



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DAÑADAS POR SISMO”

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

MARIÑELARENA ESTRADA ANDRÉ

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. RICARDO HERAS CRUZ



CIUDAD DE NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO, 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

En el camino hacia la culminación de esta tesis, he tenido el honor de contar con el apoyo incondicional de varias personas especiales en mi vida. Sus contribuciones, amor y apoyo han sido fundamentales en este viaje académico y personal. Quiero expresar mi profundo agradecimiento a:

A mis padres Ludvi y Rosario, quienes me han dado la vida, valores y la oportunidad de educarme. Su amor, sacrificio y constante aliento me han inspirado a perseguir mis metas académicas. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente de inspiración constante.

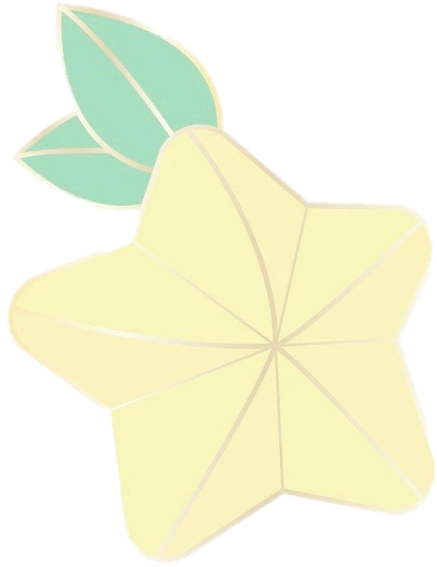
A mi Hermano Said, por su amistad, compañía y el apoyo emocional que me brindó a lo largo de este proceso.

A mi abuela Rita, quien ha sido un faro de sabiduría y amor en mi vida. Tus historias y consejos han enriquecido mi perspectiva y me han ayudado a mantenerme enfocado en mis objetivos. Tu presencia en mi vida es un regalo inestimable.

A mi esposa Gisela, quien ha sido mi compañera y mi mayor apoyo. Tu paciencia infinita, comprensión y apoyo incansable no solo me han ayudado a sobrellevar las largas horas de estudio y trabajo, sino que también han sido mi fuente de inspiración constante. Tus palabras de aliento en los momentos de duda y tus celebraciones en los momentos de éxito han sido el motor que me impulsó a seguir adelante.

A mi director del proyecto, el Ing. Ricardo Heras Cruz, por su inquebrantable compromiso y su invaluable asesoría. Sus conocimientos y orientación fueron cruciales para dar forma a este trabajo y llevarlo a buen puerto.

Este proyecto es el resultado del esfuerzo colectivo y el amor de todas estas personas especiales en mi vida. Su influencia ha dejado una huella indeleble en este trabajo y en mi desarrollo como individuo. A cada uno de ustedes, les dedico este logro con profunda gratitud.



“Incluso en la aventura más grande, nuestro hogar es donde encontramos la fuerza y el apoyo que necesitamos”.

-Aqua.

RESUMEN

Algunas de las estructuras de las viviendas de los municipios en el estado de Puebla han sufrido daños a causa de los sismos en el año 2017 - 2018, que actúan con una fuerza que los elementos no pueden absorber, rompiendo por cortante y en casos aislados, desplome de los elementos, esto es debido a la equivocada disposición de la misma y principalmente de la mano de obra.

Los aspectos aquí tratados son los análisis de los casos de algunas de estas entidades elegidas, donde se muestran las fallas estructurales y el planteamiento de sus posibles soluciones, estos criterios adecuándose a las necesidades sociales, culturales, ambientales y de riesgo de cada región, permitiendo que la asistencia técnica se otorgue de manera eficiente, organizada y homologada.

Posteriormente se describen los procesos constructivos, según sean los materiales que se puede encontrar en la zona, la adecuación cultural y disponibilidad de los servicios reconociendo que garantizar una vivienda adecuada es un elemento central, así como la seguridad estructural para otorgar a los hogares la debida habitabilidad.

ABSTRACT

Some of the housing structures of the municipalities in the state of Puebla have suffered damage due to earthquakes in 2017 - 2018, which act with a force that the elements cannot absorb, breaking by shear and in isolated cases, collapse of the elements, this is due to the wrong arrangement of the same and mainly of the workmanship.

The aspects dealt with here are the analysis of the cases of some of these chosen entities, where structural failures are shown and the approach of their possible solutions, these criteria being adapted to the social, cultural, environmental and risk needs of each region, allowing technical assistance to be provided in an efficient, organized and homologated manner.

Subsequently, the construction processes are described, depending on the materials that can be found in the area, the cultural adequacy and availability of services, recognizing that guaranteeing adequate housing is a central element, as well as structural safety to provide homes with adequate habitability.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVO.....	10
JUSTIFICACIÓN	11
ANTECEDENTES	12
MARCO TEÓRICO.....	15
SIGNIFICADO DE LA VIVIENDA.....	15
SIGNIFICADO DE LA HABITABILIDAD	15
SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	16
REHABILITACIÓN	16
RECIMENTACIÓN.....	16
REFORZAMIENTO	16
CAPACIDAD ESTRUCTURAL	16
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	16
REHABILITACIÓN POST-SISMO.....	17
PRINCIPIOS DE INGENIERÍA SÍSMICA Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.....	20
DESAÍOS FUTUROS Y DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN	23
I. NORMATIVIDAD.....	25
I.1 NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS	29
I.2 MATERIALES.....	29
• <i>Concreto</i>	29
• <i>Acero</i>	58
• <i>Cimbra</i>	59
II. LINEAMIENTOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.....	61
II.1 LINEAMIENTOS GENERALES.....	62
II.2 PROCESO DE OPERACIÓN DEL SECTOR VIVIENDA.....	68
• <i>Reconstrucción de Vivienda</i>	69
• <i>Reubicación de Vivienda</i>	70
III. DIAGNÓSTICOS DE DAÑOS SUFRIDOS EN LAS VIVIENDAS	74
III.1 ESTUDIO DE LESIONES:	74
III.2 VISITA Y RECOPIACIÓN DE DATOS EN EL LUGAR:	74
III.3 ANÁLISIS DE DAÑOS.....	75
• <i>Fractura de Muro</i>	75
• <i>Vigas y Columnas</i>	86
• <i>Fractura de Firme de Concreto</i>	87
• <i>Cubierta</i>	89
• <i>Fractura en Ventanas</i>	91
• <i>Colapso Total de Estructura</i>	92
IV. DISEÑO PARTICIPATIVO.....	94

IV.1 PROCESO GENERAL	94
V. ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS Y ELECCIÓN.....	99
V.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TERRENO	99
V.2 INTEGRACIÓN AL CONTEXTO E IMAGEN	99
V.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	99
V.4 ZONIFICACIÓN DE ESPACIOS.....	100
V.5 ESPACIOS HABITABLES	102
V.6 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA APOYADA CON RECURSOS DE LA CONAVI.....	103
V.7 ACCESIBILIDAD.....	104
V.8 ESPECIFICACIONES POR ZONA CLIMÁTICA.....	105
V.9 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN.....	114
V.10 ADECUACIÓN CULTURAL	115
V.11 PRESUPUESTO	116
V.12 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	116
V.13 MANO DE OBRA	116
V.14 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	117
V.15 SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA ADECUADA.....	117
V.16 GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO.....	117
V.17 CRITERIOS TÉCNICOS QUE DEBE OBSERVAR LA ASISTENCIA TÉCNICA	118
V.18 SUSTENTABILIDAD DE LA VIVIENDA ADECUADA.....	120
V.19 CRITERIOS PARA LA LÍNEA DE APOYO A LA SUSTENTABILIDAD	120
V.20 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE ECOTECNIAS Y ECOTECNOLOGÍAS.....	122
VII. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS VIVIENDAS.....	126
VII.1 CONSTRUCCIÓN TOTAL DE VIVIENDAS	126
• <i>Limpieza y Deshierbe</i>	126
• <i>Trazo y Nivelación</i>	127
• <i>Cimentación</i>	129
• <i>Instalación Sanitaria</i>	135
• <i>Losa de Cimentación</i>	138
• <i>Castillos y Cerramiento de Puertas y Ventanas</i>	140
• <i>Muros</i>	142
• <i>Cadena de Cerramiento</i>	144
• <i>Losa de Vigueta y Bovedilla</i>	146
• <i>Instalación Eléctrica</i>	148
• <i>Pretil y Chaflán</i>	149
• <i>Estructura para Pórtico</i>	151
• <i>Tinaco</i>	153
• <i>Repisón</i>	154
• <i>Instalación de Inodoro, Lavadero y Regadera</i>	155
• <i>Impermeabilización</i>	158
• <i>Aplanado</i>	159
• <i>Herrería de Puertas y Ventanas</i>	160
• <i>Pintura</i>	161

• <i>Loseta</i>	162
VII.2 REHABILITACIÓN PARCIAL DE VIVIENDAS	165
• <i>Cimentación</i>	165
• <i>Castillos y Contrafuertes</i>	166
• <i>Rehabilitación de Losa de Cimentación</i>	169
• <i>Rehabilitación de Muro</i>	170
• <i>Rehabilitación de Cubierta de Plastiteja</i>	172
VII.3 LÍNEA DE APOYO SUSTENTABLE	175
• <i>Estufa Ahorradora de Leña</i>	175
• <i>Panel Solar</i>	178
• <i>Calentador Solar</i>	181
CONCLUSIONES	184
REFERENCIAS	186
ANEXOS	188

INTRODUCCIÓN

Los eventos sísmicos son fenómenos intrigantes e increíbles. Son intrigantes debido a los enigmas que la ciencia ha logrado desvelar hasta la fecha, gracias a las leyes de la física que los rigen. Estos fenómenos pueden ser desencadenados por la actividad volcánica, aunque no son muy comunes, el colapso de cavidades subterráneas, que libera una cantidad limitada de energía y, por lo tanto, no se considera de gran relevancia, o los movimientos tectónicos de la corteza terrestre. Los expertos coinciden en que estos últimos ocurren cuando los continentes colisionan, liberando de manera abrupta energía en un punto específico de la corteza terrestre. Esta energía se propaga en forma de ondas sísmicas, que se dispersan desde su punto de origen, de manera similar a las ondas que se forman en un estanque cuando arrojamamos una piedra.

No podemos evitar los sismos, pero sí podemos tomar medidas para mitigar sus efectos. Esto implica la construcción de una sociedad resiliente, capaz de enfrentar los peligros que estos eventos naturales representan y de recuperarse de los daños que causan.

La rehabilitación de viviendas es un proceso complejo que abarca diversas dimensiones y etapas. En este contexto, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece el derecho de todas las familias a disfrutar de una vivienda digna y adecuada. La legislación respalda este derecho y establece los instrumentos y apoyos necesarios para hacerlo efectivo. La Ley de la Vivienda, por ejemplo, define una vivienda digna y adecuada como aquella que cumple con las normas legales relacionadas con el desarrollo urbano y la construcción, que cuenta con espacios habitables y servicios básicos, y que garantiza la seguridad jurídica de sus ocupantes en términos de propiedad o posesión legítima. Además, se tienen en cuenta criterios de prevención de desastres y protección física de los ocupantes ante eventos naturales potencialmente destructivos. La Comisión Nacional de Vivienda asume la responsabilidad de diseñar y ejecutar su programa institucional, así como de establecer las disposiciones y reglas operativas necesarias para llevar a cabo acciones de vivienda que protejan y garanticen los derechos de las personas, especialmente las de bajos ingresos o en situación de pobreza.

En tanto, el Programa Nacional de Reconstrucción se enfoca en ayudar a la población afectada por los terremotos ocurridos en septiembre de 2017 y febrero de 2018. Este programa se rige por principios de derechos humanos y se implementa en varias regiones de México. Prioriza la

atención a comunidades en situaciones de marginación, con población predominantemente indígena o con altos índices de violencia. También se consideran las áreas con mayores daños materiales, proporcionalmente al número de edificios en cada localidad y el grado de daño en infraestructura y viviendas.

En el presente proyecto, iniciaremos un viaje para conocer algunos de los principales elementos teóricos, conceptos, métodos y técnicas usualmente empleados en el tema de rehabilitación de viviendas dañadas por sismo, asimismo, como referencia se ocuparán algunos de los proyectos rehabilitados, ubicados en el municipio de Huejotzingo, Puebla.

La información se empleó de manera metódica pues, además de abarcar los temas ya mencionados en algunos de los capítulos, encima engloba la rehabilitación de viviendas desde el punto de vista del afectado en cuestión, con base en sus necesidades y su adecuación cultural, dado que no siempre se llegan a tomar en consideración por los responsables de llevar a cabo esta labor.

OBJETIVO

Identificar problemas estructurales a fin de seleccionar alguno de los sistemas constructivos que permitan ejecutar proyectos y acciones de reconstrucción que cumplan con el derecho a una vivienda adecuada de manera efectiva y económica, para las personas y comunidades ubicadas en municipios de escasos recursos afectadas por los sismos de Septiembre de 2017 y Febrero de 2018, que aún no han sido atendidas o lo fueron parcialmente, y su vivienda aún no cumple con las condiciones mínimas de “adecuada”. Éstos se cumplen atendiendo las 7 dimensiones importantes que se incluyen en el término, como lo son:

- 🏠 Seguridad estructural
- 🏠 Disponibilidad de los servicios
- 🏠 Asequibilidad
- 🏠 Habitabilidad
- 🏠 Accesibilidad
- 🏠 Ubicación
- 🏠 Adecuación cultural

Además, es esencial tener en cuenta las Normas Oficiales Mexicanas del Reglamento de Construcción vigentes en la entidad donde se lleva a cabo la reconstrucción. Estas normativas son fundamentales para garantizar que las viviendas reconstruidas cumplan con los estándares de seguridad y calidad establecidos por las autoridades competentes, teniendo en cuenta los materiales de construcción utilizados, ya sean industrializados o de tipo tradicional.

La importancia del presente proyecto radica en su capacidad para ofrecer un enfoque detallado y minucioso del proceso constructivo, lo cual resulta fundamental para la ejecución exitosa de proyectos relacionados. Además de brindar una guía clara y precisa, este proyecto también se distingue por su habilidad para identificar posibles problemas estructurales y, lo que es aún más relevante, proponer soluciones adecuadas y pertinentes que contribuyan al logro de resultados óptimos en el ámbito de la edificación y reconstrucción.

JUSTIFICACIÓN

Los pobladores de las comunidades rurales no siempre tienen acceso a materiales y conocimientos de construcción adecuados, por lo que muchos de ellos llevan a cabo las edificaciones de manera ineficientes, buscando economizar y la pronta terminación de la obra, de tal forma tenemos como resultado viviendas con bastantes daños estructurales, sobre todo en eventos sísmológicos donde incluso puede llegar a ocurrir el derrumbe de la estructura.

El gobierno de México ha creado programas sociales como lo son el Programa Nacional de Reconstrucción, el Programa de Mejoramiento Urbano de la Sedatu, el Programa de Vivienda Social de la Comisión Nacional de Vivienda y de los desarrolladores sociales de vivienda, los cuales se encargan de brindar apoyo para los afectados en los eventos sísmicos ocurridos en el 2017 y 2018. Aún cuando a los beneficiarios se les otorga recurso, algunas veces no es equiparable a los daños sufridos, además de que continúan sin contar con el debido conocimiento para llevar a cabo los proyectos. Por lo que es responsabilidad de la asistencia técnica hacer rendir el recurso garantizando la seguridad estructural y la habitabilidad de la vivienda.

Este proyecto proporcionará información necesaria para conocer y tomar en consideración las alternativas de soluciones que sean más aptas para efectuar la reconstrucción de las viviendas afectadas, de acuerdo con las posibilidades de las ubicaciones en las que se laborará, principalmente por el material que podremos hallar en estas zonas para utilizar en la construcción.

ANTECEDENTES

De los sismos más recientes, es importante destacar dos eventos significativos. El primero ocurrió el 7 de septiembre y tuvo su epicentro en el Golfo de Tehuantepec, a una distancia de 133 kilómetros al suroeste de Pijijiapan, Chiapas. El segundo se registró el 19 de septiembre con epicentro en Chiatla, Puebla. Ambos eventos tuvieron lugar en el año 2017 y tuvieron magnitudes de 8.2 y 7.1, respectivamente. Estos sismos lamentablemente cobraron la vida de al menos 369 personas. Los daños más significativos se concentraron principalmente en la Ciudad de México, así como en los estados de Morelos, Puebla, Estado de México, Guerrero, Oaxaca y Tlaxcala.

Se ha reportado que, en la ciudad de Puebla, desde la ocurrencia del sismo, se han presentado numerosas denuncias relacionadas con edificaciones deficientemente construidas, muchas de las cuales colapsaron o sufrieron daños irreparables. Ejemplos de esto son la escuela Héroes de Reforma y la preparatoria Lázaro Cárdenas del Río de la BUAP. Asimismo, se han reportado daños en la Universidad de las Américas, desprendimientos parciales en las iglesias de San Francisco y el Carmen, caídas de muros en diferentes puntos de la ciudad, y pérdidas materiales en centros comerciales como Angelópolis, Plaza Dorada y Palmas Plaza. Incluso se han registrado cuarteaduras en paredes y desprendimientos de techos en la estructura del estadio Cuauhtémoc. Además, fue necesario evacuar el Hospital de la Mujer y el Hospital San Alejandro.

Uno de los municipios más afectados por estos sismos fue Huejotzingo, donde tuvo lugar un evento de gran notoriedad en la región. Se trató de una serie de barrancas con una extensión de cuatro kilómetros, las cuales terminaron desgajándose debido a su ubicación en una zona de arenales.

Entre los habitantes, se difundió una información incorrecta, ya que afirmaban que la tierra se había abierto debido a una falla geológica, ya que generó polvaredas y, con la luz del sol, creó una ilusión óptica. Los residentes creyeron erróneamente que el volcán Popocatepetl se encontraba haciendo erupción.



Fig. 1. Colapso de Barranca en el Municipio de Huejotzingo. Janet, G. "Sismo provoca desgajamiento de barrancas en Huejotzingo, Puebla" (Puebla, 2017). P.13.

El Programa Nacional de Reconstrucción surge como una respuesta necesaria para asumir la responsabilidad del Estado en la protección y garantía de los Derechos Humanos de las personas y comunidades afectadas por los eventos sísmológicos ocurridos en los meses de septiembre de 2017 y febrero de 2018. Este programa se alinea con las Directrices hacia el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, específicamente con la Directriz 3: Desarrollo Económico e Inclusivo. Además, se encuentra en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular con el Objetivo 11, que busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Para abordar los daños en las propiedades, CONAVI implementó un proceso de priorización que implicó la identificación de municipios que requerían atención. Este proceso se llevó a cabo mediante un método participativo en el que participaron personas cuyas viviendas sufrieron pérdida total o daños parciales en su estructura. Como resultado de este proceso, municipios como Huehuetlán el Chico, Jolalpan, Izúcar de Matamoros, Huejotzingo, Chiautla, Atlixco, Teotlalco, Tilapa y Yehualtepec, entre otros, fueron identificados como beneficiarios que recibirían el apoyo del Programa Nacional de Reconstrucción.

Dado que no es factible abordar todas las viviendas afectadas en una sola etapa, se ha optado por renovar los financiamientos de los subsidios a través de sesiones periódicas, cada una con un periodo de duración aproximada de cuatro meses.

Durante el año 2020, se llevó a cabo la 12ª Sesión, en la cual se realizó un levantamiento de un listado de viviendas recolectadas por los municipios. Sin embargo, no todas estas viviendas

fueron aprobadas por CONAVI, ya que algunas de ellas presentaban problemas que no estaban relacionados con daños de origen sísmico, sino más bien de naturaleza estética.



Fig. 2. Humedad por Condensación. HUMITAT-STOP.
<https://www.humitat-stop.com/humedad-por-condensacion> (España, 2023)



Fig. 3. Humedad en muros de Vivienda. HUMEDADES.
<https://www.hogarseco.com/humedades-por-capilaridad/> (Madrid, España, 2023)

En el actual proyecto, utilizaremos como punto de referencia el municipio de Huejotzingo. Según los informes proporcionados por CONAVI, se han aprobado un total de setenta y dos subsidios en esta ocasión, con un financiamiento que asciende a aproximadamente \$11,150,000.00 MXN. Estos subsidios se distribuyeron en tres grupos, y afortunadamente, tuve la oportunidad de formar parte del grupo asignado, que comprende un total de veintisiete viviendas, las cuales varían en su material de construcción, incluyendo tanto viviendas de material tradicional como de tipo industrializado.



Fig. 4. Estado de Puebla. Google Earth,
["https://earth.google.com"](https://earth.google.com) (2023)

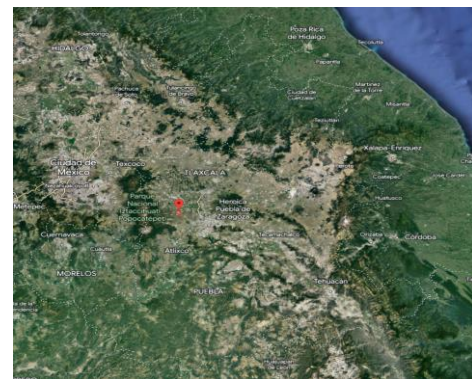


Fig. 5. Municipio de Huejotzingo. Google Earth,
["https://earth.google.com"](https://earth.google.com) (2023)

Cabe señalar que todos los proyectos realizados fueron sometidos a una revisión y posterior aprobación por parte de CONAVI. Específicamente, este proceso fue supervisado por el campamento operativo de CONAVI en el estado de Puebla, ubicado en el Municipio de Izúcar de Matamoros, a dos horas de distancia del lugar donde se llevaron a cabo las labores.

MARCO TEÓRICO

Significado de la Vivienda

La vivienda representa un espacio construido destinado a la habitabilidad, con su principal finalidad siendo proporcionar refugio y alojamiento a las personas, al mismo tiempo que las resguarda de las condiciones climáticas adversas y otras amenazas naturales. Se integra en la vida cotidiana de las personas, siendo el escenario donde se desarrollan la mayoría de las actividades esenciales del día a día. No obstante, la "vivienda" posee una profundidad psicológica que va más allá de su utilidad práctica como resguardo y entorno para las actividades domésticas. Según Cooper (1995), esta residencia y su contenido actúan como un "reflejo del yo", satisfaciendo diversas facetas de la identidad, motivaciones y valores personales.

Por lo tanto, la vivienda no se limita a ser un conjunto de estructuras físicas dispuestas de manera aleatoria o sistemática; más bien, su estructura física se adapta para lograr una mayor satisfacción personal (Tognoli, 1987). No obstante, la vivienda no se limita a ser un entorno físico, sino que también constituye un concepto que involucra aspectos cognitivos, emocionales y sociales (Amérigo y Pérez-López, 2010). En este contexto, la vivienda se considera un lugar en el sentido de Canter (1977), donde, además de las características físicas, se desarrolla una interacción entre estas características, las actividades que tienen lugar en el espacio y las percepciones que las personas tienen de dicho lugar.

Significado de la Habitabilidad

El significado de la habitabilidad, de acuerdo con Julián Salas Serrano (2003), abarca aquello que resulta esencial para la supervivencia y calidad de vida de los seres humanos, incluso antes de contar con una estructura sólida que les proporcione refugio. Es importante reconocer que la vivienda no constituye la primera necesidad ni la prioridad para las personas en situación de pobreza. En muchas ocasiones, descuidamos uno de los principios fundamentales de la cooperación para el desarrollo: permitir que sean las propias comunidades quienes identifiquen y propongan sus necesidades prioritarias. La omisión de este principio puede llevar a fracasos significativos en los proyectos de desarrollo.

Seguridad Estructural

La seguridad estructural se refiere al grado en que una estructura cumple con los límites establecidos para su resistencia y funcionamiento sin presentar fallas o deterioro.

Rehabilitación

La rehabilitación se configura como un proceso de intervención estructural destinado a restaurar las condiciones originales o mejorar el desempeño de elementos y sistemas estructurales, con el fin de que la edificación cumpla con los requisitos de seguridad contra el colapso y la minimización de daños, tal como se establece en el Reglamento. Este proceso abarca diversas acciones, como la recimentación, el reforzamiento, la reparación y la consolidación.

Recimentación

La recimentación implica una intervención en la base de la estructura para aumentar su capacidad de carga y su rigidez, en conjunto con el suelo al que se transmiten las cargas y fuerzas.

Reforzamiento

El reforzamiento se traduce en el incremento de la capacidad de una estructura o de una parte específica de la misma para resistir cargas y fuerzas externas.

Capacidad Estructural

La capacidad estructural hace referencia a la aptitud de una estructura en términos de su resistencia, rigidez, capacidad de deformación y capacidad de amortiguamiento para funcionar de manera efectiva frente a las fuerzas y cargas que le son aplicadas.

Materiales de Construcción

El adobe, un material noble elaborado a partir de una mezcla de barro, arcilla y arena, ha perdurado a lo largo de la historia como un método de construcción excepcionalmente eficiente. Sus ladrillos, secados al sol, se utilizan para erigir muros que ofrecen tanto frescura como seguridad en diversas civilizaciones. A pesar de los avances en la construcción, el adobe

continúa siendo una elección viable en la edificación de viviendas. El arte ancestral de la albañilería, transmitido de generación en generación, es el verdadero secreto detrás de los resultados arquitectónicos extraordinarios que se logran con este material.

Por otro lado, los bloques de hormigón, fabricados a partir de cemento, arena y grava, son ampliamente utilizados en la construcción, principalmente para la formación de muros.

Existe una percepción errónea de que las viviendas construidas con materiales industrializados superan a las construidas con métodos tradicionales, ambos enfoques poseen ventajas distintivas.

El adobe, en particular, brinda beneficios significativos en términos sociales, ambientales, energéticos y de construcción cuando se emplea en prácticas de construcción sustentable. Su bajo impacto ambiental, desde la extracción de materias primas hasta la construcción, lo convierte en una elección ecológica, no supone ningún tipo de toxicidad y produce menos desechos en comparación con otros materiales de construcción.

Los bloques de hormigón se destacan por su versatilidad, ya que se utilizan en diversas aplicaciones, desde cimientos hasta paredes y pisos. Su fortaleza y durabilidad son atributos notables, derivados de su composición a base de cemento, arena y áridos, que confieren una alta resistencia a la compresión.

Por último, el ladrillo, compuesto por arcilla y piedra, ofrece ventajas significativas en términos de durabilidad, aislamiento térmico y acústico, sostenibilidad y resistencia al fuego. Su atractivo estético perdura, y sigue siendo una elección destacada tanto en la construcción tradicional como en la industrializada, ya sea en proyectos de rehabilitación o en nuevas edificaciones.

Dado que las limitaciones geográficas pueden restringir el acceso a ciertos materiales, es esencial comprender las opciones disponibles y sus propiedades para garantizar la seguridad estructural en la construcción de viviendas.

Rehabilitación Post-Sismo

En las últimas décadas, la ocurrencia de eventos sísmicos ha dejado una huella devastadora en comunidades alrededor del mundo. Los terremotos no solo ponen en peligro vidas humanas,

sino que también causan estragos en la infraestructura, especialmente en las viviendas. En este contexto, la rehabilitación post-sismo emerge como una disciplina esencial para la recuperación y resiliencia de estas comunidades vulnerables. El presente estudio se adentra en el campo de la rehabilitación de viviendas dañadas por sismos, explorando los principios, desafíos y enfoques que sustentan esta área crucial.

El impacto de un terremoto en las edificaciones es el resultado de una compleja interacción de factores geológicos, geotécnicos y estructurales. La magnitud del sismo, la profundidad del foco y la distancia epicentral, entre otros, influyen en la respuesta sísmica de las estructuras. En este contexto, la rehabilitación post-sismo adquiere un papel fundamental al buscar restaurar la funcionalidad y seguridad de las viviendas afectadas, contribuyendo a la reconstrucción de la vida cotidiana de las comunidades afectadas.

La rehabilitación de casas dañadas por sismo no es una tarea sencilla; implica una comprensión profunda de los principios de ingeniería sísmica y del comportamiento estructural de las edificaciones. Las estructuras habitacionales son sistemas complejos que pueden experimentar diferentes tipos de daños durante un terremoto, desde fisuras en elementos estructurales hasta colapsos parciales. Evaluar de manera precisa estos daños es esencial para determinar la necesidad y la estrategia de rehabilitación adecuada.

En este sentido, el diseño y la planificación de intervenciones de rehabilitación se convierten en una etapa crítica. Las viviendas deben ser rehabilitadas teniendo en cuenta no solo su capacidad para resistir futuras cargas sísmicas, sino también su funcionalidad y adaptabilidad a las cambiantes condiciones de la comunidad. Este enfoque holístico aborda tanto los aspectos estructurales como los no estructurales en la rehabilitación post-sismo.

La selección y aplicación de técnicas de rehabilitación también plantea desafíos y decisiones importantes. Desde el reforzamiento de elementos estructurales hasta la incorporación de aisladores sísmicos, la elección de la estrategia adecuada depende de factores como el tipo de daño, el material de construcción y las características geotécnicas del sitio. Evaluar cuidadosamente cada opción es esencial para garantizar una rehabilitación efectiva y sostenible.

En conclusión, la rehabilitación de casas dañadas por sismo es un campo crucial para la recuperación y resiliencia de comunidades afectadas por eventos sísmicos. A medida que

persiste el riesgo de terremotos, es esencial comprender los principios de ingeniería sísmica, el comportamiento estructural y las estrategias de rehabilitación. Este estudio se propone explorar estos elementos clave, profundizando en la evaluación de daños, el diseño de intervenciones, la selección de técnicas y los desafíos asociados con la rehabilitación post-sismo. Al hacerlo, se busca contribuir a la base de conocimientos que permita una recuperación más rápida y efectiva de comunidades en momentos de adversidad sísmica.

El proceso de rehabilitación post-sismo se erige como un puente entre la devastación y la esperanza, entre la destrucción y la renovación. Como destacan Chang et al. (2020), la rehabilitación no solo implica la reparación física de las edificaciones, sino también la restauración del tejido social y económico que une a una comunidad. Las casas, que no solo son estructuras de concreto y acero, sino también hogares y refugios, se convierten en un símbolo de resiliencia y resistencia a medida que son restauradas a su estado funcional y seguro.

La evaluación de daños sísmicos en estructuras habitacionales es un paso inicial crucial en el proceso de rehabilitación. Como menciona Rodríguez (2012), la clasificación precisa de los daños, desde daños cosméticos hasta daños estructurales graves, permite a los ingenieros y profesionales determinar la gravedad del problema y diseñar soluciones de rehabilitación adecuadas. Esto no solo se traduce en un enfoque eficiente de los recursos, sino también en la garantía de que las edificaciones rehabilitadas sean seguras y habitables.

La geotecnia juega un papel vital en la rehabilitación post-sismo, ya que la estabilidad del suelo en el que se asientan las edificaciones es esencial para su funcionamiento seguro. De acuerdo con Wang et al. (2016), los fenómenos geotécnicos como la licuefacción y el deslizamiento de tierras pueden desencadenar daños sustanciales en estructuras durante un sismo. Por lo tanto, la evaluación de riesgos geotécnicos y la implementación de medidas de mitigación, como la compactación del suelo y la construcción de muros de contención, son esenciales en la fase de rehabilitación.

La interacción entre normativas y regulaciones de construcción y la rehabilitación post-sismo es un aspecto crítico por considerar. Según García et al. (2018), los códigos de construcción están en constante evolución para incorporar lecciones aprendidas de eventos sísmicos pasados. Asegurar que las intervenciones de rehabilitación cumplan con las regulaciones actuales es

primordial para garantizar la seguridad a largo plazo de las edificaciones rehabilitadas y la protección de sus ocupantes.

En el panorama actual, las innovaciones tecnológicas desempeñan un papel transformador en la rehabilitación post-sismo. La modelación estructural avanzada, como la simulación de eventos sísmicos y el análisis de elementos finitos, permite a los ingenieros comprender mejor el comportamiento de las edificaciones y evaluar el impacto de diferentes estrategias de rehabilitación. Estos enfoques avanzados, respaldados por Sena et al. (2019), abren nuevas posibilidades para la optimización de diseños de rehabilitación y la toma de decisiones informadas.

En resumen, la rehabilitación de casas dañadas por sismo trasciende la mera ingeniería estructural. Se trata de un esfuerzo multidisciplinario que une la ciencia, la tecnología y la compasión humana para reconstruir comunidades y vidas. Desde la evaluación de daños hasta la aplicación de técnicas de rehabilitación y la consideración de normativas, este proceso busca restaurar no solo las estructuras físicas, sino también la dignidad y la esperanza de las personas afectadas por desastres sísmicos.

Principios de Ingeniería Sísmica y Comportamiento Estructural

La ingeniería sísmica y el comportamiento estructural representan dos pilares importantes para garantizar la seguridad y la resiliencia de las edificaciones en regiones propensas a sismos. Estos principios son de vital importancia para comprender cómo las estructuras interactúan con las fuerzas sísmicas y cómo diseñar edificios que puedan resistir y absorber eficazmente estas cargas dinámicas. La comprensión de estos principios es crucial para los ingenieros y profesionales de la construcción, ya que les permite crear infraestructuras que puedan soportar eventos sísmicos y proteger la vida de quienes las ocupan.

La ingeniería sísmica no se limita a la mera aplicación de fórmulas y códigos; implica una profunda comprensión de la dinámica de la Tierra y cómo sus movimientos afectan a las edificaciones. Según Chopra (2007), la sismología es el pilar sobre el cual se basa la ingeniería sísmica. Las ondas sísmicas generadas por los terremotos se propagan a través del suelo y afectan a las edificaciones de diversas maneras, según sus características. Los ingenieros deben

considerar aspectos como la frecuencia, la amplitud y la dirección de estas ondas al diseñar estructuras capaces de resistir sus efectos.

El diseño sísmico es una etapa crítica en la ingeniería de estructuras y se basa en la comprensión de las cargas sísmicas a las que estarán expuestas las edificaciones. Los códigos de construcción, como los proporcionados por el International Building Code (IBC) en los Estados Unidos (ICC, 2021), establecen los requisitos mínimos para el diseño sísmico. Estos códigos consideran la ubicación geográfica, la categoría de ocupación y el tipo de suelo, entre otros factores, para determinar las cargas sísmicas específicas para cada edificación. Este enfoque garantiza que las edificaciones estén diseñadas para resistir terremotos con un nivel predefinido de seguridad.

El comportamiento estructural ante un sismo es un aspecto crítico que los ingenieros deben comprender para diseñar edificios resistentes. Conforme a Clough y Penzien (1993), las edificaciones pueden experimentar diferentes modos de vibración y deformación durante un terremoto, lo que puede causar daños en elementos estructurales como columnas, vigas y conexiones. Los sistemas estructurales especiales, como los aisladores sísmicos y los disipadores de energía, están diseñados para reducir estas deformaciones y minimizar los daños estructurales.

El análisis sísmico es una herramienta clave para evaluar el comportamiento estructural de una edificación ante terremotos. Los ingenieros utilizan modelos matemáticos y computacionales para simular la respuesta de una estructura a cargas sísmicas específicas. Como afirman Chopra y Goel (2002), el análisis sísmico permite a los ingenieros predecir las deformaciones, las fuerzas internas y los desplazamientos que experimentará una edificación durante un terremoto. Esta capacidad de simulación proporciona información valiosa sobre la interacción de los componentes estructurales y cómo se propagan los desplazamientos a lo largo de la edificación.

Los principios de ingeniería sísmica y comportamiento estructural son esenciales para el diseño y la construcción de edificaciones seguras y resilientes en regiones propensas a eventos sísmicos. La comprensión de cómo las estructuras responden a las cargas sísmicas y cómo los principios de sismología y dinámica estructural influyen en el diseño es decisivo para la creación de infraestructuras que puedan enfrentar eventos sísmicos con éxito. Estos principios,

respaldados por la aplicación rigurosa de códigos de construcción y análisis estructural, contribuyen a la protección de vidas humanas y a la reducción de los impactos de los terremotos.

En el corazón de la ingeniería sísmica y el estudio del comportamiento estructural, yace la búsqueda de la comprensión profunda de cómo las fuerzas naturales interactúan con las construcciones humanas. Aki y Richards (2002) destacan la importancia de considerar la sismología como un campo que provee información crucial sobre la naturaleza y características de los terremotos que pueden afectar las estructuras. Esto, a su vez, orienta a los ingenieros hacia la adopción de estrategias de diseño y medidas de mitigación adecuadas.

La dinámica de las edificaciones bajo cargas sísmicas es un fenómeno complejo que involucra interacciones entre la masa, rigidez y amortiguación de la estructura. Clough y Penzien (2008) enfatizan que esta interacción se refleja en la forma en que las edificaciones absorben, redistribuyen y disipan la energía generada por el terremoto. Entender cómo estas fuerzas se manifiestan en diferentes sistemas estructurales es esencial para diseñar edificaciones que puedan resistir y recuperarse de manera efectiva.

En el diseño sísmico, la combinación de cargas estáticas y dinámicas es un aspecto crucial. Chopra (2012) destaca que mientras las cargas estáticas son útiles para evaluar el comportamiento a largo plazo de una edificación, las cargas dinámicas representan las aceleraciones y fuerzas cambiantes durante el terremoto. Los ingenieros deben considerar ambas para garantizar la seguridad y la capacidad de deformación controlada de las estructuras, lo que a menudo implica la incorporación de elementos de disipación de energía.

El comportamiento sísmico de las edificaciones varía según factores como el material de construcción, la geometría y el sistema estructural. Meguro et al. (2015) resaltan la importancia de comprender cómo los diferentes sistemas, como los marcos de acero o las edificaciones de concreto armado, responden a las fuerzas sísmicas. Además, los sistemas especiales de protección sísmica, como los aisladores y los disipadores, permiten a las edificaciones experimentar desplazamientos controlados y deformaciones moderadas, reduciendo la posibilidad de daños graves.

La comprensión de la dinámica sísmica, las cargas y las respuestas estructurales son aspectos esenciales para la creación de infraestructuras capaces de soportar sismos. Los avances en

análisis y tecnologías, junto con el cumplimiento de códigos de construcción y regulaciones actualizados, contribuyen significativamente a la edificación de un entorno construido más seguro y robusto.

Desafíos Futuros y Dirección de Investigación

En el ámbito de la ingeniería sísmica y el comportamiento estructural, la investigación continua se revela de suma importancia para enfrentar los retos emergentes y asegurar la seguridad y resiliencia de las construcciones en un mundo que evoluciona constantemente. Los avances tecnológicos, el crecimiento de las áreas urbanas y la necesidad de respuestas más efectivas ante eventos sísmicos plantean una serie de desafíos y oportunidades que deben ser abordados por investigadores y profesionales.

Uno de los desafíos clave del futuro reside en la adaptación al cambio climático y la consideración de sus efectos en la ingeniería sísmica. A medida que el nivel del mar aumenta y los eventos climáticos extremos se vuelven más frecuentes, la vulnerabilidad de las estructuras ante sismos podría incrementar. Es crucial investigar cómo estas variables interactúan con las cargas sísmicas y afectan la resistencia y durabilidad de las construcciones para desarrollar enfoques de diseño más integrales.

La sostenibilidad también ha adquirido un rol crítico en la ingeniería sísmica. Las construcciones deben ser resistentes a terremotos y, al mismo tiempo, eficientes en el uso de recursos y energía a lo largo de su vida útil. Se requiere investigación en materiales de construcción más sostenibles y en técnicas de diseño que reduzcan la huella ambiental de las edificaciones sin comprometer su seguridad ante sismos.

El rápido proceso de urbanización y el crecimiento de las ciudades presentan desafíos adicionales en el diseño sísmico. La construcción en áreas densamente pobladas destaca la importancia de los efectos de sitio y la interacción suelo-estructura. Investigar cómo los suelos urbanos y las condiciones de cimentación influyen en la respuesta sísmica de las edificaciones permitirá diseñar estructuras más adecuadas para entornos urbanos complejos.

La implementación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la ingeniería sísmica es una dirección de investigación prometedora. La incorporación de sensores

inteligentes en las construcciones, junto con sistemas de alerta temprana, puede proporcionar información en tiempo real sobre la respuesta estructural durante un terremoto. La investigación en este campo tiene el potencial de transformar la manera en que se afrontan los eventos sísmicos, mejorando la toma de decisiones y la respuesta en situaciones de emergencia.

Los desafíos futuros en la ingeniería sísmica y el comportamiento estructural son diversos y requieren una combinación de investigación interdisciplinaria, innovación tecnológica y una perspectiva sostenible. Abordar estos desafíos no solo garantizará la seguridad de las construcciones en un mundo en constante cambio, sino que también contribuirá a la creación de comunidades más resilientes y a la protección de la vida humana.

I. NORMATIVIDAD

La normalización es un proceso mediante el cual se unifican criterios en relación con determinados temas y se promueve el uso de un lenguaje común en un ámbito específico de actividad. Se trata de un acuerdo formalizado en un documento técnico en el que los fabricantes, proveedores, trabajadores y autoridades gubernamentales definen las características técnicas que deben cumplir una persona, un producto, un proceso, un sistema o un servicio.

Con la entrada de nuestro país en tratados de libre comercio y en el contexto de la globalización internacional, particularmente en las relaciones con naciones desarrolladas, se requiere que los productos o servicios demuestren su cumplimiento con estándares mínimos, ya sea en términos de calidad, seguridad o salud. Por lo tanto, se ha vuelto común que esta validación se realice mediante certificados emitidos por entidades independientes, reconocidas legalmente.

Las Normas Oficiales Mexicanas recogen la información, los requisitos, las especificaciones y las metodologías que los productos o servicios en su respectivo ámbito deben satisfacer para poder ser comercializados en el país. Estas normas son de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional y garantizan que los productos y servicios cumplan con los estándares requeridos para su comercialización.

Existen normas obligatorias (NOM) que se relacionan con productos de la construcción, como lo son:

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas, relacionadas al concreto

Clave y Fecha	Material o Producto	Nombre	Resumen
CEMENTOS			
NMX-C-133-1980	Coadyuvantes de molienda	Industria de la construcción - Cemento- Coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de cementos hidráulicos.	Establece el procedimiento de evaluación que debe utilizarse para determinar si un aditivo en el proceso de molienda alcanza su rendimiento óptimo sin modificar de manera significativa las propiedades de los cementos que se utilizan.
NMX-C-315-1981	Cementaciones primarias y secundarias	Industria de la construcción - Cementos- Cementaciones primarias y secundarias de pozos petroleros o de gas.	Define los criterios que los cementos utilizados en las cementaciones de pozos de petróleo o gas deben cumplir.
NMX-C-414-ONNCCE-1999	Cementos hidráulicos	Industria de la construcción - Cementos hidráulicos- Especificaciones y métodos de prueba.	Establece los intervalos para los constituyentes de los diferentes tipos de cemento, además de especificar los requisitos mecánicos, físicos y químicos que deben cumplir estos materiales.
AGREGADOS			
NMX-C-111-1988	Agregados	Industria de la construcción Agregados-Concreto- Especificaciones	Define los requisitos que los agregados naturales finos y gruesos deben satisfacer cuando se emplean en la producción de concreto hidráulico, excluyendo los agregados ligeros.

Clave y Fecha	Material o Producto	Nombre	Resumen
NMX-C-122-1982	Agua para concreto	Industria de la construcción-Agua paraconcreto.	Establece los criterios que deben cumplir las aguas naturales o contaminadas, excluyendo las potables, cuando se utilizan en la mezcla o proceso de curado del concreto hidráulico.
NMX-C-244-1986	Agregado ligero termoaislante	Industria de la construcción-Agregadoligero termoaislante para concreto.	Define los requisitos que deben satisfacer los agregados ligeros utilizados en concreto con propiedades de aislamiento térmico como su objetivo principal.
NMX-C-299-1987	Agregados ligeros	Industria de la construcción-Estructural-Concreto-Agregados ligeros.	Establece los criterios que los agregados ligeros destinados a ser utilizados en concreto estructural deben cumplir, con énfasis en su baja densidad y alta resistencia a la compresión.
NMX-C-305-1980	Componentes minerales naturales	Industria de la construcción - Agregados para concreto- Descripción de sus componentes minerales naturales.	Menciona los componentes minerales naturales de los agregados para concreto, presento una breve exposición de los materiales más frecuentes o los más importantes que conforman estos agregados minerales.
NMX-C-330-1964	Arena de sílice	Arena de Sílice	Define la clasificación, especificaciones, aplicaciones y métodos de muestreo para la arena de sílice.
NMX-O-039-1980	Materiales molidos de simple y doble cribado.	Materiales refractarios -Materiales molidos de simple y doble cribado-Clasificación.	Establece la clasificación de los agregados triturados mediante cribado simple y doble cribado.
CONCRETOS			
NMX-O-008-1988	Materiales refractarios	Productos generales para uso industrial-Materiales refractarios-Concretos- Clasificación.	Define la clasificación de los concretos de materiales refractarios.
NMX-O-009-1983	Concretos a base de cromita - magnesita	Productos generales para uso industrial-Materiales refractarios-Concretos a base de cromita-magnesita- Clasificación.	Establece la clasificación de los concretos que contienen cromita-magnesita, junto con sus respectivas especificaciones.
NMX-C-016-1982	Postes de concreto reforzado	Postes de concreto reforzado, sección octagonal Especificaciones	Establece las especificaciones que deben satisfacer los postes de concreto reforzado con forma octagonal, empleados para el soporte de conductores y equipos en sistemas de distribución de energía eléctrica, junto con los procedimientos de prueba correspondientes.
NMX-C-112-1978	Concreto presforzado	Terminología usada en elementos de concreto presforzado.	Establece las definiciones de los términos utilizados en los elementos de concreto presforzado.
NMX-C-147-1983	Postes de concreto presforzado sección "I"	Industria de la construcción-Postes de concreto presforzado sección "I" Especificaciones.	Define las especificaciones que los postes de concreto reforzado en forma de "I" deben cumplir para la transmisión de energía eléctrica a 67 y 115 kV, e incluye los procedimientos de prueba correspondientes.
NMX-C-155-1987	Concreto Hidráulico	Industria de la construcción-Concreto hidráulico Especificaciones.	Establece los criterios que debe satisfacer el concreto hidráulico dosificado en masa cuando se utiliza en proyectos de construcción.
NMX-C-403-ONNCCE-1999	Concreto Hidráulico	Industria de la construcción-Concreto hidráulico para uso estructural	Define las especificaciones y procedimientos de prueba que el concreto hidráulico estructural debe cumplir al ser empleado como material de construcción en la edificación de estructuras.
NMX-C-248-1978	Elementos de concreto presforzado	Elementos de concreto presforzado	Se hace alusión a los sistemas de pretensado del concreto, en los cuales la tensión del acero se efectúa dentro de los rangos establecidos para fabricar elementos de concreto pretensado que cumplan con los estándares de calidad requeridos.
NMX-C-251-1997-ONNCCE	Terminología del concreto	Industria de la construcción -Concreto-Terminología.	Define los términos empleados en la industria del concreto.

Clave y Fecha	Material o Producto	Nombre	Resumen
ADITIVOS			
NMX-C-081-1981	Compuestos líquidos que forman membrana	Industria de la construcción- Aditivos para concreto curado- compuestos líquidos que forman membrana.	Establece las especificaciones para líquidos que actúan como membranas y se aplican en superficies de concreto con el propósito de retrasar la pérdida de agua durante el período inicial de endurecimiento. En el caso de compuestos con pigmentos blancos, también se utilizan para reducir la elevación de temperatura en el concreto expuesto a la radiación solar.
NMX-C-117-1978	Aditivos estabilizadores	Aditivos estabilizadores de volumen del concreto.	Define las especificaciones que deben satisfacer los materiales propuestos para funcionar como aditivos estabilizadores de volumen cuando se incorporan a mezclas de concreto o mortero.
NMX-C-140-1978	Aditivos expansores del concreto	Aditivos expansores del concreto.	Establece las especificaciones que deben cumplir los aditivos destinados a ser utilizados como expansores y estabilizadores en el concreto o mortero.
NMX-C-146-ONNCCE-2000 (CANCELA A LA NMX C-146-1983)	Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante	Industria de la construcción- Aditivos para concreto- Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland- Especificaciones	Define las especificaciones que se aplican a la ceniza volante y la puzolana natural, ya sea en su estado crudo o calcinado, cuando se utilizan como aditivos minerales en concreto con el propósito de lograr una acción cementante, puzolánica o ambas.
NMX-C-199-1986	Aditivos para concreto	Industria de la construcción - Aditivos para concreto y materiales complementarios- Terminología y clasificación.	Establece los términos empleados en la industria de la construcción relacionados con aditivos para concreto y mortero.
NMX-C-200-1978	Aditivos inclusores de aire	Aditivos inclusores de aire para concreto	Define las especificaciones que los materiales propuestos deben cumplir al ser utilizados como aditivos que incorporan aire cuando se agregan a mezclas de concreto.
NMX-C-255-1988	Aditivos químicos	Industria de la construcción- Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto.	Establece las características que los aditivos químicos deben satisfacer al ser añadidos a concretos que utilizan cemento Portland, utilizando como referencia un concreto de control para comparación.
NMX-C-356-1988	Cloruro de calcio	Industria de la construcción - Aditivos para concreto- Cloruro de calcio.	Define las especificaciones y procedimientos de prueba que se aplican al cloruro de calcio de grado técnico, utilizado en el acondicionamiento de caminos y para acelerar el endurecimiento del concreto hidráulico.
ACEROS PARA CONCRETOS			
NMX-B-018-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de riel para refuerzo de concreto	Establece las especificaciones que las varillas de refuerzo de concreto procedentes de riel deben cumplir en cuanto a tamaños y dimensiones.
NMX-B-032-1988	Varillas corrugadas y lisas	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de eje, para refuerzo de concreto.	Define las especificaciones que las varillas de acero, tanto corrugadas como lisas, deben cumplir en términos de tamaños y dimensiones nominales, excluyendo consideraciones sobre la soldabilidad.
NMX-B-294-1986	Varillas corrugadas de acero	Industria Siderúrgica -Varillas corrugadas de acero torcidas en frío, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.	Establece las especificaciones que deben cumplir las varillas corrugadas de acero, que han sido torsionadas en frío, utilizadas para el refuerzo de concreto y fabricadas a partir de lingotes o palanquillas con límites de fluencia mínimos de 412, 490 y 588 N/mm ² .
NMX-B-457-1988	Varillas corrugadas de acero	Varillas corrugadas de acero de baja aleación procedente de lingote.	Define especificaciones para varillas corrugadas de acero en aplicaciones especiales con énfasis en soldabilidad y ductilidad.

Clave y Fecha	Material o Producto	Nombre	Resumen
NMX-B-072-1986	Alambre corrugado de acero	Alambre corrugado de acero laminado en frío para refuerzo de concreto.	Esta norma se aplica a varillas fabricadas en el país o importadas, que provienen de alambros de acero al carbono laminado en caliente. Estas varillas se utilizan en la construcción de concreto hidráulico, ya sea como elementos individuales o en forma de armaduras (como mallas o castillos electrosoldados o con amarre, entre otros).
NMX-B-253-1988	Alambre de acero	Alambre de acero estirado en frío para refuerzo de concreto	Establece las especificaciones que el alambre liso de acero estirado en frío debe cumplir al ser empleado en el refuerzo de concreto, ya sea como material individual o en forma de mallas.
NMX-B-293-1988	Alambre sin recubrimiento	Alambre sin recubrimiento, relevado de esfuerzos para usarse en concreto presforzado.	Define las especificaciones que el alambre redondo de acero con alto contenido de carbono, sin ningún tipo de recubrimiento y que muestra esfuerzos, debe cumplir cuando se utiliza en aplicaciones de concreto y pretensado.
NMX-B-292-1988	Torón de siete alambres sin recubrimiento	Torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos para concreto presforzado	Establece las especificaciones que deben cumplir dos categorías de torones compuestos por siete alambres sin recubrimiento y con tensiones preexistentes en acero, utilizados en construcciones de concreto para pretensado o postensado.
NMX-B-099-1986	Acero estructural	Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa (29 kgf/mm ²) y con espesor máximo.	Define las especificaciones y procedimientos de prueba para el acero estructural que posee un límite de fluencia mínimo de 290 MPa (29 kgf/mm ²) y un espesor máximo de 127 mm.
NMX-B-254-1987	Acero estructural	Acero estructural	Establece los criterios que deben satisfacer los perfiles, planchas y barras de acero al carbono utilizados en construcciones donde se aplican métodos de unión mediante remaches, tornillos o soldaduras, como puentes, edificios y otros proyectos estructurales.
NMX-B-283-1968	Acero estructural de alta resistencia	Acero estructural de alta resistencia mecánica y a la corrosión.	Define las especificaciones de calidad para perfiles, placas y barras de acero de alta resistencia, diseñados principalmente para su utilización en la construcción de puentes y edificios mediante ensamblaje mediante tornillos o remaches, así como en aplicaciones estructurales especiales donde la reducción de peso es un factor de importancia.
NMX-B-284-CANACERO-2017	Acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso vanadio	Acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso vanadio.	Establece los requisitos aplicables a las placas en hojas y en rollo, vigas, canales, ángulos, tablas estacas y barras de acero de alta resistencia y baja aleación de calidad estructural. Estos materiales se emplean en construcciones que involucran soldadura, remaches o tornillos, con un enfoque particular en puentes y edificios donde la reducción de peso es de gran importancia.
NMX-B-285-1974	Acero estructural de alta resistencia	Acero estructural de alta resistencia	Define los criterios que deben satisfacer los perfiles, placas y barras de acero de alta resistencia con calidad estructural. Este tipo de acero presenta una resistencia a la corrosión atmosférica aproximadamente el doble de superior en comparación con el acero estructural de carbono.
MALLA ELECTROSOLDADA			
NMX-B-290-1988	Malla soldada de alambre	Malla soldada de alambre liso de acero, para refuerzo de concreto.	Establece los estándares de calidad que la malla soldada de alambre liso de acero debe satisfacer cuando se utiliza como refuerzo en concreto.

Nota: La Normas Oficiales Mexicanas presentadas en la tabla fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación. 2023. (<http://www.dof.gob.mx>.)

I.1 Normas Técnicas Complementarias

Estas Normas incluyen directrices para el diseño de estructuras de concreto, abarcando tanto el concreto simple como el reforzado. Además, ofrecen requisitos adicionales para el concreto ligero y de alta resistencia. Estas pautas deben ser consideradas como una extensión de los principios básicos de diseño que se establecen en el Título Sexto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en las Normas Técnicas Complementarias que tratan sobre los criterios y las acciones necesarias para el diseño estructural de edificios.

Las Normas Técnicas Complementarias cubren todos los aspectos del diseño de elementos de concreto, y nos centraremos específicamente en los capítulos relacionados con la seguridad y la calidad en la construcción con este material.

I.2 Materiales

Concreto

El concreto utilizado con fines estructurales y de resistencia normal se divide en dos clases: Clase 1, con un peso volumétrico en estado fresco superior a 2.2 t/m³, y Clase 2, con un peso volumétrico en estado fresco que varía entre 1.9 y 2.2 t/m³. Para las obras clasificadas como del grupo A o B1, conforme a la definición del artículo 148 del reglamento, se empleará concreto de Clase 1.

Materiales componentes para concretos clase 1 y 2

En la producción de concreto, se utilizará cualquier tipo de cemento que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma NMX-C-414-ONNCCE.

Los agregados pétreos deberán cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111, con las modificaciones indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Requisitos adicionales para materiales pétreo

Propiedad	Concreto Clase	Concreto Clase
	1	2
Coefficiente volumétrico mínimo para la grava.	0.2	-
Porcentaje máximo en peso del material más fino que pasa a través de la malla No. 200 en la arena (según NMX-C-084).	15	15
Contracción lineal de los finos (que pasan a través de la malla No. 40) en la arena y la grava, en proporción a su contribución al concreto, desde el límite líquido.	2	3

Nota: La unidad de las cantidades explícitas en la tabla son en términos de %.

El concreto Clase 1 se elaborará utilizando agregados gruesos con un peso específico superior a 2.6, como la caliza o el basalto, entre otros, mientras que el concreto Clase 2 utilizará agregados gruesos con un peso específico superior a 2.3, como la andesita. En ambos casos, se puede emplear arena andesítica u otros materiales con características superiores.

El agua utilizada para la mezcla debe ser limpia y cumplir con los requisitos estipulados en la Norma NMX-C-122. Si el agua contiene sustancias que la vuelven turbia o le confieren olores o sabores inusuales, no debe ser utilizada.

La resistencia a la compresión, representada como "f'c" debe ser mayor que la resistencia especificada, "f'c" La resistencia media del concreto está relacionada con el grado de control aplicado durante su fabricación.

Los aditivos pueden ser empleados a solicitud expresa del usuario o a propuesta del fabricante, siempre y cuando cuenten con la autorización del responsable de la seguridad estructural o del Director Responsable de Obras en caso de que no se requiera un responsable de seguridad estructural. Los aditivos deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NMX-C-255.

Resistencia a la compresión

Los concretos Clase 1 deben tener una resistencia f'c igual o superior a 250 kg/cm² (25 MPa), mientras que la resistencia especificada para los concretos Clase 2 debe ser inferior a 250 kg/cm² (25 MPa), pero no menor de 200 kg/cm² (20 MPa). En ambos casos, se debe verificar que la resistencia global del concreto estructural en la construcción cumpla con la resistencia especificada. En situaciones particulares, el Corresponsable en Seguridad Estructural o el

Director Responsable de la Obra, cuando no se requiera un Corresponsable, pueden autorizar el uso de resistencias $f'c$ diferentes a las mencionadas anteriormente.

Es necesario mezclar todo el concreto estructural utilizando equipos mecánicos. En el caso del concreto Clase 1, la proporción debe ser por peso, mientras que en el caso del concreto Clase 2, puede ser por volumen.

Para realizar el diseño, se utilizará el valor nominal f^*c , calculado mediante la siguiente expresión:

$$f c^* = 0.8 f c'$$

Ecuación 1

El valor $f c^*$ constituye, en cierta medida, una evaluación de la resistencia del concreto dentro de la estructura. Es importante destacar que la proporción de un concreto debe realizarse para una resistencia media, $f c$, que sea superior a la resistencia especificada, $f'c$, y que esta resistencia media esté relacionada con el nivel de control aplicado durante la fabricación del concreto.

Resistencia a tensión

La resistencia media a la tensión, representada como $\overline{f t}$, en un concreto se calcula como el promedio de los esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayos realizados en cilindros de 150 x 300 mm, que son cargados diametralmente y evaluados de acuerdo con la norma NMX-C-163. En ausencia de datos experimentales, $\overline{f t}$ se puede estimar de la siguiente manera:

Concreto clase 1

Ecuación 2

$$1.5 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.47 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

Concreto clase 2

Ecuación 3

$$1.2 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.38 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

El módulo de rotura o resistencia media a la tensión por flexión, representado como $\overline{f_f}$, se supone igual a:

Concreto clase 1

Ecuación 4

$$2 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.63 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

Concreto clase 2

Ecuación 5

$$1.4 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.44 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

En el proceso de diseño, se empleará un valor nominal f_t^* equivalente al $0.75 \overline{f_t}$. También se puede considerar:

Concreto clase 1

Ecuación 6

$$1.3 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.41 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

Concreto clase 2

Ecuación 7

$$1.0 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.31 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

El módulo de rotura, f_t^* , puede ser considerado como:

Concreto clase 1

Ecuación 8

$$1.7 \sqrt{fc^*}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.53 \sqrt{fc^*}, \text{ en MPa})$$

Concreto clase 2

Ecuación 9

$$1.2 \sqrt{fc^*}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (0.38 \sqrt{fc^*}, \text{ en MPa})$$

En las expresiones anteriores, en las que los esfuerzos no son homogéneos, se deben expresar en kg/cm² (en MPa, para las ecuaciones entre paréntesis), y los resultados se obtienen en estas mismas unidades.

Módulo de Elasticidad

Para concretos clase 1, el módulo de elasticidad, E_c , se supondrá igual a:

Ecuación 10

$$1400 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (4400 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

Y para concreto clase 2 se supondrá igual a:

$$8000 \sqrt{f'c}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad (2500 \sqrt{f'c}, \text{ en MPa})$$

Ecuación 11

Se pueden emplear valores diferentes del módulo de elasticidad E_c siempre que estén respaldados por resultados de pruebas de laboratorio adecuadas. En situaciones de revisión estructural de edificios existentes, es posible utilizar el módulo de elasticidad calculado a partir de núcleos de concreto extraídos de la estructura, siempre que estos núcleos representen de manera adecuada la muestra general. En todos los casos mencionados en este párrafo, el valor de E_c se determinará de acuerdo con las pautas establecidas en la norma NMX-C-128, y la extracción de los núcleos se llevará a cabo siguiendo los procedimientos indicados en la norma NMX-C-169.

Contracción por Secado

En el caso de concretos Clase 1, se asumirá una contracción por secado final, representada como \mathcal{E}_{cf} , igual a 0.001, mientras que para el concreto Clase 2 se considerará igual a 0.002.

Deformación Diferida

Para concreto clase 1, el coeficiente de deformación axial diferida final, representado como:

$$C_f = \frac{\delta_f - \delta_i}{\delta_i}$$

Ecuación 12

Se considerará igual a 2.4. Para el concreto Clase 2, se asumirá igual a 5.0. Las cantidades δ_f y δ_i corresponden a las deformaciones axiales final e inmediata, respectivamente. Las flechas diferidas deben ser calculadas en base a estos valores.

Acero

Como refuerzo estándar para el concreto, se pueden emplear barras de acero y/o mallas de alambre soldado. Las barras deben ser corrugadas, con excepción de lo que se especifica más adelante, y deben cumplir con las Normas NMX-B-6, NMX-B-294 o NMX-B-457. Además, se deben tener en cuenta las restricciones que estas Normas imponen al uso de ciertos tipos de acero. La malla de alambre debe cumplir con la Norma NMX-B-290. También está permitido utilizar barras lisas de 6.4 mm de diámetro (No.2) en los casos indicados en el texto de estas

Normas, conectores de elementos compuestos y como refuerzo para la fuerza cortante por fricción.

Para elementos secundarios y losas apoyadas en su perímetro, se pueden utilizar barras que cumplan con las Normas NMX-B-18, NMX-B-32 y NMX-B-72.

Se supondrá que el módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario es igual a 2×10^6 kg/cm² y para los torones de presfuerzo, se considerará de 1.9×10^6 kg/cm².

En los cálculos de resistencia, se utilizarán los valores mínimos de esfuerzo de fluencia, f_y , que están establecidos en las normas mencionadas.

Concreto Prefabricado

Se diseñarán las estructuras prefabricadas siguiendo los mismos principios utilizados en las estructuras construidas en el lugar. Este diseño tendrá en cuenta las condiciones de carga que puedan surgir a lo largo de toda la vida útil de los elementos prefabricados. Abarca desde su fabricación y transporte hasta su montaje final, así como su estado de servicio. También se considerarán las restricciones que puedan derivarse de las conexiones, incluyendo la conexión con la cimentación.

Las conexiones se diseñarán de manera que proporcionen el grado de restricción necesario según lo previsto en el análisis de la estructura. La resistencia de cada conexión frente a las fuerzas y momentos internos que deben transmitir será al menos 1.3 veces el valor de diseño de dicha acción interna.

Cuando se detalle el diseño de las conexiones, se especificarán las tolerancias necesarias para la fabricación y el montaje. Los efectos acumulativos de estas tolerancias se tendrán en cuenta en el diseño de las conexiones.

Estructura prefabricada

Las estructuras prefabricadas serán diseñadas considerando un factor Q igual a 2 para resistir sismos, y sus conexiones estarán en conformidad con los requisitos establecidos.

En situaciones en las que la estructura prefabricada imite a una construcción in situ y la unión de elementos ocurra en una sola sección, se permite utilizar un factor Q igual a 3, siempre que los momentos flexionantes debidos al sismo en la sección crítica de los elementos involucrados

no excedan el 60 por ciento del valor total. Además, la estructura debe cumplir con los criterios especificados para un factor Q igual a 3, tal como se detallan en el Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y el Capítulo 7 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto. Cuando los momentos flexionantes cambien de signo debido al sismo, las conexiones viga-columna deberán ser diseñadas siguiendo las pautas establecidas en la Sección 7.5 de dichas Normas.

En marcos compuestos por elementos prefabricados, se considera como "nudo" la parte de la columna comprendida en el peralte de las vigas que convergen en ella.

La conexión entre elementos prefabricados viga-columna puede realizarse en zonas cercanas al nudo o distantes del mismo. En ambas situaciones, es necesario cumplir los siguientes criterios:

- a) El concreto utilizado en las conexiones entre elementos prefabricados para transmitir esfuerzos de tensión o compresión debe tener al menos la resistencia f'_c más alta de los elementos conectados.
- b) El acero de refuerzo utilizado en las conexiones de elementos prefabricados para transmitir esfuerzos de tensión o compresión no debe tener un esfuerzo especificado de fluencia mayor a 4200 kg/cm² (420 MPa).
- c) Se deben instalar estribos de confinamiento (verticales y cerrados) en las conexiones en una cantidad suficiente para garantizar la resistencia y el confinamiento de la conexión.
- d) Las conexiones deben ser capaces de transmitir todas las fuerzas y momentos presentes en los extremos de cada una de las piezas que se unen, teniendo en cuenta el factor de incremento correspondiente.
- e) En las conexiones, se debe garantizar una transmisión adecuada de los esfuerzos de compresión.
- f) Cada ducto que atraviese un nudo debe tener un diámetro al menos el doble del diámetro de la barra que contiene y debe llenarse con lechada a presión para asegurar la adherencia de las barras.
- g) Las superficies de los elementos prefabricados que forman parte de la conexión deben tener un acabado rugoso de 5 mm de amplitud. Estas superficies se deben limpiar y saturar de agua al menos 24 horas antes de verter la conexión. Se debe incluir un aditivo estabilizador de volumen en el colado de la conexión.

- h) En los elementos prefabricados de sección compuesta, se aplicarán los requisitos de la sección 6.1.5 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto.
- i) Si la conexión se realiza dentro del nudo viga-columna, debe cumplir con los requisitos para la conexión viga-columna mencionados en la sección 6.2.6 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto. Debe asegurar el confinamiento de la zona viga-columna y respetar la separación de estribos que tiene la columna en las secciones adyacentes a la conexión. Se debe garantizar que la articulación plástica se presente en la viga y se deben cumplir las especificaciones de la sección 6.8 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto.
- j) Cualquier colado que asegure la continuidad de una conexión debe realizarse en la superficie superior de la conexión y requiere el uso de cimbras en las caras laterales y en la parte inferior de la conexión, donde sea necesario.
- k) En todo el edificio construido con elementos prefabricados, se debe verificar la acción de diafragma rígido horizontal y la transmisión de las fuerzas horizontales a los elementos verticales. En caso de que se generen fuerzas de tensión en el plano del diafragma, se deben incorporar elementos de borde con acero de refuerzo continuo.
- l) En sistemas de piso que constan de piezas fabricadas por extrusión en una sola dirección y donde no se puedan usar conectores mecánicos, estas piezas deben integrarse con un firme estructural que contenga al menos refuerzo en la dirección perpendicular al eje de la pieza.
- m) En otros sistemas de piso que permitan la colocación de acero de refuerzo en ambas direcciones (longitudinal y transversal), se deben proporcionar conectores mecánicos a lo largo de los lados de las piezas adyacentes, según sea necesario para transmitir fuerzas cortantes en el plano, la tensión debida a cambios de temperatura y los esfuerzos de contracción.
- n) En elementos continuos construidos con acero de presfuerzo, no se permite la redistribución de momentos flexionantes.

Concreto de Alta Resistencia

Dentro de estas pautas, se define como concreto de alta resistencia aquel que exhibe una resistencia a la compresión igual o superior a 400 kg/cm² (40 MPa).

Al realizar el diseño, se empleará el valor nominal, f_c^* , calculado mediante la siguiente ecuación:

$$f_c^* = 0.8f'_c$$

Ecuación 13

Empleos de concreto de alta resistencia

Se autoriza la utilización de concretos de alta resistencia con valores de f'_c de hasta 700 kg/cm² (70 MPa), a menos que se establezca lo contrario en la sección correspondiente; "limitaciones al uso de concretos de alta resistencia". En situaciones específicas, se pueden emplear concretos de resistencia aún mayor si el ingeniero de seguridad estructural presenta pruebas que demuestren que la estructura puede alcanzar los niveles adecuados de resistencia y capacidad de deformación requeridos en áreas propensas a sismos.

Restricciones para la utilización de concretos de alta resistencia

En estructuras que han sido diseñadas con un factor de ductilidad, representado como Q, igual a 4, y que incluyen elementos sometidos a flexocompresión y que son parte integral de marcos responsables de soportar más del 50 por ciento de las fuerzas sísmicas, y cuando la carga axial de diseño, P_u , supere el 20 por ciento de la carga axial resistente de diseño, denominada PRO, se restringe el uso de concretos con resistencias mayores a 550 kg/cm² (55 MPa).

Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad de concretos de alta resistencia se considerará como:

$$E_c = 7,700 \sqrt{f'_c} + 163,000 ; \text{ en kg/cm}^2$$

Ecuación 14

$$E_c = 2,400 \sqrt{f'_c} + 16,300 ; \text{ en MPa}$$

Ecuación 15

Resistencia a la tensión

En ausencia de datos experimentales, se asumirá que la resistencia promedio a la tracción de concretos de alta resistencia, determinada a través de ensayos en cilindros de 150 x 300 mm cargados de forma diametral, es igual a:

Ecuación 16

$$\bar{f}_t = 1.75 \sqrt{f'c} ; \text{ en } kg/cm^2$$

Ecuación 17

$$\bar{f}_t = 0.55 \sqrt{f'c} ; \text{ en } MPa$$

A falta de datos experimentales, se considerará que la resistencia promedio a la tensión por flexión, también conocida como módulo de rotura, de concretos de alta resistencia tendrá el siguiente valor asumido:

Ecuación 18

$$\bar{f}_t = 2.5 \sqrt{f'c} ; \text{ en } kg/cm^2$$

Ecuación 19

$$\bar{f}_t = 0.8 \sqrt{f'c} ; \text{ en } MPa$$

Contracción por secado

En el caso de concretos de alta resistencia, se supondrá que la contracción por secado final, representada como \mathcal{E}_{cf} , es igual a 0.0006.

Concreto Ligero

En estas normas, se define el concreto ligero como aquel que tiene un peso volumétrico en estado fresco inferior a 1.9 t/m³ (19 kN/m³). El uso de concreto ligero está permitido únicamente en elementos secundarios. Para utilizarlo en elementos principales de estructuras, se requiere una autorización especial por parte de la administración.

En el diseño de elementos estructurales de concreto ligero, se aplicarán los criterios utilizados para el concreto de peso normal, con las modificaciones que se establecen. Se supondrá que un elemento de concreto ligero reforzado alcanza su resistencia a la flexocompresión cuando la deformación unitaria del concreto es igual a 0.003 veces E_c/E_L , donde E_c y E_L son los módulos de elasticidad del concreto de peso normal clase 1 y el concreto ligero de igual resistencia, respectivamente.

En las fórmulas relacionadas con el cálculo de resistencias aplicables al concreto de peso normal, se reemplazará $\sqrt{f_c^*}$ por $0.5 f_t^*$ ($1.6 \sqrt{f_c^*}$), donde f_t^* representa La resistencia a tensión indirecta obtenida siguiendo las pautas de la sección 1.4.1.3 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto, específicamente para el concreto de clase 2

El valor de f_t^* no debe ser mayor que 1.5 veces $\sqrt{f_c^*}$ en kg/cm² (0.47 veces $\sqrt{f_c^*}$ en MPa). Si el valor de f_t^* es desconocido, se supondrá igual a $\sqrt{f_c^*}$ en kg/cm² (0.31 veces $\sqrt{f_c^*}$ en MPa). No se aplicarán las fórmulas de peraltes mínimos que permiten omitir el cálculo de deflexiones en elementos de peso normal.

El módulo de elasticidad del concreto ligero se determinará experimentalmente mediante al menos seis pruebas para cada resistencia y tipo de agregado.

Requisitos Complementarios:

El esfuerzo debido a cambios volumétricos, como se describe en la sección 5.7 de las NTC para el Diseño de Estructuras de Concreto, será obligatorio en cualquier dirección en la que la medida de un componente estructural supere:

Ecuación 20

$$\frac{(0.75 \overline{f_t})}{\sqrt{(f'c)}} ; \left[\frac{(2.35 \overline{f_t})}{\sqrt{(f'c)}} \right]$$

Las cantidades requeridas mencionadas en ese párrafo se incrementarán de acuerdo con la proporción:

Ecuación 21

$$\frac{2 \sqrt{(f'c)}}{\overline{f_t}} ; \left[\frac{(0.63 \sqrt{(f'c)})}{\overline{f_t}} \right]$$

El esfuerzo f_t se encuentra definido en la sección 1.4.1.3 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto.

Para no doblar el refuerzo, se utilizará un radio menor que f_y dividido por $30 \sqrt{f_c}$, como se indica en la normativa correspondiente de las Normas Mexicanas mencionadas en la sección 1.4.2 para las pruebas de doblado.

En caso de que no se disponga de información sobre $\overline{f_t}$, este valor se sustituirá por $1.2 \sqrt{f_c}$ en kg/cm^2 ($0.38 \sqrt{f_c}$ en MPa) en las expresiones de esta sección.

Concreto Simple

La utilización de concreto simple con propósitos estructurales estará restringida a:

- a) Elementos que tienen apoyo continuo en el suelo o que son respaldados por otros componentes estructurales capaces de proporcionar un soporte vertical ininterrumpido.
- b) Elementos para los cuales la acción de arco genera compresión en todas las condiciones de carga.
- c) Muros y pedestales. No se permite el empleo de concreto simple en columnas con fines estructurales.

Juntas:

Se deberán implementar juntas de contracción o aislamiento para dividir los elementos estructurales de concreto simple en secciones discontinuas sujetas a flexión. El tamaño de cada sección limitará el aumento excesivo de los esfuerzos internos ocasionados por las restricciones al movimiento debido a deformaciones diferidas, contracción por secado y efectos de temperatura.

Al determinar el número y la ubicación de las juntas de contracción o aislamiento, se prestará atención a factores como las condiciones climáticas, selección y proporciones de materiales, proceso de mezclado, colocación y curado del concreto, grado de restricción al movimiento, esfuerzos debidos a las cargas actuantes en el elemento y técnicas de construcción.

Método de Diseño:

Los elementos de concreto simple serán diseñados para garantizar una resistencia adecuada de acuerdo con estas Normas, empleando factores de carga y resistencia de diseño. La resistencia de diseño de los elementos estructurales de concreto simple sometidos a flexión y carga axial se basará en una relación lineal entre esfuerzo y deformación, tanto en tracción como en compresión. No se permitirá la transferencia de tensiones a través de bordes exteriores ni de juntas de contracción o aislamiento en un elemento individual de concreto simple. Se supondrá que no existe continuidad en flexión debido a tensiones entre elementos estructurales adyacentes de concreto simple.

Cuando se calcule la resistencia a flexión, carga axial, flexión combinada y cortante, en el diseño se considerará la sección transversal completa, a excepción de los elementos que están en contacto con el suelo, para los cuales se reducirá el espesor total h en 50 mm.

Esfuerzos de Diseño:

Los esfuerzos calculados bajo cargas de diseño (previamente multiplicados por el factor de carga), asumiendo un comportamiento elástico, no excederán los valores siguientes, donde F_R es igual a 0.65 en todos los casos.

- a) Compresión por flexión

$$1.2 F_R f c^*$$

Ecuación 22

- b) Tensión por flexión para concreto clase 1

$$1.7 F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad 0.53 F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en MPa}$$

Ecuación 23

- c) Tensión por flexión para concreto clase 2

$$1.2 F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad 0.38 F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en MPa}$$

Ecuación 24

- d) Compresión axial

$$0.7 F_R f c^* \left[1 - \left\{ \frac{H'}{32 h} \right\}^2 \right]$$

Ecuación 25

- e) Cortante, como una forma de medir la tensión diagonal en elementos estrechos que operan en una dirección específica.

$$0.2 F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \quad ; \quad 0.06 F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en MPa}$$

Ecuación 26

- f) Cortante, como una forma de calcular la tensión diagonal cuando el elemento está sometido a cargas en dos direcciones y la falla adopta una forma cónica y piramidal alrededor de la carga (donde "g" representa la relación entre la dimensión menor de la zona cargada y la mayor).

$$(0.5 + \gamma) 0.31 F_R \sqrt{f c^*} \leq F_R \sqrt{f c^*}, \text{ en kg/cm}^2$$

Ecuación 27

Materiales Componentes

Los materiales componentes del concreto deben cumplir con estándares de calidad y proporciones que garanticen la resistencia, rigidez y durabilidad necesarias. Antes de iniciar cualquier obra, se debe verificar la calidad de todos los materiales componentes del concreto. Además, se deben realizar nuevas verificaciones en caso de sospecha de cambios en sus características o de fuentes de suministro diferentes. Esta verificación de calidad se realiza mediante muestras tomadas del lugar de suministro o del almacén del fabricante de concreto.

En lugar de la verificación mencionada anteriormente, el Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra, si no se requiere un Corresponsable, pueden aceptar la garantía del fabricante del concreto de que los materiales fueron probados en un laboratorio acreditado por una entidad de acreditación reconocida según la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumplen con los requisitos establecidos en la sección 1.5.1, así como los que se detallan a continuación. En cualquier caso, pueden ordenar la verificación de la calidad de los materiales cuando lo consideren necesario. Los materiales pétreos, como grava y arena, deben cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111, con las modificaciones y adiciones correspondientes.

Además de la verificación inicial de todos los materiales componentes mencionada en esta sección, los requisitos especiales mencionados anteriormente deben verificarse al menos una vez al mes para el concreto clase 1. Los límites correspondientes a estos requisitos especiales pueden ajustarse si el fabricante del concreto demuestra, mediante pruebas realizadas en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida según la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que los nuevos valores cumplen con el requisito de módulo de elasticidad establecido en la sección 14.3.4.2. En este caso, se aplicarán los nuevos límites en la verificación de estos requisitos para los agregados específicos considerados en las pruebas mencionadas.

Elaboración del Concreto

El concreto puede ser dosificado en una planta central y transportado a la obra en camiones revolventes, o dosificado y mezclado en una planta central y transportado en camiones agitadores, o bien, puede ser preparado directamente en el lugar de la obra. En todos los casos,

debe cumplir con los requisitos de elaboración que se detallan a continuación. La dosificación establecida, en particular el contenido de agua, no debe modificarse.

Para el concreto clase 1, ya sea premezclado o hecho en obra, debe prepararse en una planta de dosificación y mezclado de acuerdo con los requisitos de elaboración establecidos en la norma NMX-C-403. En el caso del concreto clase 2, si es premezclado, debe cumplir con los requisitos de elaboración de la norma NMX-C-155. Si se produce en la obra, puede ser dosificado en peso o en volumen, pero la mezcla debe realizarse en una revolvedora mecánica, ya que no se permite la mezcla manual en concreto estructural.

Requisitos y Control del Concreto Fresco

Antes de su colocación en las cimbras, se deben realizar pruebas al concreto en estado fresco para verificar el cumplimiento de los requisitos de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se deben llevar a cabo en el concreto muestreado en el lugar de la obra, siguiendo las frecuencias mínimas indicadas en la tabla de revenimiento. El revenimiento debe ser el mínimo necesario para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo y, en caso necesario, pueda ser bombeado, además de lograr una apariencia satisfactoria. El revenimiento nominal de los concretos no debe superar los 120 mm.

Si se requiere colocar el concreto en condiciones difíciles o bombearlo, se permite aumentar el revenimiento nominal hasta un máximo de 180 mm mediante el uso de un aditivo superfluidificante, sin incrementar el contenido de agua unitario. En este caso, se debe verificar el revenimiento en obra antes y después de la incorporación del aditivo superfluidificante, comparándolo con los valores nominales de 120 mm y 180 mm, respectivamente. Las demás propiedades, incluyendo las del concreto endurecido, se determinarán en muestras que incluyan dicho aditivo.

El Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra, si no se requiere un Corresponsable, pueden autorizar la incorporación del aditivo superfluidificante en la planta de premezclado para cumplir con revenimientos nominales mayores de 120 mm, y tienen la facultad de inspeccionar esta operación en la planta cuando lo consideren necesario.

Si el concreto es premezclado y se suministra con un revenimiento nominal mayor de 120 mm, se debe proporcionar un comprobante de la incorporación del aditivo en la planta. En la obra, se

medirá el revenimiento para compararlo con el valor nominal máximo de 180 mm. Para que el concreto cumpla con el requisito de peso volumétrico en estado fresco o endurecido, su valor determinado debe ser superior a 22 kN/m³ (2,200 kg/m³) para el concreto clase 1 y no inferior a 19 kN/m³ (1,900 kg/m³) para el concreto clase 2. Las tolerancias especificadas también se aplican a los valores nominales máximos de 120 mm y 180 mm.

Resistencia a compresión

La calidad del concreto endurecido se evaluará mediante pruebas de resistencia a la compresión en cilindros que se han elaborado, curado y probado de acuerdo con las normas NMX-C-160 y NMX-C-83, en un laboratorio que esté acreditado por una entidad reconocida según lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Si el diseño de la mezcla de concreto busca alcanzar una resistencia específica a los 14 días, las pruebas se realizarán a esta edad; de lo contrario, se llevarán a cabo a los 28 días de edad. Para verificar la resistencia a la compresión del concreto con las mismas características y nivel de resistencia, se debe tomar al menos una muestra por cada día de vertido, pero no menos de una por cada 40 metros cúbicos. Sin embargo, si el concreto se utiliza para verter columnas, se debe tomar al menos una muestra por cada 10 metros cúbicos. De cada muestra, se deben fabricar y ensayar al menos dos cilindros, y se considerará la resistencia promedio de los cilindros obtenidos como la resistencia de la muestra.

Para el concreto clase 1, se considerará que cumple con la resistencia especificada, f'_c , si ninguna muestra presenta una resistencia inferior a $f'_c - 3.5$ MPa ($f'_c - 35$ kg/cm²), y si el promedio de las resistencias de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, independientemente de si pertenecen al mismo día de vertido o no, es mayor o igual a f'_c . En el caso del concreto clase 2, se considerará que cumple con la resistencia especificada, f'_c , si ninguna muestra presenta una resistencia inferior a $f'_c - 5$ MPa ($f'_c - 50$ kg/cm²), y si el promedio de las resistencias de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, independientemente de si pertenecen al mismo día de vertido o no, es mayor o igual a $f'_c - 1.7$ MPa ($f'_c - 17$ kg/cm²).

Cuando solo se cuenten con dos muestras, el promedio de las resistencias de ambas no deberá ser inferior a $f'_c - 1.3$ MPa ($f'_c - 13$ kg/cm²) para el concreto clase 1 ni a $f'_c - 2.8$ MPa ($f'_c - 28$ kg/cm²) para el concreto clase 2, además de cumplir con los requisitos individuales de las muestras tomadas una por una. Si el concreto no cumple con los requisitos de resistencia, el

Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra, si no se requiere un Corresponsable, tomarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad de la estructura. Estas medidas se basarán principalmente en su criterio profesional y pueden incluir la revisión del proyecto estructural y la posibilidad de realizar pruebas de carga en elementos no diseñados para resistir sismos, o incluso ordenar la demolición de áreas con resistencia insuficiente.

En casos de duda sobre la seguridad de la estructura, se pueden extraer y ensayar núcleos del concreto en la zona representada por los cilindros que no cumplieron, de acuerdo con la norma NMX-C-169-ONNCCE. Se deben ensayar tres núcleos por cada falta de cumplimiento con la calidad especificada. La humedad de los núcleos al momento de realizar las pruebas debe ser representativa de las condiciones de servicio de la estructura.

Para el concreto clase 1, los núcleos se considerarán adecuados si el promedio de las resistencias de los tres núcleos es mayor o igual a 0.85 f'c y la resistencia de ningún núcleo es menor que 0.75 f'c. Para el concreto clase 2, se considerarán adecuados si el promedio de las resistencias de los tres núcleos es mayor o igual a 0.80 f'c y la resistencia de ningún núcleo es menor que 0.70 f'c. En caso de duda sobre la extracción y ensayo de los especímenes, se pueden realizar pruebas adicionales en núcleos de las áreas representadas por aquellos que mostraron resistencias inconsistentes. Si los núcleos no cumplen con los criterios de aceptación mencionados, el responsable de la obra debe tomar decisiones adicionales, como reforzar la estructura o realizar pruebas de carga en elementos no destinados a resistir sismos, o incluso ordenar la demolición de las áreas con resistencia insuficiente. Si el concreto se compra premezclado, el contrato de compra debe establecer las responsabilidades del fabricante en caso de incumplimiento de los requisitos de resistencia.

Módulo de Elasticidad

Para verificar esto, se debe tomar una muestra por cada 100 metros cúbicos, o fracción, de concreto, pero no menos de dos en una obra determinada. De cada muestra, se deben fabricar y ensayar al menos tres especímenes. El módulo de elasticidad de una muestra se calcula como el promedio de los módulos de elasticidad de los tres especímenes elaborados con esa muestra. El módulo de elasticidad se determinará según la norma NMX-C-128.

El Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra, si no se requiere un Corresponsable, no está obligado a exigir la verificación del módulo de elasticidad, pero si lo considera necesario debido a las condiciones de la obra, puede solicitar su verificación o una garantía por escrito del fabricante de que el concreto cumple con dicho requisito. En caso de que el concreto no cumpla con este requisito, el responsable de la obra evaluará las consecuencias y tomará las medidas adecuadas. Si el concreto se compra premezclado, el contrato de compra debe establecer las responsabilidades del fabricante en caso de incumplimiento de este requisito.

Transporte

Los métodos utilizados para transportar el concreto deben diseñarse de manera que eviten la segregación o pérdida de sus componentes.

Colocación y Compactación

Antes de llevar a cabo un vertido de concreto, es necesario limpiar tanto los elementos de transporte como el área donde se verterá el concreto. Los procedimientos de colocación y compactación deben garantizar una densidad uniforme en el concreto y evitar la formación de huecos.

El lugar donde se colocará el concreto debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Debe estar libre de materiales sueltos como rocas, polvo, clavos, tornillos, basura, etc.
- b) Los moldes que recibirán el concreto deben estar firmemente sujetos.
- c) Las superficies de mampostería que estarán en contacto con el concreto deben estar previamente humedecidas antes del vertido.
- d) El acero de refuerzo debe estar completamente limpio y colocado de manera adecuada.
- e) No debe haber agua en el área de vertido, a menos que se hayan tomado medidas especiales para verter concreto en agua. En ningún caso se permite la colocación de concreto contaminado con materia orgánica.

El concreto se vierte en la zona del molde donde permanecerá y se compacta mediante picado, vibración o apisonado. No se permite transportar el concreto mediante vibración.

Temperatura

Cuando la temperatura ambiente durante el vertido o poco después sea inferior a 278 K (5 °C), se deben tomar precauciones especiales para contrarrestar la disminución en la resistencia y el retardo en el endurecimiento del concreto, y se debe verificar que estas características no se vean afectadas negativamente.

Morteros Aplicados Neumáticamente

Los morteros aplicados mediante métodos neumáticos deben cumplir con los requisitos de compactación, resistencia y otras propiedades especificadas en el proyecto. Deben aplicarse perpendicularmente a la superficie en cuestión, que debe estar limpia y húmeda.

Curado

El concreto debe mantenerse en un entorno húmedo durante al menos siete días en el caso de cemento ordinario y tres días si se utiliza cemento de alta resistencia inicial. Estos plazos se extenderán si la temperatura desciende por debajo de 278 K (5 °C). En este caso, también se seguirán las pautas de la sección 14.3.7 de la norma para el curado. Se pueden utilizar métodos de curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad, u otros métodos aceptados para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado.

Juntas de Colado

Las juntas de colado se realizarán en los lugares y con la forma que indiquen los planos estructurales. Antes de comenzar un vertido, las superficies de contacto se limpiarán y se humedecerán. Se prestará especial atención a la limpieza y eliminación de material suelto o poco compacto en todas las juntas de columnas y muros.

Tuberías y Ductos en el Concreto

Se permite la inclusión de tuberías y ductos en los elementos de concreto, siempre que estén previstos en el diseño estructural, sean de un material no perjudicial para el concreto y reciban la aprobación del Corresponsable en Seguridad Estructural o, en caso de no ser necesario un Corresponsable, del Director Responsable de Obra. Sin embargo, no se permite la inclusión de tuberías y ductos de aluminio en elementos de concreto, a menos que se tomen medidas especiales para evitar la reacción aluminio-concreto y la reacción electrolítica entre el aluminio y el acero de refuerzo. Las tuberías y ductos no deben afectar significativamente la resistencia

de los elementos de concreto ni de la construcción en general. Deben ser diseñados para soportar las influencias del concreto, así como la presión y la temperatura a las que estarán expuestos. Además, no deben contener líquidos, gas, vapor o agua a altas temperaturas o presiones hasta que el concreto haya alcanzado su resistencia de diseño.

En losas, las tuberías y ductos deben ubicarse entre el acero de refuerzo superior e inferior, a menos que sean para captar agua o materiales exteriores. El recubrimiento mínimo para tuberías y ductos debe ser de al menos 40 mm para elementos expuestos a la intemperie o en contacto con el suelo, y de al menos 20 mm para elementos no expuestos a la intemperie y que no están en contacto con el suelo. Las tuberías y ductos deben construirse y colocarse de manera que no sea necesario cortar, doblar ni mover el acero de refuerzo de su posición original.

Lechada para tendones adheridos

La lechada utilizada en la inyección debe componerse de cemento Portland y agua, o de cemento Portland, arena y agua. Para mejorar la facilidad de manejo y reducir el sangrado y la contracción, es posible emplear aditivos que no sean perjudiciales para la lechada, el acero y el concreto. No se debe emplear cloruro de calcio en ningún caso.

La proporción de agua en la lechada debe seguir uno de los siguientes criterios:

- a) Se basará en los resultados de pruebas realizadas en lechada fresca y endurecida antes de comenzar las operaciones de inyección.
- b) Se determinará a partir de la experiencia previa documentada, considerando materiales y equipos similares y condiciones de campo comparables.

El contenido de agua deberá ser el mínimo necesario para garantizar una adecuada bomba de la lechada, pero no deberá exceder el 50% en relación al peso del cemento.

La lechada debe ser mezclada utilizando equipos capaces de proporcionar mezcla y agitación mecánica continua para asegurar una distribución uniforme de los materiales. Además, debe ser tamizada y bombeada de manera que llene completamente los ductos de los tendones. La temperatura del elemento presforzado al momento de inyectar la lechada debe ser superior a 275 K (2 °C) y debe mantenerse por encima de este valor hasta que la resistencia de cubos de 50 mm fabricados con la lechada y curados en el sitio alcance los 5.5 MPa (55 kg/cm²). Las

propiedades de la lechada deben ser evaluadas de acuerdo con la norma NMX-C-061. Durante el proceso de mezcla y bombeo, la temperatura de la lechada no debe superar los 303 K (30 °C).

Tendones de presfuerzo

Las operaciones de soldadura y uso de soplete cerca del acero de presfuerzo deben ser realizadas con precaución para evitar que el acero se exponga a temperaturas elevadas, chispas de soldadura o corrientes eléctricas a tierra.

Aplicación y evaluación de la fuerza de presfuerzo

La fuerza de presfuerzo se calculará mediante un dinamómetro, una celda de carga o midiendo la presión en el aceite del gato con un manómetro, además de medir el alargamiento del tendón.

Cualquier discrepancia mayor al 5% entre la fuerza obtenida a partir del alargamiento del tendón y la determinada por el otro método debe ser investigada y corregida. Las curvas de fuerza-alargamiento promedio de los tendones utilizados se emplearán para determinar el alargamiento correspondiente a una cierta fuerza de presfuerzo.

Cuando se transfiera la fuerza de pretensado al concreto mediante el corte de los tendones con soplete, la ubicación de los cortes y el orden en que se realicen deben ser definidos previamente para evitar esfuerzos temporales no deseados. Los tramos largos de torones expuestos se cortarán cerca del elemento presforzado para minimizar el impacto en el concreto. La pérdida total de presfuerzo debida a tendones rotos no reemplazados no debe superar el 2% del presfuerzo total.

Requisitos adicionales para estructuras prefabricadas

Los dispositivos de sujeción o rigidización temporales, así como el equipo de izado y los apoyos provisionales, deben ser diseñados para resistir las fuerzas que puedan surgir durante el proceso de montaje, incluyendo los efectos del sismo y el viento, así como las deformaciones previstas durante estas operaciones.

Es fundamental verificar que los dispositivos y procedimientos de construcción empleados garanticen que los elementos prefabricados se mantengan en su posición correcta mientras las conexiones se endurecen en el lugar de la obra.

Tolerancia

Las siguientes tolerancias aplican a los planos constructivos del proyecto según se detalla en el Título Séptimo del Reglamento:

- a) Las dimensiones de la sección transversal de un miembro no deben superar las especificadas en el proyecto en más de $10 \text{ mm} + 0.05 x$, siendo x la dimensión en la dirección considerada para la tolerancia, ni ser menores que las del proyecto en más de $3 \text{ mm} + 0.03 x$.
- b) El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no debe exceder el espesor del proyecto en más de $5 \text{ mm} + 0.05 t$, siendo t el espesor del proyecto, ni ser menor que este en más de $3 \text{ mm} + 0.03t$.
- c) En cada planta, se deben trazar los ejes de acuerdo con el proyecto ajustado, con una tolerancia de un centímetro. Toda columna debe quedar desplantada de modo que su eje no diste más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión transversal de la columna paralela a la desviación. Además, esta cantidad no debe excederse en la desviación del eje de la columna con respecto al de la columna inmediata inferior.
- d) La tolerancia en el desplomo de una columna es de 5 mm más 2% de la dimensión de la sección transversal de la columna paralela a la desviación.
- e) El eje centroidal de una columna no debe distar más de 5 mm más uno por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación de la línea que conecta los puntos medios de las secciones opuestas.
- f) La posición de los ejes de vigas en relación con los de las columnas donde se apoyan no debe diferir del proyecto en más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación, ni en más de 10 mm más dos por ciento del ancho de la viga.
- g) El eje centroidal de una viga no debe distar más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión de la viga paralela a la desviación de la línea que conecta los centros de las secciones opuestas.
- h) La distancia medida verticalmente entre las losas de pisos consecutivos en ningún punto debe diferir más de 30 mm del proyecto, ni la inclinación de una losa respecto al proyecto más de uno por ciento.

- i) La desviación angular de una línea de cualquier sección transversal de un miembro en relación con la dirección que esa línea tendría según el proyecto no debe exceder del 4%.
- j) La ubicación de dobleces y cortes de barras longitudinales no debe diferir en más de 10 mm + 0.01 L de la indicada en el proyecto, siendo L el claro, a menos que se trate de extremos discontinuos de miembros, en cuyo caso la tolerancia será de 10 mm.
- k) La posición del refuerzo en losas, zapatas, muros, cascarones, arcos y vigas debe ser tal que no reduzca el peralte efectivo, d, en más de 3 mm + 0.03 d ni disminuya el recubrimiento en más de 5 mm. En columnas, rige la misma tolerancia, pero referida a la dimensión mínima de la sección transversal en lugar del peralte efectivo. La separación entre barras no debe diferir del proyecto en más de 10 mm más el 10% de esa separación, respetando el número de barras y su diámetro, y permitiendo el paso del agregado grueso, en cualquier caso.
- l) Las dimensiones del refuerzo transversal de vigas y columnas, medidas a lo largo del eje de dicho refuerzo, no deben exceder las especificadas en el proyecto en más de 10 mm + 0.05 x, siendo x la dimensión en la dirección considerada para la tolerancia, ni ser menores que las del proyecto en más de 3 mm + 0.03 x.
- m) La separación del refuerzo transversal de vigas y columnas no debe diferir del proyecto en más de 10 mm más el diez por ciento de esa separación, conservando tanto la cantidad de elementos de refuerzo como su tamaño.
- n) Si un miembro estructural no puede clasificarse claramente como columna o viga, se aplicarán las tolerancias relativas a columnas, con las adaptaciones correspondientes si el miembro en cuestión puede estar sujeto a compresión axial apreciable, y las relacionadas con vigas en caso contrario. En cascarones, rigen las tolerancias de las losas, con las adaptaciones necesarias.

Por razones ajenas al comportamiento estructural, como aspecto o colocación de acabados, puede ser necesario imponer tolerancias más estrictas que las mencionadas. En caso de que no se cumpla con alguna de las tolerancias especificadas, el Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra, en caso de que no se requiera un Corresponsable, analizarán las consecuencias resultantes y tomarán las medidas necesarias para garantizar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la estructura.

Diseño por durabilidad

El diseño tendrá en cuenta la durabilidad al determinar la clasificación de exposición, según lo especificado en la sección "Clasificación de exposición", cumpliendo con los siguientes requisitos:

- a) Se garantizará la calidad del concreto y su adecuado curado, como se describe en las secciones "Requisitos para diferentes clasificaciones de concretos" que se detallan más adelante.
- b) Se impondrán restricciones a los contenidos químicos, según lo establecido en la sección "Restricciones sobre contenido químico para prevenir la corrosión".
- c) Se cumplirán las normas de recubrimiento según lo especificado en la sección "Requisitos para el recubrimiento y aislamiento del acero de refuerzo".
- d) Se tomarán precauciones contra la reacción álcali-agregado, de acuerdo con lo estipulado en la sección "Reacción álcali-agregado".

Además de los requisitos mencionados en la sección "Requisitos esenciales", el concreto que esté expuesto a la abrasión debida al tránsito (como pavimentos y pisos) deberá cumplir con los requisitos adicionales establecidos en la sección "Requisitos adicionales para resistencia a la abrasión".

Tipos de cemento

Los requisitos detallados en las secciones "Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición A1 y A2", "Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición B1, B2 y C" y "Requisitos para el recubrimiento y aislamiento del acero de refuerzo" se basan en el uso de cemento Portland convencional.

Se permite el uso de otros tipos de cemento Portland (como el resistente a los sulfatos o el de baja reactividad álcali-agregado) o mezclas de cemento (como el cemento Portland puzolánico o el cemento Portland con escoria granulada de alto horno). Sin embargo, estos materiales alternativos deben ser evaluados para garantizar que proporcionen niveles de rendimiento equivalentes a los concretos con cemento Portland estándar.

Se pueden utilizar sistemas de protección alternativos, como la protección o impregnación de la superficie del concreto. Estos sistemas también deben ser evaluados para asegurar que ofrezcan

un nivel de rendimiento equivalente al de los concretos de cemento Portland común. Esta evaluación debe tener en cuenta la durabilidad del recubrimiento necesario para alcanzar una vida útil de diseño de 50 años. Si se requiere una vida útil diferente a 50 años, se pueden hacer ajustes basados en la equivalencia de rendimiento y el entendimiento de que los concretos de cemento Portland común pueden proporcionar una protección adecuada del refuerzo contra la corrosión durante 50 años.

Clasificación de exposición

La determinación de la clasificación de exposición para la superficie de un miembro reforzado o pretensado se realizará consultando la siguiente tabla:

Tabla 3. Clasificación de la exposición

Superficie y ambiente de exposición	Clasificación de exposición
a) Superficie de miembros en contacto con el terreno	
1) Protegida por una membrana impermeable	A1
2) En suelos no agresivos	A2
3) En suelos agresivos	D
b) Superficies de miembros en ambientes interiores	
1) Encerrado totalmente dentro de un edificio, excepto por breve periodo de exposición al ambiente durante la construcción	A1
2) En edificios o sus partes donde los miembros pueden estar sujetos a humedecimiento y secado repetido	B1
c) Superficies de miembros no en contacto con el terreno y expuestos a ambientes exteriores que son:	
1) No agresivos	A2
2) Ligeramente agresivos	B1
3) Agresivos	B2
d) Superficies de miembros en agua	
1) En contacto con agua dulce (dura)	B1
En agua dulce a presión (dura)	B2
En agua dulce corriente (dura)	B2
2) En contacto con agua dulce (suave)	B2
En agua dulce a presión (suave)	D
En agua dulce corriente (suave)	D
3) En agua con más de 20, 000 ppm de cloruros	B2
-Sumergida permanentemente	
-En zonas con humedecimiento y secados	

Superficie y ambiente de exposición	Clasificación de exposición
e) Superficies de miembros en otros ambientes	C
<ul style="list-style-type: none"> SE DEBEN CONSIDERAR COMO AMBIENTES AGRESIVOS AQUELLOS SUELOS PERMEABLES CON UN PH INFERIOR A 4.0 O QUE CONTENGAN MÁS DE UN GRAMO DE IONES DE SULFATO POR LITRO EN EL NIVEL FREÁTICO. LOS SUELOS RICOS EN SALES CON UN PH ENTRE 4 Y 5 DEBEN CLASIFICARSE COMO EXPOSICIÓN DE TIPO C. CUANDO SE EMPLEE EL CONCRETO EN APLICACIONES INDUSTRIALES, ES ESENCIAL TENER EN CUENTA LOS EFECTOS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN, Y EN TALES CIRCUNSTANCIAS, PODRÍA SER NECESARIO RECLASIFICAR LA EXPOSICIÓN COMO TIPO D. LA DELIMITACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES AMBIENTES EXTERIORES ESTÁ SUJETA A MÚLTIPLES FACTORES, COMO LA DISTANCIA DESDE LA FUENTE DE AGRESIÓN, LA DIRECCIÓN Y LA INTENSIDAD DE LOS VIENTOS DOMINANTES. Para determinar las propiedades de dureza del agua, se debe realizar un análisis conforme a la norma ASTM E1116. 	
<p><i>Nota: Las clasificaciones de la exposición se tomaron de acuerdo con lo indicado en el Tomo V, Volumen 4, de "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones" 2014, p.43.</i> https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105412/Tomo_V_Dise_o_de_Estructuras_de_CONCRETO_2.2.pdf</p>	

Esta tabla no es aplicable a elementos de concreto simple, a menos que dichos elementos contengan metales que dependan del concreto para protegerse contra los efectos del entorno.

Para determinar la calidad del concreto requerida según las secciones "Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición A1 y A2", "Requisitos para concretos expuestos a sulfatos" y "Restricciones sobre el contenido de productos químicos contra la corrosión", se tomará como referencia la clasificación de exposición más severa de todas las superficies del elemento en cuestión.

Para establecer los requisitos de recubrimiento destinados a proteger el refuerzo contra la corrosión, según lo establecido en la sección "Recubrimiento para protección contra la corrosión", se considerará la clasificación de exposición correspondiente a la superficie desde la cual se mide dicho recubrimiento.

Tabla 4. Resistencia a compresión especificada, kg/cm² (MPa)

Clasificación de exposición	200 (20)	250 (25)	300 (30)	400 (40)	500 (50)	600 (60)	700 (70)
	Recubrimiento mínimo requerido (mm)						
A1	25	25	20	20	20	15	15
A2	40	35	30	25	25	20	20
B1	50	40	35	30	30	25	25
B2	----	50	45	40	34	30	30

Clasificación de exposición	200 (20)	250 (25)	300 (30)	400 (40)	500 (50)	600 (60)	700 (70)
	Recubrimiento mínimo requerido (mm)						
C	---	---	---	---	70	65	60

Se requiere emplear un contenido de cemento portland no menor de 350 kg/m³ (3500 N/m³) y una relación agua/cemento que no exceda 0.40

Nota: Los recubrimientos mínimos requeridos se tomaron de acuerdo con lo indicado en el Tomo V, Volumen 4, de "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones". 2014, p.46.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105412/Tomo_V_Dise_o_de_Estructuras_de_CONCRETO_2.2.pdf

Requerimientos aplicables a concretos con clasificación de exposición D

El concreto utilizado en elementos sujetos a una clasificación de exposición D deberá ser especificado de manera que garantice su durabilidad en las condiciones ambientales específicas presentes y para la vida útil de diseño seleccionada.

Requisitos para concretos expuestos a sulfatos

Los concretos que se encuentren expuestos a soluciones o suelos que contengan niveles peligrosos de sulfatos deberán ser fabricados utilizando cementos resistentes a los sulfatos y deben cumplir con las relaciones agua-material cementante máximas, así como las resistencias a compresión mínimas establecidas en la tabla siguiente:

Tabla 5. Requisitos para concretos expuestos a sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfatos solubles en agua (SO ₄)	Sulfatos (SO ₄) en agua ppm	Tipos de cementos	Máxima relación agua-materiales cementantes, por peso, concretos con agregados de peso normal	Máxima relación agua-materiales cementantes, por peso, concretos con agregados de peso normal
Despreciable	0.00 a 0.10	0 a 150	----	----	----
Moderada	0.10 a 0.20	150 a 1500	CPPP CPEG CPC	0.50	300 (30)
Severa	0.20 a 2.00	1500 a 10000	RC	0.45	350 (35)
Muy Severa	SO ₄ > 2.00	SO ₄ a 10000	RS más puzolana	0.45	350 (35)

CPP cemento portland puzolánico (Clinker de cemento portland con C3A<8%)

CPEG cemento portland con escoria granulada de alto horno (Clinker de cemento portland con C3A<8%)

CPC cemento portland compuesto (Clinker de cemento portland con C3A<8%)

RS cemento portland resistente a los sulfatos (Clinker de cemento portland con C3A<5%)

Se puede requerir relaciones agua-materiales cementantes más bajos o resistencias más altas para reducción de la permeabilidad o para protección del acero contra la corrosión.

Puzolana que ha mostrado mediante ensaye o experiencias previas que mejora la resistencia a los sulfatos cuando se emplea en concreto fabricado con cemento portland resistente a los sulfatos.

Nota: Los recubrimientos mínimos requeridos se tomaron de acuerdo con lo indicado en el Tomo V, Volumen 4, de "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones". 2014, p.44.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105412/Tomo_V_Dise_o_de_Estructuras_de_CONCRETO_2.2.pdf

Requisitos adicionales para resistencia a la abrasión

Además de los demás criterios de durabilidad establecidos en esta sección, el concreto utilizado en elementos expuestos a la abrasión causada por el tránsito vehicular deberá cumplir con una resistencia a la compresión mínima especificada, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6. Requisitos de resistencia a compresión para abrasión

Miembro y/o tipo de tránsito	Resistencia a compresión especificada f'c kg/cm ² (MPa)
------------------------------	--

Pisos comerciales e industriales sujetos a tránsito vehicular	250 (25)
Pavimentos o pisos sujetos a:	250 (25)
a) Tránsito ligero con llantas neumática (vehículo de hasta 3t)	300 (30)
b) Tránsito ligero con llantas neumática (vehículo de hasta 3t)	400 (40)
c) Tránsito ligero con llantas neumática (vehículo de hasta 3t)	No menor a 400 (40)

En forma alterna, se pueden usar tratamientos superficiales para incrementar la resistencia a la abrasión.
f'c se refiere a la resistencia del concreto empleado en la zona de desgaste resistencia a la abrasión.

*Nota: Los recubrimientos mínimos requeridos se tomaron de acuerdo con lo indicado en el Tomo V, Volumen 4, de "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones". 2014, p.44.
(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105412/Tomo_V_Dise_o_de_Estructuras_de_CONCRETO_2.2.pdf)*

En áreas sometidas a tráfico pesado, no se considerará como parte de la sección resistente cualquier espesor que pueda desgastarse, a menos que la superficie expuesta sea endurecida mediante algún tratamiento. En tal caso, se asignará un espesor mínimo de 15 mm.

Limitación de iones cloruro para prevenir la corrosión

La cantidad total de iones cloruro en el concreto, calculada o determinada en función de las mediciones de los cloruros presentes en los agregados, el agua de mezcla y los aditivos, no deberá exceder los valores indicados en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 7. Valores máximos de contenido de ion cloruro en el concreto al momento de colado

Tipo de miembro	Máximo contenido de ion cloruro soluble en ácido, kg/cm ³ de concreto
Concreto Presforzado	0.50
Concreto reforzado expuesto a humedad o a cloruros en condiciones de servicio	0.80
Concreto reforzado que estará seco o protegido de la humedad en condición de servicio	1.60

*Nota: Los recubrimientos mínimos requeridos se tomaron de acuerdo con lo indicado en el Tomo V, Volumen 4, de "Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones". 2014, p.45.
(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105412/Tomo_V_Dise_o_de_Estructuras_de_CONCRETO_2.2.pdf)*

Cuando se realicen pruebas para determinar la concentración de iones de cloruro solubles en ácido, los procedimientos de ensayo seguirán las pautas establecidas en la norma ASTM C 1152.

No se permitirá la adición de sales de cloruro ni de aditivos químicos que contengan cantidades significativas de cloruro en los elementos de concreto reforzado con clasificaciones de exposición B1, B2 o C, ni en ningún elemento de concreto presforzado o curado al vapor.

Limitación en la concentración de sulfato

El contenido de sulfato en el concreto en el momento de su vertido, expresado como un porcentaje del peso de SO₃ soluble en ácido con respecto al peso del cemento, no deberá exceder el 5.0 por ciento.

Restricciones respecto a otras sales

La incorporación de otras sales en el concreto no estará permitida a menos que se demuestre que no tienen un impacto adverso en la durabilidad del material.

Recubrimiento y separación del acero de refuerzo

El espesor de recubrimiento requerido para el acero de refuerzo y los tendones de presfuerzo será el mayor de los valores determinados entre las secciones de 'recubrimiento y separación del refuerzo para la colocación del concreto' y 'recubrimiento para protección contra la corrosión', según corresponda, a menos que se necesiten espesores mayores debido a requisitos de resistencia al fuego.

Espesor y separación entre el refuerzo para la instalación del concreto

El recubrimiento y la disposición del acero serán tales que el concreto pueda colocarse y compactarse adecuadamente.

El recubrimiento y la separación no serán inferiores al valor máximo entre los tres siguientes:

- a) El producto del tamaño nominal del agregado por un factor de 1.25.
- b) El diámetro nominal de la barra o tendón al que se mide el recubrimiento
- c) Si las barras forman paquetes, 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa en el paquete.

En el caso de columnas, la distancia libre entre barras longitudinales no será menor de 1.5 veces el diámetro de la barra, 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, ni inferior a 40 mm.

Acero

El acero de refuerzo, especialmente el de presfuerzo, así como los ductos de postensado, deben ser cuidadosamente protegidos durante su transporte, manipulación y almacenamiento. Antes de su instalación, se llevará a cabo una inspección para asegurar que el acero no haya sufrido ningún daño, especialmente después de un largo período de almacenamiento. En caso de dudas sobre la calidad del acero, se realizarán pruebas mecánicas para evaluar su idoneidad.

Durante el proceso de vertido del concreto, el acero debe estar completamente limpio y libre de grasa, aceites, pinturas, polvo, suciedad, oxidación excesiva y cualquier otra sustancia que pueda reducir su adherencia al concreto, a excepción del uso de recubrimientos epóxicos y lodos bentoníticos. No se deben doblar barras que estén parcialmente sumergidas en el concreto a menos que se tomen medidas para evitar dañar el concreto circundante. Cualquier doblez necesario se realizará en frío, a menos que el Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra (cuando no se requiera un Corresponsable) autorice el calentamiento, pero la temperatura del acero no debe superar un color rojo café (aproximadamente 803 K [530 °C]) si no se ha tratado en frío, ni debe exceder los 673 K (400 °C) en caso contrario. No se permite un enfriamiento rápido. Los tendones de presfuerzo que tengan dobleces concentrados no deben intentar enderezarse y deben ser rechazados.

El acero debe asegurarse en su lugar mediante alambres, soportes y separadores que sean lo suficientemente resistentes, rígidos y en cantidad adecuada para evitar cualquier movimiento durante el proceso de vertido. Los paquetes de barras deben atarse firmemente con alambre. Antes de verter el concreto, se debe verificar que todo el acero esté correctamente colocado de acuerdo con los planos estructurales y que esté debidamente asegurado.

Control en la Obra:

El acero de refuerzo ordinario estará sujeto al siguiente control para verificar el cumplimiento de las respectivas Normas Mexicanas. Para cada tipo de barras (laminadas en caliente o torcidas en frío), se seguirá el siguiente procedimiento:

De cada lote de 100 kN (10 toneladas) o fracción, compuesto por barras de la misma marca, grado y diámetro, correspondientes a una remesa específica de cada proveedor, se tomará una muestra para realizar ensayos de tensión y doblado. Estas muestras no deben ser de los extremos

de las barras completas, y las corrugaciones pueden ser inspeccionadas en una de ellas. Si alguna muestra presenta defectos superficiales, puede ser reemplazada por otra. Cada lote definido según lo anterior debe estar claramente identificado y no se utilizará hasta que se haya aprobado su uso en base a los resultados de los ensayos. Estos ensayos se llevarán a cabo de acuerdo con la norma NMX-B-172. Si alguna muestra no cumple con los requisitos de tensión especificados en la norma, se permitirá repetir la prueba según lo establecido en la misma norma. En lugar de realizar el control en obra, el Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra (en ausencia de un Corresponsable) pueden aceptar una garantía escrita del fabricante de que el acero cumple con la norma correspondiente, y en caso necesario, definirán la forma de verificar que se cumplan los requisitos adicionales para el acero.

Extensiones Futuras:

Cualquier acero de refuerzo, placas y otros elementos metálicos expuestos a la intemperie con el propósito de futuras expansiones de la construcción deberán ser protegidos contra la corrosión y agentes externos.

Cimbra

Cada estructura de soporte se construirá de tal manera que pueda resistir todas las fuerzas que pueda experimentar durante la construcción, incluyendo las provocadas por la colocación, compactación y vibración del concreto. Debe ser lo suficientemente sólida como para prevenir cualquier movimiento o deformación excesiva y completamente sellada para evitar que el mortero se filtre. Su forma incluirá las contracurvaturas especificadas en el diseño.

Justo antes de verter el concreto, los moldes deben ser minuciosamente limpiados. Si es necesario, se deben dejar aberturas en la cimbra para facilitar su limpieza. En el caso de cimbras de madera u otro material absorbente, se debe asegurar que estén húmedas durante al menos dos horas antes de verter el concreto. Se aconseja cubrir los moldes con un agente lubricante para protegerlos y facilitar el proceso de desencofrado.

Para las cimbras destinadas a elementos de concreto presforzado, se debe diseñar y construir de manera que permita el movimiento del elemento sin causar daño durante la transferencia de la fuerza de presfuerzo.

Desencofrado:

Todos los elementos estructurales deben mantenerse en la cimbra durante el tiempo necesario para que el concreto adquiriera la resistencia suficiente para soportar su propio peso y cualquier otra carga aplicada durante la construcción, además de prevenir que las deflexiones superen los valores establecidos en el Título Sexto del Reglamento. En el caso de elementos de concreto presforzado, deben permanecer en la cimbra hasta que la fuerza de presfuerzo se haya aplicado y sea suficiente para soportar, al menos, el peso propio del elemento y cualquier carga adicional que se aplique inmediatamente después del desencofrado.

II. LINEAMIENTOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

La responsabilidad de proponer e implementar acciones para la formación de los Prestadores de Servicios recae en la Subdirección General de Análisis de Vivienda Prospectiva y Sustentabilidad, designada por la Dirección correspondiente. Para llevar a cabo esta labor, el área responsable colaborará, según sea necesario, con diversas unidades administrativas de la CONAVI, de acuerdo con las circunstancias y requisitos.

La formación se llevará a cabo en respuesta a convocatorias específicas enviadas por el área correspondiente, utilizando el correo electrónico proporcionado por el Prestador de Servicios en la Plataforma de registro. Estas convocatorias incluirán las especificaciones necesarias para la participación.

La CONAVI convocará a los Prestadores de Servicio inscritos en el Padrón, según sus necesidades operativas y recursos disponibles, para recibir la formación requerida según su perfil de registro. Esto se aplica a todos los Prestadores de Servicios con asignaciones vigentes, quienes deben cumplir con la capacitación según lo establecido en el presente documento normativo, o en su defecto, cuando las necesidades operativas lo requieran.

La Subdirección General de Operación y Seguimiento será responsable de supervisar la verificación de la aplicación de los subsidios y coordinar la mecánica de operación para verificar las obras. Estas verificaciones se llevarán a cabo en todo el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, en comunidades urbanas y rurales, siguiendo los criterios técnicos mínimos definidos por la CONAVI.

En este contexto, las verificaciones en campo se realizarán con el propósito de salvaguardar los intereses de la Comisión, asegurando que el proyecto de intervención y la ejecución de la obra cumplan con la normativa aplicable. Además, se verificará que los atributos de la vivienda durante la obra sean consistentes con el proyecto de intervención proporcionado por la Asistencia Técnica u Organismo Ejecutor de Obra, validado previamente por la CONAVI a través de la plataforma o medio designado.

La principal función de la entidad encargada de la verificación de obras es revisar el cumplimiento de los estándares de calidad, supervisar el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas en la obra, así como monitorear el avance físico y financiero de las diferentes partidas relacionadas con la intervención, utilizando inspecciones visuales. La verificación siempre se enfocará en la prevención, y en caso de detectarse incumplimientos en cualquiera de los criterios, se reportarán de manera oportuna, prioritaria e inmediata a la Comisión para que esta tome las medidas adecuadas.

II.1 Lineamientos Generales

Cobertura

El programa se ejecutará en los municipios que han experimentado daños por sismos, con el objetivo de beneficiar a sus poblaciones. Estos municipios se encuentran en los estados de México, Ciudad de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Chiapas. Las acciones y proyectos específicos serán determinados por cada entidad responsable, siguiendo los criterios establecidos en las reglas actuales.

Población Potencial

La población potencial incluye a los municipios que han sufrido daños por los sismos y busca atender a los residentes y comunidades afectados en los estados de México, Ciudad de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Chiapas.

Población Objetivo

La población objetivo está constituida por los municipios afectados por los sismos. Se busca abordar la reconstrucción de viviendas e infraestructuras de salud, educación y bienes culturales en beneficio de aquellos residentes y comunidades que no hayan sido completamente atendidos o carezcan de recursos asignados. Esto incluye a aquellos que no estén contemplados en las declaratorias de desastre natural, siempre y cuando cumplan con los requisitos de elegibilidad establecidos en las reglas actuales.

Requisitos

Los apoyos del programa se asignarán de acuerdo con los requisitos establecidos por los sectores y sus respectivos anexos. Esto se hará teniendo en cuenta la disponibilidad programática y presupuestaria por sector, modalidad de apoyo y entidad federativa.

Criterios y Procedimientos de Elegibilidad

Las acciones y proyectos del programa están dirigidos a los municipios afectados por los sismos, con el objetivo de beneficiar a la población y comunidades que aún no han recibido atención o la han recibido de manera parcial. Los criterios de prioridad seguirán siendo los siguientes: atender a quienes viven en zonas con altos niveles de marginación, con población mayoritariamente indígena o con altos índices de violencia. También se considerarán las localidades con mayores daños materiales, la proporcionalidad de los daños en función del número de inmuebles en la localidad y el grado de afectación en la infraestructura y viviendas.

La aplicación de los criterios de elegibilidad corresponderá a cada entidad responsable, de acuerdo con lo establecido en los procesos de operación y los anexos de las reglas mencionadas, determinando la población beneficiada por el programa en su ámbito de responsabilidad respectivo.

Aspectos fundamentales de los respaldos destinados a las iniciativas y planes del Programa

Las acciones y proyectos se dividen en sectores: vivienda, educación, salud y cultura. La ejecución de estas acciones y proyectos seguirá un enfoque de derechos humanos, con énfasis en la gestión integral de riesgos. Esto no solo se limitará a la reparación o reconstrucción de inmuebles, sino que también buscará desarrollar una cultura de prevención del riesgo, mitigación y recuperación en las comunidades, con el fin de reducir la vulnerabilidad de las personas y las comunidades.

Todos los recursos destinados a los apoyos para las acciones y proyectos del programa se consideran subsidios, por lo que no se realizarán cargos de recuperación. Además, todos los trámites o gestiones necesarios para acceder a estos apoyos serán gratuitos.

Para garantizar una mayor transparencia en la aplicación de los recursos y agilizar los procesos de ejecución de las acciones y proyectos, se otorgarán preferentemente de manera directa a la población beneficiaria, de acuerdo con las condiciones específicas establecidas por cada sector.

Según los criterios generales de elegibilidad, se dará preferencia a las mujeres en la titularidad de los mismos. Del mismo modo, se buscará la paridad de género en la conformación de instancias de participación ciudadana relacionadas con la administración, supervisión, seguimiento o toma de decisiones en la asignación y aplicación de los apoyos.

Las entidades responsables, mediante las medidas contempladas para la operación del programa, garantizarán que las acciones y proyectos que lleven a cabo no entren en conflicto, perjudiquen o dupliquen otros programas o acciones del Gobierno Federal, los gobiernos locales u otras entidades públicas o privadas que realicen acciones con fines similares a los de este programa.

Derechos, Deberes y Factores de Suspensión o Cancelación de los Apoyos

En todos los procedimientos para la asignación de apoyos, las personas beneficiarias tendrán los siguientes derechos y obligaciones en general:

Derechos de los beneficiarios:

- a) Recibir un trato justo, respetuoso, equitativo y sin discriminación.
- b) Obtener orientación sobre los procedimientos necesarios para acceder al subsidio del programa.
- c) Solicitar y recibir asesoramiento e información sobre el proceso y el estado de su solicitud de subsidio.
- d) Recibir el subsidio siempre que cumplan con los requisitos establecidos en las reglas actuales y de acuerdo con las modalidades y procedimientos de distribución especificados en ellas.
- e) Tener un papel activo en los grupos de supervisión ciudadana.
- f) Ejercer su derecho sobre el tratamiento de sus datos personales.
- g) Presentar quejas y denuncias de acuerdo con los términos establecidos en las reglas actuales.
- h) Garantía de un proceso justo y ejercer los medios de defensa contra las acciones y decisiones emitidas por alguna autoridad que participe en el programa.

Obligaciones de los beneficiarios:

- a) Cumplir con lo establecido en las reglas actuales.

- b) Proporcionar información verídica y bajo juramento en relación con los datos personales e información requerida.
- c) Utilizar el subsidio para los fines para los que fue otorgado.
- d) Permitir las acciones de supervisión y seguimiento requeridas por las Entidades Responsables.
- e) Facilitar la verificación por parte de la Entidad Coordinadora.
- f) Reembolsar los recursos del subsidio en los casos en que sea necesario.

Los derechos y obligaciones de los beneficiarios se ajustarán a la normativa aplicable, según corresponda a personas físicas o jurídicas.

Motivos de suspensión o cancelación de los apoyos:

En términos generales, el incumplimiento de las obligaciones, condiciones y requisitos establecidos en las reglas actuales por parte de los beneficiarios podrán dar lugar a la suspensión o cancelación de los apoyos, de acuerdo con lo dispuesto por los sectores correspondientes en los procesos operativos.

Cuando las Entidades Responsables detecten causas de incumplimiento que justifiquen la cancelación de los apoyos, deberán tomar las medidas administrativas o legales pertinentes, de conformidad con la normativa aplicable.

Proceso:

El proceso del Sector Vivienda se divide en las siguientes etapas:

- a) Integración de la Demanda: Esto implica realizar visitas técnicas para verificar la información de los censos, el cumplimiento de los criterios de elegibilidad y la recopilación de la documentación requerida. Con base en esto, se asignan asistentes técnicos según el tipo de acciones identificadas.
- b) Aprobación del subsidio y asistentes técnicos por parte del Comité de Financiamiento de la CONAVI
- c) Ejecución de acciones: Esto incluye la apertura de cuentas bancarias para los beneficiarios aprobados y la firma de convenios de adhesión con la CONAVI. También se firma un contrato privado entre el beneficiario y los proveedores de servicios. Se

procede con la primera entrega de recursos y, conforme avanza la ejecución física y financiera, se realizan entregas posteriores.

- d) Cierre de acciones: Se documenta mediante un acta de término y un certificado de recepción del subsidio, además de la compilación del registro de beneficiarios.
- e) Seguimiento del Programa: Se lleva a cabo mediante la presentación de informes a varias instancias de evaluación y fiscalización.

Planificación, Control y Supervisión

El programa, en todas sus áreas, iniciará la planificación de la utilización del presupuesto asignado siguiendo las directrices establecidas. Se implementarán mecanismos de seguimiento, control y verificación en todos los procesos, de acuerdo con lo previsto en los procedimientos operativos.

Una vez que cada Entidad Responsable haya definido las acciones y proyectos que llevará a cabo durante el ejercicio 2020, deberá presentarlos a la Comisión Intersecretarial de Reconstrucción para su conocimiento y registrarlos en el Sistema de Información para la Reconstrucción (SIR) siguiendo los procedimientos que defina la Comisión.

Informe de Avance Físico-Financiero

Los informes sobre el progreso físico y financiero deben ser presentados por las Entidades Responsables a través del mecanismo designado por su área de control presupuestal y otras normativas aplicables, siguiendo lo dispuesto en la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH). Estos informes también deben ser incluidos en el SIR y presentados en los informes que se determinen para este propósito, de acuerdo con las directrices de la Comisión Intersecretarial de Reconstrucción (CIR).

Matriz de Indicadores para Resultados (MIR)

La coordinación, en colaboración con las Entidades Responsables, definirá los indicadores del programa en el marco del Sistema de Evaluación del Desempeño y basándose en la metodología y normativas vigentes Establecidas por los organismos gubernamentales de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de la Función Pública y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

Los avances en relación con las metas establecidas en la MIR del programa se reportarán en el Portal Aplicativo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (PASH) de acuerdo con las disposiciones de estas reglas y las directrices de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de la Función Pública (SFP) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Verificación

Cada Entidad Responsable supervisará la ejecución de los proyectos y acciones, asegurando la correcta utilización de los recursos públicos asignados y el cumplimiento de las normas establecidas.

Las Entidades Ejecutoras deben facilitar todas las facilidades necesarias al personal de las Entidades Responsables, a los órganos competentes y a la contraloría social para llevar a cabo la fiscalización y verificación de los proyectos y acciones respaldados por el programa.

Además, con el fin de garantizar una ejecución adecuada del programa, la coordinación y las Entidades Responsables implementarán mecanismos de verificación tanto física como operativa de los avances en el uso de los recursos del programa y de los proyectos y acciones programados.

Cierre del Ejercicio

Los recursos federales del programa son subsidios y se regirán según lo establecido en el Artículo 175 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. Para cumplir con esto, las Entidades Responsables se someterán a las siguientes acciones:

- a) Recursos no utilizados: Las Entidades Responsables deben devolver a la Tesorería de la Federación (TESOFE) los recursos que no se hayan destinado a los fines autorizados y aquellos que, por cualquier motivo, no se hayan utilizado hasta el 31 de diciembre.
- b) Cierre del ejercicio: Las Entidades Responsables deben generar un informe de cierre del ejercicio, el cual debe ser remitido a la Entidad Coordinadora en un plazo no mayor de treinta días hábiles después de la publicación de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

II.2 Proceso de Operación del Sector Vivienda

Para determinar la asignación de apoyos en el ámbito de la vivienda, los solicitantes deben cumplir los siguientes requisitos de documentación, en función de la modalidad de apoyo correspondiente:

Tabla 8. Documentación solicitada por CONAVI.

Documentos

1	CURP
2	Identificación Oficial Vigente
3	Acta de nacimiento
4	Comprobante de domicilio.
5	Escritura Pública o Comprobante de posesión o titularidad del loteo terreno, en ubicaciones fuera de zonas de riesgo y con uso de suelo habitacional o mixto.
6	Solicitud del Subsidio Federal
7	Cédula de Identificación Socioeconómica (CIS)
8	Opinión técnica derivada de la inspección física que realice el asesor técnico, previamente registrado ante la CONAVI, que dé cuenta del daño parcial o total de la vivienda.
9	Firma de la carta compromiso para la integración al PROGRAMAd e atención de afectados.

Nota: La lista de los documentos antes mencionada se puede encontrar en la página para solicitar el apoyo de CONAVI. 2023. (<https://www.gob.mx/conavi#12393>)

La "Solicitud de Subsidio", junto con la evidencia de los daños y los documentos requeridos, debe presentarse individualmente en la Oficialía de Partes de la CONAVI.

Proceso de Evaluación de Elegibilidad

Este programa se enfoca en la reconstrucción de viviendas para las personas y comunidades en los municipios afectados por los sismos que no han recibido atención adecuada o no han sido atendidos en absoluto. No es necesario estar registrado en ningún registro de personas afectadas por alguna autoridad federal, estatal o municipal para ser beneficiario de este programa.

La CONAVI puede recibir solicitudes de apoyo para la reconstrucción de viviendas que no han sido atendidas, que han sido atendidas parcialmente, o que han sido identificadas durante las inspecciones realizadas por los equipos de trabajo y que cumplen con los criterios de priorización establecidos.

Características de los Apoyos

Estos apoyos se entregan directamente a los beneficiarios y no están vinculados a créditos ni a subsidios de otras entidades. Se destinan a cubrir las necesidades de reconstrucción de viviendas de acuerdo con los criterios de prioridad establecidos en estas reglas.

Para llevar a cabo el Programa, se consideran las siguientes modalidades y líneas de apoyo:

🏠 Reconstrucción de Vivienda

Se trata de los apoyos destinados a la recuperación de viviendas que han sufrido daños, ya sea parciales o totales, en áreas urbanas y rurales de los municipios afectados por los terremotos. Se dividen en las siguientes categorías:

a) Reconstrucción Total de Vivienda

Este apoyo se proporciona cuando una vivienda ha sufrido daños estructurales graves debido a los terremotos y debe ser demolida y reemplazada por una nueva, en la misma ubicación y con las condiciones de habitabilidad definidas por la CONAVI. La demolición puede llevarse a cabo por profesionales acreditados ante la CONAVI, autoridades locales o incluso por los propios beneficiarios del programa con recursos propios o voluntarios. La reconstrucción se realiza a través de procesos de producción social con asistencia técnica o mediante la contratación de un Organismo Ejecutor de Obra (OEO) previamente aprobado por la CONAVI.

b) Reconstrucción Parcial de Vivienda

Este apoyo se concede cuando una vivienda ha sufrido daños causados por los terremotos que, según la opinión de un especialista técnico, pueden ser reparados sin comprometer la estabilidad estructural del edificio. Se pueden abordar aspectos como techos, instalaciones, acabados, obras exteriores y cualquier elemento que mejore la habitabilidad de la vivienda. También puede aplicarse para complementar obras de reconstrucción iniciadas por los beneficiarios que no pudieron ser completadas debido a la falta de recursos. Los trabajos de reparación se realizan a través de procesos de producción social con asistencia técnica o mediante la contratación de un OEO previamente aprobado por la CONAVI.

- a. **Reforzamiento Estructural de la Vivienda:** La CONAVI puede ofrecer apoyo adicional con el objetivo de mejorar la vivienda existente, centrándose en la

rehabilitación de sus elementos estructurales, como losas, columnas, vigas y cimentación, entre otros.

- b. **Rehabilitación de Viviendas con Valor Patrimonial:** Esta categoría se aplica a viviendas afectadas por los terremotos que poseen valor arquitectónico o histórico y que están ubicadas en áreas designadas como patrimoniales por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), o que están incluidas en el catálogo de monumentos históricos del INAH o del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (INBAL). También se consideran aquellas viviendas que, según los cronistas locales oficiales, tienen importancia cultural o histórica para el municipio o la entidad federativa. Estas viviendas pueden ser rehabilitadas de acuerdo con las especificaciones establecidas por las instituciones normativas correspondientes, y se establece un Convenio de Coordinación con la Secretaría de Cultura para atenderlas.
- c. **Espacio Auxiliar Comunitario:** Con el propósito de apoyar actividades culturales o productivas en las comunidades y como parte integral de la construcción de viviendas en desarrollos habitacionales conjuntos, la CONAVI puede proporcionar apoyo comunitario adicional.
- d. **Sustentabilidad:** La CONAVI puede ofrecer apoyo suplementario para la adquisición e instalación de tecnologías ecológicas en viviendas donde exista una carencia de servicios, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y reducir las emisiones de dióxido de carbono, el consumo de energía y la gestión adecuada del agua. También se promueve la protección y el cuidado del medio ambiente.
- e. **Accesibilidad:** La CONAVI puede proporcionar apoyo adicional para la adaptación de espacios habitables con el fin de mejorar la movilidad y la seguridad de las personas con discapacidades. Esta categoría se aplica únicamente en la reconstrucción de viviendas según las necesidades de la familia desde el diseño.

Para llevar a cabo el Programa, se consideran las siguientes modalidades y líneas de apoyo:

Reubicación de Vivienda

Los apoyos otorgados para reubicar viviendas que, según la evaluación de un especialista técnico, han sufrido daños y se encuentran en asentamientos en situación de riesgo, y cuya

mitigación no es viable, lo que hace necesaria su reubicación, comprenden las siguientes líneas de apoyo:

- a) **Adquisición de Suelo:** La CONAVI podrá proporcionar un apoyo adicional para adquirir terrenos destinados a la reubicación de viviendas en zonas urbanas o rurales con alto riesgo. Estos terrenos deben cumplir con los estándares de seguridad requeridos para la construcción de nuevas viviendas o conjuntos habitacionales, según las directrices establecidas por la CONAVI. Los terrenos deben estar regularizados, libres de gravámenes y contar con servicios básicos como agua potable, alcantarillado y electricidad, además de estar accesibles a centros de empleo y servicios urbanos.
- b) **Vivienda Nueva:** La CONAVI puede proporcionar apoyo financiero para la construcción de nuevas viviendas en terrenos con propiedad legal o posesión comprobada, a través de procesos de producción social con asistencia técnica o mediante la contratación de Organismos Ejecutores de Obra (OEO) acreditados previamente ante la CONAVI.
- c) **Adquisición de Vivienda Nueva para Reubicación:** La CONAVI puede otorgar apoyo para la adquisición de viviendas nuevas que nunca han sido ocupadas y que cumplen con los requisitos de densidad, tamaño, seguridad estructural, instalaciones, servicios y áreas comunes de acuerdo a las regulaciones locales, y que se encuentran fuera de zonas de riesgo.
- d) **Adquisición de Vivienda Usada para Reubicación:** La CONAVI puede otorgar apoyo para la adquisición de viviendas usadas que cumplan con los mismos requisitos mencionados anteriormente, y que se encuentren fuera de zonas de riesgo.
- e) **Edificación de Conjuntos Habitacionales:** La CONAVI puede proporcionar apoyo para la construcción de viviendas nuevas a través de la contratación de OEO previamente registrados, que empleen métodos industrializados o procesos de autoadministración con la participación directa de los beneficiarios y su equipo técnico validado por la CONAVI.
- f) **Espacio Auxiliar Comunitario:** La CONAVI puede otorgar apoyo adicional para la creación de espacios auxiliares comunitarios con el fin de fomentar actividades culturales o productivas en las comunidades, como parte integral de los proyectos de construcción de conjuntos habitacionales.

- g) **Sustentabilidad:** La CONAVI puede proporcionar apoyo adicional para la compra e instalación de ecotecnologías que mejoren las condiciones de las viviendas, reduzcan las emisiones de bióxido de carbono, ahorren energía y promuevan el uso adecuado del agua, así como la protección del medio ambiente.

Participantes:

- a) **Comité de Financiamiento:** Autoriza los apoyos basándose en evaluaciones técnicas, financieras, legales y sociales, de acuerdo a las modalidades y líneas de apoyo establecidas en las reglas.
- b) **Comité de Evaluación Técnica:** Integra, evalúa y aprueba el padrón de Asistentes Técnicos y Organismos Ejecutores de Obra.
- c) **Organismos Ejecutores de Obra (OEO):** Responsables de brindar asistencia técnica en el diseño y construcción.
- d) **Asistente Técnico:** Brinda asistencia técnica en todo el proceso de intervención de la vivienda.
- e) **Supervisor de Obra:** Realiza el seguimiento y supervisión de la ejecución de los trabajos.
- f) **Verificador de Edificación de Vivienda:** Verifica que las reconstrucciones cumplan con las especificaciones y calidad requeridas.
- g) **Laboratorio de Control de Calidad de Materiales:** Verifica la calidad de los materiales utilizados en la construcción.

Otros Participantes:

- a) **Asociaciones Civiles:** Entidades sin fines de lucro que pueden apoyar la reconstrucción mediante asesoría técnica y donaciones.
- b) **Fundaciones:** Organizaciones sin fines de lucro que pueden apoyar la reconstrucción a través de asesoría técnica y donaciones.

Terminación de la Acción de Vivienda

Se concluye la acción de vivienda mediante la firma del Acta de Término y el Certificado de Recepción del Subsidio.

Acta de Entrega Recepción:

Si las obras son realizadas por Entidades Ejecutoras, presentarán la solicitud de subsidio y el Certificado de Recepción del Subsidio para su validación por parte de la CONAVI.

Registro de Beneficiarios:

La CONAVI debe contar con un expediente que incluye el padrón de beneficiarios en materia de vivienda y la documentación de gastos ejercidos, disponible para fines de fiscalización.

Cierre:

La CONAVI reintegrará los recursos no utilizados al Tesoro de la Federación y elaborará un cierre anual que compare los resultados con las metas programadas.

III. DIAGNÓSTICOS DE DAÑOS SUFRIDOS EN LAS VIVIENDAS

Cuando no existe información inicial, como planos de proyecto, modificaciones posteriores u otros registros, se procede a realizar un levantamiento topográfico y un análisis dimensional y de materiales de la estructura.

Tras llevar a cabo un análisis y estudio minucioso, se determina el grado de seguridad de la estructura, independientemente de si se trata de una construcción de hormigón, metal, una combinación de materiales, madera, vidrio, poliéster, adobe, u otros. Este proceso permite definir las condiciones de seguridad y durabilidad de la estructura.

III.1 Estudio de Lesiones:

Con el objetivo de comprender las características y el estado de los materiales que conforman la estructura, se realizan estudios que involucran una inspección visual de la misma, así como ensayos in situ, tanto destructivos como no destructivos. De esta manera, se puede obtener información sobre la naturaleza y las propiedades de los materiales y determinar si se requiere refuerzo, cambio o reparación en la estructura.

En una primera etapa, se analiza el estado de degradación de la estructura y, posteriormente, se verifica si se cumplen los límites de seguridad, calculando los coeficientes correspondientes.

El propósito de este estudio es identificar las patologías presentes en las viviendas y evaluar las posibles soluciones a los problemas detectados. Para llevar a cabo el proyecto de rehabilitación y reforma del inmueble, se recopila una serie de datos e información que incluyen:

- a) Una visita al inmueble para realizar inspecciones visuales y tomar fotografías.
- b) La participación de los interesados en el diseño del proyecto.

III.2 Visita y Recopilación de Datos en el Lugar:

Se procede a localizar todas las viviendas utilizando herramientas como Google Earth, Street View y Google Maps. A continuación, se recopila la dirección de cada edificación. Cada estructura identificada en las bases de datos mencionadas se vincula con registros de direcciones existentes en la CONAVI, lo que permite su ubicación precisa. Esta precisión en la ubicación

es fundamental para la creación de mapas fiables y realistas, y para relacionar los daños con estimaciones georreferenciadas de la intensidad medida en términos de aceleraciones espectrales.

Luego, se lleva a cabo una reunión con los beneficiarios para proporcionarles instrucciones sobre las visitas a los inmuebles. Estas visitas se realizan con el objetivo de buscar evidencias exhaustivas de los daños causados por el sismo. En casos donde la información no es precisa o presenta inconsistencias, se realiza una discriminación para obtener el conjunto más completo posible de casos respaldados con registros fotográficos, además de recopilar datos adicionales.



Fig. 6. Junta con beneficiarios. Elaboración propia.



Fig. 7. Registro al programa de los interesados. Elaboración propia.

Posteriormente, haciendo uso de bases de datos como Google y la plataforma CONAVI, se logró agregar viviendas que previamente no habían sido registradas en la base de datos existente.

III.3 Análisis de Daños

Se procedió a observar los daños que presentaban algunas viviendas de los beneficiarios seleccionados después del sismo de 2017.

Fractura de Muro

Entre todas las lesiones mecánicas en las edificaciones, las grietas en los muros son las más reconocibles y preocupantes debido a su apariencia. Estas grietas son, en realidad, respuestas de los edificios para adaptarse a cambios que ocurren dentro o fuera de ellos. Es esencial tener en

cuenta que cualquier grieta es resultado de una deformación previa en el elemento estructural, y cuando este agota su capacidad de elasticidad, se produce la ruptura.

Las causas que pueden provocar estas deformaciones pueden clasificarse en dos tipos:

- a) **Cargas:** Estas cargas pueden ser internas (como el peso propio del edificio) o externas (cargas de uso, viento, nieve, sismo, geológicas, es decir, cualquier fuerza que actúe sobre el elemento, de manera directa o indirecta).
- b) **Variaciones Higrotérmicas:** Pueden dar lugar a dilataciones y/o contracciones en los materiales de construcción.

Estas acciones pueden ser muy diversas y se manifiestan en esfuerzos que incluyen tracción, corte o cizallamiento.

Por lo general, el factor más relevante al analizar una grieta en muros y paredes es su geometría, ya que permite determinar la naturaleza de la deformación que originó la grieta y la acción que la causó.

Las grietas en muros y paredes se agrupan en cuatro categorías principales según sus causas:

a. Asientos Diferenciales

Ocurren cuando el soporte bajo el muro experimenta deformaciones de manera desigual. Este soporte puede ser el terreno, una viga, una losa o una combinación de varios elementos.

Existen diversos tipos de terreno problemáticos, como los rellenos artificiales, las arcillas expansivas o los suelos karstificados. Construir sobre estos terrenos sin considerar sus propiedades ni anticipar sus movimientos bajo carga puede ser una causa indirecta de la formación de grietas e incluso del colapso de un edificio o parte de él.

Además, un dimensionado insuficiente de la cimentación puede provocar asentamientos desiguales del edificio, ya que el terreno no podrá sostener las cargas transmitidas y se hundirá de manera desigual.

El tipo de grieta que se produce dependerá de la naturaleza del asentamiento.



Fig. 8. Asiento diferencial, ejemplo 1. Elaboración Propia.



Fig. 9. Asiento diferencial, ejemplo 2. Elaboración Propia.

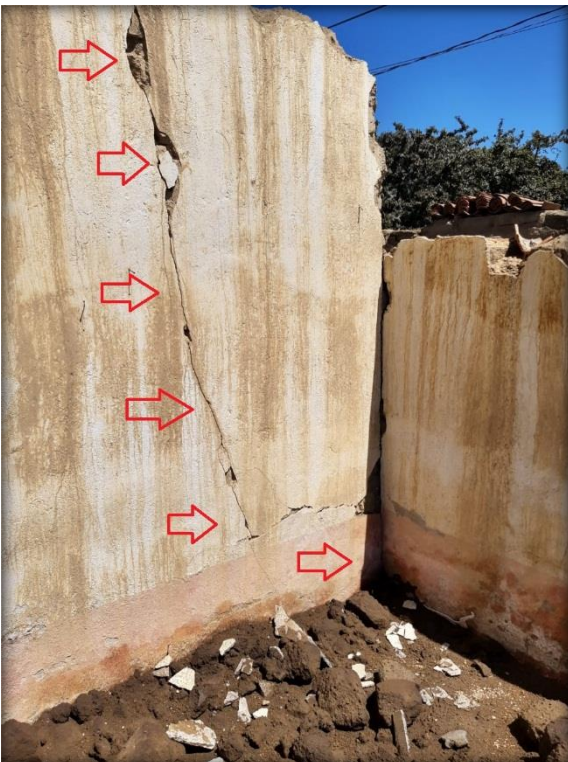


Fig. 11. Asiento diferencial, ejemplo 3. Elaboración Propia.



Fig. 10. Asiento diferencial, ejemplo 4. Elaboración Propia.



Fig. 12. Asiento diferencial, ejemplo 5. Elaboración Propia.

b. Cargas Verticales

Estas grietas se originan cuando las cargas verticales superan la capacidad de resistencia del muro, ya sea debido a errores en el dimensionado, en la ejecución o a la aparición de cargas no anticipadas.

En el caso de cargas puntuales, se manifiestan con grietas cortas en sentido vertical. Las fuerzas verticales ejercen compresión sobre la masa del muro en dirección vertical, lo que a su vez genera tensiones horizontales que resultan en el "desgarro" de la pared. Estas grietas suelen aparecer directamente debajo de las cargas verticales.

Cuando se trata de cargas distribuidas de manera continua, pueden presentarse dos tipos de grietas:

1. Si el muro es de baja esbeltez (como tabiques o fachadas no portantes), tiende a deformarse horizontalmente y las grietas se forman a media altura, donde la deformación es más pronunciada.
2. En contraste, si el muro es muy grueso (como en los muros de carga), antes de que se produzca una deformación horizontal significativa, aparecerán nuevamente grietas verticales. Estas se originan debido a las tensiones horizontales provocadas por la compresión del muro.



Fig. 13. Carga vertical, ejemplo 1. Elaboración Propia.



Fig. 14. Carga vertical, ejemplo 2. Elaboración Propia.



Fig. 15. Carga vertical, ejemplo 3. Elaboración Propia.



Fig. 16. Carga vertical, ejemplo 4. Elaboración Propia.

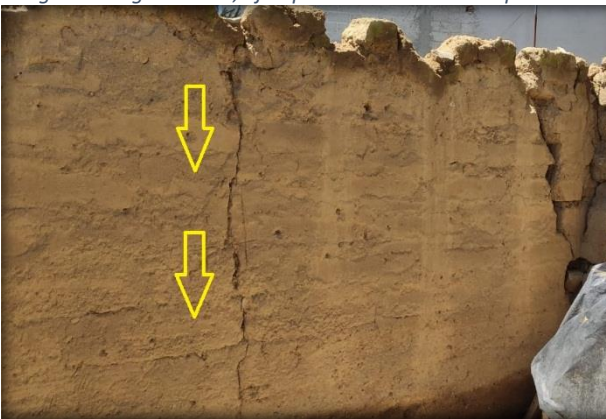


Fig. 17. Carga vertical, ejemplo 5. Elaboración Propia.



Fig. 18. Carga vertical, ejemplo 6. Elaboración Propia.



Fig. 19. Carga vertical, ejemplo 7. Elaboración Propia.

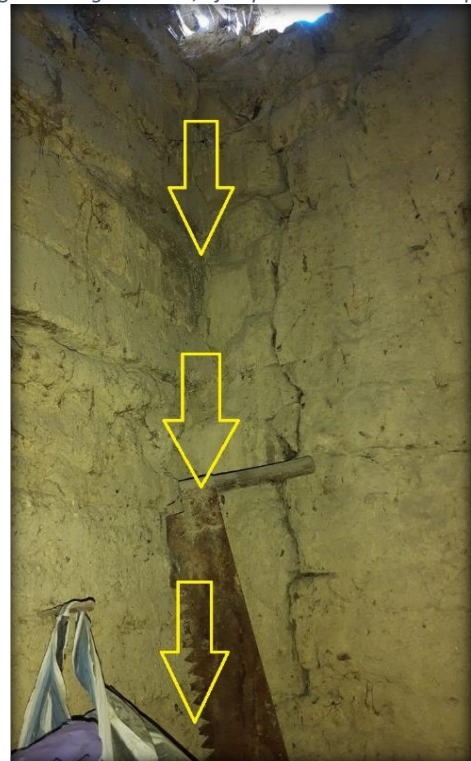


Fig. 20. Carga vertical, ejemplo 8. Elaboración Propia.

c. Cargas Horizontales

De manera similar a la tipología anterior, las grietas se generan cuando las cargas, en este caso, horizontales, superan la capacidad de resistencia del muro, ya sea debido a errores en el dimensionado, en la ejecución o a la aparición de cargas no anticipadas. Dependiendo del tipo de carga, se observarán diferentes tipos de grietas:

Cargas Perpendiculares al Muro

En el caso de cargas puntuales, que suelen ubicarse en las esquinas debido a la influencia de otro muro, un forjado o una viga, se suelen formar grietas inclinadas y paralelas. Estas grietas se originan debido al arqueamiento del muro y a las tensiones que se generan en su superficie traccionada.

En el caso de cargas continuas, pueden surgir dos tipos de grietas: grietas lineales (horizontales o verticales) directamente debajo de la línea de carga, debido a las fuerzas de corte que actúan en el propio paño del muro (suelen coincidir con las líneas de la construcción), especialmente cuando el muro es esbelto. También pueden aparecer grietas horizontales a media altura, causadas por el arqueamiento y giro del muro, especialmente cuando este tiene un espesor considerable.

Cargas Coincidentes con el Plano del Muro

En el caso de cargas puntuales, se generan grietas horizontales cerca de la carga como resultado del esfuerzo de corte provocado por la reacción de la parte inferior del muro. Estas grietas suelen coincidir con las juntas de la construcción.

Cuando se trata de cargas continuas, pueden manifestarse dos tipos de grietas. Por un lado, series de pequeñas grietas horizontales que coinciden con las juntas de la construcción, causadas por la compresión horizontal que "desgarra" la misma. Por otro lado, pueden aparecer grietas verticales en la zona central del paño del muro, donde está menos reforzado, debido al pandeo y alabeo horizontal del muro y las tensiones en su superficie convexa.



Fig. 21. Carga horizontal, ejemplo 1. Elaboración Propia.



Fig. 22. Carga horizontal, ejemplo 2. Elaboración Propia.



Fig. 23. Carga horizontal, ejemplo 3. Elaboración Propia.



Fig. 24. Carga horizontal, ejemplo 4. Elaboración Propia.



Fig. 25. Carga horizontal, ejemplo 5. Elaboración Propia.

d. Dilataciones y contracciones (acciones internas)

Por último, pero igualmente significativas, se encuentran las grietas causadas por las variaciones en la humedad y la temperatura, que pueden aumentar o reducir el volumen de los muros.

La expansión de un muro suele resultar en rupturas en otros muros que se conectan en un ángulo. Por ejemplo, en las esquinas de una fachada, cuando uno de los paneles se expande y empuja contra el otro, dando lugar a grietas verticales debido a las tensiones cortantes resultantes. Por lo general, estas grietas tienden a ser más amplias en la parte superior del muro.

La contracción de un muro provoca grietas en el mismo muro, ya que, al contraerse, genera tensiones de tracción en sentido horizontal. Estas tensiones también pueden manifestarse en sentido vertical, pero generalmente el propio peso del muro las contrarresta.

Con frecuencia, estas grietas se desarrollan en zonas donde el muro entra en contacto con otros elementos constructivos que restringen los movimientos del muro.

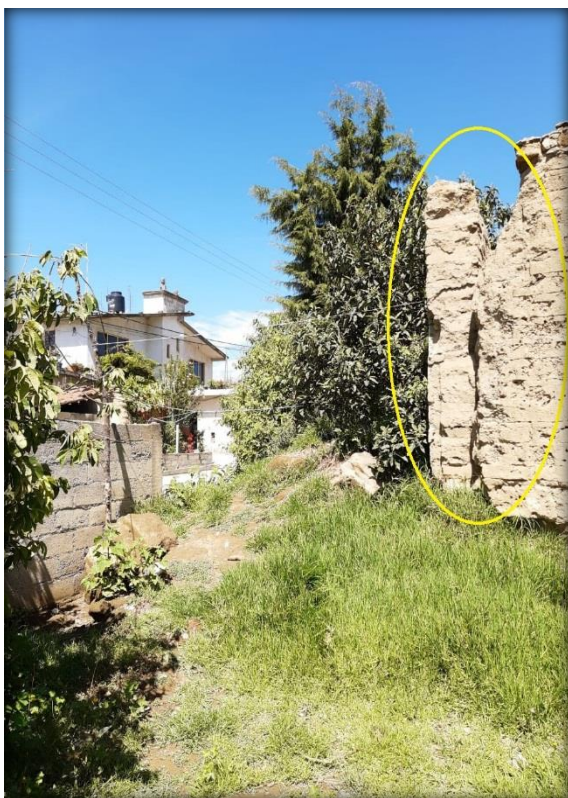


Fig. 26. Dilatación y contracción, ejemplo 1. Elaboración Propia.



Fig. 27. Dilatación y contracción, ejemplo 2. Elaboración Propia.



Fig. 28. Dilatación y contracción, ejemplo 3. Elaboración Propia.



Fig. 29. Dilatación y contracción, ejemplo 4. Elaboración Propia.

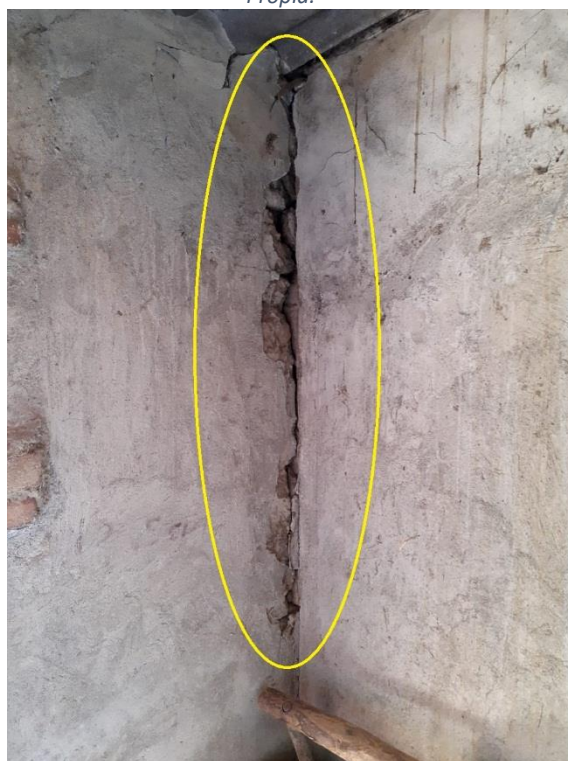


Fig. 30. Dilatación y contracción, ejemplo 5. Elaboración Propia.



Fig. 31. Dilatación y contracción, ejemplo 6. Elaboración Propia.



Fig. 32. Dilatación y contracción, ejemplo 7. Elaboración Propia.



Fig. 33. Dilatación y contracción, ejemplo 8. Elaboración Propia

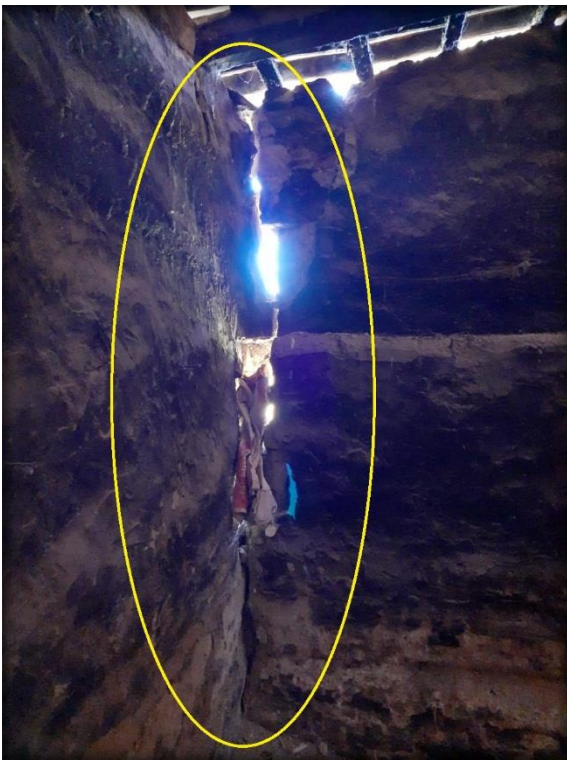


Fig. 34. Dilatación y contracción, ejemplo 9. Elaboración Propia.

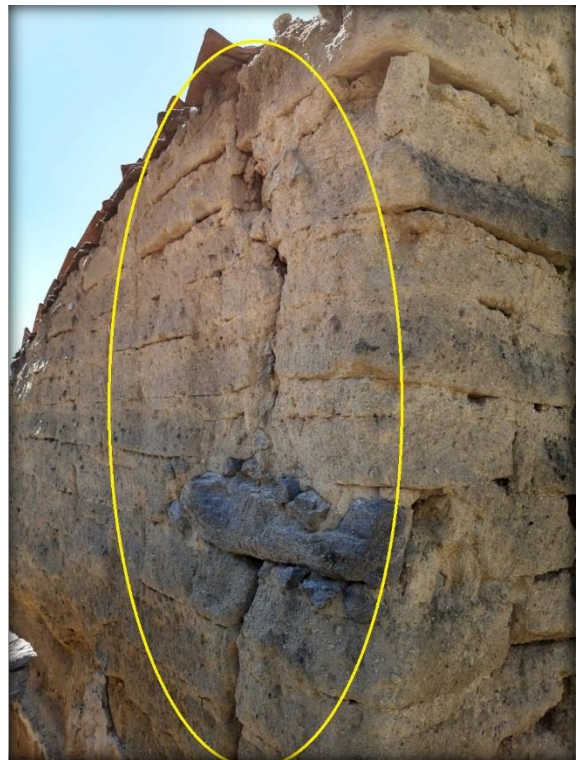


Fig. 35. Dilatación y contracción, ejemplo 10. Elaboración Propia



Fig. 36. Dilatación y contracción, ejemplo 11. Elaboración Propia.



Fig. 37. Dilatación y contracción, ejemplo 12. Elaboración Propia.



Fig. 38. Dilatación y contracción, ejemplo 13. Elaboración Propia.



Fig. 39. Dilatación y contracción, ejemplo 14. Elaboración Propia.

🔍 Vigas y Columnas

Las notables deficiencias en vigas y columnas se originan a raíz de errores en el proceso constructivo. Esto se debe a la variedad de sistemas disponibles para la construcción de estructuras de concreto reforzado y preesforzado, los cuales requieren métodos y cuidados específicos. En otras palabras, se necesita experiencia previa, una atención meticulosa, calificaciones adecuadas de la mano de obra, un riguroso control de calidad y precauciones para asegurar la calidad deseada. No obstante, las fallas más comunes derivadas de aspectos constructivos se producen por las siguientes razones:

- a) Falta de cálculo y diseño adecuado de la cimbra.
- b) Defectos o deformaciones en la cimbra.
- c) Incumplimiento de las tolerancias dimensionales permitidas en los elementos.
- d) Falta de inspección de la formaleta antes del vertido para verificar su integridad y estabilidad.
- e) Colocación incorrecta o aseguramiento insuficiente del acero de refuerzo, lo que permite su desplazamiento durante el vertido del concreto.

Además, es importante tener en cuenta que existe un período durante el cual la estructura se considera en buen estado, siempre y cuando alcance un nivel aceptable de deterioro bajo las condiciones de uso. Sin embargo, en la práctica, la vida útil de la estructura puede acortarse debido a "abusos", como un aumento en las cargas permitidas o eventos accidentales como impactos, explosiones, inundaciones, incendios u otros. También puede reducirse debido a un "cambio de uso", que implica modificaciones en las cargas de servicio y las condiciones de exposición.



Fig. 40. Falla por errores constructivo, ejemplo 1.
Elaboración Propia.



Fig. 41. Falla por errores constructivo, ejemplo 2.
Elaboración Propia.

🔍 *Fractura de Firme de Concreto*

Siguiendo con lo mencionado previamente, es posible categorizar las fisuras de la siguiente manera:

a) Fisuras de Naturaleza Estructural:

Estas fisuras surgen debido a insuficiencias en el diseño estructural o a prácticas inapropiadas durante la ejecución de procesos constructivos. Estas fisuras se originan por las siguientes razones:

1. Errores en el proceso de corte de losas de pavimento o pisos.
2. Cambio en la función prevista para la estructura.
3. Falta de suficiente acero de refuerzo.
4. Corrosión del acero de refuerzo.
5. Aplicación de cargas que exceden los límites establecidos en el diseño estructural, generando tensiones excesivas de tracción y compresión en el hormigón.
6. Consideración incorrecta del módulo elástico del concreto en las fases de diseño estructural.

Desde el inicio del proyecto, es factible prevenir este tipo de fisuras mediante un diseño que incorpore especificaciones adecuadas y que tome en consideración tanto las condiciones de trabajo del concreto desde una perspectiva estructural como su durabilidad.



Fig. 42. Fractura en firme de concreto, ejemplo 1. Elaboración Propia.

b) Fisuras de Naturaleza no Estructural:

Estas fisuras se originan debido a la reducción en el tamaño del concreto, que se produce cuando parte del agua utilizada en su creación se evapora. La contracción del concreto comprende cinco tipos distintos de procesos, los cuales pueden manifestarse en una estructura, aunque no necesariamente al mismo tiempo. Algunos de estos procesos están influenciados por el tiempo, las propiedades del concreto y las características de la estructura misma, como su tipo, dimensiones y método de construcción. Los cinco tipos de contracción son los siguientes: contracción plástica, contracción química, contracción autógena, contracción térmica inicial y contracción de secado.

Para reducir o prevenir este tipo de fisuras durante la construcción, se pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

1. Asegurar una adecuada compactación del concreto una vez que se haya vertido en el elemento.
2. Evitar agregar agua al concreto con el fin de facilitar el proceso de acabado.
3. Mantener los niveles de asentamiento del concreto dentro de los límites recomendados por el fabricante.
4. Implementar prácticas de curado del concreto, que buscan mantener condiciones controladas para garantizar la correcta hidratación del cemento y el endurecimiento adecuado del concreto.
5. Evitar o contrarrestar la rápida evaporación superficial, tomando medidas de protección y curado apropiadas según las condiciones específicas de la obra y el clima.
6. Establecer y cumplir rigurosamente un plan para la instalación de juntas de contracción y construcción.

Es importante señalar que existen diferentes tipos de contracción, algunas de las cuales ocurren inmediatamente después de verter el concreto y se detienen con el endurecimiento, mientras que otras, como la contracción térmica inicial, suelen manifestarse en las primeras semanas de vida del concreto, y otras, como la contracción de secado, se desarrollan a largo plazo y pueden llevar años en completarse. La contracción final total de un elemento estructural es el resultado de la suma de todos estos tipos parciales de contracción que hayan tenido lugar.



Fig. 43. Fractura en firme de concreto, ejemplo 2.
Elaboración Propia.



Fig. 44. Fractura en firme de concreto, ejemplo 3.
Elaboración Propia.

Cubierta

En el estado de Puebla, se utilizan diversos tipos de cubiertas, y la elección de cada una depende de una serie de factores que varían desde las condiciones económicas y sociales de la región hasta la disponibilidad de materiales locales. Entre las cubiertas ligeras más comunes, destacan aquellas hechas de lámina, las cuales pueden adoptar diversas formas y tamaños.

Es importante resaltar un conjunto de variables fundamentales que caracterizan estas cubiertas ligeras. Estas variables incluyen los materiales utilizados, las formas y dimensiones de las cubiertas, las uniones entre sus componentes, los elementos de fijación utilizados y su geometría, así como los procesos tecnológicos empleados en su fabricación y colocación en las viviendas.



Fig. 45. Cubierta ligera de palma. Elaboración Propia.



Fig. 46. Cubierta ligera de lámina. Elaboración Propia.

Los materiales desempeñan un papel esencial en la construcción de una cubierta, ya que proporcionan características fundamentales como resistencia, durabilidad, comodidad, impermeabilidad, capacidad de aislamiento térmico y reducción de peso, entre otros atributos clave.



Fig. 47. Cubierta de Teja. Elaboración Propia.



Fig. 48. Cubierta de Viguetas. Elaboración Propia.



Fig. 49. Colapso de cubierta, ejemplo 1. Elaboración Propia.



Fig. 50. Colapso de cubierta, ejemplo 2. Elaboración Propia.



Fig. 51. Colapso de cubierta, ejemplo 3. Elaboración Propia.



Fig. 52. Colapso de cubierta, ejemplo 4. Elaboración Propia.

🔍 *Fractura en Ventanas*

En estas situaciones, las fisuras son fácilmente distinguibles debido a su dirección: pueden ser verticales, horizontales que descienden o diagonales a un ángulo de 45 grados desde las esquinas de la ventana. La causa subyacente de este fenómeno es el hundimiento del suelo, ya que la estructura se está asentando en el terreno debido a su propio peso mientras soporta cargas adicionales. Esta problemática se puede prevenir mediante la instalación de refuerzos estructurales.



Fig. 53. Fractura en ventana, ejemplo 1. Elaboración propia.



Fig. 54. Fractura en ventana, ejemplo 2. Elaboración propia.



Fig. 55. Fractura en ventana, ejemplo 3. Elaboración propia.



Fig. 56. Fractura en ventana, ejemplo 4. Elaboración propia.

🚫 *Colapso Total de Estructura*

Para que la estructura colapse de manera general, es necesario que se produzca una combinación de factores que incluye el fenómeno de tener columnas de longitud insuficiente o, en algunos casos, la ausencia de estas columnas, el uso excesivo de elementos sobredimensionados, la falta de refuerzos, y la superposición del cerramiento con la estructura. Después de sufrir graves daños en sus componentes debido a movimientos sísmicos, la estructura pierde su capacidad de mantenerse estable y finalmente se derrumba.



Fig. 57. Colapso total de estructura, ejemplo 1. Elaboración Propia.



Fig. 58. Colapso total de estructura, ejemplo 2. Elaboración Propia.



*Fig. 59. Colapso total de estructura, ejemplo 3.
Elaboración Propia.*



*Fig. 60. Colapso total de estructura, ejemplo 4.
Elaboración Propia.*



*Fig. 61. Colapso total de estructura, ejemplo 5.
Elaboración Propia.*



*Fig. 62. Colapso total de estructura, ejemplo 6.
Elaboración Propia.*



*Fig. 63. Colapso total de estructura, ejemplo 7.
Elaboración Propia.*

IV. DISEÑO PARTICIPATIVO

El diseño participativo es un proceso colaborativo en el que la población solicitante o beneficiaria y el equipo técnico exploran soluciones espaciales que se adapten a las necesidades de vivienda de cada familia. Su objetivo principal es contribuir al derecho a una vivienda adecuada a través del desarrollo de un proyecto integral que resulte de decisiones conjuntas tomadas por la familia solicitante y la asistencia técnica.

Este enfoque es esencial en el diseño de proyectos de producción social de viviendas asistidas para garantizar que las personas ejerzan su derecho humano a una vivienda adecuada. Además, sirve como una herramienta para que los beneficiarios participen activamente en la toma de decisiones relacionadas con sus proyectos y los espacios que serán reconstruidos. Se tienen en cuenta aspectos socioculturales, medioambientales y técnicos que son identificados por los beneficiarios, promoviendo así procesos de transformación social.

IV.1 Proceso General

Para aplicar este método, se sigue un proceso que consta de varios pasos:

Realizar taller previo a la primera visita:

Antes de la primera visita, se lleva a cabo uno o varios talleres con las personas solicitantes. En estos talleres, se establecen las "Reglas del Juego", que incluyen información sobre la normativa, los criterios de selección para la aprobación del subsidio y las actividades que se llevarán a cabo en las visitas de la primera etapa. También se introducen temas como seguridad estructural, accesibilidad, sustentabilidad, habitabilidad y adecuación cultural. Estos talleres proporcionan un espacio para que los solicitantes expresen sus opiniones y sentimientos sobre sus viviendas y roles familiares.

Identificar el sitio de atención:

Se toman fotografías del frente de la vivienda y de los daños más significativos. También se registra el croquis de levantamiento del estado actual. Todo esto se realiza en compañía de la familia solicitante.

● **Contenido del croquis de levantamiento:**

El croquis debe incluir información detallada, como la fecha del levantamiento, el nombre completo del solicitante, el folio del mapa (si corresponde), la entidad (estado), municipio, localidad y número de teléfono del solicitante. También se debe indicar el número de habitantes de la vivienda, género y edades, así como cualquier otra persona que viva en la propiedad. El croquis debe mostrar la ubicación, las construcciones existentes (permanentemente o provisionales), la vegetación, las colindancias, las instalaciones, los espacios de uso general y cualquier otro detalle relevante. También se deben incluir pendientes, el corte esquemático del terreno, la orientación solar, los vientos dominantes, las cotas generales y cualquier simbología gráfica necesaria. Se deben agregar anotaciones descriptivas y la firma del solicitante, así como la del equipo de asistencia técnica.

En resumen, el diseño participativo es un proceso que busca involucrar a las personas solicitantes en la planificación de sus viviendas, asegurando que se cumplan sus necesidades y preferencias. El proceso implica talleres previos, la identificación del sitio y la creación de un croquis detallado que refleje todas las condiciones físicas y necesidades de la vivienda y su entorno.

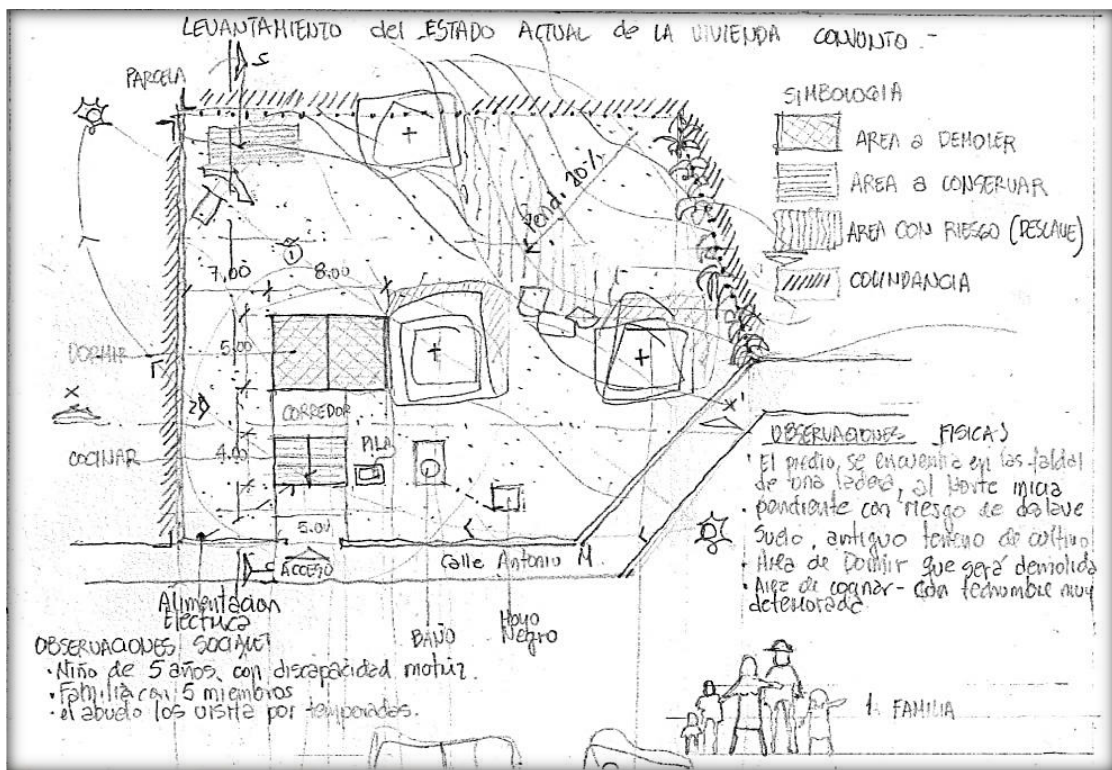


Fig. 64. Croquis del levantamiento. Elaboración Propia.

Es fundamental reconocer las necesidades de la familia a través de dinámicas colaborativas. Durante estas dinámicas, la familia solicitante tiene la oportunidad de expresar sus necesidades, expectativas y sueños. Es esencial fomentar la participación de todos los miembros de la familia en la toma de decisiones y explicar de manera clara y comprensible las necesidades técnicas observadas, teniendo en consideración los aspectos relacionados con la economía, la sociedad, el medio ambiente y la cultura.

Dinámicas Utilizadas:

El objetivo es que la familia solicitante y los asistentes técnicos diseñen conjuntamente una vivienda que satisfaga las necesidades de los usuarios y cumpla con los requisitos de una vivienda adecuada. Existen diversas dinámicas grupales que facilitan la comunicación. A continuación, se mencionan algunos ejemplos:

- a) Lluvia de Ideas: A través de juegos y material de apoyo como cartulinas y marcadores, se les pregunta a todos los miembros de la familia sobre lo que les gusta, no les gusta y los problemas que tienen en su casa actual. También se les invita a describir cómo sería su vivienda ideal.
- b) Dibujo de la Vivienda Soñada: Se proporciona a los solicitantes una hoja cuadrículada donde pueden dibujar o describir su vivienda ideal y su relación con el entorno.
- c) Talleres con Juegos y Maquetas: Se utilizan módulos y mobiliarios a escala hechos de diferentes materiales para que el solicitante y su familia diseñen su vivienda ideal a través de juegos y actividades.
- d) Dramatización: Se simulan y representan las actividades que se realizan en cada espacio de la vivienda, lo que permite al solicitante comprender el espacio necesario para estas actividades.

Elaboración de la Propuesta de Intervención:

Es importante que el solicitante y su familia comprendan que en algunos casos no se cuentan con recursos suficientes para satisfacer todas las necesidades. Con un conocimiento completo de las realidades y opiniones, se busca llegar a un consenso entre el solicitante y la asistencia técnica para crear un proyecto integral. Se prioriza la seguridad estructural, sin dejar de lado la habitabilidad y la normativa vigente. El asistente técnico, utilizando su conocimiento, plasmará

las ideas en un croquis que represente gráficamente la solución hipotética a las necesidades de la familia. Esta solución se ajustará hasta obtener el diseño de la vivienda adecuada.

📌 Contenido de la Propuesta de Intervención:

La propuesta de intervención debe incluir la siguiente información:

- a) Datos del solicitante, como nombre completo, folio del mapa, municipio, localidad, teléfono y fecha.
- b) Número de habitantes de la vivienda a intervenir, con indicación de género y edades, y mencionar si hay otras personas que viven en el predio.
- c) Dibujo arquitectónico de la estructura existente.
- d) Nombre de la actividad a realizar en cada espacio (sin mencionar el nombre del espacio).
- e) Esquema de muebles principales.
- f) Dimensiones generales e interiores.
- g) Notas sobre las condiciones de construcción y el sistema constructivo, incluyendo tipos de pisos, cubiertas y muros.
- h) Lista numerada de las tareas de intervención, con números correspondientes en los espacios a intervenir.
- i) Metros cuadrados estimados de intervención.
- j) Uso de simbología con colores, sombreados y diferentes grosores de líneas para facilitar la identificación.
- k) Anotaciones que clarifiquen las condiciones de la vivienda y los daños.
- l) Corte esquemático de la construcción para indicar los niveles de intervención.
- m) Todos los elementos necesarios para comprender claramente la intervención en la vivienda.
- n) Datos de la asistencia técnica, nombre del colaborador y firma.
- o) Estimación de costos. Se debe tener en cuenta que esta estimación no es definitiva y dependerá del análisis del dictamen técnico presentado ante la CONAVI.
- p) Firma de conformidad del solicitante.
- q) Respeto por la vegetación existente, como árboles con troncos mayores a 20 cm o con una fronda mayor a 3 m.

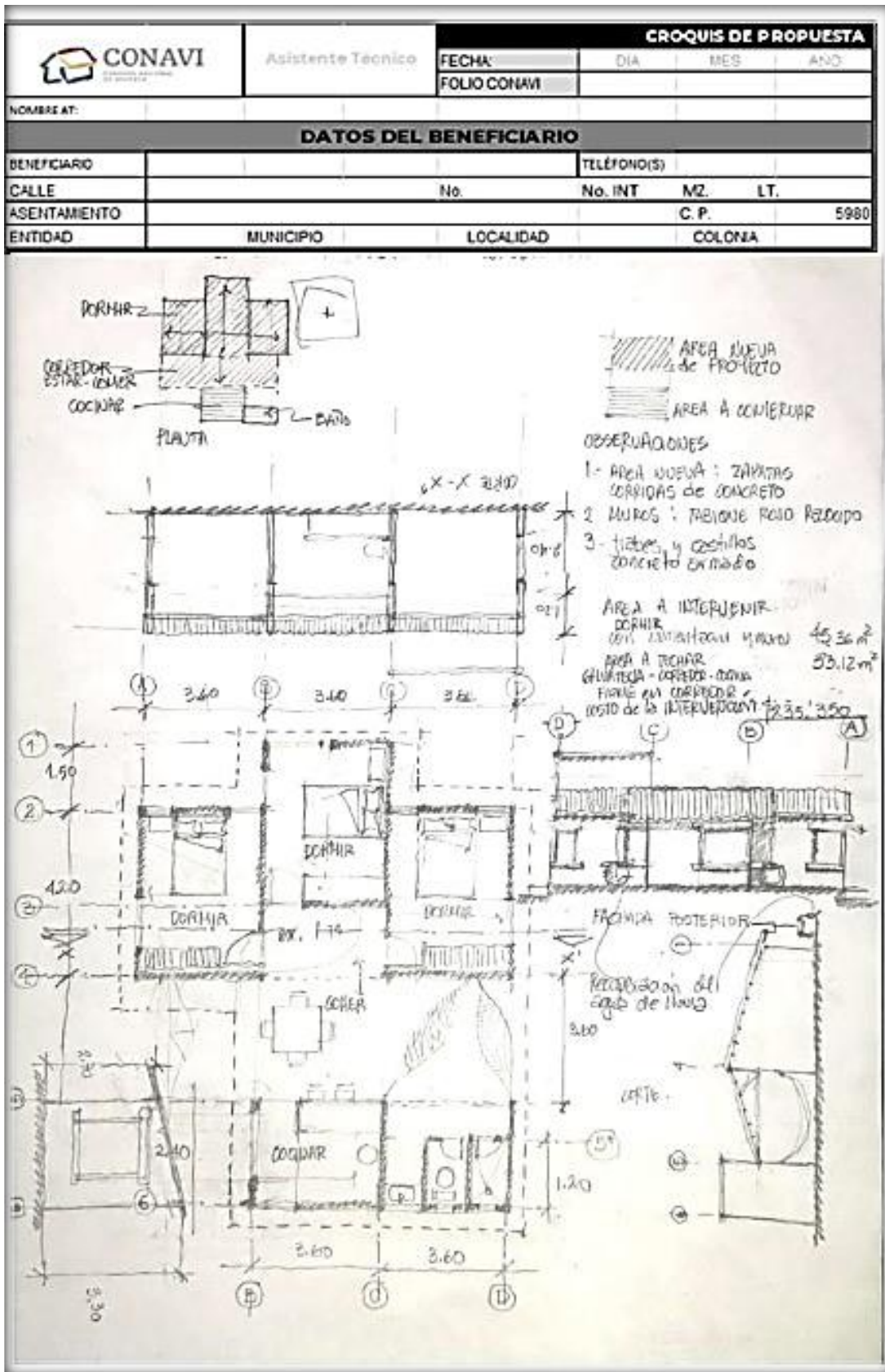


Fig. 65. Croquis de la propuesta. Elaboración Propia.

V. ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS Y ELECCIÓN

Las especificaciones presentadas en estos criterios técnicos se basan en lo establecido en el Código de Edificación de Viviendas y en diversas regulaciones y normativas vigentes aplicables derivadas de proyectos de intervención a nivel municipal, estatal y federal.

V.1 Características Físicas del Terreno

Para desarrollar un diseño adecuado para la vivienda, es fundamental tener en cuenta las condiciones físicas del terreno, como el clima, la topografía y los riesgos potenciales. También es importante considerar el conocimiento de las personas beneficiarias, quienes pueden proporcionar información valiosa sobre las condiciones del terreno.

V.2 Integración al Contexto e Imagen

En el proceso de diseño de la vivienda, se debe prestar especial atención al entorno circundante, incluyendo sus características y las regulaciones urbanas aplicables. Esto facilitará una integración armoniosa en el contexto, aunque esta consideración generalmente no es limitante, a excepción de las viviendas ubicadas en zonas con valor histórico o patrimonial. En tales casos, se aplican regulaciones específicas que deben comunicarse a las personas beneficiarias para definir detalles como fachadas, alturas y otros elementos que impacten en el entorno urbano.

V.3 Diseño Arquitectónico

a) Identidad:

El diseño arquitectónico debe reflejar la identidad regional, adaptarse a las costumbres locales y ser atractivo, habitable y cómodo. Debe promover un sentido de pertenencia a la zona y contribuir a la conservación y mejora de la estética urbana. Se pueden utilizar elementos como juegos de luz y sombra, variaciones en alturas y detalles en fachadas, así como una paleta de texturas y colores. La proporción de aberturas en fachadas y ventanas, así como las proporciones de las ventanas, también son importantes consideraciones.

b) Usos y costumbres:

El diseño arquitectónico debe responder a las formas de vida de los habitantes locales, adaptándose a las necesidades y tradiciones de la región. Por ejemplo, si en la zona se

acostumbra a usar porches, terrazas o espacios al aire libre para actividades específicas, el diseño debe incorporar estos elementos de manera adecuada y funcional.

c) Funcionalidad:

La organización eficiente de los espacios es esencial para garantizar la comodidad y la usabilidad. Los usos y costumbres locales deben guiar la distribución de espacios, considerando la zonificación de acuerdo con su función. Además, se debe fomentar la reforestación y la preservación de árboles existentes.

V.4 Zonificación de Espacios

Es importante dividir la vivienda en zonas privadas, zonas públicas y áreas de servicio, considerando diferentes funciones y necesidades:

Tabla 9. Zonificación de la Vivienda.

Zonas Privadas	Zonas Públicas	Servicios
Dormitorio / Recámara / Alcoba / Zona de Descanso	Estancia / Sala	Cocina / Zona de Preparación y Guardado de Alimentos
	Comedor	Baño / Zona de aseo
	Espacio de Usos Múltiples / Cuarto Redondo	Área de Servicio / Lavaderos
	Corredor	Pasillos y Escaleras

Nota: En la tabla se usan las habitaciones que se pueden localizar en las comunidades de las zonas a trabajar.

Se promueve el diseño de viviendas con superficies que superen los mínimos establecidos por la normativa para mejorar las condiciones de habitabilidad. Las instalaciones deben considerarse de manera eficiente, minimizando las distancias de recorrido de tuberías y respetando la relación entre espacios privados y públicos.

Se debe planificar un crecimiento progresivo de acuerdo con las necesidades presentes y futuras de los beneficiarios, manteniendo un diseño que permita expansiones ordenadas y eficientes, reduciendo costos y optimizando superficies e instalaciones. Este crecimiento puede ser horizontal o vertical y debe estar en línea con el número de habitantes, actividades y costumbres locales. Se deben evitar modificaciones que afecten la estructura existente y se deben optimizar los vestíbulos y pasillos en la planificación de crecimiento.

La intervención debe estar técnicamente preparada para acomodar este crecimiento, priorizando la seguridad estructural, la funcionalidad y la habitabilidad. Es esencial que la relación entre los espacios dentro de una vivienda sea fluida y que las actividades en un espacio no interfieran con las de otro. Por ejemplo:

- 🚫 El acceso a un baño no debe ser un requisito para entrar en otro espacio.
- 🚫 El dormitorio debe ser de uso exclusivo de quienes pernoctan en él y no debe servir como área de paso hacia otros espacios.
- 🚫 Al menos un baño completo o medio baño debe ser accesible desde las áreas de circulación dentro de la vivienda.
- 🚫 Aunque la estancia, el comedor y la cocina pueden compartir un espacio común, es crucial definir y delimitar claramente sus funciones según las actividades específicas de cada uno de estos espacios superpuestos.
- 🚫 Es posible tener un único espacio habitable, siempre y cuando sus funciones estén claramente definidas y separadas según las actividades particulares de cada área superpuesta. Además, este espacio debe contar con las condiciones adecuadas de iluminación, ventilación, higiene y seguridad.



Fig. 66. Zonificación de Vivienda. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

V.5 Espacios Habitables

a) Dormitorio/Recámara/Zona de Descanso

Este espacio debe ser cuidadosamente diseñado para promover el descanso y la privacidad de cada miembro de la familia, con el objetivo de reducir el hacinamiento. El acceso a esta habitación debe garantizar la privacidad a través de la incorporación de diversos materiales fijos o móviles. Es fundamental que este espacio tenga en cuenta la privacidad tanto de los miembros actuales como futuros de la familia. En áreas donde se utilice una única habitación para dormitorio con diversos usos, las dimensiones deben ser establecidas de acuerdo con lo identificado en el diagnóstico, utilizando un enfoque participativo en el diseño. La superficie mínima para los paños interiores debe ser de 9 metros cuadrados, aunque se alienta a considerar un tamaño mayor si el espacio disponible lo permite.

b) Espacio para Usos Múltiples/Cuarto Redondo

Este espacio generalmente se destina a la convivencia familiar y puede referirse a áreas conocidas como sala, comedor, corredor, portal u otros términos regionales. Pueden ser espacios de uso único o mixto, pero es esencial que las dimensiones internas sean adecuadas para el buen funcionamiento de las actividades familiares, de acuerdo con las necesidades manifestadas por la familia. Este espacio puede tener acceso desde el exterior o a través de un área cubierta de transición libre, como un corredor. También puede incluir muros parciales si el diagnóstico basado en las costumbres y usos lo justifica, así como adoptar tipologías regionales y adaptarse al clima local. La superficie mínima para los paños interiores debe ser de 15 metros cuadrados, aunque se recomienda considerar un tamaño mayor si el espacio disponible lo permite.

c) Baño/Zona de Aseo

Toda vivienda debe contar con un espacio exclusivo para el aseo personal de los miembros de la familia. Este espacio puede estar conectado a la vivienda con acceso interno o externo, o incluso puede estar separado de la vivienda según las costumbres locales. Además, es posible diseñar un espacio específico para la disposición de desechos sólidos, separado del área destinada al baño (aguas grises).

La disposición de desechos sólidos y aguas grises puede conectarse a la red de drenaje cuando el servicio esté disponible. En caso contrario, se debe buscar un sistema alternativo apropiado

según las condiciones climáticas para garantizar la salud de la familia, como baños secos, biodigestores, fosas sépticas, entre otros. Si todos estos elementos se concentran en un solo espacio, la superficie mínima para los paños interiores debe ser de 3 metros cuadrados, aunque se recomienda considerar un tamaño mayor si el espacio disponible lo permite.

d) Cocina/Área de Servicio

Este espacio está destinado a la preparación y almacenamiento de alimentos. Puede formar parte del cuerpo principal de la vivienda o diseñarse de manera adyacente o separada, dependiendo de las prácticas y tradiciones locales. La delimitación de la cocina puede lograrse mediante muros completos, medios muros o mantener un área cubierta pero abierta. Se debe considerar la posibilidad de conexión para el suministro de combustible o, en su defecto, la instalación de una estufa ecológica que cumpla con los requisitos de seguridad y no afecte la salud. Cuando este espacio es exclusivo, la superficie mínima para los paños interiores debe ser de 4 metros cuadrados, aunque se alienta a considerar un tamaño mayor si el espacio lo permite.

e) Lavaderos/Pilas/Lavandería

Este espacio está destinado al lavado de manos, utensilios de cocina o ropa, y puede ser de uso exclusivo o mixto. Puede estar ubicado en el interior de las áreas habitables o en un área sombreada del patio. Todos los espacios habitables y auxiliares deben contar con iluminación y ventilación natural, que puede lograrse a través de ventanas operables, aberturas o muros parciales. Además, se pueden combinar estos elementos con iluminación cenital mediante domos, tragaluces u otros métodos similares. Estos espacios deben cumplir con los estándares de seguridad estructural establecidos en las normativas aplicables y las alturas deben ajustarse a las necesidades climáticas.

V.6 Características de la Vivienda Apoyada con Recursos de la CONAVI

Es importante que las viviendas financiadas por la CONAVI cuenten con características específicas que las identifiquen como parte de los programas del gobierno actual. Para ello, tanto los asistentes técnicos como los beneficiarios tendrán acceso a un catálogo en línea en la dirección electrónica <https://www.gob.mx/conavi>. Este catálogo incluirá elementos arquitectónicos, opciones de vegetación y decoración que pueden implementarse según las zonas climáticas y regiones del país. Además, se proporcionarán sugerencias sobre

metodologías de diseño participativo que pueden aplicarse en estos proyectos para garantizar la adecuación a las necesidades locales.

V.7 Accesibilidad

Una vivienda se considera adecuada cuando se tienen en cuenta las necesidades específicas de los grupos desfavorecidos y marginados. La accesibilidad universal en el entorno de la vivienda se refiere a la condición en la que tanto el ambiente como los objetos o dispositivos pueden ser utilizados de manera segura y cómoda por todas las personas, de manera autónoma y natural, independientemente de su condición.

Es de suma importancia que se incluyan las adaptaciones necesarias en el diseño de la vivienda siempre que así lo determine la información obtenida en el diagnóstico a través del proceso de diseño participativo. La asistencia técnica será responsable de proponer las modificaciones requeridas para satisfacer las necesidades de aquellos miembros de la familia que tengan alguna discapacidad, ya sea permanente o progresiva. Para lograr esto, es esencial seguir las dimensiones establecidas en el Código de Edificación de Viviendas, como se detalla a continuación:

Tabla 10. Elementos para cubrir necesidades de personas con discapacidades.

Elemento	Necesidad por Cubrir	Miembro de la Familia Beneficiado
Rampa de acceso	Movilidad, debilidad visual	Todos eventualmente
Regaderas sin sardinel	Movilidad, debilidad visual	Todos eventualmente
Vanos de puertas amplios	Movilidad	Usuarios de silla de ruedas o andaderas
Barras de apoyo en baño	Movilidad, debilidad visual	Todos eventualmente
Manijas tipo palanca	Fuerza limitada, movilidad	Todos eventualmente

Nota: Los elementos que se encuentran en la tabla no serán limitativos para cubrir las necesidades que lleguemos a encontrar.

Por estas razones, es fundamental evitar en el diseño de la vivienda cualquier elemento que pueda convertirse en una barrera en el futuro, limitando así su funcionalidad. Es importante tener en cuenta que no todas las condiciones de discapacidad requieren las mismas modificaciones o adaptaciones arquitectónicas. Específicamente, debemos reconocer que las condiciones de movilidad son las que más impactan en el diseño de la vivienda.

V.8 Especificaciones por Zona Climática

a) Alturas mínimas de los espacios por zona climática

Tabla 11. Alturas mínimas por zona climática.

ZONA CLIMÁTICA	ALTURA DE LOS ESPACIOS
CÁLIDO HÚMEDO	2.80 m
CÁLIDO SECO	2.50 m
TEMPLADO	2.30 m
FRÍO	2.30 m

Nota: Las alturas descritas en la tabla son referencias proporcionadas por CONAVI. 2023. (<https://www.gob.mx/conavi>)

b) Recomendaciones de diseño de acuerdo con la orientación y la zona climática

La envolvente térmica de la vivienda incluye elementos como el techo, el piso, los muros y las ventanas, que están en contacto tanto con el exterior como con el interior y tienen la función de proteger a los habitantes de las condiciones climáticas adversas como el calor, el frío, la humedad, la lluvia, el viento y la radiación solar.

Cuando la envolvente térmica no se diseña teniendo en cuenta el clima y la orientación adecuada, puede resultar en mayores pérdidas o ganancias de temperatura en el interior de la vivienda, lo cual puede generar incomodidad para sus ocupantes.

Para lograr un diseño adecuado de la envolvente térmica, es esencial considerar estrategias de diseño pasivas, como la orientación de la vivienda y sus espacios interiores, fomentar la ventilación natural y la iluminación suficiente en todos los espacios, utilizar materiales resistentes y duraderos locales, y emplear elementos arquitectónicos que mejoren el confort en el interior de la vivienda.

Las condiciones de confort son esenciales para el ahorro energético en la vivienda. Cuando una persona no se siente cómoda debido a la temperatura o la iluminación, primero recurre a acciones de adaptación pasiva, como abrir o cerrar ventanas, ajustar cortinas o añadir o quitar

ropa. Solo cuando estas medidas no son suficientes, se recurre a acciones activas que consumen energía, como encender ventiladores, calefacción o iluminación adicional.

Es importante tener en cuenta que estas acciones activas no solo afectan negativamente la economía de los residentes debido al consumo de energía, sino también el medio ambiente debido a los recursos y procesos involucrados en la generación de energía eléctrica y la emisión de residuos.

A continuación, se presentan recomendaciones de diseño según la orientación y el tipo de clima, con el objetivo de mejorar el confort térmico de los habitantes y reducir el consumo energético de la vivienda.

c) Recomendaciones de Diseño según la Orientación

La orientación es el primer aspecto a considerar para garantizar un buen funcionamiento y desempeño térmico de la vivienda. A continuación, se ofrecen algunas recomendaciones generales para la orientación de la vivienda, teniendo en cuenta su uso y las necesidades de la familia.

🌐 Norte

La orientación hacia el norte no recibe radiación solar directa, lo que proporciona una buena iluminación durante todo el año sin aumentar la temperatura en el interior. En climas fríos y templados, es importante cuidar la disposición de las aberturas para evitar pérdidas de temperatura.

Recomendaciones Generales

- I. Colocar en esta orientación espacios donde se realicen actividades que generen calor o que requieran una temperatura más baja, como áreas de preparación de alimentos, espacios para trabajos físicos o lugares de almacenamiento de alimentos frescos.
- II. Ubicar en esta orientación áreas que requieran una buena iluminación, como zonas de estudio o lugares para actividades manuales.

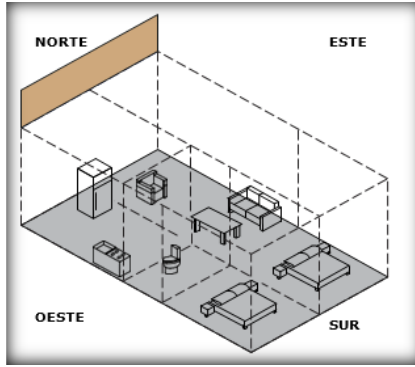


Fig. 67. Orientación hacia el Norte. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

🌞 Sur

La orientación hacia el sur recibe una exposición directa a la radiación solar durante todo el día, especialmente en otoño e invierno, lo que generalmente resulta en temperaturas más elevadas en esa parte de la vivienda.

Recomendaciones generales:

- I. Limitar el uso de esta orientación para espacios de corta permanencia.
- II. En climas templados y fríos, reservar esta orientación para espacios que requieran calentamiento en las tardes y noches, como recámaras o estancias.
- III. En climas templados, considerar la plantación de árboles de hojas caducas que proporcionen sombra y frescura en verano y permitan la radiación solar directa en invierno.
- IV. En climas cálidos, proteger la fachada con vegetación o un pórtico para proporcionar sombra.
- V. Evitar ventanas de gran tamaño en esta orientación, incluso en climas templados, para prevenir el sobrecalentamiento.

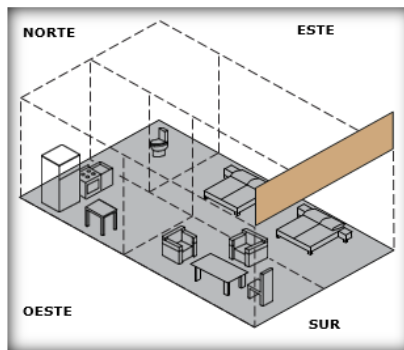


Fig. 68. Orientación hacia el Sur. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

☀️ *Este*

La orientación hacia el este recibe radiación solar directa en las mañanas, aunque la ganancia de temperatura no se percibe de manera inmediata.

Recomendaciones generales:

- I. Colocar en esta orientación espacios de corta permanencia que se utilicen por las mañanas, como el comedor o el baño, o aquellos que se usen por las tardes durante períodos prolongados, como la estancia y el comedor.
- II. En climas cálidos, ubicar en esta orientación espacios de uso vespertino y nocturno que requieran temperaturas templadas, como las habitaciones y el baño.
- III. En climas templados y fríos, reservar esta orientación para los espacios de mayor uso por la mañana, como el baño y el comedor.

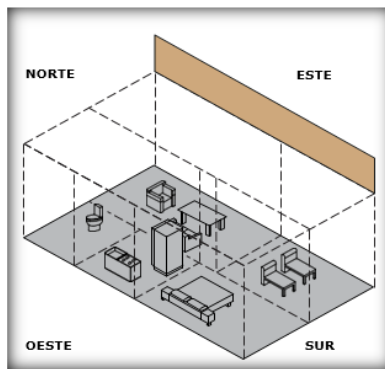


Fig. 69. Orientación hacia el Este. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

☀️ *Oeste*

La orientación hacia el oeste recibe radiación solar directa en las tardes, lo que provoca que los espacios ubicados en esta dirección tiendan a tener temperaturas más elevadas durante las noches.

Recomendaciones generales:

- I. En climas templados y fríos, se recomienda ubicar en la orientación oeste espacios que se utilicen en horas de la tarde y noche, como las habitaciones o el baño.
- II. En climas cálidos, es aconsejable sombrear la fachada orientada al oeste con vegetación o un pórtico. También se pueden ubicar en esta orientación espacios de corta permanencia que se utilicen por las tardes, como un cuarto de lavado, baños o bodegas.

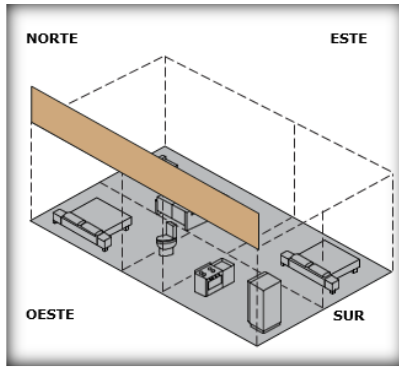


Fig. 70. Orientación hacia el Oeste. CONAVI. "https://www.gob.mx/conavi", (2023)

A continuación, se presenta un diagrama que ilustra de manera clara y concisa los conceptos clave mencionados anteriormente. Este diagrama ayudará a visualizar de manera efectiva la información y las relaciones entre los elementos descritos en el texto.

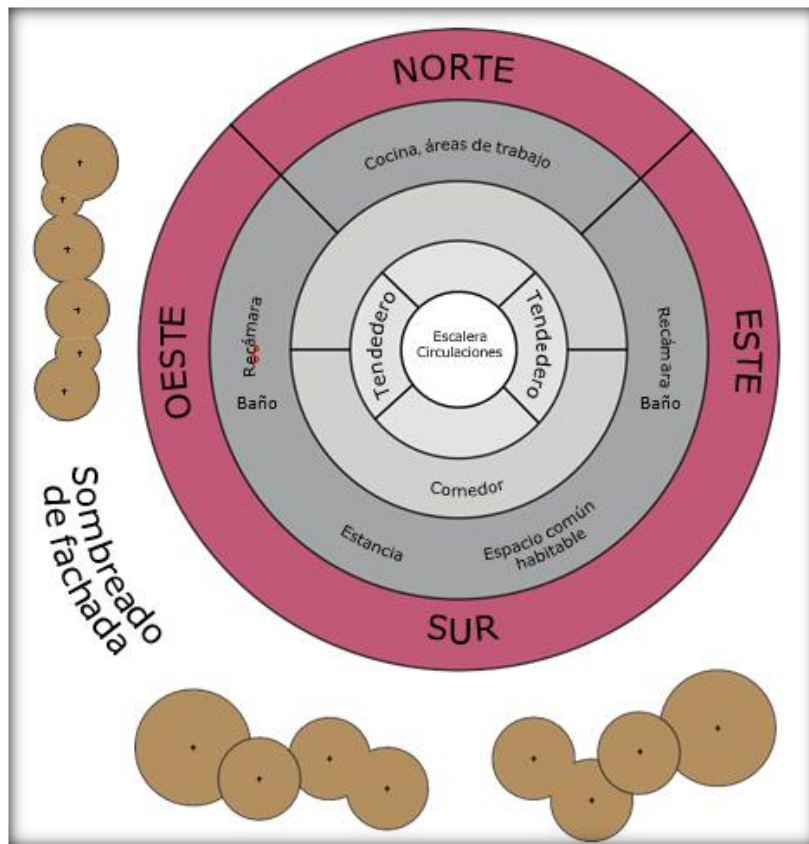


Fig. 71. Diagrama de Orientación de las habitaciones. CONAVI. "https://www.gob.mx/conavi", (2023)

d) *Recomendaciones de Diseño de acuerdo con la Zona Climática*

Considerar las condiciones climáticas es fundamental para promover la eficiencia energética de la vivienda, ya que permite aprovechar de manera sostenible los recursos naturales como la radiación solar, el agua y el viento. A continuación, se presentan estrategias pasivas para mejorar el rendimiento térmico de la vivienda según el tipo de clima.

Clima Frío

Objetivo: Incrementar la temperatura interior mediante la absorción de la radiación solar y prevenir la pérdida de calor a través de los elementos arquitectónicos.



Fig. 72. Diagrama de absorción solar. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

Cubiertas: Se recomienda que las cubiertas sean planas para maximizar la captación de calor, ya que tienen una mayor superficie expuesta a la radiación solar. En áreas con alta precipitación y nieve, se debe considerar una pendiente adecuada, teniendo en cuenta que cada diez grados de inclinación pueden resultar en una pérdida de entre el diez y el quince por ciento de las ganancias de calor. Para garantizar la concentración del calor en el interior de la vivienda, se sugiere utilizar techos bajos (consulte la sección sobre alturas mínimas de los espacios según la zona climática).

Muros: Los muros orientados al sur y al oeste deben tener un espesor adecuado para absorber el calor durante el día y liberarlo en el interior de la vivienda durante la noche. El tipo de material y su grosor determinarán la cantidad de calor que se retiene en la vivienda.

Ventanas: Las ventanas deben contar con protección, como cortinas, contraventanas u otros dispositivos similares, que permitan el ingreso directo de la radiación solar durante el día y eviten las pérdidas de temperatura durante la noche. El tamaño de las ventanas debe ser mínimo para evitar las pérdidas de calor, sin comprometer la ventilación o la iluminación natural.

Color: Se recomienda utilizar tonos oscuros en las cubiertas y las fachadas, ya que facilitan la absorción de la radiación solar y promueven la transferencia de calor al interior de la vivienda.

Vegetación: Los árboles de hoja perenne, que mantienen sus hojas durante todo el año, pueden servir como barrera para desviar los vientos dominantes y así evitar las pérdidas de calor.

Recomendaciones Generales:

- I. Utilizar cubiertas planas con aislamiento.
- II. Promover la exposición solar en los muros.
- III. Instalar protección en las ventanas para gestionar el ingreso de calor.

🌞 *Clima Seco*

Objetivo: Reducir las ganancias de calor a través de elementos arquitectónicos y mantener condiciones adecuadas de humedad en el interior de la vivienda.



Fig. 73. Diagrama de favorecimiento de ventilación. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

Cubiertas: Optar por cubiertas elaboradas con materiales que tengan una alta capacidad de reflejar y emitir la radiación solar es una eficaz estrategia para evitar la acumulación de calor. Techos altos permiten que el aire caliente se concentre en la parte superior, lo que contribuye a mantener una temperatura agradable en las áreas habitables de la vivienda.

Muros: Se aconseja utilizar materiales con baja conductividad térmica, como bloques de arcilla o bloques huecos, para evitar una rápida transmisión de calor desde el exterior hacia el interior de la vivienda.

Ventanas: En las orientaciones este, sur y oeste, es fundamental incorporar dispositivos de control solar, como parasoles, pantallas, celosías u otros sistemas similares, que impidan la entrada de la radiación solar al interior de la vivienda.

Color: Optar por tonalidades claras en cubiertas y fachadas es la elección más adecuada para reflejar la radiación solar y reducir las ganancias de calor en el interior de la vivienda.

Microclima: El uso de vegetación estratégica, como árboles y arbustos, puede aumentar la humedad en el ambiente y crear un microclima dentro de la vivienda. Un patio central con estanques de agua y vegetación de bajo consumo de agua puede reducir la temperatura del aire y aumentar la humedad en los espacios circundantes.

En climas extremos con noches e inviernos fríos, se deben considerar estrategias de calentamiento, como techos rasos desmontables e invernaderos adosados, así como alternativas para regular la temperatura, como muros semienterrados.

Recomendaciones Generales:

- I. Utilizar techos altos.
- II. Proporcionar sombreado a la vivienda.
- III. Implementar sistemas de control solar en las ventanas.
- IV. Integrar vegetación y cuerpos de agua en el diseño.

Clima Templado

Objetivo: Equilibrar las ganancias y pérdidas de temperatura a lo largo de las estaciones del año, evitando la exposición excesiva a la radiación solar en verano y facilitando las ganancias de calor en invierno.



Fig. 74. Diagrama de temperatura en Clima Templado. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

Cubierta: Se recomienda utilizar una cubierta inclinada para evitar el sobrecalentamiento y la acumulación de agua por la precipitación. Al diseñarla, es importante tener en cuenta que por cada diez grados de inclinación se reduce entre un diez y un quince por ciento de ganancias de calor.

Muros: Para los muros que están expuestos a la radiación solar directa, es fundamental considerar un sistema o material que retenga el calor y lo libere gradualmente hacia el interior de la vivienda. Esto permitirá mantener temperaturas agradables durante el día y la noche.

Ventanas: Las ventanas deben contar con protección, como cortinas, contraventanas u otros dispositivos similares, que permitan controlar las ganancias y pérdidas de temperatura. Además, la ubicación y tamaño de las ventanas deben favorecer la ventilación cruzada para renovar el aire, disipar el calor en verano y mantener una temperatura confortable en las áreas habitables de la vivienda.

Color: Se recomiendan tonalidades claras en cubiertas y fachadas para reflejar la radiación solar y reducir las ganancias de calor en el interior.

Vegetación: Se sugiere la plantación de árboles de hoja caduca, que pierden sus hojas en invierno, en las orientaciones con mayor exposición al sol para proporcionar sombra durante el verano y favorecer la captación de calor por radiación solar directa en invierno. La disposición estratégica de árboles y arbustos en un patio central puede crear un microclima dentro de la vivienda que ofrezca sombra y aumente la humedad.

Recomendaciones Generales:

- I. Techos altos.
- II. Sombreado de la vivienda.
- III. Utilización de dispositivos de control solar en ventanas.
- IV. Promoción de la ventilación cruzada.
- V. Incorporación de vegetación y cuerpos de agua.
- VI. Diseño de un patio central.

V.9 Características Generales de la Construcción

Pisos: La vivienda debe estar provista de un suelo firme, que puede ser de cemento, madera, mosaico u otro tipo de recubrimiento.

Muros: La construcción de la vivienda debe emplear materiales adecuados, como madera, adobe tecnificado, tabique, ladrillo, block, piedra, o concreto, entre otros. En casos donde se consideren combinaciones de materiales, estas deben ser sometidas a revisión y validación por parte del área técnica de la CONAVI para garantizar la seguridad de las familias. Se debe tener en cuenta la adaptación cultural de la vivienda al momento de seleccionar los materiales a utilizar.

Techos: El techo de la vivienda puede estar conformado por losa de concreto, viguetas con bovedilla, terrado con vigería, teja, madera, palma, paja, tejamanil, principalmente. En el caso de los tres últimos materiales mencionados, se sugiere considerar opciones mixtas con materiales más robustos. Si se utiliza una cubierta ligera, esta debe contar con aislamiento termoacústico. Además, se permite el uso de diversos materiales para el plafón del techo, previamente validados por la CONAVI, siempre y cuando no comprometan la habitabilidad de la vivienda. Se debe garantizar la adecuada evacuación de agua pluvial mediante tuberías o pendientes hacia zonas exteriores.

Puertas y ventanas: Las aberturas exteriores, como las ventanas, deben estar hechas con materiales que proporcionen protección contra las inclemencias del clima. Pueden ser de materiales nuevos o reutilizados, pero en todos los casos deben permitir la entrada de luz natural y ventilación. De acuerdo con las costumbres locales, se puede considerar el uso de celosías como parte del control climático.

Acabados: Los proyectos de vivienda deben incluir acabados tanto en exteriores como en interiores, de acuerdo con las siguientes pautas:

En los muros exteriores, se fomenta el uso de materiales naturales como tabique, piedra y aquellos propios de la región. En otros casos, se debe aplicar un acabado final conforme al diseño del proyecto.

Para los materiales de tierra cruda, como adobe o bajareque, se deben aplicar acabados finales con cal, arena o tierra, además de impermeabilización y pinturas utilizando productos naturales

de la región. Se deben evitar morteros con cemento a la vista, y se debe prestar atención a los cimientos y aleros para proteger contra la intemperie y los deslaves.

En los muros interiores, los acabados deben ajustarse a lo establecido en el proyecto.

En el caso de los techos de cubiertas ligeras, deben contar con un plafón. En las losas de concreto, viguetas y bovedillas, se requiere un acabado final en el interior de la vivienda.

Para sistemas constructivos innovadores, es necesario demostrar el cumplimiento de las características mecánicas requeridas para su uso en viviendas, conforme a lo establecido en el Artículo 81 de la Ley de Vivienda.

Instalación hidráulica: La vivienda debe contar con una red hidráulica de distribución en su interior. Si no es posible satisfacer la demanda de agua a través del suministro municipal, se pueden asignar recursos de la línea de apoyo a la sustentabilidad para construir un sistema integral de manejo del agua.

Instalación sanitaria: Si la localidad donde se encuentra la vivienda cuenta con una red de drenaje, es obligatoria la conexión para la evacuación de aguas residuales domésticas. En caso de que no haya una red de drenaje, se debe instalar un sistema de tratamiento primario como mínimo para evitar la contaminación del subsuelo y los cuerpos de agua. Para esta última situación, se pueden asignar recursos de la línea de apoyo a la sustentabilidad. Queda prohibida la descarga directa hacia cuerpos de agua o pozos de filtración.

Instalación eléctrica: Se deben instalar suficientes tomas de corriente para satisfacer las necesidades de iluminación de cada espacio habitable. En caso de que la localidad carezca de una red de suministro de energía eléctrica, se pueden destinar recursos de la línea de apoyo a la sustentabilidad para implementar un sistema de ahorro y generación de electricidad.

V.10 Adecuación Cultural

La riqueza y diversidad cultural de nuestro país son tan amplias que resulta un desafío establecer parámetros universales. Por lo tanto, es fundamental respetar y adaptar los procesos de intervención a los usos y costumbres locales, reconociendo así la importancia de la adecuación cultural en la vivienda. Esta adaptación respeta y fomenta la expresión de la identidad única de cada región.

Las viviendas, cuando se ven en contexto, se convierten en reflejo de las expresiones culturales, las dinámicas económico-sociales y las características ambientales específicas de cada lugar. Estas viviendas incorporan no solo los recursos materiales disponibles, sino también los avances técnicos y las limitaciones, así como las normas sociales que rigen el comportamiento y la interacción en la comunidad. El proceso de diseño participativo se convierte, sin lugar a duda, en la herramienta principal para incorporar estas características específicas de identidad en la vivienda.

V.11 Presupuesto

La asistencia técnica tiene la responsabilidad de proporcionar a la CONAVI y a los beneficiarios de los programas un presupuesto o catálogo de conceptos. Esto tiene como objetivo comunicar claramente los alcances de los trabajos de intervención que se llevarán a cabo en cada vivienda. Este documento resumirá el volumen de trabajo por realizar y desglosará el costo total, incluyendo materiales, mano de obra, herramientas y equipo necesarios. Es fundamental que todos los conceptos que integran el presupuesto cuenten con la aprobación previa de los beneficiarios y estén alineados con las necesidades de la familia, basándose en los resultados generados durante el desarrollo del proceso de diseño participativo.

V.12 Materiales de Construcción

Con el objetivo de optimizar los recursos disponibles, la asistencia técnica llevará a cabo un estudio de mercado adaptado a las necesidades específicas del proyecto. Este estudio evaluará la disponibilidad de los materiales requeridos, prestando especial atención a la existencia de materiales regionales, su acceso y facilidad de entrega. La asistencia técnica verificará que los materiales de construcción cumplan con los estándares de calidad y resistencia adecuados para la intervención. En caso de identificar deficiencias o irregularidades, será responsabilidad de la asistencia técnica informar a los beneficiarios para su pronta corrección, además de notificar a la CONAVI sobre las acciones tomadas o las omisiones detectadas.

V.13 Mano de Obra

La asistencia técnica colaborará con los beneficiarios en la selección de quienes llevarán a cabo los trabajos de construcción necesarios para la intervención. El objetivo es garantizar que estos trabajos se realicen con calidad y eficiencia. En todo momento se buscará favorecer la

contratación de mano de obra local y fomentar la capacitación local para que la mano de obra utilizada sea la más apropiada para el proyecto en cuestión.

V.14 Procedimientos de Construcción

La asistencia técnica siempre buscará implementar mejoras estructurales en la vivienda y guiará a las personas beneficiarias y al personal en obra para llevar a cabo de manera adecuada los diversos procedimientos constructivos.

V.15 Seguridad Estructural de la Vivienda Adecuada

Establecer criterios generales de intervención relacionados con la seguridad estructural es uno de los principales desafíos de esta administración. Esto implica asumir la responsabilidad del Estado en la protección de los derechos humanos de las personas y las comunidades.

V.16 Gestión Integral del Riesgo

El conocimiento del territorio de intervención es fundamental para lograr diseños seguros e integrales de los inmuebles a reconstruir. La consulta de programas de desarrollo urbano, ordenamiento territorial, y atlas de riesgo, cuando estén disponibles, será parte de la revisión sistemática para asegurar el cumplimiento de los usos de suelo, identificar zonas de riesgo y aplicar medidas de mitigación.

Los atlas de riesgo permiten identificar vulnerabilidades como fracturas geológicas, laderas inestables, subsidencias, inundaciones, sismicidad y más. La información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) puede ser una referencia útil. Las comunidades a menudo cuentan con mapas de riesgo propios.

Durante el proceso, se evitará la deposición de escombros en áreas ecológicamente sensibles para prevenir la contaminación y el deterioro de los ecosistemas, así como la generación de azolves.

Las revisiones técnicas se aplicarán para definir las zonas a reubicar, considerando factores como anomalías geológicas, tipos de suelo, laderas inestables, presencia de infraestructura y más. Cuando sea necesario reubicar viviendas, la CONAVI y la SEDATU, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales y los afectados, definirán estrategias que garanticen derechos y necesidades, incluyendo certeza jurídica, servicios y accesibilidad.

Estos criterios deben cumplirse al revisar sitios de reubicación, y no excluyen otros requisitos normativos y comunitarios, como ordenamientos territoriales, reglamentos de construcción, planes de desarrollo urbano, usos de suelo, preferencias y necesidades comunitarias, adquisición de terrenos y recursos financieros.

V.17 Criterios Técnicos que debe Observar la Asistencia Técnica

a) Diagnóstico

Es esencial realizar un diagnóstico completo de la vivienda, que incluya aspectos como el uso, el número de pisos, la ubicación, el tipo de sistema estructural, dimensiones, geometría de la estructura, tipo de suelo y evaluación de las necesidades de habitabilidad de la familia.

En casos específicos de viviendas urbanas o rurales, se deben evaluar los posibles problemas estructurales y abordarlos en la propuesta de intervención presentada a las personas beneficiarias. Estos problemas también deben ser considerados en el proyecto estructural y respetados durante la etapa de construcción.

b) Estructura

Cualquier estructura de mampostería se analizará y diseñará siguiendo las regulaciones locales de construcción. En ausencia de tales regulaciones, se aplicarán las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. La estructura debe estar confinada en sus cuatro lados con elementos de concreto reforzado.

Para estructuras de mampostería con elementos huecos, además de los criterios mencionados, se considerará un refuerzo interior mínimo y se respetarán los procedimientos constructivos establecidos por el fabricante. Debe existir continuidad estructural entre los elementos de la vivienda, incluyendo cimentación, muros y losas, y se seguirá el principio de que la mampostería se comporta como un material homogéneo. En casos donde no sea posible, se reforzarán los muros en la dirección crítica.

Para conjuntos verticales de viviendas, se requerirán estudios de mecánica de suelos avalados por corresponsables en seguridad estructural y directores responsables de obra u homólogos, como lo establece la normativa.

c) Cimentación

La cimentación de cada inmueble se diseñará de acuerdo con la capacidad de carga del suelo. En ausencia de estudios de mecánica de suelos, se emplearán losas de cimentación en áreas sísmicas. Los asistentes técnicos revisarán y analizarán la estructura de cada inmueble para garantizar el cumplimiento de los reglamentos y normas técnicas, así como la resistencia a las fuerzas sísmicas.

Se debe verificar si el suelo presenta problemas como hundimientos, grietas o deslizamientos, y en caso de encontrarlos, se realizará una revisión geotécnica estructural y de instalaciones. Si no se cuentan con estudios avanzados, se seguirán las pautas del Manual de diseño de obras de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y se determinará la franja sísmica aplicable.

Los armados de castillos, trabes, longitudes y cantidad de muros se revisarán para asegurar que estén dispuestos adecuadamente para resistir las solicitaciones sísmicas. En la cimentación de casas habitación, se suele emplear losas de cimentación o zapatas corridas, a menudo con plataformas de suelo mejorado.

En zonas urbanas densamente pobladas, se pueden realizar estudios representativos de mecánica de suelos que faciliten el diseño de viviendas individuales y la zonificación geotécnica. Además, se recomienda el uso de métodos geofísicos complementados con muestreos directos del suelo. También se considerarán las construcciones vecinas y se estudiarán los procedimientos constructivos para evitar riesgos en las edificaciones cercanas.

d) Ampliaciones

En viviendas que requieran la conexión de materiales antiguos con nuevos, se elaborará un diseño estructural detallado para asegurar la compatibilidad. En casos que lo requieran, se consultarán especialistas en conservación y restauración. Si la vivienda se utiliza como unidad económica, esta circunstancia se reflejará en los registros y se considerará en los diseños arquitectónicos y estructurales.

e) Preventivos

Existe un número significativo de inmuebles sin intervención previa, lo que aumenta su vulnerabilidad ante nuevos eventos sísmicos, procesos de consolidación y agrietamiento de

suelos, o falta de mantenimiento. En estos casos, se deben aplicar de inmediato diseños adecuados y sistemas de apuntalamiento preventivo.

V.18 Sustentabilidad de la Vivienda Adecuada

El desarrollo sustentable se define como la capacidad de satisfacer las necesidades de la generación presente sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La sustentabilidad se basa en tres pilares fundamentales: social, ambiental y económico. Esto implica que la generación actual debe trabajar para eliminar la desigualdad social, mantener su prosperidad económica y preservar y cuidar sus recursos económicos, materiales y ambientales.

En las Reglas de Operación del Programa de Vivienda Social, la vivienda sustentable se describe como un espacio habitable que, desde su diseño arquitectónico, tiene en cuenta las necesidades básicas de las personas y su entorno urbano, comunitario y natural. Este tipo de vivienda proporciona bienestar a sus habitantes, genera ahorros económicos para las familias y contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) gracias a sistemas eficientes de agua y energía que minimizan su impacto ambiental.

El diseño arquitectónico de una vivienda adecuada puede reducir la desigualdad social, generar ahorros económicos para sus habitantes al reducir el consumo de energía y agua, y mejorar el bienestar general de quienes la habitan al proporcionar confort térmico.

A continuación, se detallan los distintos programas y enfoques que incluyen la línea de apoyo a la sustentabilidad. Además, se presentan matrices de priorización de ecotecnias y ecotecnologías según las necesidades en el territorio y la región. Luego se especifican los entregables necesarios para acceder a la línea de apoyo a la sustentabilidad. Por último, se incluyen 25 fichas técnicas e informativas correspondientes a diversas alternativas de ecotecnias y ecotecnologías.

V.19 Criterios para la Línea de Apoyo a la Sustentabilidad

Los Programas Nacionales de Vivienda Social, Reconstrucción y Mejoramiento Urbano incorporan la línea de apoyo a la sustentabilidad como subsidio, con tres objetivos principales:

Contribuir al bienestar general de los habitantes a través de diseños y materiales que buscan proporcionar confort térmico en las viviendas.

Contribuir a la mejora de la economía familiar mediante el uso de materiales y sistemas que reducen el consumo de energía, gas y agua en las viviendas.

Contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de diseños y materiales que logran un comportamiento térmico eficiente y reducen el consumo de energía en las viviendas.

La línea de apoyo a la sustentabilidad ofrece financiamiento equivalente a 13 veces el valor de la Unidad de Medida y Actualización (UMA) y se otorga de acuerdo con los programas detallados en la tabla siguiente:

Tabla 12. Financiamiento de líneas de apoyo del 2019.

Programa Vertiente	Vivienda en Conjunto Habitacional	Vivienda en Espacio Edificable Rural o Urbano	Rehabilitación de Vivienda en Inmuebles Catalogados
Programa de vivienda social 2019			
Producción social de vivienda asistida			
Vivienda en zonas rurales y urbanas	X	X	
Vivienda en zonas urbanas marginadas	X*	X	
Vivienda afectada por fenómenos naturales	X*	X	
Vivienda ubicada en proyectos estratégicos	X	X	
Programa Nacional de Reconstrucción 2019			
Reconstrucción de vivienda	X	X	X
Programa de mejoramiento urbano 2019			
Vivienda en ámbito Urbano	X	X	

Nota: Los datos descritos fueron tomados de acuerdo a lo reportado por CONAVI, 2023. (<https://www.gob.mx/conavi>)

El subsidio asignado a la línea de apoyo a la sustentabilidad debe ser utilizado para la incorporación de ecotecnias y ecotecnologías que contribuyan a mejorar las condiciones de habitabilidad en las viviendas. Es esencial tener en cuenta las recomendaciones de diseño basadas en la orientación y el clima antes de proceder con la implementación.

V.20 Matriz de Priorización de Ecotecnias y Ecotecnologías

En las matrices de priorización se presentan las 25 ecotecnias y ecotecnologías organizadas en cinco categorías: eficiencia térmica, agua, energía, residuos y áreas verdes, las cuales se proponen para su implementación en la vivienda. Siempre es fundamental tener en cuenta en primer lugar la carencia de servicios básicos como agua, drenaje, energía eléctrica, gas y gestión de residuos en el territorio, y posteriormente, considerar la región climática en la que se encuentra ubicada la vivienda.

Tabla 13. Prioridades de Ecotecnias y Ecotecnologías según CONAVI.

Ecotecnias y Ecotecnologías	Carencia de servicios en el territorio					Zonas Climáticas						
	Agua	Drenaje	Energía Eléctrica	Gas	Recolección de Residuos	Cálido Húmedo	Cálido Subhúmedo	Muy Seco	Seco y Semiseco	Templado Húmedo	Templado Subhúmedo	Frío de alta Montaña
Captación de Eficiencia Térmica	Material Eficiente en Techo					◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
	Acristalamiento con Control Solar					⊗	⊗	⊗	⊗			
	Material de Mayor Asoleamiento					⊗	⊗	⊗	⊗			
	Acabados Reflectivos					⊗	⊗	⊗	⊗			
	Dispositivo de Control Solar					⊗	⊗	◇	◇			
	Inodoro Ecológico o Baño Seco	◇	◇				◇	◇	◇	◇	◇	◇

Ecotecnias y Ecotecnologías		Carencia de servicios en el territorio					Zonas Climáticas					
		Agua	Drenaje	Energía Eléctrica	Gas	Recolección de Residuos	Cálido Húmedo	Cálido Subhúmedo	Muy Seco	Seco y Semiseco	Templado Húmedo	Templado Subhúmedo
Energía	Lámparas LED						◊	◊	◊	◊	◊	◊
	Lámparas Fluorescentes						◊	◊	◊	◊	◊	◊
	Filtro de Purificación	◊										
	Sistema de Tratamiento		×									
	Sistema de Agua de Captamiento	◊				⊗	⊗			⊗	⊗	
	Válvula de Seccionamiento	◊					◊	◊	◊	◊	◊	◊
	Llaves Aboradora en Cocina y Baño	◊					◊	◊	◊	◊	◊	◊
	Regadera con Grado Ecológico	◊					◊	◊	◊	◊	◊	◊
Agua												

Ecotecnias y Ecotecnologías		Carencia de servicios en el territorio				Zonas Climáticas							
		Agua	Drenaje	Energía Eléctrica	Gas	Recolección de Residuos	Cálido Húmedo	Cálido Subhúmedo	Muy Seco	Seco y Semiseco	Templado Húmedo	Templado Subhúmedo	Frío de alta Montaña
Energía	Estufa Ecológica				◇								
	Calentador Solar de Agua				◇					⊗	⊗	⊗	
	Calentador de Gas					△	△	△	△	⊗	⊗	⊗	
	Cámara Fría			◇									
	Panel Solar			×			⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
	Aerogenerador			×									
	Separador de Residuos					◇							
Residuos	Biodigestor	◇			×	◇							

Ecotecnias y Ecotecnologías		Carencia de servicios en el territorio				Zonas Climáticas							
		Agua	Drenaje	Energía Eléctrica	Gas	Recolección de Residuos	Cálido Húmedo	Cálido Subhúmedo	Muy Seco	Seco y Semiseco	Templado Húmedo	Templado Subhúmedo	Frío de alta Montaña
Áreas Verdes	Sembrado de Árboles						⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
	Huerto Familiar						⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

NOTA: PRIORIDADES DE ECOTECNIAS Y ECOTECNOLOGÍAS SEGÚN CONAVI 2023. (HTTPS://WWW.GOB.MX/CONAVI)

◇ PRIORIDAD ALTA

⊗ PRIORIDAD MEDIA

△ PRIORIDAD BAJA

× ÚNICAMENTE VIVIENDA EN CONJUNTO

×× Únicamente Vivienda en Conjunto y Utilizando Algunos Sistemas Prefabricados

VII. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS VIVIENDAS

En este capítulo se presenta la información de forma visual, relacionando cada requisito del reglamento y la terminología de manera que sea comprensible para cualquier persona interesada en el tema. No solo se centra en los aspectos normativos, sino que también realiza un ejercicio secuencial que muestra paso a paso las actividades y procesos constructivos para llevar a cabo el proyecto de vivienda en dos casos previamente mencionados: construcción total y parcial de las viviendas.

VII.1 Construcción Total de Viviendas

🧹 *Limpieza y Deshierbe*

La limpieza se considera una de las actividades preliminares y consiste en eliminar del terreno cualquier material que pueda obstaculizar el proceso constructivo, como basura, maleza, arbustos, escombros, etc.

Cuando se retira un árbol u otro material mediante una excavación, es necesario rellenar la excavación con tierra limpia y sin contaminantes, colocándola en capas de 20 cm de espesor, humedeciéndola sin que se vuelva lodo y compactándola, ya sea con un pisón de mano o una bailarina. Este proceso se repite hasta alcanzar el nivel natural del terreno. El propósito principal de esta actividad es construir sobre una superficie que garantice una buena resistencia y, de esta manera, prevenir futuros problemas en la estructura, como fisuras en los muros debido al asentamiento de la cimentación.



Fig. 75. Terreno antes de Limpieza y Deshierbe.
Elaboración Propia.



Fig. 76. Terreno después de Limpieza y Deshierbe.
Elaboración Propia.

Trazo y Nivelación

Cualquier proyecto de ingeniería civil comienza reproduciendo en el terreno el trazado proporcionado en el plano de cimentaciones. Esto implica ubicar los puntos de intersección entre los ejes y la poligonal de apoyo, así como los propios ejes. En cuanto a los niveles, se referencia la cota cero del plano a un banco externo y, a partir de ese punto, se establecen los demás niveles.

Para llevar a cabo el trazado y los niveles indicados, se utilizan instrumentos topográficos tradicionales, como el tránsito y el nivel de tripié. Estos instrumentos permiten colocar clavos en las estacas de madera en los puntos de intersección de ejes y establecer las referencias de nivel.

Los ejes se extienden más allá del área del edificio para que, al realizar la excavación, sea fácil reponer estos puntos de intersección.

Una vez completada la excavación, se coloca una plantilla de concreto de baja resistencia, de 5 a 8 cm de espesor, en la superficie del terreno. Esta plantilla coincide con el nivel de la cimentación y tiene varias finalidades, como limpiar el fondo de la excavación, proteger el suelo de daños debido al tráfico constante y prevenir la contaminación del concreto de la cimentación. Además, se utiliza para marcar de manera definitiva los puntos de intersección entre los ejes.

Dado que es necesario excavar o construir sobre estos puntos de referencia, los ejes que los cruzan se extienden fuera del área de trabajo y se marcan para indicar la ubicación de sus extremos. Así, utilizando hilos y estas marcas como referencia, es fácil reponer los puntos necesarios, dejando el equipo topográfico para verificar su precisión. Un proceso similar se puede aplicar a los niveles, transportando las cotas con un nivel de manguera y utilizando el nivel de tripié para verificarlas.

Reposición de trazos

- a) Se construyen marcos de madera conocidos como puentes, junto con un elemento horizontal llamado travesaño o niveleta.
- b) Se extienden hilos horizontales sobre los ejes deseados, conocidos en el sitio como reventones, sujetándolos en los extremos a las niveletas. Se utiliza un puente en cada extremo de los ejes.

- c) Se coloca una plomada sobre los puntos de intersección de los ejes, previamente determinados con el tránsito. Estos hilos horizontales se desplazan sobre la niveleta hasta que estén perfectamente alineados con el punto deseado.
- d) Se realizan muescas en los puentes, marcando los lugares donde quedaron los hilos. Esto permite restablecer el trazado de los ejes tantas veces como sea necesario.
- e) Una vez completada la reposición del trazado sobre la plantilla y comprobada su precisión, se introduce un clavo en cada punto de cruce de los ejes. La cabeza del clavo sirve como referencia fija.

Traslado de un nivel con manguera

- a) Se emplea una manguera transparente de aproximadamente 1/2 pulgada de diámetro o similar.
- b) Se llena la manguera directamente desde un recipiente de agua mediante succión, asegurándose de eliminar las burbujas de aire.
- c) Se coloca uno de los extremos de la manguera en la marca del nivel que se desea transferir. Para lograrlo, se ajusta la altura del otro extremo de la manguera hasta que el menisco de agua coincida exactamente con la marca deseada.
- d) Se traza una línea horizontal en el punto indicado por el nivel del agua.



Fig. 77. Realización de trazo. Elaboración Propia.



Fig. 78. Realización de trazo. Elaboración Propia.

Cimentación

La cimentación, una parte crucial de la estructura, tiene la responsabilidad de soportar el peso de la construcción y transmitir de manera segura y estable las cargas al terreno sobre el cual se asienta. Esto asegura que la aplicación de las cargas unitarias sea compatible con las propiedades mecánicas del terreno natural en el que se encuentra.

Se recomienda llevar a cabo un estudio y análisis del terreno antes de determinar el tipo de cimentación que se utilizará, teniendo en cuenta el peso de la construcción y si esta es de carácter temporal o permanente. La elección del tipo de cimentación también debe considerar las características físicas y químicas del material, así como la topografía del lugar.

Las cimentaciones se dividen en dos categorías principales: superficiales y profundas, y dentro de las superficiales, encontramos diversas opciones, como cimientos aislados, corridos y losas de cimentación.

Cimentaciones Superficiales

Una cimentación superficial se ubica a poca profundidad en el terreno y se elige típicamente para edificios pequeños, como viviendas familiares o estructuras industriales de menor envergadura. Entre las cimentaciones superficiales se encuentran las siguientes:

Cimiento Aislado

Estos cimientos se utilizan en terrenos compactos y se componen de zapatas cuadradas, redondas, dados u otras formas especiales, dependiendo de las necesidades de carga y resistencia del terreno. Son adecuados para cargas puntuales, como las transmitidas por columnas. Pueden construirse utilizando diferentes materiales, como mampostería o concreto armado, según las cargas y la resistencia del suelo.

Cimiento Corrido

Estas cimentaciones son comunes en estructuras donde las cargas se distribuyen a lo largo de una pared continua, como en viviendas de varios pisos. Las cargas de las estructuras se transfieren a través de los elementos verticales y horizontales (muros, losas, trabes, columnas, etc.) hacia la cimentación. Las cimentaciones corridas pueden estar hechas de mampostería, concreto ciclópeo o zapatas corridas de concreto armado.

Estos tipos de cimentaciones aseguran una distribución adecuada de las cargas y garantizan la estabilidad de la estructura en función de sus características y necesidades.

Cimiento Ciclópeo

El cimiento ciclópeo, utilizado en gran medida en esta región de la República Mexicana, es especialmente popular entre los constructores autodidactas. Esto se debe a su capacidad de construcción gradual, permitiendo a las personas avanzar en su construcción de acuerdo a sus recursos disponibles, tanto económicos como de tiempo. Sin embargo, es importante destacar que este método de construcción tiene sus desventajas. Al no contar con una estructura uniforme debido a colados por etapas, puede presentar fallas en las uniones, ya que no se ejecuta de forma monolítica. Sin embargo, al llevar a cabo la construcción simultáneamente o bajo la supervisión de un profesional, se pueden realizar en etapas, asegurando que las uniones se realicen en los puntos que presenten menos problemas. Además, se pueden utilizar aditivos para unir el concreto nuevo con el previamente colocado.

Un cimiento tipo ciclópeo es un elemento estructural diseñado para resistir esfuerzos de compresión debido al peso de la estructura. Sin embargo, debido a la composición de sus componentes pétreos de distintos tamaños de grano, no es adecuado para resistir esfuerzos de tracción. Por lo tanto, un cimiento de concreto ciclópeo se recomienda en terrenos con una resistencia superior a 1.8 kg/cm² y se utiliza comúnmente para soportar cargas de muros que están sujetos a peso, especialmente entre dos elementos estructurales verticales, conocidos como castillos o columnas.

Este tipo de cimentación generalmente se compone de concreto con una resistencia de 150 kg/cm², que debe ocupar aproximadamente el 60% del volumen, mientras que el 40% restante debe llenarse con piedra bola de hasta 12" de diámetro.

Procedimiento para Construir un Cimiento Ciclópeo

Una vez que se ha realizado la excavación, nivelado y compactado el terreno, asegurándose de que los taludes sean verticales, se debe tener cuidado de que la tierra excavada no quede al borde de la excavación, ya que esto podría causar deslizamientos y derrumbes. Para facilitar el transporte del concreto, se pueden colocar tablones o pasos sobre las zanjas, lo que permite que la carretilla con el concreto y la que lleva la piedra atraviesen las zanjas hasta el área de trabajo.



Fig. 79. Excavación de zanjas. Elaboración Propia.



Fig. 80. Excavación terminada. Elaboración Propia.

Es esencial mantener la dosificación del concreto adecuada y transportarlo en carretillas hasta el lugar de vertido. El concreto se vierte en la zanja y se coloca la piedra sobre él, asegurándose de que la mezcla cubra completamente la piedra, siguiendo el concepto de "piedra ahogada en concreto". Después de 12 horas, se puede rociar agua sobre el cimient, y este procedimiento debe repetirse durante 8 días para permitir que el concreto alcance su resistencia sin perder su humedad, un proceso conocido como curado.



Fig. 81. Armado de Cimentación. Elaboración Propia.



Fig. 82. Encofrado de cimentación. Elaboración Propia.

Cimentación de Mampostería

Debido a la abundancia de piedra en nuestro país, excepto en la parte noroeste de la República Mexicana, la cimentación de mampostería es ampliamente utilizada en la mayoría de las construcciones. Su propósito es distribuir el peso de la edificación sobre el terreno, y para lograr esto, se construye con una base más ancha que la parte superior, con lados inclinados conocidos

como taludes o escarpíos. Generalmente, se distinguen dos tipos de cimientos de mampostería: los colindantes, ubicados en los límites del terreno, y los interiores o centrales.

Los cimientos interiores o centrales presentan dos lados inclinados, conocidos como taludes o escarpíos. En cambio, los cimientos colindantes tienen un lado completamente vertical que da hacia el terreno vecino y otro lado inclinado hacia el interior de la propiedad. En terrenos con poca resistencia (alrededor de 5 t/m²), la base del cimiento puede tener hasta 1.20 metros de ancho para casas de dos pisos, mientras que en terrenos con una resistencia superior (más de 10 t/m²), la dimensión de desplante puede ser de solo 0.60 metros de ancho. Estos cimientos, que generalmente se utilizan en casas de uno o dos niveles, deben ser calculados para soportar la carga total de la construcción al final del proyecto. En ocasiones, se construyen inicialmente para soportar la carga de un solo piso y, más tarde, cuando se añade un segundo piso, se aumenta la carga sobre los cimientos. Por lo tanto, es importante considerar cualquier ampliación futura al dimensionar adecuadamente el tamaño de la cimentación.

Para construir una cimentación de mampostería, se deben seleccionar piedras adecuadas. Existen varias variedades de piedras con las que se puede construir, como piedras volcánicas o de basalto, pero no se recomiendan las calizas ni las piedras laja debido a su fragilidad. Antes de utilizar las piedras, se humedecen para evitar que absorban el agua de la mezcla con la que se pegarán. Luego, se coloca una capa de mezcla sobre la plantilla de la zanja o cepa como base para las primeras piedras, que deben ser las de mayor tamaño. Las piedras más pequeñas se colocan sobre estas, y aunque su forma suele ser irregular, tienen superficies planas que se utilizan para formar las caras de los taludes inclinados.

El maestro albañil debe seleccionar y colocar las piedras de manera que encajen como un rompecabezas, uniendo sus caras para dar forma a la superficie inclinada, utilizando dos hilos como guía, uno para el desplante y otro en la parte superior para dar la inclinación adecuada. Las piedras deben adherirse con una mezcla de cemento y arena en una sola capa, y no deben utilizarse como relleno. Para el relleno, se pueden usar piedras más pequeñas, conocidas como cuñas. Es importante seleccionar con cuidado las piedras que se colocarán en las esquinas, asegurándose de que dos de sus lados formen la esquina y que estén bien asentadas en las piedras inferiores antes de recibir las que se colocarán en la parte superior.

En la construcción de cimientos de mampostería, es crucial prestar especial atención a las esquinas, ya que una misma piedra puede ser colocada de múltiples formas debido a su volumetría y superficies. El albañil examina estas piedras desde todos los ángulos, girándolas y ajustándolas para descubrir las mejores posibilidades de encaje. Si una piedra no se asienta correctamente, el albañil la labra o desbasta ligeramente en la superficie de contacto con un cincel y un martillo, y utiliza pequeñas piedras o rajuelas para rellenar los huecos y aumentar la superficie de contacto. Las rajuelas solo deben usarse para nivelar, no para mantener las piedras en su lugar. Si no es posible lograr una buena nivelación y superficie de contacto, es preferible cambiar la piedra, ya que podría no ser la pieza adecuada para el rompecabezas.

El mortero o mezcla juega un papel esencial, ya que une las piedras de manera permanente después de endurecer (fragar) en unas pocas horas. Sin embargo, es importante no utilizar una cantidad excesiva de mortero para que las piedras se apoyen entre sí. La capa de mortero no debe tener un espesor mayor a 2.5 centímetros y no deben dejarse huecos. Una vez que una piedra se ha colocado en su lugar, no debe moverse, ya que esto podría aflojar la unión entre las piedras y el mortero. Solo es necesario limpiar el exceso de mortero en cada una de las juntas. En las juntas verticales, la gravedad puede afectar el llenado, por lo que es necesario presionar la mezcla (que debe ser pastosa, no líquida) para llenar estos espacios.

Este tipo de cimiento debe construirse de manera continua en capas que se escalonan, lo que depende de la cantidad de trabajo, el personal y las jornadas de trabajo. Si se concluye en una sola jornada o no, es importante que la cimentación empalme de manera correcta para evitar cortes inadecuados en los tramos que podrían causar asentamientos futuros.

Herramientas como el hilo, la plomada y el nivel son fundamentales para garantizar la verticalidad de los cimientos de colindancia y supervisar constantemente la inclinación de los taludes. Los hilos inferior y superior se utilizan como referencia constante para el albañil.

Es esencial consultar constantemente los planos constructivos, especialmente los de las instalaciones, para asegurarse de que se dejen pasos para las tuberías u otras instalaciones sanitarias en las cimentaciones. Además, se debe considerar que en cada esquina o intersección de los muros se colocará un elemento vertical estructural llamado castillo, cuyo armado de

refuerzo debe anclarse en la cimentación. Por lo tanto, en la construcción de la cimentación, habrá algunos trabajos adicionales necesarios para continuar con la obra constructiva.

La parte superior de este cimiento, conocida como corona, debe nivelarse completamente y mantenerse horizontal. Para lograrlo, se utiliza la cara de la piedra, una capa de mezcla de cemento y arena (la misma que se utiliza para pegar las piedras) y rajuelas de piedra. Luego, se rellena la cepa en capas de 20 centímetros, compactándola. La tierra extraída de la excavación se usa para el relleno, siempre asegurándose de que esté libre de basura, raíces u otros materiales ajenos. Se compactan ambas capas en ambos lados con un pisón de mano para evitar desplazamientos hacia un solo lado.

Cuando implementamos cimientos, ya sean de concreto ciclópeo o de tipo mamposteo, es esencial destacar la importancia de verter una dala de desplante, también conocida como dala sobre cimiento. Esta dala cumple una función fundamental, ya que recibe la carga de la estructura y la distribuye de manera uniforme sobre la cimentación. Sin embargo, lo más significativo es que, cuando se diseña y arma adecuadamente, brinda una mayor rigidez frente a posibles esfuerzos cortantes.



Fig. 83. Cimentación de Mampostería. Elaboración Propia.



Fig. 84. Acabados de cimentación de Mampostería. Elaboración Propia.

Instalación Sanitaria

La infraestructura de plomería es un componente vital en todo proyecto de construcción, ya que proporciona el sistema que abastece y elimina el agua, además de gestionar los desechos líquidos y sólidos dentro de una edificación. Este proceso constructivo, a menudo subestimado en su complejidad, requiere una planificación meticulosa, un diseño detallado y una ejecución precisa para asegurar un funcionamiento adecuado y una durabilidad a lo largo del tiempo.

Fase de Planificación y Diseño

El proceso comienza con una fase crucial de planificación y diseño. Se deben identificar las necesidades específicas del proyecto, como el número de baños, cocinas y otros puntos de agua. Es esencial determinar la ubicación óptima y las dimensiones de las tuberías, así como elegir materiales resistentes a la corrosión y la presión.

Preparación del Sitio

Una vez que se tiene un diseño detallado, se procede a la preparación del sitio. Esto puede implicar la excavación de zanjas en el suelo para alojar las tuberías de suministro y desagüe. Es importante asegurar la pendiente adecuada para garantizar un flujo efectivo de aguas residuales.

Instalación de Tuberías

La instalación de tuberías es una fase crítica. Deben colocarse adecuadamente las tuberías de suministro de agua fría y caliente, así como las tuberías de desagüe y ventilación. La precisión en la colocación y la correcta unión de las tuberías son fundamentales para evitar futuras fugas y obstrucciones.

Pruebas y Ajustes

Después de completar la instalación, se llevan a cabo pruebas rigurosas. Las pruebas de presión y estanqueidad se emplean para identificar fugas o problemas en las tuberías. Además, las pruebas de funcionamiento se llevan a cabo para garantizar un flujo adecuado de agua y una eliminación eficiente de desechos.

Capacitación y Mantenimiento

Tras la exitosa implementación de la infraestructura de plomería, es esencial proporcionar capacitación al usuario final sobre el uso correcto de los accesorios y la importancia del

mantenimiento regular. El uso responsable es clave para prevenir obstrucciones y acumulaciones no deseadas en el sistema.



Fig. 85. Instalación Sanitaria. Elaboración Propia.



Fig. 86. Instalación Sanitaria. Elaboración Propia.

Biodigestor

En ocasiones, la falta de infraestructura de saneamiento básico en comunidades hace que la instalación sanitaria sea un desafío. Ante este escenario, surge una solución altamente efectiva: los "Biodigestores". Estos sistemas innovadores han demostrado ser eficientes en el tratamiento de desechos orgánicos y la generación de energía renovable.

Planificación y Diseño Integral

El proceso de construcción de un biodigestor comienza con una fase de planificación y diseño exhaustiva. Se deben evaluar factores cruciales como el tipo y cantidad de desechos orgánicos disponibles, la demanda de biogás y la utilización prevista del digestato (residuo orgánico procesado). Se selecciona el tipo de biodigestor más adecuado, ya sea de flujo continuo o por lotes, y se definen componentes clave como el tanque de fermentación y el sistema de recolección de biogás.

Preparación del Terreno

Una vez definido el diseño, se procede a la preparación del sitio. Esto puede incluir la nivelación del terreno, la construcción de bases adecuadas para el biodigestor y la implementación de sistemas de drenaje para prevenir inundaciones.

Construcción del Biodigestor

La construcción del biodigestor implica la creación del tanque de fermentación, que constituye el corazón del proceso. Se emplean materiales resistentes y duraderos, como concreto o geomembranas de alta calidad, para garantizar la integridad a largo plazo. Se instalan sistemas de mezcla y agitación para fomentar la descomposición de los desechos y la producción de biogás.

Instalación de Sistemas de Alimentación y Extracción

El flujo de entrada y salida de los desechos en el biodigestor se planifica meticulosamente. Los sistemas de alimentación controlan el flujo de material orgánico al biodigestor, mientras que los sistemas de extracción del digestato permiten la recogida y uso adecuado del residuo procesado.

Generación de Biogás y Utilización Eficiente

Una vez en funcionamiento, los desechos orgánicos se descomponen en un entorno anaeróbico, generando biogás compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono. El biogás puede recolectarse y utilizarse como fuente de energía renovable para calefacción, generación de electricidad o cocina.

Mantenimiento y Monitoreo

Los biodigestores requieren mantenimiento regular para garantizar su óptimo funcionamiento. Inspecciones periódicas son cruciales para detectar posibles fugas, problemas de agitación o desequilibrios químicos y tomar medidas correctivas. El monitoreo constante de los niveles de biogás y la calidad del digestato es esencial para un rendimiento eficiente.

Beneficios y Desafíos

El proceso de construcción de biodigestores conlleva notables beneficios en términos de sostenibilidad ambiental y energética. Ayudan a reducir la contaminación del agua y el suelo al tratar desechos orgánicos, y ofrecen una fuente de energía renovable que puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, los desafíos incluyen la necesidad de conocimientos técnicos especializados, inversión inicial y gestión adecuada de los procesos biológicos.



Fig. 87. Beneficiario recibiendo Biodigestor. Elaboración Propia.



Fig. 88. Replanteo de ubicación del biodigestor. Elaboración Propia.

👷 **Losa de Cimentación**

La losa de cimentación es fundamental para asegurar la estabilidad y la carga adecuada de una estructura. La losa de cimentación es la base sobre la cual se apoyan las paredes y columnas de un edificio, distribuyendo las cargas del mismo y proporcionando un soporte seguro. A continuación, se detallan las principales etapas involucradas en el proceso constructivo de una losa de cimentación:

Excavación y Preparación del Terreno: Se realiza una excavación en el área donde se ubicará la losa, cuya profundidad y dimensiones se determinan según las cargas y el tipo de suelo. Las paredes y el fondo de la excavación se nivelan y compactan.

Colocación de Capa de Relleno: Si es necesario, se agrega una capa de material granular, como grava o arena, en la parte inferior de la excavación para crear una superficie estable y uniforme que distribuye las cargas y mejora el drenaje.

Instalación de Armadura: Se coloca una armadura de acero (varillas de refuerzo) sobre la capa de relleno para brindar resistencia adicional y prevenir la formación de grietas en el concreto. Estas varillas se posicionan de acuerdo con el diseño estructural y se conectan entre sí mediante alambres.



Fig. 89. Armado de losa de Cimentación. Elaboración Propia.

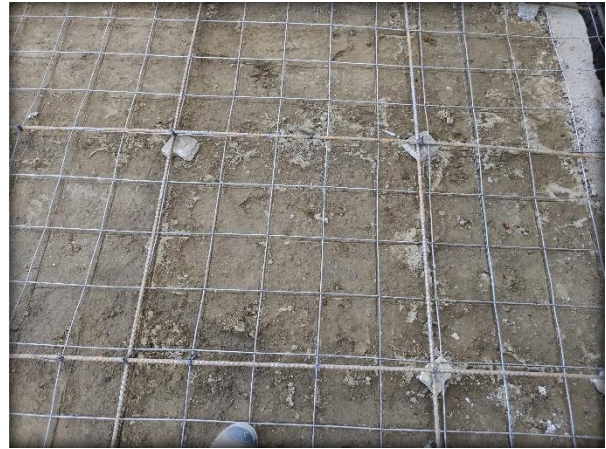


Fig. 90. Armado de losa de Cimentación. Elaboración Propia.

Encofrado: Se construye un encofrado alrededor del área donde se verterá el concreto. Este encofrado, que puede ser de madera, metal u otros materiales, crea una forma temporal que retiene el concreto durante el proceso de vertido y fraguado.

Vertido del Concreto: El concreto de alta calidad se vierte dentro del encofrado. Para eliminar burbujas de aire y lograr una distribución uniforme, se utilizan vibradores. El concreto debe cumplir con las especificaciones de diseño.

Nivelado y Compactación: Se utilizan herramientas adecuadas para nivelar y compactar el concreto, asegurando una superficie uniforme y libre de irregularidades. En ocasiones, se utiliza una regla vibratoria para este propósito.

Curado del Concreto: Tras el vertido, el concreto debe curarse adecuadamente para adquirir resistencia y durabilidad. Esto implica mantener la losa húmeda y protegida del sol y el viento durante un período determinado, generalmente al menos una semana.

Retirada del Encofrado: Cuando el concreto alcanza la resistencia requerida, se procede a retirar cuidadosamente el encofrado, con precaución para evitar daños en la losa o la superficie de concreto.

Acabados Finales: Después de retirar el encofrado, se realizan ajustes finales en la superficie de la losa. Esto puede incluir la corrección de pequeñas irregularidades, pulido y la aplicación de selladores para proteger la superficie.



Fig. 91. Losa de Cimentación. Elaboración Propia.



Fig. 92. Losa de Cimentación. Elaboración Propia.

🔧 **Castillos y Cerramiento de Puertas y Ventanas**

Los castillos son pilares verticales empleados en la edificación de muros y paredes, desempeñando un papel fundamental al brindar soporte y estabilidad a la estructura. A continuación, se describe el proceso general de construcción de castillos:

Preparación del Terreno: Se inicia con la limpieza y nivelación del área donde se erigirán los castillos. Esto incluye la eliminación de obstáculos, la limpieza de vegetación y la adecuación del terreno.

Diseño y Planificación: Se establecen las especificaciones técnicas de los castillos, como altura, dimensiones y ubicación en función del diseño estructural global del edificio.

Excavación de Cimientos: Se realiza la excavación del suelo para crear una base sólida destinada a los cimientos de los castillos. La elección entre cimientos de concreto armado o mampostería depende de la estructura y las cargas a soportar.

Construcción de Cimientos: Se lleva a cabo la construcción de los cimientos que servirán como base para los castillos. Esto puede implicar el vertido de concreto en los cimientos excavados y la inserción de barras de refuerzo de acero para fortalecer la estructura.



Fig. 93. Unión de Castillos a Contratrabe. Elaboración Propia.



Fig. 94. Salidas de varilla para amarre de Castillos. Elaboración Propia.

Levantamiento de Castillos: Se procede a la construcción de los castillos sobre los cimientos. Se utilizan bloques de concreto, ladrillos u otros materiales similares para edificar la parte vertical de los castillos, asegurándolos con mortero.

Nivelación y Alineación: Es esencial garantizar la nivelación y la alineación precisa de los castillos. Para ello, se emplean herramientas de medición y nivelación que aseguran la verticalidad y la alineación adecuada.

Instalación de Vigas y Techos: En muchos casos, los castillos también funcionan como soporte para las vigas horizontales y los techos de la estructura. Por lo tanto, se instalan las vigas sobre los castillos para completar la estructura de soporte.

Verificación y Ajustes: Se realiza una verificación exhaustiva de la alineación, nivelación y la integridad de las conexiones entre los castillos y otros elementos estructurales. Cualquier ajuste necesario se efectúa en esta etapa.

Refuerzo Adicional (si es necesario): En situaciones específicas, se pueden incorporar refuerzos adicionales a los castillos, como barras de acero verticales, para aumentar su resistencia y capacidad de carga.

Finalización y Acabados: Una vez que los castillos se encuentran correctamente instalados y verificados, se procede a la construcción de los muros y paredes que descansarán sobre ellos. De este modo, los castillos proporcionan el soporte estructural necesario para asegurar la estabilidad de la edificación.

Cada fase del proceso, desde la preparación del terreno hasta la verificación final de los castillos, debe llevarse a cabo con precisión y cumpliendo las normas y especificaciones de diseño correspondientes.



Fig. 95. Encofrado de Castillos. Elaboración Propia.



Fig. 96. Encofrado de Castillos. Elaboración Propia.

👁️ Muros

En la edificación integral de viviendas, se emplearon ladrillos y, en ocasiones, bloques de hormigón como materiales de construcción, siendo el proceso constructivo similar para ambos.

Preparación del Terreno: Se realiza la limpieza y nivelación del área donde se erigirá el muro. Esto incluye la eliminación de obstáculos, despeje de vegetación y adecuación del terreno.

Excavación de Cimientos: En caso de requerir cimientos, se excava una zanja en el terreno para crear una base sólida. La profundidad y el ancho de la zanja dependen del diseño y las características del suelo.

Construcción de Cimientos: Concreto es vertido en la zanja excavada para establecer los cimientos del muro. Se pueden incorporar barras de refuerzo de acero para fortalecerlos, especialmente en terrenos propensos a asentamientos.

Colocación de Bloques o Ladrillos: Comienza la disposición de los bloques de concreto sobre los cimientos, utilizando mortero para fijarlos en su lugar. Los bloques deben estar nivelados y alineados adecuadamente. Si se trata de ladrillos, estos deben ser humedecidos antes de su colocación para evitar la absorción de humedad del mortero.

Aplicación de Mortero: Se aplica una capa de mortero en la parte inferior del bloque o ladrillo a colocar, así como en los lados de los mismos para asegurar su unión y proporcionar resistencia estructural.

Nivelación y Alineación: La nivelación y alineación precisa de los bloques son esenciales. Se emplean niveles y herramientas de medición para asegurar la verticalidad y horizontalidad del muro.

Instalación de Refuerzos (si es necesario): Dependiendo de las especificaciones del diseño y la altura del muro, se pueden insertar barras de refuerzo de acero verticalmente en intervalos regulares para fortalecerlo.

Puertas y Ventanas: Si el muro incluye aberturas para puertas y ventanas, se dejan espacios adecuados durante la colocación de los bloques. Estos espacios se ajustarán posteriormente para acomodar las aberturas.

Continuación de Capas: Se prosigue con la disposición de bloques en capas sucesivas, aplicando mortero entre cada capa. Los bloques de capas superiores deben alinearse con los de las capas inferiores para garantizar la estabilidad del muro.

Acabados: Una vez finalizado el muro, se verifica nuevamente su nivelación y alineación, realizando ajustes si es necesario. En esta etapa, también se pueden aplicar acabados finales, como revestimientos, si se requieren.

Curado del Mortero: Después de construir el muro, es esencial permitir que el mortero cure adecuadamente antes de aplicar cargas significativas o continuar con la construcción.



Fig. 97. Construcción de Muro de tabique. Elaboración Propia.



Fig. 98. Construcción de Muro de Tabique. Elaboración Propia.

🔗 **Cadena de Cerramiento**

También denominada como "cadena de amarre", la cadena de cerramiento desempeña un papel esencial en la estabilidad y resistencia de una estructura de muros, especialmente en edificaciones de albañilería. El proceso constructivo de una cadena de cerramiento consta de los siguientes pasos:

Diseño y Planificación: Antes de iniciar la construcción de la cadena de cerramiento, se lleva a cabo un detallado diseño que abarca la ubicación, dimensiones, tipo de material y resistencia necesaria. Estos parámetros se basan en los planos estructurales y arquitectónicos del proyecto.

Preparación del Terreno: Se verifica la nivelación y alineación de los muros sobre los cuales se erigirá la cadena de cerramiento. Si es necesario, se instala un encofrado temporal para sostener la cadena durante su colocación y fraguado.

Preparación de Materiales: Se preparan los materiales requeridos para la construcción de la cadena de cerramiento, incluyendo bloques de concreto, ladrillos, mortero, barras de refuerzo, cemento y arena.

Colocación de Bloques o Ladrillos Iniciales: Se disponen bloques de concreto o ladrillos sobre el muro, alineándolos con su parte superior. Estos elementos formarán la base de la cadena de cerramiento.

Aplicación de Mortero y Refuerzo: Se aplica una capa de mortero en la parte superior de los bloques o ladrillos. Luego, se insertan barras de refuerzo (generalmente de acero) en el mortero,

extendiéndolas a lo largo de la longitud de la cadena. Estas barras aportan resistencia y anclaje a la cadena.



Fig. 99. Armado de Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.



Fig. 100. Armado de Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.

Colocación de Bloques o Ladrillos Superiores: Se disponen bloques de concreto o ladrillos adicionales sobre las barras de refuerzo, asegurándolos con mortero. Estos componentes conformarán la parte superior de la cadena de cerramiento.

Nivelación y Alineación: La nivelación y alineación precisa de la cadena de cerramiento son fundamentales. Se emplean niveles y herramientas de medición para garantizar la uniformidad.

Acabados: Si es necesario, se aplica mortero o material de relleno en las juntas entre los bloques o ladrillos para garantizar la integridad de la cadena.

Curado del Mortero: Una vez finalizada la construcción de la cadena de cerramiento, es esencial permitir que el mortero cure adecuadamente para alcanzar la resistencia deseada.



Fig. 101. Encofrado de Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.



Fig. 102. Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.

🕸 **Losa de Vigueta y Bovedilla**

Se trata de un método constructivo empleado para la creación de techos y entrepisos en edificaciones. Este enfoque combina viguetas (elementos horizontales de soporte) y bovedillas (bloques cerámicos que se intercalan entre las viguetas) para constituir una estructura sólida y resistente. A continuación, se detalla el proceso constructivo de una losa de vigueta y bovedilla:

Preparación del Área: Verifica que los elementos de soporte, como columnas y muros, estén construidos correctamente y que las viguetas estén en su posición correspondiente. Asegúrate de que la superficie de apoyo esté nivelada y libre de obstáculos.

Colocación de las Viguetas: Coloca las viguetas, ya sean de acero o concreto, sobre los soportes designados (muros o columnas) siguiendo las distancias y alineaciones indicadas en los planos estructurales. Garantiza que las viguetas estén niveladas y que sus extremos estén adecuadamente apoyados en los soportes.

Colocación de las Bovedillas: Acomoda las bovedillas cerámicas entre las viguetas, asegurándote de que encajen de manera precisa y se ajusten al ancho de las viguetas. Procura que las bovedillas estén alineadas y niveladas con la parte superior de las viguetas.



Fig. 103. Colocado de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.



Fig. 104. Losa de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.

Mortero de Relleno: Aplica mortero de relleno entre las bovedillas y las viguetas para establecer una conexión sólida. Este mortero también contribuirá a distribuir las cargas de forma uniforme en toda la losa.

Instalación de Refuerzo (si es necesario): Si el diseño estructural lo requiere, instala una armadura de refuerzo, generalmente una malla de acero, sobre las bovedillas antes de aplicar la capa de compresión.

Capa de Compresión: Añade una capa de concreto, conocida como capa de compresión, sobre las bovedillas y las viguetas. Esta capa finaliza la losa y aporta resistencia estructural. Es crucial nivelar y alisar esta capa para obtener una superficie uniforme.

Proceso de Curado: Tras la colocación de la capa de compresión, es esencial asegurarse de que el concreto cure de manera apropiada. Mantén la superficie húmeda y protegida del sol para permitir un fraguado lento y completo.

Acabados: Una vez finalizado el proceso de curado, puedes aplicar los acabados necesarios, como pintura, revestimiento o cielos rasos.

Inspección: Realiza una inspección final para verificar que la losa se haya construido de acuerdo con las especificaciones del diseño y las normativas. Asegúrate de que la nivelación, alineación y calidad general de la losa cumplan con los estándares requeridos.

La instalación de una losa de vigueta y bovedilla demanda precisión en cada fase para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura. Resulta fundamental seguir los planos y las especificaciones proporcionados por un ingeniero estructural para asegurar que la losa cumpla con los estándares de seguridad y rendimiento requeridos.

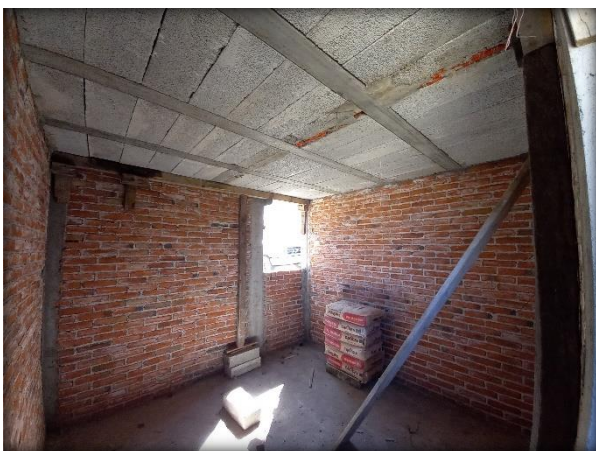


Fig. 105. Losa de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.



Fig. 106. Losa de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.

Instalación Eléctrica

Antes de emprender cualquier tarea, resulta esencial llevar a cabo una planificación minuciosa. Definir las necesidades eléctricas de cada estancia, identificar la ubicación de enchufes, interruptores y puntos de luz, y crear un diagrama que ilustre la distribución eléctrica en cada área de la vivienda.

Diseño y Cálculos: Realizar cálculos precisos de la carga eléctrica requerida para cada circuito y determinar el calibre de los cables, el tipo de interruptores, tomas de corriente y otros componentes necesarios. Asegurarse de consultar las normativas eléctricas locales y seguir las recomendaciones de seguridad.

Colocación de Conduit (manguera corrugada): Realizar ranuras en las paredes con cuidado para evitar dañar las columnas, y colocar el conduit de manera que quede cuidadosamente alojado, incluso dentro de la losa de vigueta y bovedilla.

Cableado: Iniciar la instalación de los cables desde el panel eléctrico hacia las diferentes áreas de la vivienda. Emplear conductos o tubos protectores para salvaguardar los cables y mantener su orden. Pasar los cables a través de las paredes y techos, asegurándose de que estén debidamente sujetos y sigan las rutas predefinidas en el plan.

Conexiones y Cajas de Empalmes: Colocar cajas de empalmes en las áreas donde los cables se conectan. Realizar las conexiones eléctricas en estas cajas de forma segura, utilizando conectores apropiados y garantizando la ausencia de cables sueltos.

Enchufes e Interruptores: Instalar las cajas de conexiones destinadas a los enchufes y los interruptores en las paredes. Conectar los cables a los enchufes e interruptores de acuerdo con el diseño previamente establecido.



Fig. 107. Ranura en muro para instalación eléctrica.
Elaboración Propia.



Fig. 108. Interruptor y Foco. Elaboración Propia.

Iluminación: Montar las cajas de conexiones para los puntos de luz en el techo o las paredes. Conectar los cables a las luminarias conforme al diseño establecido.

Pruebas y Verificaciones: Una vez que todas las conexiones estén realizadas, revisar nuevamente todas las conexiones y asegurarse de que todo esté instalado correctamente. Llevar a cabo pruebas antes de activar la electricidad para comprobar que los circuitos funcionan adecuadamente.

Encendido de la Corriente: Activar la electricidad desde el interruptor principal. Realizar una última verificación de todas las tomas de corriente, interruptores y puntos de luz para garantizar que funcionen conforme a lo planeado.

Seguridad: Garantizar que todos los cables estén debidamente protegidos y aislados. Etiquetar los interruptores y cortacircuitos en el panel eléctrico para facilitar su identificación.

En muchos casos, contar con la asistencia de un electricista profesional es recomendable para asegurarse de que la instalación se realice adecuadamente y esté en conformidad con las regulaciones vigentes.

👤 **Pretil y Chaflán**

Pretil: Un pretil es una pequeña pared o barandilla baja que se instala en los bordes de balcones, terrazas, azoteas u otras áreas elevadas con el propósito de brindar seguridad y protección. Su construcción puede variar en función del diseño y los materiales empleados.

Para construirlo, se inicia con la verificación del nivel de la superficie. Luego, se colocan los elementos verticales del pretil, como bloques o ladrillos, y se fijan en su lugar utilizando mortero. Además, se puede aplicar un acabado en la parte superior del pretil para darle un aspecto estético, como un reborde, una tapa de madera u otro material decorativo.



Fig. 109. Construcción de pretil. Elaboración Propia.

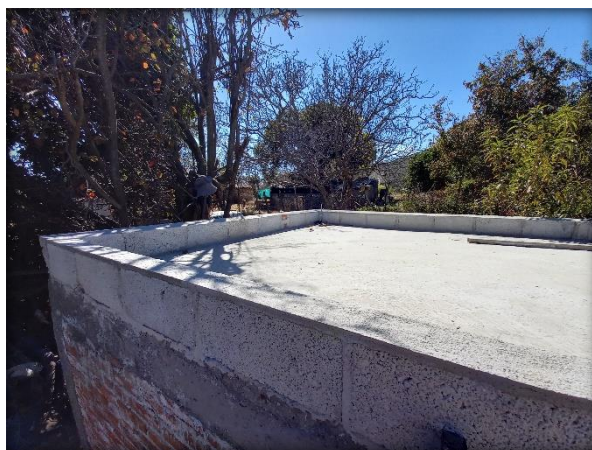


Fig. 110. Pretil. Elaboración Propia.

Chaflán: Un chaflán de mortero es un acabado biselado o inclinado en una junta de mortero en una estructura de albañilería. Se utiliza para mejorar la apariencia de las juntas, prevenir acumulaciones de agua en las esquinas y otorgar un aspecto estético a la estructura.

Para lograr un chaflán de mortero definido y uniforme, se puede emplear cinta adhesiva para marcar líneas guía en los bordes de la junta. Esto ayuda a mantener un ángulo constante mientras se aplica el mortero. Se prepara una mezcla de mortero fresco siguiendo las indicaciones del fabricante. Es fundamental lograr una consistencia adecuada para trabajar cómodamente. Con la paleta o llana de albañil, se toma una porción de mortero y se aplica a lo largo de la junta deseada, comenzando desde un extremo y avanzando hacia el otro, manteniendo la paleta inclinada según el ángulo del chaflán deseado.

Tras la formación del chaflán, se utiliza una esponja húmeda para alisar y suavizar la superficie del mortero, lo que contribuye a lograr un aspecto uniforme y eliminar cualquier exceso de mortero. Es importante limpiar cualquier residuo de mortero que pueda quedar en los ladrillos o bloques circundantes antes de que se seque.

Se permite que el mortero cure de acuerdo con las indicaciones del fabricante, y durante este proceso, es posible mantener la superficie húmeda para evitar que se agriete.



Fig. 111. Chaflán. Elaboración Propia.



Fig. 112. Chaflán. Elaboración Propia.

Estructura para Pórtico

Es esencial recordar que el proceso puede variar según el diseño específico y los materiales utilizados. Asimismo, se recomienda seguir las indicaciones del fabricante de las láminas de plastiteja y, en caso necesario, contar con la asistencia de un profesional de la construcción para asegurar que la estructura se construya de manera segura y adecuada.

Diseño y Planificación: Definir las dimensiones del pórtico, como altura, ancho y longitud, de acuerdo con las necesidades y el diseño del espacio. Calcular la cantidad de columnas y vigas necesarias para soportar la estructura.

Preparación del Sitio: Asegurarse de que el área donde se construirá el pórtico esté nivelada y preparada. Marcar los lugares donde se ubicarán las columnas.

Instalación de Columnas: Colocar las columnas de soporte en los lugares marcados. Estas columnas pueden ser de metal o madera y deben anclarse de manera segura al suelo utilizando bases de anclaje.

Instalación de Vigas de Soporte: Fijar las vigas de soporte horizontalmente entre las columnas para crear la estructura del techo del pórtico. Asegurarse de que las vigas estén niveladas y firmemente sujetas a las columnas.



Fig. 113. Estructura de Pórtico. Elaboración Propia.



Fig. 114. Estructura de Pórtico. Elaboración Propia.

Corte de Plastiteja: Medir y cortar las láminas de plastiteja al tamaño requerido para cubrir el techo del pórtico. (Emplear las herramientas de corte apropiadas para lograr bordes nítidos y bien definidos).

Fijación de Plastiteja: Colocar las láminas de plastiteja sobre las vigas de soporte y asegurarlas utilizando tornillos y arandelas diseñados para plástico. Asegurarse de que estén bien ajustadas para evitar filtraciones de agua.

Sellado y Acabado: Aplicar cinta adhesiva o sellador en las uniones entre las láminas de plastiteja para prevenir la entrada de agua. Esto es especialmente importante si se está creando una estructura impermeable.

Pruebas y Ajustes: Verificar que la estructura esté nivelada y que las láminas de plastiteja estén debidamente fijadas. Abrir y cerrar las láminas para asegurarse de que funcionen según lo planeado (en el caso de láminas ajustables).



Fig. 115. Pórtico. Elaboración Propia.



Fig. 116. Pórtico. Elaboración Propia.

Limpieza y Mantenimiento: Realizar limpiezas regulares de las láminas de plastiteja para evitar la acumulación de suciedad.

👤 **Tinaco**

Para asegurar un suministro confiable de agua potable en una vivienda o edificio, la instalación de un tinaco es de gran ventaja.

Elección del Lugar Adecuado: En primer lugar, es crucial seleccionar un lugar en la azotea u otro sitio elevado que sea lo suficientemente sólido para soportar el peso del tinaco lleno de agua.

Construcción de la Base de Soporte: Debes construir una base de soporte, que puede ser de concreto o metal. En este caso, todas las bases fueron de bloque y concreto.



Fig. 117. Beneficiario recibiendo tinaco. Elaboración Propia.



Fig. 118. Base de tinaco. Elaboración Propia.

Colocación del Tinaco: Sitúa el tinaco sobre la base de soporte de manera que esté nivelado y bien asegurado.

Conexión de Tuberías: Conecta las tuberías de entrada y salida de agua al tinaco. Emplea cinta de teflón o un sellador especial para roscas con el fin de evitar posibles escapes. También, si es necesario, se puede utilizar la tubería verde plus, que facilita la instalación con la termofusión.

Ranurado de Muros: De ser necesario, ranura los muros por donde pasará la tubería de agua potable desde el tinaco hacia la regadera y las llaves. Coloca válvulas de cierre en puntos estratégicos para permitir el control del flujo de agua y para facilitar futuras reparaciones.

Instalación de Válvula de Flotador: Dentro del tinaco, instala una válvula de flotador para controlar el llenado automático del mismo. Conecta la tubería de entrada de agua a esta válvula.

Pruebas y Verificación: Luego de la instalación, realiza pruebas para verificar el buen funcionamiento y asegurarte de que no haya fugas en las conexiones.

Instalación de Bomba (si es necesario): Si es necesario aumentar la presión del agua, procede a instalar una bomba siguiendo las instrucciones del fabricante.

Repisón

El repisón, también conocido como antepecho, es un elemento que se coloca en la parte superior de un pretil. Cumple diversas funciones:

- a) **Estética:** Los repisones en pretil suelen utilizarse con fines estéticos para mejorar la apariencia de una edificación o estructura. Pueden agregar detalles decorativos y elementos visuales interesantes que contribuyen al diseño arquitectónico general.
- b) **Seguridad:** La función principal de un repisón en pretil es proporcionar seguridad. Actúa como una barrera física que previene caídas desde lugares elevados, como balcones o terrazas, lo que es especialmente importante en edificios residenciales y comerciales.
- c) **Funcionalidad:** Los repisones en pretil también pueden servir como superficies funcionales, ofreciendo espacio adicional para colocar plantas, objetos decorativos, luces o para que las personas descansen los brazos o apoyen bebidas y libros.
- d) **Privacidad:** En algunas aplicaciones, los repisones en pretil se utilizan para brindar cierta privacidad visual, bloqueando la vista desde el exterior o definiendo áreas separadas en una terraza o balcón.
- e) **Protección contra el Clima:** Los repisones en pretil pueden ayudar a reducir la exposición al viento y la lluvia, proporcionando cierta protección contra los elementos en áreas exteriores.
- f) **Elementos de Diseño Temáticos:** En proyectos arquitectónicos específicos, los repisones en pretil pueden tener un propósito temático o narrativo, incorporando elementos de diseño relacionados con la cultura, la historia o el contexto del edificio.

Instalación del Repisón

Una vez que el pretil esté listo, coloca el repisón en la parte superior. Si el repisón es de concreto, mezcla el mortero según las instrucciones y aplícalo para fijar el repisón en su lugar. Asegúrate de que esté nivelado y correctamente alineado con el pretil.

Si es necesario, ajusta el repisón, como recortar el material para que encaje correctamente, utilizando herramientas de corte adecuadas para lograr la forma deseada.

Finalmente, dependiendo del material del repisón, puede ser necesario aplicar acabados, como pulir la superficie de concreto o aplicar selladores o barnices si es de madera.



Fig. 119. Repisón. Elaboración Propia.



Fig. 120. Repisón. Elaboración Propia.

🔧 Instalación de Inodoro, Lavadero y Regadera

a) Instalación del inodoro

Preparación: Antes de instalar el inodoro, asegúrate de que la brida en el suelo esté en buen estado y, si es necesario, reemplázala. También verifica que el anillo de cera esté colocado en la brida.

Colocación del inodoro: Coloca el inodoro en la brida de cera, alineando los orificios de montaje con los pernos de la brida. Presiona hacia abajo para que el inodoro quede bien asentado en la cera.

Fijación: Coloca arandelas y tuercas en los pernos de montaje del inodoro y apriétalos en su lugar, evitando apretar en exceso para no dañar la cerámica.

Conexión del tanque (si es necesario): Si el inodoro tiene un tanque separado, sigue las instrucciones del fabricante para conectarlo al tazón del inodoro.

Asiento del inodoro: Coloca el asiento del inodoro siguiendo las instrucciones del fabricante.

Conexión del suministro de agua: Conecta la tubería de agua al tanque del inodoro asegurándote de que esté bien ajustada y sin fugas.



Fig. 121. Replanteo de ubicación de inodoro. Elaboración Propia.



Fig. 122. Inodoro Colocado. Elaboración Propia.

b) Instalación del lavadero

Preparación: Construye una base de bloques para proporcionar soporte al lavadero.

Montaje del lavadero: Coloca el lavadero sobre la base, asegurándote de que esté nivelado y en la posición deseada.

Conexión del lavadero: Conecta las tuberías de agua fría y caliente al grifo del lavadero, aplicando cinta de teflón o sellador de tuberías en las roscas. Además, conecta el desagüe del lavadero al sistema de drenaje del baño, asegurándote de que el sifón esté correctamente ensamblado.



Fig. 123. Colocación de lavadero. Elaboración Propia.



Fig. 124. Lavadero colocado. Elaboración Propia.

c) *Instalación de la regadera*

Preparación: Verifica que las tuberías de agua fría y caliente estén listas en la pared para la regadera. Si es necesario, ajusta y corta las tuberías.

Montaje de la regadera: Instala el brazo de la regadera en la tubería de suministro de agua en la pared y conecta el cabezal de ducha.

Grifo de la regadera: Sigue las instrucciones del fabricante para instalar el grifo de la regadera y conecta las tuberías de agua fría y caliente.

Pruebas y ajustes: Abre las válvulas de suministro de agua y verifica que no haya fugas en el lavabo, el inodoro o la regadera. Además, asegúrate de que el inodoro descargue correctamente.

Sellado: Aplica un sellador de silicona alrededor de la base del inodoro y el lavabo para evitar fugas de agua y asegurar una instalación hermética.

Limpieza y acabado: Limpia cualquier exceso de sellador y realiza los toques finales de limpieza y acabado.



Fig. 125. Ranura de muro para colocación de tubería.
Elaboración Propia.



Fig. 126. Ranura de muro para colocación de tubería.
Elaboración Propia.

Impermeabilización

Aplicar un impermeabilizante de manera adecuada es fundamental para proteger las estructuras de los daños causados por la humedad. Para lograr una impermeabilización exitosa, es esencial elegir el producto correcto, preparar adecuadamente la superficie y aplicar capas de manera apropiada. Estos pasos, junto con la consulta a expertos cuando sea necesario, aseguran una protección duradera contra la infiltración de agua, lo que, a su vez, contribuye a la longevidad de las estructuras y evita costosas reparaciones a largo plazo.

Antes de aplicar el impermeabilizante, es crucial que la superficie esté limpia y libre de contaminantes, como polvo, suciedad y grasa. Cualquier grieta o daño en la superficie debe ser reparado y sellado adecuadamente previamente.

La elección del tipo de impermeabilizante adecuado es crucial y debe basarse en la superficie a tratar y las condiciones ambientales. Los impermeabilizantes pueden ser líquidos, en pasta o en rollo, cada uno con ventajas y aplicaciones específicas. Consultar a un experto o seguir las recomendaciones del fabricante es fundamental en esta etapa.

Luego, siguiendo las indicaciones del fabricante, se prepara la mezcla del impermeabilizante. Algunos productos requieren dilución con agua antes de la aplicación, mientras que otros se utilizan sin diluir. La correcta preparación de la mezcla es esencial para lograr una aplicación uniforme.

La aplicación debe realizarse de manera uniforme siguiendo un patrón específico, generalmente desde el punto más alto hacia abajo. Las herramientas adecuadas, como rodillos, brochas o pistolas de aire comprimido se utilizan según el tipo de impermeabilizante.

En la mayoría de los casos, se necesitan varias capas de impermeabilizante para asegurar una protección adecuada. Entre cada capa, se debe respetar el tiempo de secado recomendado por el fabricante para lograr una cobertura completa y una protección efectiva.

Después de la última aplicación, es importante permitir que el impermeabilizante se seque y cure completamente, siguiendo las indicaciones del fabricante.



Fig. 127. Casa impermeabilizada. Elaboración Propia.



Fig. 128. Casa impermeabilizada. Elaboración Propia.

👤 **Aplanado**

Antes de comenzar, es esencial preparar la superficie asegurándose de que esté limpia y nivelada. Se deben eliminar contaminantes como polvo, grasa, pintura antigua o revestimientos previos.

Existen diferentes tipos de aplanado, como el de mortero y el de yeso, cada uno con sus propias aplicaciones y características. La elección debe basarse en factores como la resistencia necesaria, la ubicación de la pared y el acabado deseado.

La capa base del aplanado se compone de mortero o yeso mezclado con agua y se aplica de manera uniforme sobre la superficie preparada. Se utiliza una regla o paleta de albañil para lograr la nivelación y el espesor adecuados, y esta capa base proporciona la estructura y la base para los pasos siguientes.

La creación de texturas y acabados en el aplanado se logra utilizando herramientas como llanas dentadas, esponjas o rodillos texturizados. La elección de estas herramientas y técnicas puede dar lugar a una variedad de efectos, desde acabados suaves y pulidos hasta texturas rústicas y rugosas.



Fig. 129. Aplanado interno. Elaboración Propia.



Fig. 130. Aplanado interno. Elaboración Propia.

La aplicación de aplanado es un proceso que requiere tiempo y paciencia, ya que las capas deben secarse adecuadamente entre aplicaciones y se necesitan ajustes precisos para lograr el resultado deseado. La paciencia es fundamental, ya que apresurarse puede resultar en imperfecciones en el acabado.



Fig. 131. Aplanado exterior. Elaboración Propia.



Fig. 132. Aplanado exterior. Elaboración propia.

Herrería de Puertas y Ventanas

La herrería ofrece una amplia variedad de posibilidades, desde diseños ornamentales hasta líneas modernas y minimalistas. La elección del material, como hierro forjado, acero inoxidable o aluminio, dependerá de factores como el entorno, la durabilidad requerida y la estética deseada. Una vez que se haya seleccionado el diseño y el material, el siguiente paso crucial implica la

toma precisa de medidas y una minuciosa planificación. La precisión es esencial para lograr un ajuste perfecto y evitar problemas de alineación y seguridad. En muchos casos, la herrería de puertas y ventanas se fabrica a medida, lo que significa que cada pieza se crea específicamente para el espacio en el que se instalará. Esto garantiza un ajuste perfecto y permite la personalización según las necesidades. La instalación de herrería debe ser realizada por profesionales con el conocimiento y las herramientas adecuadas para llevar a cabo esta tarea de manera efectiva. Finalmente, una vez instalada la herrería, se realizan los acabados finales. Esto puede incluir la aplicación de pintura o recubrimientos para proteger el material contra la corrosión y realzar la estética. Además, es importante educar a los propietarios sobre el mantenimiento adecuado para garantizar la longevidad de las puertas y ventanas de herrería.



Fig. 133. Herrería en ventana. Elaboración Propia.



Fig. 134. Herrería en Puerta y ventana. Elaboración Propia.

Pintura

Antes de abrir una lata de pintura, se deben de llevar a cabo los siguientes pasos:

Limpieza: Las superficies deben estar libres de polvo, grasa y suciedad para garantizar una correcta adhesión de la pintura.

Reparación: Cualquier daño, agujeros o grietas en las paredes debe ser reparado antes de aplicar la pintura, incluyendo el relleno de agujeros y el lijado de superficies ásperas.

La elección de los colores es un aspecto emocionante en el proceso de pintura. Los colores pueden influir en el estado de ánimo, la percepción del espacio y la cohesión de la decoración. Algunos consejos importantes incluyen buscar armonía en la paleta de colores, probar muestras de pintura en las paredes antes de comprometerse con un color y considerar los efectos visuales

de los colores, como el hecho de que los colores claros pueden hacer que una habitación parezca más grande y luminosa, mientras que los colores oscuros pueden crear una sensación de calidez y acogimiento.

La aplicación de pintura es un proceso transformador que combina preparación, elección de colores, técnica y acabado. Además de mejorar la estética de un espacio, la pintura permite a los propietarios expresar su estilo y personalidad, creando un ambiente único y acogedor en su hogar. Cada pincelada es una oportunidad para reflejar el corazón y el alma de los habitantes de la casa.



Fig. 135. Antes de aplicar pintura. Elaboración Propia.



Fig. 136. Antes de aplicar pintura. Elaboración Propia.



Fig. 137. Después de aplicar pintura. Elaboración Propia.



Fig. 138. Después de aplicar pintura. Elaboración Propia.

- **Loseta**

La colocación de losetas, conocidas también como baldosas o azulejos, es un proceso crucial en la construcción y remodelación de espacios interiores y exteriores. Este ensayo explorará el proceso paso a paso de cómo colocar losetas de manera efectiva y estética. La instalación de losetas no solo se trata de habilidad técnica, sino también de precisión y atención al detalle.

Preparación del Sustrato: Antes de comenzar a colocar las losetas, es fundamental preparar adecuadamente el sustrato. Esto implica asegurarse de que la superficie esté limpia y nivelada. Cualquier irregularidad en el sustrato puede afectar negativamente la calidad de la instalación y la apariencia final. Se pueden requerir reparaciones menores, como nivelar el suelo o tratar grietas con mortero. También es posible que se necesite una capa de mortero delgado o una imprimación para mejorar la adherencia del adhesivo.

Planificación y Diseño: La planificación es esencial en la instalación de losetas. Antes de aplicar cualquier adhesivo, se debe planificar la disposición y el diseño. Marcar líneas de referencia en el sustrato ayuda a mantener la alineación y la simetría. Esto es especialmente importante en patrones complejos o diseños decorativos.

Aplicación del Adhesivo: El adhesivo para losetas se aplica en pequeñas áreas del sustrato utilizando una llana dentada. La elección del adhesivo adecuado depende del tipo de losetas y del sustrato. Al colocar las losetas en el adhesivo, se deben usar espaciadores para mantener un espacio uniforme entre ellas. Presionar las losetas con firmeza asegura una adherencia adecuada y evita la formación de burbujas de aire.

Corte de Losetas: A menudo, es necesario cortar las losetas para ajustarse a los bordes o rincones. Esto se logra utilizando una cortadora de losetas o una sierra de inglete. La precisión en el corte es esencial para mantener la estética general del diseño.

Continuar la instalación: La instalación debe avanzar desde el centro hacia afuera. Esto ayuda a evitar atrapar aire bajo las losetas ya mantener la alineación adecuada. Utilizar un nivel es crucial para garantizar que las losetas estén perfectamente niveladas y alineadas durante todo el proceso.

Juntas: Una vez que las losetas adhesivas están en su lugar y ha secado, es hora de aplicar el cemento de juntas. Utilizar una llana de goma facilita la distribución uniforme del cemento en las juntas. Limpiar el exceso de cemento de juntas con una esponja húmeda antes de que se seque es esencial para obtener un acabado limpio y profesional.

Sellado (Opcional): En áreas propensas a la humedad, como baños y cocinas, es aconsejable sellar las juntas para prevenir filtraciones de agua y prolongar la durabilidad de la instalación.

Acabado: Una vez que todo esté completamente seco, retire los espaciadores y realice una limpieza final para eliminar cualquier residuo de adhesivo o cemento. El resultado final debe ser una superficie de losetas hermosa y duradera. Sellado (Opcional) En áreas propensas a la humedad, como baños y cocinas, es aconsejable sellar las juntas para prevenir filtraciones de agua y prolongar la durabilidad de la instalación.



Fig. 139. Colocación de loseta. Elaboración Propia.



Fig. 140. Loseta colocada. Elaboración Propia.

VII.2 Rehabilitación Parcial de Viviendas

Cimentación

En algunos casos, las viviendas sufrieron daños porque las personas carecían de conocimientos sobre cimentaciones y construyeron las edificaciones sin tener en cuenta este aspecto fundamental. Además, el tiempo y las condiciones del suelo pueden causar hundimientos en las bases de las viviendas. Las zapatas, cuando están diseñadas de manera adecuada, pueden contrarrestar estos hundimientos y mantener la estructura nivelada.

Para iniciar este proceso, es esencial evaluar la situación de la vivienda y planificar la ubicación de la cimentación. En las situaciones documentadas en las fotografías, la opción más adecuada para la construcción de la cimentación resultó ser el uso de zapatas. En esta sección, se describirá el proceso de construcción de estas zapatas sin poner en riesgo la integridad de la estructura.

Las zapatas se construirán de manera progresiva, comenzando en ubicaciones estratégicas que garanticen la estabilidad necesaria. Un ingeniero estructural se encarga de diseñar las zapatas, teniendo en cuenta las cargas adicionales previstas y las condiciones del suelo. Esto incluye la determinación del tamaño, la profundidad y la ubicación de las zapatas.

El primer paso consiste en excavar el terreno para crear el espacio requerido para la cimentación. La profundidad y el tamaño de la excavación dependerán del diseño específico. Es crucial asegurarse de que el fondo de la excavación esté nivelado y firme.

A continuación, se colocan armaduras de acero en el interior de las zapatas para proporcionar refuerzo adicional y mejorar la resistencia a la tracción. Luego se instala la cimbra para dar forma a las zapatas según las dimensiones de diseño. El concreto se vierte en las zapatas, garantizando una compactación adecuada y un nivelado preciso. El concreto debe seguir un proceso de curado adecuado para alcanzar su máxima resistencia.

Estos pasos se repiten para cada una de las zapatas que se construirán. Además, es importante asegurar una conexión segura entre la nueva cimentación y la estructura existente para distribuir eficazmente las cargas. Esto se logra mediante la instalación de castillos o columnas. Esta técnica no solo fortalece las bases de las viviendas, sino que también garantiza la seguridad de las personas que las habitan, lo cual es de suma importancia.



Fig. 141. Armado de zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.



Fig. 142. Armado de zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.



Fig. 143. Zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.



Fig. 144. Zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.

🏠 **Castillos y Contrafuertes**

Los castillos y contrafuertes desempeñan un papel fundamental en el refuerzo de la estructura existente, redistribuyendo de manera más eficiente las cargas. Hay varios elementos clave de diseño que se deben considerar:

- a) **Material y Estilo:** La elección del material y el estilo de las columnas debe complementar el diseño de la vivienda. Las opciones incluyen madera, hormigón, acero y piedra, entre otros.
- b) **Dimensiones:** Es esencial determinar las dimensiones adecuadas de las columnas, teniendo en cuenta tanto su altura como su diámetro. Esto depende de la escala de la vivienda.

- c) **Ubicación:** Los castillos pueden ubicarse tanto en el interior como en el exterior de la vivienda, mientras que los contrafuertes suelen estar en el exterior para proporcionar estabilidad.

En el caso de los castillos, el proceso comienza por apuntalar los muros existentes para garantizar que la estructura no se debilite durante la construcción. Esto es crucial para evitar accidentes. Luego, se procede a la ubicación del primer castillo en un vértice estratégico de la vivienda para reforzar la estructura. Se crea una apertura en el muro que coincide con las dimensiones del castillo a construir. A continuación, se coloca el armado del castillo, asegurándose de que esté conectado adecuadamente a la zapata y a la cadena de cerramiento para distribuir eficazmente las cargas. Para un ejemplo específico, se utilizaron castillos con dimensiones de 0.15 x 0.15 m, con estribos a intervalos de 0.10 m.

Se procede a colocar la cimbra de acuerdo con las dimensiones de diseño y se prepara la mezcla de concreto de acuerdo con las especificaciones requeridas. Al verter el concreto en el castillo, se utiliza vibración para eliminar las burbujas de aire y compactar el concreto. Luego, se cubre el castillo con una lona o papel de curado y se mantiene húmedo durante al menos una semana para permitir que el concreto alcance su resistencia máxima. Una vez que el concreto ha curado adecuadamente y ha alcanzado la resistencia necesaria, se retira el encofrado y se procede con la construcción de los siguientes castillos.



Fig. 145. Apuntalamiento para evitar debilitar la estructura. Elaboración Propia.



Fig. 146. Armado de castillo y apuntalamiento de muro. Elaboración Propia.



Fig. 147. Castillo colado en vivienda ya existente.
Elaboración Propia.



Fig. 148. Castillo colado en vivienda ya existente.
Elaboración Propia.

Los contrafuertes, por otro lado, se utilizan principalmente para aumentar la estabilidad en las viviendas de adobe. Para esto, se selecciona piedra duradera y resistente que se adapte al diseño y a las condiciones climáticas locales. Se realiza una excavación para crear una base sólida y se construye una cimentación, que en algunos proyectos tiene dimensiones de 0.80 x 1.00 x 1.20 m.

Se coloca un encofrado temporal alrededor de la zona donde se construirán los contrafuertes para darles forma y evitar que el mortero de piedra se extienda más allá de la ubicación deseada. Las piedras se seleccionan y se colocan en capas, una sobre otra, utilizando mortero de piedra o mortero de cal. Se presta especial atención al diseño y la disposición de las piedras para garantizar la estabilidad y la estética. Después de colocar cada capa de piedras, se compacta y nivela cuidadosamente para asegurarse de que los contrafuertes sean sólidos y estén alineados correctamente.

Las juntas entre las piedras se rellenan con mortero para fortalecer la estructura y evitar filtraciones de agua. En algunos casos, se pueden utilizar varillas de refuerzo de acero entre las capas de piedra para mejorar la resistencia. Una vez completada la construcción de los contrafuertes, se realiza un acabado final para igualar las superficies y lograr la apariencia deseada, lo que puede incluir el alisado de las piedras y la aplicación de un revestimiento protector.



Fig. 149. Cimentación de contrafuerte. Elaboración Propia.



Fig. 150. Construcción de contrafuertes. Elaboración Propia.



Fig. 151. Contrafuertes. Elaboración Propia.



Fig. 152. Contrafuertes. Elaboración Propia.

Rehabilitación de Losa de Cimentación

Si la losa de cimentación presenta fisuras o grietas, se procede a la eliminación de cualquier material deteriorado en las áreas afectadas utilizando un cincel y un martillo. Posteriormente, se rellenan las fisuras y grietas con un sellador especial para fisuras o mortero de reparación.

En caso de que la losa presente hundimientos en áreas específicas, se lleva a cabo un proceso de nivelación gradual utilizando gatos hidráulicos u otros métodos adecuados. Una vez que la losa esté completamente nivelada, se coloca relleno compactado debajo de ella para garantizar un soporte uniforme y estable.

Si la losa de cimentación ha perdido su resistencia o capacidad de carga, se requiere un enfoque más extenso. En este caso, es necesario demoler la losa existente y proceder con la construcción

de una nueva losa, reforzada con elementos estructurales como varillas de acero o aditivos que fortalezcan el mortero, con el fin de aumentar su capacidad de carga y resistencia.



Fig. 153. Armado de losa de cimentación. Elaboración Propia.



Fig. 154. Losa de cimentación ya colada. Elaboración Propia.

🔧 **Rehabilitación de Muro**

La rehabilitación de muros de adobe es un proceso técnico que demanda atención meticulosa a los detalles. Los muros de adobe en la zona presentaban signos de deterioro debido a la exposición al tiempo y a las inclemencias del clima. En los casos más críticos, se identificaron separaciones entre los muros, y se abordaron mediante la instalación de contrafuertes.

Para llevar a cabo la rehabilitación de un muro de adobe, es fundamental comenzar por limpiar la zona de trabajo. Se prepara una mezcla de mortero y se extiende uniformemente sobre la superficie del muro existente. A continuación, se colocan los ladrillos, que previamente han sido humedecidos, gradualmente a lo largo de todo el muro.

Con el objetivo de lograr una superficie uniforme y estéticamente agradable, se aplica mortero entre los ladrillos para rellenar las juntas. Luego de completar la rehabilitación, es esencial permitir que el mortero cure adecuadamente antes de someter el muro a cargas significativas. Para lograr un curado óptimo, se mantiene la humedad en el muro de ladrillo durante varios días.



Fig. 155. Rehabilitación de muro de adobe con tabique.
Elaboración Propia.



Fig. 156. Rehabilitación de muro de adobe con tabique.
Elaboración Propia.

En algunos casos fue necesario aperturar ventanas en los muros, en estos casos se procedió colocando un marco de tabiques con su respectivo dintel para poder distribuir las cargas correctamente sin dañar el adobe.



Fig. 157. Apertura de ventana en muro de adobe.
Elaboración Propia.



Fig. 158. Apertura de ventana en muro de adobe.
Elaboración Propia.

Por otro lado, las celosías son estructuras arquitectónicas o decorativas diseñadas para proporcionar sombra, privacidad o decoración en un espacio. Están compuestas por elementos entrecruzados, como lamas, listones o paneles, que permiten la circulación del aire y la entrada de luz, al mismo tiempo que crean patrones visualmente atractivos. Las celosías se utilizan comúnmente en jardines, balcones, fachadas de edificios y en interiores para mejorar la estética y la funcionalidad de un espacio al tiempo que controlan la luz y la ventilación. Pueden estar hechas de una variedad de materiales, como madera, metal, plástico, cerámica o vidrio, y se utilizan en una amplia gama de diseños y estilos para adaptarse a diferentes necesidades y preferencias estéticas.



Fig. 159. Celosía de botella. Elaboración Propia.



Fig. 160. Celosía de botella. Elaboración Propia.

En el caso de viviendas con muros de material industrializado que presentan daños menores, se sigue un proceso similar. Se limpia el área alrededor del daño, se retiran los bloques sueltos o dañados utilizando un cincel y un martillo, y se rellenan las grietas con mortero, nivelándolas con una espátula.

Si los bloques están gravemente dañados y no pueden repararse, se retiran y reemplazan con bloques nuevos que tengan las mismas dimensiones y diseño que los originales. Para asegurar que el muro esté nivelado y alineado correctamente, se utiliza un nivel de burbuja. Si el muro tiene una función estructural importante, como ser un muro de contención, se refuerza mediante la adición de varillas de acero o concreto reforzado para aumentar su resistencia y estabilidad.

Rehabilitación de Cubierta de Plastiteja

La plastiteja, una lámina de plástico reforzada con fibras, ha ganado popularidad como material de techado en diversas regiones debido a sus ventajas y versatilidad.

- a) **Costo Efectivo:** La plastiteja suele ser más económica que otros materiales de techado, como las tejas de cerámica o las láminas metálicas, lo que la convierte en una opción asequible para los propietarios de viviendas que buscan una solución de techado económica.
- b) **Ligereza:** La plastiteja es un material ligero en comparación con alternativas más pesadas, lo que facilita su manipulación e instalación, y reduce la carga en la estructura de la vivienda.

- c) **Durabilidad y Resistencia:** A pesar de ser ligera, la plastiteja es resistente a las inclemencias del tiempo, los rayos UV y las condiciones climáticas extremas. Además, no se corroe ni se oxida, lo que la hace duradera con el paso del tiempo.
- d) **Versatilidad en el Diseño:** La plastiteja está disponible en una variedad de colores y estilos, lo que permite a los propietarios de viviendas personalizar el aspecto de su techo según sus preferencias estéticas.
- e) **Mantenimiento Sencillo:** La superficie suave de la plastiteja se limpia y mantiene con facilidad, sin necesidad de un mantenimiento continuo, lo que resulta en ahorros significativos a largo plazo en tiempo y dinero.

La instalación de plastiteja en una vivienda involucra varios pasos esenciales. En primer lugar, es fundamental que la superficie esté limpia y nivelada. Cualquier reparación o corrección estructural requerida debe llevarse a cabo antes de la instalación.

Luego, se procede a colocar la estructura de soporte, donde el espaciado entre los tubulares juega un papel crítico. Este espaciado debe ser determinado por un ingeniero o profesional de diseño estructural y se ajustará según factores como la carga de viento, la carga de nieve y otros parámetros de diseño específicos. Para estos proyectos en particular, se emplearon tubulares de calibre 14 de 3" x 3" como soportes, junto con largueros horizontales longitudinales y transversales de calibre 18 de 4" x 1 ½" y 1 ¾" x 1 ¾". Estos componentes deben ser dimensionados para cubrir toda el área proyectada. Además, los tubulares utilizados en las estructuras de soporte de plastiteja deben estar fabricados de acero galvanizado o acero inoxidable para resistir la corrosión y garantizar una larga durabilidad.



Fig. 161. Estructura para cubierta de plastiteja.
Elaboración Propia.



Fig. 162. Estructura para cubierta de plastiteja.
Elaboración Propia

Una vez que la estructura está preparada, se procede a cortar las láminas de plastiteja de manera uniforme según las dimensiones requeridas. Estas láminas se fijan de forma segura a la estructura utilizando tornillos o sujetadores de 4”, asegurándose de seguir un patrón de izquierda a derecha. Asimismo, se colocan superponiéndolas ligeramente y ajustándolas según las indicaciones del producto para el traslape adecuado.

Finalmente, se aplica sellador de poliuretano (silicón) para sellar cualquier junta y los remates entre las láminas de plastiteja. Esto garantiza la creación de una barrera impermeable que previene filtraciones de agua y asegura la durabilidad del sistema de techado.



*Fig. 163. Cubierta de plastiteja colocada en vivienda.
Elaboración Propia.*



*Fig. 164. Cubierta de plastiteja colocada en vivienda.
Elaboración Propia.*

VII.3 Línea de Apoyo Sustentable

🔥 Estufa Ahorradora de Leña

Se trata de un dispositivo especialmente diseñado para calentar un espacio de manera más eficiente en comparación con las estufas convencionales que requieren una menor cantidad de leña. Estas estufas están optimizadas para una combustión más eficaz de la leña y, como resultado, minimizan la emisión de humo y gases, lo que las convierte en opciones respetuosas con el medio ambiente y más económicas en términos de consumo de combustible.

Antes de proceder con la instalación, es necesario contar con una base sobre la cual se ubicará la estufa. Esta base puede estar construida con diversos materiales, como cemento o adobe. Sin embargo, independientemente de los materiales utilizados, es esencial seguir las medidas indicadas en los planos, ya que representan las dimensiones mínimas requeridas para asegurar una instalación adecuada de la estufa tipo Patsari.

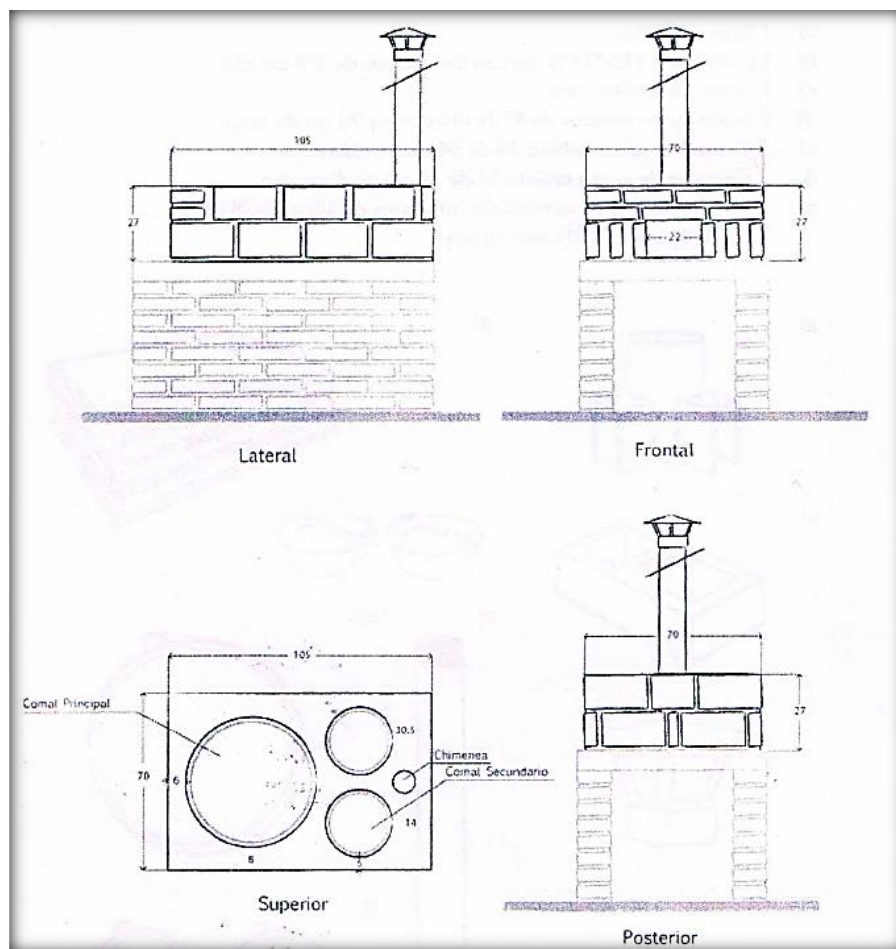


Fig. 165. Dimensiones de estufa ahorradora de leña. CONAVI. "<https://www.gob.mx/conavi>", (2023)

El proceso comienza con la instalación del molde sobre la base, asegurándose de que esté bien nivelado y cuadrado mediante el uso de cuatro pernos en cada una de las esquinas.

La primera hilera de ladrillos perimetrales se coloca utilizando una mezcla de tipo A (que consiste en medio bulto de mortero -25 kg- y dos botes de arena). Es crucial asegurarse de que los ladrillos estén previamente humedecidos para una mejor adherencia antes de ser colocados.

El proceso de instalación comienza desde los ladrillos en la parte lateral del molde. Para finalizar esta primera hilera, se puede ajustar el tamaño del último ladrillo recortándolo ligeramente en uno de sus bordes.

La segunda hilera de ladrillos se inicia partiéndolo por la mitad y colocándolo sobre la primera hilera en el lado lateral sin fijarlo. Luego, continúa con la segunda hilera pegándola con la misma mezcla (mortero y arena), repitiendo este proceso hasta finalizar la segunda hilera.

Para crear la cámara de combustión, se pegan dos ladrillos a la base con una separación de aproximadamente 22 cm y se centran. Después, se coloca un ladrillo de fondo a 36 cm desde el molde. La altura total de la cámara de combustión es de 12 cm, equivalente a un tabique de altura.

A continuación, se colocan ladrillos que finalizan el perímetro de la cámara, la cual se abre ligeramente en la parte posterior debido al ladrillo de fondo. Se procede a dividir un ladrillo por la mitad y pegar cada parte entre los laterales de la cámara y los lados de las hileras perimetrales, siguiendo el patrón mostrado en la vista superior.

Luego, se rellenan los espacios a los costados de la cámara de combustión hasta el nivel de la primera hilera de ladrillos. Posteriormente, se añaden dos ladrillos "acostados" en la parte frontal. A continuación, se coloca un tabique en el centro de la cámara de combustión sin pegarlo a la base, ya que solo servirá de soporte. Sobre este ladrillo de soporte, se coloca otro ladrillo "acostado" en la parte frontal.

Para completar la parte frontal del cajón, se requiere una tercera hilera de ladrillos. Se parte otro ladrillo por la mitad a lo largo y otro a lo ancho, luego se colocan sobre los ladrillos "acostados" del paso anterior, siguiendo el patrón indicado.

El compartimento se llena completamente con grava y arena hasta alcanzar el nivel del primer conjunto de ladrillos. Luego, se coloca un ladrillo de forma horizontal en la parte trasera del compartimento, asegurándose de que esté centrado. A continuación, se coloca la base metálica sobre este ladrillo, asegurándose de que sobresalga 2 cm por encima del nivel del molde. Una tabla se puede utilizar como referencia para medir la altura desde la entrada de la base metálica hasta la tabla y ajustarla hasta que cumpla con esta medida.

Finalmente, se coloca el comal de 54 cm de diámetro hasta que toque los ladrillos en la parte frontal del cajón. Luego, se parte la celosía por la mitad y se coloca cada mitad a la altura del comal, asegurándose de que la celosía quede al menos 2 cm por debajo del nivel del molde y se centre según las medidas mostradas en la vista superior.

La parte trasera del cajón se llena con una mezcla compuesta de 1.5 botes de barro, medio bulto de mortero y 2 botes de arena hasta alcanzar el nivel del molde, cubriendo completamente los ladrillos y la celosía. Inmediatamente después, se retira el comal principal y se colocan los moldes de las hornillas secundarias sobre la mezcla, presionándolos. Al completar esta etapa, los moldes de las hornillas secundarias se retiran, y se marca una circunferencia de 28 cm alrededor de cada hornilla moldeada usando un comal como guía.

Para conectar los comales secundarios a la base metálica, retiramos el exceso de mezcla de los huecos utilizando una cuchara sopera. Luego, continuamos moldeando y alisando los comales secundarios utilizando la parte posterior de la cuchara y un poco de agua. A continuación, marcamos la circunferencia del comal principal de la misma manera que se marcaron los comales secundarios.

Para finalizar el proceso, cepillamos la superficie exterior de los ladrillos para darles un acabado uniforme y retiramos el tabique de "soporte". Luego, aplicamos una capa de barro con un espesor de 2 cm en toda la extensión y ancho del piso de la cámara de combustión. También ajustamos el tubo de la chimenea a su base y sellamos la salida del tubo en el techo para evitar la entrada de agua. Finalmente, colocamos el gorro.



Fig. 166. Estufa ahorradora de leña. Elaboración Propia.



Fig. 167. Estufa ahorradora de leña. Elaboración Propia.

🌞 **Panel Solar**

El uso de paneles solares en viviendas se ha vuelto una opción cada vez más popular para quienes desean reducir su huella de carbono y ahorrar dinero a largo plazo. Estos paneles transforman la energía solar en electricidad limpia y renovable, lo que no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede reducir de manera significativa las facturas de energía eléctrica. En este ensayo, exploraremos el proceso de instalación de paneles solares en una vivienda, destacando los pasos clave y los beneficios asociados.

Antes de adentrarnos en la instalación en sí, es importante comprender por qué optar por la energía solar en el hogar es una decisión inteligente. Algunos de los beneficios clave incluyen:

- a) **Sostenibilidad Ambiental:** La energía solar es una fuente de energía renovable y limpia, lo que significa que no emite gases de efecto invernadero ni contamina el aire ni el agua. Contribuir a la lucha contra el cambio climático es una razón importante para adoptar la energía solar.
- b) **Ahorro a Largo Plazo:** Aunque la inversión inicial puede ser significativa, los paneles solares suelen pagar por sí mismos a lo largo del tiempo. La electricidad generada por los paneles puede reducir o incluso eliminar las facturas de energía eléctrica, ahorrando dinero a largo plazo.
- c) **Independencia Energética:** Al generar su propia electricidad, los propietarios de viviendas pueden reducir su dependencia de las compañías eléctricas y los precios fluctuantes de la energía.

- d) ***Aumento del Valor de la Vivienda:*** Los sistemas de paneles solares pueden aumentar el valor de su propiedad, haciéndola más atractiva para los compradores potenciales.

Ahora bien, antes de colocar los paneles solares en la cubierta, es necesario situar los soportes adecuados sobre la misma. La elección de la estructura de soporte dependerá de la tipología e inclinación de la cubierta, así como de la necesidad de evitar el “efecto vela” debido al viento.

Una vez ubicada la estructura de soporte, esta se fija a la cubierta y se colocan los paneles fotovoltaicos. La forma en que se lleva a cabo este proceso puede variar según la tipología e inclinación de la cubierta.

En la mayoría de los casos, las cubiertas tienen una inclinación, lo que favorece el rendimiento de la instalación. El anclaje de la estructura de soporte varía según la cubierta en la que se instalarán los paneles.

Una vez que la estructura está anclada a la cubierta, se colocan y fijan los módulos solares en su lugar. Estos módulos se interconectan entre sí y se conectan al inversor. La interconexión se realiza en serie para los módulos de una misma fila o string, y en paralelo para conectar las filas entre sí.

Es importante asegurarse de realizar una conexión adecuada, apretando firmemente los conectores, ya que una mala conexión puede afectar el rendimiento de la instalación y causar problemas como puntos calientes.

La generación eléctrica total del sistema de paneles se dirige hacia el inversor, que generalmente se coloca cerca del cuadro eléctrico de la vivienda, completando así la parte de la instalación de corriente continua (CC) y permitiendo que toda la energía captada a través de la radiación solar se convierta en corriente eléctrica utilizable.

Es crucial garantizar que el inversor esté protegido de la exposición directa a la luz solar. En otras palabras, no debe ubicarse en la cara sur de la vivienda, ya que su rendimiento puede verse afectado por el calentamiento. Por lo tanto, se recomienda instalar el inversor en el interior de la vivienda siempre que sea posible. En caso de no ser viable su instalación en el interior, se debe proporcionar algún tipo de protección para evitar que la radiación solar lo afecte.

La principal función del inversor es convertir la electricidad recibida en forma de corriente continua en corriente alterna, que es la que utilizamos en nuestras viviendas en el día a día. Este proceso de conversión se lleva a cabo de manera automática por el inversor, ajustando la magnitud y la frecuencia de la corriente alterna para que podamos utilizarla sin preocupaciones.

Finalmente, el inversor se conecta al cuadro eléctrico de la vivienda, como si fuera un circuito independiente. De esta manera, se completa la parte de la instalación relacionada con la corriente alterna (CA).

En cuanto a la conexión de las baterías, es posible realizarla en configuraciones en paralelo, en serie o en una combinación de ambas, siempre utilizando baterías idénticas. En el caso de las conexiones en paralelo, se duplica la capacidad de las baterías, mientras que la tensión permanece constante. Por otro lado, en las conexiones en serie, la capacidad de las baterías se mantiene igual, pero la tensión se duplica.



Fig. 168. Sostenibilidad. SEMANA. <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-nueva-era-de-las-renovables/564826/> (Colombia, 2018)

Nota: Cabe recalcar que dentro de las viviendas intervenidas no colocamos ningún panel solar debido a que lo manejarían como otro apoyo gubernamental, aunque sigue siendo una gran opción de sustentabilidad.

Calentador Solar

La elección de instalar un calentador solar de agua es una decisión inteligente para cualquier hogar que busque reducir sus costos energéticos y minimizar su impacto ambiental. La utilización de la energía solar para calentar el agua es una manera eficaz y sostenible de proporcionar un suministro constante de agua caliente para uso doméstico.

Los beneficios que conlleva la instalación de calentadores solares son los siguientes:

- a) **Eficiencia Energética:** Los calentadores solares de agua aprovechan la energía solar, una fuente renovable y gratuita, lo que reduce la dependencia de combustibles fósiles y disminuye las emisiones de carbono.
- b) **Ahorro Económico:** A pesar de la inversión inicial, los calentadores solares de agua pueden generar ahorros significativos a lo largo del tiempo al reducir la necesidad de utilizar electricidad o gas para calentar el agua.
- c) **Suministro Sostenible de Agua Caliente:** Proporcionan agua caliente de manera constante y sostenible, independientemente de las fluctuaciones en los precios de la energía convencional.
- d) **Reducción de la Huella de Carbono:** Contribuyen a la lucha contra el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la generación de agua caliente.

El funcionamiento de los calentadores solares se basa en la absorción de radiación solar por parte de los tubos evacuados, lo que se traduce en energía térmica. Esta energía térmica calienta el agua contenida en los tubos, lo que provoca su ascenso hacia el tanque de almacenamiento, donde se desplaza el agua fría que vuelve a los tubos. Este proceso crea un ciclo natural de calentamiento.

Para llevar a cabo la instalación de un calentador solar de agua, es necesario seguir estos pasos:

Identificar una ubicación óptima con exposición solar adecuada durante la mayor parte del día. Lo ideal es que los paneles solares estén orientados hacia el sur (en el hemisferio norte) o hacia el norte (en el hemisferio sur) para aprovechar al máximo la radiación solar.

Instalar los paneles solares en la ubicación seleccionada utilizando soportes adecuados y ajustándolos en un ángulo óptimo para captar la luz solar de manera eficiente.

Conectar los paneles solares entre sí siguiendo las instrucciones del fabricante, asegurándose de que todas las conexiones estén seguras.

Colocar el tanque de almacenamiento de agua caliente en una ubicación conveniente dentro de la vivienda, cerca de las tuberías de agua fría y caliente para facilitar la instalación.

Conectar las tuberías de agua fría y caliente al tanque de almacenamiento según las especificaciones del fabricante.

Instalar una bomba de circulación y un controlador solar para controlar el flujo del fluido térmico a través de los paneles solares y hacia el tanque de almacenamiento.

Conectar las tuberías del circuito de agua y del circuito del fluido térmico según las instrucciones del fabricante, asegurándose de que todas las conexiones estén herméticas y sin fugas.

Instalar una válvula de retención (check) en la entrada del sistema para evitar que el agua caliente regrese al tanque.

Colocar un jarro de aire en la parte superior del calentador solar, asegurándose de que su altura supere ligeramente el nivel del tanque o del vaso de llenado. Este jarro de aire permite la salida de vapor en caso de sobrecalentamiento y la entrada de aire al extraer agua.

Nivelar el sistema antes y durante la instalación hidráulica, anclando adecuadamente el sistema para evitar dañar la impermeabilización de la superficie en la que se coloca el equipo.

Instalar una válvula mezcladora para asegurarse de que el agua no se envíe a los servicios a una temperatura superior a 50°C.

Llenar el sistema con el fluido térmico adecuado según las recomendaciones del fabricante, lo que permite el transporte del calor desde los paneles solares al tanque de almacenamiento.

Realizar pruebas para asegurarse de que el sistema funcione correctamente y llevar a cabo un mantenimiento regular, que incluye la limpieza de los paneles solares, la verificación de las conexiones y el control del nivel del fluido térmico.



Fig. 169. Instalación Profesional de Calentador Solar. SOLARIS. <https://solaresenmexico.com/producto/instalacion-profesional-para-calentador-solaris-cpvc/> (CDMX, 2023)

Nota: Cabe recalcar que dentro de las viviendas intervenidas no colocamos ningún calentador solar debido a que lo manejarían como otro apoyo gubernamental, aunque sigue siendo una gran opción de sustentabilidad.

CONCLUSIONES

El sismo que tuvo lugar el 19 de septiembre de 2017 se erige como uno de los eventos sísmicos más desastrosos en la crónica reciente de México, dejando a su paso una estela de daños y colapsos de proporciones notables en una diversidad de estructuras edificadas. A través del minucioso análisis de información recabada desde diversas fuentes, se ha logrado consolidar un compendio de datos que ha posibilitado la realización de múltiples análisis estadísticos, los cuales han arrojado luz sobre las siguientes conclusiones:

Sin excepción, las edificaciones concebidas para albergar viviendas fueron las más afectadas por el sismo. En el estado de Puebla, se constató que más del 75% de los edificios objeto de examen estaban destinados a este propósito, con un asombroso 66% correspondiente a casas habitación. En otros estados, al menos el 33% de las estructuras evaluadas desempeñaban la función de viviendas residenciales.

Este terremoto infligió sus mayores estragos principalmente en las edificaciones de baja y mediana altura. En el caso de Puebla, los edificios de 1 a 2 niveles resultaron ser los más dañados, mientras que en otros estados, fueron los edificios de 1 a 10 niveles, un patrón que concordó con la altura típica de las construcciones en las zonas afectadas.

Los tipos estructurales más propensos a los daños fueron aquellos compuestos mayormente por muros, y ello se atribuyó a su limitada capacidad de deformación. No obstante, se advirtió que, en los casos de colapso, las estructuras levantadas con materiales como adobe y mampostería sin refuerzo resultaron ser las más vulnerables.

En lo referente a los factores que exacerbaron los daños, se observó que los efectos de torsión generados por esquinas y desviaciones geométricas irregulares tuvieron un impacto notorio en los daños registrados. Paralelamente, factores tales como el golpeteo y la fragilidad de las plantas bajas también desempeñaron un papel de relevancia en la ruina de numerosas estructuras.

Con respecto al municipio de Huejotzingo, se determinó que la mayoría de las estructuras afectadas fueron edificadas entre las décadas de 1920 y 1940, siendo las erigidas en la década de 1930 las que padecieron el mayor número de daños. Asimismo, se identificaron casos en los

que las estructuras, erigidas posteriormente al sismo de 1985, experimentaron daños, lo que podría insinuar problemas en su diseño o ejecución.

Cuando se cotejaron las demandas de aceleración generadas por el sismo en las estructuras colapsadas, se constató que en todos los casos dichas demandas se hallaban por debajo de las aceleraciones de diseño. Este fenómeno sugiere la posibilidad de que estas estructuras hayan experimentado problemas relacionados con su diseño o ejecución durante su proceso de construcción, lo que finalmente resultó en su colapso.

REFERENCIAS

- 🌐 Cruz Atienza, V. M. (2013). Los sismos una amenaza cotidiana. La caja de cerillos.
- 🌐 Catalán Quiroz, P. (2013). Comportamiento sísmico de la vivienda de adobe basado en pruebas en mesa vibradora de dos modelos a escala. UNAM.
- 🌐 Gutiérrez Martínez, C. A. (2006). Guía básica para elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Corporación Mexicana de Impresión, S.A. de C.V.
- 🌐 Arnal Simón, L. (2019). Reglamento de Construcción para la Ciudad de México. Trillas.
- 🌐 Espíndola Castro, V. H. (2018). ¿Qué son los sismos, dónde ocurren y cómo se miden?. UNAM.
- 🌐 González, J. (2017). Terremoto colapsa barranca en Huejotzingo. *Leviatán México*, 25 - 26.
- 🌐 Chang, S. E., Shinozuka, M., & Youssef, N. (2020). Social resilience and impact assessment for buildings post-earthquake. *Engineering Structures*.
- 🌐 García, D., Moncada, L., & Brando, M. (2018). Comparative analysis of seismic design codes in the Latin American region. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*.
- 🌐 Rodríguez, J. M. (2012). *Earthquake engineering for structural design*. CRC Press.
- 🌐 Sena, F., Cunha, Á., & Branco, F. (2019). The use of advanced finite element analysis for the seismic rehabilitation of buildings: A review. *Engineering Structures*.
- 🌐 Wang, J. J., Huang, Y. N., & Juang, C. H. (2016). Seismic analysis and design of retaining walls considering soil-structure interaction. *Engineering Structures*.
- 🌐 Johnson, P. (2015). *Post-Earthquake Rehabilitation of Buildings*. Thomas Telford.
- 🌐 Li, X., Lin, T., & Zhang, J. (2018). Seismic damage and rehabilitation strategies for masonry-infilled RC frame buildings. *Engineering Structures*.
- 🌐 Park, Y. J., Kim, M. K., & Priestley, M. J. (2019). Performance-based rehabilitation design of a damaged building using isolators. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*.
- 🌐 Chopra, A. K. (2007). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering* (3rd ed.). Prentice Hall.
- 🌐 Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2002). A Modal Pushover Analysis Procedure for Estimating Seismic Demands for Buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*.

- 👤 Clough, R. W., & Penzien, J. (1993). Dynamics of Structures (2nd ed.). Computers & Structures.
- 👤 International Code Council (ICC). (2021). International Building Code (IBC). ICC.
- 👤 Díaz, J. N., & Allen, T. I. (2019). Climate change impact on earthquake vulnerability in coastal regions. Engineering Structures.
- 👤 Elnashai, A. S., Agrawal, A. K., & Imanpour, A. (2015). Distributed sensing and big data for seismic performance assessment. Engineering Structures.
- 👤 Li, C. Q., Yuan, W., & Wang, H. (2020). Sustainable and resilient building materials: State-of-the-art review. Construction and Building Materials.
- 👤 Tang, W., Wang, J., & Xu, J. (2018). Soil–structure interaction effects on building seismic responses in densely populated urban areas. Soil Dynamics and Earthquake Engineering.
- 👤 Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). (2023). <https://www.gob.mx/conavi>.
- 👤 Wagner, A. (2023). Kingdom Hearts Unchained X Heartless Clipart [Imagen]. VHV. https://www.vhv.rs/viewpic/ihTbRmo_kingdom-hearts-unchained-x-heartless-clipart-png-heartless/.
- 👤 Brooks, M. (2023). Pin Design [Imagen]. Pinterest. <https://ar.pinterest.com/pin/770960029932720774/>


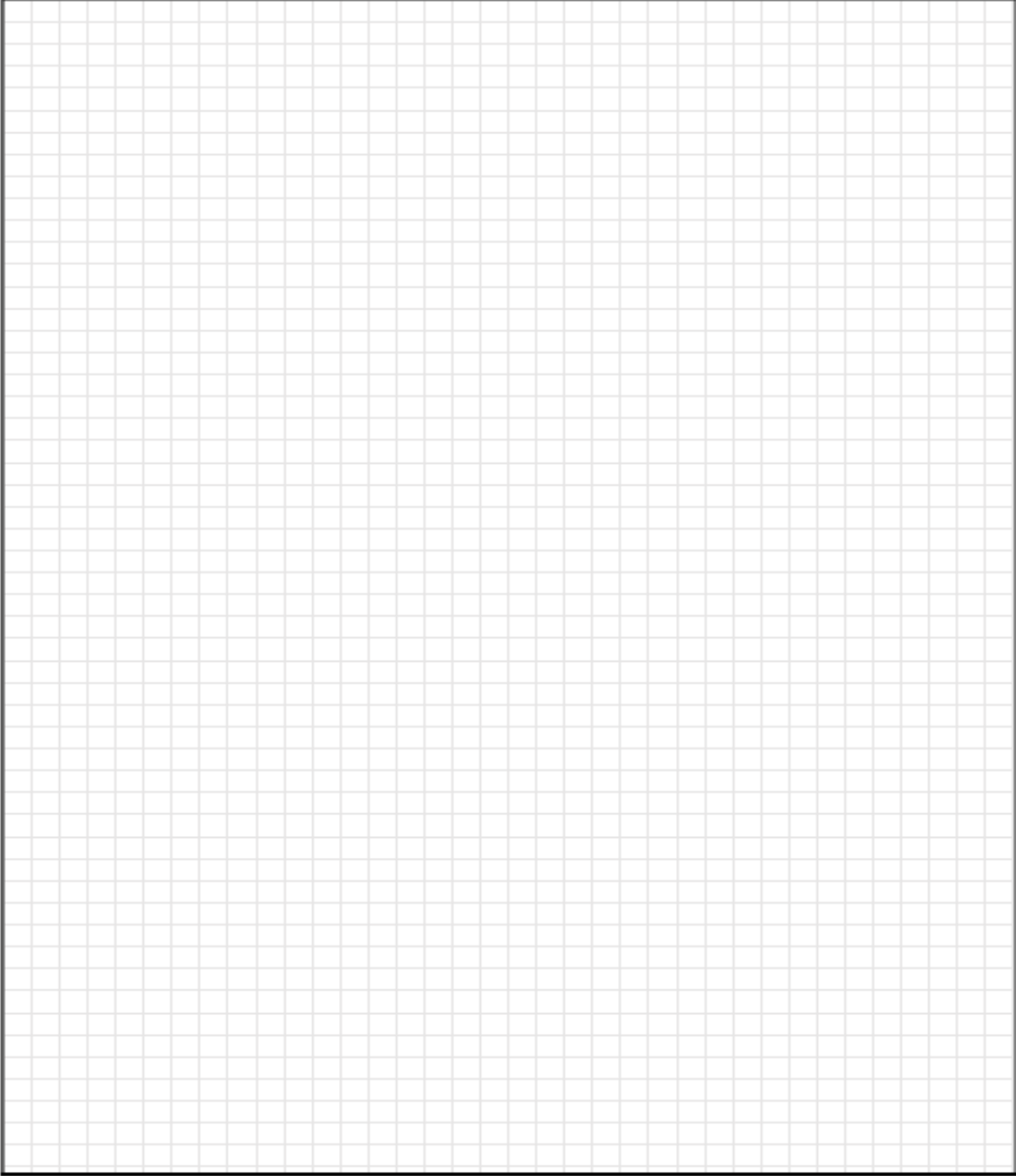
		Asistente Técnico		CROQUIS DE PROPOSTA		
				FECHA:	DÍA	MES
NOMBRE AT:		FOLIO CONAVI				
DATOS DEL BENEFICIARIO						
BENEFICIARIO						
CALLE	No.		No. INT	MZ.	LT.	
ASENTAMIENTO				C. P.	5980	
ENTIDAD	MUNICIPIO	LOCALIDAD		COLONIA		
						

Fig. 170. Formato para croquis. CONAVI. (2021)



CARTA COMPROMISO
"PROGRAMA NACIONAL DE RECONSTRUCCIÓN"

México, _____ a _____ de _____ de 2020.

FOLIO FONDEN/OTRO APOYO _____

Yo, _____; con domicilio en calle _____
Colonia _____, Municipio _____, C.P. _____, Estado _____.

Por medio de la presente, acepto ser incorporado al Programa Nacional de Reconstrucción para obtener el apoyo que aplique la Comisión Nacional de Vivienda y cumplir con los requisitos que se me soliciten para tal fin.

PARA ESOS EFECTOS, DECLARO BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD:

- Que es mi voluntad integrarme a los programas de atención para afectados por los sismos de septiembre de 2017 y/o febrero 2018 que aplique la Comisión Nacional de Vivienda.
- Que se me ha informado y explicado los requisitos y condiciones de los programas de atención para afectados por los sismos de septiembre de 2017 y/o febrero de 2018 que opera la Comisión Nacional de Vivienda.
- Que los datos y documentos que he proporcionado son ciertos y auténticos, dando mi anuencia para que sean verificados, mediante el cotejo respectivo, visitas de trabajo social, revisión técnica o cualquier medio similar a la vivienda afectada, en caso de existir falsedad será suspendido mi apoyo.
- Que acepto recibir la asesoría técnica para el acompañamiento de la gestión y ejecución de la acción de vivienda correspondiente, para lo cual la Comisión Nacional de Vivienda me apoyará con un Asesor Técnico integrante del Padrón oficial de la Institución, quien llevará a cabo los servicios de seguimiento, atención, verificación del cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas del proyecto y revisión de la correcta aplicación de los recursos económicos proporcionados por la Comisión.
- Que tendré la opción de aplicar los recursos bajo el proceso de autoproducción asistida o bien, con la contratación de un Organismo Ejecutor de Obra.
- Que autorizo que la Comisión Nacional de Vivienda aplique a cuenta del apoyo que me otorgue, el porcentaje que corresponda por pago de Asesoría Técnica, y en su caso, el pago de la obra ejecutada al Organismo Ejecutor de Obra.
- Que, en el caso de realizar la acción de vivienda bajo el procedimiento de autoproducción asistida, me obligo a administrar y aplicar correctamente, conforme a la normatividad de la Comisión, el monto total de los recursos que me hayan sido asignados y entregados, a la compra de materiales de construcción y el pago de la mano de obra, con el apoyo del asesor técnico asignado.
- Que me obligo a proporcionar los documentos y comprobantes de los pagos correspondientes por concepto de mano de obra y materiales, sufragados con los recursos económicos otorgados por la Comisión Nacional de Vivienda.
- Que los recursos asignados se deberán ejercer en la vivienda de la dirección manifestada, en los tiempos y especificaciones que determine el Asesor Técnico y de acuerdo con el programa de ministraciones.
- Que entiendo, conozco y acepto el alcance y las consecuencias jurídicas de los derechos en caso de ser falsa la anterior declaración.

Los datos recabados mediante la presente Carta, serán protegidos conforme a lo dispuesto por la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, y demás normatividad aplicable.

NOMBRE Y FIRMA

"Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social".

Fig. 171. Carta compromiso. CONAVI. (2021)



Anexo II.1
SOLICITUD DE SUBSIDIO CORRESPONDIENTE AL "PROGRAMA NACIONAL DE RECONSTRUCCIÓN"

C. Directora General.
Comisión Nacional de Vivienda
Fecha: ____/____/2020

Presento a esta Comisión Nacional de Vivienda, esta solicitud de Subsidio Federal, de acuerdo con lo señalado en las Reglas de Operación del Programa Nacional de Reconstrucción para el ejercicio fiscal 2020.

1. Solicitante.

_____ Apellido Paterno _____ Apellido Materno _____ Nombre
_____ CURP(o Matricula Consular)

. Tipo de Intervención

MODALIDAD	LÍNEA
A) REUBICACIÓN	Adquisición de suelo Adquisición de Suelo
	Adquisición de Vivienda Nueva para Reubicación
	Adquisición de Vivienda Usada para Reubicación
	Edificación de Conjunto Habitacional para Reubicación
	Vivienda Nueva
	Espacio Auxiliar Comunitario
	Sustentabilidad
B) RECONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA	Reforzamiento estructural de la vivienda
	Rehabilitación de Vivienda con valor patrimonial
	Reparación Parcial de Vivienda
	Reparación Total de Vivienda
	Ampliación de Vivienda
	Sustentabilidad
	Accesibilidad

Bajo protesta de decir verdad, manifiesto que la información que he proporcionado es verdadera, que dispongo y estoy dispuesto al aporte de los recursos exigidos como ahorro previo en los términos indicados en las Reglas de Operación del Programa Nacional de Reconstrucción, y que no he recibido en los términos de dichas Reglas algún subsidio federal para vivienda.

Así mismo manifiesto que mi Ingreso me califica como beneficiario de este Programa, que conozco y en consecuencia acepto el contenido de las citadas Reglas de Operación y mi conformidad para cumplir con lo que en las mismas establece.

A su vez, acepto quedar registrado en el padrón de beneficiarios como solicitante de subsidio y hago constar que es de mi conocimiento que una vez formalizado, mi CURP quedará registrada en el padrón y que, en caso de incumplir dichas Reglas, me obligo a rembolsar inmediatamente el monto del subsidio otorgado.

Sé y conozco que: Comete el delito de falsedad de declaraciones, quien bajo protesta de decir verdad ante autoridad pública distinta de la judicial en ejercicio de sus funciones o con motivo de ellas, faltará a la verdad de acuerdo con lo previsto en el artículo 247 fracción IV del Código Penal Federal.

Firma del Interesado.

"Este programa es público, ajeno a cualquier partido político.
Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social".

Fig. 172. Solicitud de subsidio. CONAVI. (2021)

LOGO DE ASISTENCIA TÉCNICA		NOMBRE DE ASISTENCIA TÉCNICA: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		FO UN CONAVI XXXXXX	
CALLE Y NÚMERO: XXXXXXXXXXXX		LOCALIDAD O COLONIA: XXXXXXXXXX		ESTADO: XXXXXXXXXX	
MUNICIPIO: XXXXXX		CÓDIGO POSTAL: XXXXXX			
NOMBRE DEL BENEFICIARIO: XXXXXXXXXXXX				MATRIZ DE DISEÑO PARTICIPATIVO	
NECESIDADES QUE ATIENDE LA INTERVENCIÓN					
HABITANTES MENORES	Cont.	H	M	ESPECIFICA DISCAPACIDAD/ PADECIMIENTO EN SU CASO	
ADULTOS					
ADULTOS MAYORES					
ESPACIOS	DEMOLICIÓN ACABADOS REPARACIÓN PARCIAL OBRA NUEVA	ACCESIBILIDAD	REFORMA ESTRUCTURAL ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN	DESCRIPCIÓN	
COCINA				Colocación de aplanchados y pintura	
COMEDOR					
ESTANCIA/SALA					
BAÑO 1				Incluye accesorios para discapacidad	
BAÑO 2					
DORMITORIO/RECÁMARA 1				refuerzo en marco de puerta	
DORMITORIO/RECÁMARA 2				Reparación de muro y ventana	
DORMITORIO/RECÁMARA 3					
PATIO					
OTRO				Rampa de acceso a espacio de trabajo	
FIRMA ASISTENCIA TÉCNICA			NOMBRE Y FIRMA BENEFICIARIO		
Participé y comprendí las necesidades y prioridades de mi vivienda					

Fig. 173. Formato de diseño participativo. CONAVI. (2021)

DIARIO DE OBRA				
Programa	Programa Nacional de Reconstrucción		Fecha visita	
Vertiente	Intervención/Componente		Modalidad/Apoyo/Acción	
NA	N/A			
Nombre Asistencia Técnica				
No registro Asistencia Técnica		Folio CONAVI		
Nombre Beneficiario				
Calle y Número				
Estado	Puebla	Municipio		Localidad
Responsable de seguimiento				
<hr/> Nombre y Firma de Asistencia Técnica			<hr/> Nombre y Firma de Beneficiario	

Fig. 174. Formato de diario de obra. CONAVI. (2021)

REPORTE INICIAL				
Programa				
Vertiente		Intervención/Componente	Modalidad/Apoyo/Acción	
Nombre Asistencia Técnica				
No registro Asistencia Técnica		Folio CONAVI		
Nombre Beneficiario				
Calle y Número				
Estado		Municipio		Localidad
Responsable de seguimiento				
		Tel.	Cel.	Correo
Fecha de inicio de obra: <input type="text"/>				
		Monto total obra		<input type="text"/>
Fecha estimada de terminación: <input type="text"/>				
		% de Avance de obra		<input type="text"/>
Cuenta el beneficiario con mano de obra disponible para iniciar la obra		SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>		
Con cuanto personal cuenta		<input type="text"/>		
Cuenta el beneficiario con material para iniciar la obra		SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>		
#	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
TOTAL				\$ -
#	MANO DE OBRA	CANTIDAD		
1				
2				
3				
4				
Cuenta con las condiciones para iniciar la obra		SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>		
(en caso de NO, integrar justificación de la falta de condiciones)				
Justificación				
<input type="text"/>				
Nombre y Firma de Asistencia Técnica				

Fig. 175. Formato de reporte inicial, hoja 1. CONAVI. (2021)

REPORTE INICIAL					
Programa					
Vertiente		Intervención/Componente		Modalidad/Apoyo/Acción	
Nombre Asistencia Técnica					
No registro Asistencia Técnica		Folio CONAVI			
Nombre Beneficiario					
Calle y Número					
Estado		Municipio		Localidad	
Responsable de seguimiento					
		Tel.	Cel.	Correo	
MATERIALES					
FOTO MATERIALES			FOTO MATERIALES		
Georeferencia: Descripción:			Georeferencia: Descripción:		
FOTO MATERIALES			FOTO MATERIALES		
Georeferencia: Descripción:			Georeferencia: Descripción:		
<hr/> Nombre y Firma de Asistencia Técnica					

Fig. 176. Formato de reporte inicial, hoja 2. CONAVI. (2021)

REPORTE DE SEGUIMIENTO DE OBRA					
Programa	PNR				
Vertiente	Intervención/Componente	Modalidad/Apoyo/Acción			
NA	N/A	INTERVENCIÓN TOTAL			
Nombre Asistencia Técnica	PROLIJAS S.A. DE C.V.				
No registro Asistencia Técnica	OEO 0017	Folio CONAVI			
Nombre Beneficiario					
Calle y Número					
Estado	PUEBLA	Municipio	HUEJOTZINGO	Localidad	SANTA MARÍA NEPOPUALCO
Responsable de seguimiento	APODERADO LEGAL - ARQ. ARMANDO HERNÁNDEZ ROSALES				
	Cel: 561843 8808		Correo: construccionesprolijas@gmail.com		
Fecha de reporte	30/11/2020	Número de reporte		1	
RELATORIA DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO					
FOTO QUE EVIDENCIE AVANCE DE LA INTERVENCIÓN (desde el mismo punto del reporte anterior)	% avance de obra estimado	% avance de obra real	monto programado	monto ejercido	desface
					0%
	MOTIVO DEL DESFACE				
	¿Surgieron cambios estructurales?				SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>
	CAMBIOS ESTRUCTURALES				
¿Cumple con % de avance para liberación de la siguiente ministración?				SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>	
Georeferencia: Descripción:	NOTA ESPECIAL				
FOTO QUE EVIDENCIE AVANCE DE LA INTERVENCIÓN (desde el mismo punto del reporte anterior)			FOTO QUE EVIDENCIE AVANCE DE LA INTERVENCIÓN (desde el mismo punto del reporte anterior)		
Georeferencia: Descripción:			Georeferencia: Descripción:		
<u>Apoderado legal Arq. Armando Hernández Rosales</u> Nombre y Firma de Asistencia Técnica					

Fig. 177. Formato de reporte de seguimiento de obra. CONAVI. (2021)

NOTA INFORMATIVA IRREGULARIDADES EN APLICACIÓN DEL SUBSIDIO

Arq. Juan Javier Granados Barrón
 Subdirector General de Subsidios y
 Desarrollo Institucional
P R E S E N T E

Fecha

En cumplimiento a las obligaciones contraídas en el Contrato de Prestación de Servicios Profesionales de Asistencia Técnica, de informar y documentar a la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) sobre la prestación de los servicios profesionales contratados y sus resultados respecto a los subsidios otorgados a los beneficiarios, le informo la situación que guarda el siguiente beneficiario el cual me fue asignado para la prestación de la asistencia técnica.

DATOS DEL BENEFICIARIO					
Nombre Beneficiario					CURP
Calle y Número					
Estado		Municipio		Localidad	
DATOS DEL SUBSIDIO					
Sesión de Comité			Folio CONAVI		
Programa			Tipo de Intervención		
Subsidio	moneda del	moneda de la	número de ministración	1ra	
		ministración			
REPORTE DE AVANCE DE APLICACIÓN					
Nombre del Asistente Técnico					
Responsable de seguimiento	Nombre				
	Datos de contacto	TEL:		Email	
Descripción de los trabajos realizados					
% avance de obra estimado	% avance de obra real	% desfase		monto ejercido de la ministración	
DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN, CON DOCUMENTALES SOPORTE Y ACCIONES REALIZADAS					
Lo anterior, para que se tomen las medidas conducentes para cumplir con los objetivos del programa.					
Sin otro particular:					
<p>Atentamente</p> <p>_____</p> <p>Nombre y Firma de Asistencia Técnica</p>					

Fig. 178. Formato de nota informativa de irregularidades. CONAVI. (2021)

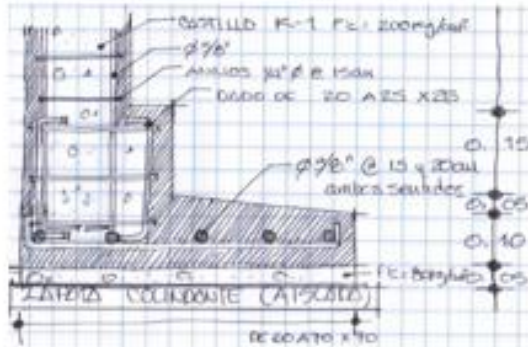
DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO					
DIRECCION					
NUMERO DE FOLIO COMAM			FECHA		01/10/2020
DATOS DEL ASISTENTE TECNICO					
NOMBRE			PROLASEA DFCV		INTERVENCION
NUMERO DE REGISTRO			0017		PARCIAL
I. CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
CL. PRG	UNIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PR PROLASEA					
PR01	CONCEPTO				
PR02	CONCEPTO				
PR03	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
DEM DEMOLECION					
DE-01	CONCEPTO				
DE-02	CONCEPTO				
DE-03	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
CM CONSTRUCCION					
CM-01	CONCEPTO				
CM-02	CONCEPTO				
CM-03	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
EST ESTRUCTURA					
EST-01	CONCEPTO				
EST-01	CONCEPTO				
EST-01	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
INST INSTALACIONES					
INST-01	CONCEPTO				
INST-01	CONCEPTO				
INST-01	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
ACA ACABADOS					
ACA-01	CONCEPTO				
ACA-01	CONCEPTO				
ACA-01	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
EEO EQUITACIONES					
EEO-01	CONCEPTO				
EEO-01	CONCEPTO				
EEO-01	CONCEPTO				
					SUBTOTAL
TOTAL					
SUBSIDIO APROX \$ -					
CUM \$ -					
VERIFICACION \$ -					
SUBTOTAL (PRG) \$ -					
AGS TECNICA TD \$ -					
MONTO DE OGR \$ -					
SUSTENTABLE \$ -					
AGS TECNICA TD \$ -					
MONTO DE SUB \$ -					
MONTO TOTAL \$ -					
SUBSIDIO TOTAL \$ -					

Fig. 179. Formato de presupuesto. CONAVI. (2021)

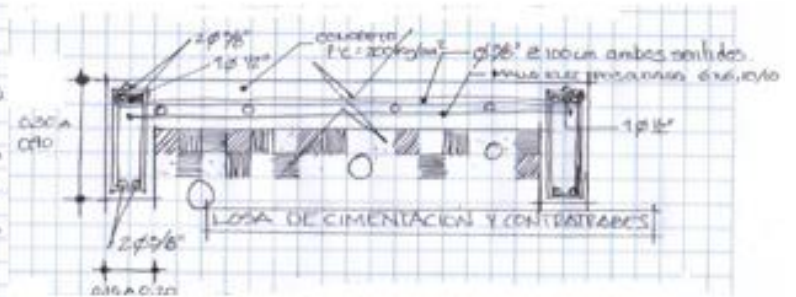
DATOS GENERALES						
DATOS DEL BENEFICIARIO						
NOMBRE DEL BENEFICIARIO						
DIRECCION						
NUMERO DE FOLIO CONAVI						
DATOS DEL ASISTENTE TECNICO						
NOMBRE					INTERVENCION	
NÚMERO DE REGISTRO						
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCION.						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CAN TIDAD	COSTO	IMPORTE	
MATERIALES						
MAT						
MAT-01	MATERIALES 1					
MAT-02	MATERIALES 2					
MAT-03	MATERIALES 3					
				SUBTOTAL		
MANO DE OBRA						
MO						
MO-01	MANO DE OBRA 1					
MO-02	MANO DE OBRA 2					
MO-03	MANO DE OBRA 3					
				SUBTOTAL		
HERRAMIENTAS						
HER						
HER-01	HERRAMIENTAS 1					
HER-02	HERRAMIENTAS 2					
HER-03	HERRAMIENTAS 3					
				SUBTOTAL		
EQUIPO						
EQ						
EQ-01	EQUIPO 1					
EQ-02	EQUIPO 2					
EQ-03	EQUIPO 3					
				SUBTOTAL		
				TOTAL		

Fig. 180. Formato de insumos. CONAVI. (2021)

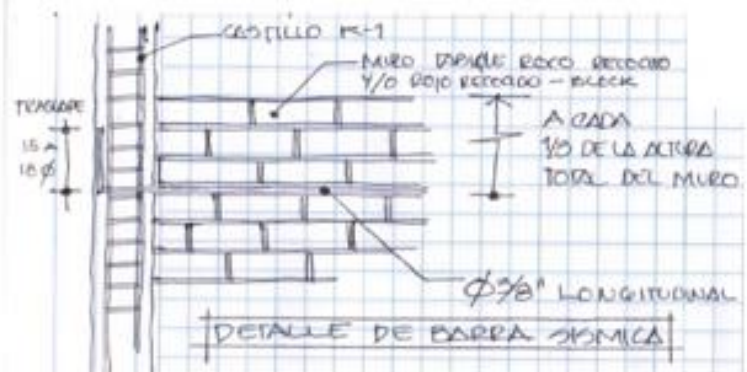
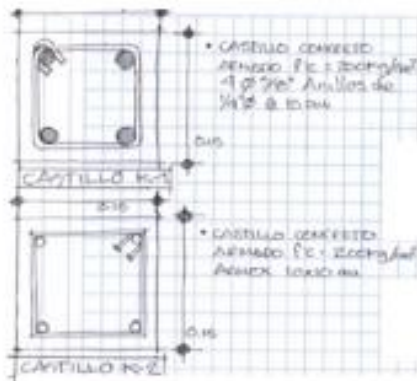
DETALLE CIMENTACION



(ESTE ELEMENTO SE DEBE USAR EN LOS CASOS DONDE SE CONSIDERE ANEXOS DE ÁREAS CONJUNTES)



DETALLE ESTRUCTURAL

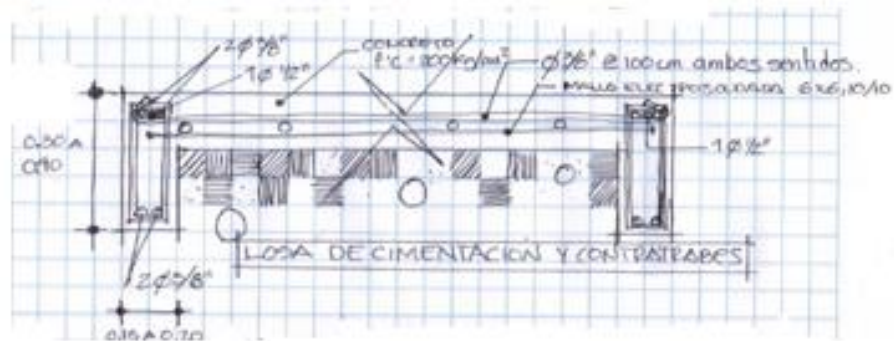


DETALLE CUBIERTA

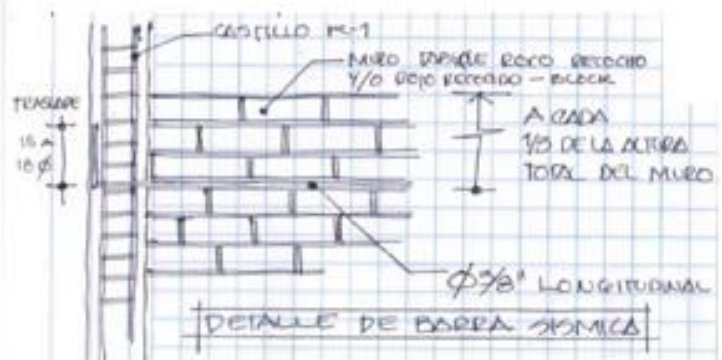
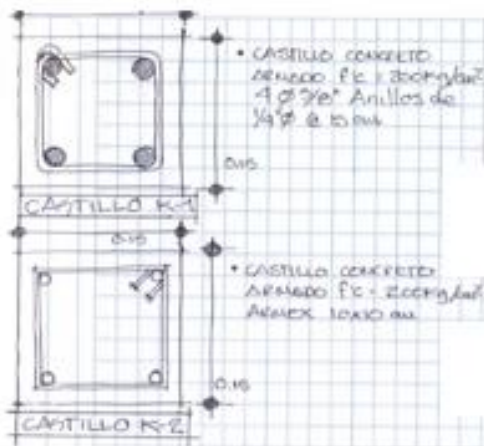


Fig. 181. Hoja de detalles 1. Elaboración Propia.

DETALLE CIMENTACION



DETALLE ESTRUCTRA

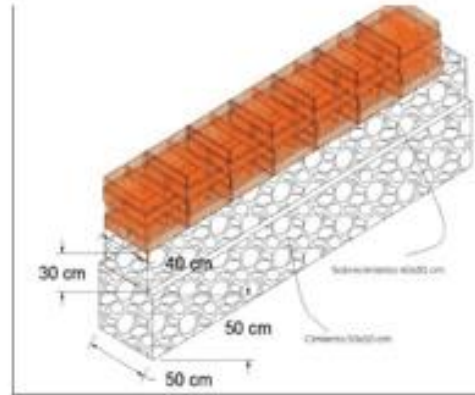
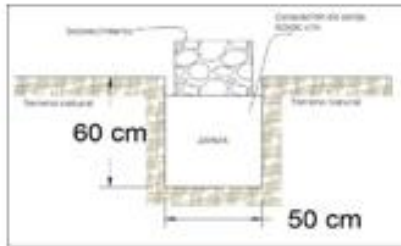


DETALLE CUBIERTA

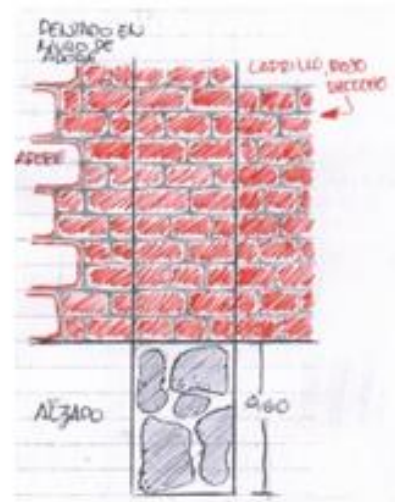
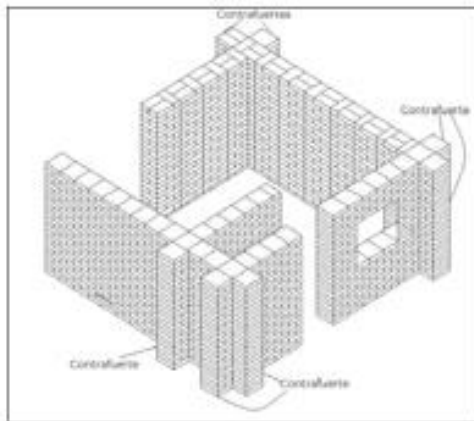


Fig. 182. Hoja de detalles 2. Elaboración Propia.

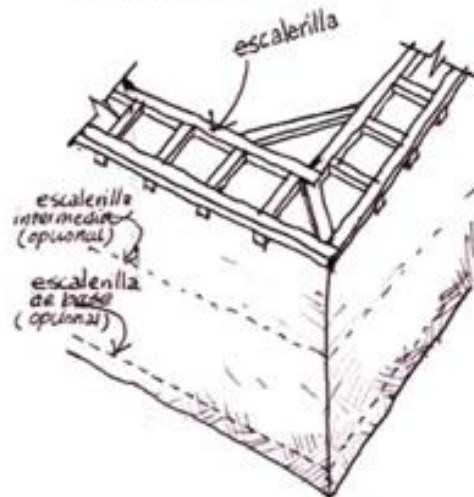
DETALLE CIMENTACION



DETALLE ESTRUCTURAL



CUBIERTA



ECOTECNIAS

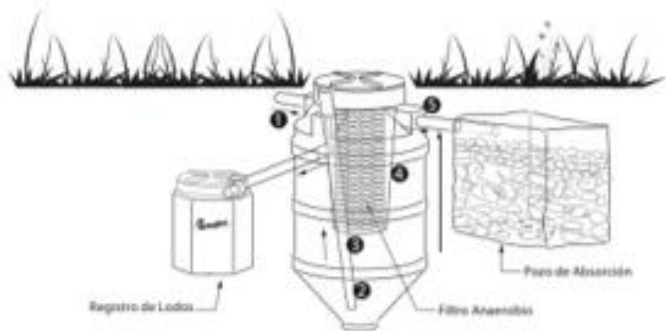
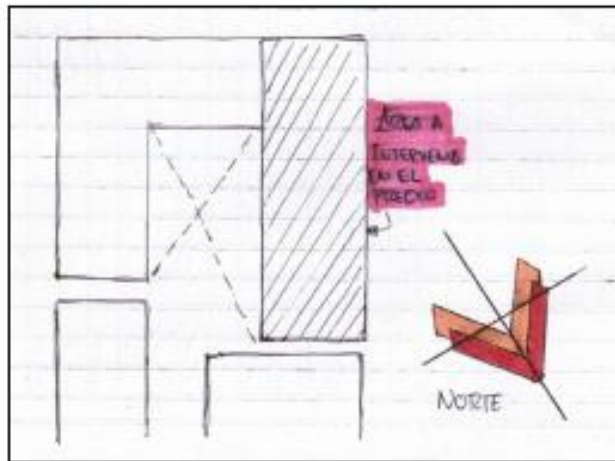
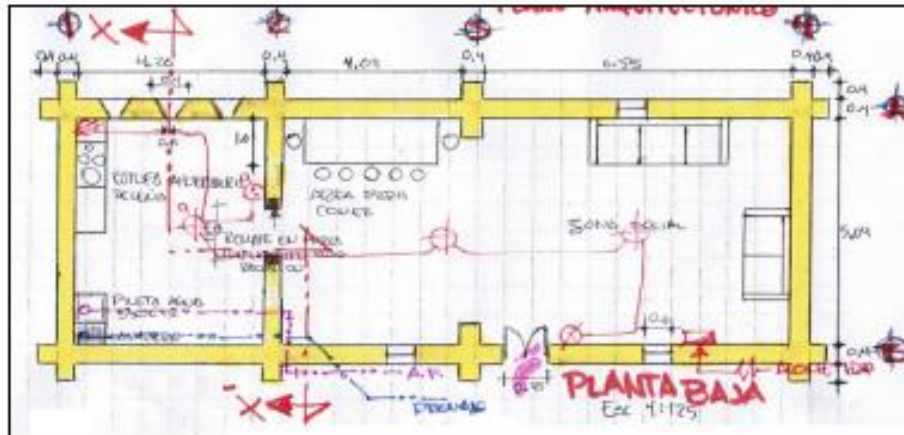


Fig. 183. Hoja de detalles 3. Elaboración Propia.

LOGO DE ASISTENCIA TÉCNICA	NOMBRE ASISTENCIA TÉCNICA: PROLUJAS S.A. DE C.V.	
	NO. DE REGISTRO DE ASISTENCIA TÉCNICA: OEO 0017	FOLIO CONAVI: 2107482812020010977
CALLE Y NÚMERO: DEL CARMEN #126	LOCALIDAD O COLONIA: SANTA MARÍA NEPOPUALCO	ESTADO: PUEBLA
MUNICIPIO: HUEJOTZINGO	CODIGO POSTAL: 74160	
NOMBRE DEL BENEFICIARIO: ARMANDO VARGAS ESPEJEL		PLANO O DOCUMENTO: PARQ-01

PLANTA (s)



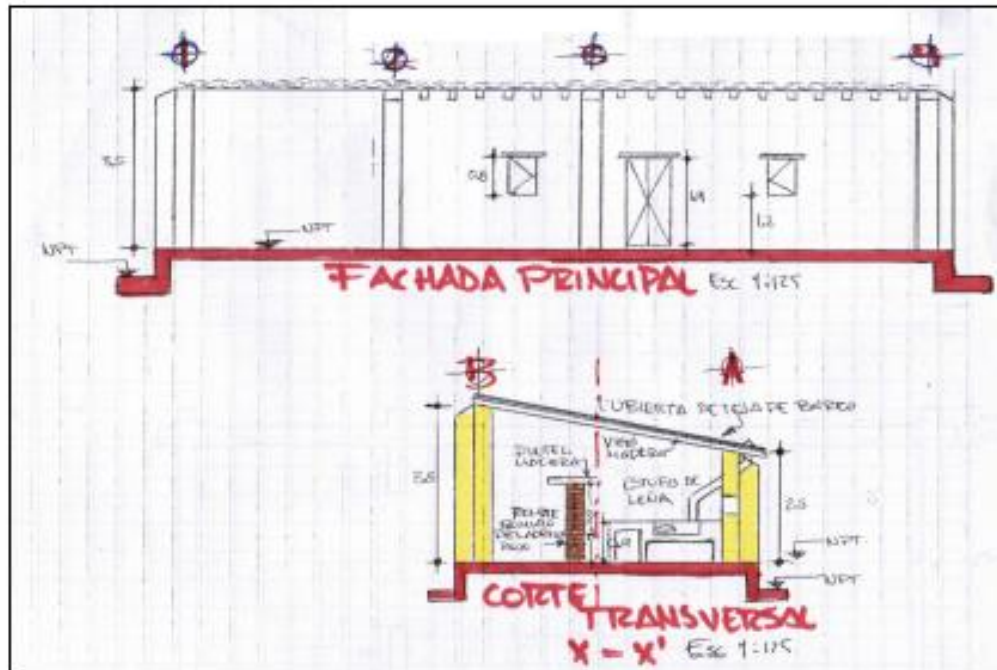
INTERVENCIÓN PARCIAL DE VIVIENDA.
SE PROPONEN DINTELES DE MADERA EN PUERTAS Y VENTANAS PARA NIVELACIÓN.
SE REHABILITARÁ LOS MUROS DAÑADOS DE ADOBE.

FECHA: 28/10/20	_____ PRIMA DEL ASISTENTE TÉCNICO	_____ PRIMA DE CONFORMIDAD DEL BENEFICIARIO (A)
Área Libre: 00.00	Mts.2 Superficie Construida: 71.73	Mts.2 Superficie a construir: 00.00
	Mts.2 Superficie Total: 71.73	Mts.2

Fig. 184. Ejemplo de plano de planta de una Intervención Parcial. Elaboración Propia.

LOGO DE ASISTENCIA TÉCNICA	NOMBRE ASISTENCIA TÉCNICA: PROLIJAS S.A. DE C.V.	
	NO. DE REGISTRO DE ASISTENCIA TÉCNICA: OEO 0017	FOLIO CONAVI: 2107462812020010977
CALLE Y NÚMERO: DEL CARMEN #126	LOCALIDAD O COLONIA: SANTA MARÍA NEPOPUALCO	ESTADO: PUEBLA
MUNICIPIO: HUEJOTZINGO	CODIGO POSTAL: 74160	
NOMBRE DEL BENEFICIARIO: ARMANDO VARGAS ESPEJEL		PLANO O DOCUMENTO: PARQ-02

CORTES Y FACHADAS



Material	Descripción	Medidas
1	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
2	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
3	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
4	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
5	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
6	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
7	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
8	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
9	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
10	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
11	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
12	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
13	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
14	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
15	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
16	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
17	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
18	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
19	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
20	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
21	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
22	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
23	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
24	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
25	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
26	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
27	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
28	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
29	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00
30	Columna de concreto	10 x 10 x 3.00

INTERVENCIÓN PARCIAL DE VIVIENDA.
SE CONSIDERAN LAS INSTALACIONES CORRESPONDIENTES.
SE REHABILITARÁN PIEZAS DE TEJA DE BARRO DAÑADAS.

FECHA: 28/10/20	_____ FIRMA DE ASISTENTE TÉCNICO	_____ FIRMA DE CONFORMIDAD DEL BENEFICIARIO (A)
Área Libre: 00.00 Mts.2	Superficie Construida: 71.73 Mts.2	Superficie a construir: 00.00 Mts.2
Superficie Total: 71.73 Mts.2		

Fig. 185. Ejemplo de plano de corte y fachada de una Intervención Parcial. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO	ARMANDO VARGAS ESPEJEL				
DIRECCION	CALLE DEL CARMEN #126, COMUNIDAD SANTA MARSA NEPOPUALCO, HUEJOTZINGO, PUEBLA				
NUMERO DE FOLIO CONAVI	21 07452812020101977	FECHA:	20/01/2021		
DATOS DEL ASISTENTE TECNICO					
NOMBRE	PROLUAS S.A. DE C.V.			INTERVENCIÓN	
NÚMERO DE REGISTRO	020 0017			PARCIAL	
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN.					
CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DEMOLICIÓN					
DE-01	DEMOLICIÓN DE MURO DE 40 CM DE ESPESOR, DE ADOBE POR MEDIOS MANUALES. INCLUYE: APUNTALAMIENTO, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	1.8	190.52	342.94
SU BTO TA L					342.94
CIMENTACIÓN					
CIM-01	CALA EXPLORATORIA EN TERRACERÍA CON UNA APERTURA DE 30 X 30 CM HASTA LLEGAR A LA PROFUNDIDAD NECESARIA CON LA FINALIDAD DE CORROBORAR CIMENTACIÓN. INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	0.90	152.78	137.48
CIM-02	EXCAVACIÓN A PROFUNDIDAD POR MEDIOS MANUALES, ZONA "A", MATERIAL CLASE II DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	5.18	124.51	644.98
CIM-03	CARGA, ACARREO POR MEDIOS MANUALES DE MATERIALES PRODUCTO DE APERTURA DE CEPAS SEGÚN PLANO PARA CIMENTACIÓN, HASTA UNA DISTANCIA NO MAYOR A 20 M.	M3	7.87	95.79	734.71
CIM-04	CIMIENTO DE PIEDRA BRAZA, ASENTADA CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, ACABADO COMÚN. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	3.07	2334.79	7167.81
CIM-05	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, POR MEDIOS MANUALES.	M3	5.38	102.3	547.92
SU BTO TA L					9232.88
ESTRUCTURA					
EST-01	REHABILITACIÓN DE MURO CON TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO RECOCHO (6 X 13 X 25 CM) O ADOBE, ASENTADO CON CALDRA-ARENA 1:4. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	28.75	692.58	18528.52
EST-02	CONTRAFUERTE DE TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO RECOCHO (6 X 13 X 25 CM) O PIEDRA, ASENTADO CON CALDRA-ARENA 1:4. EN ALGUNOS CASOS CON EMPOTRAMIENTO DE MURO SEGÚN INDIQUEN LOS PLANOS DE PROYECTO A EJECUTAR. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	8.00	1813.00	14504.00
EST-03	CANALÓN DE PIEDRA CON ALTURA DE 0.75 M HASTA 1.00 M, ASENTADO CON CALDRA-ARENA 1:4. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	ML	19.90		0.00
SU BTO TA L					33030.52
INSTALACIONES					
INST-01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CABLE DE COBRE TIPO THW, CON AISLAMIENTO VINIL CALIBRE 12, CONDUMEX O SIMILAR, CONTIENE ACCESORIOS, TENDIDO DE CABLE, RANURAS EN CASO DE SER NECESARIAS, LUMINARIA POCO AHORRADOR DE ENERGÍA.	SALIDA	1	600	600
INST-02	TENDIDO DE VERDE PLUS O SIMILAR DE 3/4" Y 1/2". INCLUYE: ACCESORIOS, VALVULAS, TUERCAS, UNIÓN Y SALIDAS PARA REGADERA, LAVADERO Y W.C.	ML	1.5	250	375

Fig. 186. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Parcial. Elaboración Propia.

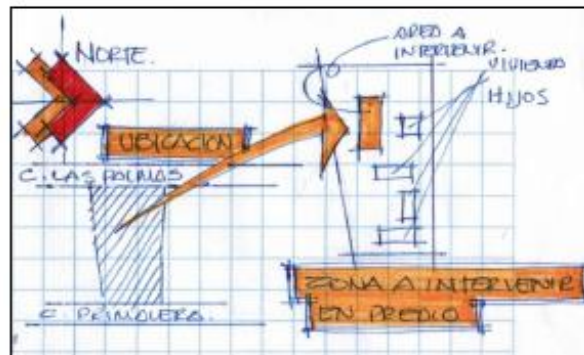
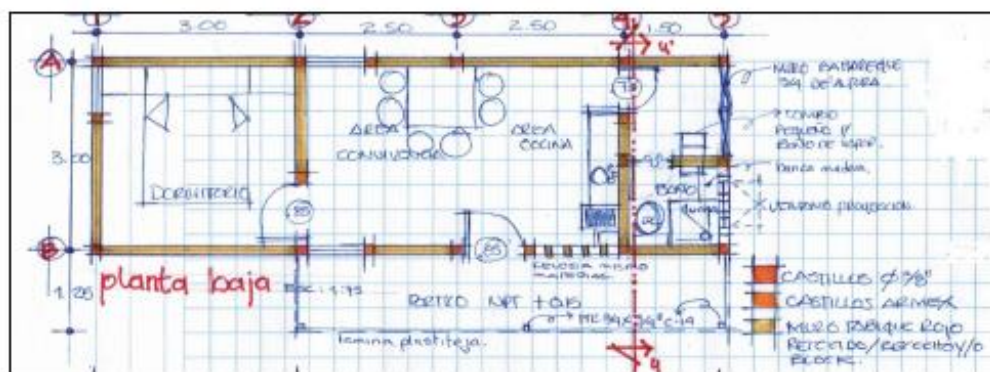
INST-03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO PARA ALCANTARILLADO DE PVC COMÚN SANITARIO DE 4" (10 CM) DE DIAMETRO PARED RIGIDA. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	1.5	188.49	282.74
INST-04	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS (W.C. Y LAVADERO). INCLUYE: KIT DE INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	1	2460.00	2460.00
ACABADOS		SU BTO T A L			3807.74
ACA-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GALVATEJA CALIBRE 26. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	71.73	631.68	46303.81
ACA-02	ESTRUCTURA REALIZADA CON TUBULAR CALIBRE 14 DE 3" X 3" Y LARGUEROS HORIZONTALES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES CALIBRE 18 DE 4 X 1 1/2 Y 1 3/4 X 1 3/4. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	71.73	432.82	31,031.83
ACA-03	APERTURA PARA VENTANAS Y CELOSIAS EN ADOBE. INCLUYE: FERRILACION, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	2.22	371.4	824.51
ACA-04	DINTEL DE MADERA ASERRADA DE PINO DE 5" X 12" DE SECCIÓN Y HASTA 1.50 M DE LONGITUD, EN PUERTAS Y VENTANAS, TRATADA CON ACEITE DE LINAZA. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	3.80	587.88	2044.30
ACA-05	HERRERIA EN PUERTAS Y VENTANAS CON MADERA DUELA DE PINO DE 15 CM X 1/2 DE ESPESOR. INCLUYE: APLICACIÓN DE ACEITE DE LINASA, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	3	1316.73	3947.19
ACA-06	APLANADO SOBRE ZONAS DE MURO DE ADOBE Y/O TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO RECOCHO, CON CALHIDRA - ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:4. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	82.47	205	18908.35
ACA-07	SELLADO ENTRE CUBIERTA Y MURO DE ADOBE A BASE DE MORTERO /ARENA EN PROPORCIÓN 1:4. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	31.32		0.00
ECO TECNI AS		SU BTO T A L			100067.89
ECO-01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COCINA A HORRIADORA DE LEÑA. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	1	6000	6000.00
		SU BTO T A L			6000.00

TOTAL		161272.06
SUBSIDIO APRC \$	110,000.0	
CLV \$	92.8	
VERIFICACION + \$	1,740.0	
SUBTOTAL (men) \$	108,832.2	
ASISTENCIA TEK \$	7,571.7	
MONTO DE OBR \$	100,995.5	
SUSTENTABILD \$	5,000.00	
ASISTENCIA TEK \$	300.00	
MONTO DE SUS \$	4,690.00	
MONTO TOTAL I \$	105,245.50	\$ -48,026.58
SUBSIDIO TOTAL \$	115,000.00	

Fig. 187. Fig. 186. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Parcial. Elaboración Propia.

LOGO DE ASISTENCIA TÉCNICA	NOMBRE ASISTENCIA TÉCNICA: PROLIJAS S.A DE C.V.	
	NO. DE REGISTRO DE ASISTENCIA TÉCNICA: OEO 0017	FOLIO CONAVI: 21074S2812020011132
CALLE Y NÚMERO: PRIMAVERA #378	LOCALIDAD O COLONIA: SANTA MARÍA NEPOPUALCO	ESTADO: PUEBLA
MUNICIPIO: HUEJOTZINGO	CODIGO POSTAL: 74160	
NOMBRE DEL BENEFICIARIO: FRANCISCA ROMERO PÉREZ		PLANO O DOCUMENTO: PARQ-01

PLANTA (s)



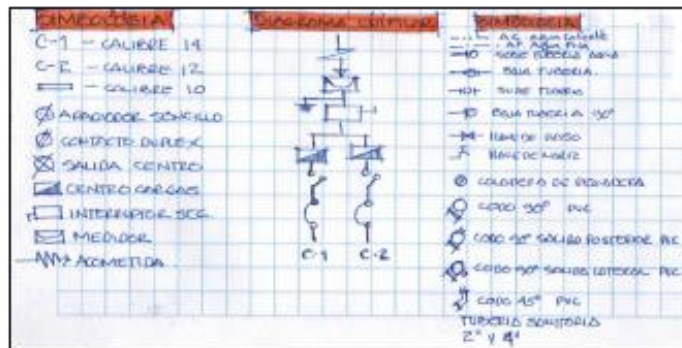
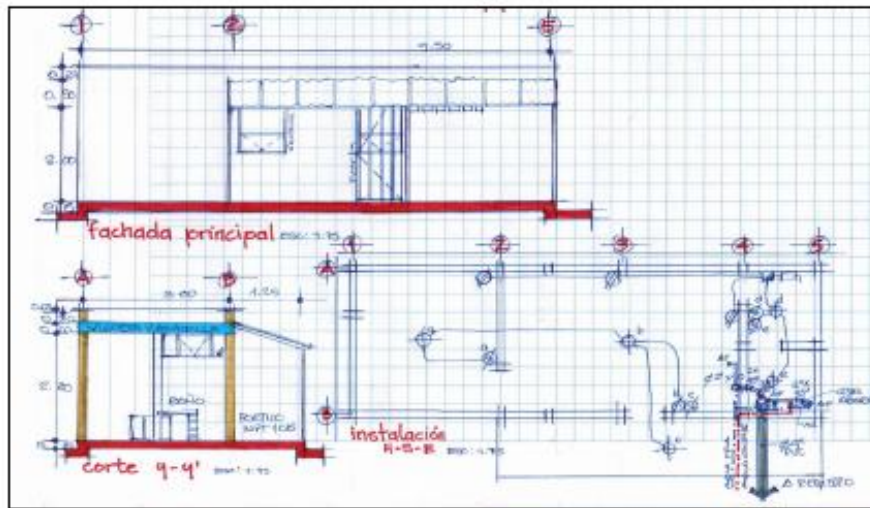
INTERVENCIÓN TOTAL DE VIVIENDA.
SE PROPONE UN PIE DE CASA PARA EL BENEFICIARIO.
SE REALIZARÁ BAÑO DE VAPOR.

FECHA: 01/10/20	_____ FIRMA DEL ASISTENTE TÉCNICO	_____ FIRMA DE CONFORMIDAD DEL BENEFICIARIO (A)
Área Libre: 00.00	Mts.2 Superficie Construida: 0.00	Mts.2 Superficie a construir: 40.84
	Mts.2 Superficie Total: 40.84	Mts.2

Fig. 188. Ejemplo de plano de planta de una Intervención Total. Elaboración Propia.

LOGO DE ASISTENCIA TÉCNICA	NOMBRE ASISTENCIA TÉCNICA: PROLIJAS S.A. DE C.V.		FOLIO CONAVI: 21074S2812020011132
	NO. DE REGISTRO DE ASISTENCIA TÉCNICA: OEO 0017		
CALLE Y NÚMERO: PRIMAVERA #378	LOCALIDAD O COLONIA: SANTA MARÍA NEPOPUALCO		ESTADO: PUEBLA
MUNICIPIO: HUEJOTZINGO	CODIGO POSTAL: 74160		
NOMBRE DEL BENEFICIARIO: FRANCISCA ROMERO PÉREZ		PLANO O DOCUMENTO: PARQ-02	

CORTES Y FACHADAS



INTERVENCIÓN TOTAL DE VIVIENDA.
SE MUESTRAN PIEZAS DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y DIAGRAMA UNIFILAR.
SE INCLUIRÁ SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRERIA EN PUERTAS Y VENTANAS.

FECHA: 01/10/20	_____ FIRMA DEL ASISTENTE TÉCNICO	_____ FIRMA DE CONFORMIDAD DEL BENEFICIARIO (A)
Área Libre: 00.00 Mts.2	Superficie Construida: 0.00 Mts.2	Superficie a construir: 40.84 Mts.2
		Superficie Total: 40.84 Mts.2

Fig. 189. Ejemplo de plano de corte y fachada de una Intervención Total. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO		FRANCISCA ROMERO PEREZ			
DIRECCION		CALLE PRIMAVERA #738, COMUNIDAD SANTA MARSA NEPOJUJALCO, HUEJOTZICÓ, PUEBLA.			
NUMERO DE FOLIO CONAM		210745281202011132	FECHA:	01/10/2020	
DATOS DEL ASISTENTE TECNICO					
NOMBRE		PROLUAS S.A. DE C.V.			INTERVENCIÓN
NUMERO DE REGISTRO		020 0017			TOTAL
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN.					
CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PRELIMINARES					
PR-01	LIMPIEZA Y DESHERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	40.84	10.28	419.84
PR-02	TRAZO Y NIVELACIÓN MANUAL DEL TERRENO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y NIVELES. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	40.84	8.00	327.58
SUBTOTAL					787.40
CIMENTACIÓN					
CIM-01	EXCAVACIÓN A PROFUNDIDAD POR MEDIOS MANUALES, ZONA "A", MATERIAL CLASE II DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	M3	18.06	124.51	2,247.41
CIM-02	CARGA, ACARREO POR MEDIOS MANUALES DE MATERIALES PRODUCTO DE APERTURA DE CEPAS SEGÚN PLANO PARA CIMENTACIÓN, HASTA UNA DISTANCIA, NO MAYOR A 20 M.	M3	23.47	95.79	2,247.71
CIM-03	CONTRALABE DE CONCRETO ARMADO DE SECCIÓN DESDE 15 CM HASTA 25 CM X 30 CM Y HASTA 40 CM, CON CONCRETO F' C = 200 KG/CM2, AGREGADO MÁXIMO 3/4, REFORZADA CON 6 VARILLAS (4 INFERIORES DE 3/8 Y 2 SUPERIORES DE 1/2), ESTRIBOS DE 14" A CADA 15 CM. INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	38.1	758.89	27,318.51
CIM-04	LOSA DE CIMENTACIÓN DE 10 CM, DE F' C = 200 KG/CM2 ARMADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 6X6 10/10 REFORZADA CON VARILLA DE 3/8" A CADA 100 CM EN AMBOS SENTIDOS.	M2	32.34	618.53	20,003.28
CIM-05	FIRME DE CONCRETO DE 10 CM, DE F' C = 100 KG/CM2 ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA 6X6 10/10, CON ACABADO A REGLA Y PLANA DE MADERA.	M2	8.84	294.81	2,608.12
CIM-06	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, POR MEDIOS MANUALES.	M3	23.47	102.3	2,400.47
SUBTOTAL					68,821.48
ESTRUCTURA					
EST-01	MURO DE TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO RECOCHO DE 6 X 13 X 25 CM, ASENTADO CON CALDRA-ARENA 1:4, JUNTAS DE 1.5 CM DE MURO, Y BARRA SÍSMICA DE 3/8" A CADA 1/3 DE LA ALTURA TOTAL DEL MURO. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	62.91	372.95	23,480.47
EST-02	MURO DE BAHAREQUE CON PERFIL METÁLICO DE 3/4 X 3/4, MALLA DE GALLINERO Y APLANADO DE MORTERO CON ESPESOR DE 2 CM. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	3.75	148.50	558.88
EST-03	CASTILLO DE SECCIÓN 15 X 20 CM, COLADO CON CONCRETO HECHO EN OBRA F' C=200 KG/CM2, AGREGADO MÁXIMO 3/4, ARMADO DE VARILLA DE 3/8" Y ESTRIBOS DEL N° 2 A CADA 15 CM. INCLUYE CIMBRA DE PINO U OYAMEL A 2 O 4 CARAS, DESCIMBRA, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	28.00	367.7	10,373.30
EST-04	CASTILLO DE SECCIÓN 15 X 15 CM ARMADO DE ARMEX, COLADO CON CONCRETO HECHO EN OBRA DE F' C=200 KG/CM2, AGREGADO MÁXIMO 3/4. INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	23.2	229.97	5,335.30
EST-05	CADENA DE CERRAMIENTO DE SECCIÓN 15 X 25 CM COLADO CON CONCRETO HECHO EN OBRA F' C=200 KG/CM2, AGREGADO MÁXIMO 3/4, ARMADO CON 4 VARILLAS DE 3/8", ESTRIBOS DE 14" A CADA 15 CM. INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	34.8	255.27	8,870.34

Fig. 190. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Total. Elaboración Propia.

EST-06	LOSA A BASE DE VIGUETA Y BOVEDILLA DE 16 CM HASTA 20 CM Y/O SIMILAR DE POLIESTIRENO SEGÚN PROYECTO, CON CAPA DE COMPRESIÓN DE 5 CM, COLADA CON CONCRETO HECHO EN OBRA, FC=200 KG/CM2, ARMADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 6X6 10/10, CON ACABADO ESCOBILLADO. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	32.34	697.96	22,671.70	
EST-07	PRETIL A BASE DE BLOCK LIGERO H= 20 CM ASENTADO CON MEZCLA DE MORTERO- ARENA PROPORCIÓN 1:4. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	28.20	188.84	4,448.81	
INSTALACIONES					SU BTO T A L	76,817.80
INST-01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CABLE DE COBRE TIPO THW, CON AISLAMIENTO VINANIL CALIBRE 12, CON DUMEX O SIMILAR, CONTIENE ACCESORIOS, TENDIDO DE CABLE, RANURAS EN CASO DE SER NECESARIAS, LUMINARIA POCO AHORRADOR DE ENERGIA.	SALIDA	6	487.07	2,935.36	
INST-02	TENDIDO DE VERDE PLUS O SIMILAR DE 3/4" Y 1/2". INCLUYE: ACCESORIOS, VALVULAS, TUERCAS, UNIÓN Y SALIDAS PARA REGADERA, LAVADERO Y W.C.	ML	6.6	241.2	1,328.80	
INST-03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO PARA ALCANTARILLADO DE PVC COMÚN SANITARIO DE 4" (10 CM) DE DIAMETRO PARED RIGIDA. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	6.00	188.24	841.20	
INST-04	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TINACO TRICAPA CON CAPACIDAD DE 500 LTS. INCLUYE: KIT DE INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	1	2928.88	2,928.88	
INST-05	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MUEBLES SANITARIOS (W.C. Y LAVADERO). INCLUYE: KIT DE INSTALACION, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	2	2450.00	4,900.00	
ACABADOS					SU BTO T A L	12,332.03
ACA-01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLASTITEJA ROJA. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	8.84	831.68	6,683.17	
ACA-02	APLANADO CON MORTERO ARENA, PROPORCIÓN 1:4 CON ACABADO AFINADO, ESPESOR DE 2 A 2.5 CM EN ÁREA DE CERRAMIENTO A REPISÓN DE PRETIL PERIMETRAL.	M2	11.78	178.29	2,102.04	
ACA-03	ESTRUCTURA REALIZADA CON TUBILLAR CALIBRE 14 DE 3" X 3" Y LARGUEROS HORIZONTALES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES CALIBRE 18 DE 4 X 1 1/2 Y 1 3/4 X 1 3/4. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	8.84	432.82	3,824.38	
ACA-04	IMPERMEABILIZACIÓN A BASE DE JABÓN Y ALLUMBRE A 4 CAPAS. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	32.34	162.89	4,938.04	
ACA-05	HERRERA EN PUERTAS Y VENTANAS CON MADERA DUELA DE PINO DE 15 CM X 1/2 DE ESPESOR. INCLUYE: APLICACION DE ACEITE DE LINASA, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	PZA	8	1316.73	7,894.38	
ACA-06	REPISÓN DE CONCRETO REFORZADO CON ESCALERILLA DE 6X6 10/10, H= 0.07 M Y ANCHO DE 0.15 M, CON UN FC= 100 KG/CM2, CON CIMBRA COMÚN DE PINO O OYAMEL, CONTEMPLANDO UNA PENDIENTE DEL 3% SUPERFICIE INTERIOR. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	ML	28.2	168.29	4,094.80	
SU BTO T A L					28,438.78	
T O T A L					174,995.6	

SUBSIDIO APRC \$	190,000.0
CLV \$	92.8
VERIFICACION \$	1,740.0
SUBTOTAL (mer) \$	188,167.2
ASISTENCIA TEK \$	13,171.7
MONTO DE OBR \$	174,995.5
SUSTENTABILID \$	-
ASISTENCIA TEK \$	-
MONTO DE SUS \$	-
MONTO TOTAL I \$	174,995.50
SUBSIDIO TOTAL \$	190,000.00

Fig. 191. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Total. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO	FRANCISCA RÓMERO PÉREZ				
DIRECCIÓN	CALLE PRIMAVERA #733, COMUNIDAD SANTA MARÍA NEPOPUALCO, HUEJOTZIGO, PUEBLA.				
NÚMERO DE FOLIO CONAVI	2107452812020011132	FECHA:	30/09/2020		
DATOS DEL ASISTENTE TÉCNICO					
NOMBRE	PROLUAS S. A. DE C. V.			INTERVENCIÓN	
NÚMERO DE REGISTRO	020 0017			TOTAL	
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
	MATERIALES				
358-AGU-0101	AGUA DE TOMA	M3	14.04	28.61	401.68
303-ARF-1301	ALAMBRE RECOCIDO CAL. 16, (1.59 mm Ø), KG., 0.016 KG/M	KG	6.32	24.00	151.68
303-ARF-0901	ALAMBRE DEL No. 2, (1/4 Ø), KG., 0.248 KG/M	KG	31.55	19.91	628.16
MIS-DES-ALUMBRE	ALUMBRE	KG	15.30	100.74	1541.32
342-CDM-0126	APAGADOR SENCILLO	PZA	5	60	300.00
301-ARE-0301	ARENA	M3	17.68	340	6011.20
303-ARF-2001	ARMEX 12x15-4	M	23.2	38.34	889.49
305-MBA-0201	BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2 x 3 1/2 x 8"	PZA	15.68	65.92	1033.63
309-VYB-0202	BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 61x122x15	PZA	40	135.33	5413.20
EYH-CYB-3	BROCHA 3"	PZA	0.05	23.17	1.16
EYH-CYB-6	BROCHA 6"	PZA	0.04	47.24	1.89
342-CDM-0122	CAJA 4 X 4 X 1/2"	PZA	6.00	5.00	30.00
342-CDM-0121	CABLE CAL. 10	M	2.5	12.00	30.00
342-CDM-0121	CABLE CAL. 14	M	55	6.00	330.00
342-CDM-0122	CABLE DESNUDO	M	5	7.00	35.00
342-CDM-0123	CABLE THW 12AWG BLANCO CONDUMEX (O SIMILAR)	M	20	9.84	196.80
302-CAL-0102	CALHIDRA (TONELADA)	TON	0.0012	2100	2.52
302-CEM-0102	CEMENTO (GRIS) PORTLAND TIPO II PUZOLANICO, TONELADA	TON	8.28	3100	25668.00
314-IHS-05-129	CEMENTO PVC SILER O SIMILAR 480 GR	PZA	0.75	135.99	101.99
342-CDM-0127	CHALUPA 1/2"	PZA	6	15.00	90.00
342-CDM-0128	CINTA PLASTICA NEGRA 19 MTS GDE NITTO	PZA	0.05	15.67	0.78
305-CLA-1201	CLAVOS PARA MADERA DE 1 1/4 (1320 pzas/kg) CAJA DE 25 KG	KG	0.23	35.82	8.24
305-CLA-1301	CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2 (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG	KG	4.01	26.87	107.75

Fig. 192. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO	FRANISCA ROMERO PÉREZ				
DIRECCION	CALLE PRIMAVERA #738, COMUNIDAD SANTA MARÍA NE POPUALCÓ, HUEJOTZIGO, PUEBLA.				
NÚMERO DE FOLIO CONAVI	2107452812020011132	FECHA:	30/09/2020		
DATOS DEL ASISTENTE TÉCNICO					
NOMBRE	PROLUAS S. A. DE C. V.			INTERVENCIÓN	
NÚMERO DE REGISTRO	OEO 0017			TOTAL	
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
305-CLA-1401	CLAVOS PARA MADERA DE 4 (77 pzas/kg) CAJA DE 25 KG	KG	2.29	26.87	61.53
346-PHD-0134	CODO 90° DE 1/2", TUBOPLUS O SIMILAR	PZA	10	4.38	43.80
346-PHD-0135	CODO 90° DE 1/2", ROSCA HEMBRA	PZA	2	27.00	54.00
346-PHD-0136	CODO 90° DE 1/2", ROSCA MACHO	PZA	2	27.00	54.00
314-IHS-05-013	CODO DE PVC SANITARIO 90° X 102 MM	PZA	2	19.03	38.06
314-IHS-05-012	CODO DE PVC SANITARIO 90° X 50 MM	PZA	1	4.70	4.70
314-IHS-05-017	CODO DE 90° CON SALIDA LATERAL CON SALIDA 2"	PZA	1	45.00	45.00
314-IHS-05-127	COLADERA PARA REGADERA CON SALIDA DE 2"	PZA	1	100.00	100.00
346-PHD-0133	CONECTOR DE 1/2 X 1/2" TUBOPLUS O SIMILAR	PZA	3	33.58	100.74
314-IHS-05-126	CONECTOR SOLDABLE ROSCABLE 2"	PZA	1	16.79	16.79
314-IHS-05-125	CONEXIÓN ROSCABLE PARA LAVADERO	PZA	1	50.37	50.37
342-CDM-0125	CONTACTO DUPLEX	PZA	3	50.88	152.64
346-PHD-0132	COPLE DE 1/2"	PZA	2	5.00	10.00
MIS-DES-CUBR	CUBRE BOCAS	PZA	0.16	35	5.60
359-CMB-010L	DIESEL	LT	6.72	20.61	138.50
305-MBA-010L	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4 x 4 x 8" (0.019 x 0.10 x 2.44 M)	PZA	18.28	39.18	716.21
MSC-CYJ-ESCOBA	ESCOBA	PZA	0.0081	34.76	0.28
MIS-DES-ESTOPA	ESTOPA	KG	0.0622	35.90	2.23
342-CDM-0124	FOCO AHORRADOR DE ENERGÍA	PZA	6	65	390.00
301-GRA-0401	GRAVA DE MINA T.M.A. 19 MM Ø (3/4)	M3	16.01	360	5763.60
MIS-GUA-LATEX	GUANTE DE LATEX	PAR	0.1554	23.17	3.60
304-VAR-010L	HILO CAÑAMO ROLLO DE 100 M	PZA	0.0062	40.19	0.25
MIS-DES-JABON	JABÓN	PZA	15.30	22.39	342.57
346-PHD-0134	JUEGO DE LLAVES EMPOTRABLES CON MANERALES	PZA	1.00	380.00	380.00

Fig. 193. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO	FRANCISCA ROMERO PÉREZ				
DIRECCION	CALLE PRIMAVERA #733, COMUNIDAD SANTA MARÍA NEPOPUALCO, HUEJOTZIGO, PUEBLA.				
NÚMERO DE FOLIO CONAVI	2107452812020011132	FECHA:	30/09/2020		
DATOS DEL ASISTENTE TÉCNICO					
NOMBRE	PROLUAS S. A. DE C. V.				INTERVENCIÓN
NÚMERO DE REGISTRO	020 0017				TOTAL
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
314-LAM-0200	LÁMINA DE PLASTITEJA	M2	8.84	670.00	5922.80
308-LAV-0001	LAVADERO DE CONCRETO	PZA	1	900	900.00
346-PHD-0133	LATIGUILLO PARA W.C.	PZA	1	98	98.00
314-IHS-05-128	LIMPIADOR SILER O SIMILAR DE 500 ML.	PZA	0.25	75.11	18.78
346-PHD-0135	LLAVE DE ANGULAR DICA O SIMILAR	PZA	1.00	60.00	60.00
346-PHD-0135	LLAVE DE ESFERA VERDEPLUS O SIMILAR	PZA	1.00	121.00	121.00
346-PHD-0136	LLAVE DE NARIZ DICA O SIMILAR	PZA	1	55.97	55.97
303-ARF-2901	MAILLA ELECTROSOLDADA 6x6/10-10, M2 (2.50x40 M)	M2	73.52	20.46	1504.22
307-WC-0001	MUEBLE SANITARIO WC	PZA	1	1600	1600.00
305-MBA-0301	POLÍN DE PINO DE 3/4 DE 3 1/2 x 3 1/2 x 8"	PZA	5.33	118.66	632.46
317-PTR-0119	PTR 3/4 X 3/4 CALIBRE 14	PZA	2.40	170.00	408.00
307-HER-16-020	PUERTA DE HERRERÍA DE 0.85 X 2.5 M	PZA	3	1130.96	3392.88
346-PHD-0138	REDUCCIÓN 2 X 1 1/2"	PZA	1	15.00	15.00
309-VYB-0502	SEMI VIGUETA PATIN DE 12X5, H=15 (PILOSA DE 20)	M	12	159.71	1916.52
337-SLL-1001	SILICON CARTUCHO	PZA	1.25	115.98	144.98
342-CDM-0128	SOCKET	PZA	5	6	30.00
310-TAB-020	TABIQUE ROJO RECOIDO DE 6x13x26 CM	ML	3.26	3582.02	11677.39
346-PHD-0136	TEE DE 13MM 1/2, TUBOPLUS O SIMILAR	PZA	3	6.36	19.08
341-ROT-0508	TINACO TRICAPA 750L CI/ACCS ROTOPLAS O SIMILAR	PZA	1	2450.33	2450.33
CAVI-054	TORNILLO PARA FIJACIÓN DE 10 X 38 EN PRESENTACIÓN DE CAJA DE 144 PIEZAS	PQTE	0.71	87.30	61.98
305-MBA-0508	TRIPLAY DE PINO P/CIMBRA DE 16MM, HOJA DE 1.22x2.44 M	PZA	0.37	593.27	219.51
314-IHS-05-124	TUBO CESPOL PARA LAVADERO SENCILLO	PZA	1	55.97	55.97
346-PHD-0132	TUBO VERDEPLUS O SIMILAR DE 1/2", DE 4.00 M	PZA	3.75	67.16	251.85
346-PSD-0304	TUBO PVC SANITARIO DE 4", DE 6.00 M EXTREMOS LISOS	PZA	0.83	186.34	154.66

Fig. 194. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO	FRANCOISCA ROMERO PÉREZ				
DIRECCION	CALLE PRIMAVERA #738, COMUNIDAD SANTA MARÍA NEPOPUALCO, HUEJOTZICO, PUEBLA.				
NUMERO DE FOLIO CONAVI	2107452812020011132	FECHA:	30/09/2020		
DATOS DEL ASISTENTE TECNICO					
NOMBRE	PROLUAS S. A. DE C. V.			INTERVENCIÓN	
NÚMERO DE REGISTRO	020 0017			TOTAL	
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
346-PSD-0305	TUBO PVC SANITARIO DE 2", DE 600 M EXTREMOS LISOS	PZA	1	194.55	194.55
317-PTR-0120	TUBULAR CALIBRE 14 DE 3 X 3 "	PZA	1.5	719.39	1079.09
317-PTR-0122	TUBULAR CALIBRE 18 DE 1 3/4 X 1 3/4 "	PZA	4	370.80	1483.20
317-PTR-0121	TUBULAR CALIBRE 18 DE 4 X 1 1/2"	PZA	1.5	582.00	873.00
346-PHD-0135	TUERCA UNION PLASTICA 13MM X 13MM TUBOPLUS O SIMILAR	PZA	3	52.04	156.12
303-ARF-0201	VARILLA R-42 DEL No. 3, (3/8 Ø), KG, 0.557 KG/M	KG	105.54	17.80	1945.81
307-HER-16-022	VENTANA DE 0.50 X 0.50 M DE ÁNGULO	PZA	1	1030.96	1030.96
307-HER-16-021	VENTANA DE 1.0 X 0.8 M DE ÁNGULO	PZA	2	1030.96	2061.92
			SUBTOTAL		91988.98
	MANO DE OBRA				
1P	CUADRILLA No 1 (1 PEON)	JOR	7.71	585.51	4514.63
1A1P	CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEON)	JOR	7.23	1405.53	10159.66
1F1A	CUADRILLA No 6 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE)	JOR	0.78	1453.98	1130.40
1C1A	CUADRILLA No 7 (1 CARP. O.N. + AYUDANTE)	JOR	3.04	1486.38	4514.63
1H1A	CUADRILLA No 9 (1 HERRERO + AYUDANTE)	JOR	2.33	1453.97	3387.72
1C01A	CUADRILLA No. 12 (1 COLOCADOR + 1 AY.)	JOR	0.80	1421.6	1130.40
1E1E	CUADRILLA No 19 (1 ELECTRIC.+AY.ESP)	JOR	0.75	1508.91	1130.40
1P1E	CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO+ 1 AY.ESP.)	JOR	2.99	1508.91	4514.63
1ASP	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)	JOR	1.20	3747.57	4514.63
			SUBTOTAL		34997.10
	HERRAMIENTAS				
%MO37	HERRAMIENTA MENOR	%	0.084	31187.43	2629.71
%MO38	ANDAMIOS	%	0.019	31187.43	593.76
			SUBTOTAL		3223.5
	EQUIPO				
EQREV	REVOLVEDORA PICONCRETO DE 1 SACO 8 DE HP	HOR	13.78	114.28	1574.78
EQVIB	VIBRADOR PARA CONCRETO	HOR	14.77	106.7	1575.85

Fig. 195. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.

DATOS GENERALES					
DATOS DEL BENEFICIARIO					
NOMBRE DEL BENEFICIARIO		FRANISCA RÓMERO PÉREZ			
DIRECCION		CALLE PRIMAYERA #733, COMUNIDAD SANTA MARÍA NEPOPUALCO, HUEJOTZIGO, PUEBLA.			
NUMERO DE FOLIO CONAVI		2107452812020011132	FECHA:	30/09/2020	
DATOS DEL ASISTENTE TECNICO					
NOMBRE		PROLIAS S. A. DE C. V.		INTERVENCION	
NÚMERO DE REGISTRO		050 0017		TOTAL	
1.-CONCENTRADO DE PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
EQPLAN	PLANTA DE SOLDAR MILLER	HOR	4.04	18.03	72.84
			SUBTOTAL		3223.5
			TOTAL		133433.03

Fig. 196. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.

EJEMPLOS DE CASAS INTERVENIDAS:



Fig. 197. Ejemplo 1 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 198. Ejemplo 2 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 199. Ejemplo 3 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 200. Ejemplo 4 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 201. Ejemplo 5 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 202. Ejemplo 6 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 203. Ejemplo 7 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 204. Ejemplo 8 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 205. Ejemplo 9 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 206. Ejemplo 10 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 207. Ejemplo 11 de intervención. Elaboración Propia.



Fig. 208. Ejemplo 12 de intervención. Elaboración Propia.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Fig. 1. Colapso de Barranca en el Municipio de Huejotzingo. Janet, G. “Sismo provoca desgajamiento de barrancas en Huejotzingo, Puebla” (Puebla, 2017). P.13.	13
Fig. 2. Humedad por Condensación. HUMITAT-STOP. https://www.humitat-stop.com/humedad-por-condensacion (España, 2023).....	14
Fig. 3. Humedad en muros de Vivienda. HUMEDADES. https://www.hogarseco.com/humedades-por-capilaridad/ (Madrid, España, 2023).....	14
Fig. 4. Estado de Puebla. Google Earth, “ https://earth.google.com ” (2023).....	14
Fig. 5. Municipio de Huejotzingo. Google Earth, “ https://earth.google.com ” (2023).....	14
Fig. 6. Junta con beneficiarios. Elaboración propia.....	75
Fig. 7. Registro al programa de los interesados. Elaboración propia.....	75
Fig. 8. Asiento diferencial, ejemplo 1. Elaboración Propia.....	77
Fig. 9. Asiento diferencial, ejemplo 2. Elaboración Propia.....	77
Fig. 10. Asiento diferencial, ejemplo 4. Elaboración Propia.....	77
Fig. 11. Asiento diferencial, ejemplo 3. Elaboración Propia.....	77
Fig. 12. Asiento diferencial, ejemplo 5. Elaboración Propia.....	77
Fig. 13. Carga vertical, ejemplo 1. Elaboración Propia.....	78
Fig. 14. Carga vertical, ejemplo 2. Elaboración Propia.....	78
Fig. 15. Carga vertical, ejemplo 3. Elaboración Propia.....	79
Fig. 16. Carga vertical, ejemplo 4. Elaboración Propia.....	79
Fig. 17. Carga vertical, ejemplo 5. Elaboración Propia.....	79
Fig. 18. Carga vertical, ejemplo 6. Elaboración Propia.....	79
Fig. 19. Carga vertical, ejemplo 7. Elaboración Propia.....	79
Fig. 20. Carga vertical, ejemplo 8. Elaboración Propia.....	79
Fig. 21. Carga horizontal, ejemplo 1. Elaboración Propia.	81
Fig. 22. Carga horizontal, ejemplo 2. Elaboración Propia.	81
Fig. 23. Carga horizontal, ejemplo 3. Elaboración Propia.	81
Fig. 24. Carga horizontal, ejemplo 4. Elaboración Propia.	81
Fig. 25. Carga horizontal, ejemplo 5. Elaboración Propia.	81
Fig. 26. Dilatación y contracción, ejemplo 1. Elaboración Propia.....	82
Fig. 27. Dilatación y contracción, ejemplo 2. Elaboración Propia.....	82
Fig. 28. Dilatación y contracción, ejemplo 3. Elaboración Propia.....	83
Fig. 29. Dilatación y contracción, ejemplo 4. Elaboración Propia.....	83
Fig. 30. Dilatación y contracción, ejemplo 5. Elaboración Propia.....	83
Fig. 31. Dilatación y contracción, ejemplo 6. Elaboración Propia.....	83
Fig. 32. Dilatación y contracción, ejemplo 7. Elaboración Propia.....	84
Fig. 33. Dilatación y contracción, ejemplo 8. Elaboración Propia.....	84
Fig. 34. Dilatación y contracción, ejemplo 9. Elaboración Propia.....	84
Fig. 35. Dilatación y contracción, ejemplo 10. Elaboración Propia.....	84
Fig. 36. Dilatación y contracción, ejemplo 11. Elaboración Propia.....	85
Fig. 37. Dilatación y contracción, ejemplo 12. Elaboración Propia.....	85

Fig. 38. Dilatación y contracción, ejemplo 13. Elaboración Propia	85
Fig. 39. Dilatación y contracción, ejemplo 14. Elaboración Propia	85
Fig. 40. Falla por errores constructivo, ejemplo 1. Elaboración Propia	86
Fig. 41. Falla por errores constructivo, ejemplo 2. Elaboración Propia	86
Fig. 42. Fractura en firme de concreto, ejemplo 1. Elaboración Propia.....	87
Fig. 43. Fractura en firme de concreto, ejemplo 2. Elaboración Propia.....	89
Fig. 44. Fractura en firme de concreto, ejemplo 3. Elaboración Propia.....	89
Fig. 45. Cubierta ligera de palma. Elaboración Propia.	89
Fig. 46. Cubierta ligera de lámina. Elaboración Propia.	89
Fig. 47. Cubierta de Teja. Elaboración Propia.	90
Fig. 48. Cubierta de Viguetas. Elaboración Propia.	90
Fig. 49. Colapso de cubierta, ejemplo 1. Elaboración Propia.....	90
Fig. 50. Colapso de cubierta, ejemplo 2. Elaboración Propia.....	90
Fig. 51. Colapso de cubierta, ejemplo 3. Elaboración Propia.....	90
Fig. 52. Colapso de cubierta, ejemplo 4. Elaboración Propia.....	90
Fig. 53. Fractura en ventana, ejemplo 1. Elaboración propia.	91
Fig. 54. Fractura en ventana, ejemplo 2. Elaboración Propia.	91
Fig. 55. Fractura en ventana, ejemplo 3. Elaboración Propia.	91
Fig. 56. Fractura en ventana, ejemplo 4. Elaboración Propia.	91
Fig. 57. Colapso total de estructura, ejemplo 1. Elaboración Propia.....	92
Fig. 58. Colapso total de estructura, ejemplo 2. Elaboración Propia.....	92
Fig. 59. Colapso total de estructura, ejemplo 3. Elaboración Propia.....	93
Fig. 60. Colapso total de estructura, ejemplo 4. Elaboración Propia.....	93
Fig. 61. Colapso total de estructura, ejemplo 5. Elaboración Propia.....	93
Fig. 62. Colapso total de estructura, ejemplo 6. Elaboración Propia.....	93
Fig. 63. Colapso total de estructura, ejemplo 7. Elaboración Propia.....	93
Fig. 64. Croquis del levantamiento. Elaboración Propia.	95
Fig. 65. Croquis de la propuesta. Elaboración Propia.	98
Fig. 66. Zonificación de Vivienda. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	101
Fig. 67. Orientación hacia el Norte. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	107
Fig. 68. Orientación hacia el Sur. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	107
Fig. 69. Orientación hacia el Este. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023).....	108
Fig. 70. Orientación hacia el Oeste. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	109
Fig. 71. Diagrama de Orientación de las habitaciones. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	109
Fig. 72. Diagrama de absorción solar. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023).....	110
Fig. 73. Diagrama de favorecimiento de ventilación. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	111
Fig. 74. Diagrama de temperatura en Clima Templado. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	112
Fig. 75. Terreno antes de Limpieza y Deshierbe. Elaboración Propia.....	126
Fig. 76. Terreno después de Limpieza y Deshierbe. Elaboración Propia.....	126

Fig. 77. Realización de trazo. Elaboración Propia.....	128
Fig. 78. Realización de trazo. Elaboración Propia.....	128
Fig. 79. Excavación de zanjas. Elaboración Propia.	131
Fig. 80. Excavación terminada. Elaboración Propia.	131
Fig. 81. Armado de Cimentación. Elaboración Propia.....	131
Fig. 82. Encofrado de cimentación. Elaboración Propia.....	131
Fig. 83. Cimentación de Mampostería. Elaboración Propia.	134
Fig. 84. Acabados de cimentación de Mampostería. Elaboración Propia.....	134
Fig. 85. Instalación Sanitaria. Elaboración Propia.	136
Fig. 86. Instalación Sanitaria. Elaboración Propia.	136
Fig. 87. Beneficiario recibiendo Biodigestor. Elaboración Propia.	138
Fig. 88. Replanteo de ubicación del biodigestor. Elaboración Propia.....	138
Fig. 89. Armado de losa de Cimentación. Elaboración Propia.	139
Fig. 90. Armado de losa de Cimentación. Elaboración Propia.	139
Fig. 91. Losa de Cimentación. Elaboración Propia.	140
Fig. 92. Losa de Cimentación. Elaboración Propia.	140
Fig. 93. Unión de Castillos a Contratrabe. Elaboración Propia.....	141
Fig. 94. Salidas de varilla para amarre de Castillos. Elaboración Propia.	141
Fig. 95. Encofrado de Castillos. Elaboración Propia.	142
Fig. 96. Encofrado de Castillos. Elaboración Propia.	142
Fig. 97. Construcción de Muro de tabique. Elaboración Propia.	144
Fig. 98. Construcción de Muro de Tabique. Elaboración Propia.....	144
Fig. 99. Armado de Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.....	145
Fig. 100. Armado de Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.....	145
Fig. 101. Encofrado de Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.....	145
Fig. 102. Cadena de Cerramiento. Elaboración Propia.	145
Fig. 103. Colocado de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.....	146
Fig. 104. Losa de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.	146
Fig. 105. Losa de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.	147
Fig. 106. Losa de vigueta y bovedilla. Elaboración Propia.	147
Fig. 107. Ranura en muro para instalación eléctrica. Elaboración Propia.	149
Fig. 108. Interruptor y Foco. Elaboración Propia.	149
Fig. 109. Construcción de pretil. Elaboración Propia.	150
Fig. 110. Pretil. Elaboración Propia.	150
Fig. 111. Chaflán. Elaboración Propia.....	151
Fig. 112. Chaflán. Elaboración Propia.....	151
Fig. 113. Estructura de Pórtico. Elaboración Propia.....	152
Fig. 114. Estructura de Pórtico. Elaboración Propia.....	152
Fig. 115. Pórtico. Elaboración Propia.	152
Fig. 116. Pórtico. Elaboración Propia.	152
Fig. 117. Beneficiario recibiendo tinaco. Elaboración Propia.	153
Fig. 118. Base de tinaco. Elaboración Propia.	153

Fig. 119. Repisón. Elaboración Propia.....	155
Fig. 120. Repisón. Elaboración Propia.....	155
Fig. 121. Replanteo de ubicación de inodoro. Elaboración Propia.....	156
Fig. 122. Inodoro Colocado. Elaboración Propia.....	156
Fig. 123. Colocación de lavadero. Elaboración Propia.....	157
Fig. 124. Lavadero colocado. Elaboración Propia.....	157
Fig. 125. Ranura de muro para colocación de tubería. Elaboración Propia.....	158
Fig. 126. Ranura de muro para colocación de tubería. Elaboración Propia.....	158
Fig. 127. Casa impermeabilizada. Elaboración Propia.....	159
Fig. 128. Casa impermeabilizada. Elaboración Propia.....	159
Fig. 129. Aplanado interno. Elaboración Propia.....	160
Fig. 130. Aplanado interno. Elaboración Propia.....	160
Fig. 131. Aplanado exterior. Elaboración Propia.....	160
Fig. 132. Aplanado exterior. Elaboración propia.....	160
Fig. 133. Herrería en ventana. Elaboración Propia.....	161
Fig. 134. Herrería en Puerta y ventana. Elaboración Propia.....	161
Fig. 135. Antes de aplicar pintura. Elaboración Propia.....	162
Fig. 136. Antes de aplicar pintura. Elaboración Propia.....	162
Fig. 137. Después de aplicar pintura. Elaboración Propia.....	162
Fig. 138. Después de aplicar pintura. Elaboración Propia.....	162
Fig. 139. Colocación de loseta. Elaboración Propia.....	164
Fig. 140. Loseta colocada. Elaboración Propia.....	164
Fig. 141. Armado de zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.....	166
Fig. 142. Armado de zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.....	166
Fig. 143. Zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.....	166
Fig. 144. Zapata en vivienda con falta de cimentación. Elaboración Propia.....	166
Fig. 145. Apuntalamiento para evitar debilitar la estructura. Elaboración Propia.....	167
Fig. 146. Armado de castillo y apuntalamiento de muro. Elaboración Propia.....	167
Fig. 147. Castillo colado en vivienda ya existente. Elaboración Propia.....	168
Fig. 148. Castillo colado en vivienda ya existente. Elaboración Propia.....	168
Fig. 149. Cimentación de contrafuerte. Elaboración Propia.....	169
Fig. 150. Construcción de contrafuertes. Elaboración Propia.....	169
Fig. 151. Contrafuertes. Elaboración Propia.....	169
Fig. 152. Contrafuertes. Elaboración Propia.....	169
Fig. 153. Armado de losa de cimentación. Elaboración Propia.....	170
Fig. 154. Losa de cimentación ya colada. Elaboración Propia.....	170
Fig. 155. Rehabilitación de muro de adobe con tabique. Elaboración Propia.....	171
Fig. 156. Rehabilitación de muro de adobe con tabique. Elaboración Propia.....	171
Fig. 157. Apertura de ventana en muro de adobe. Elaboración Propia.....	171
Fig. 158. Apertura de ventana en muro de adobe. Elaboración Propia.....	171
Fig. 159. Celosía de botella. Elaboración Propia.....	172
Fig. 160. Celosía de botella. Elaboración Propia.....	172

Fig. 161. Estructura para cubierta de plastiteja. Elaboración Propia.....	173
Fig. 162. Estructura para cubierta de plastiteja. Elaboración Propia.....	173
Fig. 163. Cubierta de plastiteja colocada en vivienda. Elaboración Propia.....	174
Fig. 164. Cubierta de plastiteja colocada en vivienda. Elaboración Propia.....	174
Fig. 165. Dimensiones de estufa ahorradora de leña. CONAVI. " https://www.gob.mx/conavi ", (2023)	175
Fig. 166. Estufa ahorradora de leña. Elaboración Propia.	178
Fig. 167. Estufa ahorradora de leña. Elaboración Propia.	178
Fig. 168. Sostenibilidad. SEMANA. https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-nueva-era-de-las-renovables/564826/ (Colombia, 2018).....	180
Fig. 169. Instalación Profesional de Calentador Solar. SOLARIS. https://solaresenmexico.com/producto/instalacion-profesional-para-calentador-solaris-cpvc/ (CDMX, 2023)	183
Fig. 170. Formato para croquis. CONAVI. (2021)	188
Fig. 171. Carta compromiso. CONAVI. (2021)	189
Fig. 172. Solicitud de subsidio. CONAVI. (2021).....	190
Fig. 173. Formato de diseño participativo. CONAVI. (2021)	191
Fig. 174. Formato de diario de obra. CONAVI. (2021).....	192
Fig. 175. Formato de reporte inicial, hoja 1. CONAVI. (2021).....	193
Fig. 176. Formato de reporte inicial, hoja 2. CONAVI. (2021).....	194
Fig. 177. Formato de reporte de seguimiento de obra. CONAVI. (2021).....	195
Fig. 178. Formato de nota informativa de irregularidades. CONAVI. (2021).....	196
Fig. 179. Formato de presupuesto. CONAVI. (2021)	197
Fig. 180. Formato de insumos. CONAVI. (2021).....	198
Fig. 181. Hoja de detalles 1. Elaboración Propia.....	199
Fig. 182. Hoja de detalles 2. Elaboración Propia.	200
Fig. 183. Hoja de detalles 3. Elaboración Propia.	201
Fig. 184. Ejemplo de plano de planta de una Intervención Parcial. Elaboración Propia.....	202
Fig. 185. Ejemplo de plano de corte y fachada de una Intervención Parcial. Elaboración Propia.....	203
Fig. 186. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Parcial. Elaboración Propia.	204
Fig. 187. Fig. 186. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Parcial. Elaboración Propia.....	205
Fig. 188. Ejemplo de plano de planta de una Intervención Total. Elaboración Propia.	206
Fig. 189. Ejemplo de plano de corte y fachada de una Intervención Total. Elaboración Propia.	207
Fig. 190. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Total. Elaboración Propia.....	208
Fig. 191. Ejemplo de un presupuesto de Intervención Total. Elaboración Propia.....	209
Fig. 192. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.	210
Fig. 193. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.	211
Fig. 194. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.	212
Fig. 195. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.	213
Fig. 196. Ejemplo de formato de insumos. Elaboración Propia.	214
Fig. 197. Ejemplo 1 de intervención. Elaboración Propia.....	215
Fig. 198. Ejemplo 2 de intervención. Elaboración Propia.....	215

Fig. 199. Ejemplo 3 de intervención. Elaboración Propia.....	215
Fig. 200. Ejemplo 4 de intervención. Elaboración Propia.....	215
Fig. 201. Ejemplo 5 de intervención. Elaboración Propia.....	215
Fig. 202. Ejemplo 6 de intervención. Elaboración Propia.....	215
Fig. 203. Ejemplo 7 de intervención. Elaboración Propia.....	216
Fig. 204. Ejemplo 8 de intervención. Elaboración Propia.....	216
Fig. 205. Ejemplo 9 de intervención. Elaboración Propia.....	216
Fig. 206. Ejemplo 10 de intervención. Elaboración Propia.	216
Fig. 207. Ejemplo 11 de intervención. Elaboración Propia.	216
Fig. 208. Ejemplo 12 de intervención. Elaboración Propia.	216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas, relacionadas al concreto.....	25
Tabla 2. Requisitos adicionales para materiales pétreo.....	30
Tabla 3. Clasificación de la exposición	53
Tabla 4. Resistencia a compresión especificada, kg/cm ² (MPa).....	54
Tabla 5. Requisitos para concretos expuestos a sulfatos.....	55
Tabla 6. Requisitos de resistencia a compresión para abrasión	56
Tabla 7. Valores máximos de contenido de ion cloruro en el concreto al momento de colado	56
Tabla 8. Documentación solicitada por CONAVI.....	68
Tabla 9. Zonificación de la Vivienda.....	100
Tabla 10. Elementos para cubrir necesidades de personas con discapacidades.....	104
Tabla 11. Alturas mínimas por zona climática.	105
Tabla 12. Financiamiento de líneas de apoyo del 2019.	121
Tabla 13. Prioridades de Ecotecnias y Ecotecnologías según CONAVI.	122

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	31
Ecuación 2	31
Ecuación 3	31
Ecuación 4	32
Ecuación 5	32
Ecuación 6	32
Ecuación 7	32
Ecuación 8	32
Ecuación 9	32
Ecuación 10	32
Ecuación 11	33
Ecuación 12	33
Ecuación 13	37
Ecuación 14	37
Ecuación 15	37
Ecuación 16	38
Ecuación 17	38
Ecuación 18	38
Ecuación 19	38
Ecuación 20	39
Ecuación 21	39
Ecuación 22	41
Ecuación 23	41
Ecuación 24	41
Ecuación 25	41
Ecuación 26	41
Ecuación 27	41