

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente
Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Sustentabilidad y Tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de Desarrollo de Tecnología Apropriada para la Edificación y
Diseño de Vivienda



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

1K02 – Tecnología Apropriada para la Generación de Sistemas Constructivos
Desarrollo de viviendas con métodos alternativos en Chiquilistlán, Jalisco

PRESENTAN

Lic. en Arquitectura. Andrés Carrasco Ivich
Lic. en Ingeniería Civil. Andrés Figueroa Gil
Lic. en Ingeniería Civil. Brandon Mora Cano

Asesores PAP: Gutiérrez Astudillo, Nayar Cuitláhuac; Hernández Cárdenas,
Christian; & Olivera Bonilla, Ana Rosa.

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2022

Índice

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.....	2
Resumen	3
1. Introducción	4
1.1. Antecedentes y Contexto	4
1.2. Justificación	15
1.3. Objetivos	17
2. Desarrollo	18
2.1. Sustento teórico y metodológico.....	18
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto	29
3. Resultados del trabajo profesional	34
4. Reflexiones del proyecto.....	39
4.1. Aprendizajes profesionales	39
4.2. Aprendizajes sociales.....	39
4.3. Aprendizajes éticos	40
4.4. Aprendizajes personales	40
5. Conclusiones	40
6. Bibliografía.....	42

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

En este proyecto se tuvo como objetivo promover y compartir fundamentos y conocimientos sobre sistemas constructivos alternativos (madera, bambú y tierra) para ofrecer nuevas oportunidades y panoramas de crecimiento urbano a los habitantes del municipio de Chiquilistlán, Jalisco. Para esto, se realizó un taller de fabricación de bloques de tierra compactada con miembros de la comunidad, con resultados exitosos que despertaron interés en los participantes, y se ofrece una propuesta de reglamentación para construcción de estructuras de tierra, tanto en cuestión de materiales como de diseño. A la par, se realizaron pruebas de caracterización de madera y otate de la región para tener mejor conocimiento de los materiales constructivos existentes.

En este reporte también se presentan dos proyectos complementarios. En el primero, se hace una evaluación cualitativa de mercados en el Área Metropolitana de Guadalajara, donde se encontraron algunas edificaciones con mucha necesidad de intervención. En el segundo, se realizó una colaboración con la Universidad de Surrey para armar y desarmar una estructura hecha por alumnos; se diseñaron y fabricaron exitosamente dos sistemas, uno de bambú y otro de metal, a través de la comunicación entre dos equipos, uno encargado de diseñar y otro de construir.

1. Introducción

1.1. Antecedentes y Contexto

1.1.1. Chiquilistlán

Chiquilistlan, pueblo y municipio, fundado en 1535, perteneciente al estado de Jalisco, de la región sierra de Amula y se localiza en el sureste del estado, su extensión territorial es de 432.31 km², su nombre se deriva de las palabras en náhuatl, chiquilizintli y Tlan que significa cigarras y lugar respectivamente. La mayor parte del territorio está enclavado en una zona montañosa la cual forma parte de la Sierra Volcánica Transversal, por lo que su topografía muestra grandes diferencias entre las distintas zonas del municipio. Las partes accidentadas ocupan la mitad del territorio en la parte este; a esta región la rodea una franja que cubre las partes norte, centro y sureste del municipio, que corresponden al valle del río Ayuquila. Las partes semi planas, lomas y laderas ocupan una tercera parte del territorio, y las zonas planas son escasas. El municipio de Chiquilistlán cuenta con numerosos ríos, lagunas, manantiales y arroyos, pertenecientes al río Tuxcacuesco. Cuenta con un clima semiseco y semicálido, lluvias abundantes entre los meses de junio, julio y agosto, y temperatura media de 18°C.

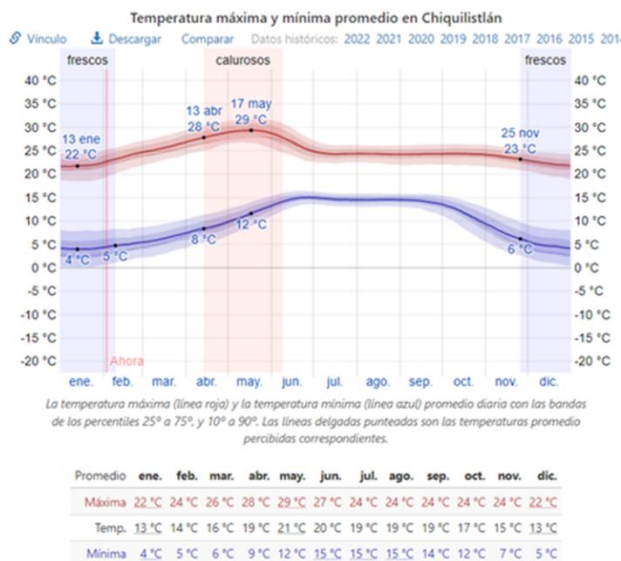
ALTITUD Y LATITUD

Cuenta con una latitud de 20.200°, longitud de -103.817° y elevación promedio de 1665 msnm (puede variar entre los 1555 msnm y los 1733 msnm).

TEMPERATURA

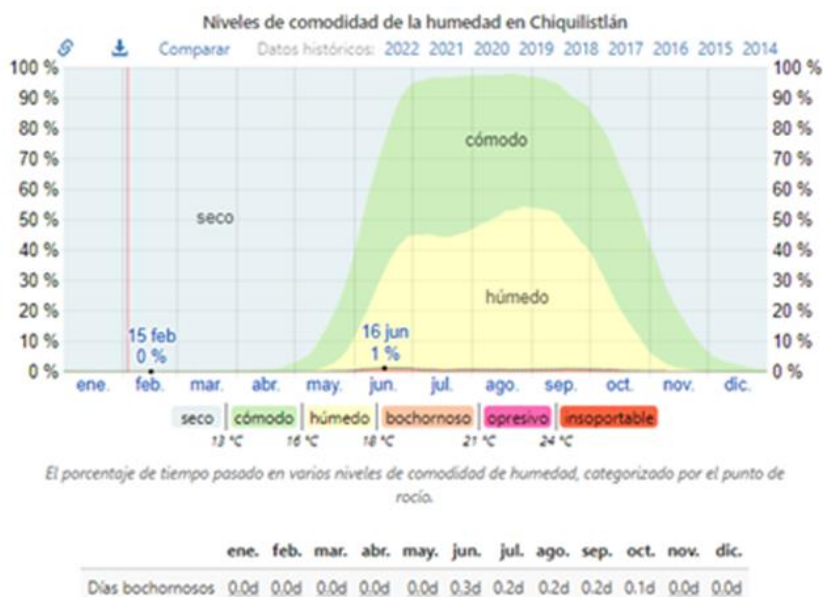
Mes más cálido: Mayo con temperatura máxima promedio de 29°C y mínima de 12°C

Mes más frío: Enero con temperatura máxima promedio de 22°C y mínima de 4°C



HUMEDAD

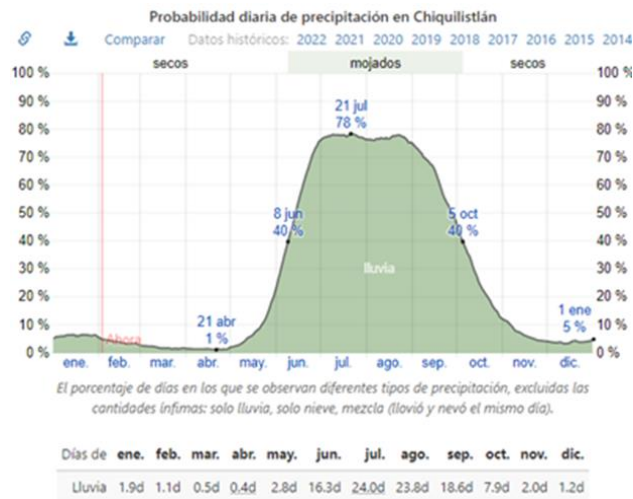
El nivel de humedad en escala de comodidad de humedad entre bochornoso, opresivo o insoportable no presenta variación significativa por lo que es cómodo en su gran mayoría



PRECIPITACIÓN

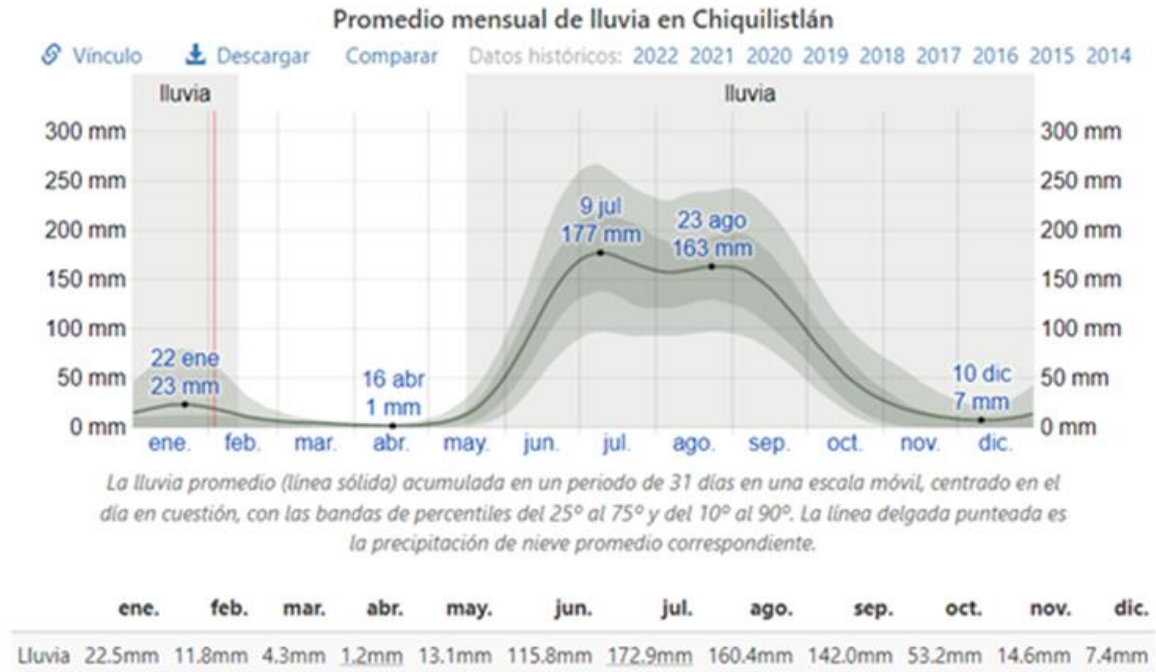
Cuenta con promedio en un día mojado de 1 mm de precipitación, siendo junio a octubre con mayor presencia de precipitación donde julio es el mayor mes con precipitación con

promedio de 1 mm y su temporada de secas es de octubre a junio siendo abril el mes con menor precipitación.



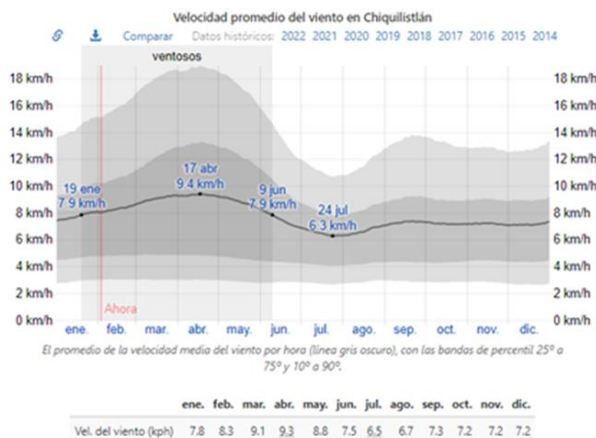
LLUVIA

La temporada de lluvia dura de junio a enero, siendo julio el mes con mayor lluvia con promedio e 173 mm de lluvia y la temporada sin lluvia es de febrero a mayo siendo abril el mes con menor lluvia con promedio de 1 mm de lluvia



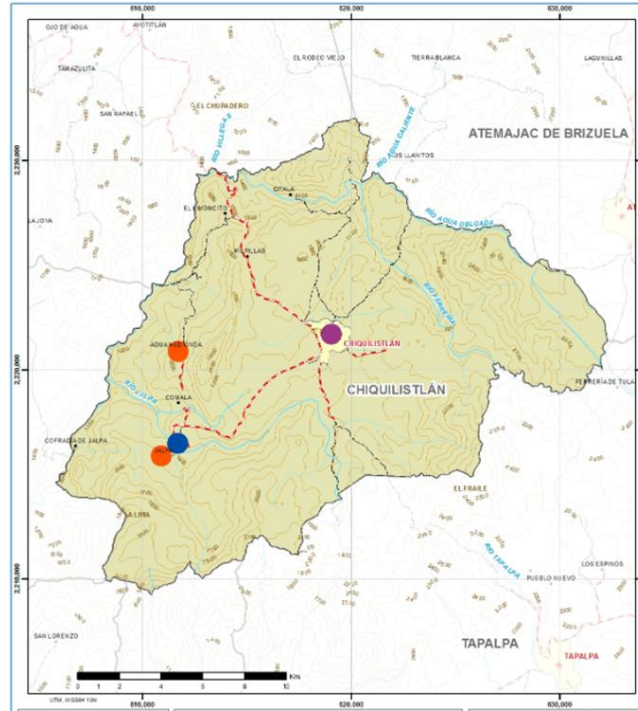
VIENTO

De enero a junio es la temporada con mayor viento teniendo velocidades promedio de 7.9 km/hr y el mes más ventoso es en abril con velocidades de 9.3 km/hr y de julio a diciembre es la temporada con menos viento con velocidades de 6.5 km/hr siendo julio el mes con menos viento



RIESGOS

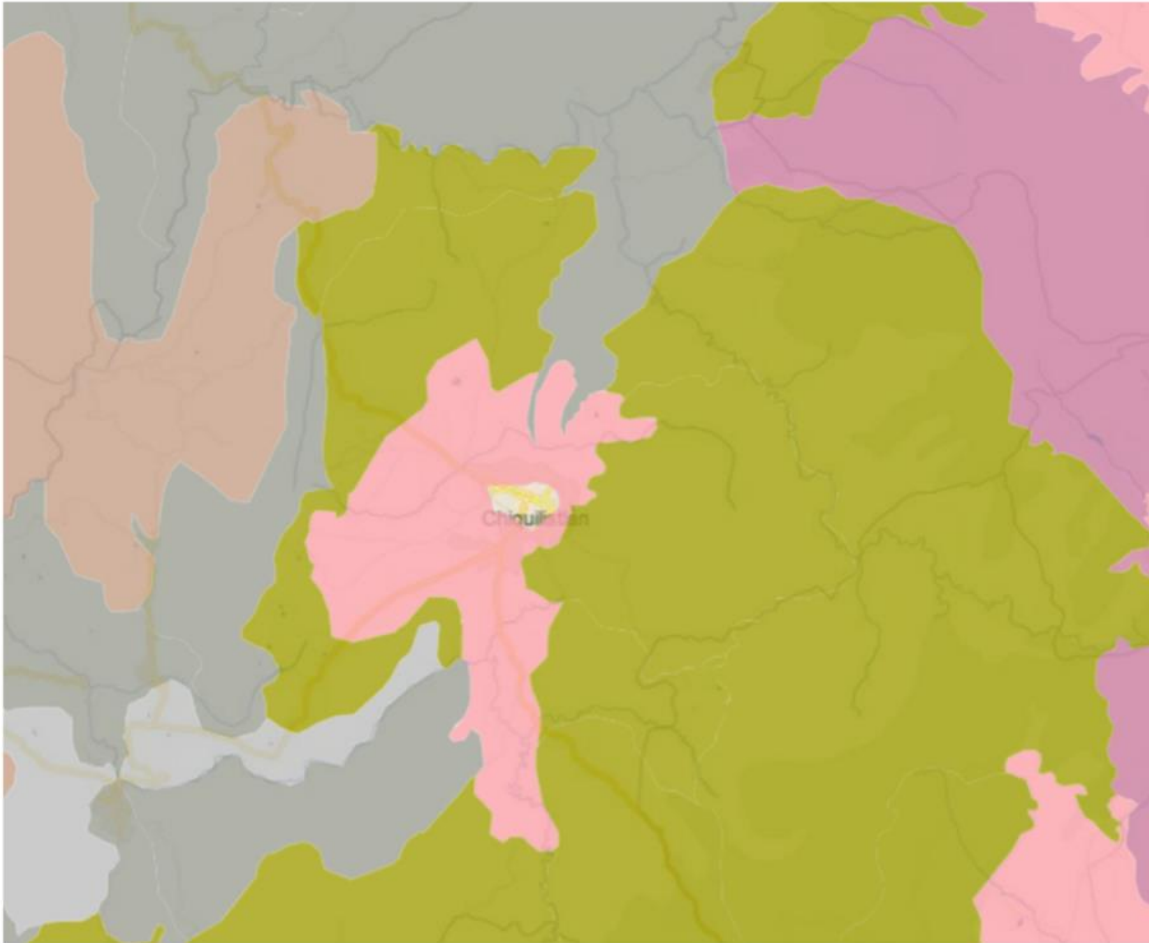
La zona centro de Chiquilistlán se encuentra dentro de zona sísmica. A sus alrededores existen algunas zonas de deslizamientos y deslaves, principalmente en la zona oeste y suroeste.



EDAFOLOGÍA



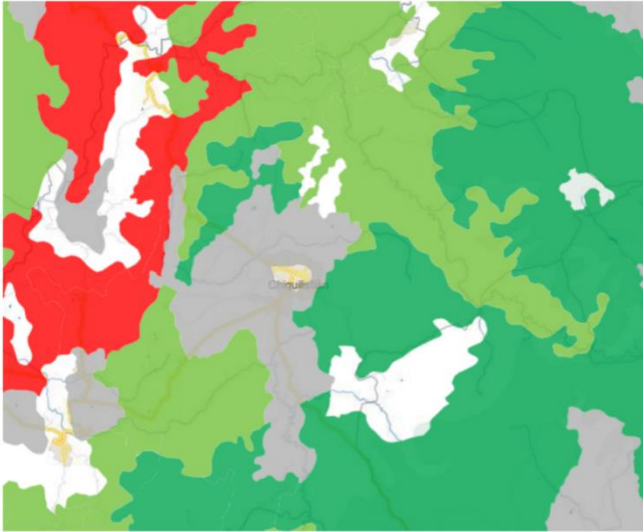
Edafología



- Agrícolas bastante fértiles
- Arcillosos fértiles para la agricultura
- Gleysol
- Lixisol
- Vertisol
- Luvisol
- Fluvisol

Los vertisoles son suelos que se desarrollan en climas tropicales y subtropicales en los cuales las diferencias de precipitación y temperatura son bastante destacables entre la estación seca y húmeda.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN



Selva seca o selva baja caducifolia a lo largo del año, cambia tan marcadamente de apariencia que no parece ser la misma. Durante los meses lluviosos, se cubre con tupido follaje de color verde claro que la hace fresca y vigorosa. En la temporada seca, cae más del 95% de las hojas y adquiere un aspecto de bosque petrificado, con muchos árboles que parecen muertos. Pero de pronto, en lo más agudo de la sequía, la selva se llena espectacularmente de color al desatarse la floración de muchos árboles, que resulta especialmente notoria porque están desprovistos de hojas.

Algunos de los árboles que podríamos encontrar:

- Copal chino y copal santo
- Chupandía
- Tepehuaje
- Bonete
- Colorín

- Pochote
- Clavellina
- Cazahuate

ARQUITECTURA VERNÁCULA Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

La arquitectura vernácula se define como la arquitectura sin arquitectos, es decir aquella que es anónima y popular. El diseño se basa en el clima, los materiales disponibles localmente y las necesidades de los habitantes.

Para esta investigación acerca de la arquitectura vernácula en Chiquilistlán, se considerará dentro de la influencia y la zona del lago de Chapala, que está a 50 km, mientras que la laguna de Sayula está a tan solo 36 km.

El lago de Chapala es un lugar sagrado para la cultura wixárika, razón por lo que esta cultura influyó la arquitectura vernácula de esta zona.

Materiales disponibles:

- Madera
- Arena y arcilla
- Zacate
- Piedra braza y piedra bola

Sistemas constructivos:

Muros portantes de troncos de madera, con cubiertas de dos o cuatro aguas de zacate, muros de bahareque o adobe.



A principios del siglo XX, había construcciones de adobe con losas de teja sobre viguería de madera y entramado de carrizo.

Distribución del espacio:

Uso de volados para generar zaguanes o dobles fachadas, que ayudan a mantener la frescura en verano. (actualmente se sigue practicando, ya que la bóveda catalana facilita la creación de estos volados)

Posteriormente a la conquista, se adoptó una distribución que consiste en un patio central, acceso mediante un zaguán y cocina y baño separados de los espacios principales.

En el caso de estar en un terreno montañoso, la construcción se adapta al terreno. Igualmente, se utilizan calles que respondan a la topografía natural en vez de aplanar el terreno.

Actualmente el sistema constructivo más común es utilizar bóveda catalana con vigas “I” y muros de ladrillo. También se pueden observar otros usos del ladrillo, como bóvedas de pañuelo o de cañón.

En el caso de los techos de dos aguas, se ve en este ejemplo que aún se utilizan con vigería de madera, sin embargo, se reemplazó el zacate o tejas por lámina metálica.



1.1.2. IMEPLAN

El IMEPLAN es un Organismo Público Descentralizado Intermunicipal que funge como instancia de Coordinación del Área Metropolitana de Guadalajara que planea el ordenamiento de nuestra ciudad a través de instrumentos y mecanismos para la administración del territorio, coordina el sistema de colaboración entre los gobiernos municipales, el estatal, el federal y la ciudadanía para la toma de decisiones de políticas públicas y gestiona el desarrollo integral de la ciudad desde un enfoque sustentable y resiliente, todo esto desde el año 2014. Esta institución junto con ITESO específicamente nuestro PAP se unen desde ya varios semestres anteriores para ayudar en la revisión de mercados municipales de la zona de Guadalajara para atender sus necesidades.

1.1.3. Proyecto de colaboración con Universidad de Surrey

El proyecto “Design, Assemble and Disassemble” (diseño, ensamblaje y desmontaje), también conocido por sus siglas como DAD Project, es un proyecto que se lleva a cabo en los primeros semestres de la carrera de ingeniería civil por alumnos de la universidad de Surrey. El objetivo es generar un plan de proyecto que acate medidas de seguridad y que distribuya roles para que se pueda, como dice su nombre, diseñar, ensamblar y desmontar una estructura en un tiempo determinado y con ciertos materiales y herramientas. En este proyecto también se colabora con universidades extranjeras para intercambiar diseños y aprender sobre la comunicación efectiva entre equipos de trabajo.

1.2. Justificación

Debido a la desinformación que existe en la región acerca de los materiales y las técnicas apropiadas para el desarrollo y conservación de viviendas junto con la ausencia de un reglamento de construcción adecuado para la zona y que solo cuentan con un manual de desarrollo el cual no proporciona gran información se busca habilitar y capacitar al usuario en el conocimiento, reconocimiento y empleo de las técnicas constructivas alternativas, que tienen como objetivo aumentar el nivel de calidad de vida de los pobladores y fomentar el desarrollo turístico, socio cultural y económico de la región de Chiquilistlan, Jalisco.

De igual forma debido al bajo desarrollo urbano, poco movimiento turístico en esta zona, la presencia de un cierto nivel de aislamiento sociocultural, económico y turístico junto con la falta de información del entorno y del desarrollo urbano han generado que esta población se estanque y no logre ser un foco de atracción turística como lo ha sido su

localidad vecina Tapalpa, siendo este una visión de lo que se tiene planeado para esta localidad.

Las formas de construcción actuales en Chiquilistlan son un poco limitados al uso de ladrillo y adobe, debido al desconocimiento técnico, falta de reglamentación y desconfianza en otros sistemas constructivos, tiene cómo efecto la mala ejecución de sus viviendas y desaprovechamiento de recursos, otro efecto identificado es la improvisación en su autoconstrucción que es derivado de la falta de planeación, la escasez de capacitación provocó un desajuste en cómo se deben construir las viviendas de manera ideal, se acostumbró la comunidad a construir según un sentido de lógica sin conocimientos técnicos, ni basado en un reglamento para su debida ejecución.

El presente proyecto se enfoca mejorar los fundamentos y conocimientos constructivos de Chiquilistlan para convertirlo en una localidad turística y ayudar a las personas a que puedan construir su vivienda con ayuda de materiales ecológicos y que sean de fácil acceso para la comunidad promoviendo el desarrollo de la localidad y le propagación de este tipo de construcción.

Por otro lado, en este proyecto con la colaboración del IMEPLAN y nuestro PAP se unen para lograr tratar los mercados municipales que tiene la zona de Guadalajara para poder designar cierta ayuda en remodelaciones que necesite cada mercado y priorizar cuales requieren de una intervención más inmediata esto en base a sus daños estructurales o de instalaciones que estos pudieran presentar. en nuestro caso se abarcaron los mercados de la etapa 3, grupo C de mercados. La evaluación de los mercados realizada por nosotros permite ayudar en la toma de decisiones al IMEPLAN para destinar los recursos necesarios en la intervención de los mercados que han sido evaluados así como

identificar cuáles de los mercados necesitan ser intervenidos primero o tienen mayor grado de importancia.

En este proyecto, se trabaja con estructuras de bambú. Los métodos de construcción de bambú, en específico con lo relacionado a conexiones, es muy variado, con formas de sujetar que van desde nudos con cuerdas hasta nudos atornillados. Los métodos de construcción con este sistema alternativo son variados, lo cual permite flexibilidad en proyectos de acuerdo a las disposiciones, requisitos y materiales de la estructura. La elaboración del proyecto de bambú permite que se haga una familiarización y registro con el método constructivo de construcción con otate, esto para que el trabajo realizado en Chiquilistlán sea más apegado a la realidad de estos proyectos.

1.3. Objetivos

- Compartir y promover el uso de materiales alternativos de construcción por medio de tecnologías apropiadas para la edificación y mejora de viviendas con habitantes interesados en la zona de Chiquilistlán, Jalisco
- Realizar una correcta evaluación de los mercados junto con una memoria fotográfica para identificar los daños de cada uno junto con una posible solución a estos problemas y realizar el llenado de la plantilla otorgada por el IMEPLAN.
- Generar el diseño de una estructura de acero con los requisitos establecidos por la universidad de Surrey, y construir una estructura de bambú diseñada por un equipo extranjero para familiarizarse con la elaboración de edificaciones de este material.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

2.1.1. Materiales

El proyecto consiste en la investigación y aplicación de 3 tipos de materiales constructivos alternativos: tierra, madera y bambú. A continuación, se presenta información sobre las propiedades de cada elemento.

TIERRA / BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA (BTC)

Los bloques de tierra comprimida, BTC, son bloques constructivos fabricados a base de una mezcla de tierra, arena y arcilla, pudiendo contener también cal aérea o hidráulica como estabilizante, tras preparar la mezcla adecuada se moldea y comprime en una prensa mecánica, generalmente se utiliza en sustitución del ladrillo convencional para la construcción de muros de carga, de cerramiento o muros acumuladores de calor.

Los muros de tierra presentan una ventaja y es que regulan de manera natural el ambiente de la vivienda, los bloques de tierra comprimida no se cuecen por ello conservan las propiedades de los muros de tierra, regulan la humedad y acumulan calor. Tanto la producción como el uso de bloques de tierra comprimida son prácticas sostenibles, se pueden fabricar in situ si el terreno de construcción es de buena calidad, si no es fácil encontrar la tierra adecuada a profundidades de entre 20 y 30 centímetros por debajo de la capa fértil superficial a poca distancia de la obra.

El proceso de producción comienza apartando la tierra fértil de la superficie para que la capa de arcilla inferior se seque de manera natural bajo la acción del sol y el viento, posteriormente se humedece y mezcla con arena, pudiéndose añadir cal según las proporciones de mezcla, se deja secar unas semanas y ya estaría lista para introducirla.

Para producir los BTC sólo se necesita alrededor de un 1% de la energía que se requiere para fabricar un ladrillo convencional, un elevado ahorro energético, además este proceso productivo tiene emisiones de CO2 mínimas. Otra ventaja es que las viviendas construidas con BTC mantienen una humedad relativa constante en torno al 50% necesitando menos energía para calefactarlas que en una vivienda tradicional, los muros de arcilla son capaces de almacenar calor y energía solar que luego cesan al interior cuando la temperatura desciende.



Imagen. Bloques de BTC.

El BTC es un bloque de mampostería que se emplea en la construcción de muros, dinteles, arcos, bóvedas de cañón corrido, hiperboloides y cúpulas. Puede ser macizo, semi hueco, con agujeros completos y de Inter traba (con salientes y huecos para que se traben mecánicamente). Las medidas de los BTC oscilan entre 8 y 12 cm de espesor, por 14 a 15 cm de ancho y 29 a 34 cm de largo, dependiendo del modelo de la máquina utilizada.

El material del BTC es una mezcla de suelo natural areno-arcilloso tamizado en malla de 3 a 4 mm, un aglomerante industrial que puede ser cemento (en dosificaciones que pueden variar entre el 5% y el 12 % en volumen) o cal (porcentaje en volumen un poco mayor, entre 8% y 15%) y un 10% de agua en volumen total.

El mortero del BTC se prepara primero secando el suelo, se tamiza, se mezcla con el aglomerante y luego se va humedeciendo de manera paulatina hasta lograr un estado

óptimo para compactar. Se vierte en la bloquera, quién compacta de manera mecánica y fabrica el bloque. Luego se desmolda y traslada al área de curado, donde se lo apila generalmente en tarimas o pallets, bajo techo, durante una semana se humedece, el tiempo de secado oscila entre los 20 y 30 días posteriores obteniéndose un BTC listo para ser utilizado en obra.

MADERA

Este es un material que se ha utilizado para la construcción desde hace mucho tiempo, de hecho es uno de los materiales de construcción más antiguos que existen. Sin embargo, en México, se ha optado por otros métodos constructivos dejando de lado nuestra gran capacidad de producción de madera.

La madera, además de ser un material 100% renovable (realizando prácticas de tala y siembra responsable), cuenta con características estructurales ejemplares, en relación peso/resistencia, por lo que ha funcionado para construir todo tipo de edificaciones en todo el mundo. Así mismo, es un material que funciona como aislante y puede ser aplicado para lograr proyectos destinados a la sustentabilidad y el confort.

En México existe una gran variedad de especies de maderas que son factibles para la construcción, esto es de gran importancia ya que no es necesario el transporte largo del material, ya que se puede dar en todo tipo de ecosistemas, y dependiendo del sitio donde se vaya a trabajar es la madera que se debe utilizar. Este aspecto convierte a la madera en uno de los materiales más convenientes y factibles para ser el siguiente paso en la arquitectura sustentable en nuestro país.

BAMBÚ

El bambú es un material que se desea implementar en la construcción ya que este presenta muy buenas características estructurales y además aporta en el diseño arquitectónico combinando estas dos ramas.

Este material procede del género de la gramínea, es decir, una hierba pero con la peculiaridad que tiene un tronco leñoso que es la caña de bambú que todos conocemos. Hay que considerar que tiene dos ventajas primordiales sobre su competidor tradicionalmente directo, la madera, siendo una su velocidad de crecimiento y en segundo lugar su facilidad de propagación que incluso en algunos casos es un inconveniente. Crece en casi todos los continentes a excepción de Europa.

Las características del bambú en la construcción proporciona habilidades y ventajas frente a otros materiales; Con una buena relación entre resistencia y elasticidad, una cuestión importante en temas estructurales y algunas de las ventajas que este tiene son las siguientes:

- El crecimiento del bambú es muy rápido. Consigue un rendimiento aproximado de 3,3 veces el de la madera, sin contar con los beneficios que se producen ante la desertificación del suelo y la deforestación.
- No produce residuos. Es totalmente biodegradable.
- Necesita poca energía para su producción, con una huella ecológica baja que ayuda a reducir las emisiones de CO2 en comparación con el hormigón tradicional.
- El bambú en la construcción, por su composición fibrosa, permite cortes longitudinales y transversales.
- Por tener un interior hueco, es decir, el peso del material es muy ligero consiguiendo estructuras livianas, y además, es mucho más fácil de transportar.

- Por sus capacidades de flexibilidad, resistencia y dureza lo hacen un material excelente para todo tipo de mobiliarios, estructuras, revestimientos, drenajes, etc.

Aunque de igual forma como todos los materiales este también cuenta con desventajas tales como:

- Elementos de bambú no siempre tienen la misma forma y además, depende mucho de la especie: Crecimiento, humedad, edad.
- No siempre el tronco crece recto y puede ser un gran problema cuando utilizamos el bambú en obras.
- La forma cónica que presenta la caña hace que el diámetro vaya cambiando en toda su longitud.
- Por su sección no circular, existen dificultades en el anclaje de los diferentes elementos cuando construimos una casa con bambú.
- Como la madera, el bambú también es vulnerable a diferentes insectos y hongos.
- Cuando se utiliza en el sector de la construcción, ante la vulnerabilidad de los rayos ultravioleta del sol es necesaria una protección y mantenimiento.
- Como no tenemos un material homogéneo, existen dificultades en el cálculo estructural y más, si hablamos desde una perspectiva de normativa.

2.1.2. Normativa de materiales y diseño de muros de tierra

En la actualidad, varios países tienen avances importantes en la parte de reglamentación de construcción de edificaciones con tierra, incluyendo BTC. Uno de los más avanzados es Nueva Zelanda, en donde se tienen normas tanto para caracterización y pruebas de materiales para construcción con tierra, como para el diseño de elementos estructurales del mismo material. En este proyecto, se piensa hacer una adaptación de los

principios y metodologías aplicables en esa región para formalizar y dar un sustento normativo a este sistema constructivo en la zona de Chiquilistlán, con la posibilidad de adaptarse a más municipios aledaños con intereses constructivos similares.

MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Muchos países buscan nuevas maneras de construir y que éstas sean más sustentables, por lo que la construcción con tierra ha resultado muy interesante y ha tomado más relevancia en ámbito de la construcción y debido a estas acciones muchos países han buscado caracterizar y buscar tener los mejores componentes que requiere este tipo de obras, tal es el caso de Nueva Zelanda que donde cuentan con una gran investigación y reglamento para los materiales que se emplean en la construcción con tierra. Para este proyecto se tiene pensado obtener un reglamento que pueda ser aplicado a nuestra zona de estudio, Chiquilistlan, para tener un sustento normativo el cual pueda ser consultado para obtener la información necesaria para poder construir con tierra y que este mismo reglamento sea funcional para localidades cerca de la región.

DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

La norma NZS 4297:1998, titulada “Engineering Design of Earth Buildings”, da la pauta para disposiciones para construcción de muros y bardas de tierra de distintos materiales, ya sea adobe, bloques de tierra compactada, o sistemas de tierra apisonada como tapial. Los métodos descritos, que incluyen análisis completos de muros por efectos de compresión, flexión, cortante y combinaciones con el método de diseño por factores de carga y resistencia, están descritos a detalle y son en su mayoría compatibles con los principios de diseño aplicables a México, y en específico a la región de estudio de este proyecto.

Una de las principales diferencias en las metodologías de diseño radica en el diseño sísmico, en específico en la nomenclatura. Debido a que los muros de carga en un sistema constructivo pequeño son los que por medio de su rigidez resisten las cargas laterales sísmicas, el diseño dentro de la NZS 4297 hace referencia constantemente a la norma de diseño estructural NZS 4203; en ésta, en la parte 4, se especifican las condiciones para evaluar efectos sísmicos.

Se realizó un análisis de los contenidos de la NZS 4203 IV. En primera instancia, se evaluó el procedimiento del método estático equivalente. Hay ciertas limitaciones del método que varían, por ejemplo, mientras que reglamentación como el manual de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de 2015 para el diseño sísmico de edificios permite el uso del método estático para edificios con altura menor a 30 metros, la norma de Nueva Zelanda lo limita a 15. Se da una prioridad importante al periodo fundamental de la estructura, que se pide no exceda 0.45 segundos por método de Rayleigh (NZS 4203 sección 4.3.2). Otra diferencia es que, mientras en el manual de CFE se incorpora un factor de corrección α a la ductilidad por efectos de la irregularidad de la estructura, la NZS 4203 limita directamente el uso del procedimiento a una torsión limitada de entrepiso de 30% con respecto a la dimensión de la planta.

Para la generación del espectro de diseño, se sigue un proceso diferente para los factores de modificación de la respuesta sísmica del espectro transparente. En el manual de CFE, el país se divide en regiones de riesgo sísmico A, B, C y D, de menor a mayor peligro, es decir, aceleración de la roca. También se tienen una clasificación de terreno tipo I, II y III, que representan la impedancia del suelo. La clasificación por zona y por tipo de suelo permiten obtener factores de sitio y respuesta, que dan la aceleración en 0 seg y la aceleración máxima, y también los valores de T para la construcción del espectro regional transparente. Finalmente, se obtiene el espectro de diseño a partir de características de la

estructura, principalmente el factor de ductilidad Q , pero que también incluye factores de sobrerresistencia, redundancia, de interacción de suelo, de irregularidad, de importancia estructural, entre otros.

El reglamento de Nueva Zelanda sigue un criterio diferente. En éste, los tipos de subsuelo se clasifican en tipo A, B y C, en lugar de I, II y III. Se dan 3 tipos de subsuelo, tabulados con distintos factores de ductilidad μ (equivalentes al factor Q), y así da a elegir entre distintos espectros de diseño. Los valores del espectro se modifican con un factor de desempeño estructural y un factor de riesgo R equivalente al factor de importancia FI . Se tienen factores también para la obtención del espectro para estado límite de falla o estado límite de servicio (L_s y L_u). Se tiene también un mapa de zonificación sísmica, con la cual se obtiene un factor Z que incorpora parámetros de riesgo sísmico por zona en el espectro; este factor sería el equivalente a las zonas A, B, C y D de las cuales se obtiene directamente el espectro de aceleración de la roca.

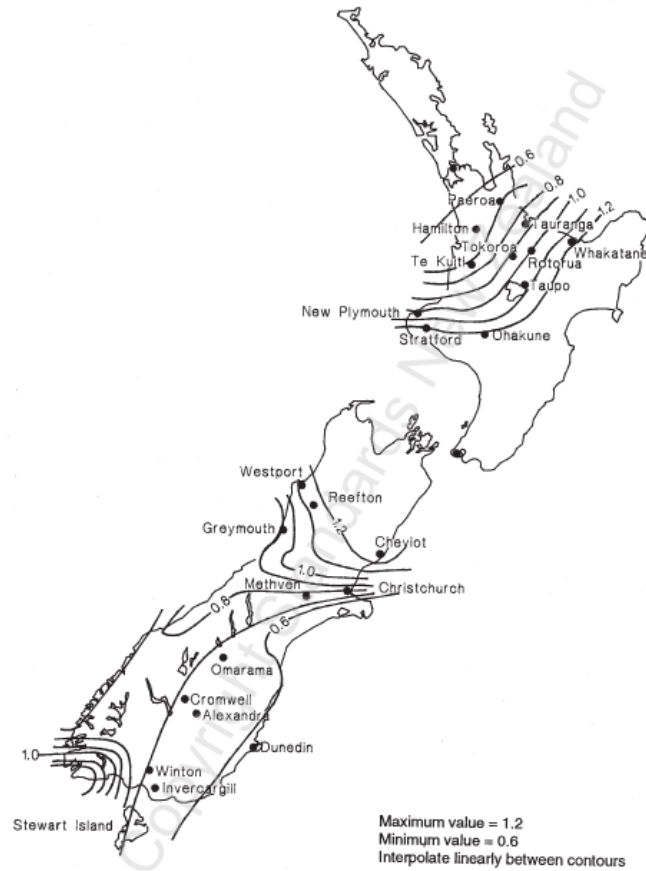


FIGURA. Obtención de factor sísmico Z en Nueva Zelanda

A partir de los diferentes factores, se multiplica por la aceleración en un determinado periodo T para obtener el coeficiente C de fuerza lateral; éste, como de forma similar en el método estático del manual de CFE, se multiplica por el peso de la estructura para obtener el cortante basal, y después se hace una distribución proporcional por pesos y alturas de entrepiso.

Conociendo el funcionamiento del reglamento sísmico, se puede hacer una especie de traducción de expresiones cada vez que se mencionen factores que se establecen en la NZS 4203. En específico, en cuestión de la metodología establecida por la norma para diseño de muros, primero se dan ciertas limitaciones y alcances para el diseño, y después

se procede a hacer un estudio de cargas a compresión, flexión, cortante, y combinaciones de éstas, permitiendo hacer ajustes como agregar refuerzo al considerar mayor ductilidad en el diseño, y simplificaciones para realizar cálculos basados en pruebas experimentales comprobadas.

2.1.3. Evaluación cualitativa de edificaciones

La evaluación que se realiza según los criterios que marca el IMEPLAN es una evaluación general de la edificación y de su estado actual la cual se divide en diferentes áreas la cuales hay que abordar. Esta es una evaluación cualitativa siendo un proceso que permite analizar las características y problemas de la edificación a evaluar desde la perspectiva de los actores involucrados. Se realiza a través de un contacto directo y continuo en el campo de estudio, esto permite obtener una visión general de la estructura y del contexto donde se ubica.

Esta no es una evaluación formal y no sustituye a un dictamen o evaluación estructural, este es solo un diagnóstico de las características que requiere saber el IMEPLAN para la toma de decisiones en la distribución de los recursos.

Las áreas que cubre este diagnóstico son su información general y su ubicación, así como la forma de contactar a la administración, su estado de operación, las características físicas del lugar, las características estructurales y constructivas, evaluación económica, evaluación de daños de la infraestructura, el diagnóstico final y sus respectivas observaciones.

2.1.4. Construcción de estructuras masivas con sistemas alternativos

El bambú se desea implementar en la construcción ya que este presenta muy buenas características estructurales y además aporta en el diseño arquitectónico

combinando estas dos ramas y tiene dos ventajas primordiales, su velocidad de crecimiento y su facilidad de propagación. Crece en casi todos los continentes a excepción de Europa siendo este el lugar donde se tiene interés de su comportamiento por parte de la universidad de Surrey y por esto mismo se realiza esta unificación de trabajo entre universidades

Las características del bambú en la construcción proporcionan habilidades y ventajas frente a otros materiales; Con una buena relación entre resistencia y elasticidad, una cuestión importante en temas estructurales y algunas de las ventajas que este tiene son las siguientes:

- El crecimiento del bambú es muy rápido.
- No produce residuos.
- Interior hueco, material más ligero consiguiendo estructuras livianas.
- Este también cuenta con desventajas tales como:
- Diámetro que cambia en toda su longitud y no siempre crece recto.
- Vulnerable a diferentes insectos, hongos y a los rayos ultravioleta.
- Dificultades en el cálculo estructural

Para conocer las propiedades físicas y mecánicas del bambú, en específico del otate, con el cual se va a trabajar, se usa la norma ISO 22157 - "Bamboo: Determination of physical and mechanical properties"; con esta reglamentación, se obtuvieron valores característicos de tensión, compresión, flexión, elasticidad y humedad del material que se usa en la región, cuyos resultados se presentan en reportes de laboratorio anexos al documento. También se consultó bibliografía como "Modern Bamboo Structures" (Xiao, Y., Inoue, M. & Paudel, S.K., 2008), que presenta diversos reportes e investigaciones sobre técnicas y tendencias actuales de edificaciones de bambú.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

2.2.1. Plan de trabajo

CHIQUILISTLÁN

1. Se llevarán a cabo distintas prácticas para la obtención de conocimiento, necesario para transmitirlo a la localidad
2. División de actividades para obtener datos certeros sobre los materiales que se tienen en Chiquilistlán, así como la clasificación de la tierra, con ayuda de los materiales en el laboratorio.
3. Se realizarán visitas a Chiquilistlán con diferentes objetivos:
 - Primera visita: Conocer la localidad, obtener un panorama más amplio de la misma, encontrar problemáticas de su interés, como lo es la falta de un reglamento de construcción.
Extracción de material para realización de pruebas en laboratorio.
 - Segunda visita: Identificación del interés de la población en la metodología y en el sistema constructivo a proponer, el BTC.
 - Tercera visita: Realización del primer taller de fabricación de BTC para los pobladores de Chiquilistlán.
 - i. Recursos necesarios: camioneta para transporte, pico, pala.
4. A la par, se desarrollará un reglamento de construcción con tierra y de los materiales para dicha construcción.

IMEPLAN

1. Capacitación para la evaluación presencial de los mercados.

2. Repartición de mercados a evaluar por equipos.
3. Visita presencial a mercados asignados y llenado de sus respectivas fichas de evaluación. Así mismo, obtención de memoria fotográfica.
4. Se realizarán las observaciones precisas para ser corregidas.
5. Corrección de fichas de evaluación
6. Aprobación y finalización de evaluación de los mercados.

SURREY

1. Repartición de actividades.
2. Diseño de estructura de acero (anexo x)
3. Recibimiento, evaluación y aprobación de diseño de bambú. (Verificar factibilidad, evaluación de riesgos)
4. Ejecución de estructura de bambú, escala 1:1
5. Recolección de resultados.

2.2.2. Desarrollo de propuesta de mejora

CHIQUILISTLÁN

Prácticas para la obtención de conocimiento.

BTC

1. Primer acercamiento a la construcción con tierra.
 - a. Tipos de granos.
 - b. Física de la arcilla.
 - c. Funcionamiento de la arcilla.

- d. Funcionamiento de la tierra compactada.
2. Fabricación de BTC.
 - a. Conocimiento de la máquina de fabricación.
 - b. Conocimiento del proceso de fabricación.
 - c. Creación de la mezcla de tierra
 - d. Creación de los primeros BTC.



3. Realización de pruebas de resistencia. (En proceso, ya que es necesario dejar en reposo durante 28 días los BTC antes de poder ser probados)
4. Obtención de resultados.

Visitas a Chiquilistlán.

1. Visita al palacio de gobierno para recolección de información por parte de las autoridades de Chiquilistlán. Desarrollo de un diálogo para discutir necesidades y problemáticas de la comunidad.
2. Recolección de materiales. (arcilla blanca, arcilla roja, bambú)

Taller de fabricación de BTC

1. Transporte de la maquina de BTC al sitio.
2. Preparación de material.
3. Realización del taller

- Proceso de extracción de material.
- Preparación del material.
- Creación de mezcla.
- Fabricación de BTC.



Desarrollo de reglamentos de construcción y materiales

1. Abstracción de información del reglamento de construcción con tierra de Nueva Zelanda.
2. Desarrollo de reglamento de construcción con tierra basado en la información mencionada.
3. Desarrollo de reglamento de materiales para construcción con tierra.

IMEPLAN

Evaluación presencial de mercados y llenado de fichas

1. Visita a los mercados
2. Toma de memoria fotográfica.



3. Obtención de información de locales y propietarios.
4. Análisis estructural, análisis de daños y clasificación de daños.

SURREY

1. Para el diseño de la estructura de acero se tomaron en cuenta criterios proporcionados por nuestros compañeros de Surrey.
2. Mediante la evaluación de factibilidad y riesgos se llegó a un diseño final.
3. Se recibieron los diseños de bambú y posteriormente se realizaron a escala 1:1. Se presentaron algunas complicaciones, debido a la disponibilidad de material.

3. Resultados del trabajo profesional

Chiquilistlán

En este aspecto se tuvieron varios productos obtenidos, en primero sería el taller impartido en la comunidad sobre elaboración de ladrillos de tierra compactada (BTC), el cual se realizaron varios frentes de trabajo durante el taller para poder distribuir los temas y lo que se deseaba realizar, siendo un taller en el cual las personas que participaron pudieron observar cómo es la obtención de los materiales, las pruebas que se le requiere hacer para saber si es apto o no, en qué condiciones debe de estar y la elaboración de la mezcla, en donde lo siguiente fue que los participantes hicieran todos estos pasos para poder obtener su mezcla y por consiguiente su BTC, los resultados fueron muy satisfactorios por lo que asumimos que el taller fue todo un éxito y con esto se abre la posibilidad de impartir diferentes talleres en el futuro. En este taller se tenía planeado que cada participante realizara un BTC, lo cual se logró e incluso estos bloques presentaron muy buenas características físicas. Como aprendizajes para experiencia profesional sería tratar de simplificar algunos conceptos o usar un lenguaje más coloquial con lo cual sea más sencillo transmitir la idea y que esta misma sea más fácil de asimilar para los participantes. De igual forma en la sección de anexos se encuentra incluida un apartado o bitácora la cual habla más a detalle del taller impartido.



Como segundo producto respecto a la localidad de Chiquilistlan fue la obtención de dos reglamentos, uno para la construcción con tierra y otro para los materiales a emplear en la construcción con tierra, estos dos reglamentos se pudieron obtener gracias a la información que se proporciona en los reglamentos de Nueva Zelanda, del ACI, de CFE y las normas técnicas complementarias de CDMX que sirvieron como apoyo principal para poder elaborar estos reglamentos y así conseguir dos reglamentos que se adapten mejor a nuestra zona de estudio y puedan ser aplicados en dicha localidad. Como resultados se obtuvieron los dos reglamentos que, si se encuentran completos y que, si pueden ser implementados como una primera instancia o guía para la construcción con tierra y sus materiales, pero sería pertinente que, si se desea llevar a cabo una obra en base a estos reglamentos buscar ayuda de un especialista o alguien con experiencia en este tipo de construcción, esto debido a que los reglamentos de Nueva Zelanda usan factores, y procedimientos de cálculo estructural diferentes a los usados en México y que a pesar que si se realizó una equivalencia entre estos factores para poder ser aplicados en esta localidad, por mayor seguridad de la estructura y de las personas que

podiera habitar dicha obra una inspección o análisis más a fondo sería muy adecuado y como impacto en la experiencia profesional sabemos que toda obra requiere de su normativa y reglamentos que debe de seguir para salvaguardar a las personas y lo bienes físicos, siendo esta misma razón la cual como profesionales sugerimos realizar los estudios extras pertinentes para lograr el bien de la estructura y las personas.

IMEPLAN

La realización de las evaluaciones de mercados se realizó con éxito. Gracias al testimonio de los locatarios de los mercados pudimos obtener muchos aspectos para completar la información necesaria en el llenado de las fichas.

Con ayuda de las observaciones realizadas por el encargado del IMEPLAN fuimos complementando las fichas de evaluación hasta que fueron aprobadas.

Gracias a las evaluaciones realizadas, el IMEPLAN podrá hacer un diagnóstico general para catalogar la urgencia de intervención en los distintos mercados de la Guadalajara.

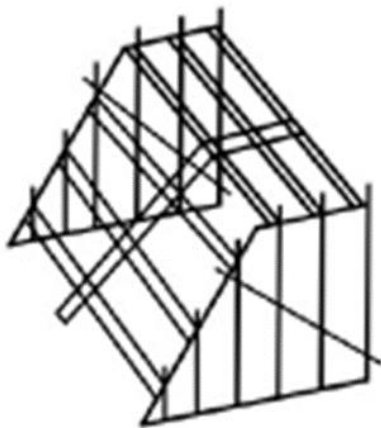
Concluimos que este trabajo es de gran ayuda a la comunidad de trabajadores y que la labor que se está realizando es de suma importancia para el desarrollo de nuestros mercados.

Surrey

Se termino el diseño de la estructura de acero que fue construido por la universidad de Surrey y se atendieron todas las indicaciones que se nos realizaron, como detalles en alturas, conexiones y temas de seguridad de la estructura y de las

personas que lo construirán, de igual forma se nos proporcionó un diseño de bambú que se construyó en las instalaciones de ITESO, en un principio el diseño presentaba algunas limitaciones, principalmente en temas de conexiones ya que eran algo complicada por lo que se hizo las debidas anotaciones y comentarios para que se pudiera corregir el diseño.

Una vez que los diseños fueron adecuados por ambas partes, estos se pudieron construir de forma correcta, por parte del diseño del bambú se realizó de manera satisfactoria ya que se pudo logra el diseño proporcionado y con esto, al estar construyendo la estructura pudimos identificar las diferentes limitaciones que se tiene en construir con este material ya que, puede que las piezas no sean del largo adecuado y se deben de unir dos piezas para lograr las dimensiones correctas, las conexiones empleadas también fue un tema importante y que se puede tomar en cuenta para futuras obras de esta índole.



Respecto a la estructura de acero que se construyó en la universidad de Surrey, se pudo observar que no tuvieron problemas y que se pudo construir de manera adecuada y como impacto en futuros trabajos profesionales, se considera que la

comunicación y buen entendimiento de la información facilita los procesos y la ejecución del proyecto



4. Reflexiones del proyecto

4.1. Aprendizajes profesionales

Este proyecto puso a prueba muchos de nuestros conocimientos profesionales, ya que se trabajó no sólo en temas diversos ya vistos en nuestras respectivas carreras, sino también en áreas interdisciplinarias donde tuvimos que aprender muchos temas nuevos, en específico todo lo relacionado con sistemas constructivos alternativos. Para la generación de resultados, se requirió de mucha colaboración con otros equipos y de comunicación efectiva para lograr los objetivos propuestos. Se realizaron muchas actividades complementarias al objetivo principal, como el ensamblaje y desarmado de una estructura metálica, actividades relacionadas con el trabajo con tierra, pruebas de materiales como madera y otate, fabricación de bloques de tierra compactada, entre otros; así se afianzó el conocimiento y nos permitió tener un panorama más claro, y a la vez específico, que nos puso en disposición de generar un producto satisfactorio y de impacto.

4.2. Aprendizajes sociales

Este proyecto tuvo un inicio ligeramente complicado, debido a que se tuvieron que aprender muchos temas nuevos y principios para tener las bases para generar una buena propuesta; en este proceso, no se dimensionó mucho el impacto social que tendría el proyecto. Sin embargo, se realizaron varias visitas, y en ellas se observaron los intereses de la comunidad. Fue una experiencia muy enriquecedora de trabajo colaborativo, donde nosotros teníamos una propuesta o idea, y la comunidad nos ayudaba a guiar los objetivos del proyecto hacia los temas de su interés, que es uno de los objetivos principales de un trabajo así.

En la última visita, en la que realizamos el taller, pudimos observar el impacto de nuestro trabajo, principalmente por la retroalimentación que recibíamos y el alto grado de

interés de quienes participaban. Pudimos ver que nuestro trabajo sí sería de utilidad, y que sí ayudará a la comunidad, a pesar de que al inicio se presentaban renuentes al cambio. Creemos que este proyecto tiene potencial para continuar y tener un mayor impacto, que se puede extender incluso a más municipios con intereses y necesidades parecidos.

4.3. Aprendizajes éticos

Nuestro proyecto tuvo muchas responsabilidades éticas, ya que cada decisión que se toma en el producto final afecta directamente a lo que podemos proporcionarle a la comunidad. Por ejemplo, el diseño del taller comunitario pudo haberse realizado de forma diferente, donde no se generará tanto interés. Pero principalmente, hay una gran responsabilidad en la generación del reglamento, ya que esta propuesta afecta directamente en las limitaciones y requisitos para futuras construcciones, y si no estuviera bien sustentado, tendría consecuencias éticas importantes.

4.4. Aprendizajes personales

En este proyecto aprendimos a trabajar con muchos temas y con mucha gente, por lo tanto, lo hizo una experiencia tanto interdisciplinaria como de mucho aprendizaje social. Alcanzamos a dimensionar mucho el impacto que llega a tener los conocimientos y habilidades que hemos desarrollado a lo largo de la carrera, que por mucho tiempo parecían estar limitados al salón de clases, y ahora vemos que tienen una aplicación práctica, real y útil para gente que verdaderamente lo necesita.

5. Conclusiones

En general este proyecto se realizó de forma satisfactoria. Se encontró que hubo problemas de organización y comunicación en la parte del proyecto de Surrey, pero al

finalizar, después de hacer ciertas adaptaciones y conocer mejor el material, se logró construir el diseño recibido, y también se logró compartir uno que cumpliera con los requisitos pedidos. Por el lado del IMEPLAN, se lograron identificar problemas y condiciones de varios mercados que se espera y puedan ser evaluados en un futuro, ya que es algo que los mismos usuarios pedían y exigían cuando se hicieron las visitas en campo.

Consideramos que logramos nuestros objetivos propuestos en Chiquilistlán, ya que se ofrecieron varias alternativas constructivas que sí fueron de interés de muchas personas, y no sólo constructores, sino también amas de casa y mujeres de otras profesiones. En cuestión del reglamento, consideramos que queda una base normativa clara para evaluación de materiales y diseño de muros, adaptado correctamente de los criterios y convenciones de Nueva Zelanda a las de México. Se sugiere que sea revisada la propuesta, y que ésta esté expandida por más capítulos que estén relacionados con análisis convencional estructural, como lo es un apartado sísmico, de cimentaciones, de viento, etc. En el semestre pasado, se trabajó uno que tiene técnicas constructivas más ecológicas, y también se trabajó en algunos capítulos generales sobre filosofías y cargas de diseño, por lo tanto, valdría la pena incorporarlo para hacer un reglamento más completo y conciso, que cubra más temas. Incluso sería de mucho valor incorporar capítulos de construcción con madera y con bambú, ya que es parte de los intereses del PAP.

En general, se obtuvieron muchos aprendizajes y se cree que el resultado final puede ser de mucha utilidad para la comunidad, y también se reconoce que hay mucho potencial para desarrollar a mayor profundidad el proyecto, y lograr mejor comunicación, resultados y logros en conjunto con los beneficiarios de Chiquilistlán.

6. Bibliografía

ACI. ACI 318 Requisitos de reglamento para concreto estructural. (2008).

CDMX. Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones (2017).

CFE. Manual de Diseño de Obras Civiles. Capítulo C.1.3 Diseño por Sismo (2015).

New Zealand Standards. NZS 4203 Code of practice for general structural design and design loadings for buildings. (1992).

IIEG. (2018). Chiquilistlán. Diagnóstico del municipio. México: IIEG

ISO 13061-17 – Physical and mechanical properties of wood – Determination of ultimate stress in compression parallel to the grain (2017)

ISO 22157-2004 – Bamboo determination of physical and mechanical properties

New Zealand Standards. NZS 4297 Engineering Design of Earth buildings. (1998).

New Zealand Standards. NZS 4298. Materials and workmanship for earth buildings. (1998).

YIAO, X., INOUE, M. & PAUDEL, S.K. (2008). Modern Bamboo Structures. Reino Unido: CRC Press

REGLAMENTO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION CON TIERRA

Contenido

1 GENERAL	3	2.13 Acabado superficial.....	25
1.1 Alcance y objetivos.....	3	2.14 Unión de vigas	25
1.2 Interpretación	3	2.15 Diafragmas de madera y vigas de unión de madera	25
1.3 Definiciones	3	3 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA LA SECCIÓN 2 PARA TIERRA APISONADA	25
1.4 Revisiones de la construcción ..	7	3.1 Contenido de humedad	26
1.5 Mano de obra	7	3.2 Compactación	26
1.6 Aplicación.....	7	3.3 Tolerancias	26
2 MATERIALES Y MANO DE OBRA	8	3.4 Juntas de control	27
2.1 General.....	8	3.5 Juntas de construcción.....	27
2.2 Mortero	12	3.6 Grietas.....	27
2.3 Prueba de materiales para la construcción con tierra de grado estándar	16	3.7 Acabado superficial.....	28
2.4 Pruebas de materiales para la construcción de muros de tierra de calidad especial	19	4 REQUISITOS ADICIONALES A LA SECCIÓN 2 PARA LADRILLOS DE ADOBE	28
2.5 Preparación inicial	20	4.1 Generalidades.....	28
2.6 Detalles de refuerzo	21	4.2 Condiciones de fabricación de ladrillos.....	28
2.7 Control de calidad.....	23	4.3 Unidades con núcleo	29
2.8 Arriostramiento durante la construcción	23	4.4 Paja.....	29
2.9 Construcción en clima frío.....	24	4.5 Unidades solidas	29
2.10 Construcción en clima caluroso	24	4.6 Tamaños preferidos	29
2.11 Protección durante la construcción	24	4.7 Vinculación	30
2.12 Juntas de control	24	4.8 Juntas de mortero	30
		4.9 Juntas de control	30
		5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA LA SECCION 2 PARA LADRILLOS PRENSADOS	31
		5.1 Generalidades.....	31
		5.2 Condiciones de fabricación de ladrillos.....	31
		5.3 Unidades con núcleo	31
		5.4 Unidades solidas	32
		5.5 Espacios de lechada.....	32

5.6 Colocación	32
5.7 Juntas de mortero	35
6 REQUISITOS ADICIONALES A LA SECCION 5 PARA LADRILLOS CINVA	35
6.1 Generalidades	35
6.2 Agujeros	35
6.3 Dimensiones	35
7 REQUISITOS ADICIONALS A LA SECCION 2 PARA TIERRA VERTIDA .	37
7.1 Generalidades	37
7.2 Material y mezclas	37
7.3 Método e construcción	38
7.4 Curado y secado	38
7.5 Tamaños preferidos.....	38
7.6 Contracción.....	39
7.7 Juntas de control.....	39
7.8 Pruebas	39
8 REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	39

1 GENERAL

1.1 Alcance y objetivos

Esta norma establece los requisitos para los materiales y los requisitos de mano de obra para el uso de tierra sin cocer en forma de adobe, ladrillos de tierra prensada, tierra apisonada o tierra vertida.

Las mezclas de suelo/cemento que contienen más del 15 % en peso de cemento están fuera del alcance de esta Norma.

Se proporcionan dos grados de construcción de paredes de tierra para en esta Norma.

(a) Grado estándar que proporciona propiedades mínimas para el material para:

(i) La construcción de edificios de tierra de uno y dos pisos

(ii) Uso en edificios que están sujetos a un diseño de ingeniería específico utilizando resistencias de diseño definidas

(b) La construcción de paredes de tierra de grado especial es un material que cumple con las propiedades mínimas que se definen en el diseño y es aplicable a edificios sujetos a un diseño de ingeniería específico. La construcción de muros de tierra de grado especial deberá cumplir o superar todos los requisitos para la construcción

de muros de tierra de grado estándar

La construcción de paredes de tierra de grado especial deberá cumplir o exceder todos los requisitos para la tierra de grado estándar.

El objetivo de esta norma es proporcionar un medio para el cumplimiento de los requisitos de materiales y mano de obra de las estructuras diseñadas. Este reglamento se basa en los principios y conceptos del reglamento de materiales y mano de obra para edificios con tierra de Nueva Zelanda de 1998 (NZS-4298 Materials and Workmanship For Earth Buildings, 1998). Se mantienen la mayor parte de la redacción como explicaciones, procedimientos y definiciones y se realizan ajustes para simbología, definiciones y prácticas de la región.

1.2 Interpretación

A los efectos de esta Norma, la palabra "deberá" se refiere a las prácticas que son obligatorias para el cumplimiento de la Norma, mientras que la palabra "debería" indica una práctica recomendada.

Las dimensiones, cuando se utilizan para describir unidades de mampostería o tipos de construcción, se refieren a las dimensiones nominales. Las dimensiones reales se utilizarán para fines de cálculo.

1.3 Definiciones

ADOBE. Un ladrillo secado al aire hecho de una mezcla de tierra encharcada colada en un molde y que

contiene una mezcla de arcilla, arena y limo. A veces contiene paja o un estabilizador. También conocido como adobe.

ASFALTO, o EMULSIÓN ASFÁLTICA. Ver emulsión de betún

LOTE. Una cantidad finita de material, ladrillos u otros artículos, muestreados o producidos en un momento determinado.

EMULSIÓN DE BETÚN. Glóbulos de betún de tamaño microscópico que están rodeados y suspendidos en un medio acuoso. Cuando se utiliza como estabilizador, suele ser del tipo catiónico de ruptura lenta. También conocido como asfalto.

ADHESIÓN, SUPERPOSICIÓN. La unión cuando las unidades de cada hilera de ladrillos de tierra se superponen a las unidades de la hilera anterior entre un 25 % y un 75 % de la longitud de las unidades.

LADRILLO. Una unidad discreta de mampostería de tierra.

CELÚLA. Un agujero a través o a lo largo de una unidad de ladrillos de tierra en el plano de una pared.

PERSECUCIÓN. Una ranura profunda y ancha cortada en una pared construida para acomodar los servicios.

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA. Una estimación del valor inferior del 5 % determinado con un 75 % de confianza a partir de pruebas en una muestra representativa de especímenes de tamaño completo.

LADRILLO CINVA. Ladrillo de tierra prensada que cumpla los requisitos dimensionales y de resistencia del apartado

ARCILLA. Un material terroso natural de grano fino compuesto principalmente de silicatos de aluminio hidratados con diámetros de grano inferiores a 0,002 mm.

COB. Un método de construcción con tierra que consiste en colocar una mezcla de tierra apisonada directamente en las paredes sin el uso de encofrado o mortero.

JUNTA FRÍA. En la construcción con tierra apisonada, la junta que se produce cuando la construcción se ha interrumpido el tiempo suficiente para que se produzca cierto grado de secado o curado antes de colocar el material fresco.

COLUMNA. Elemento de soporte de carga vertical, aislado y reforzado, sujeto principalmente a compresión, que tiene una sección transversal con una relación de largo a ancho entre 3 y 0,33.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. Propiedad física de un material que indica su capacidad para soportar fuerzas de compresión, normalmente expresada en kPa o MPa.

JUNTA DE CONSTRUCCIÓN (en muros de tierra). Junta realizada dentro de un panel de muro de tierra apisonada durante la producción del muro como resultado del procedimiento de construcción por etapas.

JUNTA DE CONTROL. Una junta necesaria para permitir que una pared de tierra se expanda y se contraiga o se mueva de otro modo.

CURADO. La acción del agua que actúa con el tiempo en una masa de suelo estabilizada causando que la masa sea cementada por el estabilizador.

CURSO A PRUEBA DE HUMEDAD. Un material resistente al agua colocado entre los materiales como protección contra el movimiento de la humedad. Una capa a prueba de humedad pintada sobre una lámina se denomina membrana a prueba de humedad.

DIAFRAGMA. Un elemento, como un piso o techo, capaz de transferir cargas en su propio plano a los elementos delimitadores.

DURABLE. Resistente al desgaste y la descomposición. La durabilidad tiene un significado correspondiente.

TIERRA (para la construcción de tierra). Subsuelo natural compuesto por porcentajes variables de arcilla, limo, arena y grava, sin cocer y libre de materia orgánica significativa.

EROSIÓN. Los procesos físicos y químicos por los cuales se desgasta el material de construcción de la tierra. Incluye los procesos de meteorización y desgaste mecánico.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LA TRACCIÓN. (También conocido como módulo de ruptura o resistencia a la flexión). Resistencia a la flexión del

material medida de acuerdo con el Apéndice J.

FLUE. Un espacio horizontal o vertical continuo cerrado en un elemento de ladrillo de tierra formado por las celdas de las unidades que componen ese miembro.

AGUILÓN. La parte triangular de una pared exterior entre los planos del techo y las líneas del alero.

LECHADA. Mezcla líquida de cemento, arena y agua, con o sin áridos pequeños, que se utiliza para rellenar cavidades después de colocar ladrillos y refuerzos.

ADOBE IN SITU. Método de construcción con tierra en el que se vierten ladrillos similares al adobe directamente en una pared.

MÓDULO DE RUPTURA. Ver RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LA FLEXIÓN.

CONTENIDO DE HUMEDAD. La cantidad de agua contenida en el material del suelo expresada como el peso del agua dividido por el peso del material del suelo seco en términos porcentuales.

MORTERO. El material de lecho en el que se asientan las unidades de ladrillos de tierra.

LADRILLO DE BARRO. Véase ADOBE.

PERPEND. La junta perpendicular entre dos ladrillos.

MUELLE. (También conocida como pilastra). Un miembro similar a una columna excepto que está adherido a

una pared. El espesor de un pilar incluye el espesor del muro asociado.

PLASTICIDAD. La capacidad de un suelo húmedo para deformarse y mantener su forma.

TIERRA VERTIDA. Una técnica de construcción de tierra en la que la tierra y el agua, con o sin estabilizador, se vierte en moldes colocados en el muro que se está construyendo. Los moldes se quitan cuando la tierra es lo suficientemente fuerte para mantener su forma.

LADRILLO DE TIERRA PRENSADA (o LADRILLO PRENSADO). Un ladrillo de tierra que se fabrica en una prensa mecánica ya sea operado a máquina o manualmente.

TIERRA APRIETADA. Suelo húmedo o mojado, con o sin estabilizador, que se apisona entre encofrados móviles temporales. También conocido como pise´.

PANEL DE PARED DE TIERRA Apisonada. Una sección de muro de tierra apisonada que tiene la altura total de la sección terminada, pero de una longitud que se construye en una sola etapa.

REFUERZO. Cualquier forma de varilla, barra o malla de refuerzo de acero que cumpla con los requisitos pertinentes de NZS 3109, o plástico u otro material citado en esta Norma y capaz de impartir resistencia a la tracción al material de construcción de tierra.

ARENA. Fragmentos individuales de rocas o minerales que varían en diámetro de 0,06 a 2,0 mm.

CONTRACCIÓN. La disminución en el volumen del material de tierra o mortero causada por el curado o la evaporación del agua. Expresado como porcentaje de la dimensión lineal.

SILT. Partículas minerales individuales en un suelo que varían en tamaño desde el límite superior de arcilla (0,002 mm) hasta el límite inferior de arena fina (0,06 mm).

PIEL. Una hilera vertical continua de ladrillos de una unidad de espesor.

SUELO. Ver tierra.

ESPACIO. La distancia a la que se separan los miembros medida de centro a centro.

ESTABILIZACIÓN. La mejora del rendimiento de las propiedades de los materiales de construcción de tierra mediante la adición de materiales que unen las partículas de tierra. La estabilización puede aumentar la resistencia de la tierra a la humedad, reducir los cambios de volumen o mejorar la resistencia o la durabilidad.

ESTABILIZADOR. Material que se utiliza para la estabilización.

ADOBE ESTABILIZADO. Ladrillos de adobe a los que se les ha agregado un estabilizador, típicamente cemento o emulsión bituminosa.

LADRILLO PRENSADO ESTABILIZADO. Ladrillo prensado al

que se le ha añadido un estabilizador, generalmente cemento.

TIERRA APISONADA ESTABILIZADA. Tierra apisonada a la que se le ha añadido un estabilizador, normalmente cemento.

ESPESOR DE PARED. Espesor mínimo de la pared que queda después de cualquier cincelado, rastrillado o estampación de juntas de mortero

1.4 Revisiones de la construcción

Todas las etapas de construcción de una estructura o parte de una estructura a la que se aplica esta Norma deben ser revisadas adecuadamente por una persona que, sobre la base de la experiencia o las calificaciones, sea competente para llevar a cabo la revisión para asegurar el cumplimiento de esta Norma.

El alcance de La revisión que se llevará a cabo se incluirá en los planos y/o especificaciones, teniendo en cuenta los materiales y los factores de mano de obra que puedan influir en la capacidad de la construcción terminada para funcionar de la manera prevista.

1.5 Mano de obra

Toda la mano de obra deberá ser tal que cada componente de un elemento de tierra cumple con esta norma y, además, que el elemento de tierra terminado también cumple con esta norma.

No debe subestimarse la naturaleza especializada de algunos de los requisitos de mano de obra en algunas

formas de construcción con tierra y en muchos aspectos de la construcción general con tierra.

No es la intención de esta norma producir edificios de uniformidad de apariencia. Una amplia gama de colores, texturas y apariencia es una parte integral de los edificios de tierra.

Si bien dos edificios de tierra no pueden ser idénticos, la intención de esta Norma es lograr una homogeneidad y uniformidad razonables en todo un edificio individual.

Si se producen elementos discretos de tierra, se deben inspeccionar según se requiera para verificar que tengan propiedades aceptables y luego, si se aprueba, se colocarán en una pared. una operación y, a menudo, ninguna parte del muro de tierra apisonada es visible hasta que se retira el encofrado.

El procedimiento mencionado en el párrafo anterior no es posible con la técnica de construcción con tapial como paneles grandes puede construirse en una sola operación y, a menudo, ninguna parte de la pared de tierra apisonada es visible hasta que se quita el encofrado.

1.6 Aplicación

La tierra apisonada deberá cumplir con las secciones 2 y 3 de esta Norma.

El adobe deberá cumplir con las secciones 2 y 4 de esta Norma.

El ladrillo de tierra prensada deberá cumplir con las secciones 2 y 5 de esta Norma.

Los ladrillos compactados deberán cumplir con las secciones 2, 5 y 6 de esta norma.

La tierra vertida debe cumplir con las secciones 2 y 7 de esta norma.

Cuando se requiera el relleno con lechada de las cavidades para las barras de refuerzo, los ladrillos deberán ser de tal tipo y disposición que conduzcan al llenado completo de todas las cavidades de la lechada.

2 MATERIALES Y MANO DE OBRA

2.1 General

Esta sección reconoce que la calidad de los materiales y la mano de obra empleados en la producción de muros de tierra sin cocer tiene una relación directa con el hecho de que esos muros cumplan con los requisitos estructurales y los requisitos de durabilidad de las normas de construcción de tierra. La intención de esta sección es definir los materiales y prácticas para producir muros que, cuando se diseñan de acuerdo con la norma, cumplen con los requisitos de desempeño. Los edificios de tierra pueden cumplir plenamente con esta norma y exhibir una amplia gama de textura superficial y color.

Las disposiciones de esta sección no constituyen una especificación completa a efectos contractuales. Los requisitos más allá de los criterios de rendimiento de esta Norma (como textura superficial, color, variaciones, etc.) deben formar parte de una especificación. La naturaleza general de muchas disposiciones de estos

materiales se debe a factores que incluyen:

- A) La amplia gama de tipos de suelo con o sin aditivos que se pueden utilizar con éxito con un diseño adecuado y consideración de las lluvias.
- B) Es posible probar muestras de suelo y unidades de muros en laboratorio, pero no siempre se puede asumir que los resultados son necesariamente indicativos del desempeño a largo plazo de un edificio de tierra.
- C) En el momento de redactar esta norma, no existen programas de capacitación a nivel nacional que se relacionan específicamente con la construcción de tierra, ni hay especificaciones de proyecto estándar acordadas por la industria. Hay, por otro lado, muy diferentes percepciones dentro de la comunidad de lo que constituye una práctica aceptable o deseable.

Suelo. Los suelos que se pueden utilizar para fabricar materiales de construcción de tierra que satisfagan los requisitos de ensayo de 2.3 y 2.4 y que satisfagan los requisitos siguientes.

(El suelo que cae dentro del alcance de esta norma contiene arcilla y limo junto con agregados que es de una amplia gama de tamaños de partículas. Las proporciones de arcilla, limo y agregado variarán dependiendo sobre la naturaleza de los minerales

involucrados y el medio de construcción de tierra que se utiliza)

Los suelos que no se deben usar incluyen los siguientes:

(a) Los que contienen materia orgánica de un tipo propenso a pudrirse o romperse dentro de la pared;

(b) Los que contienen sales solubles en agua en un grado tal que perjudique la resistencia o durabilidad de un muro;

(c) Aquellos que contienen agregados lo suficientemente grandes como para afectar la resistencia o el desempeño estructural homogéneo del muro. Dichos suelos pueden ser adecuados si se tamizan;

(d) Algunos suelos se secan para formar un material de construcción de tierra con una superficie que contiene grietas finas. Las grietas son generalmente cortas con una orientación aleatoria. La capa superficial continuará desprendiéndose, particularmente si hay cambios en el contenido de humedad.

(e) Suelos que no pasan la prueba de evaluación húmedo/seco

Otros materiales y productos patentados que reemplazan totalmente las propiedades de unión de la arcilla y el limo o las propiedades de resistencia/relleno de los agregados con otras sustancias

quedan fuera del alcance de esta norma.

El refuerzo debe protegerse contra la corrosión y otros deterioros. El refuerzo debe colocarse de acuerdo con diseño. El papel del refuerzo es proporcionar resistencia a la tracción a un material que de otro modo sería de baja resistencia a la tracción, pero con una resistencia a la compresión significativa.

El agregado o relleno se compone de pequeños guijarros, arena gruesa y fina y partículas de limo más grandes. Estos son el componente "estable" de la pared de tierra y normalmente contribuyen a la mayor parte de la masa. Se caracterizan por una cohesión insuficiente para producir una fuerza de unión mínima para una pared.

Agua para uso en materiales de construcción de tierra debe ser de calidad potable.

Aditivos y estabilizadores permitidos para suelos naturales para formular materiales de construcción de tierra son paja, arena, cemento Portland, emulsión bituminosa y cal hidratada. Los dos propósitos principales de estas adiciones son controlar la "inestabilidad" de las partículas de arcilla y para mejorar la resistencia al agua de la pared acabada. Otras características como dureza y la resistencia a la compresión también se ven afectadas. Los tiempos y condiciones de curado también varían según el aditivo utilizado.

Una de las funciones de las arcillas y los limos en el suelo es unir los agregados. La fuerza de este vínculo variará con los cambios en el contenido de humedad y la expansividad de la arcilla misma. En algunas aplicaciones, las características naturales de resistencia y/o durabilidad de los muros de tierra pueden mejorarse por el uso de aditivos tales como cal, arena, arcilla, cemento o paja o por la mezcla de varios tipos de suelo.

Contenido de humedad Durante la construcción de un muro de tierra o la fabricación de ladrillos, debe haber suficiente agua presente para permitir que los finos aglutinen el agregado e hidraten el cemento utilizado. Otros materiales no formarán material de pared de tierra que cumpla con los requisitos de prueba de 2.3 y 2.4 si el contenido de humedad no está dentro de un rango apropiado.

Almacenamiento y manejo de materiales Todos los materiales, incluidas las mezclas se almacenarán de manera que se evite la contaminación o reacciones químicas prematuras. El refuerzo de acero debe estar protegido contra el deterioro debido a la corrosión. Los suelos que se filtrarán o mezclarán se almacenarán mejor en su estado seco

Juntas. deben cumplir con 2.12

Curado y secado Los ladrillos de adobe y tierra prensada deben curarse y secarse antes de la colocación. La humectación menor de la superficie después del curado y secado no necesita demorar la colocación y se

observa que esto es requerido por 4.8 y 5.6. Salvo lo requerido por 2.1, el curado debe llevarse a cabo mediante secado al aire durante un mínimo de 28 días en un ambiente exterior protegido de fuertes vientos y lluvia. Se protegerán de la luz solar directa durante los 4 primeros días de curado. No se incluirá en los 28 días el tiempo durante el cual la temperatura sea inferior a 5°C.

El secado completo irá acompañado de una contracción total del material terrestre. se debe notar que ni el secado ni la contracción totales habrán tenido lugar necesariamente antes de la construcción. La contracción continua puede tener lugar durante un período prolongado de hasta seis meses.

Los ladrillos deben colocarse cuando estén lo suficientemente secos como para pasar una prueba de penetración con cuchillo. (Se empuja una navaja en el ladrillo, si puede penetrar más de 5 mm, entonces el ladrillo no está seco).

El curado de la pared, o de los ladrillos, es mejor hacerlo lentamente, evitando así la formación de grandes grietas. El adobe y la tierra vertida son particularmente susceptibles a esto, ya que se consumen grandes cantidades de agua, así como en ladrillos prensados o tierra apisonada.

Los materiales que incorporen cemento Portland deberán tener un mínimo de una semana de curado en húmedo antes de que comience el secado al aire en un ambiente exterior

que esté protegido de la luz solar directa, vientos fuertes y lluvia.

Los materiales que incorporen cal hidratada deberán curarse en húmedo durante un mínimo de 3 semanas antes de comenzar el secado al aire en un ambiente exterior protegido de la luz solar directa, vientos fuertes y lluvia.

La retracción debida al curado se tendrá en cuenta en los detalles y el programa de construcción. (El curado es el proceso de cambios químicos que involucran agua junto con cemento, cal y arcilla, seguido por la evaporación del agua del ladrillo o pared terminada. El curado es normalmente acompañado por la contracción y el consiguiente aumento de la densidad seca y un aumento en la fuerza de unión entre partículas. Las paredes de tierra se curan durante largos períodos de tiempo. Sobre estas superficies sujetas a ciclos repetidos de sol y lluvia generan una superficie endurecida y más resistente al agua y se puede observar que se desarrolla una "piel" en algunos materiales terrestres.

Servicios, accesorios, persecuciones, mangas, conductos, tuberías. Como regla general, es mejor instalar todos los cables, tuberías y varillas en la pared durante la construcción. Pero como esto a menudo no es posible, es común perforarlas para dejar entrar las tuberías y el cableado. Empotrando las tuberías de agua dentro de una pared de tierra no se recomienda debido a la posibilidad de fugas y la dificultad de mantenimiento.

Es necesario un canal de 30 mm de profundidad para acomodarlos. Algunos servicios de las conexiones, como el carrete de cables en una caja de medidor y las tuberías de agua caliente revestidas, son demasiado grandes y requieren de un diámetro muy grande para ser conducidos. Perforar o tallar una pared también deja una cicatriz que es difícil de erradicar en la pared terminada, a menos que esté siendo revocada. Las perforaciones verticales son menos obvias si se hace en las esquinas.

Los detalles deberán tener en cuenta las deformaciones por contracción y el efecto de las inclusiones incrustadas, como conductos, manguitos, canales, tuberías y accesorios. Se debe tener en cuenta la expansión y contracción térmica de las tuberías de servicio.

Todas las tuberías empotradas deberán estar completamente revestidas. En los cambios de dirección de las tuberías empotradas, se colocará material comprimible en línea con cada sección recta de la tubería, lo suficiente para adaptarse a cualquier expansión y contracción térmica a 200 mm.

Los cables de servicio que puedan imponer cargas en las paredes deben estar adecuadamente anclados.

Los conductos de servicio (conductos) verticales u horizontales solo pueden insertarse en el tercio central del espesor de la pared y no deben exceder el 10 % del espesor de la pared.

Agujeros que ingresan al edificio por debajo de la capa a prueba de

humedad debe sellarse para evitar la entrada de humedad, alimañas e insectos

No se permiten perforaciones que perjudiquen el desempeño de un muro estructural.

Mezcla de suelos. Todas las partes de la mezcla de suelo, incluidos los aditivos, se descompondrán completamente hasta obtener una masa homogénea de composición, textura y contenido de humedad consistentes antes de su uso.

Los suelos que contengan cemento Portland como aditivo de fraguado se deben usar dentro de los 45 minutos posteriores al contacto entre el cemento y el agua o la tierra húmeda.

La consistencia de la mezcla es vital para toda construcción de tierra exitosa. De lo contrario, los suelos potencialmente buenos pueden generar paredes pobres por falta de una mezcla completa. Las mezclas de suelo se pueden dejar en remojo si es necesario. Los suelos para el adobe deben remojarse durante 12 horas o mezclarse mecánicamente antes del moldeo, a menos que haya cemento estabilizado

2.2 Mortero

El mortero es de gran importancia en el rendimiento general de las paredes de tierra donde se utiliza.

Medición de materiales. La medición de los componentes se llevará a cabo con una precisión adecuada para lograr una coherencia adecuada y obtener las propiedades del mortero.

Todas las mediciones pueden realizarse por volumen. Todas las mediciones de proporción de mezcla en esta norma son especificadas por volumen. Las mediciones por volumen, deben ser en cubos o cajas de volumen conocido.

Composición y mezcla. El mortero será:

a) Morteros a base de suelo.

Los morteros a base de suelo pueden no estabilizarse o estabilizarse con cemento o cal hidratada

El uso de otros estabilizadores está fuera del alcance de esta Norma.

b) Morteros de arena/cemento.

Los morteros de arena/cemento incluirán mezclas de arena/cal/cemento

Si la composición del mortero es similar a la del ladrillo, la unión del mortero puede mejorarse y se evita la intemperie de temperatura muy variante.

Si se desea el desbaste de las paredes, es más fácil si las juntas del mortero siguen siendo blandas.

El mortero no contendrá partículas superiores a la mitad del espesor mínimo de la junta.

El mortero a base de cemento no se reconstituirá una vez que haya tomado su forma inicial.

Morteros a base de cemento/arena. La relación arena/cemento estará dentro del rango de 6:1 a 12:1 (arena:

cemento Portland). La cal hidratada puede también ser añadida en las mismas proporciones que el cemento. La cal se remoja previamente durante 2 horas mínimo. El mortero se mezclará de manera que se obtenga una mezcla homogénea y libre de grumos.

La arena de albañilería normal es generalmente adecuada. La arena debe ser "pegajosa" (es decir, contener suficientes partículas de arcilla para garantizar que el mortero sea viable). Las arenas magras son aceptables, solo es más difícil trabajar con él y puede requerir la adición de una pequeña cantidad de plastificante.

La mezcla mecánica de ingredientes de mortero es el método preferido

Si el mortero se mezcla a mano, la mezcla debe ser completa. En la mayoría de los casos se requiere un mezclador mecánico para integrar el estabilizador uniformemente en toda la mezcla.

Se necesita una medición precisa de los materiales para obtener mezclas consistentes donde se use el cemento y/o cal.

Morteros a base de suelo. El mortero mezclado del mismo suelo que los ladrillos no necesita ser probado, excepto para la prueba de contracción según sea necesario. El mortero hecho de una mezcla de suelo diferente a aquella de la que están hechos los ladrillos se probará según sea necesario.

Los morteros con alto contenido de arcilla pueden necesitar el uso con

arena y / o paja si hay un agrietamiento excesivo del mortero cuando está seco. La paja solo se usa si hay paja en los ladrillos originales.

Los morteros con alto contenido de arena necesitarán la adición de arcilla adecuada si el mortero exhibe un "desmenuzable" carácter cuando está seco. Alternativamente, tales suelos deben usarse en morteros a base de cemento.

Las proporciones de arena/arcilla que dan una mezcla viable que cumple con los resultados de prueba requeridos deben calcularse mediante ensayo.

Si el mortero de tierra sin estabilizador de cemento se mezcla a mano, se recomienda que el mortero sea mezclado a la consistencia requerida al menos 24 horas antes de ser utilizado para garantizar un remojo adecuado y completo del suelo. una mezcla ligera adicional puede ser usada inmediatamente antes del uso de la otra. Es posible que se deba agregar más agua si se ha secado.

La mezcla mecánica de materiales de mortero es el método preferido. Donde un agente "estabilizador" se agrega, entonces la mezcla mecánica es particularmente apropiada porque garantiza una integración uniforme del estabilizador en todo el suelo.

Donde se utilizan ladrillos estabilizados, muchos practicantes recomiendan que el mortero del suelo sea de la misma composición del suelo que de los ladrillos y tiene el mismo grado de estabilización que los ladrillos en cuanto a posiblemente coherente con otros criterios de

rendimiento. Sin embargo, el suelo que es adecuado para hacer los ladrillos de tierra prensada pueden no ser mortero adecuado cuando están lo suficientemente húmedos para la trabajabilidad del mortero.

Propiedades. Esta cláusula se aplica tanto a los morteros a base de suelo como a los morteros a base de cemento. Los morteros deberán cumplir los requisitos de ensayo adecuados. Los morteros deberán tener el contenido mínimo de humedad requerido para la trabajabilidad.

El mortero se mezclará de una consistencia lo suficientemente flexible como para facilitar el pegado completo del ladrillo de tierra. La plasticidad del mortero debe ser lo suficientemente rígida como para soportar el ladrillo de tierra cuando se coloca sin desplome que ocurre bajo el peso del ladrillo solo, pero lo suficientemente flexible como para permitir que los ladrillos de tierra se presionen en su posición final.

Los morteros no deben estar excesivamente húmedos. Deben estar lo suficientemente húmedos como para facilitar la instalación de los ladrillos de tierra y proporcionar una capa completa sin exhibir una caída excesiva.

En aplicaciones externas donde no se debe aplicar ninguna capa u otra superficie protectora y la pared está sujeta a la lluvia impulsada por el viento, entonces cualquier agrietamiento del mortero se agrieta en la interfaz ladrillo-mortero, o

agujeros en el la superficie del mortero se reparará utilizando los mismos materiales del mortero.

El mortero debe formar una unión adecuada con los ladrillos de tierra cuando esté completamente seco. Si el mortero se va a lavar durante el proceso de colocación antes de que se haya endurecido por completo, entonces parece ser más fácil llevar a cabo esta tarea con morteros (tanto a base de cemento como a base de suelo) que tienen un contenido de arcilla más alto en lugar de uno más bajo.

El "agrietamiento" menor de la superficie del mortero terminado cuando está completamente seca generalmente no es motivo de preocupación. La eliminación de grietas garantiza que no haya concentración de agua dentro de las extremidades de la pared.

Los requisitos generales de los morteros son:

- a) Sean de resistencia suficiente para soportar el muro;
- b) No presenten permeabilidad en un grado que permita la entrada de agua;
- c) El espesor del lecho no sea inferior a 10 mm para los morteros de arena/cemento ni de 15 mm para los morteros a base de suelo.

Otras propiedades deseables del mortero son las siguientes:

- a) No presente un agrietamiento excesivo;

b) Se adhiere adecuadamente a los ladrillos de tierra;

c) Debe contener suficientes multas para una buena unión, pero también suficiente arena para facilitar la propagación.

Hechura. Esta cláusula se aplica tanto a los morteros a base de suelo como a los morteros a base de cemento. Las capas de mortero deberán ser de ancho completo y enrasados. Las repisas no se dejarán en juntas de mortero horizontales. En todos los casos, el acabado superficial de las juntas del mortero será liso y todos los orificios se llenarán, a menos que la pared sea para ser enlucido después de que se complete la albañilería, cuando el acabado en la pared sea tal que haya suficiente incrustación para la unión del yeso.

Donde los ladrillos están expuestos, es mejor si las paredes están terminadas al ras o "embolsadas". Esto se logra mejor frotando la pared al final de la colocación del día, mientras que el mortero es aún suave y fácilmente moldeable.

En general, la misma mano de obra de buena calidad que se aplica a otras albañilerías en la medida en que el la mezcla, instalación y acabado final de morteros también debe aplicarse a los morteros utilizados para adobe y colocación de ladrillo prensado.

Las capas de mortero deben estar llenos para garantizar un soporte adecuado de los ladrillos de tierra y lograr la máxima vinculación.

El acabado del mortero debe ser liso y completamente unido a la superficie de ladrillo de tierra. Allí no debe haber agujeros o grietas en superficies externas desprotegidas. Las repisas no deben dejarse por la cara externa para evitar que atrapen y retengan el agua que corre por la cara y luego empapándose en la pared.

Cuando deban tallarse las juntas de mortero en muros, los efectos estructurales del tallado se tendrán en cuenta mediante un diseño específico de conformidad y los detalles pertinentes se incluirán en los planos y características técnicas

Cuando se utilicen ladrillos de tierra con capacidad de carga, la clasificación de las juntas de mortero debe ser ligera para garantizar que la integridad estructural del muro no se vea afectada.

Cuando se utilicen ladrillos de tierra en aplicaciones que no soporten carga, la profundidad de tallado de las superficies de las paredes no es tan crítica como en las aplicaciones de soporte de carga, pero bajo ninguna circunstancia debe ser tan excesivo como para reducir la integridad estructural del muro por debajo del mínimo requerido para la aplicación en particular.

Tanto en aplicaciones de carga como de no carga, el tallado de juntas de mortero en superficies de paredes externas sujetas a lluvia impulsada por el viento es aceptable siempre que todas las superficies de la pared terminada no concentren ni retengan la humedad.

Los ladrillos se deben humedecer antes de colocarlos. Humedecer los ladrillos reduce la velocidad de secado del mortero. La humedad excesiva reducirá la unión y aumentará la contracción.

2.3 Prueba de materiales para la construcción con tierra de grado estándar

Los procedimientos de prueba y los resultados requeridos por esta Norma se detallan en la tabla 2.1.

Se espera que se usen tanto en la construcción con tierra de grado especial como la de grado estándar sean ampliamente utilizadas.

Es necesario demostrar que los materiales de tierra utilizados (con o sin aditivos) producen resultados que cumplen al menos los estándares mínimos de resistencia y durabilidad establecidos en esta Norma.

Es deseable que las pruebas, siempre que sea posible, se realicen en la obra y se realicen bajo la dirección de la persona responsable de la construcción del muro.

Pruebas antes de comenzar la construcción Los ensayos indicados en la tabla 2.1 se realizarán antes de iniciar las obras en un edificio los resultados de la prueba

que cumplan o superen los requisitos del ensayo correspondiente. Se mantendrán registros para que permitan la identificación de los materiales de construcción de tierra utilizados y sus proporciones en cada ensayo. Los materiales ensayados deben ser representativos de los

materiales que se incorporarán en el edificio. El material de construcción de tierra que se incorporará en un edificio deberá cumplir con las pruebas requisitos de esta cláusula.

Las investigaciones de los materiales que probablemente se usarán en un proyecto deben ser lo suficientemente detalladas para ubicar cualquier material de construcción de tierra que probablemente se use en un proyecto y que tenga variaciones significativas en las propiedades que puedan afectar significativamente los resultados de las pruebas.

La resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) es muy variable y la mayoría de los resultados se encuentran entre 10 % y 20 % de resistencia a la compresión. La relación también varía dependiendo de si los ladrillos son de adobe, prensados, estabilizados/no estabilizados, etc. La mayoría de los resultados se encuentran por debajo del 30%, por lo que se ha adoptado como referencia un multiplicador de resistencia a la compresión de 3,5 veces la resistencia a la tracción por flexión, con base en el adobe no estabilizado. Las pruebas de compresión de laboratorio darán resultados más consistentes.

Antes de ser analizadas, las muestras deben secarse al aire durante 28 días en un ambiente exterior que esté protegido de fuertes vientos y lluvia y, durante los primeros 4 días, protegidos de la luz solar directa. Las muestras no se secarán al horno.

Cuando los materiales o componentes de tierra se produzcan en un lugar fijo alejado del sitio de construcción que pueda suministrar materiales o componentes para más de un edificio, entonces la frecuencia de las pruebas requeridas por la tabla 2.1 debe ser en el intervalo más corto entre ocurrencias de cualquiera de los siguientes casos:

(a) Cuando las propiedades del suelo cambien;

(b) Cuando cambia la fuente del suelo;

(c) Para adobe, cada 5 000 unidades;

(d) Para ladrillos de tierra prensada, cada 2 500 unidades;

(e) Para tapial o tierra vertida, cada 200 m³

(f) anualmente

TABLA 2.1								
PROPIEDADES	LADRILLOS PRENSADOS	ADOBE	TIERRA APISONADA	TIERRA VERTIDA	MORTER O DE TIERRA (NOTA 8)	FREQUENCY		RESULTADOS REQUERIDOS (NOTA 5)
						ANTES DEL INICIO DE CADA TRABAJO	DURANTE CONTRUCCION (NOTA 6)	
COMPRESION O RESISTENCIA A LA FLEXION O TRACCION (NOTA 1)		X	X	X	X	1 MUESTRA DE 5 O MAS INDIVIDUOS	1 MUESTRA DE 5 LADRILLOS POR CADA 5000 LADRILLOS (NOTA 2,3 Y 7)	Fe>1.3 Mpa (COMPRESION) fet>0.25 Mpa (PARA FLEXION Y TRACCION) (NOTA 4)
	X					1 MUESTRA DE 5 O MAS INDIVIDUOS	1 MUESTRA DE 5 LADRILLOS POR CADA 2500 LADRILLOS (NOTA 2 Y 3)	Fe>1.3 mMPa (COMPRESION) fet>0.25 Mpa (FLEXION), Fe>3.2 Mpa PARA CINVABRICKS (NOTA 4)
EVALUACION HUMEDO/SECO	X	X	X	X	X	3	NO SE REQUIERE (NOTA 2)	PASA
DURABILIDAD	X	X	X	X	X	1 ROCIO O 2 GOTEOS	NO SE REQUIERE (NOTA 2)	COMO LO REQUIERA ESTA NORMA
CONTRACCION			X	X	X	1 SI SE PRUEBAN MULTIPLES MEZCLAS, 2 SI SE PRUEBA UNA SOLA MEZCLA	NO SE REQUIERE (NOTA 2)	<=0.05% PARA TIERRA APISONADA, <=1% PARA MORTEROS CON CEMENTO, <=3% PARA MORTEROS SIN CEMENTO CON PURA TIERRA
PRUEBA DE GOTAS DE HUMEDAD EN EL SITIO			X			1 POR CADA PRUEBA O LOTE	1 POR LOTE	
PRUEBA DE CAIDA DE LADRILLO ENTERO		X			X NOTA 9	2	1 MUESTRA DE 5 LADRILLOS POR CADA 5000 LADRILLOS	PASA
	X			X		2	1 MUESTRA DE 5 LADRILLOS POR CADA 2500 LADRILLOS (NOTA 2 Y 3)	PASA
PRUEBA DE ESTRATIFICACION	X					1 MUESTRA DE 5 LADRILLOS POR CADA 2500 LADRILLOS	1 MUESTRA DE 3 LADRILLOS POR CADA 2500 LADRILLOS	ESTRATIFICACION PRESENTE EN NO MAS DE 2 LADRILLOS POR MEUESTRA

NOTAS A LA TABLA 2.1

- (1) Se utilizará una de las 4 pruebas nominadas, excepto lo dispuesto en la Nota 3.
- (2) Más pruebas extra donde haya evidencia de cambio de suelo.
- (3) Si la muestra pasa las pruebas de caída de ladrillo entero durante la construcción, la compresión y la tracción por flexión no se requieren pruebas durante la construcción.
- (4) Los resultados requeridos tabulados, f espl (el menor de los 5 resultados individuales en el conjunto) son para muestras con altura/relación de espesor de 1,0. Para muestras con otras proporciones de altura/espesor, el resultado requerido, f espl, debe ser el valor tabulado *0.7/ ka donde ka, el factor de relación de aspecto
- (5) Consulte B3.3 para resultados de pruebas anormales.
- (6) Para las plantas que producen materiales de construcción de tierra a partir de la misma fuente o fuentes para varias estructuras, entonces se aplicarán las frecuencias de ensayo de antes mencionadas.
- (7) Para tapial o vertedero tomar una muestra de 5 individuos cada 50 m³ de muro.

(8) Para el mortero de tierra de la misma composición que los ladrillos, solo se requiere una prueba de contracción; de lo contrario, todas las pruebas deben ser como fue detallado.

(9) Esta prueba se puede usar para probar mortero que ha sido vaciado y curado en muestras del mismo tamaño que los ladrillos enteros que se están colocando

Pruebas de control de calidad durante la construcción.

Los ensayos indicados en la tabla 2.1 se realizarán con las frecuencias indicadas durante la construcción de la edificación en tierra. Cuando los resultados de una prueba no cumplan con los requisitos de la prueba, el material representado por la muestra que falló se retirará del edificio a menos que se realicen más pruebas de acuerdo con las disposiciones necesarias.

Se pueden realizar más pruebas en 5 muestras aleatorias que se tomarán de la estructura y que sean representativas del material que previamente no pasó la prueba. Los resultados de las 5 pruebas se evaluarán y si el valor resultante no cumple con los requisitos mínimos de la prueba, el material representado por las muestras que fallaron se retirará del edificio.

2.4 Pruebas de materiales para la construcción de muros de tierra de calidad especial

Pruebas para antes de comenzar la construcción. Pruebas para materiales de grado especial para uso en edificios que se diseñarán no

deberán ser inferior a la requerida por 2.3.

El diseño de un edificio puede requerir estándares más altos de resistencia o durabilidad que los mínimos establecidos por esta Norma. Cuando este sea el caso, se puede requerir un régimen de prueba más estricto que el descrito en 2.3. Se pueden solicitar otras pruebas a discreción del diseñador, aunque tales pruebas están fuera del alcance de esta Norma.

Las muestras deben secarse hasta un contenido de humedad de entre 3,0 % y 5,0% antes de ser analizadas. El secado de las muestras se realizará a temperaturas inferiores a 70°C.

Las muestras deben ser representativas tanto de las técnicas de fabricación como de las condiciones de curado de la construcción. Este contenido de humedad se supone en una muestra curada secada al aire de 28 días de antigüedad

Control de calidad Los valores de resistencia promedio objetivo para la construcción de tierra de grado especial serán:

(a) Resistencia a la compresión 1,9 fe

(b) Resistencia a la tracción por flexión 2,1 pies

Cuando la resistencia media de las últimas 5 muestras (promedio móvil) sea inferior al 90 % de la resistencia media objetivo, se tomarán medidas para investigar y corregir las deficiencias, y para devolver la resistencia de los materiales de pared construidos posteriormente a no menos de la fuerza del objetivo. Las resistencias promedio se derivarán de los resultados de las pruebas.

El promedio de 5 muestras significa que el nuevo valor de prueba para la última muestra se agrega a los resultados de las 4 muestras más recientes y se determina el promedio.

El valor promedio de la resistencia objetivo debe ser mucho más alto que el valor de diseño porque las resistencias de diseño se basan en la resistencia característica para el 5 % más bajo de todas las pruebas.

Pruebas de control de calidad durante la construcción. Se deben seguir los procedimientos de 2.3 pero los resultados de las pruebas obtenidas deben cumplir con los valores requeridos para confirmar las resistencias características determinadas por 2.4

Incumplimiento. Se considerará que la totalidad de la construcción del muro representada por la muestra no cumple si la resistencia de prueba de esa muestra es inferior a 0,5 de la resistencia objetivo, o si la muestra es una de 2 muestras consecutivas cuyo promedio es inferior a 0,65 de la resistencia objetivo.

2.5 Preparación inicial

La basura y la materia orgánica, incluida la capa superior del suelo, se retirarán del área que será cubierta por la estructura. Todos los muros de tierra se construirán sobre cimientos terminados. El curso de prueba de humedad requerido, según corresponda, debe estar en su lugar antes de comenzar la construcción de un muro.

Es importante que una pared de tierra esté protegida contra el aumento de agua subterránea. Es posible que se deba prestar atención al drenaje del sitio.

Base de hormigón Los cimientos y pisos de hormigón se construirán base a un diseño específico para el lugar y previamente revisado

Barras de inicio. Cuando se deba incorporar refuerzo dentro de las paredes de tierra, las barras iniciales se colocarán en la base de hormigón. El refuerzo debe fijarse con las siguientes tolerancias, excepto que la cubierta no puede reducirse por debajo de lo requerido por 2.6:

(a) A través del espesor de una pared ± 20 mm

(b) A lo largo de una pared, para barras verticales, o a lo largo de la altura de una pared para barras horizontales ± 50 mm

(c) En una columna o pilar ± 20 mm

2.6 Detalles de refuerzo

En edificios sujetos a un diseño específico, el refuerzo debe cumplir con los requisitos de NZS 4297. Las barras de refuerzo deben cumplir con NZS 3402. El alambre de acero dulce trefilado debe cumplir con NZS 3421.

Si bien esta Norma cubre el uso de refuerzo de acero y geomalla biaxial de polipropileno, no es la intención de esta Norma restringir el uso de otros materiales de refuerzo como alambre de púas, bambú, fibra de vidrio, etc., ya sea dentro de la pared o como parte de un revestimiento de superficie siempre que tengan una resistencia, rigidez, adherencia y durabilidad satisfactorias. El uso de tales materiales está fuera del alcance de esta Norma.

Todo el refuerzo de acero se detallará, doblará y colocará según se indique, excepto cuando se modifique por esta Norma o por un diseño específico. Se permite el uso de geomalla biaxial de polipropileno para refuerzo horizontal en capas de mortero.

Refuerzo vertical. Las barras verticales deben empalmarse con las barras iniciales. Las barras verticales se mantendrán en su posición correcta a medida que avanza el trabajo. Las barras largas que sobresalgan de la parte superior del muro se sujetarán para mantener las barras en su posición correcta y se sujetarán firmemente contra el viento u otro movimiento. A menos que el diseño específico requiera lo contrario, cada barra vertical debe colocarse en el centro de su celda, o en el medio de la

cavidad en la construcción de cavidad con lechada.

Refuerzo horizontal. El diámetro máximo del acero de refuerzo horizontal será de 12 mm. Se permite el uso de geomalla biaxial de polipropileno con aberturas cuadradas o rectangulares. Cada elemento de refuerzo horizontal se colocará amarrándolo al refuerzo vertical, mediante el uso de unidades diseñadas específicamente mediante espaciadores o eslabones de acero. El refuerzo de juntas de mortero debe estar completamente empotrado en el mortero y debe cumplir con los requisitos de cobertura.

Empalmes. Los empalmes traslapados de refuerzo de acero corrugado se permitirán solo en componentes de concreto o conductos de humos con lechada de concreto y no deberán tener menos de 40 diámetros para acero grado 300 y 54 diámetros para acero grado 430. Los empalmes en armaduras empotradas en tierra serán soldaduras traslapadas de 50 mm o conexiones mecánicas que deberán ser capaces de desarrollar la resistencia a la rotura de la armadura en tracción. No se esperan traslapes en tierra apisonada en barras de más de 6 mm de diámetro, pero se pueden usar donde la unión mecánica satisface los requisitos de unión mecánica. Solo se permitirán traslapes en celdas cementadas cuando la distancia mínima entre la superficie de una barra y el borde de una celda sea de 4 db. Cuando haya más de una barra en una celda vertical cementada, los

traslapes se deben escalonar para garantizar que no se traslape más de una barra en ningún punto, a menos que se utilice un tirante que encierre todas las barras en cada celda.

Conexión de refuerzo de geomalla.

Los empalmes en el refuerzo de la geomalla se formarán superponiendo la geomalla 300 mm en una en una varilla de refuerzo vertical y roscando una varilla de acero galvanizado o HDPE de 6 mm de diámetro por 200 mm de largo a través de la geomalla en ambos lados de la varilla de refuerzo.

En los extremos de los muros de tierra reforzada, la geomalla se anclará a la varilla de refuerzo vertical con una varilla de HDPE o de acero galvanizado de 6 mm de diámetro por 200 mm de largo roscada a través de la geomalla en el borde exterior de la varilla de refuerzo.

Tolerancias. Los muros de tierra deben construirse con las dimensiones especificadas dentro de las tolerancias dadas en la tabla 2.2.

TABLA 2.2	
CONCEPTO	TOLERANCIA
Posición horizontal de cualquier elemento de construcción de tierra especificado o mostrado en planta en su base o en cada nivel de piso	(±)30MM
Desviación dentro de un piso de una línea vertical a través de la base del miembro	(+)25MM POR 3 M DE ALTURA O (+)0.1 VECES EL ESPESOR DE LAS PAREDES, LO QUE SEA MENOR
Desviación de la vertical en la altura total del edificio (desde la base)	(±)25MM
Desplazamiento relativo entre muros de carga en pisos adyacentes destinados a estar en alineación vertical	(±)30MM
Desviación de la línea en planta en cualquier longitud hasta 10 m	CURVATURA UNICA: (±)30MM
Desviación de la superficie vertical contra la cual se instalará la carpintería.	(±)10MM
Desviación del espesor especificado de la junta del lecho	(±)30MM PROMEDIO EN 3 METROS DE LONGITUD
Desviación del espesor de pared de diseño	(-)20MM,(+)40MM

NOTA TABLA 2.2

(1) Para muros con múltiples curvaturas en planta, el desplazamiento permitido de cualquier punto en una longitud de 10 m debe ser tal que todos los puntos en la superficie de una pared se encuentren dentro de 2 líneas en planta separadas por 50 mm, paralelas a la línea central nominal de la pared.

(2) Es posible que se requieran tolerancias más estrictas que estas cuando se deban cumplir los requisitos legales, como en los límites de la propiedad.

Tolerancias de colocación de armaduras. El refuerzo se colocará en las posiciones especificadas dentro de las tolerancias dadas en la cláusula 2.5

Cubierta y protección contra la corrosión

El refuerzo de mortero, tierra y lechada, tratado como un material homogéneo, deberá tener una cobertura de no menos de:

- (a) 50 mm para superficies no expuestas a la intemperie
- (b) 100 mm para superficies expuestas a la intemperie.

Para tierra apisonada, la cobertura mínima de tierra prevista para las barras de refuerzo será de 100 mm para las barras sin lechada o encerradas en conductos de plástico.

En la construcción de ladrillos reforzados con lechada, todas las barras de refuerzo deben mantenerse a una distancia mínima de 25 mm de las caras exteriores de la tierra en todos los puntos, y este espacio debe llenarse sólidamente con lechada.

El refuerzo de acero y el hardware estructural empotrado, excepto las clavijas de las vigas de unión, deben estar galvanizados por inmersión en caliente o pintados con pintura rica en zinc, a menos que tengan una capa de lechada de cemento/arena de no menos de 25 mm de espesor.

Cuando se galvaniza el alambre de acero, se reduce su resistencia.

En ambientes agresivos como zonas costeras, volcánicas o industriales, se deberá prestar especial atención a la disposición de una tierra densa resistente y, en su caso, se podrán aumentar las coberturas especificadas en 2.6 o disponer una protección

superficial especial. para aumentar la esperanza de vida

2.7 Control de calidad

Se deben usar sistemas de procesamiento por lotes, registro y evaluación para garantizar que la tierra, el agua y los aditivos que van a las paredes o unidades de pared sean consistentes, no estén contaminados y puedan producir los resultados de desempeño requeridos por esta Norma.

2.8 Arriostramiento durante la construcción

Cuando no se pueda garantizar la estabilidad estructural durante la construcción, se instalarán arriostramientos externos temporales que prevendrán el movimiento que podría causar grietas o colapso. El diseño de tales arriostramientos está fuera del alcance de esta Norma.

La secuencia de construcción de los muros de tierra de un edificio deberá tener en cuenta lo siguiente:

- (a) Una pared de tierra no alcanza su máxima resistencia hasta que está completamente curada. Se considerará la capacidad de los muros de tierra para soportar fuerzas como el viento o el impacto durante la construcción.
- (b) En el caso de paredes de ladrillo, el trabajo no deberá progresar verticalmente más allá de la capacidad del mortero sin curar para soportar el peso;
- (c) Debería hacerse todo el uso posible del efecto de auto

arriostramiento de la construcción de esquinas y paredes que se cruzan progresivamente;

(d) Las paredes altas del hastial son particularmente vulnerables. Se debe considerar la construcción de muros de gablete altos una vez que el marco del techo esté en su lugar y pueda brindar alguna oportunidad de refuerzo.

Las paredes de tierra son extremadamente pesadas y representan un peligro considerable para la vida humana si no están sujetas en una situación que les permita colapsar sobre las personas.

2.9 Construcción en clima frío

Un tiempo de secado más prolongado puede prolongar el tiempo que le toma a una pared recuperar su fuerza de curado total. En el caso de la mampostería, el mayor tiempo de fraguado del mortero puede disminuir el número de hileras que se pueden colocar en un día. El trabajo se detendrá cuando la temperatura del aire sea inferior a 2°C.

2.10 Construcción en clima caluroso

El agrietamiento excesivo puede ocurrir en ladrillos o paredes que se dejan secar demasiado rápido, especialmente si hace viento. Es posible que se necesite algo de sombra o cobertura en climas cálidos. En el caso de paredes de ladrillos de tierra, limpiar las juntas de forma

progresiva. El mortero a base de cemento o emulsión bituminosa no se debe reconstituir si ha tomado su fraguado inicial prematuramente debido al clima cálido.

2.11 Protección durante la construcción

Cuando el daño estructural a las paredes por la lluvia o el agua estancada sea inminente durante la construcción, se debe proporcionar una cubierta y un drenaje apropiados.

2.12 Juntas de control

Todos los muros de tierra, a excepción de los ladrillos de adobe y el mortero que no contenga cemento, deberán tener juntas de control en espaciamientos que aseguren que el agrietamiento que ocurra no hará que el muro no cumpla con los requisitos de resistencia o servicio. Las juntas de control son opcionales en construcciones de adobe que no contienen cemento. La contracción longitudinal en los materiales de construcción de tierra se controlará proporcionando juntas de control verticales. Los paneles de paredes bajas debajo de ventanas anchas pueden ser propensos a agrietarse por contracción si la relación entre altura y longitud excede 1:2.

Las juntas de control de contracción vertical se deben ubicar en tierra apisonada, adobe con cemento, ladrillo prensado y tierra vertida de la siguiente manera:

(a) En un lado de una abertura de hasta 1200 mm de ancho;

(b) A ambos lados de una abertura de más de 1200 mm de ancho;

(c) En cambios abruptos en la altura de la pared;

(d) En los cambios en el espesor de la pared;

(e) Cuando los ladrillos de tierra estén sostenidos por un dintel, en cada extremo del dintel.

Las juntas de control de contracción vertical también deben ubicarse teniendo en cuenta:

(a) Estabilidad del suelo del sitio;

(b) Zona sísmica;

(c) la integridad estructural general del edificio;

(d) La necesidad de evitar múltiples paneles pequeños adyacentes entre sí.

Las juntas de control no deben ubicarse de manera que interfieran con los requisitos de unión o estabilidad. Las juntas de control deberán ser resistentes a la intemperie cuando estén ubicadas en paredes exteriores.

La luz no debe ser visible a través de una junta de control. Las juntas de control deben ser a prueba de insectos y son atributos deseables de los edificios de calidad.

Las juntas de control deben construirse de modo que transfieran las cargas de la junta perpendiculares a la cara de la pared, pero que

permitan la expansión y contracción de cada panel de pared.

2.13 Acabado superficial

No se permite un acabado superficial expuesto al ambiente exterior y que tiende a atrapar o retener agua de modo que afecte la durabilidad del material.

2.14 Unión de vigas

Las vigas de unión, cuando lo requiera un diseño, se construirán de acuerdo con los materiales apropiados y según como se indique de acuerdo al diseño estructural

2.15 Diafragmas de madera y vigas de unión de madera

Los diafragmas de madera o las vigas de enlace, cuando lo requiera un diseño se construirán de acuerdo con los materiales apropiados y según como se indique de acuerdo al diseño estructural

3 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA LA SECCIÓN 2 PARA TIERRA APISONADA

Se puede utilizar tierra apisonada sin estabilización, pero es más habitual incluir cemento Portland para mejorar las cualidades estructurales y de durabilidad de los muros. Suelos utilizados en muros de tierra apisonada por lo general contienen una menor proporción de arcillas que las utilizadas para el adobe. A diferencia de los ladrillos que se

pueden evaluar, aceptar o rechazar, antes de colocar un muro, las características completas y el efecto del trabajo de tierra apisonada solo se pueden evaluar una vez que se retira el encofrado. Las implicaciones de requerir la demolición de un muro o muros son considerables. Se puede aconsejar a los nuevos constructores que consideren la construcción de paneles de prueba antes de embarcarse en un edificio.

3.1 Contenido de humedad

El contenido de humedad de la mezcla de tierra apisonada justo antes de la compactación debe estar dentro del 3 % del contenido de humedad óptimo para la compactación de máxima densidad seca. Esta banda del 3 %, a ambos lados del contenido óptimo de humedad, puede ampliarse cuando se hayan realizado pruebas de acuerdo con 3.2 que demuestren que se puede utilizar un rango más amplio de contenido de humedad y construirse una pared que proporcione desempeño satisfactorio y cumpliendo en todos los demás aspectos con esta norma. En cualquier caso, el rango no deberá ser más del 4 % en seco del óptimo o del 6 % en húmedo del óptimo.

3.2 Compactación

Cuando los materiales de la tierra se compactan en las paredes, se deben compactar al 98 % de la densidad seca máxima. Se considerará que se ha logrado una compactación aceptable cuando la superficie “suene” cuando un apisonador manual de 6,5 kg suene cuando se deja caer 300 mm

sobre el material de la pared, que está dentro de los límites de contenido de humedad especificados en 3.1. Este es el nivel mínimo de compactación para cada parte de cada muro y es bastante aceptable que algunas áreas se compacten en mayor grado.

Se pueden emplear diferentes métodos de compactación siempre que se logre el nivel requerido de compactación. Se pueden utilizar diferentes métodos de compactación dentro de un mismo panel de tierra apisonada. Las paredes terminadas pueden exhibir las características líneas de apisonamiento horizontales onduladas y niveles variables de compactación. Por ejemplo, en una máquina de paneles se puede emplear el apisonamiento parcial y el apisonamiento manual parcial. Por lo general, se usaría la apisonadora mecánica donde sea posible y la apisonadora manual en áreas de difícil acceso. No hay nada en esta norma que impida que un proyecto completo sea apisonado a mano, siempre que se logre el nivel requerido de compactación. La compactación normalmente se llevaría a cabo en capas con un espesor suelto de 100 a 150 mm. Independientemente de la profundidad de la capa sin compactar y del equipo de compactación utilizado, el requisito fundamental es que la capa compactada alcance el nivel mínimo de compactación especificado y la densidad mínima en toda la capa compactada terminada.

3.3 Tolerancias

Las tolerancias para la colocación y alineamiento de los muros de tapial se

establecen en el 2.6 y en la tabla 2.2. Cabe señalar que las fuerzas involucradas en el apisonamiento de muros son considerables. Se debe tener cuidado tanto al instalar el encofrado como en la resistencia y rigidez del encofrado en sí mismo para garantizar una colocación precisa de la pared y un acabado superficial que sea aceptable. Es bastante aceptable variar la textura de la superficie debido a los distintos grados de apisonamiento.

3.4 Juntas de control

Las juntas de control se deben proporcionar de acuerdo con 2.12.

3.5 Juntas de construcción

Juntas frías. Habrá una conexión estructural a través de una junta fría. Esto se proporcionará mediante la rugosidad de la superficie vieja a una amplitud de 5 mm (para proporcionar una llave mecánica), limpiando la superficie vieja eliminando toda la mezcla rancia y humedeciendo la vieja para adherir mejor la nueva a la vieja. Los compuestos químicos clave también se pueden usar para mejorar la unión, pero su uso está fuera del alcance de esta Norma.

Mezcla fresca. El contenido de humedad en el momento de la colocación deberá estar dentro de las tolerancias especificadas en 3.1 de esta Norma. Para tierra apisonada estabilizada con cemento, todo el lote mixto debe colocarse y apisonarse dentro de 1 hora de que el cemento entre en contacto por primera vez con agua o tierra húmeda, excepto lo

dispuesto en 3.5. Con tierra apisonada estabilizada con cemento, el tiempo desde el inicio de la adición de agua o tierra húmeda hasta el momento de la compactación final es crítico.

Mezcla rancia, que es la que tiene más de 1 hora desde la humectación inicial, no se puede usar pura en una pared, pero se puede usar hasta en un 30 % de la proporción del material en una mezcla fresca nueva. Una mezcla fresca puede comprender hasta un 30 % de mezcla rancia y un 70 % de mezcla nueva siempre que se agregue cemento fresco a esta nueva mezcla como si no hubiera cemento en la mezcla rancia. Todas las propiedades de la pared hecha con esta mezcla que contiene parte de mezcla rancia deberán cumplir plenamente en todos los aspectos con esta Norma como si no hubiera mezcla rancia presente.

3.6 Grietas

Las grietas de más de 3 mm de ancho y que aparecen en ambos lados de un panel, excepto en las ubicaciones de las juntas de control previstas, no son aceptables. Las grietas de menos de 3 mm de ancho y en ambos lados de un panel son menores. Cualquier ancho de fisura en las ubicaciones previstas de las juntas de control es aceptable siempre que se cumplan los requisitos de 2.12. Las grietas pueden ocurrir en las paredes de tierra apisonada por una variedad de razones. Estos incluyen juntas de control insuficientes o inadecuadas, prácticas de construcción inadecuadas o contracción localizada. Muchas de estas grietas no tienen consecuencias estructurales. Donde las grietas de

naturaleza menor se pueden rellenar o reparar para cumplir con los requisitos estéticos del proyecto.

3.7 Acabado superficial

El acabado de la superficie puede describirse mejor como la textura y el color de una pared de tierra apisonada. Es una función de muchas variables. El acabado de la superficie se puede clasificar de acuerdo con sus características físicas tales como rugosidad, suavidad, guijarros, planitud y similares. Puede describirse en términos de precisión dimensional de acuerdo con los planos de dibujo y otras tolerancias en términos de color y consistencia del color. Textura puede ser liso, rugoso o variable. Las variaciones pueden ser accidentales o intencionales

4 REQUISITOS ADICIONALES A LA SECCIÓN 2 PARA LADRILLOS DE ADOBE

4.1 Generalidades

Los ladrillos y el mortero de tierra se pueden colocar como muros estructurales de carga. Las variaciones incluyen:

- (a) La estabilización del adobe con aditivos tales como cemento, cal hidratada y emulsión bituminosa;
- (b) El uso de selladores de superficie para mejorar la resistencia a la erosión y reemplazar gran parte del mantenimiento cíclico que

tradicionalmente habría sido necesario;

(c) El uso de adobe como material independiente o de relleno que no cumple necesariamente una función estructural significativa. Los muebles están incluidos en esta categoría.

4.2 Condiciones de fabricación de ladrillos

La tierra para los ladrillos de adobe debe remojar durante al menos 12 horas antes de moldearlos, a menos que se utilice una estabilización con cemento. Tenga en cuenta que algunos suelos harán un ladrillo utilizable sin un remojo previo del suelo y esto se puede establecer mediante una prueba. Los ladrillos de adobe se pueden moldear de dos maneras:

- (a) Colocando barro en un molde que se quita inmediatamente: o
- (b) Colocando barro en moldes y esperando hasta que la mezcla se seque y el ladrillo se encoja lo suficiente como para quitar el moho.

Ambos métodos dependen del secado al aire en lugar de la cocción al sol. La exposición excesiva al sol directo puede acelerar el secado de la superficie y causar grietas. Después del secado inicial, los ladrillos se ponen de lado, se raspan y se dejan curar hasta que, al golpearlos, producen un "anillo transparente". Entonces están listos para la puesta. Según el tamaño del ladrillo y el clima,

el curado demora de 1 semana a varios meses, generalmente al menos 4 semanas.

4.3 Unidades con núcleo

Los núcleos para refuerzo vertical o servicios deben tener un diámetro máximo de 110 mm o un máximo de 95 mm cuadrados y no deben ser más anchos que 1/3 del ancho del ladrillo, todos los agujeros deben rellenarse con mortero o grout a medida que avanza el trabajo. Los ladrillos se pueden moldear con agujeros para permitir el paso de servicios o refuerzo.

4.4 Paja

La paja, cuando se utilice, debe cortarse en longitudes que no excedan la mitad del espesor de la pared final y agregarse a la mezcla de manera uniforme. La paja generalmente se agrega a una mezcla de adobe para ayudar a controlar el agrietamiento y ayudar a la uniformidad con la que se seca el adobe. Es inusual agregar tanto cemento como paja a las mezclas de tierra.

4.5 Unidades solidas

Los ladrillos de adobe se pueden fabricar en una gama infinita de tamaños y proporciones dimensionales. Los factores limitantes incluyen:

- (a) El tamaño y, por lo tanto, el peso que se puede manejar de manera segura y eficiente;
- (b) El espesor de las paredes a ser construidas. Mientras que las paredes pueden constar de más de un ladrillo para formar el

espesor, es más común utilizar el ladrillo único.

(c) La necesidad de mantener la unión en las esquinas. Una alternativa es producir varios ladrillos más largos, para este propósito mientras trabaja con ladrillos más pequeños en paredes de unión rectas superpuestas.

(d) El agrietamiento por contracción excesiva puede ocurrir con algunos suelos en cualquier cosa menos en los ladrillos de tamaño más pequeño. Se puede agregar arena a una mezcla para ayudar a reducir la contracción.

(e) Se puede agregar paja para controlar el secado al permitir que el interior del ladrillo se seque a un ritmo similar al del exterior, reduciendo así los efectos que pueden causar el agrietamiento.

4.6 Tamaños preferidos

No hay tamaños de ladrillos nominales preferidos, se recomienda que las paredes externas deben tener un grosor mínimo de 280 mm (nominal) para el rendimiento térmico. La consistencia en el espesor de los ladrillos influye en el espesor de la junta del lecho y, por lo tanto, en la cantidad de mortero requerida. En un entorno comercial, debe indicarse la cantidad de variación dimensional permitida. Siempre que los ladrillos y el mortero cumplan con los requisitos de prueba de esta Norma, las variaciones en el tamaño de los

ladrillos tienen poco efecto sobre la resistencia o la durabilidad.

4.7 Vinculación

Los ladrillos deben colocarse en un patrón de unión superpuesto donde las capas posteriores se superponen entre un 25 % y un 75 % de la longitud del ladrillo. La superposición mínima se producirá en las esquinas en ángulo recto, incluidas las intersecciones. Se aceptan patrones ingleses, flamencos, de pared de jardín y de camilla. Se pueden moldear ladrillos más largos para mantener hasta la mitad de la unión alrededor de las esquinas. Cuando una pared se encuentra con otra, se puede lograr la superposición requerida dejando que cada segundo ladrillo entre a la mitad de la pared contigua.

4.8 Juntas de mortero

Remojo. Todas las superficies de ladrillo que vayan a entrar en contacto con el mortero se humedecerán antes de la colocación mediante aspersion o inmersión. La humectación mejora la adherencia y reduce la contracción del mortero.

Variación del espesor. El espesor máximo de una capa de mortero se determinará por su capacidad para soportar el ladrillo sin un asentamiento o pandeo excesivos. Debido al método de fabricación, los ladrillos de adobe pueden variar entre 10 y 15 mm de espesor. Como tal, las capas de mortero pueden ser del orden de 15 a 50 mm de espesor para adaptarse a las variaciones. Dependiendo de la precisión dimensional de las unidades,

una capa de mortero demasiado delgada puede resultar en que los ladrillos se asienten entre sí. Sin embargo, las juntas de mortero más gruesas harán que la pared se hunda más durante el curado.

Contracción. El asentamiento vertical por retracción del mortero se preverá en el tendido del muro aplicando lo dispuesto en este inciso. Al fijar las uniones entre el enladrillado y elementos tales como postes o marcos de carpintería, primero se debe permitir que se asiente todo el enladrillado por debajo del nivel de las uniones. Los accesorios, marcos y refuerzos verticales empotrados en la pared se detallarán para permitir la contracción para garantizar que la contracción pueda ocurrir sin restricciones. Los perpendientes deberán tener el espesor suficiente para mantener la unión entre los ladrillos dentro de una hilera. Todas las juntas e hiladas de mortero deben quedar al ras, sin huecos. También se debe tener cuidado cuando los ladrillos atraviesan un cambio en el nivel del piso. Si la contracción vertical está restringida por otras partes de la estructura, entonces es probable que se produzcan grietas debido a que se “cuelgan”.

4.9 Juntas de control

Se deben proporcionar juntas de control según lo requerido por 2.12.

5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA LA SECCION 2 PARA LADRILLOS PRENSADOS

5.1 Generalidades

Las pruebas del suelo de un sitio en particular deben verificar que la mezcla de suelo que se utilizará, cemento, cal o cemento y cal como estabilizador, produzca ladrillos que no muestren rozamiento, deformación o levantamiento inaceptables. cuando una superficie está expuesta a la humedad. Este estándar reconoce que el suelo húmedo se puede comprimir en bloques regulares para su uso, una vez curado, como ladrillos de construcción, por lo que es necesaria una cuidadosa selección del suelo. Es una práctica común que el cemento se use como estabilizador en los ladrillos prensados. tierra prensada, los ladrillos hechos de material que no se mezcló completamente pueden dar como resultados planos adheridos de manera desigual que pueden provocar fallas. Consulte la cláusula 2.1. Los registros de servicio se pueden usar para indicar la idoneidad del suelo de un sitio en particular.

5.2 Condiciones de fabricación de ladrillos

Los ladrillos deberán estar completamente curados antes de la prueba. Los ladrillos estabilizados con cemento o cal deben curarse en húmedo de acuerdo con 2.1. Los equipos para comprimir suelo húmedo en ladrillos se dividen en 2 categorías principales:

(a) Dispositivos operados manualmente que utilizan un brazo de palanca largo para activar un ariete dentro de una cámara de compresión que contiene tierra.

(b) Dispositivos operados hidráulicamente que reemplazan la palanca con energía hidráulica para accionar el ariete de compresión.

Se pueden hacer ladrillos satisfactorios con cualquier método y no se debe suponer que uno es superior al otro en el cumplimiento de los requisitos de esta Norma. Para reducir el riesgo de daños, los ladrillos deben curarse por completo antes de transportarlos fuera del punto de apilamiento después de la fabricación.

5.3 Unidades con núcleo

Los ladrillos pueden moldearse o taladrarse con orificios para permitir el paso de refuerzos verticales o servicios. Estos no deben ser mayores al 33 % del ancho del ladrillo y deben tener un máximo de 110 mm de diámetro o un máximo de 95 mm cuadrados. Los agujeros se rellenarán con lechada o mortero a medida que avanza la instalación. Debido al proceso aplicado a la fabricación de ladrillos prensados, existe la consiguiente limitación a la flexibilidad de producción. Esto significa que los ladrillos prensados con núcleo pueden no estar disponibles en general. Se pueden perforar agujeros para facilitar la instalación de los servicios en el

sitio. Se puede preferir la perforación de agujeros en el sitio porque:

(a) Reduce la posible rotura de los ladrillos si es necesario transportarlos

(b) Permite la colocación de agujeros con mayor precisión para facilitar las inevitables variaciones de posición de servicio.

Por lo general, es más fácil hacer un agujero en el ladrillo cuando se presiona, o poco después, mientras aún está verde, que intentar perforar un agujero en un ladrillo curado.

5.4 Unidades solidas

Aunque los bloques prensados pueden fabricarse en una variedad de tamaños, en la práctica, la cámara seis de las máquinas disponibles es un factor limitante, otros factores limitantes a considerar incluyen:

(a) El tamaño y, por lo tanto, el peso que se puede manejar de manera segura y eficiente;

(b) El espesor de las paredes a ser construidas.

La consistencia en el tamaño de los ladrillos influye en el espesor de la junta del lecho y, por lo tanto, en la cantidad de mortero requerida. En un entorno comercial, debe indicarse la cantidad de variación dimensional permitida. Siempre que los ladrillos y el mortero cumplan con los estándares de prueba de esta Norma, las variaciones en el tamaño de los ladrillos tienen poco efecto sobre la resistencia o la durabilidad.

5.5 Espacios de lechada

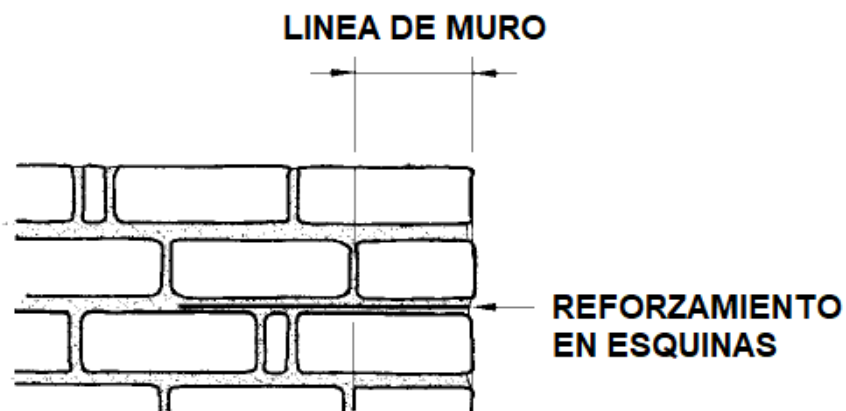
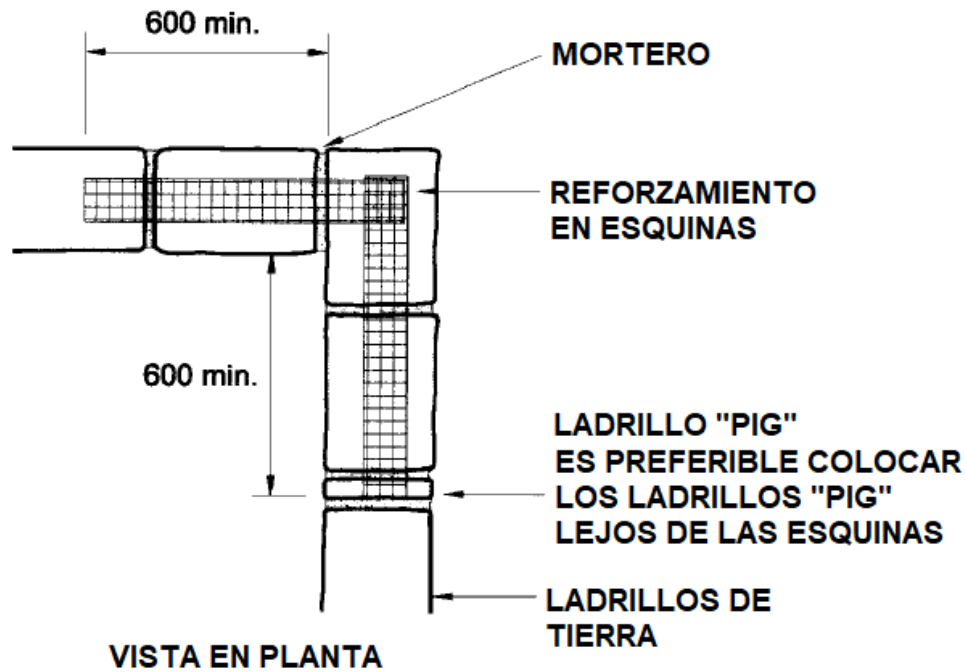
Cuando se creen espacios en el proceso de construcción de elementos fijos, tiras de tiro, conductos, barras de refuerzo, etc., dichos espacios se rellenarán completamente con mortero.

5.6 Colocación

Los ladrillos deben colocarse en un patrón de enlace superpuesto. Las limitaciones del proceso de fabricación que se aplican a la producción de ladrillos prensados generalmente no permiten obtener ladrillos más largos para mantener una unión media alrededor de las esquinas en ángulo recto. Para mantener el patrón de media unión, es necesario instalar un ladrillo “pig” junto al ladrillo de esquina superpuesto (consulte la figura 5.6.1). Alternativamente, el espacio más grande se puede llenar con mortero y esculpir para producir un resultado final estéticamente apropiado. Para ladrillos cuadrados se pueden utilizar los detalles de las figuras 5.6.2(c) y (d). Los ladrillos se colocarán de modo que cualquier plano de compresión que se haya formado dentro del ladrillo sea perpendicular a la cara del muro. Los planos de compresión generalmente se forman perpendiculares a la dirección del pistón en la prensa de ladrillos. En muros, el plano de compresión es normalmente horizontal. Todas las superficies de ladrillo que vayan a entrar en contacto con el mortero se humedecerán antes de la colocación mediante aspersion o inmersión. La humectación de los ladrillos mejora en gran medida la fuerza de unión del

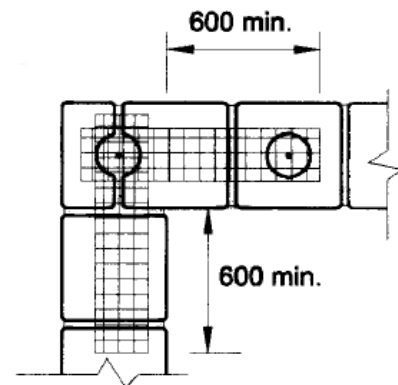
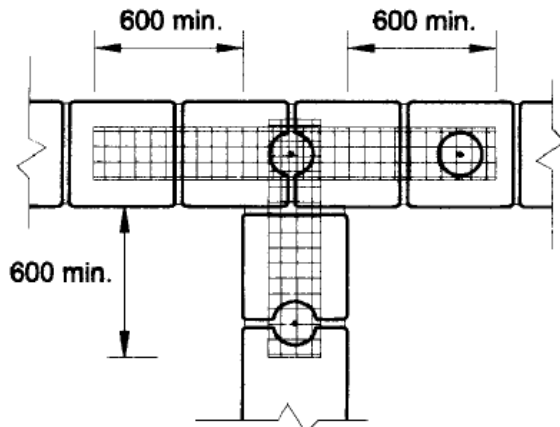
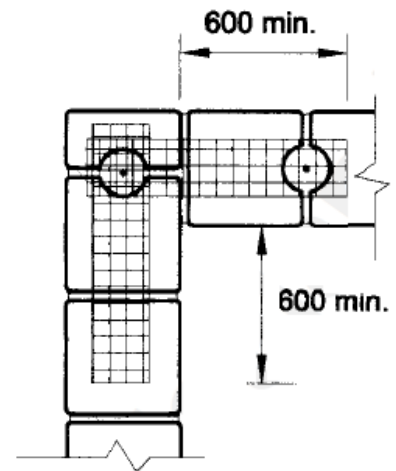
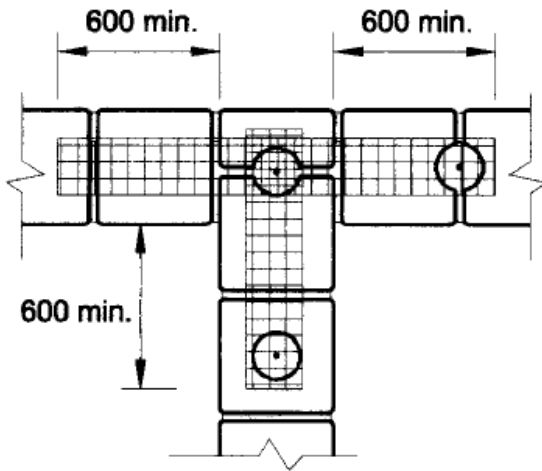
mortero y reduce la contracción excesiva y, por lo tanto, el agrietamiento del mortero. Cuando una pared se encuentra con otra en una intersección en "T", cada segundo ladrillo debe dejarse al menos 100 mm dentro de la pared contigua (consulte

las figuras 5.6.2 (a) y (c)). En el caso de ladrillos cuadrados, consulte la figura 5.6.2. Se utilizará refuerzo (barra de acero o geomalla) en cada cuarta hilera con un espacio vertical máximo.



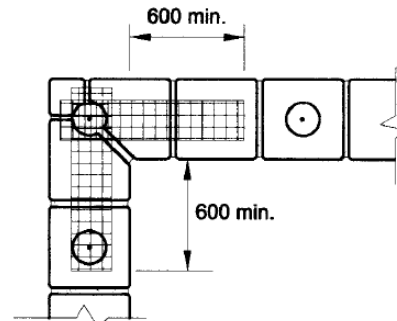
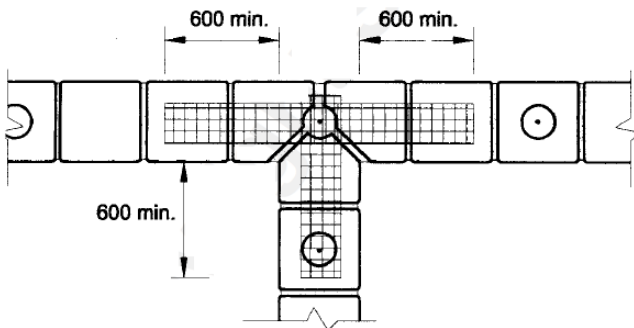
ELEVACION

FIGURA 5.6.1- ACOPLAMIENTO Y ESQUINAS DE LADRILLOS PRESNADOS



(A) TEE

(B) ESQUINA



(C) ALTERNATIVA PARA LADRILLOS CUADRADOS (TEE)

(D) ALTERNATIVA PARA LADRILLOS CUADRADOS (ESQUINA)

5.7 Juntas de mortero

El espesor máximo de una capa de mortero se determinará por su capacidad para soportar el ladrillo sin un asentamiento o pandeo excesivos. El asentamiento vertical debido a la retracción del mortero se preverá en el tendido del muro. Al fijar las uniones entre el enladrillado y elementos tales como postes o marcos de carpintería, primero se debe permitir que se asiente todo el enladrillado por debajo del nivel de las uniones. Se deben prever asentamientos diferentes cuando el enladrillado atraviesa un cambio en el nivel del piso. Las juntas perpendiculares deben tener el espesor suficiente para mantener la unión entre las hileras. Las hileras de mortero deberán estar llenas sin vacíos internos. Las hileras de mortero se pueden rastrillar solo de acuerdo con 2.2. El mortero deberá ser lo suficientemente grueso para asegurar que los ladrillos no se asienten en contacto directo entre sí. Si el tipo de suelo y el contenido de humedad son consistentes, los ladrillos prensados generalmente tienen una dimensión uniforme en al menos 2 direcciones. Pueden ocurrir variaciones en la dimensión paralela a la dirección del movimiento del pistón. Esto depende de la sofisticación de la medición tanto del suelo en las cámaras como de la presión aplicada. Dependiendo de la precisión dimensional de las unidades, una capa de mortero demasiado delgada puede resultar en que los ladrillos se asienten entre sí. Sin embargo, las juntas de mortero más gruesas harán que la pared se hunda más durante el curado.

6 REQUISITOS ADICIONALES A LA SECCION 5 PARA LADRILLOS CINVA

6.1 Generalidades

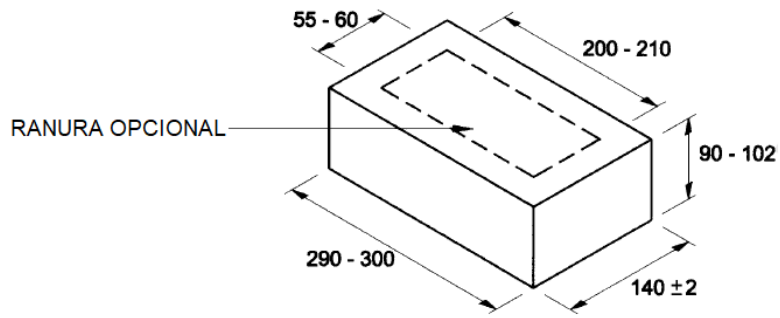
La Sección 5 se aplicará con las siguientes adiciones y variaciones. El tamaño de las partículas no debe ser superior a 7 mm. Se utilizará cemento Portland como estabilizador. La resistencia a la compresión debe ser de 2,0 MPa para ladrillos ensayados en el extremo (dimensión vertical de 300 mm) o de 3,6 MPa cuando se ensayan en plano (la cara horizontal de 300 mm x 140 mm). Para la colocación de los ladrillos sólo se utilizará mortero de arena y cemento Portland como se describe en 2.2.

6.2 Agujeros

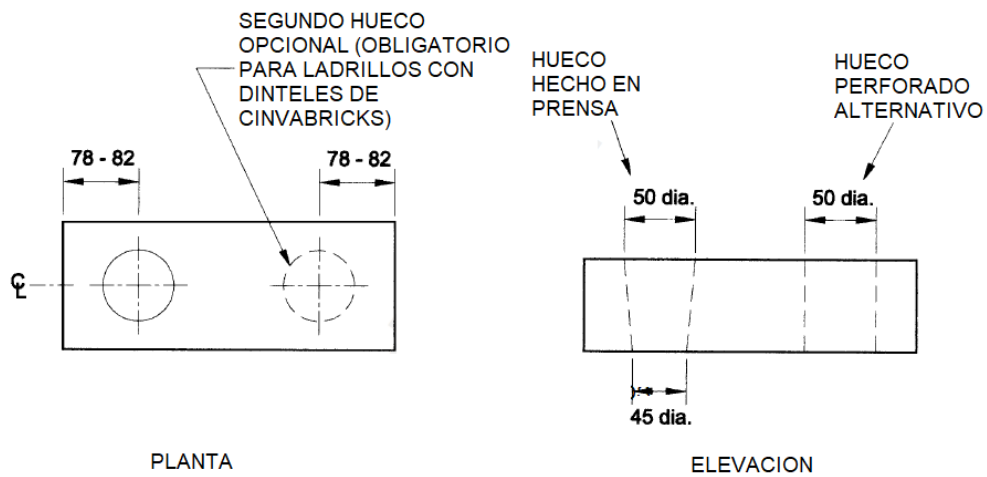
Todos los huecos en una hilera se rellenarán con un mortero de cemento y arena a medida que se coloca cada hilera de ladrillos. El mortero debe ser de una parte de cemento por 6 partes de arena por volumen junto con hasta una parte de masilla de cal que se puede usar para mejorar la trabajabilidad.

6.3 Dimensiones

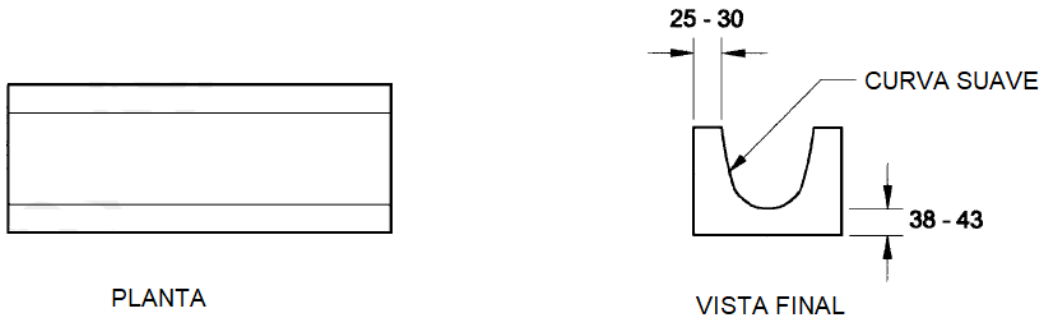
Los cinvabricks tendrán las dimensiones que se muestran en la figura 6.1. Son preferibles los hechos en los orificios de presión, ya que las unidades frescas pueden ser muy frágiles. Los huecos pueden taladrarse en una etapa de curado cuando se considera que la resistencia es adecuada.



(A) LADRILLO LISO



(B) HUECOS DE LADRILLOS



(C) LADRILLO DE VIGA CON CANAL

TODOS LOS LADRILLOS TIENEN MISMAS DIMENSIONES NOMINALES
 FIGURA 6.1, DIMENSIONES CINVABRICK

7 REQUISITOS ADICIONALES A LA SECCION 2 PARA TIERRA VERTIDA

7.1 Generalidades

El encofrado se configura para moldear paneles de un tamaño tal que no se vea afectado negativamente por la contracción. En algunos casos se fabrican paneles grandes, mientras que en otros casos se vierten bloques más pequeños sobre los que se moldean las hiladas posteriores. Los muros se han vertido ya sea en una unidad o en una serie de elevaciones de encofrado. La práctica actual suele implicar la instalación de una serie de moldes en un patrón almenado y la fundición de una serie de ladrillos individuales con espacios entre ellos. A continuación, se permite que los ladrillos fragüen y se encojan. Luego se moldea el material para llenar los huecos, o se hacen hileras subsiguientes de tal manera que se llenen los huecos verticales entre los ladrillos en la hilera inferior anterior. Hay varios sistemas de moldeo patentados disponibles. Si bien se puede practicar el vertido de tierra sin estabilización, más habitual incluir entre un 5 % y un 10 % de cemento Portland en la mezcla para reducir la contracción y mejorar la resistencia y durabilidad de las paredes. Los suelos que se usan para la tierra vertida generalmente tienen un contenido de arcilla más bajo que el que se podría usar para el adobe porque, si bien los adobes pueden encogerse antes de colocarse en la pared, la tierra vertida se encoge por completo en la pared y

una contracción excesiva puede causar problemas. También se requiere nuevo trabajo para unir a las capas anteriores.

7.2 Material y mezclas

Los suelos para la tierra vertida se deben remojar durante al menos 12 horas antes de moldearlos, a menos que se use una estabilización con cemento, en cuyo caso la mezcla se puede trabajar desde seco. Los terrones de arcilla de más de 12 mm se excluirán de la mezcla. El tamaño máximo de partículas para piedras o grava debe ser de 25 mm de diámetro. Los paneles de prueba o la experiencia previa con la mezcla de suelo propuesta que demuestre la idoneidad de las partículas mayores de 25 mm pueden ser satisfactorios, pero están fuera del alcance de esta Norma. La exclusión de partículas más grandes generalmente se realiza mediante tamizado, pero también se puede realizar mediante pulverización. La presencia de grandes terrones de arcilla sin mezclar en la superficie de una pared puede dificultar especialmente el mantenimiento de un acabado superficial uniforme o la aplicación de revocos. Contenido de humedad El contenido de humedad de una mezcla de tierra para la tierra vertida es crítico por razones de contracción y, por lo tanto, debe limitarse a la cantidad mínima necesaria para la trabajabilidad. Por lo general, con tierra vertida estabilizada con cemento, alrededor del 50 % de la contracción se produce en las primeras 48 horas y el 90 % en 2 semanas.

Mezcla fresca que contiene cemento. Para el cemento que contiene tierra vertida, toda la mezcla debe colocarse y moldearse dentro de 1 hora de que el cemento entre en contacto por primera vez con el agua o la tierra húmeda, excepto según lo dispuesto en el párrafo siguiente

Mezcla rancia que contiene cemento.

Mezcla rancia, que tiene más de 1 hora desde la humectación inicial, no se puede usar pura en una pared, pero se puede usar hasta en un 30 % de la proporción del material en una mezcla fresca nueva. Una mezcla fresca puede comprender hasta un 30 % de mezcla añeja y un 70 % de mezcla fresca siempre que se agregue cemento fresco a esta nueva mezcla como si no hubiera cemento en la mezcla añeja. Todas las propiedades de la pared hecha con esta mezcla que contiene parte rancia y parte fresca deben cumplir plenamente en todos los aspectos con esta Norma como si no hubiera una mezcla rancia presente. El uso de mezclas que contengan parte de mezcla rancia puede ser de diferente color y si la pared no se va a recubrir, el uso de mezclas rancias puede no ser adecuado por razones estéticas.

7.3 Método e construcción

La tierra vertida se coloca en los moldes asegurándose de que no haya huecos. Los vibradores deben usarse con sumo cuidado para garantizar que no haya segregación de partículas dentro de la mezcla. La superficie superior se enrasa plana mientras el molde aún está en su lugar y luego se

endurece a una amplitud de 5 mm antes de que el material se endurezca por completo para mejorar la unión con las capas posteriores. La superficie del trabajo anterior debe humedecerse por completo inmediatamente antes de colocar el trabajo posterior. La humectación evita el secado prematuro en la unión y mejora la fuerza de unión.

7.4 Curado y secado

Todo el trabajo se secará de manera uniforme y con límites en la velocidad de secado para evitar el secado prematuro de la superficie y el subsiguiente agrietamiento por contracción. Esto se conseguirá protegiendo la pared con tela o film plástico de los efectos de la exposición directa al sol y de los fuertes vientos. La exposición excesiva a la luz solar directa o al viento fuerte puede causar un secado desigual y el consiguiente agrietamiento. Todo el trabajo que contenga cemento Portland deberá curarse en húmedo cubriéndolo con una tela que se mantendrá húmeda durante un mínimo de 7 días antes de permitir que se seque. Todos los trabajos que contengan cal hidratada deberán curarse en húmedo cubriéndolos con una tela que se mantendrá húmeda durante un mínimo de tres semanas antes de permitir que se seque.

7.5 Tamaños preferidos

No hay un tamaño nominal preferido para la tierra vertida. En la práctica se ha encontrado que limitar la cantidad vertida en una unidad a menos de 0,2 m³ es un límite sensato para un buen desempeño.

7.6 Contracción

Se debe considerar el asentamiento vertical de la tierra vertida causado por la contracción al detallar alrededor de los servicios, estructuras adyacentes o acero de refuerzo (ver 2.1). Los muros fabricados con este método pueden encogerse tanto vertical como horizontalmente, y se debe tener en cuenta al detallar contra otros materiales o estructuras para garantizar que los muros no se “cuelguen” de los muros adyacentes, los elementos de unión o el refuerzo incrustado.

7.7 Juntas de control

Se deben proporcionar juntas de control verticales para controlar la contracción horizontal como se requiere en 2.12, con una distancia máxima entre juntas de control de 3,6 m. Además, las juntas de control deben ubicarse a ambos lados debajo de la abertura de una ventana. Todas las juntas de control deberán ser detalladas para resistir la entrada de la intemperie.

7.8 Pruebas

Las muestras para ensayos de compresión o ensayos de resistencia a la tracción por flexión deben colarse en moldes como para el adobe. Estos deben ser probados según lo requerido por 2.3 o 2.4. Contracción La contracción máxima permitida es del 0,2 % en una muestra de 600 mm o del 0,05 % en una sección de 3,6 m, con interpolación para longitudes intermedias.

8 REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

New Zeland Standards. NZS 4298
Materials and Workmanship For Earth
Buildings (1998)

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO PARA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

1. Alcance

Estas disposiciones están limitadas a construcciones de tierra como muros y bardas, ya sea de adobe, bloques de tierra compactada, o tierra vertida o apisonada, que contengan arcilla y/o limos presentes para lograr un desempeño satisfactorio con o sin el uso de componentes químicos estabilizantes.

Los proyectos con elementos estructurales a base de tierra no cubiertos por estas normas deberán ser aprobados por las autoridades correspondientes.

El presente reglamento se basa en la metodología de cálculo propuesta en el Reglamento de Diseño Ingenieril para Construcciones con Tierra de Nueva Zelanda de 1998 (Engineering Design of Earth Buildings, NZS 4297:1998). Se mantiene la mayor parte de la redacción como explicaciones, procedimientos y definiciones, y se realizan ajustes para simbología, definiciones, y prácticas de la región.

2. Glosario y Simbología

2.1. Glosario

ADOBE. Un bloque secado al aire hecho de una mezcla de tierra húmeda vertido en un molde, que contiene una mezcla de arcilla, arena y limo. Puede contener fibra o un estabilizador.

ARCILLA – Material natural de grano fino compuesto principalmente de silicatos de aluminio con diámetros de grano menores a 0.002 mm.

ARENA. Fragmentos individuales de roca o minerales que tienen un diámetro de entre 0.06 y 2.00 mm.

ARRIOSTRAMIENTO. Cualquier método empleado para dar soporte lateral a una edificación.

BASE DE CIMIENTO. La porción de la cimentación soportada en el suelo. Se puede extender para incrementar el área portante o un incremento en estabilidad.

BLOQUE DE TIERRA COMPACTADA. Bloque de tierra fabricado con una prensa mecánica, ya sea operada por máquina o a mano.

BLOQUE. Una unidad de mampostería de tierra.

CIMENTACIÓN. Partes de un edificio que transmiten y distribuyen cargas al suelo.

COLUMNA. Un elemento portante vertical, aislado y reforzado sujeto principalmente a compresión, con una sección transversal con una relación largo – amplitud de entre 3 y 0.33.

COMPORTAMIENTO PLÁSTICO. Ocurre cuando hay deformaciones

grandes acompañados de incrementos pequeños a la carga, esto después de alcanzar el límite elástico.

CONSTRUCCIÓN DE TIERRA REFORZADA. Cualquier estructura de tierra en la cual el refuerzo ha sido embebido de tal forma que los dos materiales actúan juntos en la resistencia de cargas.

CONTRACCIÓN. La reducción en volumen de un material de tierra o mortero causado por el curado o evaporación de agua. Se expresa como un porcentaje de la dimensión lineal.

CURADO. La acción del agua actuando a través del tiempo sobre una masa de tierra estabilizada, causando que la masa se cimente por un estabilizador.

DIAFRAGMA. Un elemento como un entrepiso o techo capaz de transferir cargas de su propio plano a elementos perimetrales.

DIMENSIÓN. (Cuando se usa para describir bloques de tierra o tipos de construcción). Dimensiones nominales. Dimensiones reales deberán de usarse para el propósito de cálculo.

DUCTILIDAD. La capacidad de un material, componente estructural, o estructura, de deformarse o de disipar energía más allá de su límite elástico, es decir, en su rango plástico.

DURABLE. Resistente al desgaste y deterioro.

EFECTO P-DELTA. Acciones estructurales provocadas a consecuencia del desplazamiento de las cargas gravitacionales debido a la acción del sismo, fuerzas de viento u otros efectos.

EROSIÓN. Los procesos físicos y químicos en los cuales el material de construcción de tierra se desgasta. Incluye procesos de desgaste por ambiente y por factores mecánicos.

ESPACIAMIENTO. La distancia a la cual están separadas dos elementos, medida de centro a centro.

ESPESOR DE MURO. El espesor mínimo de un muro después de estar acabados los detalles de enjarres y uniones.

ESTABILIZACIÓN. Un mejoramiento del desempeño de las propiedades de un material de tierra por medio del agregado de materiales que unen las partículas de tierra. La estabilización puede incrementar la resistencia de la tierra a la humedad, reducir cambios en volumen, o incrementar fuerza o durabilidad.

ESTABILIZADOR. Material usado para estabilizar.

ESTADO LÍMITE

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.

Estado en el cual la estructura no puede tener su uso planeado por deformaciones, vibraciones, degradación, u otra inadecuación operacional.

ESTADO LÍMITE DE FALLA / ÚLTIMO. Estado en el cual la capacidad de resistencia o ductilidad de la estructura es excedida, cuando no puede mantener el equilibrio y es inestable.

GROUT. Mezcla líquida de cemento, arena y agua, con o sin un agregado pequeño, usado para llenar oquedades después de haber colocado bloques y refuerzo.

INGENIERO DE DISEÑO. Una persona quien, con base en experiencia o conocimiento, tiene competencias para diseñar elementos estructurales de la estructura en consideración para que resista con seguridad las cargas de diseño o los efectos de la edificación.

JUNTA DE CONTROL. Una junta necesaria para permitir que el muro de tierra se expanda, contraiga, o que se mueva.

JUNTA FRÍA. En construcción con tierra apisonada, la junta que ocurre cuando la construcción se ha interrumpido por tiempo suficiente para que haya ocurrido un cierto grado de secado o curado antes de colocar material fresco.

LIMO. Partículas individuales de minerales en un suelo que se encuentran entre el límite superior del tamaño de la arcilla (0.002 mm) y el límite inferior del tamaño de la arena fina (0.06 mm).

MORTERO. Material con el cual se unen bloques de tierra.

MURO.

MURO EXTERNO / PERIMETRAL. Un muro en la parte exterior de la edificación.

MURO DE CARGA. Muro que porta cargas verticales de entresijos, techos, vigas, o una combinación de estos.

MURO DIVISORIO. Cualquier muro que no sea de carga.

MURO ESTRUCTURAL. Cualquier muro que por su posición y forma contribuya a la resistencia y rigidez de la edificación.

NIVEL DE PISO TERMINADO. El nivel de piso después de que todo el relleno, recubrimiento de superficie y pavimentación haya sido completado.

REFUERZO. Cualquier forma de varilla o alambre de acero, o malla, que cumpla con los requisitos de su reglamento correspondiente, o de plástico, u otro material mencionado en este reglamento que sea capaz de dar resistencia a tensión a un material de construcción de tierra.

RESISTENCIA.

DE DISEÑO. La resistencia nominal de un elemento multiplicada por un factor de reducción de resistencia apropiado.

NOMINAL. La resistencia teórica del elemento usando las dimensiones de la sección como fueron detalladas

y las resistencias características del refuerzo y de la tierra.

SOBRERRESISTENCIA. Es usada en diseño sísmico. Este valor incrementado toma en cuenta factores que pueden contribuir en la resistencia, como resistencias del acero o de la tierra mayores a las especificadas, endurecimiento del acero, y refuerzo adicional colocado en construcción que no fue contemplado en cálculos.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA CARACTERÍSTICA. La resistencia característica determinada de pruebas a compresión a las cuales se les ha aplicado un factor de corrección por dimensiones.

RESISTENCIA A LA FLEXO-TENSIÓN (También conocido como módulo de ruptura o resistencia a flexión). La resistencia a la flexión del material se mide de acuerdo con el reglamento de requisitos para materiales de construcciones con tierra.

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA. Un estimado del valor menor al 5% determinado con confianza del 75% de pruebas en una muestra representativa de especímenes de tamaño completo.

RESPUESTA ELÁSTICA. El rango de respuesta de la estructura donde la deformación es directamente proporcional a la fuerza aplicada, es decir, el material, el componente

estructural o la estructura obedece la ley de Hooke.

SISTEMA A PRUEBA DE HUMEDAD. Un material durable a prueba de agua colocado entre materiales como protección contra el movimiento de humedad. Un sistema pintado o una capa se le conoce como una membrana a prueba de humedad.

TIERRA (para construcción con tierra). Material natural del subsuelo compuesto de porcentajes variables de arcillas, limos, arenas y grava, que no está cocido, y que está libre de materia orgánica.

TIERRA APISONADA, PÁNEL DE. Una sección de tierra apisonada que cuenta con la altura completa de la sección completa, pero de la longitud que se construye en una etapa.

TIERRA APISONADA. Suelo húmedo, como sin estabilizador, que es apisonado en una cimbra temporal móvil.

TIERRA VERTIDA. Una técnica de construcción con tierra en la que tierra y agua, con o sin un estabilizador, son vertidas en un molde en el lugar donde el muro se construye. Este molde se remueve cuando la tierra es lo suficientemente fuerte para retener su forma.

UNIÓN TRASLAPADA. La unión donde unidades de cada bloque de tierra se traslapan con unidades de la hilada precedente por entre 25% y 75% de la longitud de las unidades.

2.2.Simbología

En este reglamento, estos serán los significados de los siguientes símbolos. Otros símbolos o significados que no estén enlistados, y que estén definidos de forma adyacente en fórmulas o diagramas, sólo aplicarán a esas fórmulas o diagramas.

Para el uso de estos símbolos, cuando se involucren relaciones no dimensionales, tanto el numerador como el denominador tendrán unidades consistentes, y las unidades dimensionales en las ecuaciones o expresiones deberán de ser consistentes, a menos que se especifique lo contrario.

A_b	Espesor del bloque de esfuerzo en estado límite último	A_1	Área bajo la curva de aceleración contra desplazamiento del muro
A_{de}	Área efectiva de dispersión de la carga concentrada a altura media	a	Ancho del bloque de compresión en estado límite de falla
A_{ds}	Área de carga o dispersión de la carga concentrada	a_e	Aceleración de respuesta para provocar falla en el muro
A_{st}	Área de acero de refuerzo	$a_{cr}, a_{1/2}, a_{3/4}, a_u$	Aceleración al inicio del agrietamiento, a la mitad del agrietamiento, a $\frac{3}{4}$ del agrietamiento, y en la condición de momento último, respectivamente
A_s	Área de refuerzo por tensión	a_v	Coefficiente para evaluar relación de esbeltez
A_{sv}	Área de refuerzo por cortante	a_1	Distancia del borde del muro al extremo más cercano del área portante
		C_{pi}	Coefficiente sísmico básico horizontal de diseño para un elemento a una altura i
		d_b	Diámetro de barra
		E_e	Módulo de elasticidad de la tierra
		E_s	Módulo de elasticidad del acero de refuerzo

e	Excentricidad de la carga vertical	h	Altura de la tierra en metros sobre el plano considerado; o
f_d	Esfuerzo de compresión actuando sobre una sección bajo la carga de diseño (P_u/A_b)		Altura del elemento; o
f_e	Resistencia a compresión de un muro de tierra		Altura libre del elemento entre apoyos laterales horizontales; o
f_{ea}	Resistencia a compresión ajustada para construcción compuesta por múltiples bloques		Altura desde el apoyo lateral inferior de un elemento sin apoyo lateral superior
f_{eb}	Resistencia a flexo-tensión de uniones	I	Inercia de una sección de muro
f_{es}	Resistencia a cortante de la tierra	k	Factor de reducción por esbeltez y excentricidad
f_{et}	Resistencia a flexo-tensión de la tierra	k_b	Factor de carga concentrada
f_n	Resistencia a cortante nominal total	k_m	Factor de bloques múltiples
f_{sy}	Esfuerzo de fluencia del refuerzo de cortante	k_v	Factor de cortante
f_y	Esfuerzo de fluencia del refuerzo	L	Longitud libre del muro entre apoyos laterales verticales; o
f'_{uc}	Resistencia a compresión no confinada de una muestra		Longitud de un muro hasta un borde no restringido o junta de control, en caso de que así sea el muro; o
		L_e	Longitud libre de un muro de dispersión

M_{ch}	Resistencia a flexión de diseño del muro	Q	Factor de ductilidad estructural
$M_{cr}, M_{1/2}, M_{3/4}, M_u$	Momento en el muro al inicio del agrietamiento, a la mitad del agrietamiento, a $\frac{3}{4}$ del agrietamiento, y en estado último, respectivamente	R	Resistencia térmica, en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$ Reacción vertical en la grieta
M_n	Resistencia a flexión nominal de la sección	S_r	Relación de esbeltez
M_u	Momento a flexión de diseño actuando en la sección transversal de un elemento en estado límite de falla, utilizando las cargas amplificadas y combinaciones requeridas para diseño	S_n	Resistencia nominal en el estado límite último para la acción relevante de momento, carga axial, cortante y torsión
M_{*dh}	Momento de flexión horizontal de diseño en un muro	S_u	Acción de diseño en estado límite de falla
P_u	Carga axial de diseño en el estado límite de falla	s	Espaciamiento del refuerzo de cortante medido perpendicularmente a la carga de cortante
P_o	Resistencia nominal a compresión de una sección transversal de tierra lo suficientemente corta como para que los efectos de esbeltez no influyan	t	Espesor o profundidad del muro perpendicular al eje en consideración
P	Carga gravitacional por unidad de longitud a lo largo del muro	t_w	Dimensiones generales de espesor de un muro, tomando en cuenta cualquier oquedad de junta que sea más profunda que 3 mm
		s	Espaciamiento del refuerzo de cortante medido

	perpendicularmente a la carga de cortante
V_n	Resistencia nominal a cortante de una sección
V_u	Fuerza cortante de diseño actuando en la sección transversal de un elemento en estado límite de falla
W	Peso propio del muro estudiado
$W_{cr}, W_{1/2}, W_{3/4}, W_u$	Carga lateral distribuida requerida para inducir el momento en el muro correspondiente
Z_u	Módulo de sección lateral de la tierra basado en el área trasversal gruesa
γ	Densidad del muro
$\Delta_{cr}, \Delta_{1/2}, \Delta_{3/4}, \Delta_u$	Desplazamiento al centro del muro al inicio del agrietamiento, a la mitad del agrietamiento, a $\frac{3}{4}$ del agrietamiento, y en estado último
δ	Coefficiente de variación
ϕ	Factor de reducción por capacidad

3. Consideraciones generales

3.1. Criterios de desempeño

Los muros de tierra deberán ser diseñados para cumplir con una vida útil de no menos de 50 años.

Se considerará que un muro de tierra cumple con desempeño de durabilidad si, dado un mantenimiento normal de la superficie, el espesor de este no se haya reducido por más del 5% ni por más de 30 mm a lo largo de la vida útil del mismo.

El mantenimiento normal de un material constructivo de tierra deberá incluir la reparación de daño o deterioro de la superficie del muro, incluyendo su recubrimiento y la remoción de cualquier fuente de humedad capaz de causar aumentos en el contenido de humedad del muro. Estas fuentes podrían ser, entre otras, fugas de tuberías o de sistemas de techo, canalización de agua pluvial, pérdida de integridad en el sistema de control de humedad, y vegetación. La reparación deberá realizarse con el mismo material con el que fue construido el elemento y aplicado conforme al reglamento de requisitos de materiales de construcciones con tierra. Se prohíbe el uso de recubrimientos impermeables tanto a vapor de agua como aire.

3.2. Dimensiones

La construcción con tierra no deberá de exceder de 6.5 metros de altura, desde la parte superior del cimiento hasta la parte superior del muro.

3.3. Resistencia

Se deberán cumplir con las características de resistencia mínimas requeridas para materiales de construcciones de tierra definidas en el presente reglamento.

3.4. Contracción

Las juntas de control deberán tomarse en consideración en la contracción. El detallamiento deberá asegurar que se pueda conservar movimiento en las juntas manteniendo la integridad estructural y la conservación del agua. Cualquier agrietamiento que no afecte la integridad estructural podrá ser enjarrado.

3.5. Aislamiento térmico

A menos que se determine lo contrario, la resistencia estática termal se conformará de la resistencia termal del material del muro más la resistencia termal en las superficies, expresada como la resistencia del aire. Para muros de tierra, la resistencia termal R se podrá tomar como 2.04 veces el ancho del muro en metros más 0.12. Las unidades serán en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$. Un espesor mínimo de 280 mm generalmente satisface requerimientos sin aislamiento térmico adicional.

4. Requerimientos generales de construcción y diseño

4.1. Limitaciones

Se podrá llevar a cabo la construcción de muros de tierra sólo dentro de las siguientes limitaciones:

- a) La carga viva de pisos suspendidos no deberá exceder de 1.5 kPa (150 kgf / cm^2) o 2.0 kPa (200 kgf / cm^2) para balcones. La carga muerta de pisos suspendidos no deberá exceder de 0.9 kPa (90 kgf / cm^2)
- b) Las edificaciones deberán de estar dentro de la clasificación estructural tipo B.
- c) En zonas sísmicas, las plantas no deberán de exceder las siguientes áreas:
 - i) 600 m² para edificaciones de tierra de un nivel
 - ii) 200 m² para edificaciones de tierra de dos niveles
 - iii) 300 m² para edificaciones de tierra de dos niveles, donde el segundo nivel está construido con madera y los muros del primer nivel son de tierra
- d) La altura total del muro de tierra desde la parte superior más baja del cimiento del muro no deberá exceder de 6.5 m.

4.2. Resistencias de diseño

Los muros de tierra se diseñarán con los siguientes valores de resistencia mínimos.

Tabla 4.1. – Resistencias de diseño para la construcción de muros de tierra, MPa [kgf / cm²]

Resistencia a compresión directa, transmitida o flexo-compresión.	0.50 [50]
Resistencia a cortante	0.09 [9]
Resistencia a cargas sísmicas y de viento con respuesta elástica	0.08 [8]
Resistencia a cargas sísmicas con respuesta dúctil (Q = 2)	0.00 [0]
Resistencia a cortante de muros de tierra reforzada con acero	0.35 [35]
Resistencia a flexo-tensión de uniones	0.02 [2]
Resistencia a flexo-tensión	0.10 [10]

Cuando un muro de tierra compuesto de bloques tenga una longitud de 10 o más bloques, la resistencia a la compresión se incrementará por el factor de múltiples bloques k_m . Esta resistencia a la compresión ajustada se utilizará al establecer resistencia a la flexión fuera del plano. El factor k_m será de 1.15. Si el coeficiente de variación δ es mayor a 0.35 a partir de ensayos en 30 o más especímenes, el valor de k_m será de 1.30.

Cuando la resistencia a compresión f_e de un muro compuesto de bloques de tierra compactada se calcule probando especímenes individuales, no en conjunto, se obtendrá la siguiente relación con respecto a la resistencia a compresión no confinada de la muestra individual f'_{uc} :

Para adobe y tierra compactada:

$$f_e = f'_{uc}$$

Para bloques de tierra compactada:

$$f_e = 0.5f'_{uc}$$

En ausencia de pruebas de compresión, si se ha hecho una prueba de resistencia a flexo-tensión f_{et} , se puede calcular la resistencia a compresión f_e de la siguiente manera:

$$f_e = 3.5f_{et}$$

Si la resistencia a compresión es mayor a 6 MPa (60 kg / cm²), se deberá tomar en consideración la resistencia de las uniones. Estas estimaciones quedan fuera del alcance del presente reglamento.

La resistencia a cortante f_{es} será el valor mayor de:

$$f_{es} = 0.07f_e \quad (\text{Eq. 4-1})$$

$$f_{es} = (70 + 5h) \text{ [kPa]} \quad (\text{Eq. 4-2})$$

donde h es la altura del muro en metros.

En caso de no tener resultados de resistencia a flexo-tensión, pero sí tener

resultados de prueba de resistencia a flexo-compresión, la resistencia a flexo-tensión f_{et} se podrá tomar como $0.10 f_e$ para materiales de tierra con una resistencia a la compresión menor a 6 MPa (60 kgf / cm²). Para materiales con una resistencia a la compresión mayor, la resistencia a flexo-tensión se determinará por medio de pruebas.

El módulo de elasticidad de muros de tierra E_e se tomará como $300f_e$.

El módulo de elasticidad del acero no pretensado, E_s , se tomará como 200 GPa (2 039 000 kgf / cm²).

4.3. Principios de diseño generales

Los muros de tierra deberán tener un espesor mínimo de 250 mm, con excepción de muros de BTC, que podrán ser de mínimo 130 mm de espesor.

Las relaciones de esbeltez máxima, S_r , serán las siguientes:

Tabla 4.2. – Relaciones de esbeltez máximas para elementos de tierra en zonas sin riesgo sísmico

Muro de carga sin reforzar	10
Muro de carga reforzado	16
Columna sin reforzar	4
Columna reforzada	8
Muro tapón sin reforzar	12
Muro tapón reforzado	18
Muro reforzado de BTC	24

Tabla 4.3. – Relaciones de esbeltez máximas para elementos de tierra en zonas con riesgo sísmico

Muro de carga sin reforzar	6
Muro de carga reforzado	10
Columna sin reforzar	3
Columna reforzada	6
Muro tapón sin reforzar	8
Muro tapón reforzado	12
Muro reforzado de BTC	16

Muros no reforzados de más de 3.3 m de altura, y columnas no reforzadas de más de 2.4 m, deberán ser estudiados por esbeltez con un estudio especializado que está fuera del alcance de este reglamento.

Se deberá proveer de una restricción lateral adecuada en la parte superior de los muros. Estos serán construidos de madera, acero, concreto reforzado o mampostería reforzada, o una combinación de los anteriores. Deberán ser diseñados para resistir cargas y acciones impuestas en ellos.

Los elementos rigidizantes deberán de distribuirse en la edificación para controlar efectos fuera del plano, y torsión tanto en cada entrepiso como en la edificación completa.

4.4. Principios de diseño adicionales para análisis sísmico

4.4.1. Métodos de diseño

En diseño sísmico, se permitirá el uso de métodos de respuesta elástica y de ductilidad limitada, pero respuestas

completamente dúctiles no se podrán utilizar a menos que estén justificadas por un estudio especial. Dicho estudio queda fuera del alcance de este reglamento.

En el caso del diseño dúctil limitado, la resistencia a cortante del muro deberá ser proporcionada por el refuerzo, y la aportación de cortante de la tierra será ignorada.

La interacción entre todos los elementos estructurales y no estructurales que por efecto de los desplazamientos sísmicos afecten la respuesta de la estructura o el desempeño de elementos no estructurales, deberá de considerarse en el diseño de la estructura. También se deberán de considerar las consecuencias de fallas en elementos que no son parte del sistema primario de resistencia a fuerzas sísmicas.

Los sistemas de piso, entrepiso y techo de las edificaciones deberán de diseñarse para actuar como elementos estructurales horizontales donde sean requeridos, para transmitir cargas sísmicas a marcos o muros estructurales.

4.4.2. Cargas sísmicas

En el cálculo de las fuerzas sísmicas laterales a considerar con la carga gravitacional factorizada apropiada, el factor de ductilidad estructural Q deberá de tomarse como 1.0 para muros no reforzados y muros reforzados que cuentan con respuesta elástica, y como 2.0 para muros reforzados diseñados con ductilidad limitada. Para muros de BTC

diseñados con ductilidad limitada, se utilizará un factor de 1.25.

4.4.3. Suposiciones y métodos de análisis

En el método de análisis, la redistribución de momentos de diseño obtenidos de un análisis elástico no está permitida.

4.4.4. Propiedades de los materiales

Para los materiales, sólo se podrá utilizar el nivel de refuerzo especificado en el reglamento de requisitos de materiales de tierra, a menos que se demuestre que con mayores cantidades de refuerzo no se provocan efectos que perjudiquen al desempeño de la estructura.

4.4.5. Rigidez

Se considerarán los efectos de agrietamiento en la rigidez de los elementos, esto para estimar periodos de vibración y deformaciones estructurales para cumplir con requerimientos de diseño sísmico.

Al estimar la rigidez y deformaciones de muros a cortante, se deberá de considerar la deformación a cortante y la deformación de anclajes y cimentaciones donde sea apropiado.

4.4.6. Estructuras con respuesta elástica

Estructuras en las que se espere tener una respuesta elástica durante movimientos sísmicos largos deberán de ser diseñadas para resistir cargas derivadas de la suposición de una respuesta elástica. Estarán exentas de cumplir con los requisitos sísmicos adicionales relevantes en este apartado, y deberán de cumplir con el diseño sísmico convencional. Los procedimientos generales de diseño y los requisitos de este reglamento serán utilizados.

5. Resistencia y servicio

Las estructuras y los elementos estructurales deberán de ser diseñados para tener resistencias de diseño al menos equivalentes a las cargas factorizadas calculadas y sus fuerzas aplicadas en combinaciones del método de diseño.

5.1. Estado límite de falla

La resistencia de diseño de un elemento o de una sección transversal, en cuanto a carga, momento, cortante o esfuerzo, deberá tomarse como una resistencia nominal P_n , calculada conforme a los requerimientos y suposiciones de este reglamento, multiplicado por un factor de reducción por capacidad ϕ . La resistencia de diseño deberá ser igual o mayor que la acción factorizada y producto de combinaciones de carga, P_u , que podrá ser una acción de momento, carga axial, cortante o tensión, como sea apropiado.

$$P_u \leq \phi S_n \quad (\text{Eq. 5-1})$$

Los factores de reducción por capacidad serán:

$\phi = 0.60$ para compresión axial

$\phi = 0.80$ para flexión

$\phi = 0.70$ para cortante

$\phi = 0.70$ para conexiones de acero embebidas en la tierra

$\phi = 0.60$ para flexión determinada en Apéndice A

$\phi = 1.0$ para momentos, cargas o cortantes derivados de sobrerresistencia

El diseño no podrá basarse en un valor menor al de fluencia característico del acero, ni excedente a 485 MPa (4945 kgf/cm²).

5.2. Estado límite de servicio

Los elementos sujetos a flexión deberán de ser diseñados para tener una rigidez adecuada para limitar deflexiones o deformaciones que puedan afectar la condición de servicio de la estructura bajo las cargas en servicio establecidas en el reglamento.

El espesor mínimo en dirección horizontal, donde los muros no estén soportando o estén conectados a muros divisorios u otros elementos constructivos que sean susceptibles a daño por deflexiones considerables, no deberán ser menores a los siguientes, a menos que se demuestre que un espesor menor se pueda usar sin efectos adversos.

Simplemente apoyado	$h/18$ o $L/18$
Continuo en un sentido	$h/21$ o $L/21$
Continuo en dos sentidos	$h/22$ o $L/22$
Cantiléver	$h/8$ o $L/8$

Deflexiones calculadas para diseño sísmico bajo respuesta elástica deberán limitarse a $h/150$.

5.3. Otras consideraciones

La resistencia al fuego de construcción con tierra deberá tomarse como 120/120/120 para un espesor de muro de 150 mm, a menos que se demuestre ser mayor por medio de pruebas.

Se deberá detallar la estructura para que los efectos de agua y penetración de humedad no afecten el desempeño de la estructura ni sus contenidos. Este detallado queda fuera del alcance de este reglamento.

La resistencia de diseño de pernos de cortante embebidos en la tierra deberá de limitarse a los siguientes valores, que deberán de ser multiplicados por el factor de reducción ϕ correspondiente.

Tabla 5.1 – Resistencia nominal de pernos de cortante en muros de tierra

Diámetro del perno (mm)	Resistencia a cortante (kN)
16	1.8
20	2.6
24	4.4

Los pernos deberán de protegerse contra la corrosión de acuerdo con el reglamento correspondiente. Los pernos deberán de ser embebidos en mortero hecho con el material de tierra, o en grout de arena / cemento.

Las cargas en los pernos deberán de tomar en cuenta cargas de impacto, por vibración, por efecto de cambios volumétricos dados por contracción, deformaciones a largo plazo y temperatura.

La distancia mínima al borde de pernos para construcciones de tierra, medidos desde el eje centroidal del perno, no podrá ser menor a la longitud requerida de anclaje, a menos que:

- La carga sea reducida en la misma proporción a la que se reduzca la distancia al borde
- Los pernos estén confinados por refuerzo; en ese caso, la distancia al borde podrá ser reducida en 50%, pero no podrá tomarse menor a 100 mm.

La distancia de anclaje mínimo de pernos será de $\frac{3}{4}$ del espesor del muro, con una longitud mínima de 200 mm. Si el espesor es tan pequeño que no se cumpla esta condición mínima, la resistencia nominal de la Tabla 5.1 deberá de reducirse de la siguiente forma:

$$\frac{\text{longitud de anclaje del perno (mm)}}{200}$$

El extremo anclado del perno deberá de retener su cabeza normal con una tuerca de acero galvanizado de dimensiones mínimas de 50 x 50 x 3 mm, o 55 de diámetro x 3 mm.

6. Flexión con o sin carga axial

6.1. Alcance

El factor de ductilidad Q deberá tomarse como 2.0 para elementos de tierra reforzados con ductilidad limitada, con excepción de muros de BTC, donde se tomará un valor de 1.25. Para estructura reforzada o no reforzada con respuesta elástica, el valor de Q será de 1.

Los elementos reforzados sujetos principalmente a flexión deberán de diseñarse como vigas.

Un elemento sujeto a una carga axial de diseño P_u mayor a $0.5f_eA_b$ deberá diseñarse para que la carga axial total sea soportada por un núcleo de madera, concreto reforzado o acero.

Cuando la carga axial de diseño P_u sea menor a $0.5f_eA_b$, el elemento deberá de ser diseñado como muro o columna.

El diseño de muros de tierra no reforzados sujetos o no a compresión deberán diseñarse de acuerdo con la sección 6.3. Para considerar los efectos combinados de tensión y flexión en muros, se usará el método descrito en el apéndice A. Se deberá considerar los efectos de levantamiento por viento con el método descrito en el apéndice A.

Se deberá de tomar en cuenta la reducción en resistencia a flexión debido a la reducción efectiva de cargas axiales gravitacionales por efecto de levantamiento por viento. La resistencia a tensión del muro deberá de tomarse como cero.

6.2. Principios generales y requisitos

El extremo estructural de un muro o columna de tierra sujeta a cargas verticales deberá ser la superficie vertical a través de la cual no se pueda transmitir cortante longitudinal, que incluye:

- a) El extremo físico o cara vertical del elemento
- b) Una junta de control en el elemento
- c) Un enjarre vertical en construcción con tierra (que no sean las uniones verticales enjarradas en un acomodo de bloques común)

Las dimensiones mínimas de una columna serán de 250 mm si es reforzada y 580 mm si no es reforzada. Se deberán de cumplir con las relaciones de esbeltez máximas de las tablas 4.2 y 4.3. Las columnas deberán de construirse para que cualquier hueco vertical tenga una dimensión libre mínima de 60 mm y un área mínima de 9000 mm². Un hueco de columna que tenga 4 barras deberá tener dimensiones libres mínimas de 150 x 150 mm.

La resistencia de diseño para flexión con o sin carga axial deberá de tomarse de acuerdo con la sección 6.3 si no tiene

refuerzo, y con criterios que satisfagan las condiciones de equilibrio como se describe a continuación, si el elemento es reforzado.

La relación entre la distribución del esfuerzo a compresión y la deformación de la tierra se deberá considerar como cumplida en el extremo de la fibra a compresión de f_e con una distribución de esfuerzos triangular o trapezoidal.

El modo de falla en flexión será por una falla a tensión. No se deberá depender de la resistencia a compresión del acero de refuerzo para incrementar la resistencia de elementos de tierra. La tensión en el acero de refuerzo sometida por efectos de flexión deberá de ser distribuida equitativamente a lo largo de las zonas de tensión.

El diámetro del acero de refuerzo longitudinal a usar en columnas no deberá de ser mayor a 16 mm. El refuerzo longitudinal mínimo de columnas deberá ser 1 barra de 12 mm de diámetro.

6.3. Muros no reforzados

6.3.1. Principios generales

Se deberá cumplir con los siguientes requisitos para muros no reforzados de tierra en cualquiera de sus formas.

La resistencia a compresión de los muros depende de los siguientes factores:

- Esbeltez
- Excentricidad efectiva de la carga en cada extremo

- Resistencia a la compresión característica de la tierra
- Área transversal de la tierra

En muros sujetos a compresión y flexión, las cargas verticales y de flexión deberán de combinarse en la parte superior e inferior del elemento considerando que la carga vertical está actuando en excentricidades estáticas equivalentes efectivas, e , en cada extremo. En este cálculo, se deberá de considerar la disposición de cargas vivas más desfavorable. Se considerará la combinación de cargas más crítica. La excentricidad equivalente efectiva en cualquier punto no deberá exceder $t_w/6$.

6.3.2. Relación de esbeltez

En flexión uniaxial y compresión de elementos uniformes simétricos, se deberá de diseñar cumpliendo con la siguiente relación:

$$P_u \leq k\phi P_o \quad (\text{Eq. 6-1})$$

donde

$$P_o = f_e A_b \quad (\text{Eq. 6-2})$$

Los factores de reducción k para esbeltez y excentricidad se podrán consultar en la Tabla 6.1 del anexo.

La relación de esbeltez de un elemento alrededor de un eje principal dado será la siguiente, para un elemento vertical que está lateralmente sujetado a lo largo de uno o ambos de sus extremos superior e inferior:

$$S_r = a_v h/t \quad (\text{Eq. 6-3})$$

donde

$a_v = 0.75$ para elementos apoyados lateralmente y restringidos rotacionalmente, ambos en la parte superior e inferior

= 0.85 para elementos apoyados lateralmente en la parte superior e inferior y restringidos lateralmente en la parte superior o inferior

= 1.00 para elementos apoyados lateralmente y libres de rotación en la parte superior e inferior

= 2.00 para elementos apoyados lateralmente y restringidos rotacionalmente sólo en la parte inferior

6.3.3. Cargas puntuales

Cada carga puntual a compresión actuando en un muro deberá de dispersarse a través del elemento. Se asumirá que una carga concentrada se dispersará a un ángulo de 45° de la horizontal, desde el perímetro del área portante de la carga hasta la mitad de la profundidad del muro. Esta dispersión no deberá de extenderse dentro de la zona de dispersión de una carga puntual adyacente, o fuera del extremo estructural del elemento, como está definido en la sección 6.2. Se puede consultar un diagrama de la dispersión de esfuerzos en la figura 6.1 del anexo.

La carga axial de diseño P_u aplicada en cualquier sección transversal deberá incluir la carga puntual de diseño, más la porción de fuerzas a compresión que actúan en el área transversal A_b bajo consideración.

El momento de diseño M_u actuando en la misma sección transversal deberá incluir el momento de flexión, si es que hay, de la carga puntual de diseño, más la porción de momento de flexión de otras cargas y fuerzas que actúen sobre el área transversal.

El elemento deberá diseñarse para satisfacer la siguiente ecuación para cada sección transversal dentro de la zona de dispersión de la carga puntual:

$$P_u \leq k_b P_o \quad (\text{Eq. 6-4})$$

El valor del factor de concentración de carga k_b será:

a) Para secciones transversales a una distancia mayor a $0.25 h$ debajo del nivel de aplicación de la carga puntual

$$k_b = 1.00$$

b) Para secciones transversales a hasta $0.25 h$ debajo del nivel de aplicación de la carga puntual

i) En muros diferentes a los del punto (ii)

$$k_b = 1.00$$

- ii) En muros de mampostería de tierra sólida o rellena, se usa la siguiente expresión, donde k_b no podrá tomarse menor a 1.

$$k_b = \frac{0.55 \left(1 + 0.5 \frac{a_1}{L} \right)}{\left(\frac{A_{ds}}{A_{de}} \right)^{0.33}} \leq 1.50 + \frac{a_1}{L}$$

donde

A_{ds} = Área de dispersión de la carga concentrada en la zona transversal de diseño

A_{de} = Área de dispersión de la carga concentrada en el elemento a media altura (L_{et}).

a_1 = distancia del borde del muro al borde del área de carga

L = Longitud libre del muro

6.3.4. Flexión horizontal por cargas fuera del plano

El diseño de un muro de tierra sin reforzar para resistir flexión horizontal de cargas fuera del plano como viento o sismo deberán cumplir con los siguientes requisitos.

Se asume que los muros de tierra no tienen huecos, y que en muros compuestos de bloques se tienen al menos 4 bloques actuando en conjunto para resistir la flexión horizontal.

El muro tendrá que cumplir con la siguiente relación para cada combinación de momentos horizontales de diseño simultáneos (M^*_{dh}).

$$M^*_{dh} \leq M_{ch} \quad (\text{Eq. 6-5})$$

donde

$$M_{ch} = 0.40 \phi f_{et} Z_u \quad \text{para muros de tierra con bloques} \quad (\text{Eq. 6-6})$$

$$M_{ch} = \phi f_{et} Z_u \quad \text{para otros tipos de muros de tierra} \quad (\text{Eq. 6-7})$$

La resistencia del muro se calcula con las disposiciones del Apéndice A. Se deberán de considerar los efectos P-delta sísmicos. Las acciones fuera del plano se podrán mantener sólo si los bloques individuales son restringidos de resbalar o rotar.

6.4. Principios y requisitos adicionales

Las columnas deberán de ser diseñadas con la combinación de carga de diseño y momento de diseño más desfavorable.

Columnas no reforzadas deberán de ser diseñadas como muros cortos.

Si e/t_w excede 0.2, la flexión en los dos ejes se deberá considerar en conjunto. Esta acción combinada no deberá poner cualquier parte de la sección en tensión.

Cuando se utilicen columnas compuestas con otro material dentro muros o columnas de tierra, la resistencia

de la tierra no se incluirá en el cálculo de la resistencia de la columna.

7. Cortante

Esta sección aplica para el diseño de muros de tierra para cortante y torsión con flexión y con o sin carga axial. El diseño de muros de tierra por cortante y torsión se hará de acuerdo con los principios establecidos del concreto reforzado, y modificados de acuerdo con este reglamento. Si no se dan requerimientos específicos en este reglamento, se deberán de cumplir con los requerimientos y principios apropiados establecidos en el diseño de concreto reforzado.

7.1. Principios generales y requisitos

7.1.1. Muros no reforzados

El diseño de un muro no reforzado de tierra sujeto a esfuerzos de cortante, con o sin esfuerzos de compresión actuando simultáneamente en el plano de corte, deberá de cumplir con la siguiente relación, considerando el esfuerzo a cortante de diseño V_u y el esfuerzo a compresión mínimo f_d actuando en la sección.

$$V_u \leq \phi(f_{es}A_b + k_v f_d A_b) \quad (\text{Eq. 7-1})$$

$$\leq 5\phi f_e s A_b \quad (\text{Eq. 7-2})$$

Los principios de diseño sísmico con ductilidad limitada no deberán de aplicarse para tierra sin reforzar.

El valor de k_v será de:

- a) Para zonas a prueba de humedad tipo membrana, u otras ubicaciones similares que ofrezcan baja resistencia a la fricción:

$$k_v = 0 \quad (\text{Eq. 7-3})$$

- b) En uniones de mortero:

$$k_v = 0.30 \quad (\text{Eq. 7-4})$$

Donde sea necesario transmitir esfuerzos de cortante a través de intersecciones de muros y juntas de mortero verticales en muros de tierra con bloques, el tipo de unión a través del plano de cortante deberá ser una unión traslapada.

En muros de cortante, donde las cargas laterales estén resistidas por dos o más de estos actuando juntos, la carga y las acciones deberán de ser distribuidas entre los muros de cortante usando los principios de análisis estructural, tomando en cuenta la rigidez relativa de los muros bajo estas acciones, y el efecto de aberturas, si es que hay, en los muros.

La capacidad de un muro de cortante bajo compresión y flexión en la dirección longitudinal del muro deberá de ser evaluada con base en las propiedades de la sección transversal monolítica completa del muro.

7.1.2. Muros reforzados

El diseño de un muro de tierra sujeto a cortante deberá de basarse en:

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\text{Eq. 7-5})$$

donde V_u es la carga de cortante derivada de la carga factorizada de la estructura y V_n es la resistencia nominal de la sección, la cual será:

- a) Bajo respuesta elástica o condiciones de estado límite por servicio

$$\begin{aligned} V_n &= f_{es}td + A_{sv}f_{sy}d/s + k_vf_dtd \\ &\leq 5f_e td \end{aligned} \quad (\text{Eq. 7-6})$$

- b) Bajo respuesta sísmica dúctil limitada

$$V_n = A_{sv}f_{sy}d/s \quad (\text{Eq. 7-7})$$

Para muros a cortante con $L < h$, d deberá tomarse como $0.8L$, a menos que se determine lo contrario con un análisis de compatibilidad de esfuerzos. Para muros con $L \geq h$, d deberá tomarse igual a L .

El refuerzo deberá ser alguno de los siguientes:

- a) Acero, ya sea normal o de alta resistencia (ya sea deformado o plano), con excepción del refuerzo descrito en la sección 8.9.
- b) Tejido de alambre soldado dentro del plano del elemento, con alambres

cortados para formar “escaleras” o “huesos de pescado”

- c) Geo-malla biaxial de polipropileno o similar con aperturas cuadradas o rectangulares. Se deberá de realizar un control de calidad del material con la norma correspondiente. Se cortará en tiras para formar escalones de refuerzo.

Varillas, alambres o cable que se use para refuerzo por cortante deberá diseñarse de acuerdo con lo descrito en la sección 8.4 para desarrollar el esfuerzo de fluencia del refuerzo.

El refuerzo de cortante deberá ser distribuido uniformemente a través de la altura del muro.

Geo-mallas de polipropileno que se usen como refuerzo de cortante deberán de estar ancladas al refuerzo vertical en cada extremo de los muros portantes con un punzón HDPE de 6 x 20 mm o una varilla de acero de mínimo 6 mm de diámetro, enredado a través de la malla.

7.2. Principios y requisitos adicionales

Las provisiones de la sección 7.2 aplica a elementos bajo cargas sísmicas correspondientes a un factor de ductilidad estructural de $Q \leq 2.0$. Para elementos cuya resistencia a cortante ideal bajo cargas sísmicas corresponde a $1.25 \leq Q \leq 2.0$, los parámetros se obtendrán por medio de interpolación lineal entre los requisitos de la sección 7.1 y 7.2.

La carga de cortante de diseño en elementos sujetos principalmente a flexión deberá determinarse de consideraciones de cargas estáticas transversales en el elemento, con la sobrerresistencia a flexión siendo desarrollada en la ubicación más probable de secciones críticas dentro del elemento o en elementos adyacentes, junto con la carga gravitacional con el factor de carga apropiado.

La resistencia a cortante dada por muros con ductilidad limitada deberá tener un margen adecuado para los esfuerzos a flexión requeridos dentro del plano. La sobrerresistencia del muro dada por flexión dentro del plano deberá calcularse para ser de un mínimo de $1.25/\phi$. Donde el muro de ductilidad limitada sea menor a 1.4 m de largo, la influencia de la sobrerresistencia a flexión también deberá considerarse para un factor de sobrerresistencia de compresión de la tierra de mínimo 4, a menos que el factor de sobrerresistencia se obtenga de conocer el coeficiente de variación de resistencia de la tierra. Esta obtención está fuera del alcance de este reglamento.

La carga a cortante de diseño en elementos sujetos a una combinación de flexión y carga axial deberá determinarse de consideraciones de las cargas estáticas en el elemento, con la combinación más desfavorable de momentos máximos probables, y considerando sobrerresistencia a flexión siendo desarrollada en secciones críticas donde sea apropiado.

Si una estructura es diseñada para trabajar con ductilidad limitada, se deberá realizar la redistribución apropiada de cargas de cortante.

Al aplicar la ecuación 7-4 para diseñar secciones transversales donde el esfuerzo a cortante se calcule con es específica en la sección 7.2, el factor de reducción ϕ será de 1.0.

La resistencia nominal total a cortante f_n no deberá exceder los valores máximos de f_e de la sección 4.2.

En todas las regiones de bisagra plástica potencial en columnas o muros, para $Q = 2.0$, la resistencia a cortante f_{es} deberá asumirse como cero para cualquier combinación de cargas sísmicas.

Para $Q \leq 1.25$, la resistencia a cortante de la tierra podrá ser usada, y el uso de refuerzo horizontal no es obligatorio.

8. Detalles, anclaje y desarrollo de refuerzo

Esta sección aplica para el detallamiento de refuerzo, incluyendo espaciamiento y recubrimiento, diseño de anclajes, desarrollo y traslapes.

8.1. Refuerzo de acero

Las varillas de acero de refuerzo deberán de cumplir con los requisitos del reglamento correspondiente.

Refuerzo en juntas, donde se permita por este reglamento, deberá de ser fabricado en forma de armadura tipo “lattice” con dos alambres de acero dulce de 4 mm de diámetro conectados por alambre de 2 mm de diámetro soldado a ellos; el armado completo deberá de ser galvanizado después de su fabricación. Un corte tipo “hueso de pescado” o “escalón” de una malla de acero soldado podrá ser usado. Otros tipos de refuerzo en juntas que cumplan con los requisitos de este reglamento podrán ser usados.

8.2. Espaciamiento del refuerzo

La distancia entre varillas de refuerzo paralelas no deberá ser menor al diámetro nominal de las varillas, ni menor a 25 mm.

El tamaño máximo nominal de las partículas de tierra no deberá de ser mayor a $\frac{3}{4}$ del espaciamiento mínimo entre varillas o paquetes de varilla de refuerzo.

8.3. Anclaje mecánico

El anclaje del refuerzo deberá de ser alguno de los siguientes:

- a) El indicado para diseño de concreto reforzado
- b)
 - 1) Una varilla de máximo 6 mm anclada 300 mm alrededor de una varilla de mínimo 12 mm para adobe
 - 2) Una varilla de máximo 10 mm anclada 300 mm alrededor de una varilla de mínimo 12 mm para tierra apisonada o BTCs.
- c) Anclaje a un bloque de madera o una placa, donde el esfuerzo a tensión total de la varilla a tensión pueda ser desarrollado, y el material de tierra en contacto con los anclajes tenga una resistencia a compresión adecuada, como indica la sección 6.3.3.

8.4. Traslapes y uniones

Los traslapes de refuerzo deberán de indicarse en los dibujos de diseño o las especificaciones. Traslapes dentro de material de tierra que no sean dentro de núcleos de cemento, deberán de ser soldados o unidos mecánicamente.

Todas las soldaduras de barras de refuerzo deberán de cumplir con su reglamento correspondiente. Las soldaduras no deberán de realizarse a menos de $10d_b$ de dobleces. Armados de alambre reforzado no deberán de ser soldados.

Se podrán usar traslapes soldados o conectores mecánicos que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- a) Traslapes soldados diseñados de acuerdo con el diseño de acero reforzado en su respectivo reglamento
- b) Traslapes soldados de resistencia completa donde las varillas estén soldadas por penetración para desarrollar en tensión la resistencia última de la varilla
- c) Traslapes soldados de alta resistencia donde las varillas estén soldadas por penetración para desarrollar $1.6f_y$ en tensión, o la resistencia última de la varilla, la que sea menor
- d) Conectores mecánicos, es decir una conexión que dependa de una unión mecánica con las deformaciones de las varillas para desarrollar la capacidad de la conexión. Una conexión de alta resistencia deberá desarrollar tensión o compresión, como sea requerida, no menor a $1.6f_y$ o la resistencia última de la varilla, la que sea menor. Al ser probada en tensión o compresión, el cambio de longitud sometida a un esfuerzo de $0.7f_y$ de la varilla, y medida sobre la longitud completa del sistema de conexión, no deberá de exceder el doble de una longitud equivalente de varilla sin cortar.

El refuerzo a cortante deberá ser anclado en las orillas con alguno de los siguientes:

- a) Un dobléz de 180° con un retorno de 300 mm alrededor de otra varilla
- b) Un anclaje embebido en concreto o grout suficiente para desarrollar el esfuerzo a tensión del refuerzo, que tiene un área de descarga en la tierra que cumple con los requisitos de la sección 6.3.3.
- c) Un anclaje a un bloque de madera o una placa, cumpliendo con los requisitos indicados para anclajes de refuerzo en esta misma sección

8.5. Protección del refuerzo

Se deberá de cumplir con el recubrimiento mínimo de tierra o grout indicado en reglamento de materiales de construcciones con tierra.

8.6. Protección de barras de refuerzo expuestas

Exposición de varillas de refuerzo, placas u otros elementos que se tengan la intención de conectar con extensiones futuras deberán de protegerse contra la corrosión.

8.7. Recubrimientos requeridos para protección contra incendios

Si en el diseño contra incendios, se requiere una protección del refuerzo mayor a la especificada para la protección

del elemento de tierra, se usará un espesor mayor.

8.8. Refuerzo de muros

El refuerzo del muro se realizará como se indica en los capítulos 6, 7 y 9.

8.9. Refuerzo deformado / no deformado

En tierra apisonada, para disminuir el riesgo de agrietamiento horizontal causado por sus deformaciones, se usarán barras de acero lisas verticales. Éstas deberán de ser recubiertos con aceite o una capa de plástico.

9. Cimentaciones

9.1. Principios generales y requisitos

Los cimientos deberán de ser del mismo espesor del muro de tierra que cargan, o de mampostería o piedra. Mampostería de concreto reforzada deberá de tener el mismo ancho que el muro que carga, con excepción de que un sistema de cimentación de estos de 240 mm de ancho podrá cargar un muro de 300 mm de ancho. Para muros con espesor mayor a 300 mm, se usarán cimentaciones de concreto reforzado con espesor mínimo del ancho completo del muro.

9.2. Cargas y reacciones

Las cimentaciones se diseñarán usando los métodos de reglamento convencionales correspondientes.

Las cimentaciones deberán de ser dimensionadas para resistir las cargas de diseño y las reacciones que estas inducen, de acuerdo con los requisitos de diseño apropiados de este reglamento.

El área de base de las cimentaciones se deberá determinar de cargas externas y momentos provenientes de cargas factorizadas, transmitidas de la cimentación al suelo, y las resistencias del suelo determinadas por principios de mecánica de suelos.

El sistema de cimentación de todas las estructuras deberá de extenderse a profundidades que permitan una transmisión de cargas segura. Se deberá de tomar en consideración efectos de cambios temporales de humedad en el suelo, movimiento lateral del suelo y movimiento del suelo en áreas inestables.

Cuando se requiera la combinación de cimentaciones superficiales y profundas, asentamientos diferenciales y efectos de torsión se deberán de tomar en consideración en el diseño de la cimentación, y la provisión de juntas de control.

Asentamientos a largo plazo no deberán de perjudicar el servicio de la superestructura por agrietamiento o movimiento.

El concreto a usar en la construcción de cimentaciones deberá de ser de grado convencional o mayor.

Se deberá de utilizar refuerzo en la parte superior e inferior de cimentaciones corridas para resistir cargas de diseño, y no deberá de ser menor a 2 cm^2 de acero en total.

Se deberá de utilizar un refuerzo mínimo de cortante, y su separación no deberá ser mayor a 600 mm de centro a centro.

Cuando el nivel de piso terminado sea una superficie pavimentada, empedrada o adoquinada, la parte superior de la cimentación, es decir, la base del muro de tierra, no deberá estar a menos de 150 mm por encima del nivel de superficie pavimentada final.

La altura de la cimentación, es decir, la base del muro, no deberá estar a menos de 225 mm por encima del nivel de piso terminado cuando sea de tierra, grava suelta u otra superficie sin pavimentar.

La parte superior de la cimentación bajo muros de tierra deberá ser limpiada de cualquier lechada, tener un acabado rugoso de 5 mm de amplitud, y tener 2 capas de sellador bituminoso para formar una capa impermeable al agua.

9.3. Principios y requisitos adicionales para diseño sísmico

El sistema de cimentación deberá de mantener su habilidad para soportar las cargas gravitacionales mientras mantiene el mecanismo de disipación de energía sísmica elegido en la estructura.

Todos los elementos deberán cumplir con los principios adicionales y requisitos de esta sección cuando estén sujetos a cargas sísmicas. Los elementos a flexión no diseñados para comportamiento dúctil que tengan una resistencia ideal no menor al total más grande de carga sísmica que se le puedan ser transmitidos por la superestructura, deberán de cumplir con estos requisitos.

Las cimentaciones de muros a cortante deberán de tener una resistencia al volteo adecuada para soportar la capacidad a sobrerrestencia de flexión definida en la sección 7.3 para $Q > 1$.

10. Referencias bibliográficas

- ACI. ACI 318 Requisitos de reglamento para concreto estructural. (2008).
- CDMX. Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones (2017).
- CFE. Manual de Diseño de Obras Civiles. Capítulo C.1.3 Diseño por Sismo (2015).
- New Zealand Standards. NZS 4203 Code of practice for general structural design and design loadings for buildings. (1992).
- New Zealand Standards. NZS 4297 Engineering Design of Earth buildings. (1998).
- New Zealand Standards. NZS 4298. Materials and workmanship for earth buildings. (1998).

ANEXO

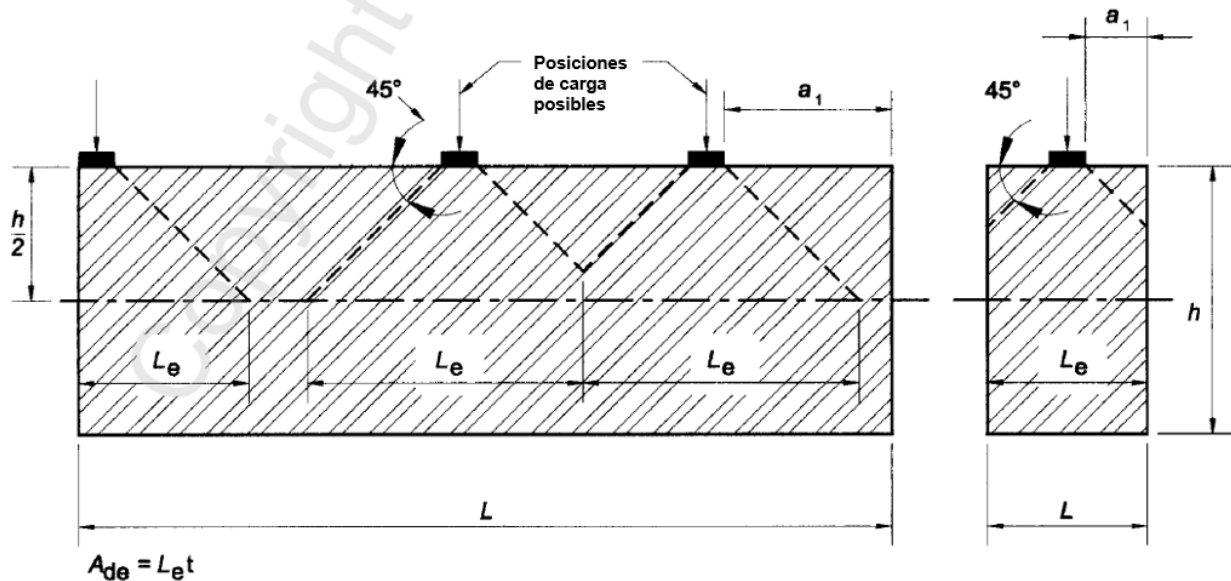
Tabla 6.1 – Factor de reducción (k) para esbeltez y excentricidad

Relación de esbeltez (S_r)	Factor de reducción (k)				
	Relación de excentricidad contra espesor (e / t_w)				
	≤ 0.05 (Nota 5)	0.10	0.20	0.30	0.33
6	1.00	0.78	0.56	0.38	0.32
8	0.94	0.73	0.54	0.34	0.29
10	0.88	0.67	0.49	0.31	0.25
12	0.82	0.62	0.45	0.27	0.22
14	0.76	0.56	0.40	0.23	0.18
16	0.70	0.51	0.35	0.20	0.15
18	0.64	0.45	0.31	0.16	0.11

NOTA –

- (1) Los valores por encima de la línea punteada corresponden a una falla por aplastamiento.
Los valores por debajo de la línea punteada corresponden a una falla por inestabilidad lateral.
- (2) Ver sección 4.3 para valores máximos de esbeltez permitidos.
- (3) Se podrá usar una interpolación lineal entre valores dados por la tabla.
- (4) e es la excentricidad mayor, ya sea en la parte superior o inferior.
- (5) Los valores de k para $e / t_w = 0.05$ sólo aplican en columnas.

Figura 6.1 – Posiciones de carga y áreas efectivas de dispersión



APÉNDICE A – Método para determinar la resistencia sísmica de muros de tierra no reforzados

A1. General

Este método involucra el graficado de la curva de la aceleración de respuesta contra el desplazamiento del muro en 4 puntos calculados. El principio de energía equivalente se usa para determinar la aceleración de respuesta elástica equivalente en la cual se considera que ocurrirá la falla. Esto involucra calcular el área bajo la curva de la respuesta de aceleración contra el desplazamiento del muro.

Este método depende de que se sigan las siguientes suposiciones en el modelo:

- El muro se agrieta a la mitad de su altura
- El muro está restringido adecuadamente mediante conexiones a diafragmas de piso, de techo, por vigas, cimentaciones, u otras estructuras en la parte superior e inferior.
- En su estado límite último, se usará un bloque de compresión rectangular equivalente con un valor máximo de $0.85f_e$.
- En cargas menores a las del estado límite último, se usará una distribución triangular de los esfuerzos en el muro.

- La aceleración vertical pico del suelo bajo cargas sísmicas es $2/3$ de la aceleración horizontal pico del suelo.
- Las reacciones verticales en la parte superior e inferior del muro actúan en el eje central del muro.

El modelo estructural para este método se representa en las figuras A1.

Figura A1 – Resumen de cargas, fuerzas y acciones en muros de tierra no reforzados

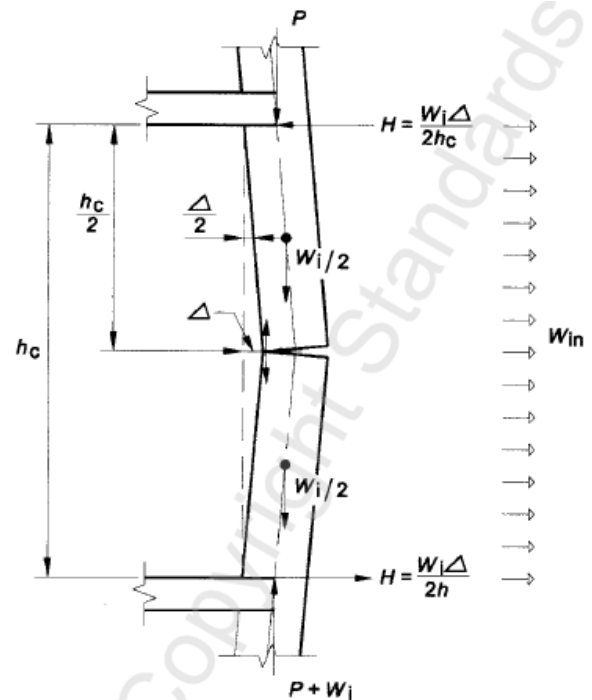


Figura A1-1 Fuerzas en muro con carga, incluyendo reacciones laterales

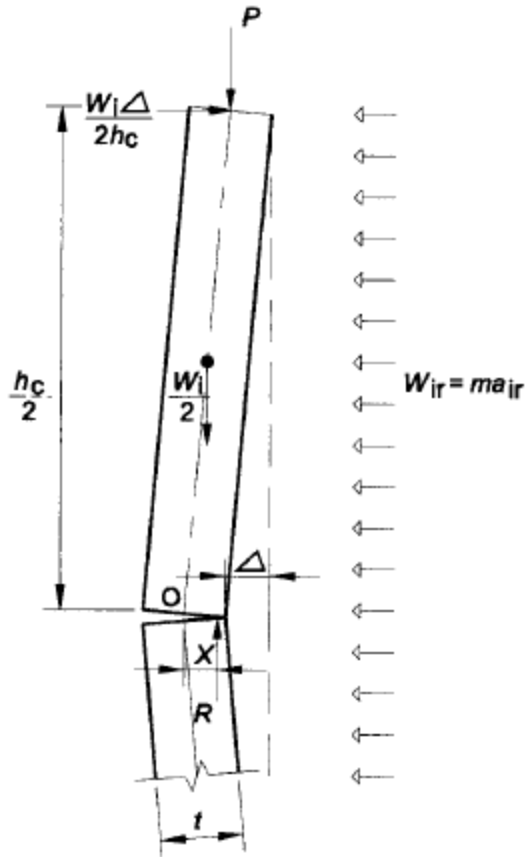


Figura A1-2 Equilibrio de momentos para muro con carga

A2. Procedimiento

1. La curva de aceleración de respuesta contra desplazamiento del muro se grafica con 3 puntos, representados por:
 - a. Al iniciar el agrietamiento con compresión cero en una cara
 - b. A la mitad del agrietamiento con compresión cero en el eje central del muro.

- c. En $\frac{3}{4}$ del agrietamiento, donde la compresión cero se da a $\frac{3}{4}$ del espesor del muro
- d. En la carga última
- e. Antes de iniciar las cargas, en aceleración y desplazamiento cero

Figura A2 – Distribución de esfuerzos y acciones en los 4 estados de agrietamiento

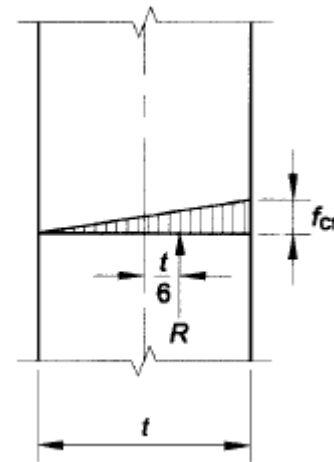


Figura A2-1 Inicio del agrietamiento

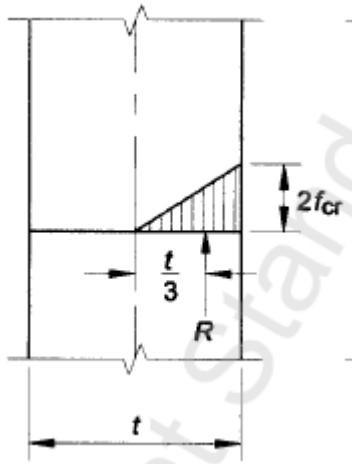


Figura A2-2 A la mitad del agrietamiento

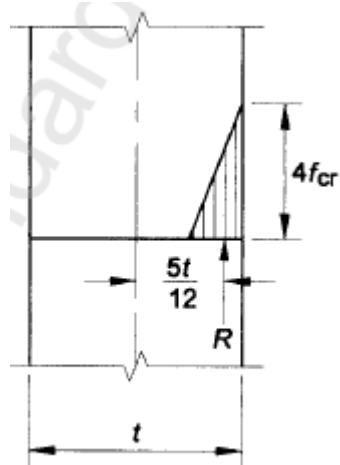


Figura A2-3 A 3/4 del agrietamiento

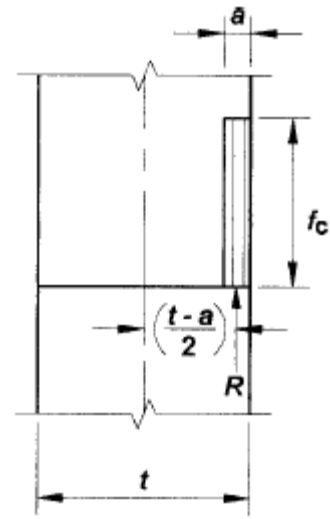


Figura A2-4 En estado último

2. Calcular la carga gravitacional, P , en la parte superior del muro estudiado, y el peso propio W del muro estudiado.
3. Determinar la aceleración de diseño C_{pi} para los elementos del muro en consideración, con $Q = 1$. La aceleración se calculará con las disposiciones sísmicas y se modificará por los factores de modificación del espectro aplicables.
4. Determinar R de:

$$R = \left(1 - \frac{2}{3}C_{pi}\right) \left(P + \frac{1}{2}W\right)$$

- 4.2. Al iniciar el agrietamiento, determinar:

$$M_{cr} = \frac{Rt}{6}$$

(kN-m/m)

$$w_{cr} = \frac{8M_{cr}}{h^2}$$

(kN/m)

$$\Delta_{cr} = \frac{5}{384} \frac{w_{cr} h^4}{E_e I}$$

(mm)

donde

$$I = \frac{t^3}{12}$$

La aceleración requerida para causar el agrietamiento se calcula de:

$$a_{cr} = \frac{8R}{h^2 \gamma t} \left(\frac{t}{6} - \Delta_{cr} \right)$$

(g)

4.3. A la mitad del agrietamiento del muro, determinar:

$$M_{1/2} = 2M_{cr}$$

(kN-m/m)

$$w_{1/2} = \frac{16M_{cr}}{h^2}$$

(kN/m)

$$\Delta_{1/2} = \frac{16M_{cr}}{h^2}$$

(mm)

$$a_{1/2} = \frac{8R}{h^2 \gamma t} \left(\frac{t}{3} - \Delta_{1/2} \right)$$

(g)

4.4. A $\frac{3}{4}$ del agrietamiento, determinar:

$$M_{3/4} = 2.5M_{cr}$$

(kN-m/m)

$$w_{3/4} = \frac{20M_{cr}}{h^2}$$

(kN/m)

$$\Delta_{3/4} = 16\Delta_{cr}$$

(mm)

$$a_{3/4} = \frac{8R}{h^2 \gamma t} \left(\frac{5}{12} t - \Delta_{3/4} \right)$$

(g)

4.5. En momento último:

$$M_u = R \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right)$$

(kN-m/m)

donde

$$a = \frac{R}{0.85f_e}$$

(kN/m)

$$w_u = 0$$

$$\Delta_u = \frac{t}{2} - \frac{a}{2}$$

(mm)

$$a_u = 0$$

5. Graficar la aceleración de respuesta, a (eje y) contra desplazamiento del

muro Δ (eje x), incluyendo el punto (0,0).

6. Calcular el área bajo la curva calculada, A_I (mm g)
7. Determinar la aceleración de respuesta que induce la falla en el muro, a_e , de:

$$a_e = \phi \sqrt{2k_{cr}A_1}$$

donde

$$k_{cr} = a_{cr}/\Delta_{cr}$$

(rigidez inicial del muro)

A3. Criterio de falla

El muro deberá diseñarse de tal forma que:

$$a_e > C_{pi}$$

Gestión de taller comunitario de fabricación de BTC

INTRODUCCIÓN

Se llevó a cabo una visita a nuestra localidad de estudio siendo el pueblo de Chiquilistlan, con toda la información necesaria para poder impartir el taller a las personas interesadas y tener un primer acercamiento con las personas y con esto facilitar la posible realización de más talleres similares al impartido para que sigan conociendo cómo usar este material y poder aprovechar el que tienen en la localidad.

OBJETIVO

Dar a conocer el sistema constructivo de BTC a los potenciales usuarios identificados en Chiquilistlán para generar interés por parte de la comunidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Informar sobre las propiedades, ventajas y proceso de fabricación de bloques de tierra compactada
- Enseñar cómo identificar los materiales requeridos para la fabricación de bloques
- Instruir en cómo realizar los procesos que necesitan los materiales para poder ser empleados en la elaboración de BTC
- Fabricar BTCs en conjunto para consolidar el aprendizaje

PROCESO DE GESTIÓN DEL TALLER

Ya que llegamos al lugar donde se impartirá el taller realizamos una recolección de material para tener con que trabajar, de una zona obtuvimos la arena y de otra la arcilla, la arcilla fue un poco más complicada de obtener ya que estaba algo sólida pero una vez fragmentada se podía triturar o moler esto con ayuda de un pizon para dejarla en las condiciones que requerimos para realizar la mezcla.

Una vez que llegaron las personas interesadas en el taller, este se dividió en 3 partes:

- 1) Después de una breve introducción, se habló de los materiales a emplear, que son la tierra de la zona, la arena, las fibras, la cal y el cemento, esto

acompañado de una explicación de la función de cada parte en el desempeño y en las propiedades de los bloques. Un punto importante durante la explicación fue el agua dentro de la mezcla ya que la mezcla debe de estar húmeda por lo que se explicó cómo saber si está húmeda o si está humedecida demás ya que nuestros bloques son muy sensibles con respecto a la cantidad de agua por lo que es un factor muy importante y este se mencionó de manera muy puntual y clara, enseguida se pasó a hablar de la arcilla y se explicaron varias de las pruebas que se realizan para conocer sus propiedades en campo, como la prueba de la botella (rellenar una botella transparente con la arcilla y llenarla con agua para agitarla y dejarla reposar y poder ver las capas en las que se asienta la arcilla) la prueba del gusano (una vez que ya está humedecida la arcilla se toma con las manos y se hace un poco de presión hasta formar una especie de churro o gusano que sea firme pero no demasiado) y la prueba de la bola (tomar la arcilla humedecida y formar una bola con las manos).

- 2) En la segunda parte del taller, se comenzó por explicar el funcionamiento de la máquina de fabricación de BTCs, o en su defecto, el uso de molde y pisón para hacer los bloques. Con una cierta dosificación ya preparada, se generó la mezcla de las porciones, empezando por la tierra, continuando con la arena, y concluyendo con la cal, el cemento y las fibras, antes de comenzar a humedecer hasta llegar al contenido de agua óptimo. Finalmente, se realizó la fabricación de un bloque como ejemplo para los usuarios.
- 3) En la tercera y última parte del taller, se dividió al grupo en equipos para que cada uno hiciera su propia mezcla y utilizara la máquina por su cuenta, esto con una persona organizadora del taller como asesora para apoyar en dudas del proceso y corregir aspectos para evitar errores y que el aprendizaje de esta técnica sea el más adecuado y correcto. Al acabar la fabricación, hubo una sesión de preguntas y respuestas, seguida por una entrega de diplomas para todos los participantes.

APORTACIONES Y RESULTADOS

Nuestro equipo dentro del trabajo previo al taller, nos encargamos de dar forma a la estructura que tendría el taller para asignar a cada una de las personas una función y así distribuir de mejor manera el trabajo, durante la impartición del taller nuestro equipo se dividió en varias actividades, la principal fue en realizar unas modificaciones a la dosificación que previamente se nos dio ya que al estar en el sitio se presentaron diferencias con el material y una vez pasado esto algunos miembros del equipo ayudaban en la parte teórica o explicaciones del taller mientras otros realizaban las mezclas y trabajaban junto con los locatarios para la realización de los BTC.

Los resultados obtenidos en el taller fueron satisfactorios ya que se pudieron obtener varios bloques con las mezclas que se realizaron en el taller los cuales presentaron muy buenas características físicas ya que estos presentaban muy buena forma, la mezcla con la que se realizaron tenía una consistencia adecuada, al tacto al sacar los moldes de la prensa se podían sentir bastante firmes por lo que los bloques resultaron bastante bien.

En términos generales el taller fue de mucho provecho ya que tuvo buena aceptación por parte de los locatarios debido a que si se presentaba interés por parte de ellos e incluso los locatarios se acercaban a nosotros ante cualquier duda por lo que se sentían en confianza y con seguridad de preguntar e incluso hacer notas al respecto para ellos llevarse la información y poder aplicarlo.

CONCLUSIONES

Consideramos que el objetivo principal se cumplió: hubo mucho interés por parte de la comunidad, en especial de parte de las mujeres, y parece que sí se quiere incorporar como una técnica constructiva de la región, ya que sí había atención al manual y al reglamento que se entregarán para la comunidad incluso la regidora mencionó que había una familia a la que se le desea brindar apoyo para construir o realizar una ampliación en su hogar por lo que la comunidad estará dispuesta e interesada en continuar con este tipo de talleres para poder emplearlos, incluso varios de las personas se acercaron con nosotros para mencionarnos formas en las que ellos pudieran realizar los bloques, una de las personas nos mencionó que es panadera por lo que pregunto a un

miembro del equipo si con un molde rectangular con lo que ella hace las piezas de pan se podía realizar los BTC, lo que nos hace pensar en que ya desean comenzar a fabricar sus propios bloques y buscan la manera mas rapida y practica de comenzar ya que no cuentan con la máquina con la que cuenta el ITESO, incluso varios de los participantes mencionan que si no se contaba con los planos de la máquina ya que tienen contacto con herreros que pudieran fabricarla.

Consideramos que hay muchos aspectos del taller con oportunidad de mejorar. Primeramente, la dosificación empleada fue una que incorporó todos los aditivos posibles, es decir, combinó el uso de cal, cemento y fibras, aunque cabe mencionar que éstos sí fueron proporcionados correctamente; los usuarios mostraron curiosidad por saber una dosificación definitiva que no se pudo proporcionar en el momento, lo cual se podrá hacer cuando se tengan resultados definitivos de las propiedades mecánicas y de resistencia de los bloques para así confirmar una dosificación que resulte óptima y así obtener las características estructurales que deseamos de los bloques. También se encontraron formas más eficientes de fabricar los bloques con la máquina, entre los cuales cabe resaltar los siguientes:

1. En caso de no fijar la máquina al suelo, generar un contrapeso para poder comprimir correctamente el bloque (esto se logró con personas sentadas al extremo opuesto de la máquina)
2. Usar poco más de la cantidad de material que se encuentra en el recipiente
3. Comprimir las orillas de los bloques con los dedos, al igual que emparejar la superficie antes de comprimir

Se considera que el taller fue un éxito, tanto por el interés de la gente que participó como por la retroalimentación recibida. Probablemente un taller futuro que utilice como base el manual y una dosificación más precisa pueda ser más educativo, provechoso y que tome menos tiempo.

IMÁGENES







REPORTE TIERRA 1



Maestro: Gutiérrez Astudillo Nayar Cuitláhuac, Hernández Cárdenas Christian, Olivera Bonilla Ana Rosa

Materia: PAP Programa de desarrollo de tecnología para la edificación y vivienda 1

Carrera: Ingeniería Civil

Elaboro:

- **Brandon Mora Cano**
- **Andrés Figueroa Gil**
- **Andrés Carrasco Ivich**

Tlaquepaque, Jalisco. 23 de enero del 2022

REPORTE DE TIERRA 1

Esta práctica se dividió en tres partes durante toda la sesión donde se nos presentaron en diferentes mesas de trabajo, en donde se nos proporcionaron los términos básicos, algunos conceptos que estaremos usando a lo largo del curso y varias demostraciones.

1. En la primera mesa de trabajo se nos presentó lo que es la tierra, siendo una materia que contiene suelo, minerales, agua y aire, también este puede llegar a tener materia orgánica dependiendo de que tipo de suelo o muestra de suelo sea. Lo siguiente fue clasificarlo según sea su tamaño, para lo que los elementos más grandes son las rocas, después la grava, arenas, limos y arcillas.



(ROCA, GRAVAS, ARENA, LIMOS, ARCILLA)

En este mismo punto se nos habló de que dependiendo la técnica que fuéramos a utilizar para construir, es el tipo de suelo que necesitamos o que se puede realizar una mezcla de estos, también se comentó que se puede realizar una mejora del suelo ya sea añadiendo más partículas de alguna que se necesite para llegar a las proporciones correctas.

Aquí la asesora realizó un ejemplo llenando dos recipientes uno con grava y otro con arena en el que a simple vista parecían que ambos llenaban su recipiente, pero enseguida los mezcló, la arena ocupó los espacios de aire que existían entre las piezas de grava señalando que eso es lo que se busca cuando se hace un mejoramiento de suelo, rellenar los espacios de aire con un tipo de suelo más fino para lograr tener una mejor mezcla que proporcione mejores características y que sea más resistente.

2. En la siguiente mesa el tema principal fue el agua ya que es una parte muy importante para poder lograr construir con agua, lo primero que se realizo fue una muestra de como el agua logra dar cierto fuerza de unión entre los objetos, en este caso se demostró con una charola que contenía canicas que estando completamente secas al mover la charola cada canica tomaba una dirección diferente, pero al colocar agua en esta charola y empapando las canicas al mover la charola estas canicas ya no se movían de manera independiente unas con otras sino que se movían de dos, tres o mas canicas juntas ya que el agua proporciona cierta fuerza de unión entre ellas a lo que la asesoría indico que esto es lo que buscamos en las partículas del suelo que se unan unas con otras para poder tener cierta fuerza estructural para poder construir con la tierra.

Otro ejemplo que se realizo fue unir placas de acrílico con agua entre ellas y levantar estas placas solo de la primera, logrando unir 17 placas sin que se despegaran y solo con agua entre ellas ya que el agua proporciona la fuerza de unión y con esto se nos indico que esto es algo similar a lo que pasa en las arcillas ya que sus granos no son circulares o redondos sino son en forma de placas que se une unas con otra con ayuda del agua indicando que esto es lo que se busca en la construcción con tierra obtener la mezcla ideal entre tierra y agua para poder construir con esto.

Por ultimo se mostró el puente de unión que se forma con al gua, para el cual se colocó una gota de agua entre la yema de los dedos, formando dicho puente de unión.



(PUENTE DE UNION)

3. En la última mesa se tocaba el tema de los espacios entre las partículas y con un aparato que tenían en laboratorio el cual tenía canicas dentro y un orificio podíamos ver las cadenas de fuerza que se formaban evitando que las canicas salieran por el orificio, enseguida para seguir demostrando este tema se realizó una demostración llenando una probeta de arena con un palo de madera en medio y al sacarlo no se tenía tanta oposición, pero se volvió a realizar y ahora al final se golpeo con un mazo la probeta para sacar las partículas de aire y lograr que se formaran las cadenas de fuerza y al intentar sacar el palo de madera no se podía y estaba bastante fijo dentro de la arena, demostrando que las cadenas de fuerza que se forman son muy importantes al igual que eliminar el aire dentro de la mezcla que es lo que nos importa para poder construir con tierra y tener una mayor resistencia.

También se realizó un tipo de castillo de arena en el cual dentro de un cubeta pequeña fuimos rellenándolo con arena húmeda y colocando una malla entre cada capa y apisonando cada capa para al final voltearlo sobre una charola el piso y colocando peso sobre ella y este no sufría alteraciones, tanto resistió que se podía incluso subir encima del castillo de arena una persona y no se deformaba, lo que nos indica que tener un buen material con una humedad óptima, junto con una malla que nos ayude en tema de resistencia se puede lograr construir con este material.

Por último se nos presentaron los cinco estados en el que podemos usar y manipular la tierra que son: seco, húmedo, plástico, viscoso y líquido el cual se realizaron en el laboratorio para conocerlos y se nos mencionó que cada uno de ellos nos sirve para poder realizar una técnica diferente de construcción con tierra, como puede ser la realización de BTC, técnica de tierra lanzada, vaciados, entre otras.

Para finalizar este primer acercamiento a la tierra y los diferentes aspectos que debemos de conocer para poder construir con ella son muy interesantes ya que a

REPORTE TIERRA 1

pesar de ser una técnica o forma de construir que lleva muchos años en la humanidad siempre podrá existir formas de mejorarla y adecuarla las necesidades que requerimos hoy en día, lo que me hace pensar que esa pudiera ser una posible línea de trabajo para este semestre así como llevarlo a las comunidades a identificar las características que se requieren de la tierra para poder construir con ellas y las alternativas para usarla, todo esto me resulta muy interesante para seguir trabajando y lograr un gran avance en este proyecto.

REPORTE DE TIERRA 2



Maestro: Gutiérrez Astudillo Nayar Cuitláhuac, Hernández Cárdenas Christian, Olivera Bonilla Ana Rosa

Materia: PAP Programa de desarrollo de tecnología para la edificación y vivienda 1

Carrera: Ingeniería Civil

Elaboro:

- **Brandon Mora Cano**
- **Andrés Figueroa Gil**
- **Andrés Carrasco Ivich**

Tlaquepaque, Jalisco. 13 de febrero del 2022

REPORTE DE TIERRA 2

Esta práctica trato sobre los bloques de tierra compactada “BTC”, donde se realizaron algunos BTC con diferentes componentes dentro de la mezcla esto con la finalidad de tener un primer acercamiento a su proceso de fabricación y el cómo debe ser la mezcla para poder realizarlos de una manera adecuada.

Nos trasladamos a las canchas sur de ITESO donde se tiene un área designada para este PAP el cual cuenta con los materiales necesarios así como una maquina instalada para poder realizar los BTC



MAQUINA PARA LA REALIZACIÓN DE BTC.

Una vez que estábamos dentro de las instalaciones comenzamos la mezcla con una tierra proveniente de Chiquilistlan que se encontraba en el lugar la cual contenía una gran cantidad de arcilla, lo cual notamos debido a que una vez que comenzamos a incorporar agua a la tierra y al realizar la prueba de humedad con la mano para formar una especie de caracol, la mezcla se quedaba pegada a la mano por lo que más adelante se decidió incorporar diferentes materiales y de igual forma se probó realizando BTC con otra tierra que proviene de la zona de Guadalajara

REPORTE TIERRA 2

Para esta primera mezcla se mezcló tierra proveniente de Chiquilistlan con agua hasta poder obtener una mezcla adecuada la cual nos permitiera realizar los BTC.



REALIZACIÓN DE LA MEZCLA PARA BTC.

Una vez que se tenía la mezcla se procedía a llenar la maquina con la mezcla para poder realizar los bocks, para este punto realizamos varias pruebas las cuales resultaban erróneas debido a que la tierra no llegaba a estar lo suficientemente húmeda para realizar los blocks por lo que no se formaba de manera correcta o al intentar sacarlo del molde este se fractura o perdía su forma muy fácilmente, una vez que se logró la mezcla indicada se pudieron obtener varios blocks de esta mezcla.



LLENADO DE LA MÁQUINA CON LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE BTC.

REPORTE TIERRA 2

Enseguida se optó por realizar una mezcla de tierra y agua, pero incorporando una cierta cantidad de paja troceada ya que en la primera mezcla observamos que presentaba ciertas grietas u oquedades las culés se consideró que incorporando paja a la mezcla se pudiera tener una mayor unión dentro de la mezcla y así evitar estas grietas y de igual forma ayudar a que tuviera una mayor resistencia al momento de manipular el block y ser sacado de la maquina y llevado al lugar donde reposaría.



BTC DE TIERRA, AGUA Y PAJA.

El siguiente paso fue realizar una mezcla con tierra y agua, pero esta vez se le incorporo cal para poder observar el comportamiento de la mezcla con estos dos materiales en conjunto, la mezcla contenía una proporción de cal por nueve de tierra, se homogeneizaron estos dos materiales junto con agua y se procedió a la realización de los blocks con dicha mezcla, en los cuales pudimos observar que presentaban una mayor firmeza y que se podían retirar de la maquina y ser dejarlos sobre el plástico con mayor facilidad que los fabricados solo con la mezcla de tierra y agua.



OBTENCIÓN DE BTC CON MEZCLA DE TIERRA, CAL Y AGUA.

REPORTE TIERRA 2

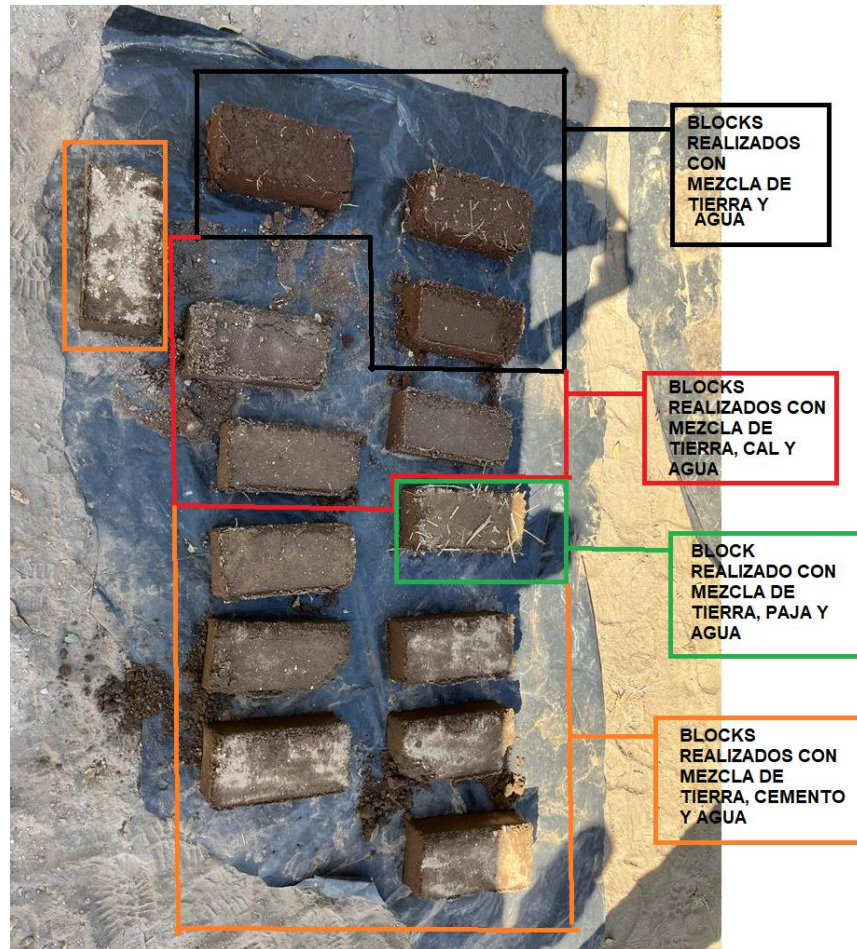
Como ultima mezcla se realizó una que contuviera tierra, agua y cemento, la cual la tierra era proveniente de la zona de Guadalajara, en esta mezcla se no indicio que se incorporara un siete por ciento de cemento del total de tierra que se estaba empleando, una vez que se obtuvo la mezcla se procedió a realizar los blocks. Esta mezcla fue la que mejores resultados presento ya que fueron los que mejor forma tuvieron y los que mejor respuesta a la manipulación tenían debido a que no se fracturaban y no presentaban oquedades, de igual forma esta mezcla fue con la que se logró obtener un mayor número de blocks.



OBTENCIÓN DE BLOCK CON MEZCLA DE TIERRA, CEMENTO Y AGUA.

REPORTE TIERRA 2

Para finalizar se dejaron todos los blocks que se obtuvieron de todas las mezclas realizadas sobre un plástico en el suelo para dejar que secan y estos fueron cubiertos por otro plástico.



Este primer acercamiento a la realización de bloques de tierra compactada “BTC” fue muy interesante ya que pudimos realizar varios blocks con diferentes mezclas y materiales y pudimos analizar cómo se comportó cada una de ellas y cuales pudieran ser los aspectos a mejorar, de igual forma esto nos da la pauta para comenzar a experimentar y cuestionar cuales son las mejores mezclas que podemos usar con cada tipo de tierra que se nos presenta, siendo esto de suma importancia debido a que en cada lugar la tierra que se encuentra es diferente y con estas prácticas podemos tener idea de cuales aditamentos son mejores para cada tipo de tierra según los componentes que esta tenga.



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Reporte de madera 1

Hotel Magdalena (Austin, Texas)



PAP – Programa de Desarrollo de Tecnología
Apropiada para la Edificación y Diseño de Vivienda

Asesores:

Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Mtro. Christian Hernández Cárdenas

Dra. Ana Olivera

Andrés Carrasco Ivich (ar715560)

Andrés Figueroa Gil (ic714729)

Brandon Mora Cano (ic715570)

Fecha: 13/02/2022

Introducción

La construcción de estructuras con madera masiva es una tendencia actual que podría representar una alternativa sostenible y económica. Consiste en el uso de madera, usualmente laminada y unida por adhesivos o pegamentos estructurales, que tienen gran capacidad de carga y poco peso. Tiene también una gran flexibilidad de fabricación, tanto para sistemas de losa, vigas y columnas, que además tienen una facilidad de ejecución y montaje.

En este reporte presentamos un ejemplo de construcción con madera masiva, uno de los primeros proyectos hoteleros en emplear este sistema constructivo en Norteamérica, el Hotel Magdalena. Éste se terminó de construir a mediados de 2020 y se encuentra en Austin, Texas.

Concepto arquitectónico

El Hotel Magdalena fue diseñado por Lake Flato, Bunkhouse Group y Ten Eyck Landscape Architects. El proyecto optó por el uso de madera masiva con el fin de cumplir metas sustentables, como la reducción de consumo de energía, agua, y la reducción de la huella de carbono. Como datos generales, el proyecto tiene 4 edificios de 5 niveles conectados por un sistema de pasillos al aire libre. Incluye un restaurante en el primer nivel, una alberca exterior y espacios para eventos.

Una de las principales metas en el diseño de este proyecto fue motivar el uso de los espacios al aire libre. La estructura principal de madera está expuesta y es visible en la mayoría de las zonas del hotel para permitir que quienes lo visiten se sensibilicen al uso y la factibilidad de construcción de proyectos sustentables con madera.

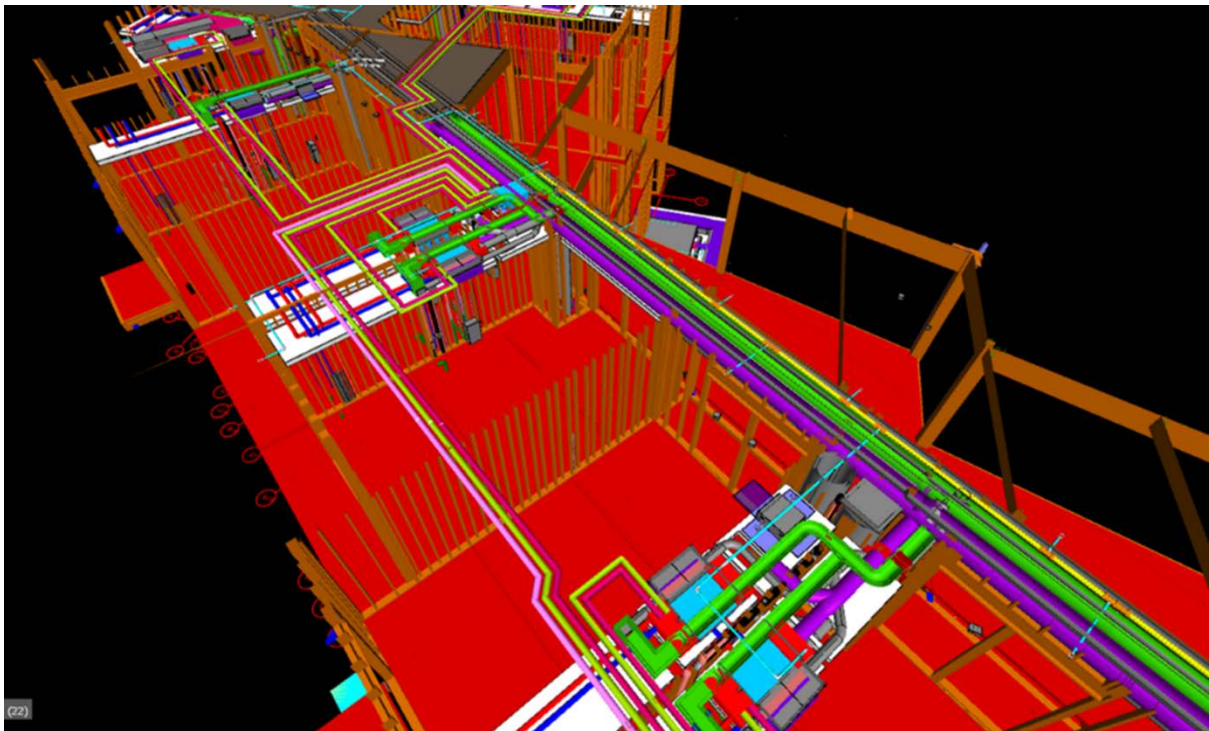
El uso de un sistema tan ligero y eficiente como lo son los paneles laminados permitió el uso de ventanas más grandes que iluminan las habitaciones de forma natural. La ubicación del hotel es en un lugar que tuvo mucha fama en los 70s en Austin, por lo tanto, el diseño de sus interiores toma mucha inspiración de los colores y geometrías de esa época. El hecho de que se haya usado madera masiva redujo los tiempos de construcción hasta en 3 meses, debido a que todas las piezas fueron prefabricadas, facilitando el ensamblaje.

En cuestión de paisajismo, el diseño usa muchas plantas nativas y robles que se conservaron en el proceso de construcción; además, se diseñaron jardineras que reflejan la topografía irregular de la zona.

Sistema constructivo

El diseño estructural y la construcción fueron hechos por el grupo de constructores StructureCraft, quienes se especializan en proyectos de madera masiva en Estados Unidos y Canadá. En la parte preliminar del proyecto, se utilizó un modelo detallado tridimensional

con BIM para asegurar un correcto ensamblaje de todos los componentes y para cumplir con las funciones y especificaciones del diseño arquitectónico y del cliente. Se puso especial atención a la calidad de materiales, conexiones y acabados con el fin de priorizar durabilidad en la estructura.



En el diseño estructural, se integraron de forma visible los paneles para muros, hechos con madera laminada (Dowel Laminated Timber, o DLT), y pasillos con acabado de madera de abeto de Douglas (Douglas Fir). Las columnas son de “glulam” (madera laminada), y la estructura de madera descansa sobre concreto postensado o sobre cimentaciones corridas.

La madera fue prefabricada por el mismo equipo de StructureCraft, para facilitar tiempos de construcción y asegurar una ejecución correcta del proyecto. Todos los elementos, incluyendo muros tapón, fueron prefabricados. En resumen, el proyecto es en su mayoría de madera masiva, pero a su vez incorpora algunos elementos de concreto y acero.

Las instalaciones se pasan en las losas con una especie de sistema de plafón, donde van ocultos los ductos entre láminas, como se muestra en la imagen superior.

Descripción técnica

Al tener la libertad de prefabricar todas las piezas del proyecto, el equipo de StructureCraft, creó los paneles de abeto con espacios entre las láminas para usarse en pasillos y también en plafones; este diseño se probó para hacer que los paneles sean permeables y hacer que la estructura “respire”. Se aseguró en el diseño que la orientación de los paneles fuera en el sentido de la circulación de los pasillos para disminuir ruidos, vibraciones y desgaste cuando haya tránsito de gente.



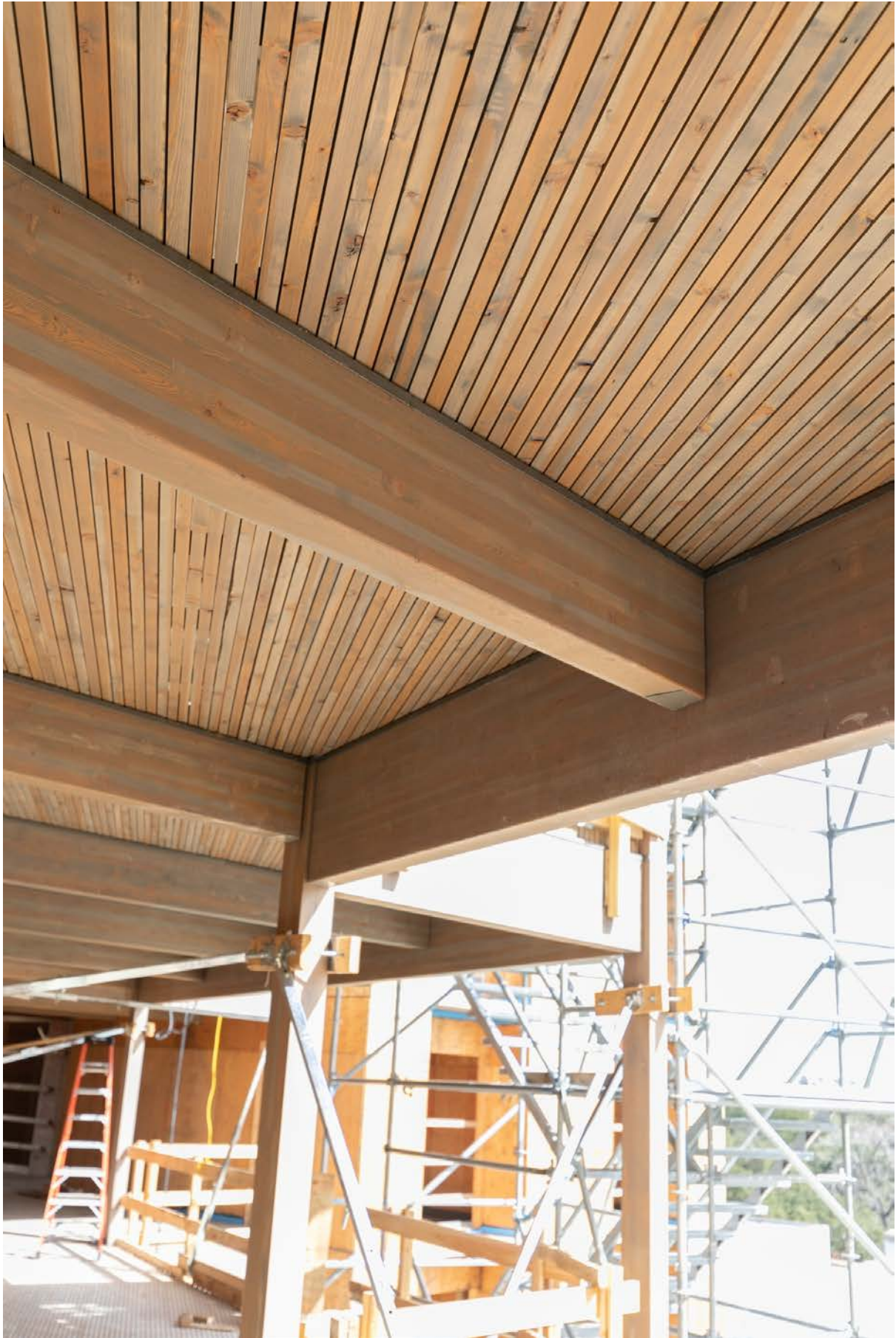
Un área de enfoque del proyecto fue el diseño acústico, el cual suele ser un problema importante en proyectos de madera. Para esto, se integraron capas de aislamiento acústico en los paneles DLT y una capa de concreto para nivelación de 3 pulgadas. Toda la madera utilizada tiene una capa de protección para ayudar en cuestiones de exposición e incendios; visualmente, se hicieron varias pruebas de cómo sería el aspecto del material, y para cumplir con la visión arquitectónica, se le dio un aspecto algo “desgastado”.

En cuestión de conexiones, las losas descansan en las vigas de madera y los nodos se refuerzan con tornillos de acero para asegurar transmisión de fuerzas de cortante y de

momentos. Algunas de las conexiones, en especial a cimentación y cuando se tienen ángulos en las columnas, se hacen con placas prefabricadas de acero.

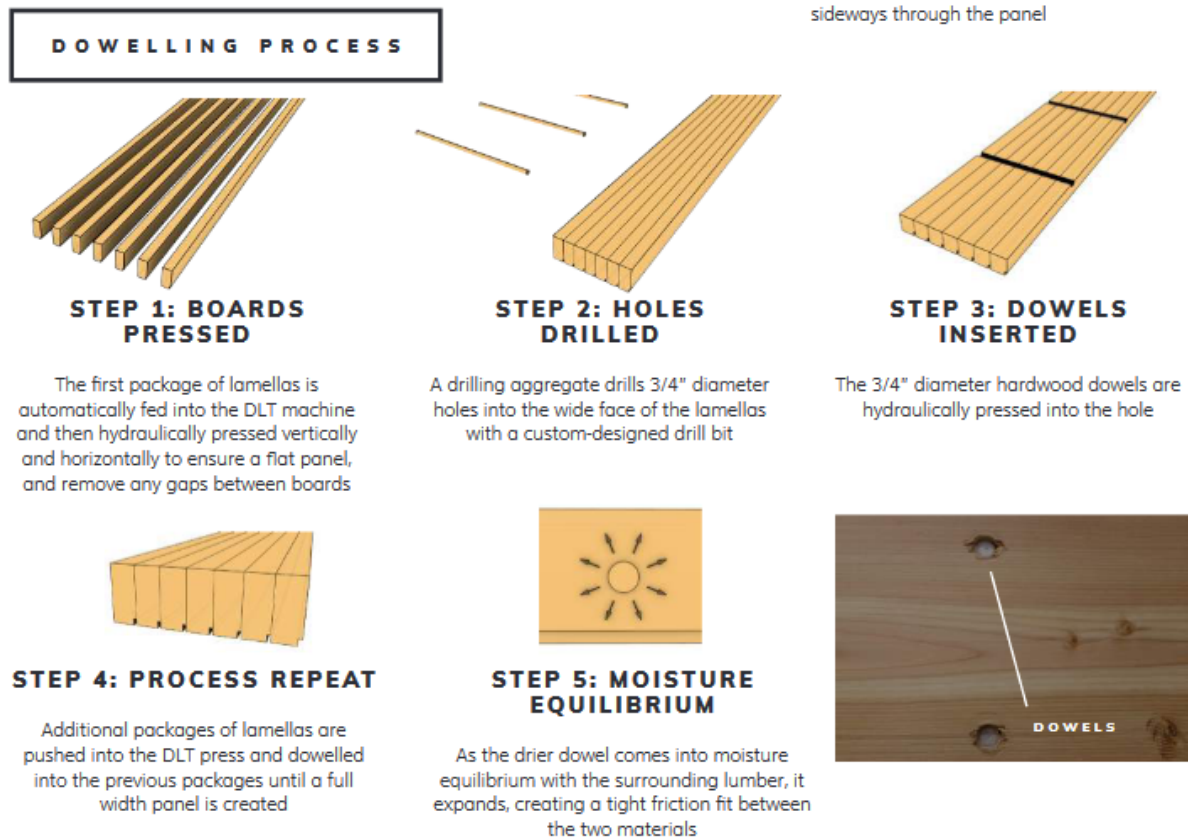




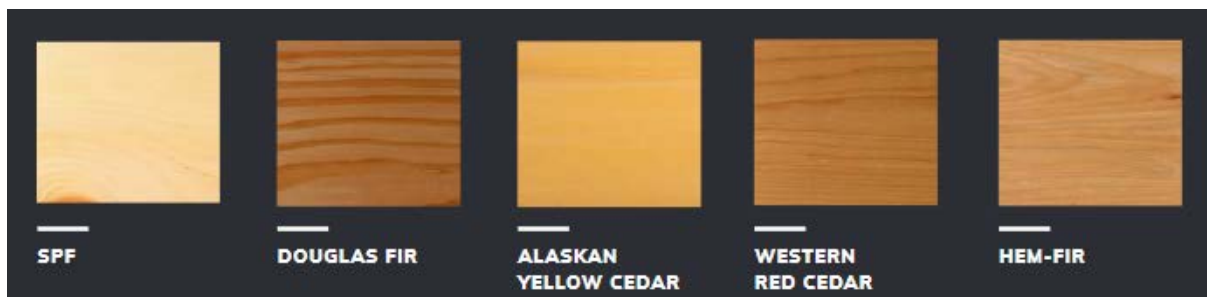


Proveedor de madera masiva

Como se mencionó anteriormente, el mismo equipo constructor fue el encargado de realizar las piezas prefabricadas de madera. Se utiliza un sistema de paneles laminados llamados “Dowel Laminated Timber”, o DLT. Es un sistema económico y eficiente hecho completamente de madera y que permite flexibilidad de tener diversas formas geométricas, o de integrar componentes como aislamiento acústico. En sí se tratan de varias tablas unidas con pernos, todo con madera.



En este proyecto se trabajo con dos tipos de madera: *Spruce / Pine / Fir* (SPF, que es pino o abeto), y *Douglas Fir* (abeto de Douglas).



A continuación, se presenta información técnica de estos paneles:

Peso de los paneles

DLT SIZE	DEPTH (in) incl. 1/2" SHEATHING	WEIGHT (psf)
2x4, 3x4, 4x4	4"	10
2x6, 3x6, 4x6	6"	15
2x8, 3x8, 4x8	7 3/4"	19.5
2x10, 3x10, 4x10	9 3/4"	24.5
2x12, 3x12, 4x12	11 3/4"	29.5
Max thickness: 12-1/4"	12 3/4"	32

Propiedades físicas y resistencia

GRADE		E (Ksi)	F_b (Ksi)
SPF	#2&btr	1400	0.875
	Sel Str	1500	1.300
	1950f-1.7E	1700	1.950
	2100f-1.8E	1800	2.100
D Fir	#2&btr	1600	0.850
	Sel Str	1900	1.350
	2400f-2.0E	2000	2.400

DLT PANEL SHEAR RESISTANCE (ASD)	
SHEATHING THICKNESS (IN)	MAX V_r (KIP/FT)
3/8"	1.3
1/2"	2.0
5/8"	2.0
3/4"	2.3
7/8"	2.5
1"	3.4

Para las columnas y vigas, se utilizó madera laminada unida con pegamento que la empresa llama *Glulam*. Tiene la misma capacidad portante del acero, pero con menor peso y mejor resistencia a incendios. Al ser prefabricada, se permite una gran flexibilidad geométrica para sus diseños.

Costo

No hay información específica con respecto al costo de la construcción de este hotel. Los datos comparativos entre la construcción de proyectos con madera masiva comparado con proyectos de concreto son variables. Por ejemplo, un estudio de la CRSI determinó que el costo de construcción para la estructura principal con madera es de \$48 - \$56 USD / sqft (\$10,000 – \$12,000 MXN/m²) contra un costo de \$42 - \$46 USD/sqft (\$9,000 - \$10,000 MXN/m²) para concreto, lo cual representa una elevación de entre 16% y 29% en el costo (CRSI, 2018). Sin embargo, otro estudio coincide en que el costo de madera masiva es de \$50 USD/sqft (\$11,000 MXN/m²), pero asegura que es más barato que la construcción con concreto o acero, esto debido a que, como el acero, se requiere menor volumen de material, y por su peso requiere de cimentaciones menos profundas (AIRFIXTURE, 2020). En México, los costos de construcción pueden llegar hasta los \$14,000 MXN/m² con procesos

convencionales y locales, por lo tanto, la construcción con madera podría ser entre un 20% y 30% más barata.

Referencias

<https://structurecraft.com/materials/mass-timber/dlt-dowel-laminated-timber>

<https://www.archdaily.mx/mx/952732/hotel-magdalena-el-primero-de-madera-maciza-en-estados-unidos>

<https://structurecraft.com/projects/magdalena-hotel>

<https://structurecraft.com/materials/mass-timber/dlt-dowel-laminated-timber>

<https://www.apawood.org/glulam>

http://resources.crsi.org/index.cfm/_api/render/file/?method=inline&fileID=DB19B328-D713-5381-86CDEC5F295E76E8

<https://airfixture.com/mass-timber-construction-costs/>



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

ISO 13061-17

**Prueba de compresión paralela a la
fibra en madera**

PAP – Programa de Desarrollo de Tecnología
Apropiada para la Edificación y Diseño de Vivienda

Asesores:

Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Mtro. Christian Hernández Cárdenas

Dra. Ana Olivera

Andrés Carrasco Ivich (ar715560)

Andrés Figueroa Gil (ic714729)

Brandon Mora Cano (ic715570)

Fecha: 13/03/2022

Objetivo

Identificar las propiedades físicas y mecánicas de distintos tipos de madera de la región y clasificar de acuerdo con las normas ISO. En este caso, se analizan probetas de junco, copal y madera nacional.

Equipo y materiales

- Prensa
- Equipo de corte (segueta o caladora)
- Flexómetro
- Vernier
- Higrómetro
- Báscula

Procedimiento

1. Obtener una probeta del material a analizar en forma de prisma rectangular, con una sección mínima de 20x20 mm y altura de entre 1.5 y 4 veces los lados, y que la sección contenga mínimo 5 anillos.
2. Obtener el peso de la probeta.
3. Calcular el contenido de humedad con el higrómetro. El adecuado para la prueba es de 12%.
4. Realizar la prueba a compresión con la prensa, asegurándose que la velocidad de carga cause la falla en un lapso de entre 1 y 5 minutos.

Datos y observaciones

Se analizó una probeta de junco, dos de copal y dos de pino nacional. A continuación, se presentan los datos de las probetas.

Material: Junco

Dimensiones

b	18.45 mm
h	20 mm
L	33 mm

Densidad

m	9.9 g
ω	12.3 %

Material: Copal 1

Dimensiones

b	18.9 mm
h	23 mm
L	30 mm

Densidad

m	6.7 g
ω	17.7 %

Material: Copal 2

Dimensiones

b	19.6 mm
h	22.4 mm
L	31.2 mm

Densidad

m	7.8 g
ω	19.6 %

Material: Nacional 1

Dimensiones

b	24.5 mm
h	30 mm
L	47.5 mm

Densidad

m	14.31 g
ω	5.4 %

Material: Nacional 2

Dimensiones

b	29 mm
h	26.5 mm
L	47 mm

Densidad

m	15.84 g
ω	5.3 %

Cálculos y resultados

Se llegó a la falla en las probetas entre 138 y 335 segundos (2.3 – 5.5 min), por lo tanto está dentro del rango requerido para la ruptura. Se obtuvieron los siguientes resultados.

Material: Junco

Dimensiones

b	18.45 mm
h	20 mm
L	33 mm
A	3.69 cm ²
V	12.18 cm ²

Densidad

m	9.9 g
ω	12.3 %
ρ	813.01 kg / m ³

Resultados (max.)

P _{max}	1071 kgf
Δ_{max}	2.87 mm
σ_{max}	290 kgf / cm ²

Material: Copal 1

Dimensiones

b	18.9 mm
h	23 mm
L	30 mm
A	4.35 cm ²
V	13.04 cm ²

Densidad

m	6.7 g
ω	17.7 %
ρ	513.76 kg / m ³

Resultados (max.)

P _{max}	666 kgf
Δ_{max}	10.57 mm
σ_{max}	153 kgf / cm ²

Material: Copal 2

Dimensiones

b	19.6 mm
h	22.4 mm
L	31.2 mm
A	4.39 cm ²
V	13.70 cm ²

Densidad

m	7.8 g
ω	19.6 %
ρ	569.42 kg / m ³

Resultados (max.)

P _{max}	625 kgf
Δ_{max}	4.02 mm
σ_{max}	142 kgf / cm ²

Material: Nacional 1

Dimensiones

b	24.5 mm
h	30 mm
L	47.5 mm
A	7.35 cm ²
V	34.91 cm ²

Densidad

m	14.31 g
ω	5.4 %
ρ	409.88 kg / m ³

Resultados (max.)

P _{max}	625 kgf
Δ_{max}	4.02 mm
σ_{max}	85 kgf / cm ²

Material: Nacional 2

Dimensiones

b	29 mm
h	26.5 mm
L	47 mm
A	7.69 cm ²
V	36.12 cm ²

Densidad

m	15.84 g
ω	5.3 %
ρ	438.54 kg / m ³

Resultados (max.)

P _{max}	625 kgf
Δ_{max}	4.02 mm
σ_{max}	81 kgf / cm ²

En el anexo se podrán encontrar fotografías de las probetas y sus fallas.

Análisis de resultados

Para clasificar estas especies, se usan dos parámetros: la compresión paralela a la fibra y la densidad del material. El junco entraría en madera tipo A por compresión (mín. 245 kg/cm²),

y como tipo MA por densidad (mín. 700 kg / m³), ya que es una especie muy densa. El copal es madera tipo B por compresión y tipo A por densidad. El pino nacional es de menor resistencia a compresión que la clasificación más baja, que es MB, pero su densidad entra en categoría B.

En resumen, si se utiliza la clasificación más baja para cada tipo de madera, se tendrían las siguientes:

Junco: A

Copal: B

Pino Nacional: MB

Tabla 8.4-1 Valores especificados de resistencias y módulos de elasticidad de maderas de especies coníferas [kg/cm²]

Resistencia / Módulo		Clasificación por densidad ajustada al 12% de C.H.				
		MB	B	M	A	MA
Flexión	f_{ju}'	60	120	270	375	480
Tensión paralela a la fibra	$f_{tu,0}'$	30	65	140	200	255
Tensión perpendicular a la fibra	$f_{tu,90}'$	3	4	5	5	5
Compresión paralela a la fibra	$f_{cu,0}'$	90	150	215	245	320
Compresión perpendicular a la fibra	$f_{cu,90}'$	15	20	35	55	70
Cortante paralelo a la fibra	$f_{vu,0}'$	10	20	30	35	35
Módulo de elasticidad promedio, paralelo a la fibra	$E_{0,0.50}$	61185	76480	112935	134795	159265
Módulo de elasticidad al 5°	$E_{0,0.05}$	40995	51240	75665	90310	106710

percentil, paralelo a la fibra						
Módulo de elasticidad promedio, perpendicular a la fibra	$E_{90,0.50}$	2040	2550	3765	4495	5310
Módulo de cortante promedio, paralelo a la fibra	$G_{0,0.50}$	3825	4780	7060	8425	9955
Módulo de cortante promedio, perpendicular a la fibra	$G_{90,0.50}$	380	480	705	840	995
Densidad característica mínima, ajustada al 12% de C.H. [kg/m ³]	γ_{12}	357	400	500	600	700
Peso específico de diseño [kg/m ³]	γ_d	399	499	599	699	800

Detección de errores asociados al proceso

Se detectó una variación entre los resultados de pruebas del mismo material, por lo tanto, sería mejor hacer más pruebas de los mismos materiales para tener un resultado más claro. También, la forma de las probetas no era perfectamente regular, lo cual se debería mejorar en futuras pruebas con mejor material de corte. También se encontró que en el material para probar, no se tenían dimensiones adecuadas para obtener probetas de otras pruebas.

Conclusiones

Este ejercicio nos permite clasificar el material que se usa aquí en la región. Se puede ver que la resistencia de todos los materiales es muy buena; por ejemplo, el copal, que es usado para muebles, tiene una buena capacidad estructural que puede ser aprovechado para fachadas, y el junco tiene una resistencia muy buena que le permite un uso estructural.

Anexo fotográfico



Imagen 1. Probeta y muestra de junco



Imagen 2. Falla de probeta de junco



Imagen 3. Falla de probeta 1 de copal

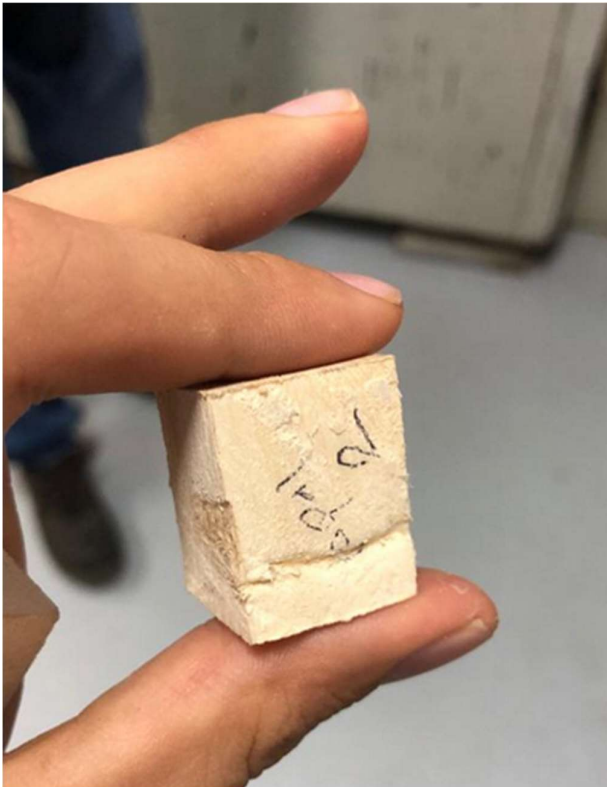


Imagen 4. Falla de probeta 2 de copal



Imagen 5. Falla de probeta 1 de pino nacional.

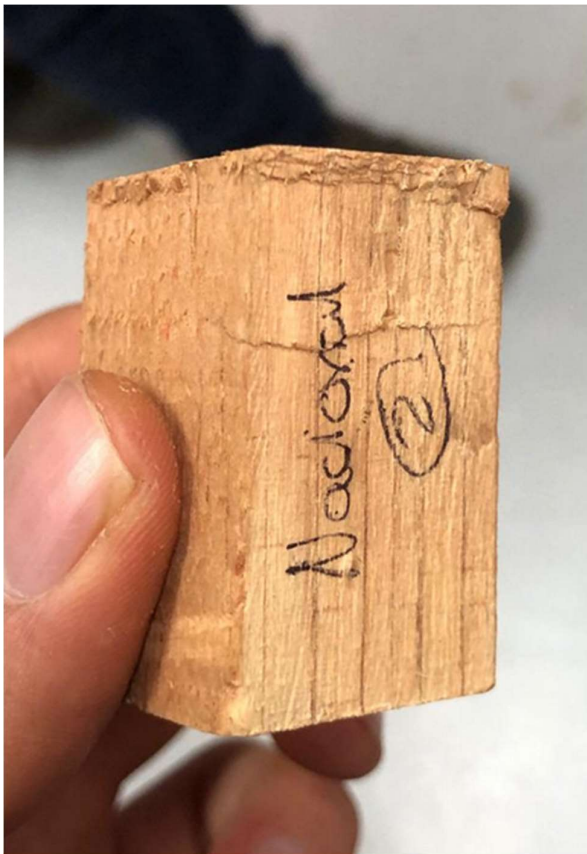


Imagen 6. Falla de probeta 2 de pino nacional.



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Reporte

Determinación de la resistencia a compresión de otate de Chiquilistlán, Jal.

PAP – Programa de Desarrollo de Tecnología
Apropiada para la Edificación y Diseño de Vivienda

Asesores:

Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Mtro. Christian Hernández Cárdenas

Dra. Ana Olivera

Andrés Carrasco Ivich (ar715560)

Andrés Figueroa Gil (ic714729)

Brandon Mora Cano (ic715570)

Fecha: 17/03/2022

Índice

1. Objetivo.....	3
2. Antecedentes teóricos.....	3
3. Equipo y materiales.....	3
4. Procedimiento.....	3
5. Datos y observaciones.....	4
6. Cálculos y resultados.....	4
7. Análisis de resultados.....	6
8. Conclusiones.....	8
9. Bibliografía.....	8
10. Anexo fotográfico.....	9

1. Objetivo

Determinar la resistencia a compresión paralela al eje y el módulo de elasticidad a compresión de muestras de otate del municipio de Chiquilistlán utilizando la norma ISO-22157, capítulo 9, para su caracterización.

2. Antecedentes teóricos

La construcción con bambú es una práctica que se presenta como una propuesta alternativa y sustentable para la generación de edificaciones, esto debido a su baja huella de carbono, su crecimiento rápido, la flexibilidad arquitectónica que presenta, y sus propiedades mecánicas y físicas, que se traducen en proyectos más económicos y con menos impacto al medio ambiente. Actualmente, el estudio del material está normado por distintos países, de entre los cuales, uno de los más avanzados en cuestiones técnicas es Colombia. Se tienen normas ISO para la evaluación de las propiedades mecánicas del material.

En México, una especie nativa de bambú es el otate (*guadua amplexifolia*), el cual tiene muy buenas propiedades para construcción, aunque también se usa como leña o para la fabricación de muebles.

La resistencia a compresión del bambú tipo “guadua” es de 47.8 MPa (490 kgf/cm²), y su módulo de elasticidad a compresión es de 3.33 GPa (35,000 kgf/cm²). (XIAO Y., INOUE, M. & PAUDEL, S.; p.11).

3. Equipo y materiales

- Segueta, cerrucho o caladora
- Prensa hidráulica
- Equipo de medición (cinta, Vernier)

4. Procedimiento

1. Generar las probetas de otate. Se toma un espécimen cortado con segueta, cerrucho o caladora de la parte baja, media y superior del material a probar, que no tenga ningún anillo, y que cumpla con las siguientes características:
 - a. La altura de la probeta será igual al diámetro máximo de la misma, a menos que mida menos de 20 mm, en cuyo caso la altura será del doble del diámetro.
 - b. Las caras deberán generar ángulos rectos perfectos con una desviación máxima de 0.2 mm.
2. Aplicar una carga axial a compresión con la prensa hidráulica a una velocidad de 0.01 mm/s hasta llegar a la falla del espécimen.

- Obtener el contenido de humedad de la probeta de acuerdo con la norma ISO-22157, capítulo 6.

5. Datos y observaciones

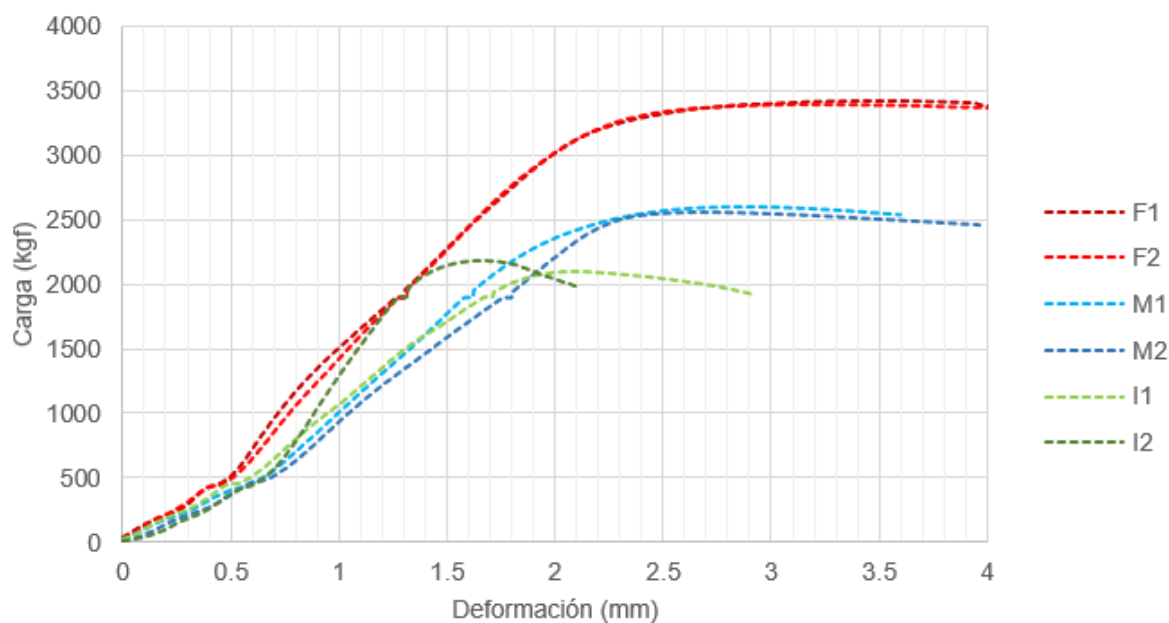
Se obtuvieron 2 probetas de 3 muestras distintas de oate, que se nombraron F, M y G (es decir, se tienen 6 especímenes en total). Se pueden observar imágenes de las muestras en el anexo fotográfico. Aunque todas presentaron dimensiones parecidas, cabe resaltar que la muestra M está hueca por dentro. Se tomaron las dimensiones de las probetas a utilizar, así como su masa húmeda y seca después de realizar la prueba.

Probeta	Altura h (mm)	Diámetro		Diámetro de hueco		Masa húmeda m_h (g)	Masa seca m_s (g)
		D_1 (mm)	D_2 (mm)	D_1 (mm)	D_2 (mm)		
F1	51.56	26	26.6	-	-	23.28	21.7
F2	52.2	26	26.85	-	-	23.53	21.7
M1	50	24.6	23.6	12.2	8	11.99	11.14
M2	49	24.6	23.8	12.2	7.7	11.84	11.04
I1	34	17	16	-	-	6.37	6
I2	33	16	17	-	-	7.09	6.68

Tabla 1. Propiedades de las probetas.

6. Cálculos y resultados

Las fallas de las probetas se pueden ver en el anexo fotográfico. Se obtuvo el siguiente diagrama carga – deformación de las probetas.



Gráfica 1. Relación carga / deformación de las probetas

A continuación, se obtuvieron las resistencias a compresión de las probetas a partir de la carga máxima obtenida y el área transversal de los especímenes, usando la siguiente ecuación:

$$\sigma_c = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:

σ_c : Resistencia a compresión (kg / cm²)

P_{max} : Carga axial máxima (kgf)

A: Área transversal (cm²)

Probeta	Carga P_{max} (kgf)	Area A (cm ²)	Esfuerzo σ (kgf / cm ²)
F1	3,428.6	5.43	631.13
F2	3,399.6	5.48	619.88
M1	2,605.5	1.54	1692.56
M2	2,562.5	1.59	1606.74
I1	2,097.3	2.14	980.85
I2	2,180.8	2.14	1019.90

Tabla 2. Resistencias a compresión de las probetas.

Para obtener los módulos de elasticidad, se calculó la pendiente de la gráfica esfuerzo – deformación unitaria entre el 20% y el 80% de la carga máxima resistida.

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_2 - \epsilon_1}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad (kg / cm²)

σ_1 : Esfuerzo al 20% de la carga máxima (kg / cm²)

σ_2 : Esfuerzo al 80% de la carga máxima (kg / cm²)

ϵ_1 : Deformación unitaria al 20% de la carga máxima (cm / cm)

ϵ_2 : Deformación unitaria al 80% de la carga máxima (cm / cm)

Probeta	Carga			Deformación		Esfuerzo		Deformación unitaria		E
	P_{max} (kgf)	$P_{20\%}$ (kgf)	$P_{80\%}$ (kgf)	δ_1 (mm)	δ_2 (mm)	σ_1 (kgf / cm ²)	σ_2 (kgf / cm ²)	ε_1 (cm/cm)	ε_2 (cm/cm)	
F1	3,428.6	685.7	2,742.9	0.58	1.79	126.23	504.90	0.011	0.035	16,135.9
F2	3,399.6	679.9	2,719.7	0.62	1.76	123.98	495.90	0.012	0.034	17,030.4
M1	2,605.5	521.1	2,084.4	0.66	1.72	338.51	1,354.05	0.013	0.034	47,902.8
M2	2,562.5	512.5	2,050.0	0.69	1.88	321.35	1,285.39	0.014	0.038	39,695.8
I1	2,097.3	419.5	1,677.8	0.45	1.47	196.17	784.68	0.013	0.043	19,617.0
I2	2,180.8	436.2	1,744.6	0.59	1.19	203.98	815.92	0.018	0.036	33,656.7

Tabla 3. Módulo de elasticidad de las probetas

Por último, se obtuvo el contenido de humedad de las muestras.

$$\omega = \frac{m_h - m_s}{m_h} * 100\%$$

Donde:

ω : Contenido de humedad (%)

m_h : Masa húmeda (g)

m_s : Masa seca (g)

Probeta	Masa húmeda m_h (g)	Masa seca m_s (g)	Humedad ω (%)
F1	23.28	21.7	6.79
F2	23.53	21.7	7.78
M1	11.99	11.14	7.09
M2	11.84	11.04	6.76
I1	6.37	6	5.81
I2	7.09	6.68	5.78

Tabla 3. Contenido de humedad de las probetas.

7. Análisis de resultados

La norma ISO recomienda que se ajuste la información a un 12% de humedad; en este caso, las muestras presentaban aproximadamente entre 7% y 8% de humedad, lo cual, a pesar de ser un poco seco, se considera que está dentro de un buen rango de estudio, ya que no supera el valor.

Las probetas de cada muestra resistieron las siguientes cantidades en promedio con la siguiente variabilidad.

Probeta	Esfuerzo σ (kgf / cm ²)	Error
F	625.50	0.02
M	1,649.65	0.05
I	1,000.38	0.04

Tabla 4. Esfuerzos promedio y variabilidad de las muestras

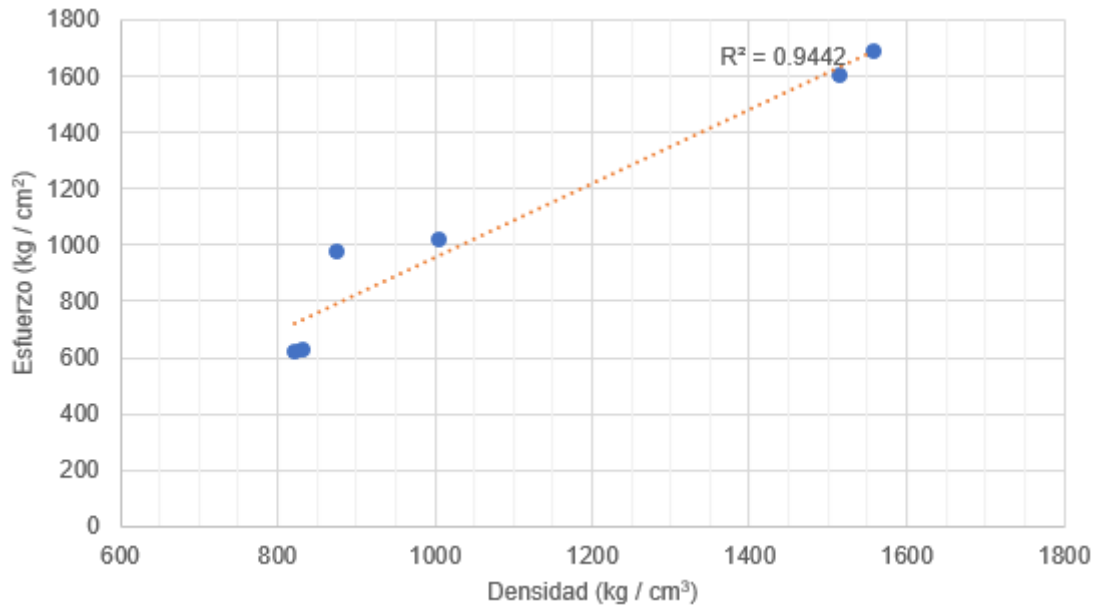
En general, se reconoce que la resistencia a compresión del bambú es de mínimo 200 kgf / cm²; de acuerdo con lo obtenido, se tienen resistencias mucho mayores, aunque bastante variables entre muestras y piezas. En cuestión del módulo de elasticidad, se observa que varían mucho los datos, con valores de 16 000 y 26 000 en promedio para las muestras sin hueco, y 43 000 para las huecas. Comparado con los datos de “Modern Bamboo Structures”, la resistencia a compresión es mayor a la indicada, mientras que el valor del módulo de elasticidad es muy variable como para realizar una comparación, aunque de una muestra sí da una elasticidad mucho menor; esto puede atribuirse a la humedad inconsistente del material.

Se puede hacer una correlación entre la densidad de las muestras y el esfuerzo de cada una, como se muestra a continuación (usando la masa húmeda de las mismas).

Probeta	Volumen V (cm ³)	Densidad ρ (kg / m ³)
F1	28.01	831.13
F2	28.63	821.92
M1	7.70	1557.77
M2	7.81	1515.08
I1	7.27	876.20
I2	7.06	1004.79

Tabla 5. Densidades de las muestras

La muestra M era la más densa, después la muestra I, y después la muestra F. Estos resultados tienen una correlación directa con la densidad de las muestras. Se encontró una relación aproximadamente lineal entre el esfuerzo máximo a compresión y la densidad de las muestras.



Gráfica 2. Relación esfuerzo máximo – densidad de las muestras

8. Conclusiones

Estas muestras de otate demuestran tener una gran capacidad de resistencia a la compresión que supera concretos convencionales. Es un hecho ventajoso debido a que es un material nativo y menos contaminante que otros métodos constructivos, sin embargo, se debe tomar en consideración las irregularidades físicas del material y su flexibilidad, las cuales perjudican la capacidad de resistencia a esfuerzos axiales. De acuerdo con estas pruebas, se recomienda usar el esfuerzo mínimo encontrado para caracterizar el otate, es decir, de aproximadamente 600 kg / cm² para el material sin hueco y 1,600 kg / cm² para materiales con hueco.

9. Bibliografía

ISO 22157-2004 – Bamboo determination of physical and mechanical properties

YIAO, X., INOUE, M. & PAUDEL, S.K. (2008). Modern Bamboo Structures. Reino Unido: CRC Press

10. Anexo fotográfico



Imagen 1. Falla de muestra F1



Imagen 2. Falla de muestra F2



Imagen 3. Falla de muestra M1



Imagen 4. Falla de muestra M2



Imagen 5. Falla de muestra I1



Imagen 6. Falla de muestra I2



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Reporte

Determinación de la resistencia a flexión y el módulo de elasticidad de otate de Chiquilistlán, Jal.

PAP – Programa de Desarrollo de Tecnología
Apropiada para la Edificación y Diseño de Vivienda

Asesores:

Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Mtro. Christian Hernández Cárdenas

Dra. Ana Olivera

Andrés Carrasco Ivich (ar715560)

Andrés Figueroa Gil (ic714729)

Brandon Mora Cano (ic715570)

Fecha: 17/03/2022

Índice

1. Objetivo	3
2. Antecedentes teóricos.....	3
3. Equipo y materiales	3
4. Procedimiento.....	3
5. Datos y observaciones.....	4
6. Cálculos y resultados.....	4
7. Análisis de resultados	6
8. Conclusiones	7
9. Bibliografía.....	7
10. Anexo fotográfico	8

1. Objetivo

Determinar la resistencia y el módulo de elasticidad a flexión de muestras de otate del municipio de Chiquilistlán utilizando la norma ISO-22157, capítulo 9, para su caracterización.

2. Antecedentes teóricos

La construcción con bambú es una práctica que se presenta como una propuesta alternativa y sustentable para la generación de edificaciones, esto debido a su baja huella de carbono, su crecimiento rápido, la flexibilidad arquitectónica que presenta, y sus propiedades mecánicas y físicas, que se traducen en proyectos más económicos y con menos impacto al medio ambiente. Actualmente, el estudio del material está normado por distintos países, de entre los cuales, uno de los más avanzados en cuestiones técnicas es Colombia. Se tienen normas ISO para la evaluación de las propiedades mecánicas del material.

En México, una especie nativa de bambú es el otate (*guadua amplexifolia*), el cual tiene muy buenas propiedades para construcción, aunque también se usa como leña o para la fabricación de muebles.

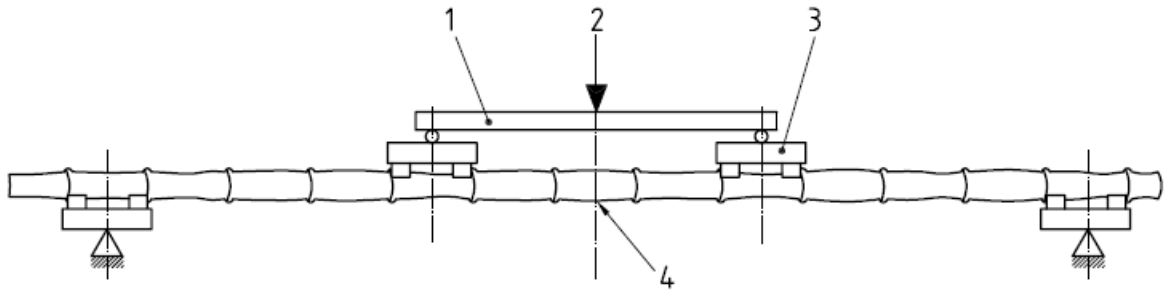
La resistencia a flexión (módulo de ruptura) convencional del bambú varía entre 500 y 1300 kg/cm², mientras que el módulo de elasticidad se puede encontrar entre 65,000 y 160,000 kg/cm² (XIAO Y., INOUE, M. & PAUDEL, S.; p. 34).

3. Equipo y materiales

- Segueta, serrucho o caladora
- Prensa hidráulica
 - La prensa deberá ser habilitada para dividir la carga en dos puntuales
- Equipo de medición (cinta, Vernier)

4. Procedimiento

1. Preparar la muestra. La longitud libre de apoyo deberá ser de mínimo 30 veces el diámetro, y la longitud después de los apoyos deberá ser de mínimo la mitad de la distancia promedio entre nodos de la muestra.
2. Colocar la muestra en la prensa. Se deberá habilitar para que reciba dos cargas puntuales colocadas a los tercios de la muestra.



Grafica 1. Distribución de cargas en la muestra.

3. Realizar la prueba con la prensa hasta la falla, a una velocidad de 0.5 mm/s.
4. Obtener el contenido de humedad de la probeta de acuerdo con la norma ISO-22157, capítulo 6.

5. Datos y observaciones

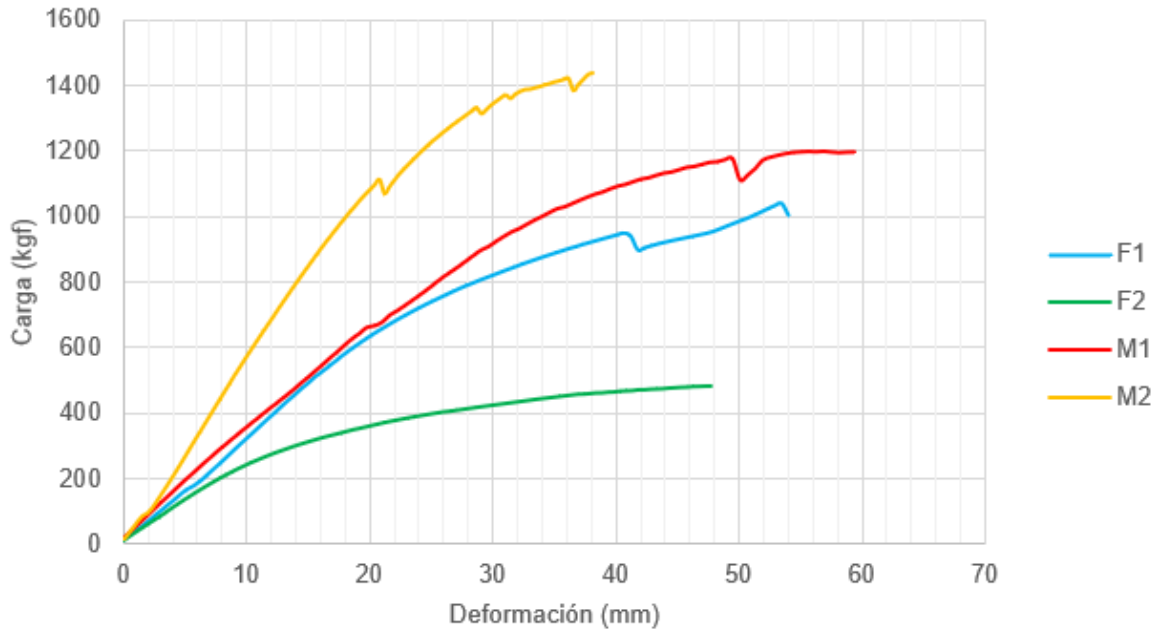
Se probaron 4 muestras, sin hueco al interior, con las siguientes propiedades.

Probeta	Longitud <i>L</i> (mm)	Diámetro <i>D</i> (mm)
F1	480	20.5
F2	750	17.2
M1	690	20.85
M2	510	19

Tabla 1. Propiedades de las probetas.

6. Cálculos y resultados

Se obtuvo el siguiente diagrama carga – deformación de las probetas. En el anexo fotográfico, se puede observar cómo fue realizada la prueba en cuestión de colocación de cargas.



Gráfica 2. Relación carga / deformación de las probetas

Se obtuvieron las resistencias a flexión con la siguiente ecuación.

$$\sigma = F L \frac{D/2}{6} \frac{1}{I_B}$$

Donde:

σ : Resistencia a flexión (MPa)

F: Carga axial máxima (N)

L: Longitud libre de apoyos (mm)

D: Diámetro de la muestra (mm)

I_B : Inercia de la sección transversal, $\pi D^4 / 64$ (mm⁴)

Para obtener el módulo de elasticidad a flexión, se usa la siguiente ecuación.

$$E = \frac{23 F L^3 \delta}{1296 I_B}$$

Donde:

σ : Resistencia a flexión (MPa)

F: Carga axial máxima (N)

L: Longitud libre de apoyos (mm)

δ : Deformación (mm)

I_B : Inercia de la sección transversal, $\pi D^4 / 64$ (mm⁴)

Probeta	Inercia I_B (mm ⁴)	Carga F (N)	Deformación δ (mm)	Esfuerzo		Elasticidad	
				(MPa)	(kgf / cm ²)	(MPa)	(kgf / cm ²)
F1	8669	1,039.0	54.02	98.28	1,001.79	4,354	44,387
F2	4296	482.1	47.81	120.63	1,229.66	17,572	179,128
M1	9277	1,198.9	55.60	154.94	1,579.41	13,551	138,139
M2	6397	1,437.0	38.05	181.39	1,849.04	13,898	141,671

Tabla 2. Resistencia a flexión y módulo de elasticidad a flexión de las probetas

Por último, se obtuvo el contenido de humedad de las muestras.

$$\omega = \frac{m_h - m_s}{m_h} * 100\%$$

Donde:

ω : Contenido de humedad (%)

m_h : Masa húmeda (g)

m_s : Masa seca (g)

Probeta	Masa húmeda m_h (g)	Masa seca m_s (g)	Humedad ω (%)
F1	11.73	10.73	8.53
F2	6.83	6.25	8.49
M1	12.58	11.69	7.07
M2	9.6	8.9	7.29

Tabla 3. Contenido de humedad de las probetas.

7. Análisis de resultados

La norma ISO recomienda que se ajuste la información a un 12% de humedad; en este caso, las muestras presentaban aproximadamente entre 7% y 8% de humedad, lo cual, a pesar de ser un poco seco, se considera que está dentro de un buen rango de estudio, ya que no supera el valor.

Se encontró que sólo la prueba F1 tuvo una falla en su ejecución, ya que los apoyos se recorrieron. Eso puede explicar cómo dio valores más bajos a los esperados. Tomando esto en consideración, se puede observar que el otate tiene un módulo de ruptura de entre

1,200 y 1,800 kgf / cm², mientras que su módulo elástico está en un rango de entre 140,000 y 180,000 kgf / cm²; estos valores son congruentes con los valores que se han investigado y encontrado con otras especies de bambú.

8. Conclusiones

El material de Chiquilistlán presenta un buen módulo de ruptura y de elasticidad; ambos están dentro de los rangos convencionales de bambú. Es importante recordar la capacidad amplia de deformación que tiene el otate en uso constructivo, ya que se vuelve un factor importante al implementarse en cualquier edificación.

9. Bibliografía

ISO 22157-2004 – Bamboo determination of physical and mechanical properties

YIAO, X., INOUE, M. & PAUDEL, S.K. (2008). Modern Bamboo Structures. Reino Unido: CRC Press

10. Anexo fotográfico

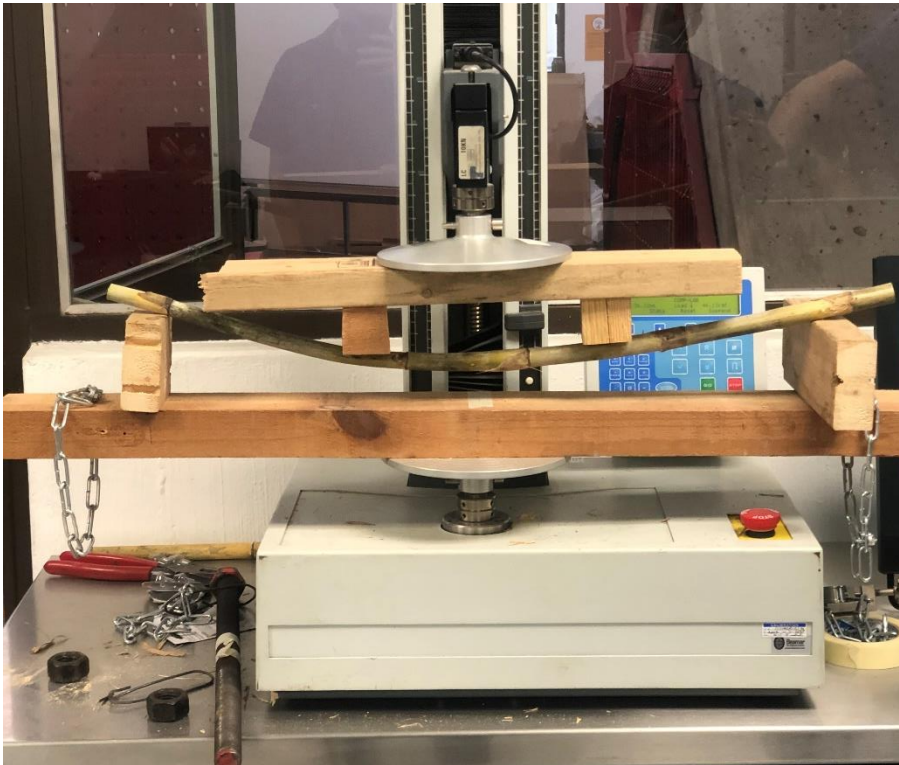


Imagen 1. Realización de prueba a flexión.



Imagen 2. Falla de probeta F1



Imagen 3. Falla de probeta F2



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Reporte

Determinación de la resistencia a tensión de otate de Chiquilistlán, Jal.

PAP – Programa de Desarrollo de Tecnología
Apropiada para la Edificación y Diseño de Vivienda

Asesores:

Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Mtro. Christian Hernández Cárdenas

Dra. Ana Olivera

Andrés Carrasco Ivich (ar715560)

Andrés Figueroa Gil (ic714729)

Brandon Mora Cano (ic715570)

Fecha: 17/03/2022

Índice

1. Objetivo	3
2. Antecedentes teóricos.....	3
3. Equipo y materiales	3
4. Procedimiento.....	3
5. Datos y observaciones.....	3
6. Cálculos y resultados.....	4
7. Análisis de resultados	5
8. Conclusiones	5
9. Bibliografía.....	6
10. Anexo fotográfico	7

1. Objetivo

Determinar la resistencia a tensión de muestras de otate del municipio de Chiquilistlán utilizando la norma ISO-22157, capítulo 12, para su caracterización.

2. Antecedentes teóricos

La construcción con bambú es una práctica que se presenta como una propuesta alternativa y sustentable para la generación de edificaciones, esto debido a su baja huella de carbono, su crecimiento rápido, la flexibilidad arquitectónica que presenta, y sus propiedades mecánicas y físicas, que se traducen en proyectos más económicos y con menos impacto al medio ambiente. Actualmente, el estudio del material está normado por distintos países, de entre los cuales, uno de los más avanzados en cuestiones técnicas es Colombia. Se tienen normas ISO para la evaluación de las propiedades mecánicas del material.

En México, una especie nativa de bambú es el otate (*guadua amplexifolia*), el cual tiene muy buenas propiedades para construcción, aunque también se usa como leña o para la fabricación de muebles.

La resistencia a tensión del bambú tipo guadua es de 146.8 MPa, o 1,490 kgf / cm², con un módulo de elasticidad de 11.15 GPa, o 115,000 kgf / cm² (XIAO Y., INOUE, M. & PAUDEL, S.; p. 34).

3. Equipo y materiales

- Segueta, serrucho o caladora
- Prensa hidráulica, con capacidad de realizar pruebas de tensión
- Equipo de medición (cinta, Vernier)

4. Procedimiento

1. Preparar la muestra. La forma de la muestra deberá permitir que la carga se aplique paralela a las fibras. Registrar el área transversal promedio de la muestra.
2. Realizar la prueba con la prensa hasta la falla, asegurándose de que la muestra esté completamente fija con las mordazas.
3. Obtener el contenido de humedad de la probeta de acuerdo con la norma ISO-22157, capítulo 6.

5. Datos y observaciones

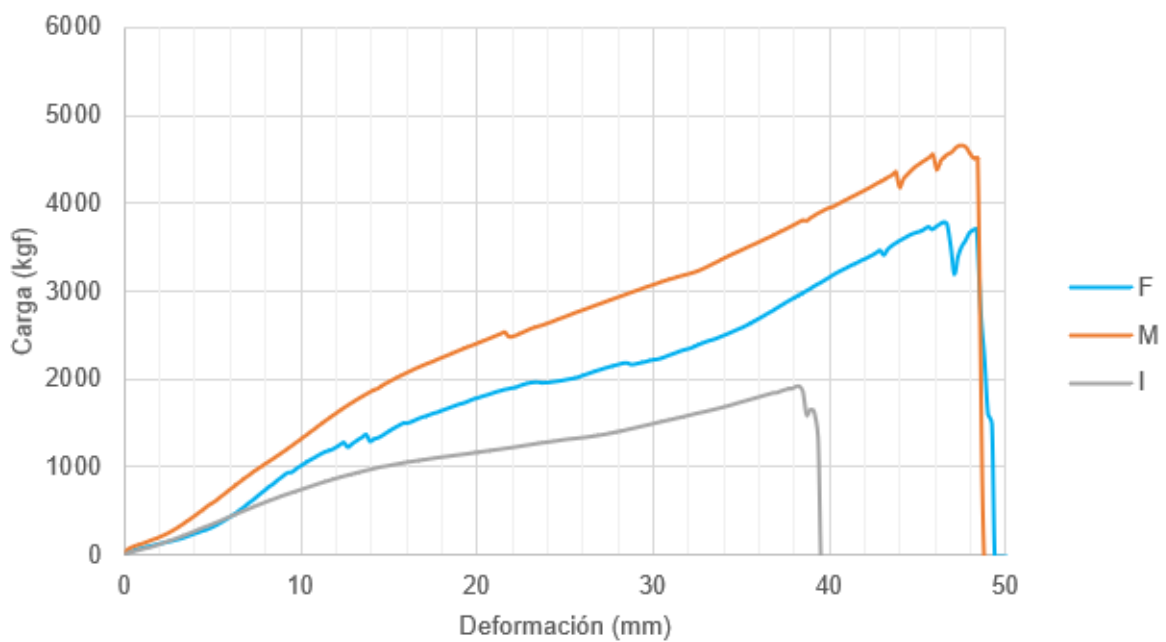
Se probaron 3 muestras, sin hueco al interior, con las siguientes propiedades.

Probeta	Diámetro <i>D</i> (mm)	Área <i>A</i> (cm ²)
F	21.0	3.46
M	22.2	3.87
I	24.0	4.52

Tabla 1. Propiedades de las probetas.

6. Cálculos y resultados

Se obtuvo el siguiente diagrama carga – deformación de las probetas. En el anexo fotográfico, se puede observar la realización de la prueba.



Gráfica 2. Relación carga / deformación de las probetas

Se obtuvieron las resistencias a tensión de la siguiente forma:

$$\sigma_t = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:

σ_t : Resistencia a tensión (kg / cm²)

P_{max} : Carga axial máxima (kgf)

A: Área transversal (cm²)

Probeta	Carga P_{max} (kgf)	Esfuerzo σ (kgf / cm ²)
F	3,781.4	1091.75
M	4,660.7	1204.09
I	1,929.0	426.41

Tabla 2. Resistencia a tensión de probetas

Por último, se obtuvo el contenido de humedad de las muestras.

$$\omega = \frac{m_h - m_s}{m_h} * 100\%$$

Donde:

ω : Contenido de humedad (%)

m_h : Masa húmeda (g)

m_s : Masa seca (g)

Probeta	Masa húmeda m_h (g)	Masa seca m_s (g)	Humedad ω (%)
F	101.54	95.27	6.17
M	76.24	70.36	7.71
I	73.81	69.22	6.22

Tabla 3. Contenido de humedad de las probetas.

7. Análisis de resultados

La norma ISO recomienda que se ajuste la información a un 12% de humedad; en este caso, las muestras presentaban aproximadamente entre 7% y 8% de humedad, lo cual, a pesar de ser un poco seco, se considera que está dentro de un buen rango de estudio, ya que no supera el valor.

Las primeras dos muestras mostraron valores similares en cuestión de resistencia, mientras que la tercera da un valor mucho menor; estos valores son menores a los investigados en otras especies de bambú (1,500 kgf / cm² aproximadamente).

8. Conclusiones

La resistencia a tensión del otate de Chiquilistlán es baja comparada con valores convencionales de bambú. Estos resultados se le podrían atribuir a la ejecución de la prueba,

ya que según la norma ISO, se tienen que habilitar los extremos de la muestra de forma cuadrada para ser sujetadas correctamente por las muescas de la prensa. Será de gran importancia tomar estos datos en cuenta cuando se realice una propuesta estructural de una edificación.

9. Bibliografía

ISO 22157-2004 – Bamboo determination of physical and mechanical properties

YIAO, X., INOUE, M. & PAUDEL, S.K. (2008). Modern Bamboo Structures. Reino Unido: CRC Press

10. Anexo fotográfico



Imagen 1. Falla de la muestra F



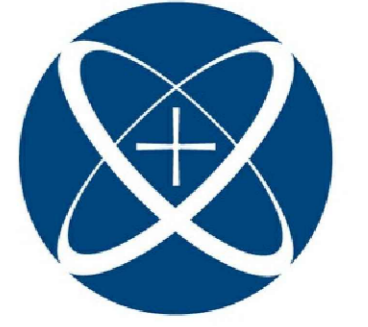
Imagen 2. Falla de la muestra M



Imagen 3. Falla de la muestra I

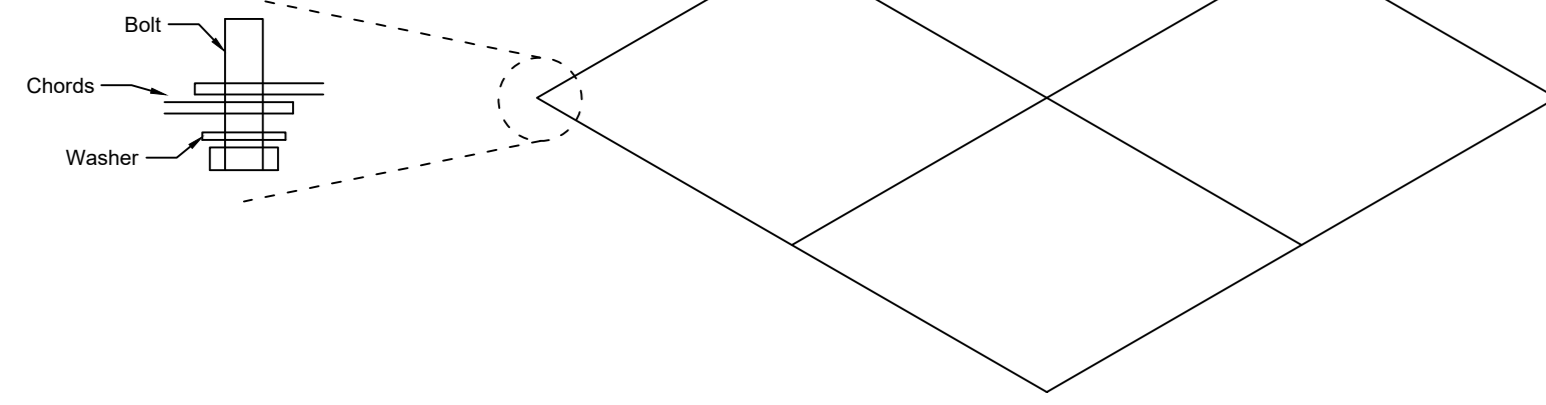


Imagen 4. Ejecución de la prueba.



STEP 1

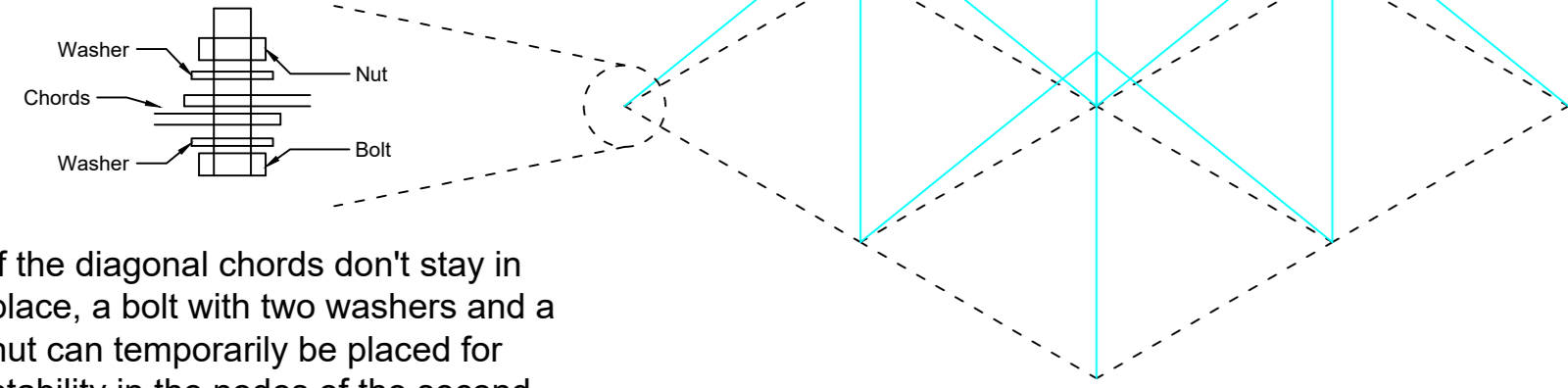
Assemble the base.
The bolts used should be facing upwards.



STEP 2

Assemble the diagonal members of the first level.

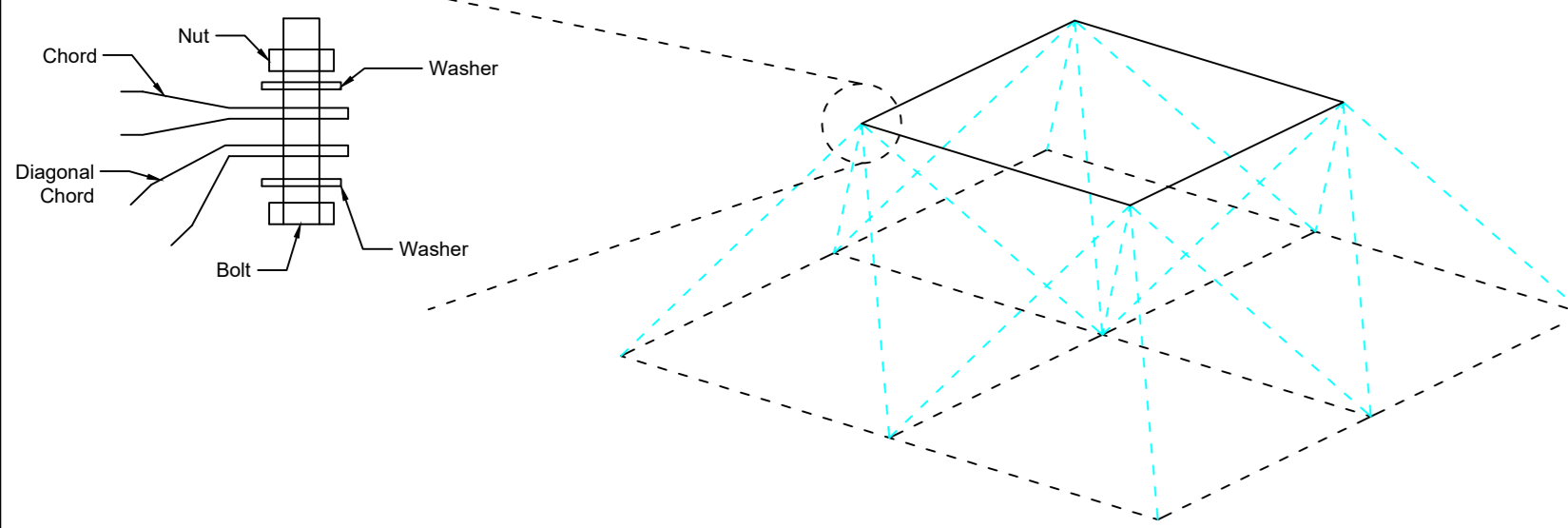
The diagonal chords are placed on the bolts of the base. A washer and a nut are placed in each node.



If the diagonal chords don't stay in place, a bolt with two washers and a nut can temporarily be placed for stability in the nodes of the second level.

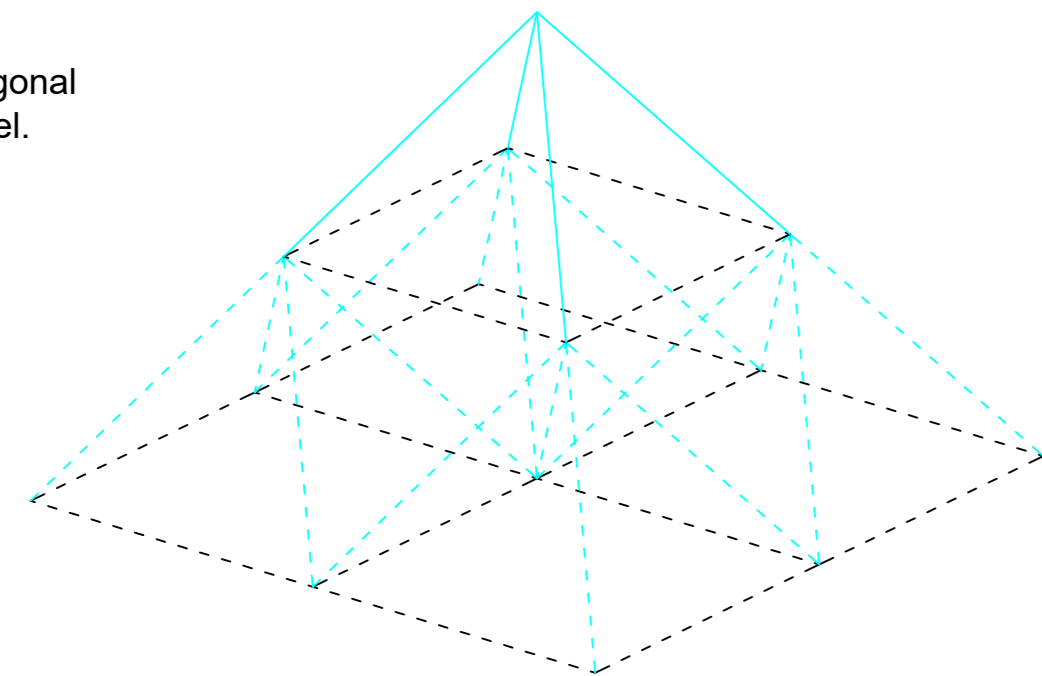
STEP 3

Assemble the square frame of the second level.



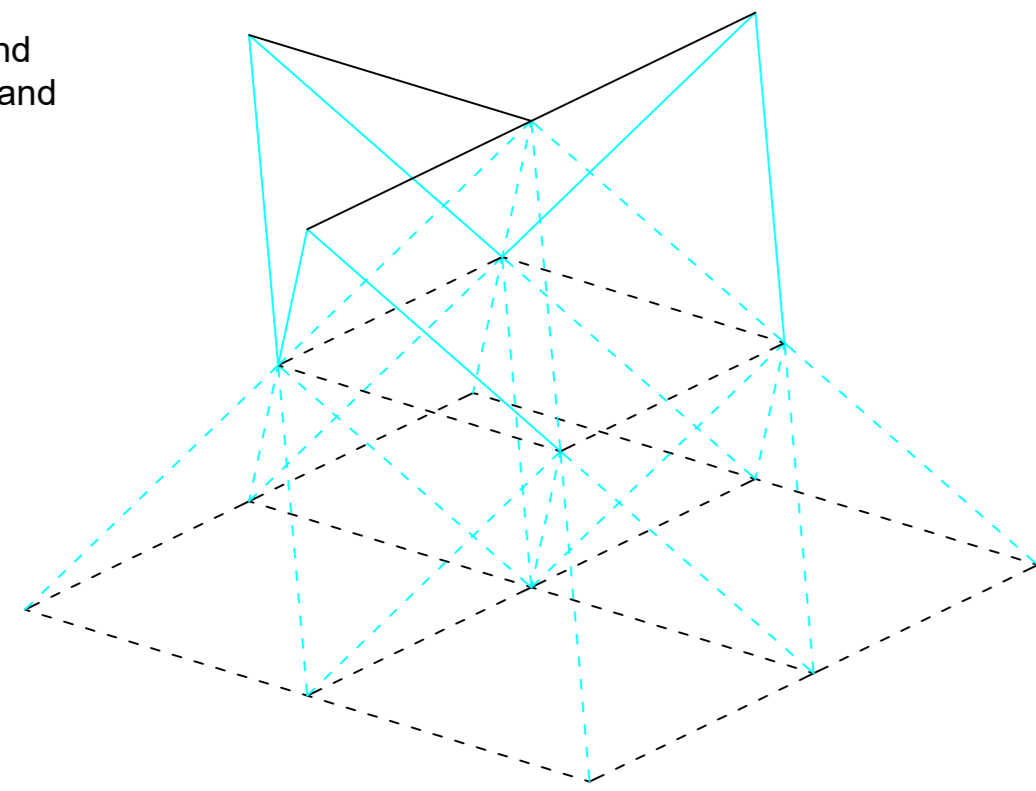
STEP 4

Assemble the following diagonal members of the second level.



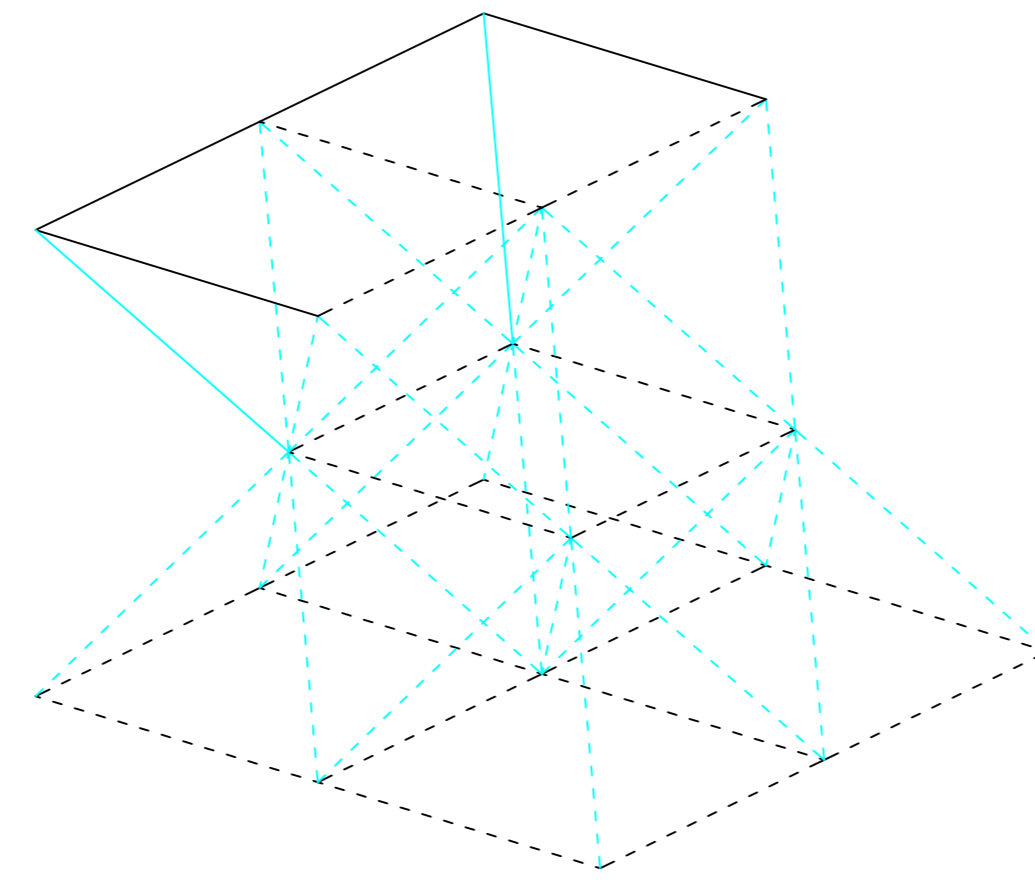
STEP 5

Assemble the following diagonal and horizontal members of the second and third level.



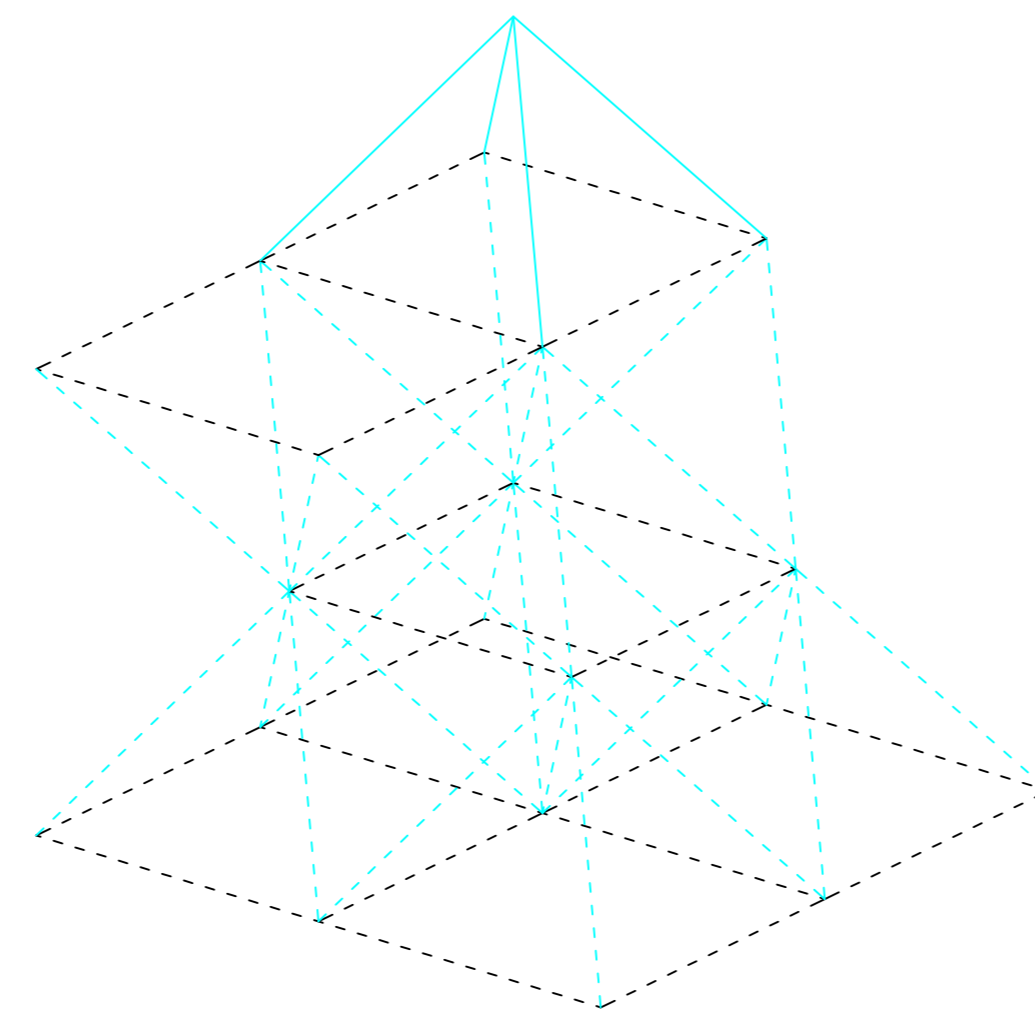
STEP 6

Assemble the following diagonal and horizontal members of the second and third level.



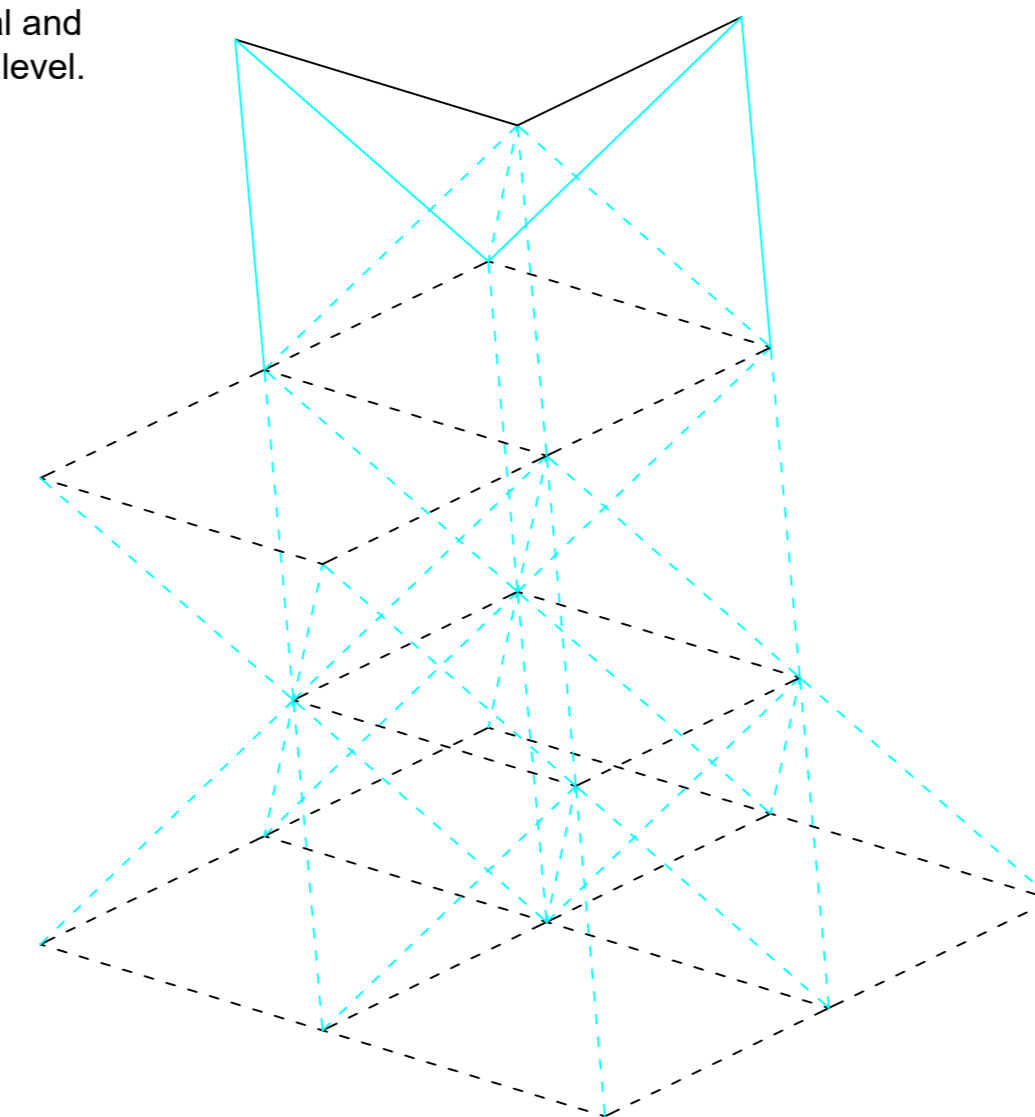
STEP 7

Assemble the following diagonal members of the third level.



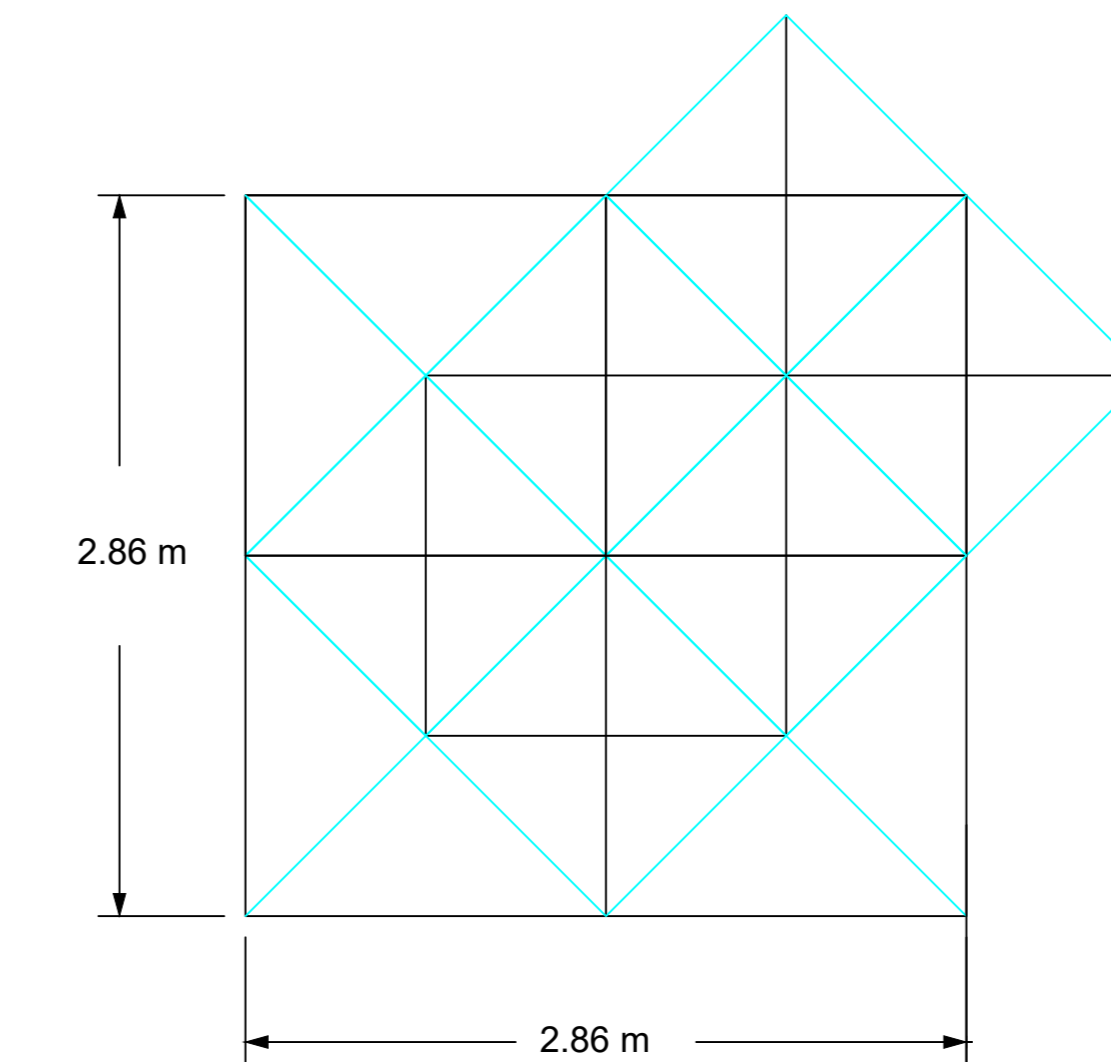
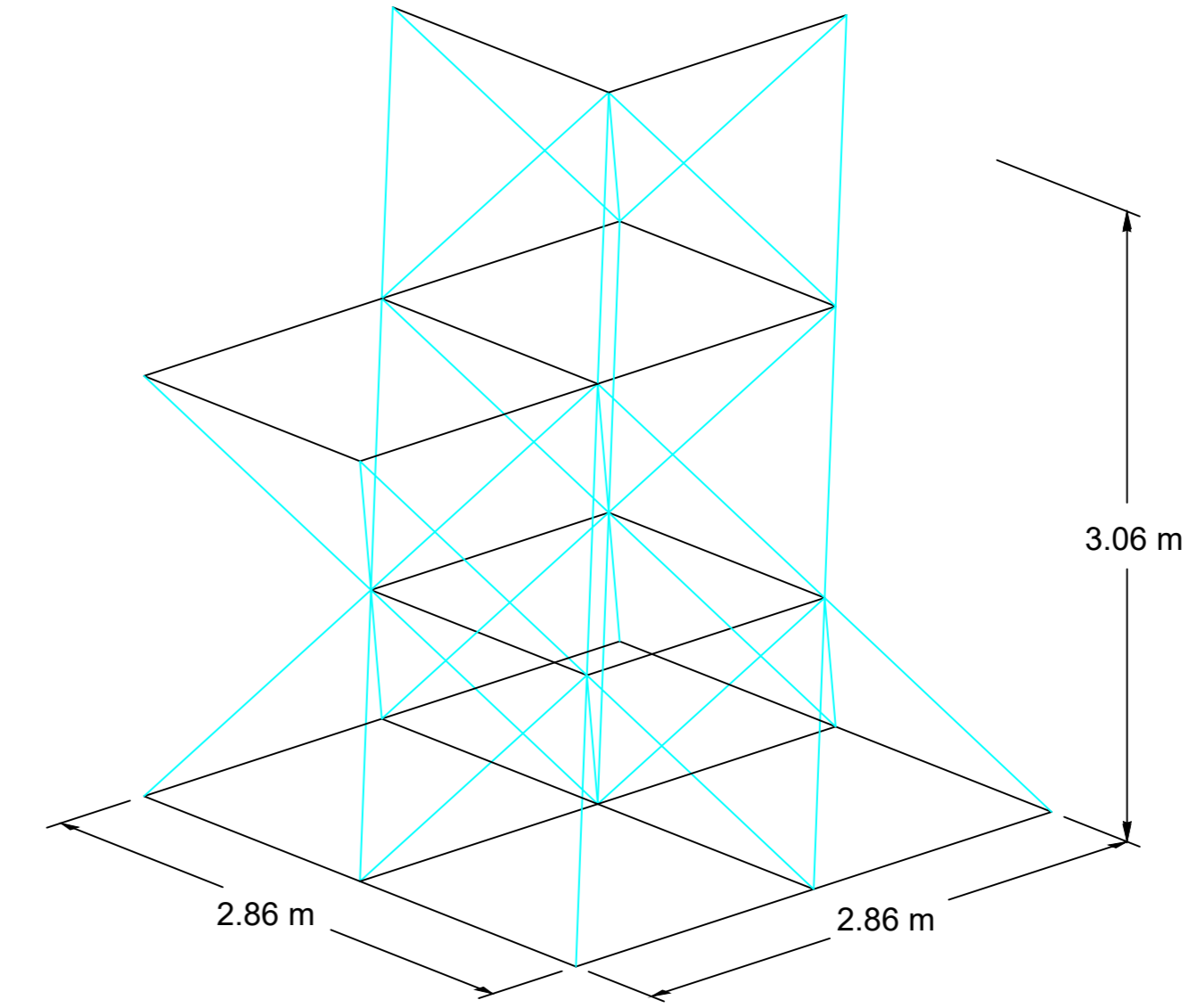
STEP 8

Assemble the following diagonal and horizontal members of the third level.

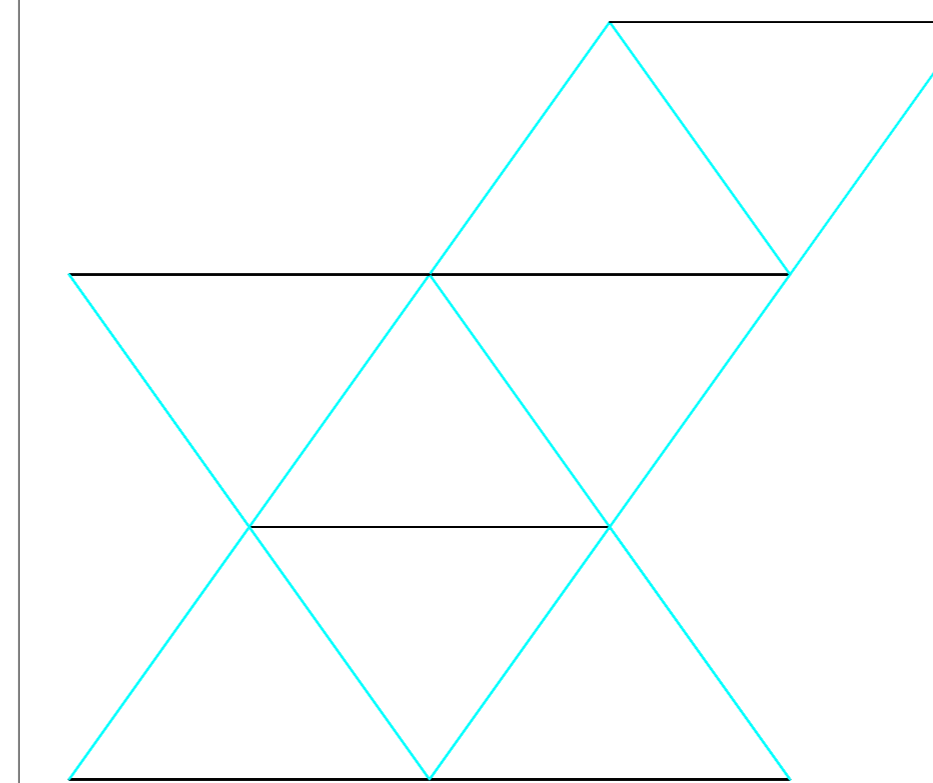


STEP 9

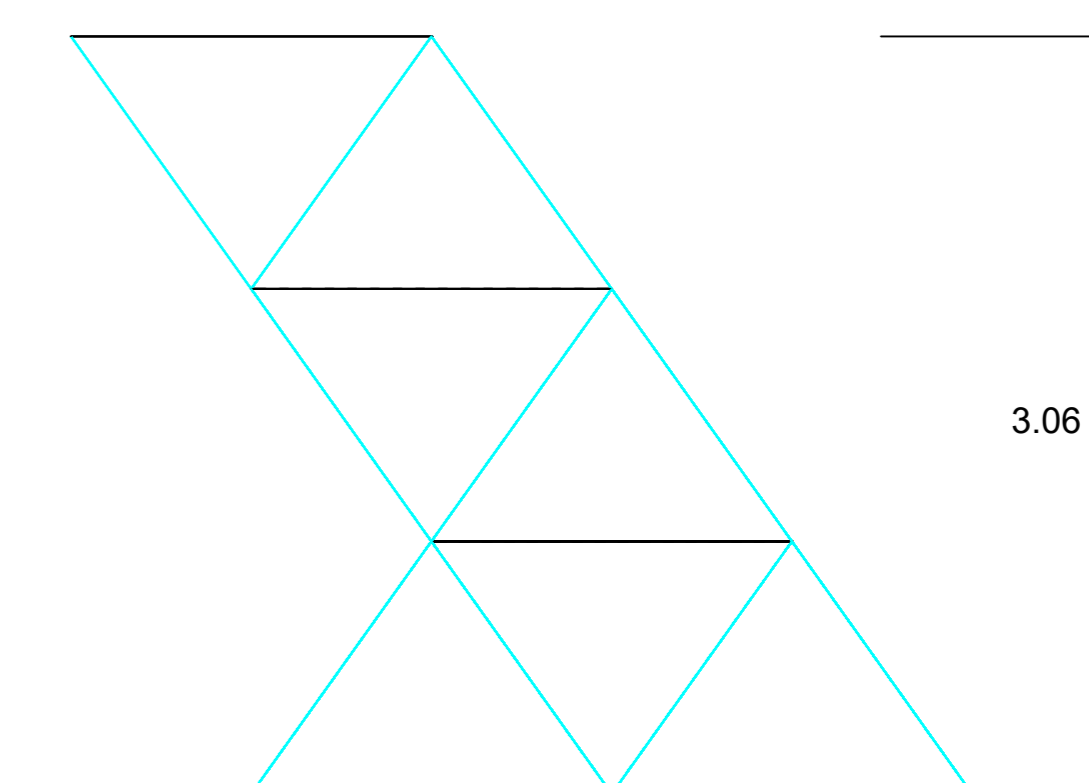
Tighten the nuts of all nodes.



FLOOR PLAN
SCALE 1:30



FRONT ELEVATION
SCALE 1:30

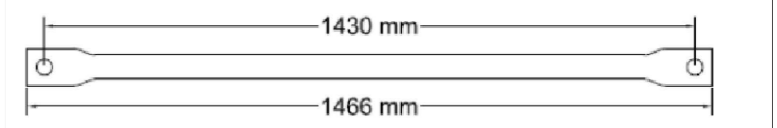


SIDE ELEVATION
SCALE 1:30

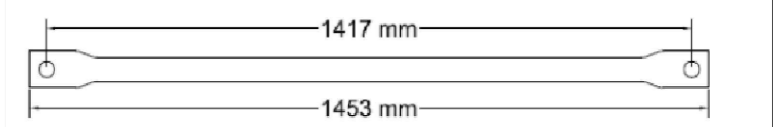
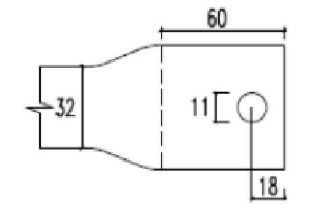
PROJECT
DAD LATTICE STRUCTURE

LEGEND
— TYPE 1 ELEMENT
— TYPE 2 ELEMENT

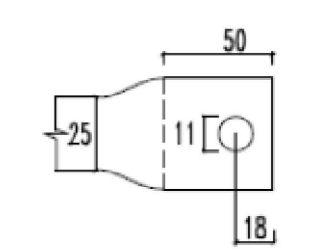
COMPONENTS



Type: 1 OD: 32mm Qty: 65



Type: 2 OD: 25mm Qty: 65



ELEMENT	QUANTITY
TYPE 1	25
TYPE 2 (DIAGONAL)	36
BOLTS	22
WASHERS	44

CONTENTS
DAD LATTICE PROJECT ASSEMBLY INSTRUCTIONS

CLIENT
SURREY GROUP F
PROJECT MANAGER:
EELAVAN RANGESWARAN

COURSE
PAP 1K02 - APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION SYSTEMS

TUTOR
DR. NAYAR CUITLAHUAC ASTUDILLO HERNANDEZ

PROJECT MANAGER
ANDRES FIGUEROA

DRAWING	SCALE	SHEET
AFG BMC EFD	1:30	1 / 1

UNITS IN MM

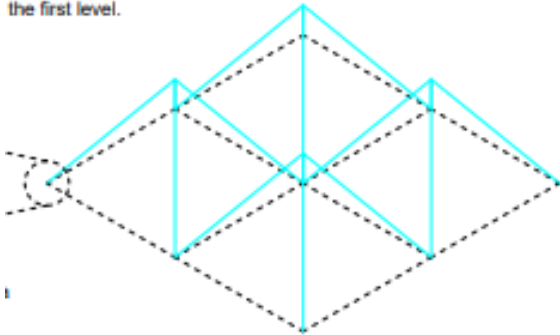
DATE
MARCH 2022

HAZARD	POTENTIAL RISK	SEVERITY	PROBABILITY	RISK FACTOR <u>1-3 Low</u> <u>4-6 Medium</u> <u>7-10 High</u>	WAYS TO REDUCE THE RISK
Working on high points	Working overhead could be uncomfortable and dangerous.	3	4	7	Use a staircase and be careful with its management.
Bolts and washers	Risk of misassembly bolts and washers. The design document indicates the bolts should be facing upwards.	1	4	5	Carefully read the manual.
Third level assembly	Risk of falling from stairs.	5	2	7	Carefully and correctly stabilize the stairs using the security equipment needed.
Bolts and heavy pieces	Heavy pieces and bolts can crush the constructor's hands.	3	3	6	Use gloves and make sure all the connections are tight before releasing them.
Third level assembly	Risk of falling objects overhead. It can cause head injuries.	4	3	7	The use of helmets and special boots is necessary to avoid the risk.
Workspace and other people around	Avoid external people coming into the working area.	3	3	6	Delimitate the working area with caution or hazard tape.

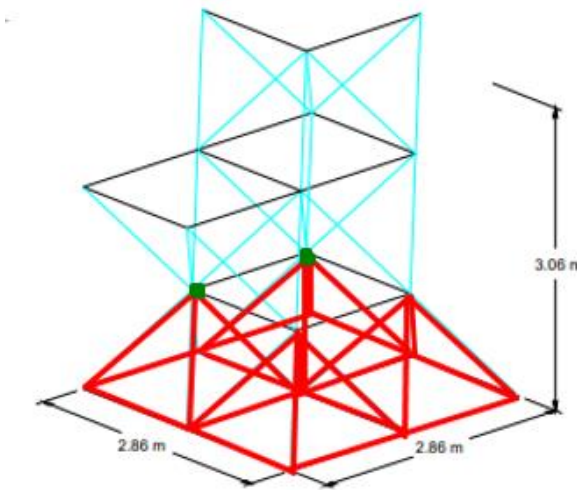
DAD Project Design Comments

- Due to the height of the structure, it wasn't possible to build the whole structure indoors but, when we build outside, we will definitely be able to complete the structure.
- In the document, it was assumed that we can use stepladders but in reality, we cannot so we had to adapt and make the design in different layers.

the first level.



First layer



Second layer

(Exclude members identified by **RED**)

- As seen in the images the first layer consists of the four pyramids, and the second layer is the rest of the structure built on ground level. The base of the second layer is connected by type 1 members in a shape of a square. This square must have bolts pointing downwards if we want to lift the second layer on top of the first.
- As the bolts are facing downwards, we might have to construct the second layer on its side
- Due the size of the second layer, it would require quite a few people to lift the structure, especially at the base, as the joints won't be tightened and quite unstable.
- The points marked by **GREEN** have 10 members connecting to it. Due to not completing the structure we don't know if this would cause an issue. We have access to longer bolts that are enough to hold 10 members.



DAD/PAP PROJECT

Bamboo Design

ABSTRACT

A bamboo structure built for the purpose of acting as a shelter. Document includes measurements, method and a risk assessment.

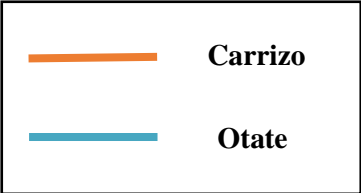
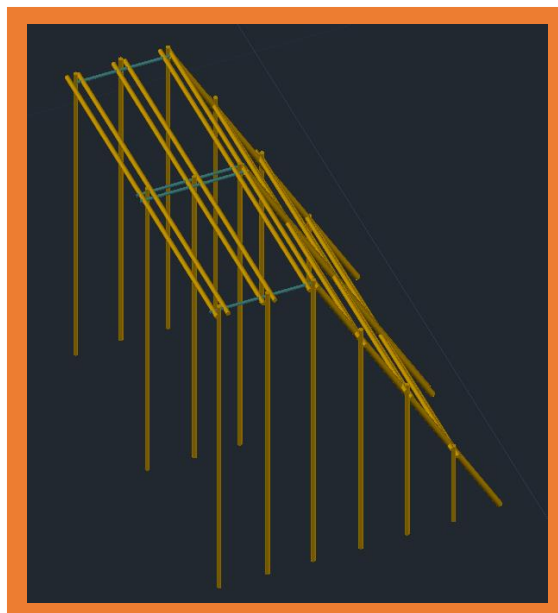
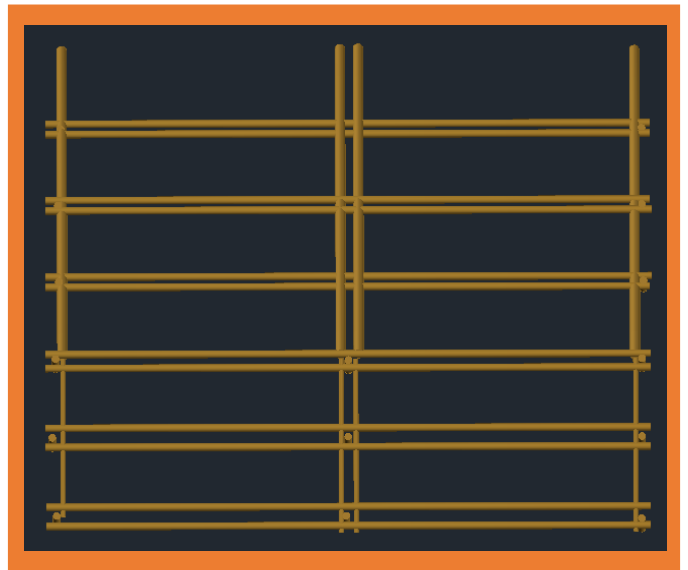
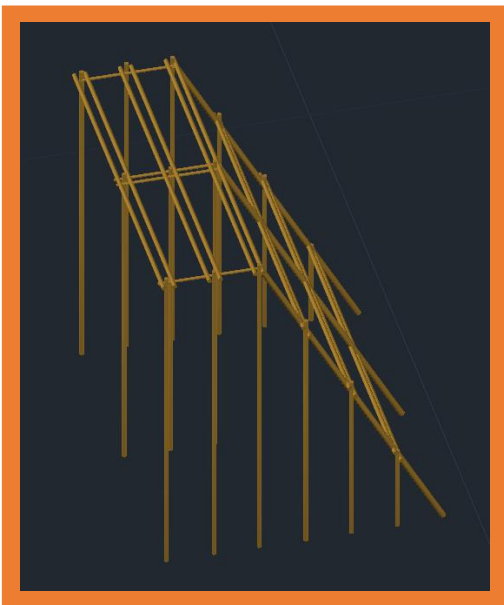
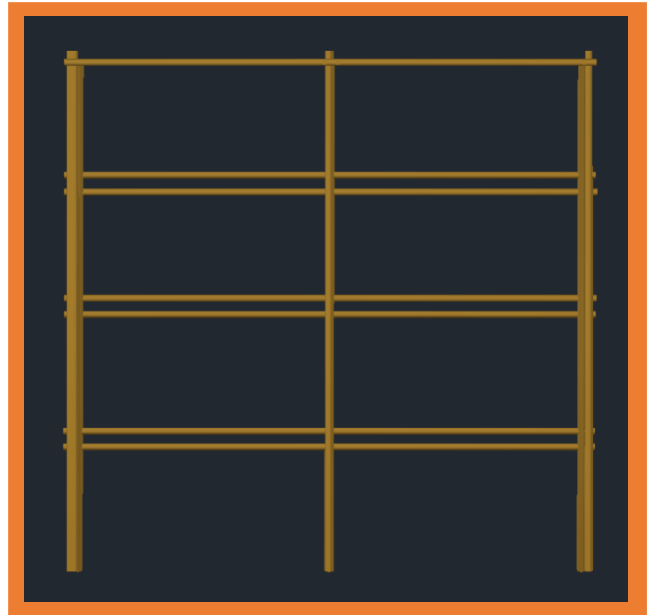
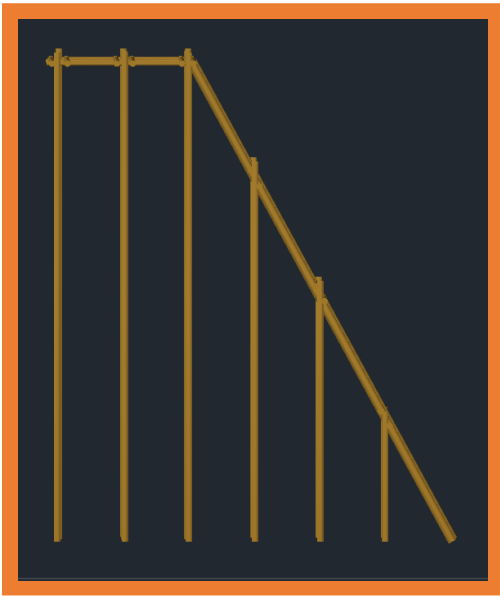
GROUP F

University of Surrey

Table of Contents

Design	2
Roles	2
Materials & Tools	3
Method	4
Risk Assessment	5
General Health and Safety	7
Risk Assessment: Weather	8

Design



Roles

Members	Roles
Andrés Figueroa	Project Manager, Wall Construction & Cutting
Andrés Carrasco	Wall Construction & Cutting
Brandon mora	Wall Construction & Cutting
Eugenio Ferretis	Roof Construction & Health and Safety Manager
Alejandra Hernández	Roof Construction
Jorge Remus	Roof Construction
Lorena Villafaña	Spine Construction
Grecia Manzano	Spine Construction
Miriam Castellanos	Spine Construction

Materials & Tools

- x 30 Carrizo
- x 4 Otate
- Step ladder
- Rope
- Saw
- Meter ruler
- PPE

Method

Cutting

Pieces for the roof:

- Cut x2 pieces of Otate bamboo down to 1.3 meters.
- The x6 other Carrizo members for the roof will be 2.5 meters so will not need to be cut.

For the back wall/rear slanted face:

- x8 2.5m Carrizo

For the two sidewalls:

- x6 2.3m Carrizo for the vertical members
 - x2 2.4m Carrizo for the base
 - x2 1.3m Otate (for top horizontal members)
 - x2 1.75m Carrizo
 - x2 1.2m Carrizo
 - x2 0.65m Carrizo
 - x4 2.5m Carrizo (for diagonal wall edge, and brace)
- } (For shorter vertical columns, shorter ones can be cut from 1 member)

For the central columns, x3 2.3m Carrizo

Roof

Lay 2 Otate bamboo, which are cut down to 1.3m, on the ground 0.04m apart from each other. Then lay one Carrizo bamboo 0.1m down horizontally from the end so it goes across both Otate members with 1.23m hanging over each side of the Otate bamboo. Lay another Carrizo bamboo 0.04m away from the previous Carrizo bamboo. Repeat this 2 more times moving 0.27m apart then placing 2 Carrizo bamboo members 0.04m apart. Finally tie the bamboo to the 2 central Otate members checking it is secured.

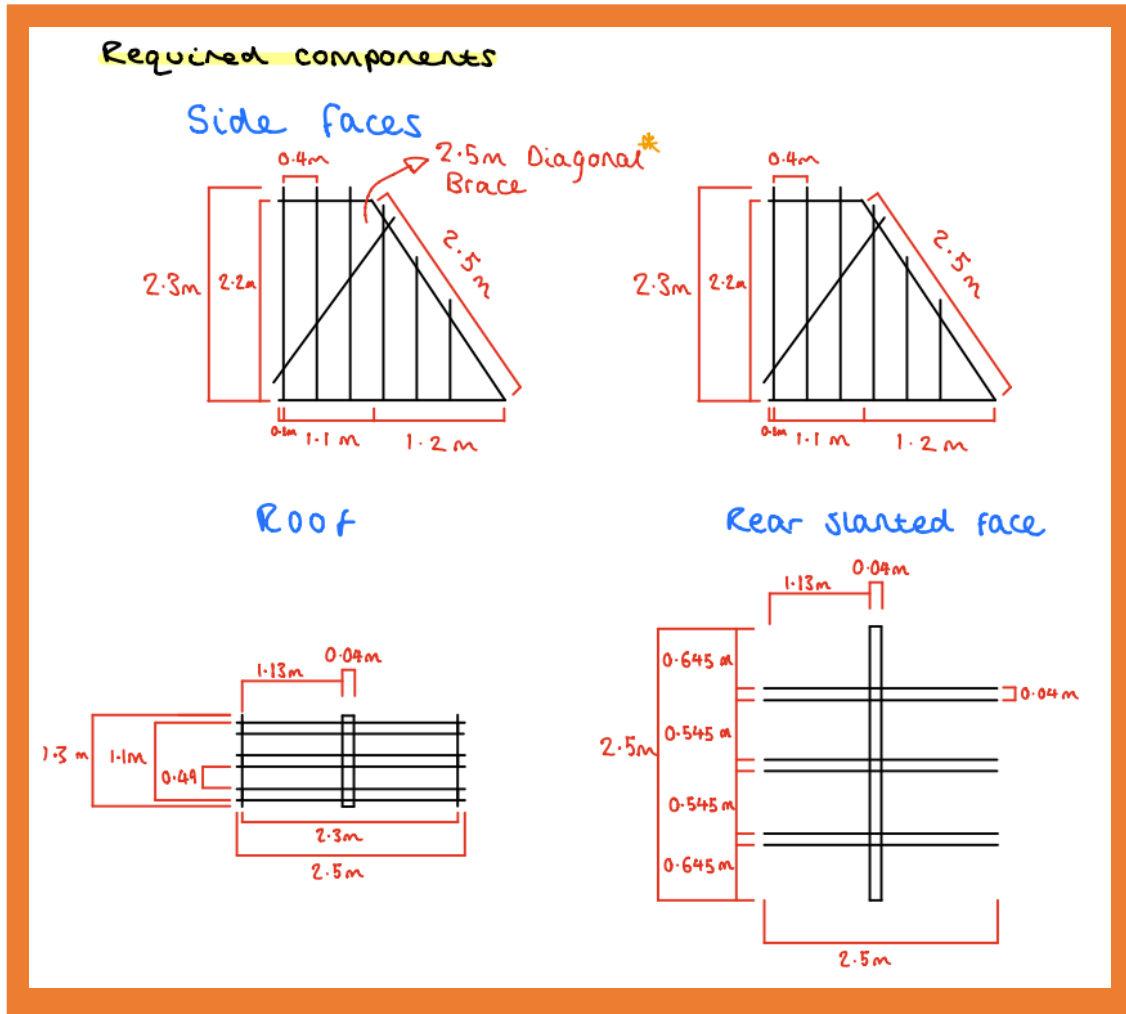
Rear Slanted face

Lay 2 Carrizo bamboo members 0.04m apart from each other. Next move down 0.625m and lay another Carrizo bamboo across both vertical Carrizo bamboo members leaving a 1.13m overhang on each side, then place another Carrizo member 0.04m next to the horizontal member. Move down 0.545m and repeat the two horizontal members again, then move 0.545m and do the same. Finally tie each horizontal Carrizo member to the 2 vertical Carrizo members making sure they are secured.

Walls

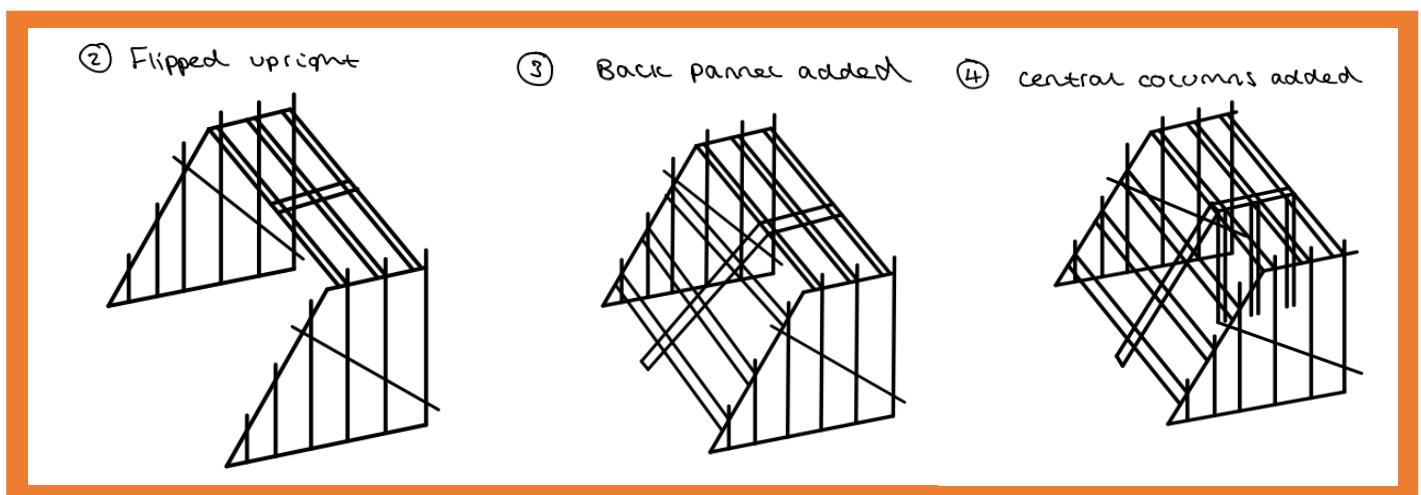
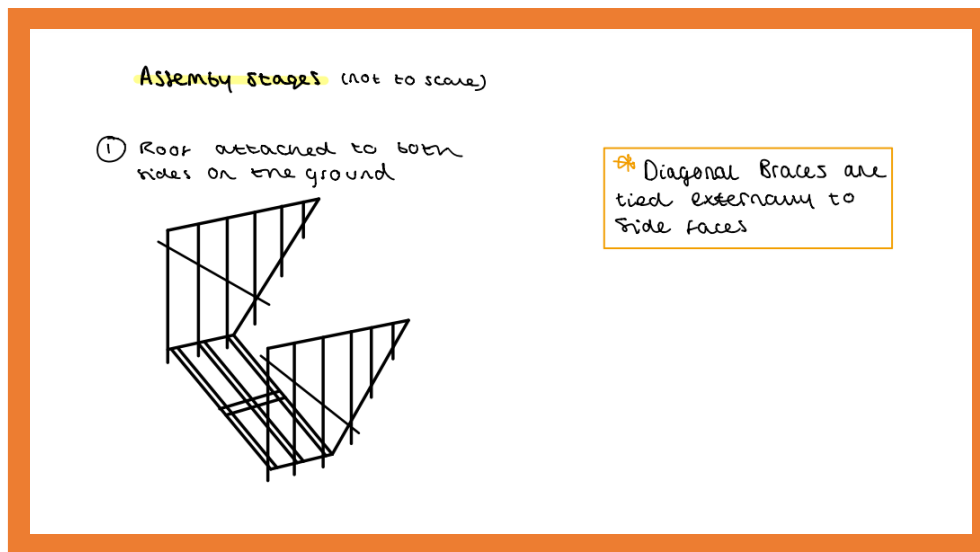
To create the first side wall panel; place a 2.4m Carrizo bamboo piece on the floor. This will be the base member for the side panel. Then on one end of the Carrizo bamboo piece attach a 2.3m long Carrizo bamboo piece perpendicular to the base member, 0.1m from the very edge. Continue to add 2.3m long Carrizo members to the Carrizo base member, each member must be 0.4m apart, until there are three 2.3m long Carrizo bamboo attached perpendicular to the Carrizo base member. And then on top of the three Carrizo bamboo members attach a 1.3m long Otate bamboo piece (roof piece), such that the Otate roof piece is parallel to the base member. Attach the roof member at a height of 2.2m from the base member, leaving 0.1m of the perpendicular members sticking out past the roof member, as shown in drawings. And then attach a 2.5m long Carrizo member diagonally such that one end is connected to the 1.3m roof member and the other end is connected to the far end of the 2.4m base member. Now next to the third 2.3m Carrizo bamboo member attach a 1.75m Carrizo member perpendicular to the base member, 0.4m apart from the third Carrizo member. Proceed to attach a 1.2m and then a 0.65m Carrizo

member each 0.4m apart from the previous member. Finally, attach a 2.5m brace diagonally such that one end is connected near the bottom of the first 2.3m perpendicular member and the other end of the brace is attached towards the top of the fourth (1.75m) perpendicular member, as shown in the drawings. Repeat the entire process for the second wall panel.



Assembly method

With 3 members, have 2 at each corner of the base of the wall and one assisting with the rotation, slowly rotate the wall upside down and align it with the roof. Make sure the Otate member of the wall is aligned with the two Carrizo members and two diagonal members of the roof, then while two are holding onto the wall have the rest tie the wall to the roof making sure a secure knot is used. Then have one person stay with the wall to make sure it doesn't fall over, have two people hold the other wall and repeat attaching that wall to the other side making sure the connections are strong and have someone hold onto that wall. Next the whole structure will be rotated, so have a member on each wall (more if needed) and one member at the front. Slowly rotate the structure towards the member at the front making sure not to crush the member and now the structure will be laying on its front but don't let go yet. Finally, rotate one more time so that the structure is upright and the roof is in the air. Then to attack the spine to the structure, hold up the spine to the angle side of the structure and tie each Carrizo member to the sides making sure of a secure knot.



Optional changes

- Remove base of wall (risk to stability)
- Remove diagonal brace (risk to stability)
- Remove base of wall and diagonal brace
- Change number of columns holding slope from 6 to 4 (2 on each side). Will result in decreased distance of base and slope
- Replace 2/4 smallest Carrizo columns to Otate (If there is an issue with quantity)

Risk Assessment

Hazard:	Potential risk:	Severity:	Probability:	Risk Factor: Severity + probability 1-3 Low 4-6 - Medium 7-10 - High	Ways to reduce risk:
Bamboo Poles	Tripping over them	1	4	Medium	Don't leave any poles laying around unnecessarily
Bamboo Poles	Getting hit	3	2	Medium	Be careful with swinging around long poles of bamboo and wear PPE such as a hard hat, helmet and goggles
Bamboo Poles	Falling off from the structure while building	5	2	High	Make sure all the connections and knots are tight and double check them before you put them in high places
Working at high points	Falling from the structure	3	2	Medium	Have the H&S officer supervise the worker and don't use any large movements that could make you fall off
Other pedestrians	They could walk into your work area	4	1	Medium	Make sure you section off your work area with cones and tape to make sure no one walks into the site when they're not supposed to
Rope	Getting it tangled around you	1-4	2	Medium	Don't swing the rope around especially at head level make sure there is space around you when working with the rope
Saw	Getting cut	6	2	High	Make sure that when you're using the saw to cut the bamboo that no one else is around you and that you're using the saw properly.

General Health and Safety

- Brief everyone on health and safety before construction and have good communication
- Make sure PPE is worn correctly at all times.
- Make sure there are enough people helping move the bamboo if its long.
- If someone is feeling unwell move them off site and make sure they are okay before continuing.
- In the case of an emergency understand the procedure and have an emergency meeting point.

Risk Assessment: Weather

Weather Condition:	Potential risks:	Severity (1 = low; 5 = high)	Probability (1 = low; 5 = high)	Risk factor: Severity + probability 1-3 Low 4-6 Medium 7-10 High	Ways to reduce risk:
High/strong winds	<ul style="list-style-type: none"> • Materials/structures <u>falling over</u> and breaking or causing injury • <u>Debris</u> in eyes • Wind in eyes prohibiting full <u>vision</u> 	5	2 (In Guadalajara)	HIGH	<ul style="list-style-type: none"> • Check weather conditions before working • Construct some parts in an enclosed/sheltered environment if possible • Wear eye protection
Temperature	<ul style="list-style-type: none"> • Over heating/heat stroke • Dehydration • Sunburn • More temperate parts of the day – more active snakes • Workers tempted to remove PPE to cool down • Ice on ground (slipping hazards) 	5	4	HIGH	<ul style="list-style-type: none"> • Work at cooler hours • Make some parts of the structure indoors/under shade (If possible) • Keep hydrated • Take breaks • Keep a lookout for snakes • Ensure PPE is kept on • Clear floor of ice/salt floor
Storm/lightning	<ul style="list-style-type: none"> • Struck by lightning 	5	1	MEDIUM	<ul style="list-style-type: none"> • Don't work in a storm
Rain fall	<ul style="list-style-type: none"> • Ground becoming wet/muddy, causing <u>slipping</u> hazards 	4	5 (In the wet seasons)	HIGH	<ul style="list-style-type: none"> • Avoid construction in September (in Jalisco) (if possible)
	<ul style="list-style-type: none"> • Bamboo beams becoming more slippery 			HIGH	<ul style="list-style-type: none"> • Don't work on wet/muddy grass • Wear shoes with grip • Make some parts indoors/under shelter (if possible)
Fog	<ul style="list-style-type: none"> • Obstructed vision – something could hit someone, tripping hazards 	3	1	MEDIUM	<ul style="list-style-type: none"> • Fog lights • Make some parts of the structure indoors (if possible)

References

Weather and climate (2016) *Climate and Average Weather in Jalisco, Mexico*. Available at: <https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine-regionjalisco-mx,Mexico> (Accessed 6 March 2022).

The BCF group (2018) *HOW DOES THE WEATHER AFFECT CONSTRUCTION SITE SAFETY?* Available at: <https://www.thebcfgroup.co.uk/health-and-safety-pages/how-does-the-weather-affect-construction-site-safety.php> (Accessed 6 March 2022)

Oddizzi (2014) *CLIMATE*. Available at: <https://www.oddizzi.com/teachers/explore-the-world/country-close-up/case-study-mexico/mexico-climate/> (Accessed 6 March 2022)

ChampionTraveler. *The Best Time to Visit Guadalajara, Mexico for Weather, Safety, & Tourism*. Available at: <https://championtraveler.com/dates/best-time-to-visit-guadalajaramx/> (Accessed 6 March 2022)

Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 9 de Marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. ANDRES FIGUEROA GIL / BRANDON MORA CANO / ANDRES CARRASCO IVICH
 Teléfono de contacto. 33 3677 9368 / 33 1168 0834 / 33 1520 4612
 Correo electrónico de contacto. ic714729@iteso.mx / ic715570@iteso.mx / ar715560@iteso.mx

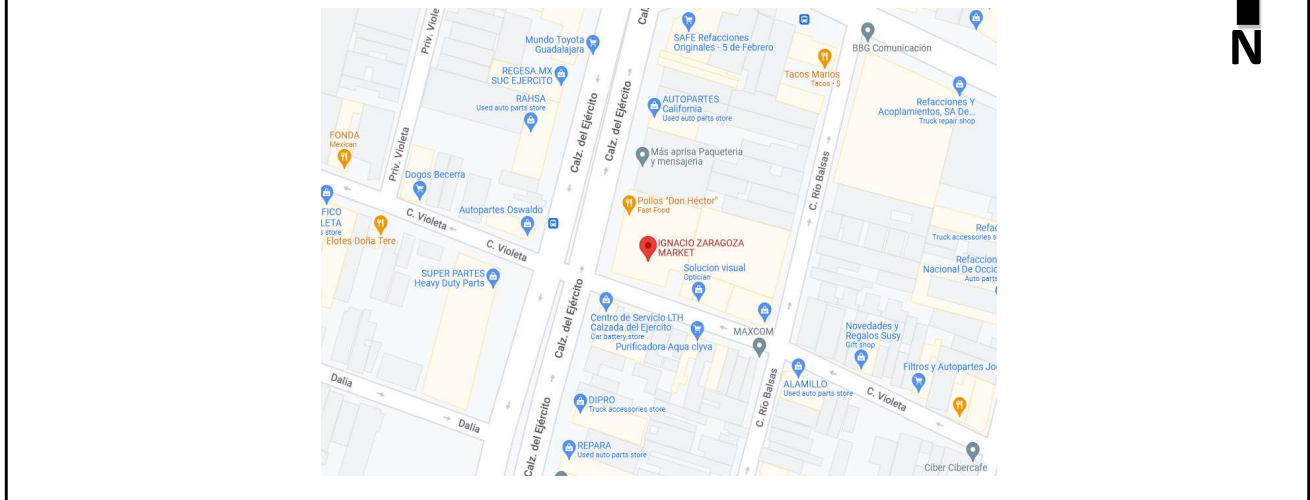
Información General

01. Nombre del inmueble. Mercado Ignacio Zaragoza
 02. Calle. Calzada del Ejército
 03. Número exterior. 1019 04. Número interior. -
 05. Colonia. Quinta Velarde
 06. Código Postal. 44430 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
 09. Teléfono. S.D. 10. Correo electrónico. S.D.
 11. Página web del inmueble. S.D.

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.6572	-103.33517	1555

CROQUIS DE UBICACIÓN

Se deberán plasmar puntos de referencia importantes del inmueble: cruce con vialidades, sitios significativos, etc.



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. Javier Castillo (Administrador del mercado) Preguntamos personalmente
 16. Teléfono de contacto. 33 1772 7743
 17. Correo electrónico. S/D

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. 1967
20. Jurisdicción. Municipal
21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de Mercados Municipal
22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Tercera categoría
23. Estado actual de funcionamiento. En operación
24. Cantidad total de locales en el inmueble. 110 locales (Censo manual)
25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. 2007-2013
26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. S.D.

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? Sí NO
28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? Sí NO
29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? Sí NO
30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? Sí NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 1090 m2
32. Área construida (m2). 1020 m2
33. Altura promedio de entresijos. 3 m
34. Altura máxima de la instalación. 10 m
35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 2 NIVELES
36. Cantidad de niveles subterráneos. NO HAY
37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. 65 m2
38. Área destinada para estacionamiento general. 125 m2
39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. NO HAY
40. Cantidad de bodegas en operación. NO HAY
41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

- ¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? Sí NO
- ¿Existen equipos contra incendio? Sí NO
- ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores)? Sí NO
- ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? Sí NO
- ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? Sí NO
- ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? Sí NO
- ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? Sí NO
- ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? Sí NO
- ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? Sí NO

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

44. Sistema estructural vertical secundario

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

45. Sistema estructural horizontal (de techo)

- Losa de concreto.
- Trabes de concreto
- Losa de acero.
- Armaduras de acero.
- Vigueta y bovedilla (prefabricados)
- Bóveda de cuña
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

46. Sistema de piso

- Mosaico
- Cemento
- Tierra
- Madera
- Otro (especificar). _____

47. Superficie de rodamiento

- Pavimento rígido (concreto)
- Pavimento flexible (asfalto)
- Renchido
- Empedrado
- Terracería
- Otro (especificar). _____

48. Geología y tipo de suelo

*Si se puede identificar en campo, realizar una breve descripción del suelo
De lo contrario, realizar investigación de gabinete.*

S.D.

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. El lado que mira a Calzada del Ejército tiene un solo nivel, el otro tiene dos,
y tienen separación constructiva entre sí. La cubierta y la estructura de los locales trabajan de forma independiente.

51. Materiales principales usados en puertas HERRERÍA

52. Materiales principales usados en ventanas HERRERÍA Y ALUMINIO

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. 8 m

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. MAMPOSTERÍA

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S.D.

58. Valor de la infraestructura S.D.

59. Valor de la edificación S.D.

60. Valor del menaje S.D.

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes		X	
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso		X	
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados		X	
Ventanería / vidrios	X		
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	X		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas		X	
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias			X
Aire acondicionado / extracción	X		
Cubiertas	X		

NOTA METODOLÓGICA

1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una **valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas**. La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que **bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal**. Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.

2. El color de la semaforización **indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción**. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna
 Externa
 Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar)

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

La losa en ingreso por Calz. Del Ejército presenta una flecha grande y varillas descubiertas por debajo se recomienda realizar una evaluación estructural.

Las trabes que sostienen los volados presentan agrietamiento excesivo se recomienda realizar una evaluación estructural o mantenimiento mayor.

Una trabe esta de soporte de una lamina y esta fue dañada para permitir el cruce de una instalación se recomienda realizar una evaluación estructural.

El apoyo de una bóveda en la esquina de un muro está agrietado se recomienda mantenimiento mayor.

Se presenta un desgaste general en recubrimientos la estructura por lo que se recomienda mantenimiento menor (impermeabilización y pintura).

Existe una fuga de agua sin identificar debajo del piso, podría llevar a problemas en cimentación / asentamientos se recomienda hacer mantenimiento mayor

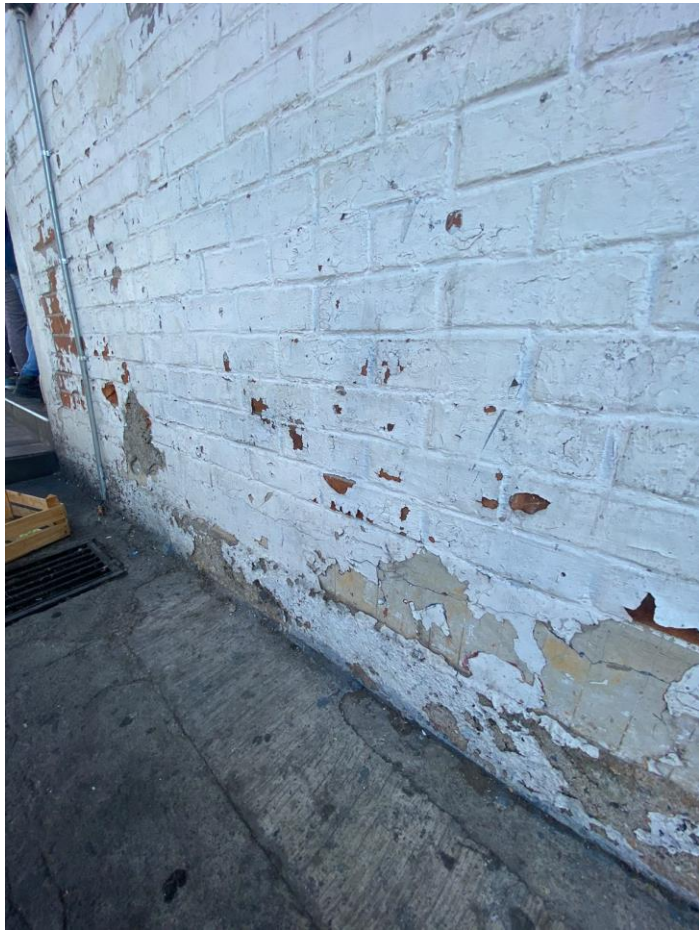
La zona de medidores de luz está puesta en una tabla de madera, y detrás hay cables sueltos, presentado peligro para los usuarios. Se recomienda mantenimiento mayor

En la zona de manejo de residuos existe una columna que presenta agrietamiento se recomienda una evaluación estructural

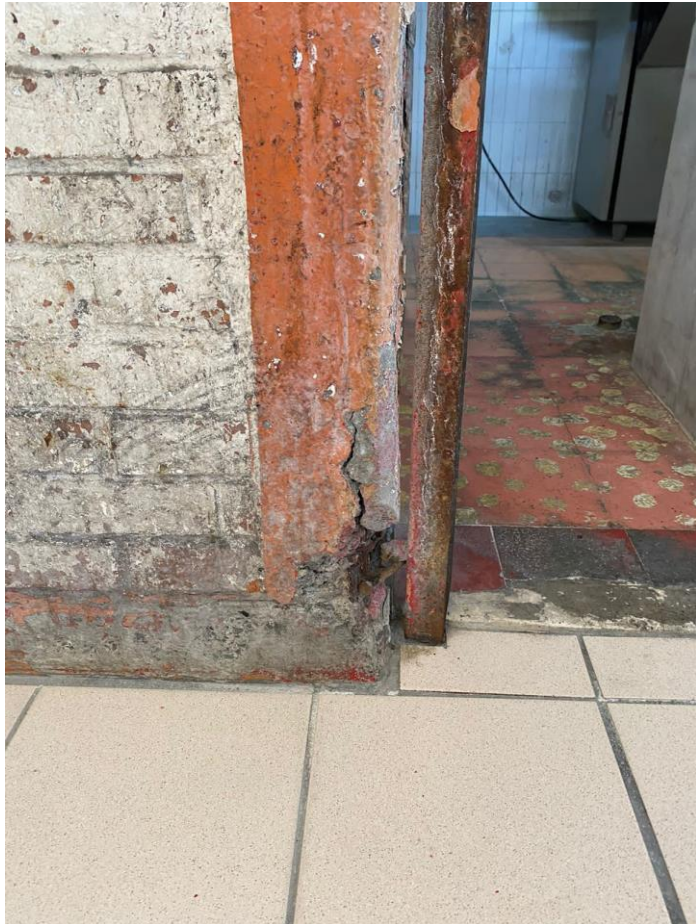
En algunas zonas el azulejo se encuentra roto se recomienda hacer una reposición en esas zonas

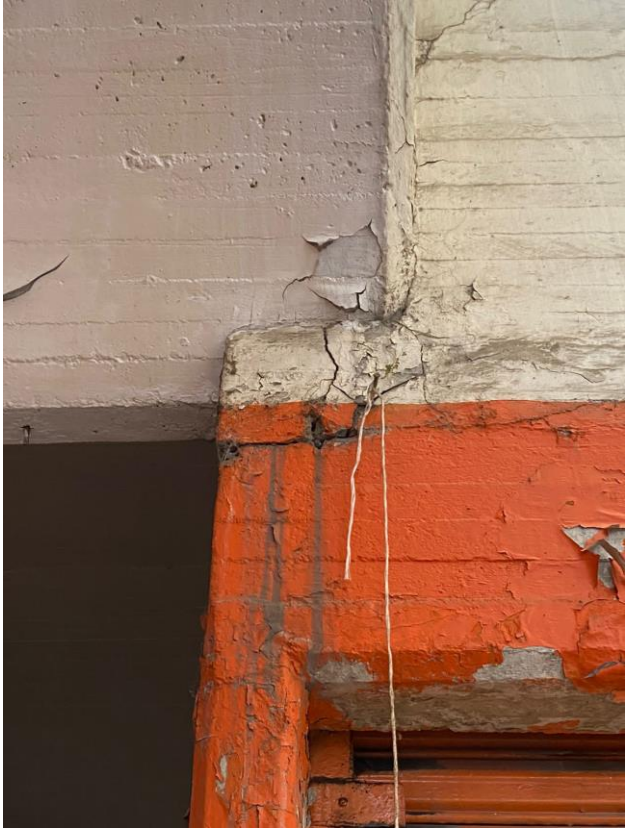
Algunos lavabos o lavamanos no cuentan con sus piezas se recomienda comprar e instalar esas piezas

El sistema estructural principal (losas y columnas) son de un sistema antiguo que actualmente no se recomienda para eventos sísmicos actuales se recomienda realizar una evaluación estructural para planear un reforzamiento que ayude ante un evento sísmico



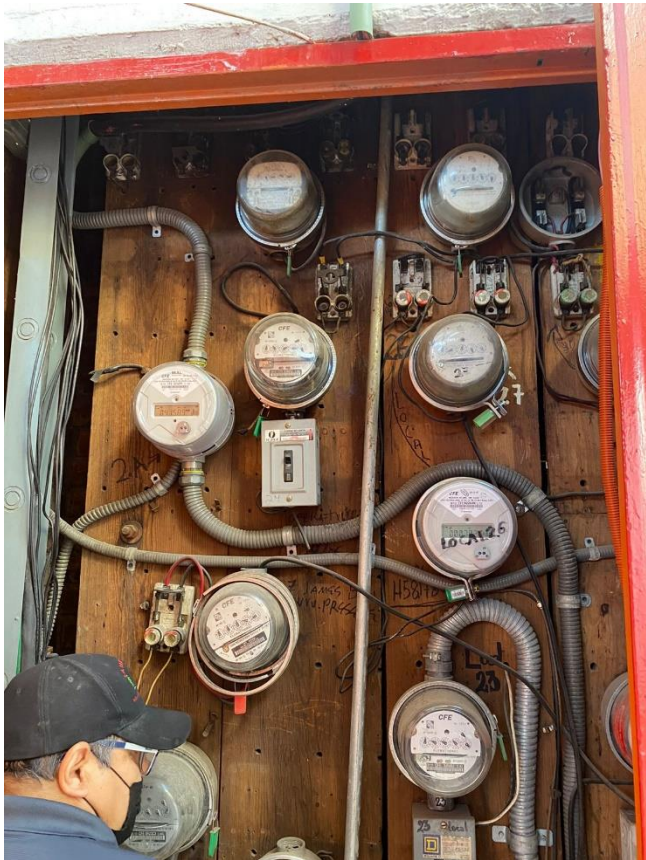






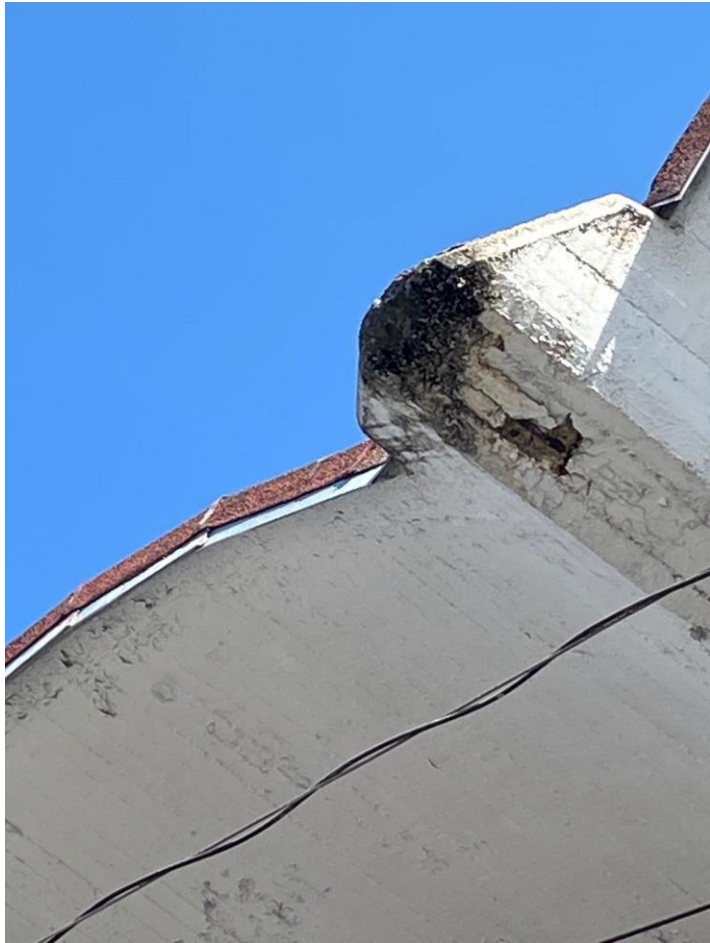


















Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)

Fecha del levantamiento. 9 de Marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. ANDRES FIGUEROA GIL / BRANDON MORA CANO / ANDRES CARRASCO IVICH
 Teléfono de contacto. 33 3677 9368 / 33 1168 0834 / 33 1520 4612
 Correo electrónico de contacto. ic714729@iteso.mx / ic715570@iteso.mx / ar715560@iteso.mx

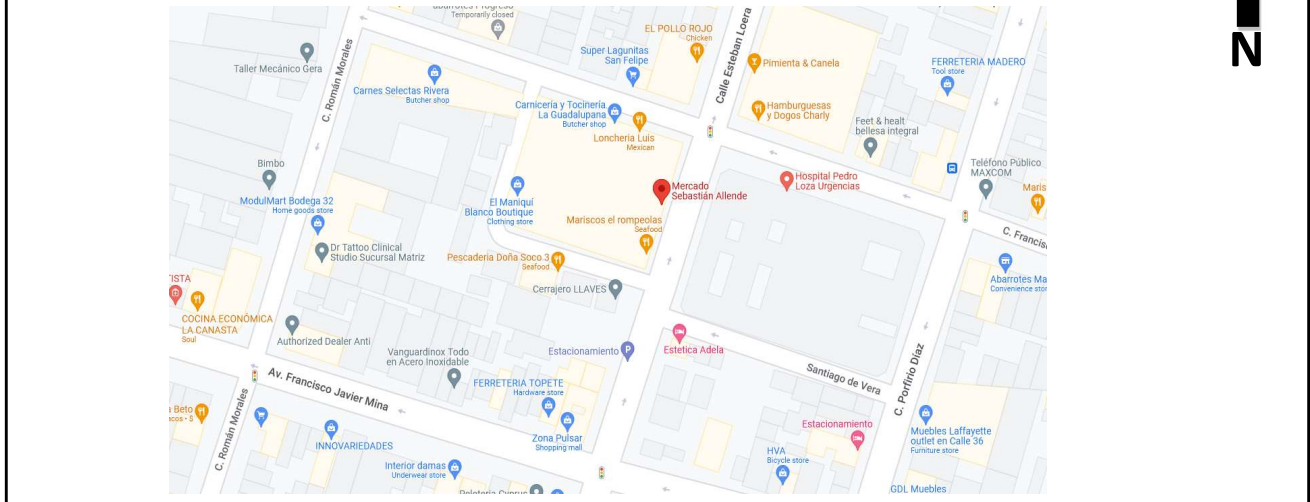
Información General

01. Nombre del inmueble. Mercado Sebastián Allende de Jesús
 02. Calle. Esteban Loera
 03. Número exterior. 139 04. Número interior. -
 05. Colonia. Oblatos
 06. Código Postal. 44700 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
 09. Teléfono. S.D. 10. Correo electrónico. S.D.
 11. Página web del inmueble. S.D.

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.67198	-103.32513	1560

CROQUIS DE UBICACIÓN

Se deberán plasmar puntos de referencia importantes del inmueble: cruce con vialidades, sitios significativos, etc.



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S.D.
 16. Teléfono de contacto. S.D.
 17. Correo electrónico. S.D.

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. 1974
20. Jurisdicción. Municipal
21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de Mercados Municipal
22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Tercera Categoría
23. Estado actual de funcionamiento. En operación
24. Cantidad total de locales en el inmueble. S.D.
25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. De 2017 a 2019
26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. Toda la zona central del mercado, donde se incorporó estructura metálica y nueva cubierta

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? Sí NO
28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? Sí NO
29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? Sí NO
30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? Sí NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 4100 m2
32. Área construida (m2). 3480 m2
33. Altura promedio de entresijos. 2.70 - 3.00 m
34. Altura máxima de la instalación. 6 m
35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 1 nivel
36. Cantidad de niveles subterráneos. NO HAY
37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. 620 m2
38. Área destinada para estacionamiento general. 225 m2
39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. NO HAY
40. Cantidad de bodegas en operación. NO HAY
41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

- | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----|
| ¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen equipos contra incendio ? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores) ? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

44. Sistema estructural vertical secundario

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

45. Sistema estructural horizontal (de techo)

- Losa de concreto.
- Trabes de concreto
- Losa de acero.
- Armaduras de acero.
- Vigueta y bovedilla (prefabricados)
- Bóveda de cuña
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____
vigas de acero, lamina multytecho, laminas de asbestos

46. Sistema de piso

- Mosaico
- Cemento
- Tierra
- Madera
- Otro (especificar). _____

47. Superficie de rodamiento

- Pavimento rígido (concreto)
- Pavimento flexible (asfalto)
- Renchido
- Empedrado
- Terracería
- Otro (especificar). _____

48. Geología y tipo de suelo

*Si se puede identificar en campo, realizar una breve descripción del suelo
De lo contrario, realizar investigación de gabinete.*

S.D.

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. La zona central es una estructura de acero que descansa en columnas de acero y muros, pero la parte exterior es lámina maltratada que descansa en columnas de acero dañadas.

51. Materiales principales usados en puertas Herrería

52. Materiales principales usados en ventanas Herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. 2.50 - 3.00 m

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. MAMPOSTERÍA

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S.D.

58. Valor de la infraestructura S.D.

59. Valor de la edificación S.D.

60. Valor del menaje S.D.

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X		X
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes		X	
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso	X		
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados	X		
Ventanería / vidrios	X		
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	X		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas	X		
Instalaciones de gas		X	
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	X		
Cubiertas			X

NOTA METODOLÓGICA

1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una **valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas**. La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que **bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal**. Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.
2. El color de la semaforización **indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción**. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna
 Externa
 Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar)

Continuar con el plan de renovación del mercado, sustituyendo las láminas y columnas dañadas del exterior del inmueble.

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

En la zona de los locales exteriores, las láminas de asbesto están dañadas o con agujeros, y sostenidas por armaduras dañadas, a veces reforzadas de forma improvisada.

Descansan en columnas circulares de acero, de las cuales muchas están dañadas, agrietadas, o fueron retiradas. Se recomienda terminar la remodelación del mercado en esa zona con el sistema estructural que sea pertinente. Al igual es necesaria la reparación de dichas estructuras

Los tanques de gas están colocados inseguramente sobre una lámina, se recomienda cambiar la zona donde se encuentran actualmente.

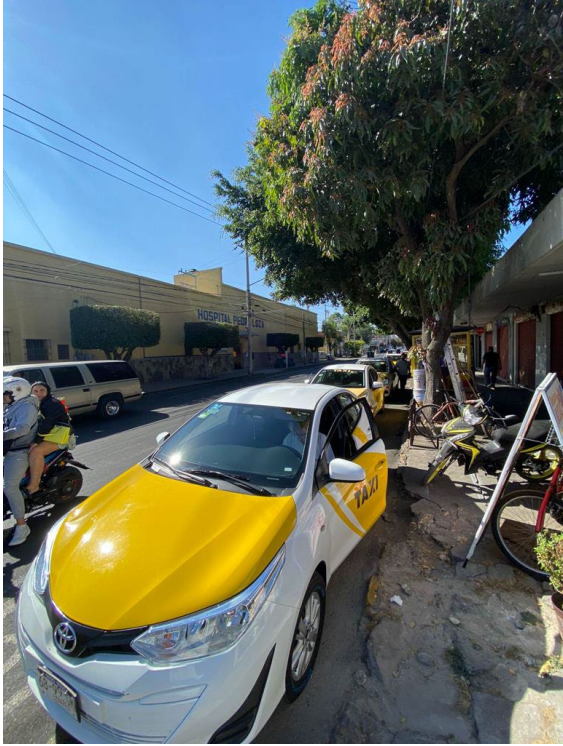
El nodo dañado de la foto 56-41 esta interviniendo de manera incorrecta y no tiene recubrimiento, por lo que esta expuesto a la interperie. Se recomienda analizarlo.

Existen daños importantes en las banquetas de la periferia. Se recomienda la reparación de estas y la instalación de ciclopuertos faltantes.

Se recomienda el mejoramiento y la formalización del área destinada a residuos, con la implementación de una cubierta

Mercado Sebastián Allende de Jesús

















Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. 1964
20. Jurisdicción. Municipal
21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de Mercados Municipal
22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Segunda categoría
23. Estado actual de funcionamiento. En operación
24. Cantidad total de locales en el inmueble. S.D.
25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. 2017
26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. Se construyeron 41 nuevos locales y se dio mantenimiento

- | | | | | |
|--|-------------------------------------|----|--------------------------|----|
| 27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| 28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| 29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| 30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |

Características físicas

- | | |
|---|---|
| 31. Área del predio (m2). <u>6100 m2</u> | 32. Área construida (m2). <u>3750</u> |
| 33. Altura promedio de entresijos. <u>2.70 - 3.00 m</u> | 34. Altura máxima de la instalación. <u>10 m</u> |
| 35. Cantidad de pisos sobre el terreno. <u>1 nivel</u> | 36. Cantidad de niveles subterráneos. <u>NO HAY</u> |
| 37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. <u>25 m2</u> | |
| 38. Área destinada para estacionamiento general. <u>140 m2</u> | |
| 39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. <u>NO HAY</u> | |
| 40. Cantidad de bodegas en operación. <u>NO HAY</u> | |
41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

- | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----|
| ¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen equipos contra incendio ? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores) ? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

44. Sistema estructural vertical secundario

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

45. Sistema estructural horizontal (de techo)

- Losa de concreto.
- Trabes de concreto
- Losa de acero.
- Armaduras de acero.
- Vigueta y bovedilla (prefabricados)
- Bóveda de cuña
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____
Multytecho

46. Sistema de piso

- Mosaico
- Cemento
- Tierra
- Madera
- Otro (especificar). _____

47. Superficie de rodamiento

- Pavimento rígido (concreto)
- Pavimento flexible (asfalto)
- Renchido
- Empedrado
- Terracería
- Otro (especificar). _____

48. Geología y tipo de suelo

*Si se puede identificar en campo, realizar una breve descripción del suelo
De lo contrario, realizar investigación de gabinete.*

S.D.

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble.

Sistemas constructivos varían (en unas zonas estructura metálica, otras concreto)

Hay un cambio de nivel en la zona del mercado que ve hacia Medrano.

51. Materiales principales usados en puertas _____ Herrería

52. Materiales principales usados en ventanas _____ Herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación?

Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. _____ 2.50 m

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. _____ Reja Metálica Prefabricada

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno	S.D.
58. Valor de la infraestructura	S.D.
59. Valor de la edificación	S.D.
60. Valor del menaje	S.D.

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X 		
Muros estructurales	X 		
Vigas o traves	X 		
Nodos (unión viga-columna)	X 		
Daños en losas / sistemas de piso	X 		
Separación de la cimentación	x 		
Inclinación estructural	x 		
Asentamiento diferencial / hundimiento	x 		

62. Evaluación de daños no estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
INSTALACIONES			
Recubrimientos / acabados			
Ventanería / vidrios	X 		
Muros divisorios / tapón	X 		
Cielo raso / plafones	x 		
Puertas / mobiliario fijo	X 		
Instalaciones eléctricas	X 		
Instalaciones de gas	X 		
Instalaciones hidrosanitarias	X 		
Aire acondicionado / extracción	X 		
Cubiertas		X 	

NOTA METODOLÓGICA

1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una **valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas.** La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que **bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal.** Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.

2. El color de la semaforización **indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción.** En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna Externa Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar)

Continuar con el plan de renovación del mercado, sustituyendo las láminas y columnas dañadas del exterior del inmueble.

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

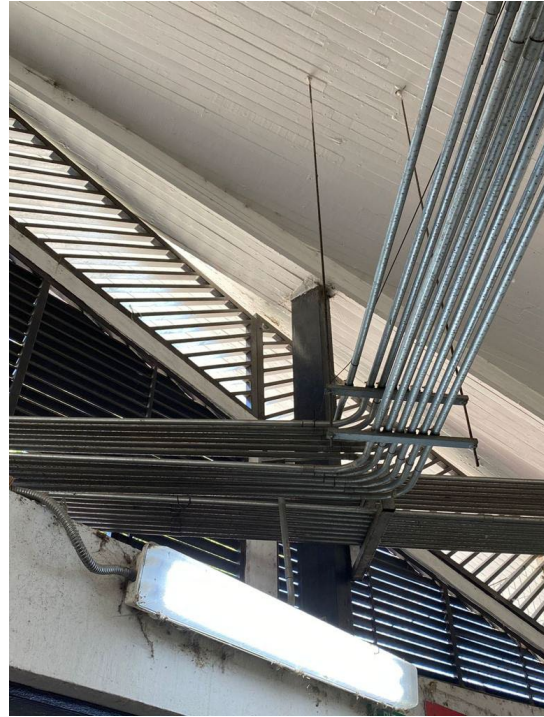
Hay zonas donde el enjarre está un poco desgastado (en una rampa, por ejemplo). Requiere mantenimiento menor.

Se recomienda la implementación de espacio para residuos faltante.

Se recomienda la implementación de luminaria en donde haga falta.

Es necesario el mejoramiento del sistema de desagüe mostrado en la foto 05-26

MERCADO ALDAMA























Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 9 de Marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. ANDRES FIGUEROA GIL / BRANDON MORA CANO / ANDRES CARRASCO IVICH
 Teléfono de contacto. 33 3677 9368 / 33 1168 0834 / 33 1520 4612
 Correo electrónico de contacto. ic714729@iteso.mx / ic715570@iteso.mx / ar715560@iteso.mx

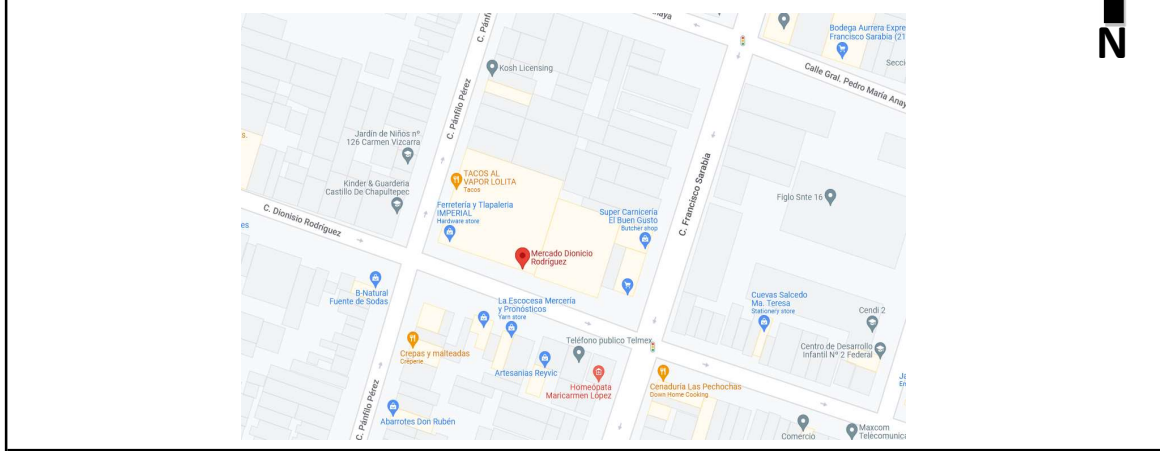
Información General

01. Nombre del inmueble. Mercado Dionisio Rodriguez
 02. Calle. Dionisio Rodriguez
 03. Número exterior. 1755 04. Número interior. -
 05. Colonia. La Penal
 06. Código Postal. 44730 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
 09. Teléfono. S.D. 10. Correo electrónico. S.D.
 11. Página web del inmueble. S.D.

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.66796	-103.30681	1563

CROQUIS DE UBICACIÓN

Se deberán plasmar puntos de referencia importantes del inmueble: cruce con vialidades, sitios significativos, etc.



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S.D.
 16. Teléfono de contacto. S.D.
 17. Correo electrónico. S.D.

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. S.D.
 20. Jurisdicción. Municipal
 21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de Mercados Municipal
 22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Tercera Categoría
 23. Estado actual de funcionamiento. En operación
 24. Cantidad total de locales en el inmueble. S.D.
 25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. S.D.
 26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. S.D.

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	PHOTO-2022-03-16-17-22-24 2
28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	
29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO	
30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	

Características físicas

31. Área del predio (m2). 3000 m2
32. Área construida (m2). 3000 m2
33. Altura promedio de entresijos. 2.70 - 3.00 m
34. Altura máxima de la instalación. 8 m
35. Cantidad de pisos sobre el terreno. uno
36. Cantidad de niveles subterráneos. No hay
37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. 150 m2
38. Área destinada para estacionamiento general. 325 m2
39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. No hay
40. Cantidad de bodegas en operación. No hay
41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

Table with 2 columns: Question, Yes/No options. Rows include: ¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble?, ¿Existen equipos contra incendio?, ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores)?, ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua?, ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos?, ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial?, ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos?, ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación?, ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble?

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal

- X Columnas de concreto
Muros de concreto.
X Columnas de acero.
Mampostería.
Estructura Compuesta.
No se puede identificar a simple vista.
Otro (especificar).

44. Sistema estructural vertical secundario

- Columnas de concreto
Muros de concreto.
X Columnas de acero.
X Mampostería.
Estructura Compuesta.
No se puede identificar a simple vista.
Otro (especificar).

45. Sistema estructural horizontal (de techo)

- X Losa de concreto.
X Trabes de concreto
Losa de acero.
Armaduras de acero.
Vigueta y bovedilla (prefabricados)
Bóveda de cuña
No se puede identificar a simple vista.
X Otro (especificar).
Vigas de acero

46. Sistema de piso

- Mosaico
X Cemento
Tierra
Madera
X Otro (especificar).
Adoquín

47. Superficie de rodamiento

- Pavimento rígido (concreto)
X Pavimento flexible (asfalto)
Renchido
Empedrado
Terracería
Otro (especificar).

48. Geología y tipo de suelo

Si se puede identificar en campo, realizar una breve descripción del suelo
De lo contrario, realizar investigación de gabinete.

S.D.

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. Si se agregaba una cubierta de lamina con estructura metálica en la parte exterior, mientras que la estructura es de concreto. (Observese en segunda fotografía)

51. Materiales principales usados en puertas Herrería
52. Materiales principales usados en ventanas Herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? X Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. 2.70 - 3.00 m

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. Mampostería / Piedra

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno	S.D.
58. Valor de la infraestructura	S.D.
59. Valor de la edificación	S.D.
60. Valor del menaje	S.D.

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X	X	
Muros estructurales	X		
Vigas o trabes		X	
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso			X
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados			X
Ventanería / vidrios	X		
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	X		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas	X		
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	X		
Cubiertas			X

NOTA METODOLÓGICA

1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una **valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas.** La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que **bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal.** Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.
2. El color de la semaforización **indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción.** En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna
 Externa
 Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar)

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

- 1) Varias columnas presentan grietas importante en sus esquinas y en algunos casos el armado está expuesto, se sugiere realizar una evaluación estructural.
- 2) La mayoría de las losas de concreto tienen varilla expuesta y el recubrimiento dañado, se sugiere realizar una evaluación estructural
- 3) Traves de concreto que sostienen la cubierta exterior también presentan agrietamientos o están lastimadas, se sugiere una evaluación estructural
- 4) En la parte central hay una cubierta de lámina por la que se filtra agua en temporada de lluvias, se sugiere realizar un cambio de la misma.
- 5) No hay cristales en las ventanas de la parte central, por lo tanto entra polvo y agua con facilidad por lo que requiere la reposición de los cristales
- 6) Existe un levantamiento y daño en el adoquín exterior, se recomienda reparar y analizar posibles causas del daño, como raíces de árboles.
- 7) Se observó un tinaco en una posición desfavorable (foto 22-22) que representa un riesgo. Se recomienda analizar su estado de uso actual y si está en uso su reubicación o removerlo



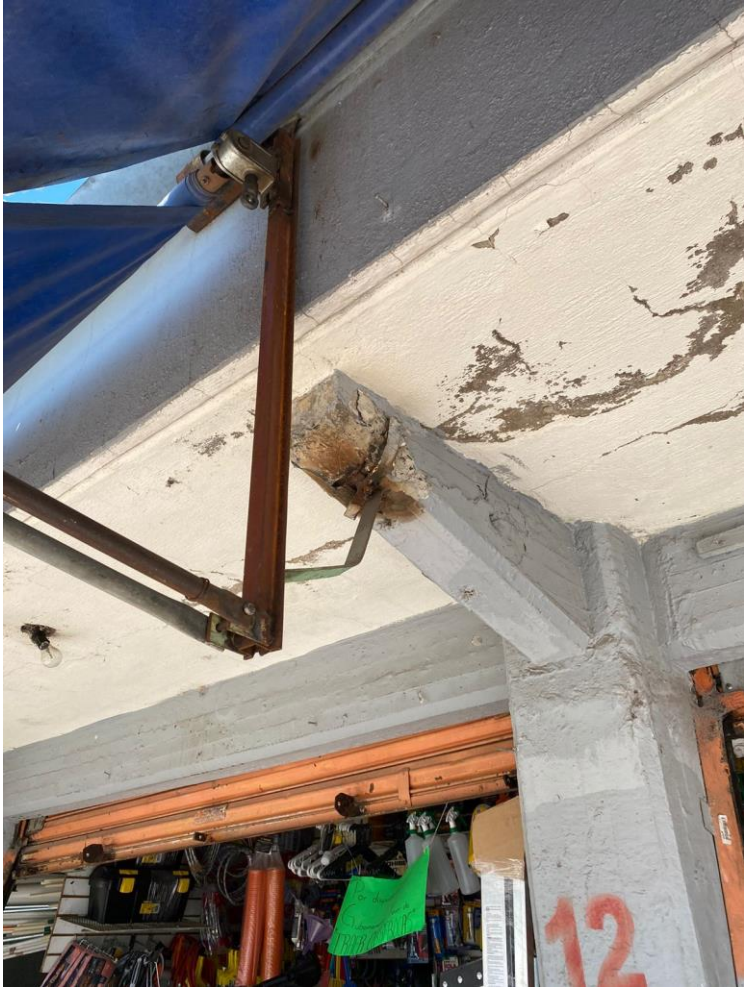




























Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 11 de Marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. ANDRES FIGUEROA GIL / BRANDON MORA CANO / ANDRES CARRASCO IVICH
 Teléfono de contacto. 33 3677 9368 / 33 1168 0834 / 33 1520 4612
 Correo electrónico de contacto. ic714729@iteso.mx / ic715570@iteso.mx / ar715560@iteso.mx

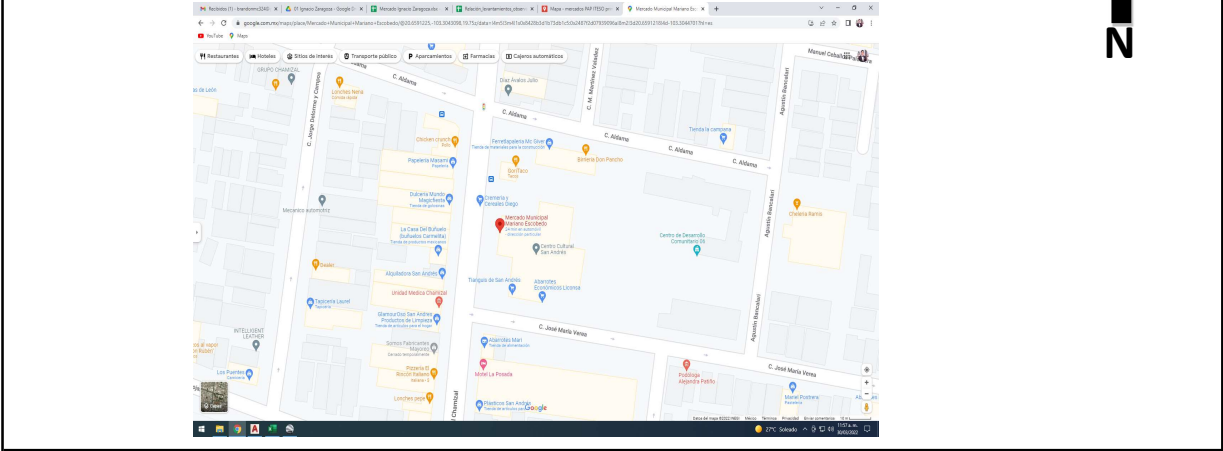
Información General

01. Nombre del inmueble. Mercado Mariano Escobedo
 02. Calle. Chamizal
 03. Número exterior. 253 04. Número interior. N/A
 05. Colonia. San Andres
 06. Código Postal. 44730 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
 09. Teléfono. S.D. 10. Correo electrónico. S.D.
 11. Página web del inmueble. S.D.

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.6592276	-103.3043411	1575

CROQUIS DE UBICACIÓN

Se deberán plasmar puntos de referencia importantes del inmueble: cruce con vialidades, sitios significativos, etc.



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S.D.
 16. Teléfono de contacto. S.D.
 17. Correo electrónico. S.D.

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. 1964
 20. Jurisdicción. Municipal
 21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de Mercados Municipales
 22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Tercera categoría
 23. Estado actual de funcionamiento. En operación
 24. Cantidad total de locales en el inmueble. 75 (CONTEO MANUAL)
 25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. S.D.
 26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. S.D.

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? SÍ NO
 28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? SÍ NO
 29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? SÍ NO
 30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? SÍ NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 3402 m2
32. Área construida (m2). 1276 m2
33. Altura promedio de entresijos. 3
34. Altura máxima de la instalación. 7
35. Cantidad de pisos sobre el terreno. UN NIVEL
36. Cantidad de niveles subterráneos. No hay
37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. 114 m2
38. Área destinada para estacionamiento general. 312.5 m2
39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. 2
40. Cantidad de bodegas en operación. 2
41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

- | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----|
| ¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen equipos contra incendio ? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores) ? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? | <input type="checkbox"/> | SÍ | <input checked="" type="checkbox"/> | NO |
| ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? | <input checked="" type="checkbox"/> | SÍ | <input type="checkbox"/> | NO |

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

44. Sistema estructural vertical secundario

- Columnas de concreto
- Muros de concreto.
- Columnas de acero.
- Mampostería.
- Estructura Compuesta.
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

45. Sistema estructural horizontal (de techo)

- Losa de concreto.
- Trabes de concreto
- Losa de acero.
- Armaduras de acero.
- Viguetas y bovedilla (prefabricados)
- Bóveda de cuña
- No se puede identificar a simple vista.
- Otro (especificar). _____

46. Sistema de piso

- Mosaico
- Cemento
- Tierra
- Madera
- Otro (especificar). _____

47. Superficie de rodamiento

- Pavimento rígido (concreto)
- Pavimento flexible (asfalto)
- Renchido
- Empedrado
- Terracería
- Otro (especificar). _____

48. Geología y tipo de suelo

*Si se puede identificar en campo, realizar una breve descripción del suelo
De lo contrario, realizar investigación de gabinete.*

S.D.

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. Existe una diferencia de altura en las cubiertas aunque estas son conectadas entre sí solo con un arco de venatnería, hay dos edificios aledaños a la construcción y la planta es en forma de regilete

51. Materiales principales usados en puertas Herrería

52. Materiales principales usados en ventanas Herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? SÍ NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. 7 metros

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. Mampostería

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno	S.D.
58. Valor de la infraestructura	S.D.
59. Valor de la edificación	S.D.
60. Valor del menaje	S.D.

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	X	X	
Muros estructurales		X	
Vigas o trabes	X		
Nodos (unión viga-columna)	X		
Daños en losas / sistemas de piso		X	
Separación de la cimentación	X		
Inclinación estructural	X		
Asentamiento diferencial / hundimiento	X		

62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados		X	
Ventanería / vidrios		X	
Muros divisorios / tapón	X		
Cielo raso / plafones	X		
Puertas / mobiliario fijo	X		
Instalaciones eléctricas	X		
Instalaciones de gas	X		
Instalaciones hidrosanitarias	X		
Aire acondicionado / extracción	X		
Cubiertas		X	

NOTA METODOLÓGICA

1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una **valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas.** La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que **bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal.** Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.

2. El color de la semaforización indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna
 Externa
 Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar)

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

- 1-En algunas zonas el azulejo del piso se encuentra dañado por lo que sería conveniente realizar un cambio del mismo.
- 2-Exiten areas donde la ventanería se encuentra dañada por lo que sería conveniente realizar un cambio de estas.
- 3-En uno de los muros (ubicado en fachada principal junto a uno de los ingresos) se encuentra una grieta a 45° y se sugiere realizar una evaluación estructural del mismo.
- 4-En la losa existen zonas en la que se puede observar el acero de las varillas (zona lateral que colinda con el patio y jardín) y en otras zonas se puede observar una fisura a la mitad del peralte de la losa (miasma zona anteriormente mencionada y en la zona central del mercado) 5-Se observa la presencia de humedad en la losa por lo que se sugiere realizar una evaluación estructural.



























