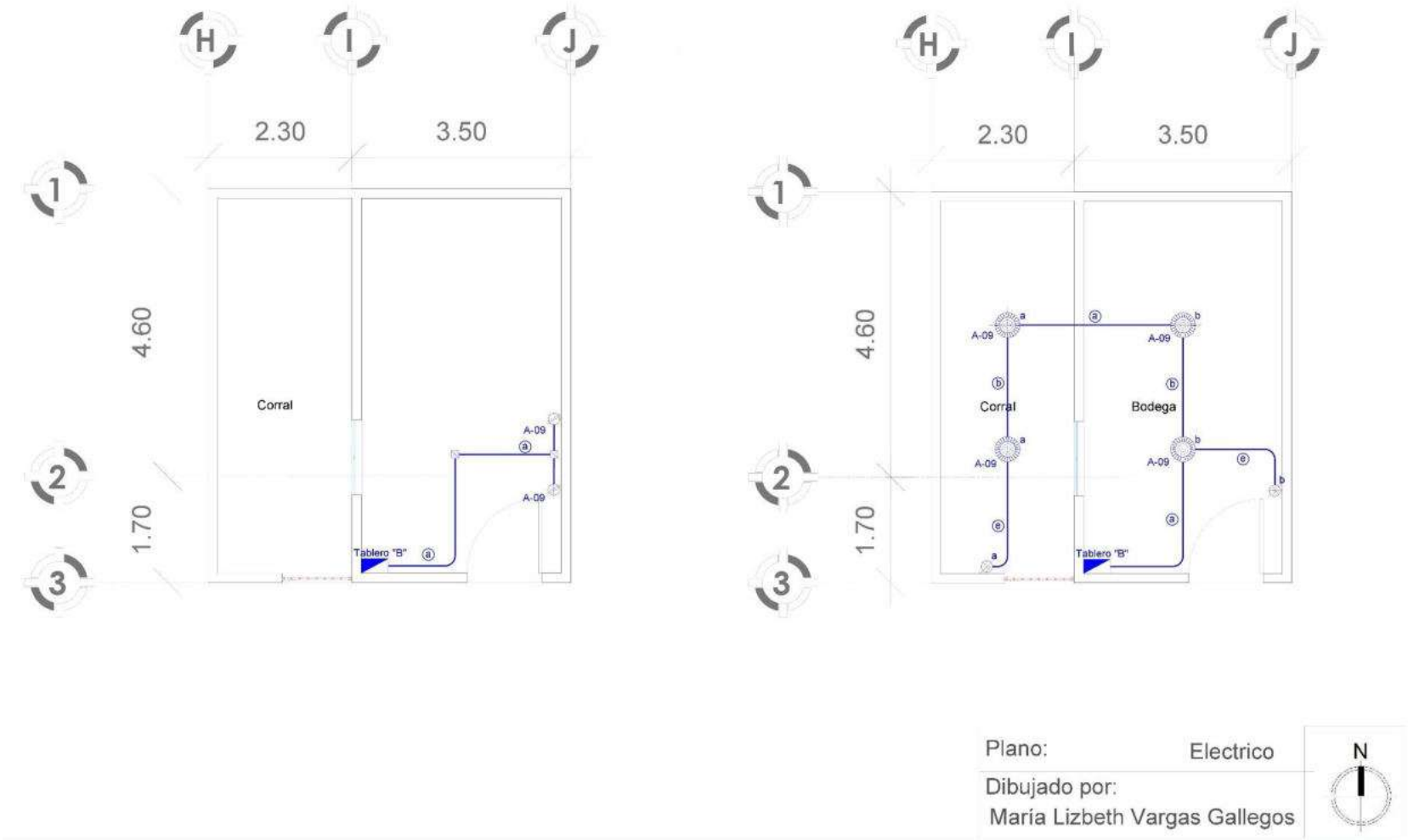


Ilustración 63 INS. ELEC. Bodega y corral

CLAVE	SIMBOLO	DESCRIPCION
1		Arbotante marca HORKEY 12W LED Lampara De Pared Interior 6000K
2		LAMPARA COLGANTE MCA. TECNOLITE MODELO 20CTL8183MVCH: LED 18 W
3		LAPARA SUSPENDIDA MCA. TECNOLITE, MOD. 20CTL154MVN BLANCO NEUTRO 8.5 W
4		APAGADRO SECILLO LINEA MX BTICINO 127 VOLT. 15 AMP. COLOR BLANCO
5		CAJA REGISTRO GALV. REFORZADA 10X10 CM CON TAPA CIEGA.
6		TABLERO ELECTRICO DE FUERZA PARA SOBREPONER. CAPACIDAD Y No DE POLOS ESPECIFICADO CUADRO DE CARGA Y/O DIAGRAMA UNIFILAR
7		TUBO CONDUIT METALICO OCULTO EN MURO O FALSO PLAFON DIAMETRO ESPECIFICADO EN CEDULA DE CABLEADOS
8		TUBO CONDUIT METALICO O PVC OCULTO EN PISO O LOSA DIAMETRO ESPECIFICADO EN CEDULA DE CABLEADOS
9		CAMPANA LED INDUSTRIAL 150w NWCP150

Ilustración 65 Simbología Luminarias

CLAVE	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
1		CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 127 VOLT. 15 AMP.
2		CONTACTO REGULADO DUPLEX POLARIZADO 127 VOLT. 15 AMP.
3		CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 127 VOLT. 15 AMP. EN PISO
4		CONTACTO REGULADO DUPLEX POLARIZADO 127 VOLT. 15 AMP. EN PISO
5		CONTACTO DUPLEX POLARIZADO 127 VOLT. 15 A CON PROT. FALLA A TIERRA
6		CAJA REGISTRO GALV. REFORZADA 10X10 CM CON TAPA CIEGA.
7		CAJA REGISTRO GALV. REFORZADA 12X12 CM CON TAPA CIEGA.
8		TABLERO ELECTRICO DE FUERZA PARA SOBREPONER. CAPACIDAD Y No DE POLOS ESPECIFICADO CUADRO DE CARGA Y/O DIAGRAMA UNIFILAR
9		TUBO CONDUIT METALICO OCULTO EN MURO O FALSO PLAFON DIAMETRO ESPECIFICADO EN CEDULA DE CABLEADOS
10		TUBO CONDUIT METALICO O PVC OCULTO EN PISO O LOSA DIAMETRO ESPECIFICADO EN CEDULA DE CABLEADOS
11		BOMBA SUMERGIBLE

Ilustración 64 Simbología contactos

INSTALACIÓN ELÉCTRICA ALIMENTACION GRAL.

Simbología	Elemento
	BASE DE MEDICIÓN BIFASICA MS1007J MCA. SQUARE D DE 5 TERMINALES X100A, 220 V
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE CAJA MOLDEADA DE 2X30 A MCA. SQUARE D MOD. HDL26100
 Tablero "A"	TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTROL MARCA SQUARE D MOD. QO160L125GRB-F, 2F-3H, 240/120 V.CON INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 2P X 30 AMP ("A").
 Tablero "B"	TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTROL MARCA SQUARE D MOD. SD-QOD1F, 1F-2H, 240/120 V.CON INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 1P X 20AMP ("B").

Ilustración 66 Simbología alimentación general

CLAVE DE TUBERIAS DE CONTACTOS NORMALES				
CLAVE	DESCRIPCION DE CONDUCTORES	TIERRA FISICA	CANALIZACION DIAMETRO	TIPO
a	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 1- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 3.31mm2 1- 12AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT
b	2- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 3.31mm2 1- 12AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
c	3- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 3- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 3.31mm2 1- 12AWG	T- 21 mmØ (1"Ø)	EMT
d	4- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 4- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 3.31mm2 1- 12AWG	T- 21 mmØ (1/2"Ø)	EMT
e	7- 3.31 mm2 (10 AWG) FASE 7- 3.31 mm2 (10 AWG) NEUTRO	1- 3.31mm2 1- 12AWG	T- 52 mmØ (2"Ø)	EMT
NOTA: EL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DEBERA SER THWN O THW SEGUN LAS NORMAS TECNICAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ACUERDO A LA UBICACION Y CLASIFICACION				

Ilustración 67 Tabla de cableado de contactos

CLAVE DE TUBERIAS DE ALUMBRADO

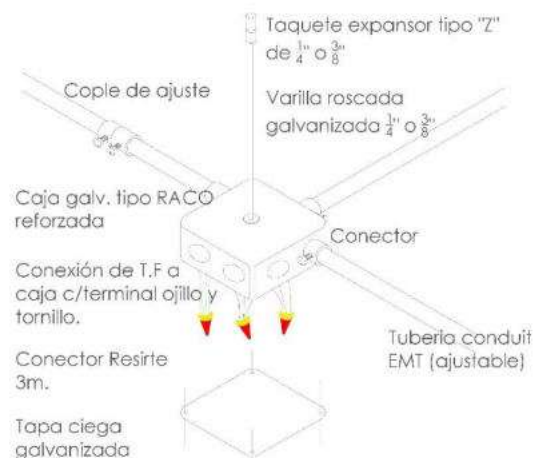
CLAVE	DESCRIPCION DE CONDUCTORES	TIERRA FISICA	CANALIZACION DIAMETRO	TIPO
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 1- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 1- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 1- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 1- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	1- 2.08 mm2 (12 AWG) NEUTRO 2- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 1- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT
	2- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	5- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 5- 2.08 mm2 (12 AWG) NEUTRO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 27 mmØ (1"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 1- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 27 mmØ (1"Ø)	EMT
	2- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 7- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 27 mmØ (1"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 2- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT
	2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 7- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 5- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 2- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	2- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 2- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 3- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 21 mmØ (3/4"Ø)	EMT
	1- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 1- 3.31 mm2 (12 AWG) NEUTRO 2- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT
	2- 3.31 mm2 (12 AWG) FASE 4- 2.08 mm2 (14 AWG) REGRESO	1- 2.08mm2 1- 14AWG	T- 16 mmØ (1/2"Ø)	EMT

Diseño y construcción con tierra

Ilustración 68 Tabla de cableado

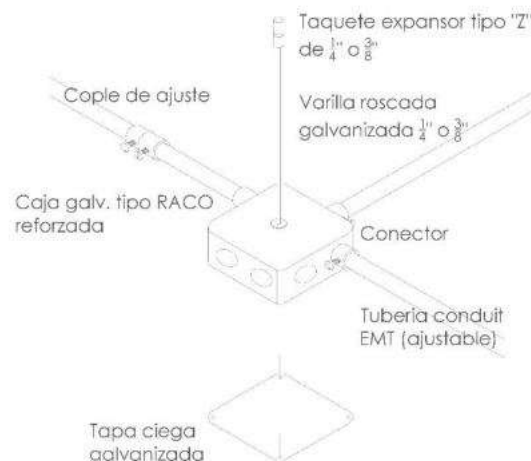
NOTA:

EL AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DEBERA SER THWN O THW SEGUN LAS NORMAS TECNICAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ACUERDO A LA UBICACION Y CLASIFICACION



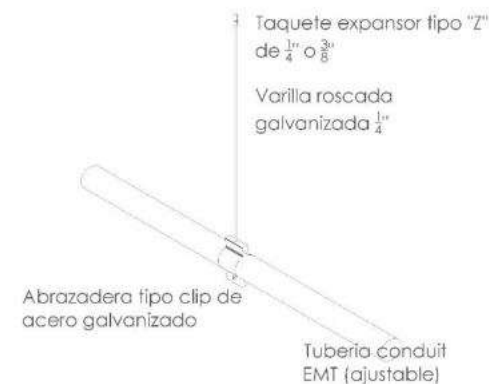
DETALLE DE CAJA DE CONEXIÓN O CAMBIO DE DIRECCIÓN

S/E



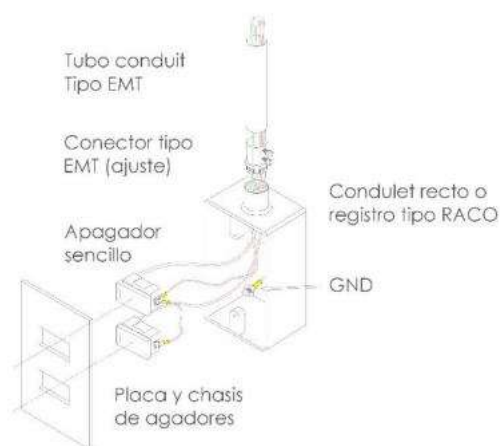
DETALLE DE CAJA DE CONEXIÓN O CAMBIO DE DIRECCIÓN

S/E



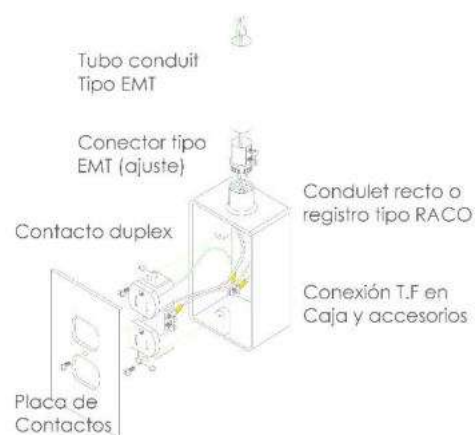
DETALLE DE SOPORTE DE TUBERIAS ADOSADA EN VIGA

S/E



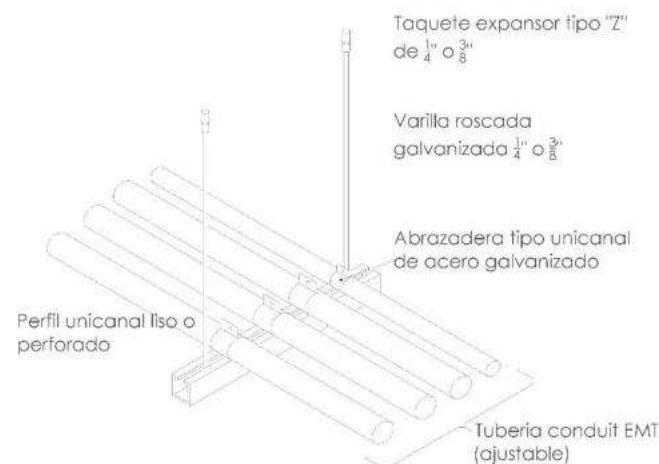
DETALLE DE CONEXION EN CAJA PARA APAGADORES

S/E



DETALLE DE CONEXION EN REGISTRO O TIPO CONCULET

S/E



DETALLE DE CAMA DE TUBERIAS ADOSADA EN VIGA

S/E

Ilustración 69 Detalles Instalación Eléctrica.

TABLERO CAT. QO160L125GRB-F, 2F-3H, 240/120 V. MCA. SQUARE´D																			
CIRCUITO						Tablero "B"			WATTS	F.D	I	1 X 1.25	L	E	CORD	I.T.M.	FASES		
No.	8.50	18.00	12.00	250.00	150.00	1100.00	250.00	450.00	Watts		AMP.	AMP.	MTS	%	CAL.	POLOS	AMP.	A	B
A-01				6.00					1500.00	1.00	13.13	16.41	10.00	1.31	12.00	1.00	15.00		•
A-02				8.00					2000.00	1.00	17.50	21.88	9.00	1.58	12.00	1.00	20.00	•	
A-03							3.00		750.00	1.00	6.56	8.20	12.00	0.79	12.00	1.00	15.00	•	
A-04							2.00		500.00	1.00	4.38	5.47	6.00	0.26	12.00	1.00	15.00		•
A-05							2.00		500.00	1.00	4.38	5.47	6.00	0.26	12.00	1.00	15.00	•	
A-06								1.00	450.00	1.00	3.94	4.92	4.00	0.16	12.00	1.00	10.00		•
A-07	4.00	27.00							520.00	1.00	4.55	5.69	11.00	0.50	12.00	1.00	15.00	•	
A-08	8.00	8.00	1.00						156.00	1.00	1.37	1.71	13.00	0.18	12.00	1.00	10.00		•
A-09				2.00	4.00	1.00			1100.00	1.00	9.63	12.03	11.00	1.06	12.00	1.00	20.00		•
A-08																			
TOTAL	12.00	35.00	1.00	16.00	4.00	1.00	7.00	1.00	7476.00	1.00	37.76	47.20	18.00	0.61	8.00	2.00	30.00	3770.00	3706.00

Face A 3770.00 Watts

Face B 3706.00 Watts

CARGA TOTAL 7476.00 Watts

% desbalance 0.61 %

Ilustración 71 Tablero de cargas

El cableado se esta proponiendo mediante tuberías conduit, las cuales se empotraran en las vigas de techo, el acabado del conduit seria de color café, esto para que visualmente se pierda con el techo.

Las lamparas son principalmente colgantes y empotradas en muros, con acabados metalicos o de madera, esto para continuar con un estilo rustico en la vivienda y por cuestiones de estetica.

7.6 Análisis de recorrido solar y de viento

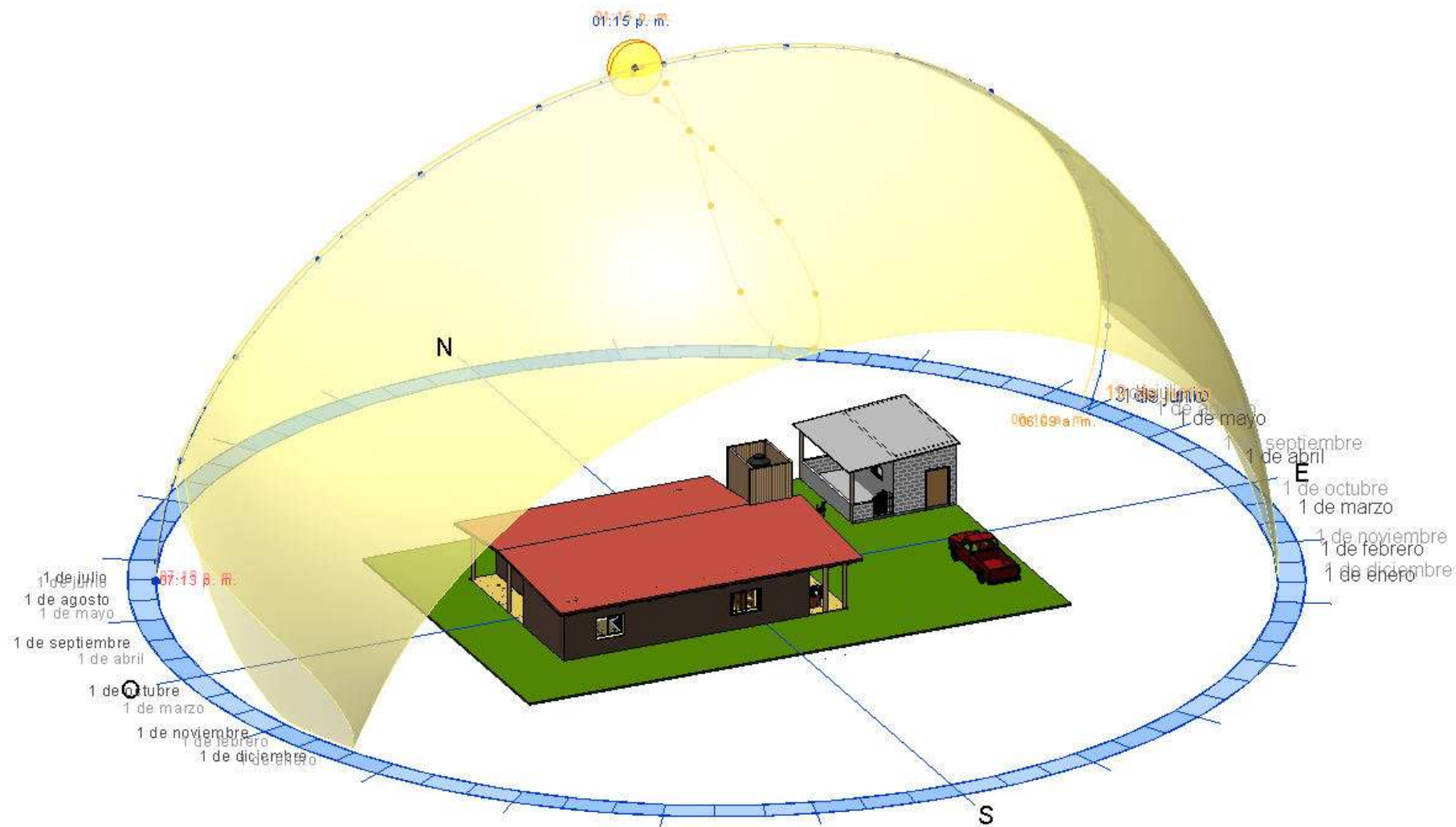


Ilustración 72 Recorrido solar

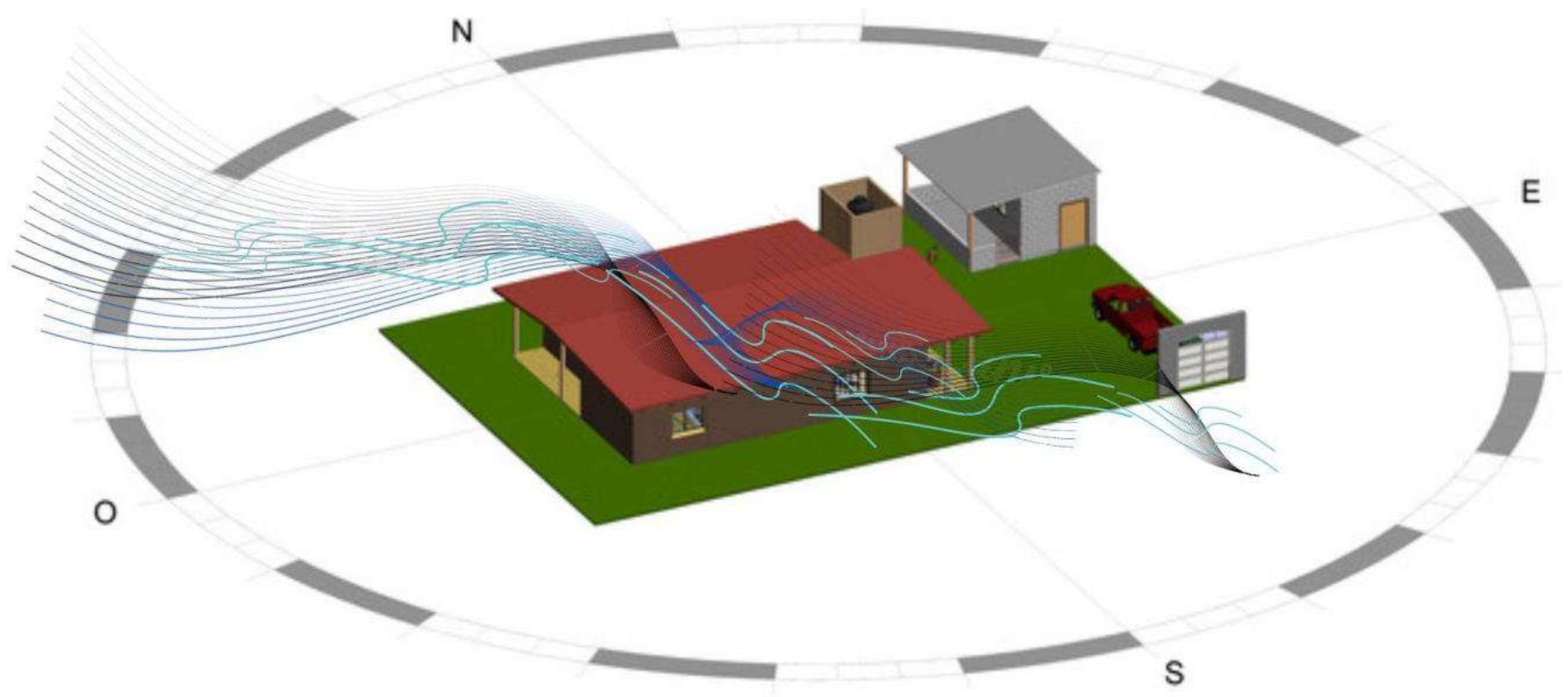


Ilustración 73 Análisis de Viento

7.7 Gráficos del proyecto

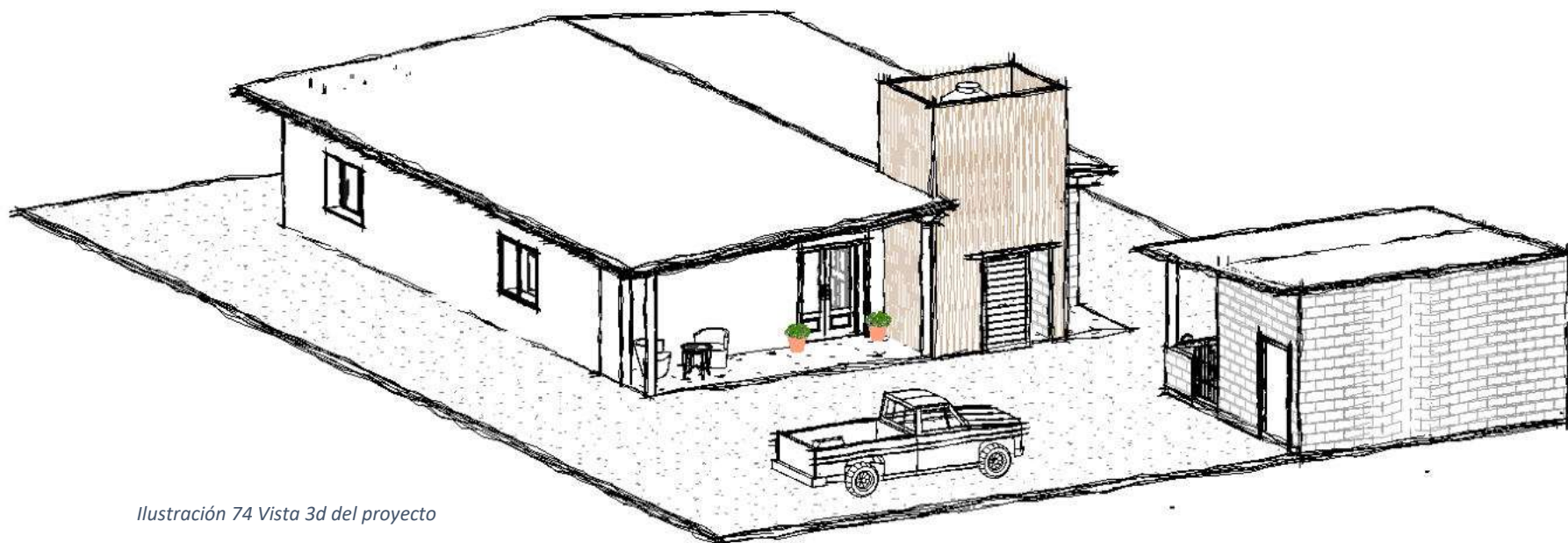


Ilustración 74 Vista 3d del proyecto

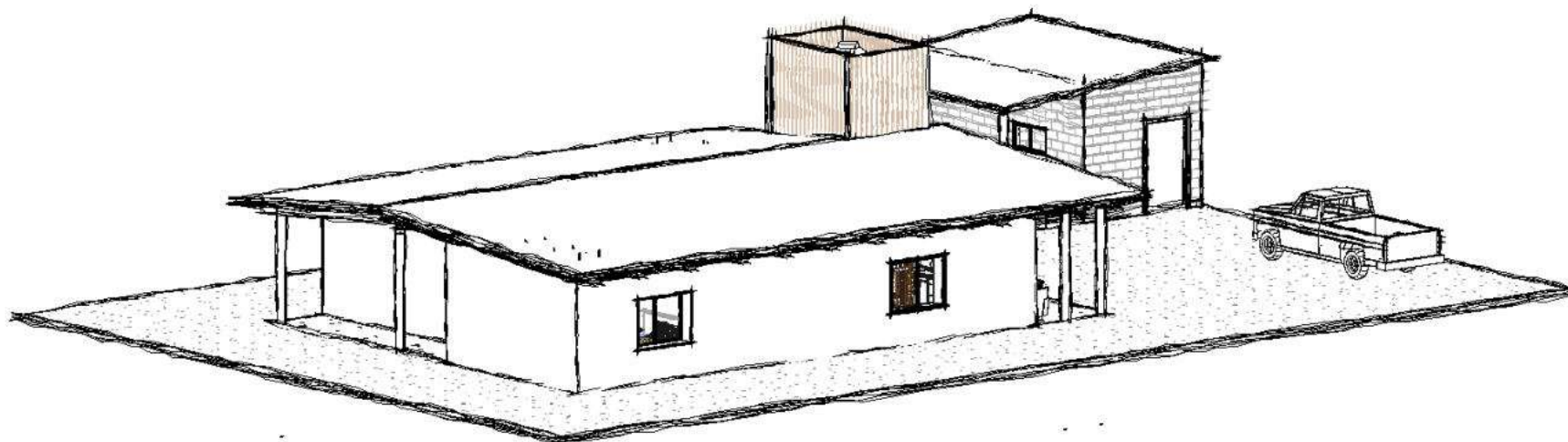


Ilustración 75 Vista 3d del proyecto



Ilustración 76 Render del proyecto

Conclusión general del proyecto:

Se busco la manera de rescatar y respetar algunos de los elementos más importantes de una vivienda tradicional en Tiquicheo, tal como el techo inclinado en la vivienda, el uso de cimentación de mampostería, un portal que se retomó al exterior de la vivienda, entre otros elementos que se intentaron integrar y de cierta manera combinar con técnicas actuales para mayor comodidad y seguridad.

El terreno cuenta con una pendiente de 1metro aproximadamente de esquina a esquina, el cual se propone respetar para el área libre o verde y el espacio que se ocupa con la vivienda se propone nivelar.

Los muebles de baño y la tarja en la cocina se proponen con una separación de 5cm en los muros y que estén sobrepuestos, esto para evitar que la humeada se transfiera a los muros, además de que se evita ranurar el muro y no se interfiere con la resistencia o comportamiento de este. El muro de tierra compactada que aún está en contacto con la humedad de los baños se propone con un acabado de pintura a base de baba de nopal con cal activada y sal para que sea más impermeable y el muro no se vea afectado de manera directa o inmediata por la humedad.

En los acabados se consideraron materiales que contrastaran con los muros y que fueran aptos para la región, por lo que se consideraron los pisos de acabado rustico, al igual que las puertas de madera, se consideró un marco de piedra en las ventanas, el cual iría anclado en los muros, el marco de las puertas se considera de madera.

En el caso de la bodega y el corral se propuso un sistema tradicional, esto por el uso que se le da, la bodega suele usarse para guardar utensilios o materiales, se usa principalmente para resguardar el follaje y alimento para el ganado u otros animales, por lo que es muy importante mantener esta área libre de humedad. En el área del corral se propuso principalmente por la resistencia del material, ya que a una gallina o a un cerdo le costaría más trabajo rascar y dañar el concreto y obviamente los muros de concreto o tabique no se dañan con el agua, e independientemente del animal o animales que se pudieran tener en el corral se requiere lavar y limpiar esa área, por lo que un muro de tierra no sería muy apto ya que el contacto continuo y directo con agua le generaría daños y mayor desgaste.

Por la misma razón, en la vivienda en el área del cuarto de servicios y baños, se propusieron muros de tabique, esto con la idea de aislar los muros principales de tierra de la humedad directa que estas áreas generarían. Pese a que se propusieron acabados a base

de cal activada y baba de nopal como pintura e impermeabilizante en dichos muros, se consideraron de tabique para un mejor comportamiento de los materiales en la vivienda.

En cuanto al estudio del recorrido solar y del viento, se verifico nuevamente la información para confirmar que el viento no llevara los olores del corral a la vivienda, y dado que los vientos dominantes van del noroeste al sureste y el corral se encuentra al noreste del terreno se comprobó que no sería un gran problema por los olores que se podrían generar. De acuerdo al recorrido solar, se propusieron barreras de árboles para que los rallo del sol no den directamente a la vivienda, y también se evitó colocar ventanas al oeste, ya que es una de las orientaciones menos optimas en climas cálidos por la radiación más directa del sol.

La barrera vegetal que se está proponiendo es principalmente de árboles local mente conocidos como Nim, ya que son árboles que requieren de poco cuidado y suelen mantenerse verdes con poca agua, además de que es de rápido crecimiento y de hojas perennes es decir que tiene hojas durante todo el año.²⁴

El molde se propuso de madera por la facilidad que se tiene para conseguir el material, el costo de este y que se puede manipular más fácilmente, además de que se podría improvisar con el diseño de este y que no requiere de una mano de obra muy especializada para su elaboración, el molde podría ser autoconstruible por eso se propone de madera.

En caso de que se realizará una construcción a gran escala, o de gran magnitud si sería conveniente un muro metálico por la durabilidad y resistencia de este, pero como en esta investigación se está proponiendo una casa habitación, y el molde se propone de un material que es más barato y se podría desmontar o separar para darle otro uso ya que si se realizara un molde metálico, sería más complicado darle otro uso. Pero si es una buena alternativa ya que un molde metálico probablemente tendría más firmeza y estabilidad al momento de compactar el muro.

²⁴ Esteban Osuna Leal, "Descripción del árbol de nim" abril 2020, Inifap, consulta 01 oct 2022, <<https://biblioteca.fundesiram.info/biblioteca.php?id=3506>>

7.5 Molde

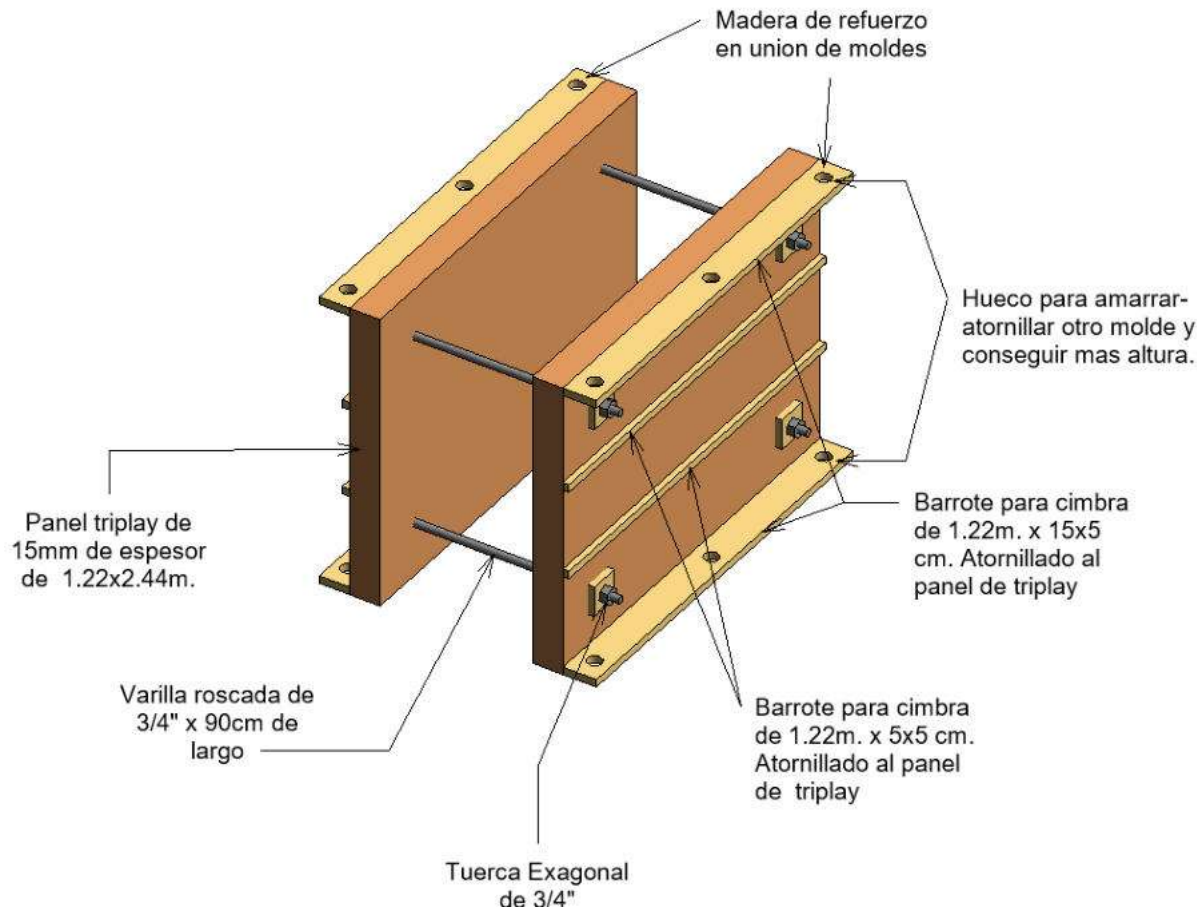


Ilustración 78 Detalle de molde

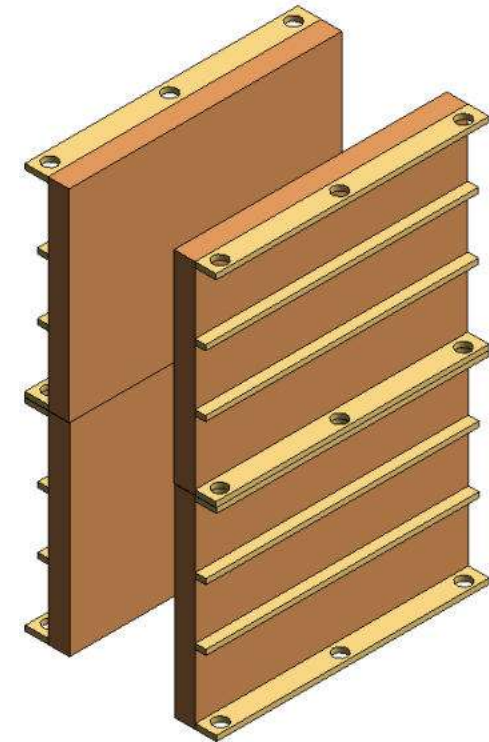


Ilustración 77 Unión de moldes

El molde propuesto es de madera ya que es más económica que el acero y el realizar un molde metálico solo para una vivienda no sería muy beneficioso ya que no habría forma de aprovecharlo en algo distinto, de igual manera algunas de las desventajas de trabajar con un molde de madera es el desgaste que este puede

tener, además de que puede ser menos duradero y resistente que un molde metálico.

7.6 Presupuesto

Área	
Planta Baja	217
Bodega	34.54
	251.54

CASA HABITACIÓN		
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	\$ M2
Preliminares	Trazo y nivelación, despalme, excavaciones, acarreos, relleno.	\$ 173.60
Cimentación	Mampostería de Piedra Braza	\$ 975.44
Estructura	Teja de Barro, Membrana Prefabricada, Triplay y Vigas de Madera.	\$ 2,432.16
Albañilería	Muros de Tierra compactada.	\$ 697.22
Herrería	Puertas, barandales, rejas.	\$ 150.00
Carpintería	Puertas	\$ 1,412.86
Muebles de Baño	Muebles de baño	\$ 162.98
Inst. Hidrosanitaria	Salidas hidrosanitarias, bajadas y drenaje tubo de PVC con registros.	\$ 189.02
Inst. Eléctrica	Luminarias e instalación eléctrica.	\$ 202.95
Inst. De Gas	Instalación de Gas	\$ 25.91
Jardinería	Jardines	\$ 24.32
Limpieza	Limpieza	\$ 84.11
Cocina Integral	Mobiliario de cocina integral	\$ 460.53
		\$ 7,464.10
Total, a costo directo		\$ 1,517,068.70

BODEGA		
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	\$ M2
Preliminares	Trazo y nivelación, despalde, excavaciones, acarreos, relleno.	\$ 154.52
Cimentación	Losa de cimentación, contratraves y pisos de concreto.	\$ 584.19
Estructura	Estructura de concreto, columnas y trabes.	\$ 1,691.79
Albañilería	Muros de tabique, castillos, Tablaroca.	\$ 1,093.44
Herrería y Aluminio	Puerta y ventana.	\$ 200.00
Sanitaria	Coladera	\$ 189.02
Inst. Eléctrica	Luminarias e instalación eléctrica.	\$ 202.95
Limpieza	Limpieza	\$ 84.11
		\$ 4,200.02
Total, a costo directo		\$ 145,068.69

Total, del proyecto \$ 1,662,137.39

+ 15% de costos indirectos \$249,320.608

+ 16% de IVA \$265,941.982

+ 10% de honorarios \$166,213.739

Costo total = 2,343,613.72

8.-



Revisión Técnico-Normativa



Tabla 2
Cuadro de normativa vigente

Año	País	Norma	REF
1979	Perú	NTP 331.201,331.202,331.203	36-38
1980	India	IS 2110	25
1982	India	IS 1725	26
1985	Turquía	TS 537, TS 2514, TS 2515	58-60
1986	Brasil	NBR 8491, 8492	7-8
1989	Brasil	NBR 10832, 10833	9-10
1990	Brasil	NBR 12025	16
1992	Brasil	NBR 12023, 12024	14-15
1993	India	IS 13827 : 1993	27
1994	Brasil	NBR 10834, 10835, 10836	11-13
1996	Brasil	NBR 13554, 13555, 13553	17-19
	Regional África	ARS 670-683	39-52
	Túnez	NT 21.33, 21.35	56-57
1997	Nigeria	NIS 369	31
1998	Nueva Zelanda	NZS 4297, 4298	32-33
1999	Nueva Zelanda	NZS 4299	34
	Kenya	KS 02-1070	30
2000	Perú	NTE E 0.80	35
2001	Francia	XP P13-901	24
	Zimbabue	SAZS 724	61
2004	Colombia	NTC 5324	20
	EEUU	NMAC, 14.7.4	21
	Italia	Ley nº 378, 2004	28
2006	Italia	L.R. 2/06	29
2008	España	UNE 41410	23
2009	Sri Lanka	SLS 1382-1, 1382-2, 1382-3,	53-55
2010	EEUU	ASTM E2392 M-10	61

Ilustración 79 Normas existentes para construir con tierra

8.0 Revisión Técnico Normativa.

A lo largo de los años se han realizado construcciones con tierra, pero cómo es un método poco ortodoxo y utilizado en la actualidad no se tiene un reglamentó que hable específicamente de estas construcciones, en la tabla de la izquierda se puede observar un estudio de las normativas que se tienen con el año y lugar donde se crearon y en México no contamos con un reglamento a pesar de que en la actualidad aún se realizan construcciones de adobe y bajareque en su mayoría.

No se realizará mención de alguna regla en específico ya que estas son o muy antiguas o no se adapta al tipo de trabajo o experimentación que se esta realizando, o bien el clima y las necesidades de este no coinciden, ya que Estados Unidos, cuenta con uno de los reglamentos mas actuales, pero aplican la técnica de tapial con distintos agregados que alteran la composición de la tierra, y los lugares donde mencionan se propone este método es en zonas con climas fríos.

Parte del reglamento de Perú y Colombia, países con clima similar al de México, hacen mención de distintas reglas, pero para construcciones principalmente de adobe y BTC, donde solo se puede rescatar que los bloques o en este caso muros deben tener una medida mínima de 30cm y que no se debe usar el 100% de arcilla o limos en la construcción.



Experimentación

9.0 Materiales y proceso Constructivo

Los materiales que se requieren para una construcción con tabique y concreto no varían mucho con los materiales requeridos en la construcción con tierra compactada.

Para la elaboración del murete experimenta se necesitaron todos los materiales mencionados, ya para una construcción competa se podrían requerir algunos materiales o herramientas extras. Por ejemplo, se requiere de una criba o arnero no muy fino para la tierra, para limpiarla completamente y que el muro tenga un acabado más limpio, esto por no tener piedras o terrones muy grandes que impidan el apisonamiento correcto del muro, otra herramienta necesaria en un muro más grande sería una escalera, andamios o alguno otro apoyo para la colocación de los moldes, además de un nivel de aire o hilo para verificar que el muro no presente algún pandeo y que los moldes de encuentran alineados.



Ilustración 80 Materiales, Imagen de Liz VG.

La construcción de un muro de tierra compactada se puede resumir en 7 pasos:

1.- Selección y extracción de la tierra. La tierra con la que se va a realizar el muro debe ser una tierra un tanto arcillosa pero no en un 100% ya que esta no puede ser compactada, la tierra también no debe contener limos o muchas cantidades de arena ya que estos arruinarían la composición y comportamiento del muro.

2.-Preparación del terreno y del molde. Tradicionalmente el muro de tierra se colocaba directamente del suelo compactado, nivelado despalmado, pero para darle mayor firmeza a los muros y evitar la corrosión o alteración de estos, por la humedad del suelo, se está proponiendo una cimentación de mampostería, por lo tanto, ya una vez que se tiene lista la cimentación, se procedería a colocar el molde sobre la cimentación para comenzar a verter y compactar la tierra. El molde debe tener una capa de desmoldante o aceite quemado para que sea más fácil retirar el molde una vez finalizado el muro.

3.- Preparación de la tierra. Cuando ya se tiene la tierra seleccionada y suelta, esta se mezcla con cal y agua esto

1.-SELECCIÓN Y EXTRACCIÓN DE LA TIERRA.



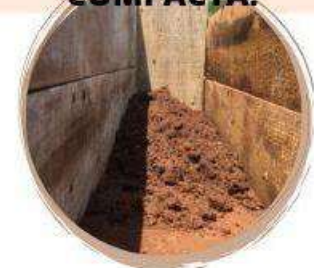
2.-PREPARACIÓN DEL TERRENO Y EL MOLDE.



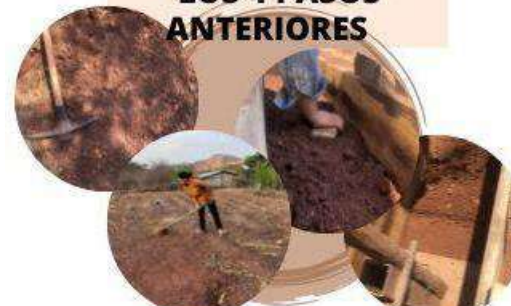
3.-PREPARACIÓN DE LA TIERRA.



4.-SE VIERT LA TIERRA EN EL ENCOFRADO Y SE COMPACTA.



6.-SE REPITEN LOS 4 PASOS ANTERIORES



7.- DESCIMBRADO.

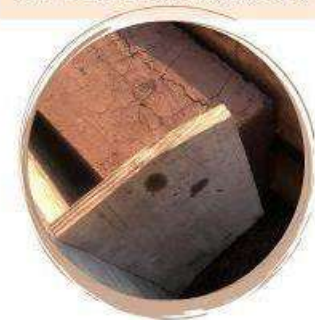


Ilustración 81 Pasos del proceso Constructivo, Imagen de Liz VG

respetando las técnicas tradicionales, si se quiere tener una mayor resistencia en los muros a estos se les agrega también concreto y baba de nopal. Cuando se tiene una mezcla homogénea se vierte la mezcla dentro del molde previamente instalado.

4.- Verter la tierra en el encofrado y compactar la tierra. Teniendo previamente listos los pasos anteriores, se vierte la tierra dentro del molde, y se compacta en capas de máximo 20 cm., esto hasta que el pisón rebote o se escuche un sonido ahuecado, lo que significa que la capa ya está bien compactada, también se debe corroborar el nivel de la capa, esto para evitar fallas en la resistencia del muro y que al desmoldar se vea un desnivel prolongado de estas.

5.- Se repiten los 4 pasos anteriores. Después de cada capa se repite el proceso hasta conseguir la altura deseada del muro, se debe tener en cuenta que las capas no deben ser mayores a 20 cm ya que podrían no compactarse de manera correcta, si hay suficientes personas en la construcción del muro se puede asignar de una a dos personas para compactar, de dos a tres a preparar la tierra y una o dos para el acarreo de esta al molde, para reducir el tiempo de elaboración de los muros, al trabajar de manera constante, es decir cuando se termina de compactar una capa ya se tiene la tierra lista para verterla y compactarla.

6.- Descimbrado. El descimbrado puede ser de manera inmediata a la terminación del muro, pero si este tiene mucha humedad es mejor dejarlo reposar al menos una hora, para evitar que una parte del muro esté pegada al encofrado por la humedad. Cuando el muro está un poco más seco se puede descimbrar de manera más sencilla, ya que la tierra no se adhiere completamente al molde por el desmoldante o el aceite que se le pone a la madera.

Una vez terminado el muro se puede curar con una capa de baba de nopal, esto para que el muro sea un poco más impermeable. Y aprovechando que esta no cambia la apariencia del muro ya que se puede considerar transparente. En el caso de los muros que estarán más en contacto con la humedad se propone un curado del muro con una mezcla a base de baba de nopal con cal activada, esto para darle más permeabilidad al muro y a también un acabado distinto ya que este quedaría de un tono blanco.

9.1 Justificación del proyecto



Ilustración 82 Muro de Tapia. Fotografía de Liz VG.

Para mejor análisis y entendimiento del tema se realizó la porción de un muro, con el cual se espera dar una mejor justificación del tema, es decir tener mayor certeza y coherencia en lo que se está realizando. Además, con la elaboración de este murete se resolvieron dudas y preguntas técnicas que se tenían y que debido a la falta de investigaciones y escritos específicos en el tapial no se habían podido resolver.

El murete se realizó con materiales que se tenían a la mano, lo que permitió una nueva justificación en cuanto a la autoconstrucción, ya que en la realización de este participamos cuatro personas, mi papá, mi mamá, mi primo y yo, las cuales solo contamos con conocimientos teóricos de la construcción y realizamos todo en base a la teoría constructiva de los 4 que participamos en la construcción del murete.

El método y los materiales que se proponen para la construcción de muros de tierra compactada es para obtener un trabajo más limpio y correcto, ya que la realización de este muro como se mencionó anteriormente fue con materias que se tenían a la mano y con otros se improvisó, los tabloncillos que se utilizaron eran los que se tenían a la mano y eso provocó que se generaran algunas curvas en el murete las cuales se hicieron más visibles al desmoldarlo ya que este se quedó con la forma que tenía el tabloncillo.



Ilustración 83 refuerzo y ajuste de tablonés. Fotografías de Liz VG.



Como se mencionó anteriormente los materiales con los que se realizó el murete fueron materiales que se tenía a la mano, por lo que se hicieron ajustes y refuerzos en los tablonés que se tenían, tal como se observa en las imágenes, donde se colocaron pedazos de fajilla para unir las tablas de los lados posteriores ya que al momento de apisonar la tierra éstas podrían caerse por los golpeteos constantes con el pisón, las tablas interiores que delimitan el largo del muro también fueron clavadas a las tablas exteriores para evitar que se recorrieran o se cayeran al momento de apisonar la tierra.

Como refuerzo extra se amarró un alambre en los tablonés exteriores para evitar que se abriera o se recorriera el cajón al momento de apisonar la tierra y por la presión que se ejerce sobre estas.

Se colocó aceite requemado en las tablas para facilitar el desmoldado de las tablas una vez terminado el murete. En la imagen 74 se puede observar un refuerzo que se pensó se utilizaría para mayor rigidez del cajón, pero que se retiró una vez que se comenzó a apisonar y se ve que estos eran innecesarios y solo obstaculizaban el movimiento alrededor del cajón o cimbra al momento de verter la tierra y estar apisonando.



Ilustración 84 Experimentación, preparación de tierra, fotos de Liz VG.



El muro se realizó con el material existente en el terreno donde se llevó a cabo esta prueba o experimentación, se usó esta tierra ya que cumplía con casi todas las características que se requieren para construir con tapia, es decir que la tierra sea tierra fina y un tanto arcillosa, lo que permite que se compacte con facilidad.

Antes de decidir trabajar con esta tierra se hicieron pequeñas pruebas humedeciendo pequeñas cantidades de esta para saber si se podía compactar, y se pudo observar que no debe ser muy arcillosa ya que esta no se compacta y solo se expande y que tampoco debe ser muy arenosa o tener piedras ya que estas no permiten que se compacte correctamente.

La tierra con la que se trabajó fue extraída en el momento del lugar y se retiraban todas las piedras o basura visible, aunque su cantidad fuera mínima, también se retiraban los terrones más grandes o que no podían deshacerse, esto para que el murete tuviera una apariencia más limpia y lisa, también se le agregó cal para darle cierta impermeabilidad al muro y mejorar la resistencia de este. La proporción utilizada fue de aproximadamente un kilo de cal por tres botes de tierra que se usaban por cada capa, es decir un kilo de cal por aproximadamente 60 kg de tierra ya que los botes que se utilizaron eran de 20 litros y se considera que es un kilo por litro. Para el agua no se tomó una medida exacta ya que esta depende de la resequead o humedad de la

tierra, y solo se cuidaba que no estuviera muy húmeda ni muy seca para que se compactara correctamente.

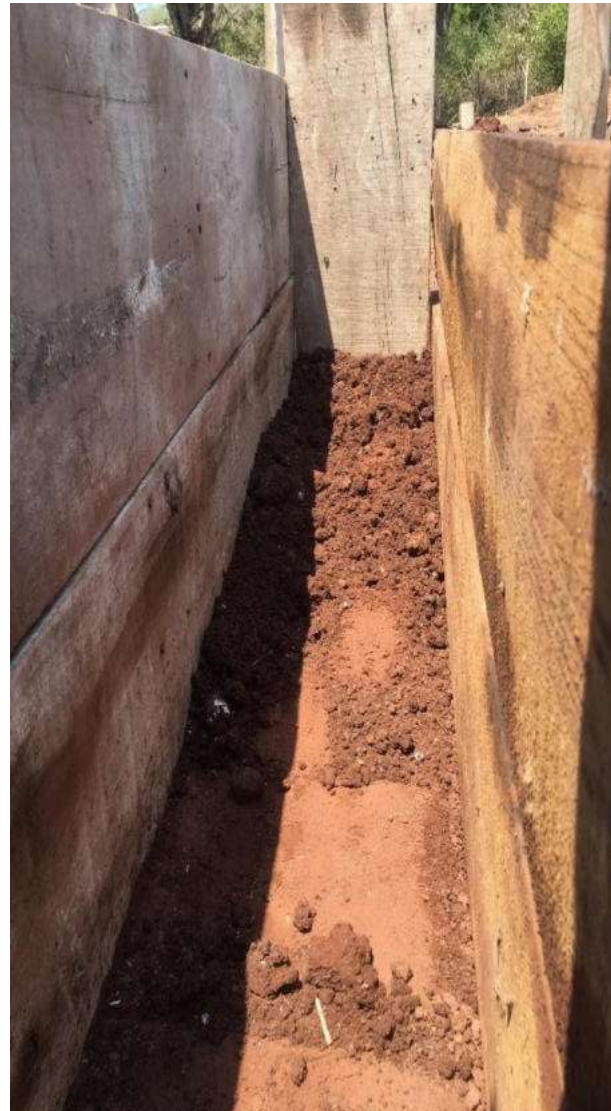


Ilustración 85 Experimentación, preparación de Piso y compactado, fotos de Liz VG.

Antes de colocar la primera capa de tierra se aplano, limpio y apisono el piso para darle mayor estabilidad a las capas posteriores, en el proyecto se está proponiendo una cimentación de mampostería como refuerzo de esta y para evitar que la humedad del suelo dañe los muros por estar en contacto directo, pero en este caso como el murete era de prueba solo se niveló y apisonó el suelo como ya se mencionó.

Anteriormente se mencionó cómo se armó el cajón o cimbra para el muro, así como la elección y preparación de la tierra, ya que se tenía esto listo, se vertía la tierra dentro del cajón y se compactaba hasta que el pisón rebotara, esto se tomaba como señal de que la tierra ya estaba completamente compactada.

Una vez compactada una capa se iniciaba nuevamente el procedimiento de colocar una capa de tierra y compactarla. A la vez que se estaba compactando una capa se iba preparando la tierra para ahorrar tiempo en la elaboración del murete.



Ilustración 86 Experimentación, Compactación y Nivelación, fotos de Liz VG.

En un principio no se estaba nivelando las capas ya que se veía que el muro iba quedando recto, pero cuando ya se alcanzó una altura más considerable se observó que se tenía un desnivel en las capas del muro, por lo que se optó por ir nivelando el resto de capas para obtener un resultado más firme.

Un aspecto a considerar con los materiales que se usaron fue que es mucho más viable usar una tabla monolítica en los lados posteriores del cajón (los lados más largos), ya que, al momento de apisonar, una tabla no estaba bien alineada con la otra y esta dificultaba el golpeteo con el pisón ya que este se atoraba en la tabla.

Además, se pudo notar es que cuando la tierra tiene humedad de más esta se queda pegada al pisón y no se puede compactar, de igual manera cuando se mezclaba alguna raíz, roca o pedazo de esta con la tierra, se creaba un problema ya que con los golpeteos del pisón iba creando una zanja en la tierra que ya estaba compactada, o bien no permitía que el pisón golpearla la tierra de una manera más uniforme.

Es importante cuidar la humedad de la tierra ya que como se dijo si esta está muy húmeda no se compacta ya que se crea una masa y de igual manera si esta no tiene la humedad suficiente no se compacta de manera uniforme ya que la tierra solo se va de un lado a otro y se hace polvo por la falta de humedad, por lo que en ocasiones también se le agregaba agua a la tierra estando en el encofrado.



Ilustración 87 Experimentación, desencofrado, fotos de Liz VG.

Una vez terminado de compactar las capas de tierra y verificar que el muro estuviera nivelado, se colocó una capa fina de tierra con agua, podría decirse una lechada, pero de tierra, esto para darle un acabado más parejo en la superficie al murete y evitar que la tierra ya compactada se callera o desmoronara al tocar la superficie, dicha capa como era muy fina al secarse comenzó a agrietarse (solo la superficie), pero mojando nuevamente esta capa y agregando un poco de tierra muy fina, es decir enjarrando nuevamente la superficie, se conseguía nuevamente el mismo resultado de una superficie lisa en el muro.

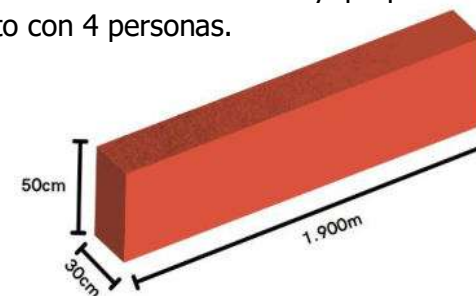
No se presentó algún problema al desmoldar el murete, al quitar el alambre los clavos y los refuerzos que los unían, los tabloncillos se desprendieron fácilmente de este, a pesar de que el muro aún tenía humedad.

El muro tomó completamente la forma que tenían los tabloncillos, por lo que se corroboró que el molde para una construcción más técnica o profesional debe ser de una superficie completamente recta y lisa, para así obtener muros completamente lineales, en lineales, en las capas de dicho murete, también se puede observar cómo algunas de estas capas no estaban bien compactadas ya que en ocasiones en los bordes las tablas obstruían el apisonamiento debido a curvaturas de estas.



Ilustración 88 Experimentación, Dimensiones del murete. Fotografías de Liz VG.

El murete tiene una dimensión de 50cm de alto por 30cm de ancho por 1.90m de largo. El tiempo de ejecución para este muro fue de aproximadamente 5 horas en lo que se armó el cajón y se limpió el área donde se realizaría el muro y de donde se extraería y prepararía la tierra, esto con 4 personas.



9.2 Resultado final.



Ilustración 89 Murete. Fotografía de Liz VG.



Ilustración 90 Murete. Fotografía de Liz VG.



Ilustración 91 Murete. Fotografía de Liz VG.



Ilustración 92 Murete una semana después. Fotografías de Liz VG

Una semana después de la realización del muro, cuando este ya estaba completamente seco se pudo observar mejor el resultado ya que se supone es como quedaría el resultado final. La fotografía de la izquierda donde se aprecian las capas de tierra se puede observar que esta más desgastada que la foto de la izquierda que es la parte superior a la cual se le colocó una lechada de tierra como acabado final, y la cual con un poco de agua y tierra quedaría nuevamente con una superficie lisa, se podría considerar colocar una lechada o enjarre en todo el muro para conseguir superficies lisas y para poder darle mantenimiento más fácilmente ya que con dicho enjarre, pero esto ya sería cuestión de estética o del acabado que se le quiera dar al muro.

De manera general en cuanto a la elaboración del muro se puede concluir que la construcción de este es un tanto más sencilla de lo que se pensaba, ya que una vez que se tiene la tierra con la que se va a trabajar el resto es muy sencillo y repetitivo, además de que puede ser otra alternativa para la autoconstrucción, ya que en la elaboración de este participamos 4 personas, de las cuales, ninguna cuenta con experiencia en la construcción y solo contamos con conocimientos teóricos, especialmente en la construcción de tierra compactada, y es evidente que con la ayuda o empleo de una mano de obra especializada o con mayor conocimiento práctico en la construcción se podrían realizar trabajos más limpios y correctos.

Un aspecto más a resaltar en la construcción de estos muros es que se use un apisonador mecánico ya que con este se podrían conseguir mejores resultados debido a que con uno manual después de un rato compactando te cansas y ya no ejerces la misma fuerza en todas las capas, o bien si se realiza con uno manual sería bueno ir intercambiando los lugares para no cansarse de solo compactar y así las capas queden más uniformes y compactas.

Es muy importante cuidar la humedad de la tierra ya que como se dijo si está muy húmedo o muy seca no se puede compactar y esto genera una pérdida de tiempo ya sea esperando a que la tierra pierda humedad o bien agregándole agua para que se pueda compactar, así como también es muy importante cuidar que las capas si estén niveladas ya que la forma que se le va dando es el resultado final aparente del muro y una vez descimbrado se observa fácilmente que capas son las que no se nivelaron.

Un aspecto que no se había considerado era el darles una apariencia fina a los muros, es decir colocar un enjarrado en los muros una vez terminados, esto solo para facilitar el mantenimiento de estos, pero en si la idea de dejar el muro con las capas visibles sigue siendo la primera consideración ya que de esta manera sería visible el sistema constructivo del muro, y en parte es lo que se busca mostrar nuevas alternativas de la construcción con tierra.

El molde que se propone es de madera para que sea más práctica y económica la construcción de la vivienda en este caso, pero hablando en términos generales y constructivos, si se realizaran construcciones a grande escala es más recomendable utilizar moldes metálicos, ya que estos tienen más durabilidad y son más prácticos para colocarlos. Pero independientemente del material del molde, este debe ser de una superficie completamente lisa y rígida para que pueda soportar el empuje de la tierra y los golpeteos o vibraciones del pisón.

9.3 Continuidad del muro.

Imágenes del muro una semana después de su elaboración.



Ilustración 93 Muro 1 semana después. Fotografías de Liz VG

Imágenes del 15 de junio, un mes después de su elaboración.



Ilustración 94 Muro 6 semanas después. Fotoarafías de Liz VG

Imágenes del 24 de julio, dos meses después de la elaboración del muro.



Ilustración 95 Muro 11 semana después. Fotografías de Liz VG



Ilustración 96 Estado del muro 11 semanas después. Fotografías de Liz



Ilustración 97 Estado del muro 04 meses después. Fotografías de Liz



tierra

Ilustración 98 Estado del muro 07 meses después. Fotografías de Liz

El murete se elaboró en un Lote a las afueras de Tiquicheo, por lo que no se pudo realizar un seguimiento muy preciso de este, aun así, se pueden hacer algunas observaciones respecto al muro. Una semana después de su elaboración, cuando el murete ya había perdido toda su humedad, en las capas que estaban bien compactadas se tenía un acabado liso, y las partes que no estaban bien compactadas se desmoronaban al tratar de alisar el muro, aun así, el murete estaba completamente firme y no presentaba grietas. Se pudo observar también, que las esquinas se compactan de manera superficial, ya que el molde puede evitar que el pisón llegue hasta las esquinas. En las capas también se observó que las primeras, las que contenían más cal, se compactaron de manera más uniforme que las últimas capas que tenían una cantidad menor de cal.

6 semanas después de la elaboración del murete, luego de algunas lluvias, el muro presento muy poco desgaste, esto, pese a que no se cubrió con algún plástico para evitar que estuviera en contacto directo con la lluvia. Se propuso impermeabilizar el muro con baba de nopal, esto para evitar el desgaste por la lluvia ya que en la región suele llover con mucho viento, pero por cuestiones de tiempo no se impermeabilizo el muro y no se pudo observar el comportamiento de este con el impermeabilizante. También se plantea el uso de un impermeabilizante industrial transparente, el cual se utilizaría en los exteriores, ya que tiene más resistencia y permeabilidad que la baba de nopal, además de que le daría un acabado más limpio al muro.

11 semanas después, el murete presento mayor desgaste por la lluvia, pero aún conservaba su forma y resistencia, el desgaste del muro permitió buscar un método para restaurar o reparar el muro, y se llegó a la conclusión de que el muro puede ser enjarrado con tierra tal y como se hace con las viviendas de adobe y bahareque, esto si el desgaste del muro es solo superficial, si el muro tiene grietas prolongadas, lo más viable sería reforzarlo o recubrirlos con un poco de arcilla si no son muy prolongadas, en caso de que el muro este muy dañado ya sería cuestión de tirar esa parte y reconstruirla nuevamente para evitar fallas en la resistencia de este o que el desgaste se extienda.



*Ilustración 99 Comparación del murete
Fotografías de Liz VG.*

Como se señaló anteriormente el muro se compacto solo con cal y no se le dio un curado o acabado especial, como se ve en las imágenes después de los cuatro meses de su elaboración y al estar en contacto directo con el sol, la humedad y el viento, se ve el desgaste del muro, y como la capa superior es la que presenta el mayor desgaste, lo que se considera como algo bueno. No se realizó una prueba, pero se considera que para restaurar el muro se puede retirar la capa superior de este o bien solo la capa dañada, es decir se quita una capa y el resto queda intacta, y si la altura de las capas afecta la composición del muro, solo se agregaría una nueva para sustituir la capa dañada que se retiró, teniendo así una nueva alternativa para la reparación de los muros.

Otra alternativa de restauración que se considera es la de ripio, la cual consiste en resanar, se había mencionado primeramente que se consideraría el enjarre del muro como una técnica de restauración, pero esta afectaría el acabado del muro, en cambio el ripio consistiría en rellenar y compactar nuevamente la parte dañada o afectada sin necesidad de rehacer el muro.

Además, un punto a favor de la construcción con tierra es que se restaura con tierra y no se requiere de algún agregado o aglomerante especial para que esta se fusione, probablemente sea más notoria la parte que se repara o restaura, pero se podría hacer solo con agua, tierra y cal, los materiales primarios en la composición del muro.

Pese a las condiciones en las que se encuentra el murete, este sigue resistente y conservando su forma original.



Ilustración 100 Comparación del murete Fotografías de Liz VG.

10.-

Conclusión



Conclusión

El barro o la tierra en general se ha considerado como un material pobre y anticuado, que es inferior al ladrillo y al concreto en cuanto a durabilidad, mantenimiento y eficiencia, pero creo que, sin importar el material o la antigüedad de este, se pueden lograr grandes cosas con él, y que depende muchas veces de la creatividad con la que lo utilizamos, dejando de lado que es un material para construcciones de bajo presupuesto. Creo que esta última característica del material, el que es de bajo costo, es uno de los puntos más importantes a considerar ya que se puede usar a favor el bajo costo que genera esta construcción, para realizar viviendas completamente funcionales e invertir el resto de dinero en distintos acabados o en la decoración del interior. O bien para personas que tienen un bajo presupuesto y no tienen el tiempo necesario para la elaboración del adobe o la construcción con bahareque otra de las técnicas aun utilizadas en la región.

De manera general se puede decir que la construcción con tierra tiende a tener un rechazo social, y un ejemplo muy claro es que en México no se cuenta con un reglamento de construcción con tierra, y después de ciertas investigaciones y comentarios con otras personas, es fácil darse cuenta que las construcciones con tierra, no se realizan, no solo por un desinterés en este material, sino porque no se propone, y un ejemplo de esto sería la casa de la Ajijic de Tatiana Bilbao, la cual construyeron de este material por el bajo presupuesto que se tenía, no por querer realizar una vivienda amigable con el medio ambiente, pero aun así el resultado de esta fue uno muy agradable.

Considero que la falta de experiencia o de información en cuanto a construir con tierra es uno de los factores principales que genera un rechazo hacia este material, derivado a las construcciones pobres que se realizan, dando así una mala reputación al material. Creo que con alguna guía, cualquiera podría aprender a construir satisfactoriamente con tierra, ya que es un material muy fácil de manipular y que con una correcta ejecución genera muy buenos resultados.

Nosotros como estudiantes de arquitectura no vemos o bien no nos encaminan a construir con este material ya que solo nos presentan y nos enseñan el tema como un método constructivo o como una alternativa que se usaba en el pasado, nos dan a clase de arquitectura vernácula y nos dicen que son sistemas constructivos que se están perdiendo o bien ya se perdieron y es todo lo que se habla de la construcción con tierra, y dejamos al aire que hay nuevas alternativas de construcción con esta y que los métodos se han reinventado gracias a la maquinaria y las nuevas tecnologías de construcción y en cuanto a los aditivos que pueden ayudar a tener más resistencia en el material, nosotros mismos tendemos a degradar el material al no considerarlo o proponerlo como una alternativa de construcción y solo llegamos a considerarlos como revestimientos o por un muro bioclimático.

En mi opinión se debe hablar más de la tierra como un sistema constructivo que podemos utilizar y no solo como un método poco práctico que se está perdiendo o era del pasado, ya que fomentamos el mal hábito de considerar las viviendas de tierra como viviendas precarias o de bajo nivel socioeconómico. Actualmente se están buscando la manera de reinventar y mejorar los sistemas constructivos con tierra ya que es un método poco contaminante y en la actual crisis de contaminación que vivimos es bueno buscar alternativas menos contaminantes en la construcción.

Bibliografía

1. Juan José Ibáñez, Edafología y Política, el concepto de suelo y sus representaciones, [Internet] 12 febrero 2008, portada Blog, consulta: 30 oct 2022. Disponible en: <<https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/02/12/84330>>
2. Significado de Tierra [Internet]. Significados. [citado 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.significados.com/tierra/>
3. Compactar [Internet] Definición. [citado 29 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sinonimosonline.com/compactar/>
4. Definición de vivienda [Internet]. Definicion.de. [citado 29 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://definición/vivienda/>
5. CONSTRUCCIÓN CON TIERRA [Internet]. META2020 arquitectos. [citado 30 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.meta2020arquitectos.com/construccion-con-tierra/>
6. Arquitectura ecológica con tierra apisonada [Internet]. Punto Sustentable. 2020 [citado 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://puntosustentable.com/2020/03/27/arquitectura-ecologica-con-tierra-apisonada/>
7. Caldera House / DUST [Internet]. ArchDaily México. 2016 [citado 2 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.archdaily.mx/mx/788477/caldera-house-dust>
8. Josune Hernández, J. PDF. Departamento de Tecnología de la Arquitectura [Internet]. 04 julio 2016. Tribunal: Josep maría González. Consulta 02-12-2021. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/107822/tfg_josune%20hernandez.pdf
- 9.- Josune Hernández, J. PDF. Departamento de Tecnología de la Arquitectura [Internet]. 04 julio 2016. Tribunal: Josep maría González. Consulta 02-12-2021. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/107822/tfg_josune%20hernandez.pdf
10. Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero [Internet]. [citado 30 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>
11. Gobierno de México, "Tiquicheo de Nicolás Romero MUNICIPIO DE MICHOACÁN DE OCAMPO" Data México, [Internet]. junio de 2021, Consulta 01-dic-2021. Disponible en: <<https://datamexico.org/es/profile/geo/tiquicheo-de-nicolas-romero>>

12. Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero [Internet]. [citado 30 de noviembre de 2021]. Disponible en:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>
13. Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero 02 feb 2017 [Internet]. [citado 21 de sep. de 2021]. Disponible en:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>
14. Michoacán de Ocampo - Tiquicheo de Nicolás Romero 02 feb 2017 [Internet]. [citado 21 de sep. de 2021]. Disponible en:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16092a.html>
15. Guadalupe Becares, Francis Kéré: El Arquitecto del Pueblo, [Internet]. 2019, ethic. [citado 18 Sep. 2022] Disponible en:
<<https://ethic.es/2019/01/francis-kere-arquitecto-del-pueblo/pdf>>
16. Escuela Primaria en Gando / Kéré Architecture, [Internet]. 11 jul 2016. ArchDaily México. Accedido 2022. [citado 7 nov. 2022] Disponible en: <https://www.archdaily.mx/mx/790384/primary-school-in-gando-kere-architecture>
17. Client, Biblioteca Gando, 08-nov-2022, arquitectura viva, [Internet]. [citado 31 Sep. 2022]. Disponible en:
<<https://ethic.es/2019/01/francis-kere-arquitecto-del-pueblo/pdf>>
18. Parque Nacional de Malí / Kéré Architecture" [Internet]. 02 sep 2014. ArchDaily México, [citado 7 Nov 2022]. Disponible en:
<<https://www.archdaily.mx/mx/626274/parque-nacional-de-mali-kere-architecture>>
19. Ajijic / Tatiana Bilbao SC - Proyectos [Internet]. Architectural design school. [citado 12 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://spa.architecturaldesignschool.com/ajijic-tatiana-bilbao-s-90271>
20. Elías Barczuk Pasamán. "Anna Heringer Arquitectura sostenible" 21 feb 2020. ArchDaily México. [Internet]. [citado el 12 Dic 2021.] Disponible en: <<https://www.archdaily.mx/mx/976594/el-museo-ico-presenta-la-arquitectura-sostenible-de-anna-heringer>>
21. "Casa Viña / Blaanc" 06 feb 2016. ArchDaily México. [Internet]. [citado el 13 Dic 2021.] Disponible en:
<<https://www.archdaily.mx/mx/781673/casa-vina-blaanc>>
22. APISONADORA: ¿Qué es?, ¿Parra qué sirve?, características y más [Internet]. Todo lo que necesitas saber de tu iVEHÍCULO, ACEITES Y MAS! 2020 [citado 20 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.lubricantesenvenezuela.com/apisonadora/>
23. Construir con tierra | Terra.org - Ecología práctica [Internet]. [citado 20 de diciembre de 2021]. Disponible en:
<https://www.terra.org/categorias/articulos/construir-con-tierra>

Índice de imágenes

Ilustración 1 Plaza de Tiquicheo, imagen tomada de Facebook de la página H Ayuntamiento de Tiquicheo.	8
Ilustración 2 Construcción con tierra	13
Ilustración 3 Vivienda de Tierra Compactada combinada con Acero y Concreto. Captura de pantalla de YouTube del Video Espacios & Tendencias de Paraguay (Tierra).	16
Ilustración 4 Piscina Toro Imagen de Google	17
Ilustración 5 Casa Caldera Imagen de Google	17
Ilustración 6 Construcción con tierra. Ilustración tomada de la revista EcoHabitar	18
Ilustración 7 Pasos para construir con Tapia. Imagen tomada de la tesis “Tierra vertida compactada, estabilizada con cal y puzolanas de Luis Fernando Guerrero Baca”.	19
Ilustración 8 Vivienda de Tiquicheo en modificación Imagen tomada por Liz VG.....	20
Ilustración 9 imagen de plancha antigua imagen de Facebook de la página “Tiquicheo Mich. Mi pueblo, mis raíces”	22
Ilustración 10 costumbres e instrumentos de Tiquicheo. imagen de Facebook de la página “Tiquicheo Mich. Mi pueblo, mis raíces”	23
Ilustración 11 Graficas de población	24
Ilustración 12 Tabla de población	24
Ilustración 13 Joven disfrazado de Diablo en semana Santa, imagen de Facebook de la página “Tiquicheo Tierra Caliente”.	25
Ilustración 14 procesión de Tiquicheo a San Lucas, imagen de Facebook de la página “Tiquicheo Tierra Caliente”.	25
Ilustración 15 viviendas de Tiquicheo, Fotografías de Liz VG.	26
Ilustración 16 Análisis de viviendas.....	27
Ilustración 17 Vivienda típica de Tiquicheo. Fotografía de Liz VG. ..	28

Ilustración 18 vivienda típica de Tiquicheo. Fotografía de Liz VG.....	29
Ilustración 19 macro ubicación. Imagen de Liz VG.	31
Ilustración 20 datos del clima en Tiquicheo. Tomada de Meteoblue	32
Ilustración 21 datos del clima en Tiquicheo. Tomada de Meteoblue	33
Ilustración 22 Resumen de clima por mes en Tiquicheo	34
Ilustración 23 análisis del recorrido solar del terreno. Imagen de Software Development, Ruta solar.	35
Ilustración 24 Vegetación de Tiquicheo en Julio. imagen de Facebook de la página “Mi lindo Tiquicheo”	36
Ilustración 25 análisis urbano-rural de Tiquicheo. Imagen de Liz VG	38
Ilustración 26 Lámina elaborada por Liz VG.....	41
Ilustración 27 Lámina elaborada por Liz VG.....	42
Ilustración 28 Lámina de Liz VG.	43
Ilustración 29 Casa Ajijic, imagen de ArchDaily	44
Ilustración 30 viviendas de Bangladesh. Fotografías de la revista Arquitectura Viva	45
Ilustración 31 casa Vinha, imagen de ArchDaily	46
Ilustración 32 casa Vinha, imagen de ArchDaily	46
Ilustración 33 Ilustración primera idea	48
Ilustración 34 análisis de terreno Fotografías de Liz VG.	49
Ilustración 35 macro localización, imágenes de Google Maps	50
Ilustración 36 micro localización, imágenes de Google Maps	50
Ilustración 37 Terreno.....	51
Ilustración 38 Ilustración Elección de tierra. Imagen del artículo Construcción con Tierra.	54

Ilustración 39 Tipos de pisones, imágenes de Google.	55	Ilustración 70 Diagrama unifilar	87
Ilustración 40 Vista Noreste del proyecto, Imagen de Liz VG.	59	Ilustración 71 Tablero de cargas	88
Ilustración 41 Plano Topográfico, con curvas de nivel a cada 20cm	60	Ilustración 72 Recorrido solar	89
Ilustración 42 Plano Arquitectónico	61	Ilustración 73 Análisis de Viento	90
Ilustración 43 Plano de Techo	62	Ilustración 74 Vista 3d del proyecto	91
Ilustración 44 Fachada norte y sur (sin vegetación)	63	Ilustración 75 Vista 3d del proyecto	92
Ilustración 45 Fachada Este – Oeste (sin vegetación)	64	Ilustración 76 Render del proyecto	93
Ilustración 46 Instalación Hidráulica	65	Ilustración 77 Unión de moldes	96
Ilustración 47 Isométrico Hidráulico	66	Ilustración 78 Detalle de molde	96
Ilustración 48 Instalación Sanitaria	67	Ilustración 79 Normas existentes para construir con tierra	100
Ilustración 49 Isométrico Sanitario	68	Ilustración 80 Materiales, Imagen de Liz VG	102
Ilustración 50 Plano de techo/agua pluvial	69	Ilustración 81 Pasos del proceso Constructivo, Imagen de Liz VG ..	103
Ilustración 51 Isométrico Pluvial	70	Ilustración 82 Muro de Tapia. Fotografía de Liz VG	105
Ilustración 52 Planta de Cimentación	71	Ilustración 83 refuerzo y ajuste de tablones. Fotografías de Liz VG.	106
Ilustración 53 Isométrico de cimentación y muros	72	Ilustración 84 Experimentación, preparación de tierra, fotos de Liz	107
Ilustración 54 Detalle de cimiento de mampostería	73	VG	107
Ilustración 55 Separación de Vigas	74	Ilustración 85 Experimentación, preparación de Piso y compactado,	108
Ilustración 56 Detalle de enmaderado de Techo	75	fotos de Liz VG	108
Ilustración 57 Detalle de construcción de techo	76	Ilustración 86 Experimentación, Compactación y Nivelación, fotos de	109
Ilustración 58 Plano de acabados	77	Liz VG	109
Ilustración 59 Puertas y ventanas	78	Ilustración 87 Experimentación, desencofrado, fotos de Liz VG.	110
Ilustración 60 INS. ELEC. Acometida	79	Ilustración 88 Experimentación, Dimensiones del murete.	111
Ilustración 61 INS. ELEC. Luminarias	80	Fotografías de Liz VG	111
Ilustración 62 INS. ELEC. Contactos	81	Ilustración 89 Murete. Fotografía de Liz VG.	112
Ilustración 63 INS. ELEC. Bodega y corral	82	Ilustración 90 Murete. Fotografía de Liz VG.	113
Ilustración 64 Simbología contactos	83	Ilustración 91 Murete. Fotografía de Liz VG.	114
Ilustración 65 Simbología Luminarias	83	Ilustración 92 Murete una semana después. Fotografías de Liz VG	115
Ilustración 66 Simbología alimentación general	84	Ilustración 93 Muro 1 semana después. Fotografías de Liz VG	117
Ilustración 67 Tabla de cableado de contactos	84	Ilustración 94 Muro 6 semanas después. Fotografías de Liz VG	118
Ilustración 68 Tabla de cableado	85		
Ilustración 69 Detalles Instalación Eléctrica	86		

Ilustración 95 Muro 11 semana después. Fotografías de Liz VG....	119
Ilustración 96 Estado del muro 11 semanas después. Fotografías de Liz.....	120
Ilustración 97 Estado del muro 04 meses después. Fotografías de Liz	121
Ilustración 98 Estado del muro 07 meses después. Fotografías de Liz	122
Ilustración 99 Comparación del murete Fotografías de Liz VG.	123
Ilustración 100 Comparación del murete Fotografías de Liz VG. ...	124