

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

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

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano.
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



Propuesta de Intervención Constructiva para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de la Vivienda Autoconstruida en el Área Metropolitana de Guadalajara

Trabajo para obtener el grado de:
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Presenta:
ING. SIDNEY ALFONSO URIBE DETRELL
Expediente: 711047

Tutor de proyecto:
DR. NAYAR CUITLÁHUAC GUTIÉRREZ ASTUDILLO

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, a 20 de Agosto del 2018

Resumen

El rezago habitacional por la baja calidad constructiva en Guadalajara, no solo se origina en la calidad los materiales, sino en el sistema estructural y en el proceso constructivo, lo que incrementa su vulnerabilidad ante eventos sísmicos. Aún con las limitaciones económicas de muchos mexicanos, la autoconstrucción permite que las personas construyan su vivienda y con el tiempo realicen modificaciones según sus necesidades y posibilidades.

El propósito de este trabajo es analizar la vivienda autoconstruida en el Área Metropolitana de Guadalajara para proponer intervenciones constructivas que permitan reducir la vulnerabilidad sísmica actual. Así como proponer herramientas para su aplicación práctica que permitan un mayor acercamiento a los usuarios y al mismo tiempo mejoren sus prácticas constructivas.

Para esto se analiza la perspectiva de los usuarios y las posibles mejoras que ellos puedan hacer. Se estudia la tipología de vivienda, sus procesos de construcción, comportamiento estructural y el estado físico de la misma con el fin de comprender sus limitaciones y oportunidades. La propuesta busca mejorar la calidad de vida de sus habitantes al mejorar la calidad de la vivienda.

Palabras Clave: Vivienda, Autoconstrucción, Vulnerabilidad sísmica, Intervenciones.

Índice de Contenido

1. Introducción.....	9
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.1.1 Déficit Habitacional.....	11
1.1.2 Autoconstrucción.....	12
1.1.3 Calidad de los materiales.....	16
1.1.4 Asentamientos de origen irregular.....	19
1.1.5 Riesgo sísmico.....	19
1.1.6 Vulnerabilidad.....	21
1.2 Antecedentes.....	23
1.2.1 Latinoamérica.....	23
1.2.2 México.....	26
1.2.3 Área Metropolitana de Guadalajara.....	30
1.3 Justificación de la Investigación.....	35
1.3.1 Pertinencia del trabajo.....	35
1.3.2 Tipo de estudio.....	39
1.4 Hipótesis y Supuestos de trabajo.....	40
1.5 Preguntas y Objetivos.....	42
2. Metodología.....	43
2.1 Esquema Metodológico.....	44
2.2 Planeación Estratégica.....	45
2.2.1 Análisis FODA.....	45
2.2.2 Planeación Prospectiva.....	48
2.3 Tipología de vivienda autoconstruida.....	51
2.3.1 Selección de sitio.....	51
2.3.2 Recorrido preliminar.....	52
2.3.3 Cuestionarios y Observación Directa.....	53
2.4 Análisis de vulnerabilidad sísmica.....	64
2.4.1 Comportamiento estructural.....	66
2.4.2 Capacidad de Muros.....	69
2.4.3 Análisis no lineal.....	69
2.4.4 Indicadores de Vulnerabilidad.....	70
2.5 Intervenciones.....	75
2.5.1 Económico.....	76
2.6 Ambiental.....	77
2.7 Diseño de instrumento de medición y aplicación.....	79
3. Resultados.....	81
3.1 Descripción e interpretación de resultados.....	81
3.1.1 Comportamiento Estructural.....	81
3.1.2 Indicadores.....	88
3.1.3 Intervenciones.....	96
3.1.4 Económico.....	106
3.1.5 Ambiental.....	108
3.1.6 Herramienta para la difusión de información.....	113
4. Proceso de Intervención.....	121
Recomendaciones para ampliaciones.....	123

5. Conclusiones.....	128
6. Bibliografía.....	134
7. Anexos.....	138
7.1 Anexo 1. Formatos de cuestionarios y observación directa	138
7.2 Anexo 2. Fórmulas y valores utilizados de las Normas Técnicas Complementarias del reglamento de construcción.....	149
7.3 Anexo 3. Validación de Indicadores e Intervenciones	153
7.4 Anexo 4. Reporte análisis de ciclo de vida.....	163
7.5 Anexo 5. Informe ENER-08.....	167
7.6 Anexo 6. Formato de validación de App.....	177

Índice de Figuras

Figura 1. Vivienda autoconstruida de 4 niveles	9
Figura 2. Soluciones Habitacionales	12
Figura 3. Comparativa resistencias de ladrillos de lama	16
Figura 4. Tipología de vivienda.....	17
Figura 5. Deficiencia en confinamiento de la vivienda.....	18
Figura 6. Regiones Sísmicas de México.....	20
Figura 7. Vivienda Incremental Autoconstruida	22
Figura 8. Déficit de vivienda en Latinoamérica.	23
Figura 9. Vivienda precaria en Medellín, Colombia	25
Figura 10. Crecimiento AMG por áreas geoestadísticas básicas año 2000.....	31
Figura 11. Asentamientos de origen irregular 1972-1985.....	31
Figura 12. Grado de marginación en AMG.....	33
Figura 13. Brigada de Guadalajara saliendo a CDMX.....	35
Figura 14. Colapso de multifamiliar en Taxqueña, CDMX.....	36
Figura 15. Colapso de departamentos en Coapa, CDMX.....	36
Figura 16. Daños en vivienda autoconstruida, CDMX.	37
Figura 17. Daños en vivienda autoconstruida, Oaxaca.	37
Figura 18. Vivienda Cajititlán	38
Figura 19. Estado de viguetas en vivienda de Cajititlán.....	39
Figura 20. Esquema Supuestos Prioritarios.....	41
Figura 21. Esquema metodológico de la investigación.	43
Figura 22. Esquema Planeación prospectiva.	48

Figura 23. Ubicación del área de estudios.....	52
Figura 24. Recorrido preliminar de Viviendas Autoconstruidas en AMG.....	53
Figura 25. Viviendas encuestadas	54
Figura 26. Intervenciones en vivienda autoconstruida.	56
Figura 27. Tenencia de la vivienda autoconstruida.	56
Figura 28. Constructores de la vivienda.	57
Figura 29. Principales daños en la vivienda autoconstruida.....	57
Figura 30. Apoyos a los autoconstructores.....	58
Figura 31. Características de sitio	59
Figura 32. Características Arquitectónicas.....	61
Figura 33. Características Constructivas	62
Figura 34. Características de crecimiento.....	63
Figura 35. Vivienda de estudio.....	65
Figura 36. Plano Arquitectónico vivienda de estudio.....	65
Figura 37. Esquema planta baja vivienda de estudio.....	66
Figura 38. Índice de Vulnerabilidad de la vivienda tipo	76
Figura 39. Medio de comunicación de preferencia.	79
Figura 40. Edades por medio de comunicación utilizado.....	79
Figura 41. Modelo ETABs “Casa CHITO”	81
Figura 42. Elementos Mecánicos	83
Figura 43. Numeración de muros vivienda de estudio.	84
Figura 44. Redistribución de esfuerzos en muros.....	88
Figura 45. Representación de Índice de vulnerabilidad.	95
Figura 46. Esquema de muros tras intervención.....	98
Figura 47. Incremento en la capacidad resistente de muros por intervenciones.	100
Figura 48. Mejoramiento por etapas según indicadores	102
Figura 49. Comportamiento de indicadores por etapas	103
Figura 50. Inversión Vs Seguridad estructural.	105
Figura 51. Comparativo índice de vulnerabilidad en intervenciones	105
Figura 52. Comparativo de costo de materiales	107
Figura 53. Comparativa de costos de refuerzo sísmico	108

Figura 54. Emisiones de CO2 Total	109
Figura 55. Emisiones de CO2 por construcción	110
Figura 56. Emisiones de CO2 por muros	110
Figura 57. Emisiones de CO2 por usos	111
Figura 58. Emisiones de CO2 por electrodomésticos.....	111
Figura 59. Emisiones de CO2 por crecimiento de vivienda.....	112
Figura 60. Retroalimentación de Aplicación móvil.	120
Figura 61. Recomendaciones para ampliaciones.....	123
Figura 62. Continuidad de muros en diferentes niveles.	124
Figura 63. Accesibilidad para diversificar usos.....	124
Figura 64. Dimensiones libres mínimas en espacios habitables.....	125
Figura 65. Recomendaciones para iluminación y ventilación.....	126
Figura 66. Conexiones sanitarias.....	126
Figura 67. Diagrama de Conclusiones.....	128

Índice de Tablas

Tabla 1. Viviendas habitadas por tipo de tenencia	14
Tabla 2. Tipo de constructor según periodo de inicio y fin de la obra	15
Tabla 3. Clasificación de vivienda según INEGI 2014	18
Tabla 4. Análisis FODA	46
Tabla 5. Resumen FODA	47
Tabla 6. Lista de Agebs Estudiados	52
Tabla 7. Temas Cuestionarios y Observación directa	54
Tabla 8. Variables del cálculo estructural	68
Tabla 9. Cortante basal	68
Tabla 10. Puntaje de Vulnerabilidad A. Preciado	71
Tabla 11. Puntaje de Vulnerabilidad CENAPRED	71
Tabla 12. Comparativa de resistencia en muros según el confinamiento.....	83
Tabla 13. Comportamiento de muros en vivienda de estudio	85
Tabla 14. Comportamiento de muros (sin 1 muro)	86
Tabla 15. Comportamiento de muro (sin 2 muros)	87

Tabla 16. Periodos de la estructura.....	88
Tabla 17. Puntaje de Indicadores Base.....	89
Tabla 18. Comparativa de indicadores	90
Tabla 19. Ponderación de indicadores	92
Tabla 20. Indicadores en Vivienda Tipo	94
Tabla 21. Volumen de intervención en vivienda de estudio.....	97
Tabla 22. Resumen del comportamiento estructural por etapas de intervención.	99
Tabla 23. Distancia entre centros de masas y rigideces.	100
Tabla 24. Indicadores por etapas	101
Tabla 25. Validación por comparativos de indicadores	102
Tabla 26. Otros indicadores.....	103
Tabla 27. Costo de inversión por etapa de intervención.....	104
Tabla 28. Presupuesto de materiales utilizados	106
Tabla 29. Nivel de refuerzo	107
Tabla 30. Ganancias por orientación	113

Siglas y abreviaturas

AMG Área Metropolitana de Guadalajara

FONHAPO Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares

ONU HABITAT Organización de las Naciones Unidas para Asentamientos Humanos

CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe

COI Colonias de Origen Irregular

CANADEVI Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda

IMEVIS Instituto Mexiquense de la Vivienda Social

INVI Instituto Nacional de Vivienda

CONAPO Consejo Nacional de Población

CFE Comisión Federal de Electricidad

AGEB Área Geoestadística Básica

INFONAVIT Instituto del fondo nacional de la vivienda para los trabajadores

POTMET Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía

ENIGH Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos del Hogar de INEGI

IMEPLAN Instituto Metropolitano de Planeación del AMG

SEDATU Secretaria de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano

CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres

NTC Normas Técnicas Complementarias

1. Introducción

El desarrollo de las comunidades tanto rurales como urbanas en nuestro país se han visto afectadas por el crecimiento exponencial de la población principalmente, lo que ha transformado paulatinamente las costumbres de las personas.

La construcción de vivienda en Guadalajara ha tenido diferentes transformaciones a lo largo de su desarrollo como urbe, la cual se caracteriza por la migración de los habitantes de zonas rurales a centros urbanos y por las políticas de vivienda implementadas desde el siglo pasado. Este resultado no es único de Guadalajara sino es un patrón tanto en las grandes ciudades de México como en la mayoría de los países latinoamericanos.

El acelerado crecimiento de las ciudades no permite que tanto la infraestructura, los servicios públicos, así como la capacidad económica de las personas, alcancen la demanda actual de vivienda habitable. Esto ha llevado a que exista un alto déficit habitacional en cuanto a la calidad de constructiva y al espacio disponible. Para atender esta demanda, la población ha recurrido a construir por su cuenta, con apoyo de familiares, en terrenos no establecidos para el crecimiento de la ciudad, lo que llamamos asentamientos irregulares. Estas construcciones se llevan a cabo sin un adecuado procedimiento que confirme a la vivienda como un lugar seguro, digno y sustentable para sus habitantes.



Figura 1. Vivienda autoconstruida de 4 niveles
Fuente: Fotografía propia (Uribe, 2017)

Si bien el principal proceso de construcción de vivienda en México es por medio de la autoconstrucción, sin el conocimiento técnico adecuado tanto para su planeación, ejecución y uso, no se puede asegurar su funcionalidad óptima para sus habitantes y que en muchas ocasiones se puntualizan los problemas por la baja posibilidad de mejoramiento como consecuencia de las reducidas capacidades económicas.

Mejorar los procesos de construcción tanto en la planeación como en la ejecución de la obra, mejoraría las viviendas, para una mayor durabilidad y funcionalidad de la misma, lo que resulta en mejor calidad de vida para sus habitantes.

Para lograr esto se requiere incentivar a los autoconstructores para que cuenten con mano de obra que sea capaz de construir una vivienda correctamente. Que logre cumplir las necesidades de sus habitantes y tenga una respuesta positiva ante un movimiento telúrico.

El conocimiento técnico es la clave para lograrlo, pero es necesario que cumpla algunos requisitos para que sea utilizado por los autoconstructores.

Actualmente existen apoyos para mejorar la vivienda. Estos se enfocan principalmente en la eficiencia energética, vivienda nueva, dejando a un lado a la vivienda construida y dan por sentado que la construcción llevó el proceso de edificación según la reglamentación.

Los apoyos actuales buscan que las viviendas autoconstruidas sea sustentables, pero para esto es necesario primero reducir la vulnerabilidad sísmica para después poder continuar e implementar otras acciones. Ya que al presentar deficiencias, es decir, una vulnerabilidad alta y pone en riesgo todo aquello que integra la vivienda.

La autoconstrucción como principal forma de construcción tiene gran potencial para impactar en la transformación de la vivienda en el país. Es el desarrollo a pequeña escala de los autoconstructores, dentro de las viviendas y las comunidades lo que puede llegar a transformar los estilos de vida de las personas, siempre y cuando estén direccionados a un estilo de vida sustentable.

1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo de las ciudades en México y en Latinoamérica se caracteriza por crecientes desigualdades entre sus habitantes y por la falta de planeación. Por estas características la mayoría de personas que requieren de una vivienda digna no cuentan con una oferta adecuada a sus necesidades y se ven orilladas a construir ellos mismos en lugares no regularizados para ello. Esto pone en un estado de vulnerabilidad a sus habitantes, ya que pueden carecer de servicios y espacios necesarios para su desarrollo, independientemente de la vulnerabilidad sísmica.

El proceso de autoconstruir la vivienda se origina en problemas de organización, o más bien, de una falta de organización y planeación del gobierno que logren ofertar vivienda adecuada. El proceso tiene de manera intrínseca características sustentables y brinda mayor capacidad de resiliencia a las transformaciones continuas, tanto de la ciudad como internas de las viviendas y familias. A continuación se hablará de los principales factores relacionados con la vivienda autoconstruida y el potencial problema que enfrentan.

1.1.1 Déficit Habitacional

El déficit habitacional es uno de los grandes problemas que viven las ciudades que han crecido de manera acelerada. ONU-HABITAT (2015) define el déficit habitacional como “El resultado que surge del desajuste entre las necesidades de habitación de la población representadas por unidades requirentes de vivienda, que corresponden a hogares y otros grupos domésticos o familiares”.

Siguiendo las recomendaciones de CEPAL existen dos formas de déficit habitacional; cuantitativo y cualitativo. El primero está definido por la cantidad de vivienda adecuada que requiere la población y la segunda por la calidad insuficiente de las viviendas ya ocupadas. Este trabajo se enfoca principalmente en el déficit cualitativo de la vivienda que se origina en la vivienda autoconstruida del AMG.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2017), el déficit habitacional en la región de América Latina y el Caribe está en crecimiento y requiere de una mayor inversión del sector privado para ofertar mejores y mayores opciones de vivienda y a su vez apoyar a la vivienda autoconstruida para su mejoramiento y ampliación. Cuando se habla de este déficit cualitativo, principalmente se consideran viviendas construidas con materiales de baja

calidad, en pisos, techos y muros principalmente; no se toma en cuenta las viviendas construidas con materiales adecuados pero con baja calidad en los procesos constructivos.

Actualmente en México el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018 categoriza en 3 diferentes variantes el déficit cualitativo; por materiales y prácticas inadecuadas con los que fue construida, por el espacio insuficiente al interior para sus habitantes y por la falta de conexión de servicios básicos. (Diario Oficial de la Federación, 2014). Realizando un enfoque en los elementos endógenos de la vivienda, las soluciones principales que se requieren para el parque habitacional actual son las de ampliación y mejoramiento, o ambas como se muestra en la Figura 2.

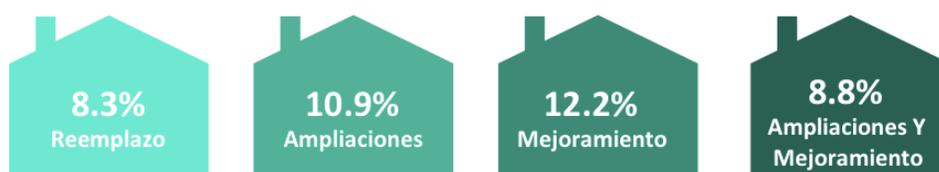


Figura 2. Soluciones Habitacionales

Fuente: Elaboración propia. Soluciones más comunes del total del parque habitacional en déficit 2012 del Programa Nacional de Vivienda 2014-2018.

Analizando la información podemos resumir que se tiene un 31.9% de viviendas que requieren de algún mejoramiento, ampliación o ambas sin tomar en cuenta las viviendas que deben ser reemplazadas.

1.1.2 Autoconstrucción

Las viviendas que presentan un mayor déficit cualitativo en su construcción son las autoconstruidas, en las que de alguna u otra forma los habitantes de la vivienda tuvieron un papel en la construcción, ya sea mano de obra, planeación o gerencia del proyecto y nula intervención de una parte técnica en construcción y diseño.

En particular son las personas limitadas de recursos las que por necesidad, construyen sus propias viviendas buscando ahorrar y al mismo tiempo hacerse de un techo para su familia. Estos procesos son empleados en el sector informal de la vivienda donde cerca del 60% de la población de nuestro país lo utiliza como única opción para hacerse de una vivienda. (Sánchez, J., 2012).

Si bien la autoconstrucción se utiliza para adquirir vivienda, también es un proceso continuo durante la vida útil de la vivienda, ya que constantemente se requiere de intervenciones tanto de mejoramiento como de ampliación para mantenerla en funcionamiento y adecuada a las necesidades familiares. Lo que la hace más flexible a los cambios que otro tipo de vivienda.

La autoconstrucción por sí misma es una valiosa forma de colaboración entre personas para mejorar la vivienda. Sin embargo, el problema se presenta cuando ésta da como resultado viviendas deficientes, sobre todo por la falta de capacitación de las personas que construyen su hogar. (FONHAPO, 2010)

Es importante entender la diferencia entre la autoconstrucción de la autoproducción. En su libro integración de un sistema de instrumentos de apoyo a la producción social de la vivienda, Enrique Ortiz (2007) establece la autoconstrucción como la práctica de edificar la vivienda o sus componentes por sus propios usuarios y la autoproducción como el proceso de producir la vivienda por iniciativa y con control directo de sus usuarios.

Esta relación se puede establecer en el grado suficiente para distinguir si los usuarios de la vivienda son quienes realizaron la construcción. (Guardado & Rodríguez, 1986). Para fines de este trabajo de investigación se establece como autoconstrucción ambos casos, por considerar que en la mayoría de los procesos, los habitantes realizan ambas actividades, aunque en diferentes porcentajes pero usualmente se tienen ambas partes.

Por otro lado el nivel de educación tanto básico como especializado de las personas que autoconstruyen su vivienda es bajo y se limita al conocimiento adquirido por la experiencia, por los amigos o familiares que así lo aprendieron también. No es un conocimiento erróneo pero conlleva a una gran incertidumbre sobre los procesos constructivos llevados a cabo.

Cabe destacar que la disponibilidad de fuentes para acceder a la información técnica y legal que permita una construcción de óptima es limitada para las personas que autoconstruyen. Esta información requiere ser difundida de manera específica para que las personas puedan planear y construir mejor sus viviendas, puesto que al no tenerla no se impedirá que sigan construyendo de la misma forma sino que cada vez se abrirá más la brecha que los aísla en sus procesos.

Se ha demostrado que las construcciones actuales padecen de diferentes enfermedades o daños. Desde el momento de la concepción del diseño mismo se convierte en un problema de patologías congénitas que tendrán repercusiones a edad temprana de la puesta en servicio. (Rojas, 2010). Las intervenciones posteriores que se requieren en las viviendas autoconstruidas son una de las formas en las que se puede reducir el déficit habitacional y al mismo tiempo reducir la vulnerabilidad presente si se ejecutan de la manera correcta. Estas intervenciones también se realizan por parte de sus habitantes que continúan con los mismos procesos constructivos y se ejecutan sin la planeación debida ya que solo responden a las necesidades inmediatas de sus habitantes.

Las intervenciones constructivas como las ampliaciones y/o mejoramiento en las viviendas dependen en gran medida del estado actual de la vivienda. Si no cuenta con espacio suficiente, si no asegura la accesibilidad, si no garantiza un soporte estructural y condiciones de habitabilidad, las mismas modificaciones necesarias se vuelven inviables para ejecutar y pueden llevar a un mayor estado de vulnerabilidad.

No obstante las percepciones de la construcción están en constante transformación, tanto por los sistemas constructivos como por las instituciones, etc. lo único que prevalece son los habitantes. Los cuales al no contar con mecanismos específicos para el sector más limitado, comprar o rentar vivienda no son opciones, por lo que recurren a la informalidad y a la autoconstrucción. En la siguiente tabla se observa como varía la tenencia de las viviendas, razón por la cual puede ser un factor determinante en la inversión que se realiza en el mejoramiento de la vivienda, como también resalta la concentración en un 70% de la vivienda propia.

Tabla 1. Viviendas habitadas por tipo de tenencia

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Vivienda 2014.

Datos en porcentaje sobre las viviendas habitadas.

Tipo de tenencia	Porcentaje
Total	100.00
Rentada	15.18
Prestada	12.84
Propia pero la está pagando	10.40
Propia	60.41
Intestada o en litigio	0.98
Otra situación	0.18

En la siguiente tabla se rescatan algunos puntos importantes sobre quiénes son los principales constructores de vivienda. Como se observa, la mayor parte de la construcción de vivienda en México no fue construida por los ingenieros y/o arquitectos, los que pudieran asegurar una distribución, planeación, estructuración y ejecución adecuada para los habitantes. Ellos son los que menos porcentaje representan y la tendencia se observa a la baja, ya que aunque inician algunas construcciones no siempre la terminan.

Si consideramos los trabajos no realizados por los ingenieros o arquitectos el porcentaje de construcciones daría un total cercano al 96% de viviendas autoconstruidas que no cuentan con un especialista en el tema, y quien probablemente pueda hacer sugerencias pertinentes para su mejora.

Tabla 2. Tipo de constructor según periodo de inicio y fin de la obra

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Vivienda 2014. Datos en porcentaje sobre las viviendas habitadas.

Tipo de constructor	Total	Periodo					
		Anterior a 1990	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014
Inició la construcción							
Albañil	62.30	58.15	63.57	64.38	64.78	68.97	58.94
Ingeniero, arquitecto o empresa constructora	3.19	3.32	3.27	3.17	2.96	3.63	2.24
La construyó él mismo o algún integrante del hogar	34.52	38.53	33.16	32.45	32.26	27.39	38.82
Finalizó la construcción							
Albañil	62.30	56.40	59.68	64.60	61.80	65.74	61.83
Ingeniero, arquitecto o empresa constructora	3.19	4.55	5.36	3.75	3.60	3.96	1.94
La construyó él mismo o algún integrante del hogar	34.52	39.05	34.95	31.65	34.60	30.30	36.23

Si bien los albañiles, los principales encargados de la construcción de la vivienda tienen un amplio conocimiento de construcción por experiencia propia, en campo y por el conocimiento heredado de sus familiares o conocidos, no se puede afirmar que las prácticas que realizan son siempre las más apropiadas para la construcción ni que sigan los reglamentos correspondientes.

Al suponer que los trabajos de los albañiles están dirigidos por los integrantes de la vivienda o bien por el jefe de familia estos pudieran considerarse autoconstrucción. Aunque los habitantes no aporten en la parte técnica si aportan en la planeación de los trabajos, los materiales a utilizar y la distribución de los espacios según su criterio y necesidades.

La autoconstrucción genera una gran variabilidad en la morfología de las viviendas que si bien complica en cierto punto el estudio de las mismas, hace al parque habitacional resiliente ante cualquier fenómeno. Esto se debe a que la misma variabilidad entre las viviendas reduce el margen de viviendas que se pudieran ver afectadas.

1.1.3 Calidad de los materiales

Los materiales utilizados en la vivienda autoconstruida son por lo general ladrillo de lama o block de concreto como principal elemento junto con el cemento y la arena. La calidad de estos ladrillos varía por ser un proceso artesanal y no tener estandarizados sus procesos.

Un estudio sobre la calidad del ladrillo de lama en el Valle de Atemajac de Jorge Nafarrate (1979), nos muestra que los valores de resistencia son muy dispersos y que la resistencia es baja comparada con la reglamentación, pero también menciona las bondades del material como práctico, económico y de fácil acceso para los habitantes de AMG.

En la siguiente figura se observa una comparativa de resistencias y temperaturas de cocción sobre 3 muestreos de ladrilleras diferentes realizada por el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC, 2017). Es evidente la gran distribución de resistencias que se obtienen de tan solo 3 muestreos, lo que claramente nos señala, que los procesos para la elaboración de ladrillo, no han cambiado en los últimos años y continúan con poca homogeneidad.

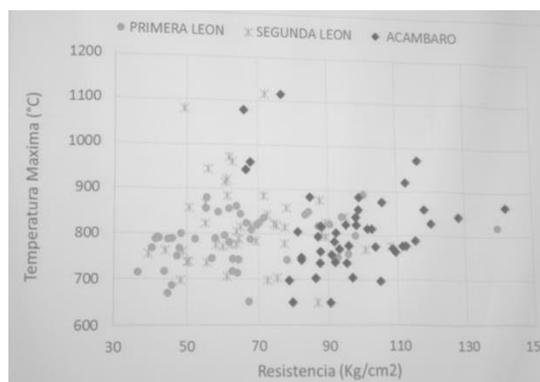


Figura 3. Comparativa resistencias de ladrillos de lama
Fuente: CIATEC, 2017

Según la NMX-C-404-ONNCCE-2012 () para bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural, se requiere que los ladrillos cumplan con un mínimo de 70 kg/cm². Lo cual no es difícil de alcanzar sino el problema radica en que no todos los ladrillos se encuentran cercanos a este número, ya que también se tiene que cuidar el no exceder por mucho esta resistencia puesto que es directamente proporcional el aumento de resistencia con la fragilidad del ladrillo, lo que puede llevar a que el muro falle de manera frágil y no dúctil.

Otros estudios como el de (Ibarra & Sánchez, 2001) y el de (García, 2001) también muestran como el comportamiento del block de concreto y el mortero tiene similitudes, aunque dentro de un rango menor, la falta de calidad en el proceso de producción y el constructivo perjudican la capacidad del material y por ende la capacidad de la vivienda.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en su guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (2014), evalúa la vulnerabilidad tanto Física (sismo y viento) como la social. En la parte sísmica CENAPRED muestra algunos índices para dar una relación en cuanto al sistema constructivo y materiales utilizados en la construcción para medir la vulnerabilidad y el riesgo en que se encuentran. Muestran una clasificación de los diferentes tipos de vivienda según sus materiales, confinamiento, cimentación y rigidez en techos, que para la vivienda autoconstruida concuerda la siguiente clasificación. Según el nivel de confinamiento, la misma guía clasifica a la vivienda autoconstruida como deficientemente confinada, sin ningún refuerzo.

Como se muestra en la figura siguiente, si cuenta con algunas dalas y castillos pero el confinamiento de puertas y ventanas es particularmente escaso.

Muros: Mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos.
Mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente.

Techo: techo y entrepisos rígidos.

Cimentación: zapata corrida de mampostería.

Altura: uno a cinco niveles.



Figura 4. Tipología de vivienda

Fuente: (Centro Nacional De Prevención de Desastres , 2014)

Es importante tomar en consideración que existen factores de seguridad en la reglamentación de construcción y en sus cálculos, pero estos se basan en seguir la normatividad y consideran como variables algunas calidades de los materiales y procesos constructivos, pero están considerando una falta a la reglamentación, como lo es el confinamiento parcial.

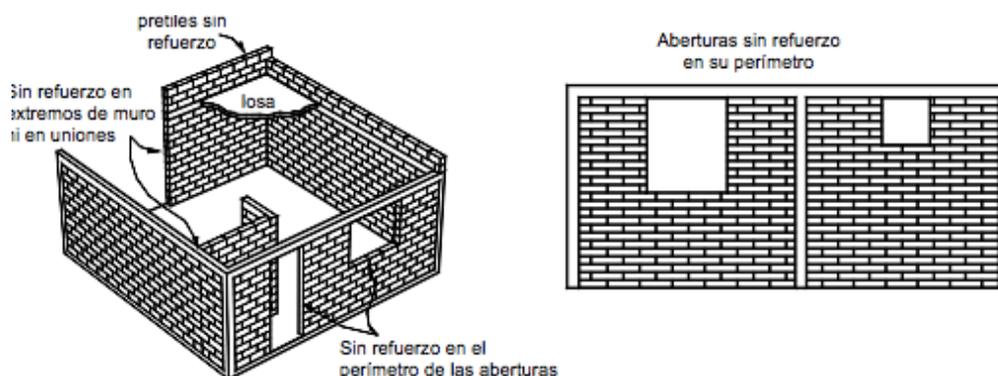


Figura 5. Deficiencia en confinamiento de la vivienda
Fuente: (Centro Nacional De Prevención de Desastres , 2014)

Esta misma guía de CENAPRED propone unos índices de vulnerabilidad y riesgo de la vivienda, estos se basan en la clasificación de INEGI (siguiente tabla), y no en las anteriores mencionadas que sería más adecuado. Se resumen todas las tipologías en 5 clases, generalizando el comportamiento y las características de las viviendas, excluyendo las viviendas que si bien son confinadas con techos rígidos suponiendo una baja vulnerabilidad no se considera los procesos constructivos que pudieran reducir su eficiencia y aumentar la vulnerabilidad.

Tabla 3. Clasificación de vivienda según INEGI 2014
Fuente: (Centro Nacional De Prevención de Desastres , 2014)

Tipo	Características de la vivienda
1	Muros de mampostería con techos rígidos.
2	Muros de mampostería con techos flexibles.
3	Muros de adobe con techo rígidos.
4	Muros de adobe con techos flexibles.
5	Muros de materiales débiles con techos flexibles.

Para esta investigación, estos índices supondrían una baja vulnerabilidad sísmica, lo cual no concuerda con todos los factores antes mencionados presentes en la vivienda autoconstruida del AMG.

1.1.4 Asentamientos de origen irregular

Como antes se mencionó la falta de oferta de terrenos aptos para construir a precios adecuados obliga a las personas a construir de manera informal en las periferias de las ciudades.

El sector informal de la vivienda abarca desde la irregularidad en la tenencia del terreno, en los procesos constructivos y en la consolidación de los servicios públicos antes y después del arribo de los habitantes. La mayoría de estas viviendas se desarrollan en terrenos ejidales como consecuencia de la falta de planeación de la ciudad en su expansión.

No es posible encasillar todos los asentamientos irregulares en la misma clasificación, como irregulares, por las muy variadas características que presentan. Todos los asentamientos se ven íntimamente ligados a los agentes involucrados que intervinieron en su creación, ubicación, nivel de consolidación y el papel que juegan en las ciudades. Ya que en algún momento estos asentamientos irregulares terminarán por incluirse en la mancha urbana y se consolidarán dentro de la urbe al paso del tiempo, como sucede actualmente. Dentro de estos asentamientos es donde se origina gran parte de las viviendas precarias y autoconstruidas que no atienden a las normas de planeación y edificación de las ciudades pero que son necesarios para alojar a todas las personas que llegan a las ciudades en búsqueda de nuevas oportunidades.

1.1.5 Riesgo sísmico

Tomando en cuenta lo antes establecido como deficiencia en la autoconstrucción es importante puntualizar el riesgo y lo vulnerable que se encuentran las viviendas en el AMG.

El Área Metropolitana de Guadalajara se encuentra en una zona de alta sismicidad donde se han reportado grandes sismos históricos de magnitudes destructivas. (Nava, 1995)

- 27 de diciembre 1568. Devastó la zona centro y sur de Jalisco.
- 22 de octubre de 1750. Derrumbó la fachada de la catedral de Guadalajara.

- 31 de mayo de 1818. Epicentro cerca Colima, derrumbó las torres de la catedral.
- 7 de abril de 1845. Intensidad de VII.
- 11 de febrero de 1875. Magnitud 7.5 Richter. “El sismo de Zapopan”
- 8 de mayo de 1912. Epicentro en Guadalajara.
- 3 de junio de 1932. El de mayor magnitud en México (8.4) en el siglo XX. Con réplica de magnitud 8 quince días después.

Existen registros de sismos fuertes que han afectado a las viviendas de la ciudad, como el sismo del 13 de junio de 1932 en las costas de Jalisco entre las placa de Rivera y de Cocos con una magnitud de 8.2 y réplicas de 7.8 y 6.9 los días posteriores. (Servicio Sismológico Nacional, 2016)

En la actualidad pareciera que en el AMG no hay sismos considerables que puedan afectar las viviendas. Pero como vemos en el histórico, la ciudad se encuentra con altas posibilidades de un gran sismo, por lo que el peligro es latente y puede presentarse en cualquier momento, poniendo a prueba las viviendas construidas de 1932 en adelante. Lo cual incluiría a casi todas las viviendas del AMG.

Según el manual de diseño por sismo de la CFE, el AMG se clasifica como zona C con una aceleración de 0.28 m/s. Ciudad que presenta epicentros cercanos o dentro del AMG. (Comisión Federal de Electricidad, 2008)

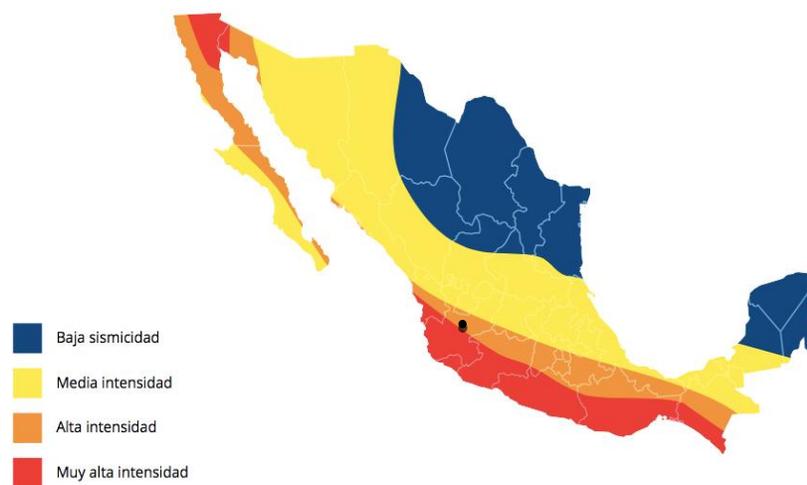


Figura 6. Regiones Sísmicas de México

Fuente: (HERCAB, 2017)

Los habitantes se encuentran expuestos a que sus construcciones tengan fallas tanto estructurales como no estructurales pero que con el paso del tiempo pueden llegar a afectar la integridad estructural, lo que repercute en costos para los habitantes. Dichas fallas pueden ser ocasionadas por sismos pero se originan en el proceso constructivo junto con otros factores como; tipo de suelo, calidad de los materiales y la densidad de los muros; que con la alta probabilidad de crecimiento vertical en la que se encuentran las viviendas autoconstruidas incrementan la vulnerabilidad de las mismas.

Es importante recalcar que los habitantes de estas viviendas son personas de limitados recursos y que cualquier afectación a su vivienda repercute en mayor grado que en personas con mayor capacidad económica. José Calavera (1996) muestra que el 68% de los fallos se presentan en muros y que se presentan en un 88% por causas originadas en las etapas de proyecto y en la ejecución. Es por esto que el cuidado en el proceso constructivo específicamente de los muros para una vivienda autoconstruida es de vital importancia, ya que es la estructura de soporte de la vivienda común.

Según un estudio de Perrillat y Hernández (2002) la diferencia de costo entre mampostería confinada con refuerzo horizontal en muros y sin refuerzo horizontal es marginal entre un 2% a 5% pero con gran diferencia en su comportamiento estructural ya que por sus características no requieren de grandes soluciones estructurales sino de simples refuerzos.

El camino entre lo deficiente y lo eficiente es muy corto, únicamente se requiere orientar a los autoconstructores en el diseño y la construcción de la vivienda para poder garantizar la calidad de la vivienda y mejor comportamiento estructural.

1.1.6 Vulnerabilidad

A consecuencia de lo anterior, con el paso del tiempo las viviendas se convierten en construcciones con altos índices de vulnerabilidad, como resultado de las siguientes dos características; asentamientos irregulares y autoconstrucción deficiente.

Una vez asentados en un sitio, con construcciones de mampostería, creando con el tiempo un sentido de comunidad, inicia la transformación y su integración poco a poco a la ciudad, adecuando los servicios públicos y transporte y terminando por regularizar las propiedades.

Este último proceso también genera un incremento en el valor de la vivienda ya que asegura que la inversión que se realice no se perderá. El incremento es tanto en tamaño como en cantidad de habitantes, lo que puede aumentar también la vulnerabilidad en la que se encuentran las personas.



Figura 7. Vivienda Incremental Autoconstruida

Fuente: Fotografía propia (Uribe, 2017)

La vulnerabilidad surge como consecuencia de varios factores, tanto internos de la vivienda como externos de un lugar en específico. Pueden ser factores físicos, económicos, sociales y/o ambientales. La vulnerabilidad física se refiere tanto a su ubicación geográfica y los riesgos particulares de la vivienda como; zonas de inundaciones, laderas de volcanes, bordes de cauces, fallas geológicas, etc. Así como también puede referirse a la vulnerabilidad estructural por la implementación laxa de los códigos de construcción que conlleva a no poder responder a los efectos de la naturaleza, principalmente los sismos, lo que repercute en la pérdida de la vivienda y por ende una pérdida económica por el costo que representa la recuperación de sus habitantes. Es en esta crisis donde las personas se cuestionan el modo operativo de la autoconstrucción y que fue lo que ellos han hecho bien o mal que los puso en ese estado de vulnerabilidad.

1.2 Antecedentes

La vivienda autoconstruida ha sido la principal forma de construcción de vivienda y/o refugio desde que el hombre se hizo sedentario e iniciaron los primeros asentamientos humanos.

Desde entonces los asentamientos han crecido hasta convertirse en ciudades que concentran la mayor parte de la población del país. Por ende concentración de consumo de recursos y al mismo tiempo dan origen a la desigualdad.

Diferencias que tienen un impacto en la calidad de vida de las personas, que si nos referimos a la cuestión de la vivienda, afecta en términos de calidad, dimensiones y distancia del lugar de trabajo.

La vivienda autoconstruida no se ha dejado por un lado, pero su relevancia económica dentro de otros sistemas de construcción, como lo es la construcción privada o las viviendas en serie es menor por no ser un negocio lucrativo. Esto ha limitado propuestas e intervenciones para su mejoramiento y crecimiento.

1.2.1 Latinoamérica

La desigualdad social se ha convertido en una preocupación universal. Siendo América Latina la región más desigual del planeta, el acceso diferenciado a las oportunidades, ingresos, consumos, espacio, recursos y a la tecnología, son la norma de todos los países latinoamericanos y principalmente de sus urbes. (Jalisco Como Vamos, 2012)



Figura 8. Déficit de vivienda en Latinoamérica.
Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012)

Actualmente en Latino América casi el 80% de la población vive en ciudades. Es un porcentaje mayor a la mayoría de países desarrollados, por lo cual se considera la región más urbanizada del mundo. Aunque actualmente existe una desaceleración en el crecimiento poblacional, el crecimiento urbano continúa en expansión, con la construcción de nuevas áreas residenciales, centros comerciales, zonas industriales y nuevos asentamientos irregulares. El crecimiento de las ciudades es 2 a 3 veces más que la tasa de crecimiento poblacional. Esto reduce la densidad de las ciudades lo cual incrementa los costos en infraestructura y de mantenimiento. (UN HABITAT, 2012)

Desde una perspectiva demográfica al saturar las ciudades se tendrá una desaceleración en el crecimiento urbano. Con esta desaceleración el crecimiento urbano se reducirá a un 2%, a la misma tasa de crecimiento poblacional normal. Esto ayuda a poder tomar decisiones a futuro, a una menor tasa de crecimiento y evitar problemas asociados como lo es el déficit habitacional y los servicios básicos. Latino América tiene actualmente la oportunidad de salir del subdesarrollo, inequidad y la baja sustentabilidad en la que se encuentra. Esta región ya no se preocupará por acomodar más personas que provengan del campo sino por asegurar una mejora urbana para mejorar la calidad de vida. (UN HABITAT, 2012)

Debido a esto y otros factores envueltos en el crecimiento poblacional existe una alta degradación ambiental, a causa del cambio climático se ven afectadas principalmente las comunidades más vulnerables pero que posteriormente todos nos veremos envueltos en este problema de manera más cercana. (Emmott, 2013)

México se ha comprometido internacionalmente a la reducción de gases efecto invernadero para contrarrestar el cambio climático y al mismo tiempo aumentar la resiliencia de las comunidades/ciudades para adaptarse a los cambios. (INECC, 2012)

El compromiso internacional que tiene México a favor de la sustentabilidad es una labor tanto interna como externa, así como se trabaja dentro de una pequeña comunidad, los países generan una comunidad de aliados para el desarrollo económico que se puede implementar para el desarrollo sustentable. Las diferentes adaptaciones deben de procurar la conservación de los sistemas ambientales, y el cuidado a la biodiversidad de cada lugar y con esto asegurar el bienestar tanto de lo natural como lo social.

Según datos de la ONU las ciudades ocupan 3% del planeta y representan entre el 60% y 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono, donde cerca del 30% se debe a la construcción y a sus actividades relacionadas al uso de la misma. (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible que buscan de manera universal en los próximos 15 años se intensifiquen los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas, reducir la desigualdad y luchar contra el cambio climático.

Dentro de los 17 objetivos para la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, el objetivo 11 busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Específicamente se pacta; asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles así como mejorar los barrios marginales. (Organización de las Naciones Unidas, 2015)

Al mejorar las prácticas constructivas, los materiales, recursos y las prácticas dentro de la vivienda por parte de los usuarios, la reducción de las emisiones de carbono representaría un gran alivio para el planeta, así como también mejoraría la calidad de vida de todos.

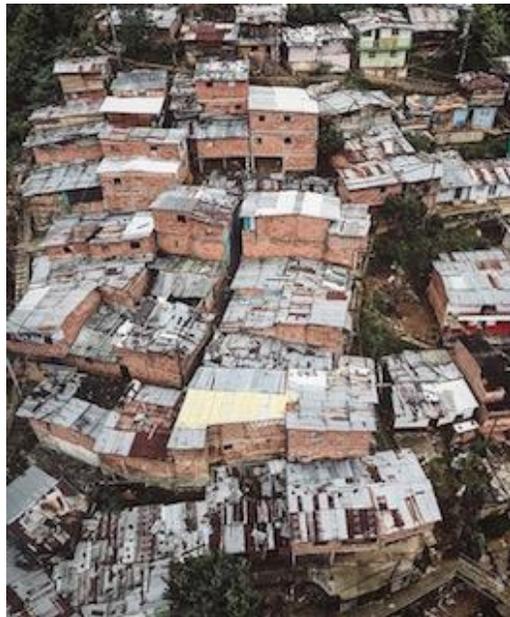


Figura 9. Vivienda precaria en Medellín, Colombia
Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

Así como en México otros países con características similares han desarrollado viviendas autoconstruidas con la misma problemática. Existen algunas investigaciones sobre la vulnerabilidad sísmica en la vivienda autoconstruida como la de Mosqueira & Tarque (2005) y Flores (2016) ambas en Perú en zonas sísmicas similares a Guadalajara y en las cuales se desarrolló una metodología para determinar el riesgo sísmico de las viviendas informales de albañilería confinada. Esto lo lograron haciendo un estudio de los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de una muestra de viviendas en diferentes ciudades.

Ambos estudios llegan a conclusiones similares, Mosqueira & Tarque demuestra que la falta de conocimiento técnico en la autoconstrucción conllevan a una alta vulnerabilidad sísmica por la configuración estructural, procesos constructivos y la calidad de los materiales. Al igual que Flores recalcan la importancia de tener una densificación adecuada de muros para un mejor comportamiento estructural y que el refuerzo en muros puede reducir el riesgo en el que se encuentran sin implicar un alto costo en la construcción.

Es por esto, al igual que en estas investigaciones que La Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (2004) hace hincapié en la vulnerabilidad estructural en la que se encuentran las viviendas de mampostería, principalmente en zonas de fuerte sismicidad; como lo es el AMG.

1.2.2 México

En México el artículo 4to de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos (1983) se establece que toda “familia” tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa y que la ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo.

México se ha caracterizado por tener una distribución desigual de ingresos y oportunidades para sus habitantes. Las principales ciudades concentran las riquezas y gran parte de las oportunidades de trabajo, es por esto que la población emigra a las grandes ciudades en busca de una mejor calidad de vida y oportunidades de trabajo.

En México la mayoría son viviendas que no entran en el concepto de vivienda social de INFONAVIT, son propias y la mayor parte de vivienda no se renta tanto como en otros países ni se utiliza otra forma de tenencia como sucede en la mayoría de los países de Latinoamérica. (UN HABITAT, 2012)

Existen estudios y propuestas de programas desde los años setentas en los que se habla sobre la autoconstrucción y todos los rasgos importantes que la envuelven, desde lo social hasta lo

constructivo, en los que se presentan características muy definidas de estas viviendas y sus procesos. Lo que resalta de estos estudios comparándolos a la actualidad es que en gran medida prevalecen igual, no se ha transformado gran parte de los “modos” de la autoconstrucción, es decir, que desde aquellos años hasta la actualidad no se ha podido intervenir en el mejoramiento general de la vivienda. (CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 1979)

En nuestro país existen programas subsidiados, manuales y normas que ayudan a las personas que autoconstruyen sus viviendas. Mismos apoyos buscan reducir el déficit habitacional en el país, pero no han logrado tener el impacto esperado por diferentes factores. Principalmente por que no se consideran las particularidades del contexto a las personas que habitan en viviendas de este tipo, y por la poca difusión de los apoyos.

Programas:

Algunos programas en los que se reflejan las políticas del gobierno son:

Un cuarto más – INFONAVIT
Programa de apoyo a la vivienda – FONHAPO
Autoproducción y mejoramiento de vivienda – INVI
Crédito INFONAVIT

Estos programas son una representación de las opciones generales que tiene un mexicano para hacerse de una vivienda. Si bien cada programa tiene su nicho existen algunas generalidades que podemos rescatar; la tenencia de la propiedad es rigor para cualquier apoyo, el nivel salarial también juega un papel importante ya que algunos apoyos requieren la comprobación de un ingreso fijo así como la afiliación a INFONAVIT, no todos los programas se cercioran de la calidad de la construcción que se hará en cuanto a planeación y conocimiento técnico constructivo, y por último los planes de vivienda se enfocan principalmente a una familia nuclear y no consideran la versatilidad de familias que existen en México. La familia nuclear es el modelo estándar de los mexicanos pero la realidad para la vivienda autoconstruida es otra, a consecuencia de las necesidades, las familias crecen

dentro de la misma vivienda, incrementando en primer lugar el número de habitantes y si existe la posibilidad económica se incrementará el área construida.

Manuales:

Existen algunos manuales tanto del sector privado como CEMEX y otras empresas relacionadas a la construcción, que son una guía básica para la autoconstrucción y que en su mayoría requieren de asesoría externa.

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural después de los sismos del mes de septiembre del 2017 proporcionó guías para la autoconstrucción y para la reparación de la vivienda. En estas guías, con formato de historieta se expresa los riesgos de la construcción ante sismos y como se debe de construir para reducir estas vulnerabilidades. Estas guías pueden ser efectivas si les llegan a las personas adecuadas, con mayor difusión de estas y concientización entre la gente de su existencia.

Normas:

Una de las principales normas para el mejoramiento de vivienda existente es la NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México (SEMARNAT & CONAVI, 2014) la cual se enfoca en la eficiencia energética y reducción de emisiones de Co2 por la energía utilizada en las viviendas. Esta norma es adecuada para un sector de la población el cual tiene un mayor poder adquisitivo para realizar las transformaciones necesarias para la vivienda sustentable, pero las personas de las viviendas autoconstruidas se ven limitadas económicamente y técnicamente para realizarlas.

Las empresas privadas por otro lado no fomentan tanto la autoconstrucción porque para éstas no genera una ganancia relevante, ya que no se vende ni el terreno, ni la construcción de la misma. En lo único en lo que tendrían una posible ganancia es en la venta de materiales. Solo algunas empresas privadas como CEMEX, buscan dentro de sus objetivos un desarrollo sustentable de la vivienda en México como en Latinoamérica así como apoyar a reducir el rezago habitacional.

También existen asociaciones civiles como Hábitat para la Humanidad y TECHO que trabajan junto con las comunidades y familias de escasos recursos para que tengan acceso a una vivienda digna.



Es importante hacer un enfoque en los aspectos técnicos constructivos de la vivienda, ya que es el sector menos atendido en cuanto a la lucha por reducir el rezago habitacional. Los apoyos financieros y para la regularización de los suelos son complementarios a una buena construcción.

En su mayoría las personas no cuentan con un especialista en construcción a la hora de edificar sus casas y aunque muchas veces se confían en los conocimientos de albañiles no siempre saben cómo construir de manera correcta. Esto se debe principalmente al costo que esto tiene para el bolsillo de las familias mexicanas y sus necesidades. Cualquier ahorro que se logre ayudará a construir un poco más de la vivienda para dejarla en “mejores” condiciones.

Fundamentalmente es necesario observar que muchos de los apoyos que existen no llegan a las personas más necesitadas y que la información que requieren debe ser transmitida de manera práctica y enfocada en sus necesidades. Las herramientas que se utilizan normalmente para llegar a las personas son manuales explicativos y folletos sencillos donde se trata de hacer una representación de una familia tipo que autoconstruye. Lo cual es de mucha utilidad más no ha logrado el impacto necesario para transformar la vivienda en México.

En las últimas décadas hemos visto como la tecnología ha logrado alcanzar más rincones del planeta que años anteriores. Una de las principales herramientas es el teléfono celular, el cual

aunque es de un costo elevado se observa como la mayoría de personas por muy escasos recursos que tenga, tiene un teléfono celular con el cual comunicare. Esto es básico para las generaciones nuevas en comparación con las anteriores.

1.2.3 Área Metropolitana de Guadalajara

El crecimiento del AMG ha llevado a que el desarrollo de la misma se transforme por las diferentes etapas que ha tenido y los factores presentes en cada una de ellas. Desde el principio del siglo XX las viviendas en Guadalajara que ahora son consideradas patrimonio histórico, crecían conforme las necesidades de los habitantes y se construían en torno a las plazas o iglesias. Después de esta etapa iniciaron las denominadas colonias donde la ciudad no se expande casa por casa sino por la urbanización de toda un área determinada.

Para los años sesentas las colonias comenzaron a cambiar las colonias por los fraccionamientos, es decir, urbanización a partir de lotes individuales. Todas las viviendas en esta forma de urbanización son construidas por promotores privados como anteriormente se hacían pero con una mayor capacidad técnica y económica. (Fausto, Meza, & Ávila, 2005) Viviendas con mayor confort y espacios según la capacidad de pago de los habitantes. En esta etapa comienza a escasear la vivienda popular ya que la tendencia de los fraccionamientos era para niveles económicos medios y altos.

Para los años setentas se dejan por completo la construcción de fraccionamientos populares y entra INFONAVIT. Con la institución comienzan nuevos sistemas de financiamiento para la vivienda popular y en adición a esto el municipio de Guadalajara construyó departamentos en unidades habitacionales pero insuficientes ante la demanda. En ambos casos el costo de la vivienda continúa muy por arriba de la capacidad económica de los habitantes de escasos recursos y muchos quedan fuera por los requisitos que solicitan.

En la Figura 10 se observa como el crecimiento de la ciudad ha sido de manera radial uniforme en todos los sentidos hasta 1985, donde la ciudad alcanzó en la parte norte y noreste la barranca de Huentitan y al oeste el Bosque de la Primavera. Lo cual ha llevado a que la ciudad siga su crecimiento principalmente hacia el sur.

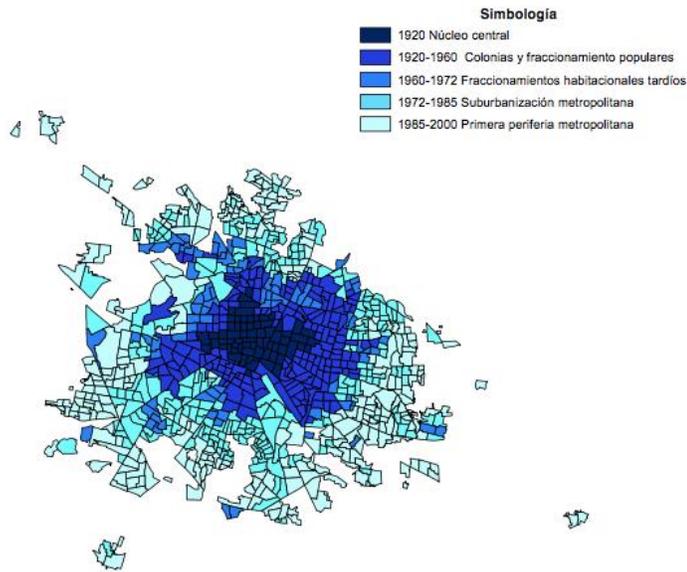


Figura 10. Crecimiento AMG por áreas geoestadísticas básicas año 2000
 Fuente. Metodología para identificar asentamientos irregulares. (Fausto, Meza, & Ávila, 2005)

Al sumarle a esta situación la crisis económica de la década de los setentas y ochentas se comprende la proliferación de asentamientos irregulares en el AMG, donde la mayoría de la expansión urbana se dio en terrenos ejidales en la periferia de la ciudad, como se observa en la Figura 11.

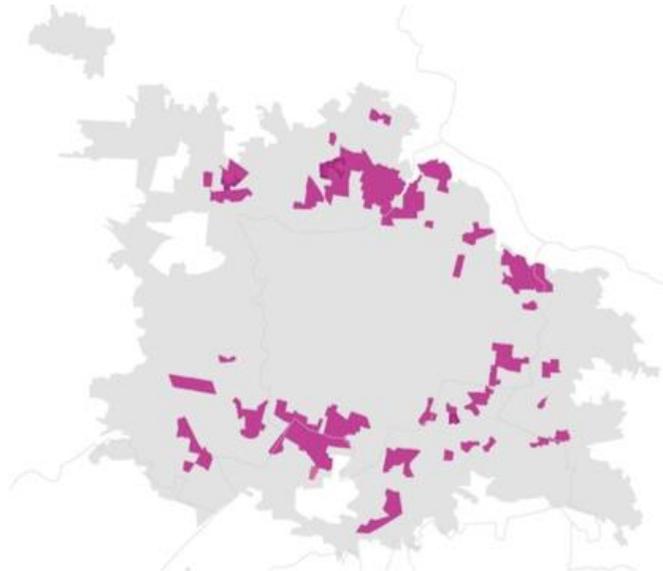


Figura 11. Asentamientos de origen irregular 1972-1985
 Fuente. Metodología para identificar asentamientos irregulares. (Fausto, Meza, & Ávila, 2005)

Según el IMEPLAN (2016) esta dinámica expansiva y dispersa en todos los municipios de la AMG se distinguen por ser socialmente excluyente y por impactar de manera negativa en el desarrollo económico de la metrópoli. Esta dinámica también llevó al despoblamiento del municipio central, Guadalajara, y a un acelerado crecimiento del resto de los territorios favoreciendo la proliferación de asentamientos de origen irregular y otros fenómenos como la pobreza y la marginación social.

Debido a esto el POTMET (2016) establece 3 normas técnicas de vivienda de interés social y popular para Guadalajara:

- Impulsar y facilitar la construcción de vivienda de interés social: Impulsará dos programas que son la adquisición de vivienda (nueva y usada) y el mejoramiento y/o ampliación de la ya existente.
- Para el aprovechamiento de predios y fincas existentes (desdoblamiento): Se busca transformar la vivienda unifamiliar a plurifamiliar permitiendo construir viviendas sobre la ya existente en un predio sin rebasar los 3 niveles.
- Para impulsar y facilitar la construcción de vivienda vertical de interés social y popular: Determinará zonas en las que pueda edificar, principalmente en zonas mixtas de nivel barrial y distrital con viviendas de 5 niveles sin elevador.

Las dos primeras normas son complementarias, ya que para lograr el desdoblamiento de las viviendas se requiere una construcción adecuada que soporte las cargas extras (no planeadas en su mayoría) y un mantenimiento de la misma para extender la vida útil de la misma.

Por otro lado y en este mismo marco, el Gobierno Federal de 2012 cambió sus estrategias para reducir los subsidios a la vivienda de interés social en la periferia de las ciudades para otorgarlos a zonas ya consolidadas con una orientación hacia la densificación urbana. Para las personas que quedan fuera de apoyos y que sus capacidades económicas no alcanzan para una vivienda adecuada, junto con el alto costo que representa, se ven obligadas a continuar en las periferias de la ciudad en zonas marginadas.

Una de las soluciones sería la vivienda en renta, pero esta no ha sido utilizada como instrumento de política. Desde 2014 INFONAVIT ha intentado implementar sin mucho éxito

una política federal de vivienda en renta, ya que este se considera principalmente entre particulares pero que es muy importante para las personas que no tienen acceso a la vivienda. Por esto mismo el presidente de CANADEVI de Jalisco advirtió que debido a la falta de una política de vivienda con visión social en el AMG, podría registrarse una escasez de casas-habitación. (Guillermo C. 2015)

Para el AMG el IMEPLAN en (2016) calcula un rezago habitacional del 11% del parque habitacional, considerando hacinamiento y déficit por espacios físicos. El área metropolitana de Guadalajara recibe un alto número de foráneos, entre ellos estudiantes y habitantes de poblaciones cercanas. Al no contar con una capacidad económica suficiente para vivir dentro de la ciudad, se generan zonas marginadas en la periferia donde no existe una planificación ni una infraestructura suficiente para brindar viviendas de calidad y al mismo tiempo se promueven desarrollos lejanos, dispersos y discontinuos lo que genera una reducción en la densificación de los centros de población.

Este crecimiento ha llevado a la proliferación de asentamientos irregulares con el paso de los años que principalmente se observan en la periferia del AMG, los cuales están ligados a altos niveles de marginación como se muestra en la Figura 12.

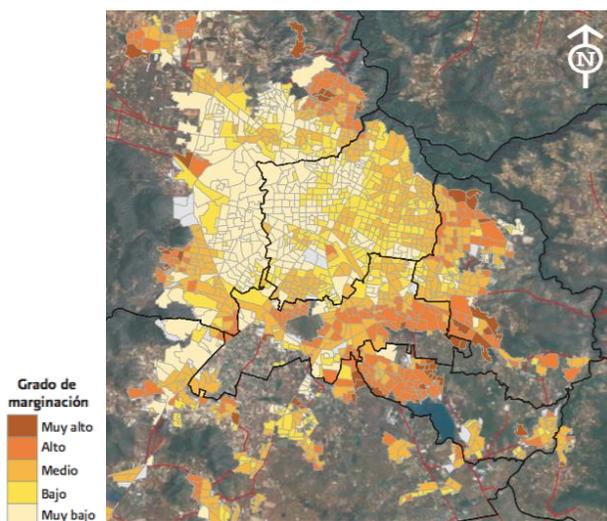


Figura 12. Grado de marginación en AMG
Fuente: CONAPO (2010)

La vivienda autoconstruida es una de las principales características de los asentamientos irregulares en el AMG, por aspectos socioeconómicos como consecuencia de la rápida expansión de la ciudad. Son estas regiones en la periferia de la ciudad las que presentan un alto índice de vulnerabilidad en diferentes aspectos como la seguridad estructural, vulnerabilidad social y económica entre otros.

Antes de la creación de INFONAVIT, la mayoría de las viviendas eran construidas por medio de la informalidad para adquirir el terreno y por procesos incrementales para la construcción. Para 2005 la mayoría de los hogares mexicanos adquirió viviendas construidas por privados con hipotecas financiadas, la mayoría cofinanciadas por parte del gobierno. Esta transición de la vivienda en México se debe también a la transformación de la industria de la construcción en el país y por la fuerte prioridad al préstamo hipotecario. Antes de 1990 las empresas eran de pequeña escala pero para 2004 ya controlaban una cuarta parte del mercado apoyados por su relación con INFONAVIT (Monkkonen, 2009). Generando vivienda social a un supuesto precio accesible para la clase baja del país pero que no logra atender a los más necesitados y no brinda diferentes soluciones habitacionales para las personas. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2015)

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1 Pertinencia del trabajo

En la actualidad, la vulnerabilidad sísmica de nuestro país se hizo presente en septiembre del 2017 con fuertes sismos en la región centro de México, viéndose afectados varios estados como Puebla, Morelos, Oaxaca, Chiapas, Estado de México y Ciudad de México.

Para comprender la situación real sobre las afectaciones de la vivienda y el comportamiento de los habitantes en caso de sismos, se realizó un voluntariado en el levantamiento de daños en la Ciudad de México, con el colegio de arquitectos de la ciudad.



Figura 13. Brigada de Guadalajara saliendo a CDMX.

Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

Se logró observar en primer lugar la variabilidad de las construcciones en una ciudad tan grande como lo es la Ciudad de México. Los daños más relevantes se localizaban en puntos específicos y aislados de otras edificaciones, es decir, que están directamente ligados a características específicas de su construcción. A continuación se muestran algunas fotografías de los daños observados:



Figura 14. Colapso de multifamiliar en Taxqueña, CDMX
Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

En la siguiente figura podemos observar como todo un conjunto habitacional colapsó. Lo interesante de esta fotografía es mostrar como los edificios a su alrededor no sufrieron daños aparentes, siendo que eran de la misma altura y distribución similar.



Figura 15. Colapso de departamentos en Coapa, CDMX.
Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

En las imágenes que se muestran a continuación se observa el claro ejemplo del daño en viviendas autoconstruidas. La figura siguiente muestra los daños ocasionados por dos factores que se unieron, en primer lugar el sismo y en segundo una fuga de gas la cual ocasionó la mayor parte del daño. Como se ve en la parte izquierda de la imagen, la losa de entrepiso muestra una concavidad hacia arriba por la fuerza de la explosión.



Figura 16. Daños en vivienda autoconstruida, CDMX.

Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

La figura siguiente presenta los daños de una vivienda en Oaxaca, la cual falló principalmente por las aberturas en su fachada y la falta de refuerzo de confinamiento en puertas y ventanas de planta baja.

En ambas viviendas se solicitó su evacuación inmediata, pero al ser el único techo que tenían las familias decidieron quedarse, en algunos momentos en el interior y otros en el patio.



Figura 17. Daños en vivienda autoconstruida, Oaxaca.

Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

Los puntos más relevantes tras finalizar el levantamiento de daños fueron:

- Por las dimensiones de la CDMX los daños pudieran considerarse como mínimos si los comparamos con la totalidad de edificaciones en la ciudad, pero los daños si fueron considerables en sitios focalizados.
- Para la evaluación de daños hacen falta tanto expertos en el tema, como una organización centralizada que de orden a los reportes y a los levantamientos.

- Los daños presentes son principalmente por una construcción deficiente, falta de mantenimiento y por no seguir la reglamentación local.
- La percepción del riesgo es momentánea por parte de los habitantes, ya que después de un tiempo se olvidan de la crisis.
- Las personas no difieren la gravedad de los daños en las viviendas, les es lo mismo una grieta, a una inclinación, o una columna abierta.

Los daños ocasionados en el país por los sismos de septiembre 2017, impulsaron a la reconstrucción de la vivienda y a mejorar las prácticas constructivas en las regiones afectadas. No debería ser necesario un sismo de esa magnitud para el AMG con el que comprendamos como hacer las cosas e impulsar hasta entonces la transformación de la vivienda, sino hacerlo de manera preventiva como pretende esta investigación.

Aunque no se reportó que en Guadalajara se hubiera percibido el movimiento telúrico, una vivienda autoconstruida colapsó en las afueras del Área Metropolitana por el ligero movimiento telúrico aunque imperceptible para nosotros si repercute en las afectaciones estructurales. Esto nos da un indicio del riesgo en el que nos encontramos ante cualquier movimiento telúrico en el AMG.



Figura 18. Vivienda Cajititlán
Fuente: Fotografía propia (Uribe, 2017)

La vivienda que colapsó se encuentra en la región de San Juan Evangelista, en las cercanías de la laguna de Cajititlán en el municipio de Tlajomulco, dentro del Área Metropolitana de Guadalajara. Los daños fueron severos, ya que se presentó un colapso total del techo en el área de sala comedor y cocina, lugar donde se ubica el claro más grande de la casa. La construcción del techo estaba hecha con vigueta y ladrillo rojo, viguetas que según el dueño ya estaban dañadas de la parte inferior del patín y las varillas estaban expuestas y corroídas. Así mismo la losa contaba con una capa de hormigón de gran espesor alrededor de 20 cm, lo que le incrementaba la carga muerta a la estructura. Por otro lado la falta de castillos y dalas en los muros perimetrales, puertas y ventanas, facilitó el colapso ya que los muros se abrieron.



Figura 19. Estado de viguetas en vivienda de Cajititlán

Fuente: Fotografía propia (Uribe, 2017)

Los habitantes ya eran conscientes del riesgo en el que se encontraban por la falta de mantenimiento y la baja calidad constructiva, pero la capacidad económica y el conocimiento técnico que hubiera permitido las modificaciones adecuadas no están al alcance de estos habitantes, por lo que no les queda de otra que dejarlo a la suerte.

1.3.2 Tipo de estudio

Esta investigación propone desarrollar propuestas de intervención para la edificación autoconstruida, para que los habitantes mejoren los procesos de autoconstrucción actuales, sirva para la transformación de la ciudad y para convertirla en un lugar sustentable.

Se analizaron asentamientos de origen irregular con diferentes niveles de consolidación en la periferia del AMG. Estos asentamientos son referentes de comunidades sin planeación y sin una aplicación de la reglamentación, la cual impidiera el crecimiento urbano desmedido que

se llevó a cabo con construcciones improvisadas, deficientes, vulnerables y que cuentan con la mayoría de las características que interesan a esta investigación; como lo es la autoconstrucción.

Es un proyecto de investigación aplicada puesto que busca resolver problemas específicos, utilizando resultados de investigación para beneficiar a una comunidad en específico pero con vista a una aplicación mayor.

Por el objeto de estudio se mezcla la investigación teórico-empírica para generar una retroalimentación constante sobre el avance de la investigación. La postura epistemológica que se adopta es la positivista por ser una metodología cuantitativa y experimental.

Para entender la realidad de la situación problema y llevar a cabo la investigación, es necesario realizar en primera instancia una recopilación de datos de los procesos actuales en la autoconstrucción de la vivienda para determinar los puntos débiles o fallas existentes, así como las fortalezas de los mismos, en las que podamos intervenir para mejorar la vivienda y que con base en esta información se analicen las propuestas.

1.4 Hipótesis y Supuestos de trabajo

Para lograr mejorar la vivienda es necesario contar con información accesible, práctica, adecuada y específica para los autoconstructores.

Analizar la vivienda autoconstruida en el AMG desde diferentes perspectivas permitirá determinar las acciones adecuadas para su mejoramiento y ampliación. Al contar con esta información las intervenciones en las viviendas se realizan de manera más eficiente por lo que se mejora el estado actual y futuro crecimiento de la misma.

El supuesto del que parte este trabajo es que al ofrecer opciones de edificación sustentable, socialmente accesibles, económicamente alcanzables y tecnológicamente efectivas a los autoconstructores de vivienda, podrá elevarse la calidad del parque habitacional en ciudades mexicanas, así como la calidad de vida de sus habitantes.

Se parte de la premisa de que tener una casa bien construida es necesario para después poder continuar mejorando otros aspectos como la eficiencia de recursos y los usos de la misma, ya que cualquier transformación y/o actividad en su interior es vulnerable tanto como la estructura lo sea.

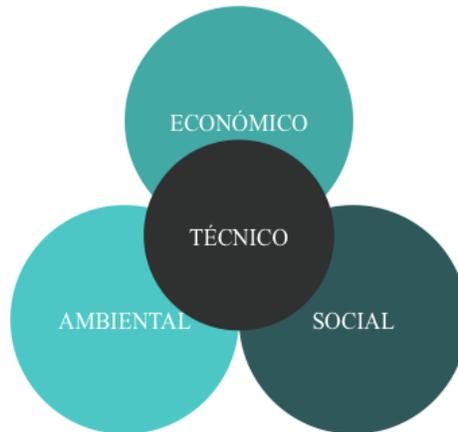


Figura 20. Esquema Supuestos Prioritarios
Fuente: Elaboración propia

Para transmitir la información que los autoconstructores necesitan se requiere crear una herramienta de comunicación efectiva ya que el conocimiento básico con el que se autoconstruye no siempre es accesible para los involucrados en la construcción. Se valora el conocimiento de los albañiles por su experiencia y conocimientos que han adquirido de palabra, pero no todos tienen la fortuna tenerlo al momento de construir y por lo mismo no asegura la construcción de viviendas de la mejor forma posible.

De esta investigación se espera obtener los conocimientos necesarios para determinar las mejores acciones a tomar en una vivienda autoconstruida y que los resultados puedan ser implementados por las personas que así lo requieran en sus viviendas.

Se le apuesta a las nuevas generaciones por estar en un entorno más comunicado, para que sean ellos los que tomen la información necesaria y puedan transformar lo que no se ha podido hacer anteriormente.

1.5 Preguntas y Objetivos

La pregunta generadora de este trabajo fue:

¿Cuáles son los elementos que requieren los autoconstructores para que las intervenciones en las viviendas autoconstruidas logren reducir su vulnerabilidad sísmica al mejorar su estado actual y futuro crecimiento?

- ¿Cuáles son las características que definen a la vivienda autoconstruida en el AMG?
- ¿Cómo se puede medir la vulnerabilidad sísmica de la vivienda autoconstruida?
- ¿Qué técnicas de evaluación y planeación se pueden utilizar en los procesos de autoconstrucción de las viviendas?
- ¿Cuáles son los puntos de intervención más importantes y como se pueden adecuar a los procesos de autoconstrucción actuales?
- ¿Cuál es el impacto económico y ambiental de la vivienda autoconstruida y como se relacionan las intervenciones propuestas?
- ¿De qué manera se puede difundir la información para que esté al alcance de los autoconstructores y la puedan utilizar?

El objetivo general de este trabajo es:

Proponer intervenciones adecuadas para que los autoconstructores logren reducir la vulnerabilidad sísmica al mejorar y ampliar sus viviendas.

- Identificar las características principales de la vivienda autoconstruida.
- Establecer un método de medición de vulnerabilidad específico para la vivienda autoconstruida.
- Establecer métodos de medición y diagnóstico adecuados para los habitantes de viviendas autoconstruidas que permitan orientarlos en su proceso de autoconstrucción.
- Determinar los puntos adecuados de intervención para el mejoramiento de la vivienda por parte de sus habitantes y que se adecuen a los procesos de autoconstrucción.
- Estudiar el impacto de la vivienda autoconstruida tanto económico como ambiental.
- Proponer una herramienta para la difusión de información.

2. Metodología

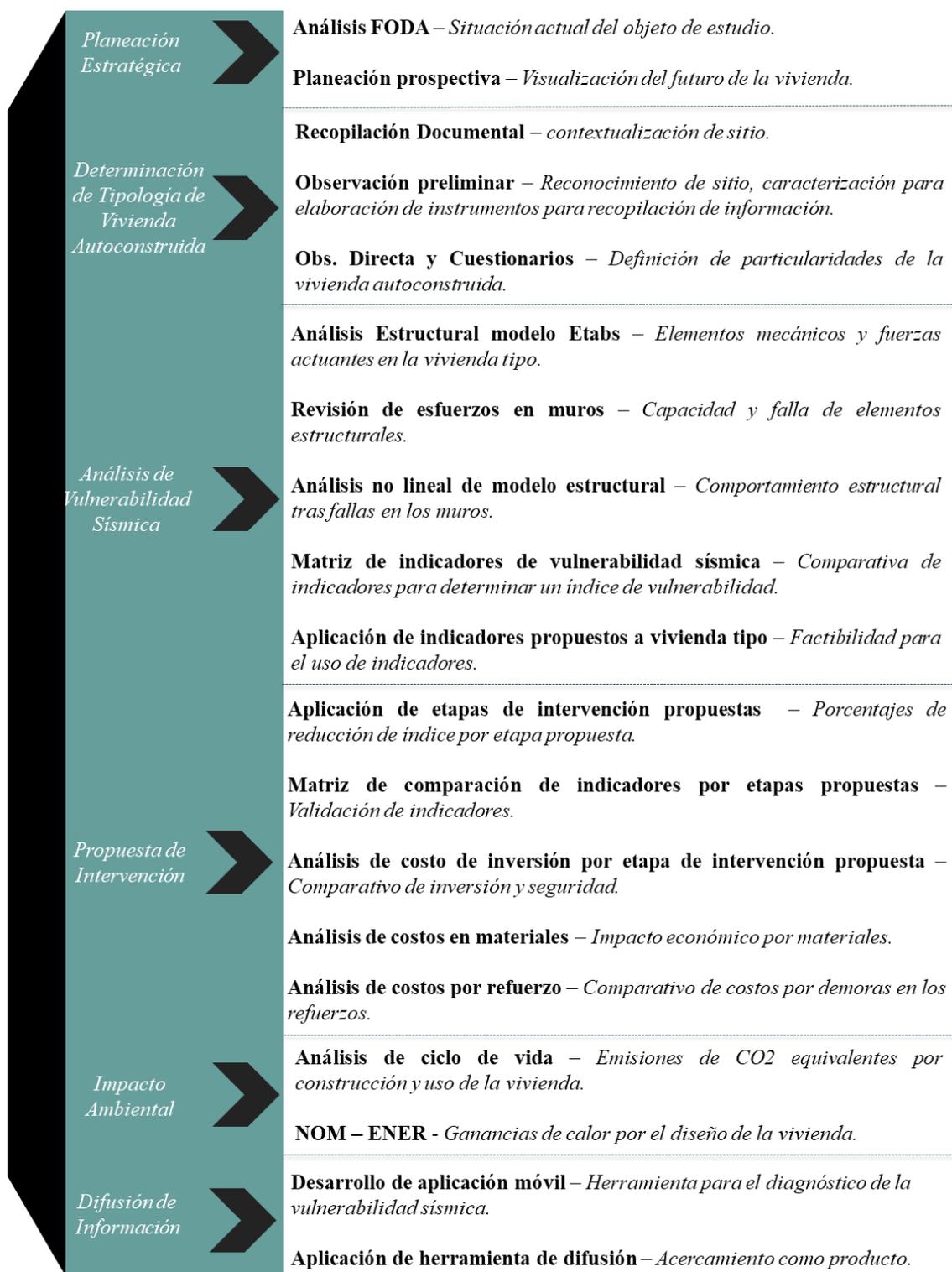


Figura 21. Esquema metodológico de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

2.1 Esquema Metodológico

El proceso metodológico llevado en esta investigación tiene como principal objetivo entender el comportamiento de la vivienda autoconstruida y sus posibles mejoras.

Las viviendas autoconstruidas pueden ser un tema complicado por todos los factores que se ven involucrados en el tema. No solo endógenos de la vivienda, sino sociales, familiares, económicos, políticos, ambientales y demás, los cuales no seríamos capaces de atender. Por lo mismo se decidió establecer en primera instancia una planeación estratégica en la que se delimita los puntos fuertes, los puntos débiles y lo que es realmente alcanzable en cuanto a las intervenciones hechas por los habitantes.

Para delimitar el trabajo es necesario establecer un sitio de estudio, ya que por la variabilidad de las características de las viviendas autoconstruidas la muestra puede llegar a ser demasiado amplia. En este trabajo se decidió tomar los asentamientos de origen irregular en el área metropolitana de Guadalajara, puesto que son lugares donde las viviendas han sido autoconstruidas y han llevado procesos de intervención durante algunos años. Aunado a esto son lugares donde ya se han resultado algunos problemas principalmente de servicios y de regularización de la tenencia, lo que nos permite eliminar algunas variables del estudio y no entrar en conflicto en términos de la posible irregularidad de los propietarios de la vivienda.

Las pruebas se diseñaron para tener una mayor comprensión de la vivienda autoconstruida. Se inició por la recopilación de datos de campo, en consecuencia se realizaron cuestionarios y observación directa a las viviendas de los sitios seleccionados para recabar las características principales y comportamiento de las mismas. Con esta información y para reducir la variabilidad de las muestras se estableció una vivienda tipo, es decir, una vivienda que contenga los patrones de la mayoría de viviendas estudiadas.

Con esta vivienda tipo se procede a hacer diferentes análisis que como antes mencionado en primer lugar es el comportamiento estructural. Sumado a esto se hacen las posibles intervenciones que se requieran. Para ambos casos se realizó una propuesta de indicadores con la cual sea práctica la medición del estado de vulnerabilidad actual de la vivienda.

Se analizó también el impacto ambiental y económico que afecta tanto a los habitantes de la vivienda como a los ciudadanos del AMG.

Por último y como prueba de aplicación de la información obtenida se construyó una herramienta de difusión con la cual se verificó si es posible que cualquier autoconstructor realice un diagnóstico de su vivienda y en consecuencia pueda saber dónde mejorar su vivienda.

2.2 Planeación Estratégica

La planificación estratégica es una actividad orientada a organizar las acciones futuras que se realizarán en determinado proyecto, que de forma sistemática crean un mejor futuro. Establece un sistema continuo para la toma de decisiones e identifica los objetivos y acciones que se realizarán a futuro dependiendo de los recursos con lo que se cuenta y que se tendrán que optimizar. De acuerdo con (Saavedra, 2001) el proceso de planificación permite establecer un sentido de dirección, de rumbo y un ambiente propicio para una gestión adecuada.

Esta planificación también formula indicadores de seguimiento sobre los resultados obtenidos e involucra a los agentes sociales, económicos y ambientales a lo largo del proceso. Dentro de la planeación estratégica es necesario hacer un análisis FODA de manera general en la que se incluyan los rubros en los que se está trabajando para destacar las fortalezas y debilidades de la vivienda autoconstruida. Junto con el análisis anterior es conveniente hacer una planeación prospectiva para lograr visualizar el alcance real que se podría tener y poder aterrizar las intervenciones que son posibles de hacer como primeros pasos para el mejoramiento de la vivienda.

2.2.1 Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) ayuda a la planificación estratégica para la clasificación de información y para la toma de decisiones, principalmente para establecer los puntos críticos tanto buenos como malos dentro del problema. En la siguiente tabla se muestra el análisis FODA clasificando la información en ambiental, económico, social y técnico. Como podemos observar en la Tabla 3, se tienen diferentes fortalezas y oportunidades con las cuales se puede afrontar las amenazas y las debilidades.

Tabla 4. Análisis FODA

Fuente: Elaboración propia.

	<i>Ambientales</i>	<i>Económicas</i>	<i>Sociales</i>	<i>Técnicas</i>
Fortalezas y potenciales (Internos positivos)	<p>Cultura en el ahorro del agua.</p> <p>Cultura de plantas y su cuidado.</p>	<p>Menores gastos por autoconstruir a corto plazo.</p> <p>Vivienda Incremental.</p> <p>Vivienda asequible.</p> <p>Aprovechamiento del espacio.</p>	<p>Construir en comunidad ayuda a la comunicación local.</p> <p>Vivienda construida a sus necesidades particulares.</p>	<p>Viabilidad tecnológica por generaciones nuevas.</p> <p>Sistema constructivo tradicional.</p>
Oportunidades y entorno positivo (Externos positivos)	<p>Tener un impacto positivo al reducir las emisiones al medio ambiente de un gran porcentaje de las viviendas en el país.</p>	<p>Aprovechar el ahorro de mano de obra para continuar construyendo vivienda social.</p> <p>Ubicación estratégica de algunos asentamientos de origen irregular.</p> <p>Crecimiento de las viviendas que no son de 3 niveles.</p>	<p>Integración de la comunidad y familia por la construcción.</p> <p>Inclusión social.</p> <p>Mejorar la calidad de vida de las personas.</p>	<p>Aumento de la densificación del AMG por normatividad.</p> <p>Proyección baja de crecimiento horizontal de la ciudad.</p>
Debilidades, carencias y problemas (Internos negativos)	<p>Impacto ambiental en emisiones de co2.</p> <p>Falta de áreas verdes, no infiltración y bajo confort.</p>	<p>Incremento en costos a largo plazo por autoconstruir.</p> <p>Baja capacidad económica de las familias.</p>	<p>Cada vez son más los que autoconstruyen.</p> <p>Pocos espacios para los habitantes.</p> <p>Baja calidad de vida.</p>	<p>Vulnerabilidad estructural.</p> <p>Falta de planeación.</p> <p>Prácticas inadecuadas.</p> <p>Bajo mantenimiento.</p> <p>Viviendas con lesiones.</p>

Amenazas y riesgos (Externos negativos)	Cambio climático.	Vivienda social inaccesible. Sin opciones de renta.	Crecimiento poblacional en la ciudad y en las viviendas.	Zona sísmica.
		Bajas intervenciones por la tenencia de terrenos.	Desigualdad de oportunidades.	Falta de programas de alto impacto al mejoramiento de la vivienda.
			Falta de participación de la comunidad en las construcciones y en redes de apoyo.	Continúa la proliferación de asentamientos irregulares.
			Rezago habitacional	Dificultad para acceder a la información.

En resumen general la Tabla 5 muestra las principales características relacionadas con la vivienda autoconstruida y en los diferentes aspectos, ambientales, económicos, sociales y técnicos hay cosas que se pueden mejorar, si bien, no de la noche a la mañana pero dentro de un lapso corto de tiempo y con la participación de la gente se pueden lograr.

Tabla 5. Resumen FODA

Fuente: Elaboración propia.

	<i>Ambientales</i>	<i>Económicas</i>	<i>Sociales</i>	<i>Técnicas</i>
Fortalezas	Cultura de agua y Plantas.	Menores gastos por autoconstruir a corto plazo.	Aprovechamiento del espacio y construcción comunitaria a sus necesidades particulares.	Sistema constructivo tradicional.
Oportunidades	Gran impacto a la reducción de CO2	Ubicación estratégica Continuar con autoconstrucción y crecimiento vertical.	Mejorar la calidad de vida de las personas	Densificación de la ciudad. Normas nuevas.
Debilidades	Contaminación CO2 No infiltración al suelo.	Baja capacidad económica de las personas para invertir	Crecimiento familiar Baja calidad de vida	Falta de conocimientos técnicos para construcción.
Amenazas	Cambio climático	Vivienda social inaccesible	Desigualdad de oportunidades	Vulnerabilidad sísmica. Acceso a la información

2.2.2 Planeación Prospectiva

La planeación prospectiva es la visión realista de los resultados a futuro, tomando en cuenta el pasado y el diagnóstico tendencial que pudieran suceder si no se interviene de alguna manera como se muestra en la siguiente figura.

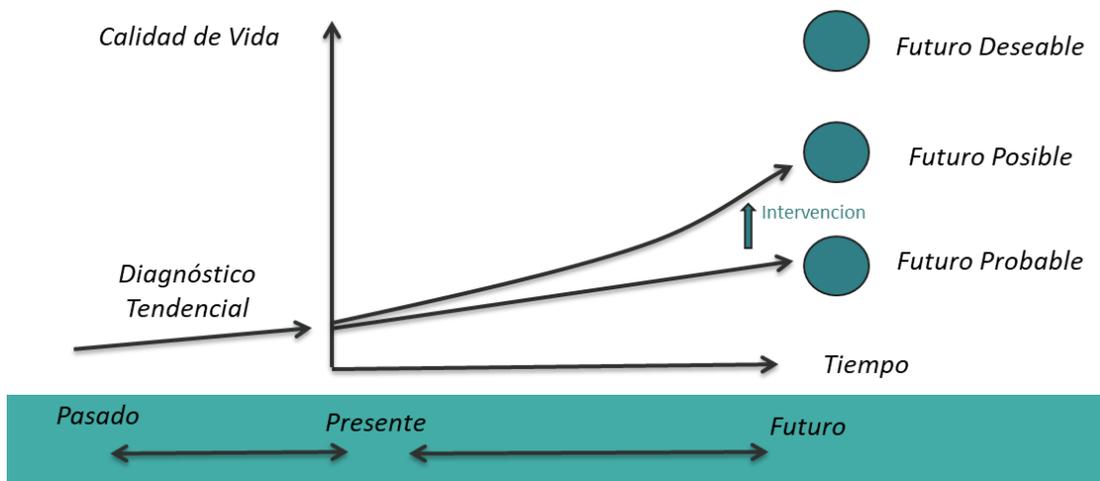


Figura 22. Esquema Planeación prospectiva.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los 3 posible futuros para comprender mejor la situación de la vivienda autoconstruida, con puntos concisos que de manera general nos dan una visión del futuro. Observando la investigación de CONACYT (1979) para comparar con la realidad de la vivienda al día de hoy como futuro probable.

Al mismo tiempo comparando la vivienda autoconstruida actual con la visión común de la vivienda sustentable como un futuro deseable. Para terminar aterrizando a un futuro posible según las capacidades de los autoconstructores.

Futuro probable

- Las viviendas incrementaran el número de niveles con los mismos métodos constructivos de siempre, incrementando la vulnerabilidad de las edificaciones al riesgo constante de un sismo.

- Por la expansión de la ciudad los asentamientos irregulares proliferarán. Haciendo cada vez más difícil su integración a la urbe.
- No se cambiarán las prácticas y usos dentro de la vivienda, ni en su diseño ni en su construcción, por lo que su impacto al medio ambiente será cada vez mayor.
- Tendrán mayores gastos, hacinamiento y mala calidad de vida en general dentro de la vivienda.
- Cada vez más las viviendas se aislarán de la comunidad que las rodea, incrementando la desigualdad actual.
- Considerando un sismo de magnitud considerable, muchas de las viviendas en la ciudad presentarán graves daños. Lo que repercute a toda la población del país ya que se convierte en inversión y retrasos en el desarrollo nacional.

Futuro deseable

- Viviendas autoconstruidas construidas según la reglamentación y en lugares aptos para el crecimiento de la ciudad, con una buena planeación a futuro para el crecimiento vertical de la misma.
- Con espacio suficiente para los habitantes actuales y futuros. En donde el costo de las intervenciones sea el menor por tener una buena planeación.
- Incluirán todas las tecnologías para reducir los recursos y el impacto al medio ambiente, así como espacio suficiente para lograr una infiltración del agua de lluvia.
- Construcciones hechas con toda la comunidad utilizando los recursos locales y apoyo de las instituciones públicas y privadas adecuadas para cada caso.

- Viviendas con buen aislamiento térmico y con calidad en los materiales constructivos que reduzcan la huella de carbono.
- Construcciones con materiales alternativos, sustentables de impacto cero al planeta, con los que los constructores puedan construir sus viviendas y de su comunidad.

Futuro posible

- Viviendas autoconstruidas intervenidas por sus habitantes, mejorando su capacidad estructural con las intervenciones mínimas necesarias.
- Conciencia de los habitantes del impacto que tiene su casa y los usos que se le da a la vivienda, implementando las tecnologías que le sean redituables.
- Trabajo comunitario y apoyo local para la construcción y mejoramiento de viviendas.
- Ampliaciones adecuadas a la estructura actual o al mejoramiento que se le dé estructuralmente.
- Difusión de la información básica para el mejoramiento de la vivienda y por ende un impacto positivo en la calidad de vida de las personas.

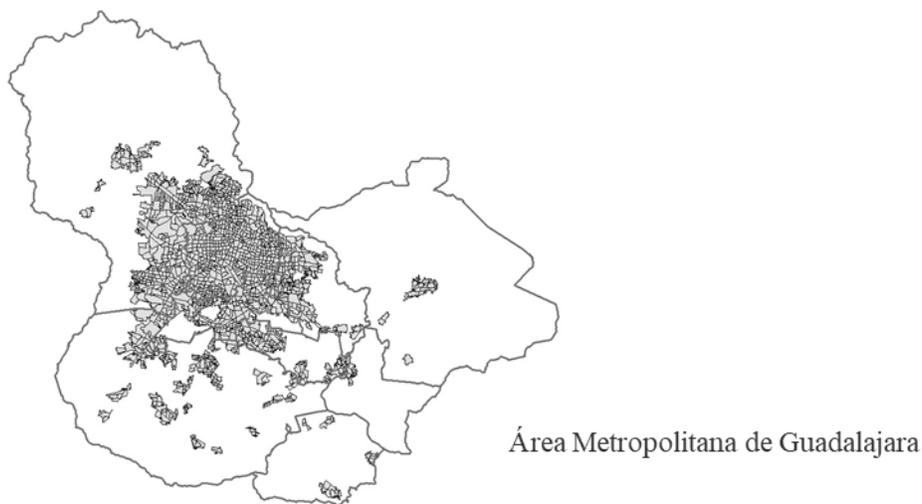
El futuro posible sirve como base para el resto del trabajo de investigación así como para plantear los rasgos más relevantes a levantar en campo y poder orientar las propuestas de intervención con esta visión.

2.3 Tipología de vivienda autoconstruida

2.3.1 Selección de sitio

El AMG se integra con los municipios de San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y el citado Guadalajara que en conjunto comparten una constante conurbación (Gobierno de Jalisco, 2013). En la representación gráfica se agrega el municipio de Zapotlanejo debido a que las proyecciones del POTMET lo incluyen en sus planes. El AMG se muestra en la siguiente figura donde se puede identificar los límites municipales así como la saturación de cada uno de ellos por la mancha urbana.

En la misma figura se muestran los asentamientos a estudiar en la periferia de la ciudad, los cuales se seleccionaron al azar buscando la variabilidad de municipios en el AMG y al mismo tiempo porque cuentan con diferentes características tanto en población, origen, nivel de consolidación, municipio y edad entre otras. Las zonas a estudiar se delimitaron por AGEB's dentro de las colonias seleccionadas, tomando solo un área geo estadística para tener un límite definido y poder realizar comparaciones con las estadísticas de INEGI.



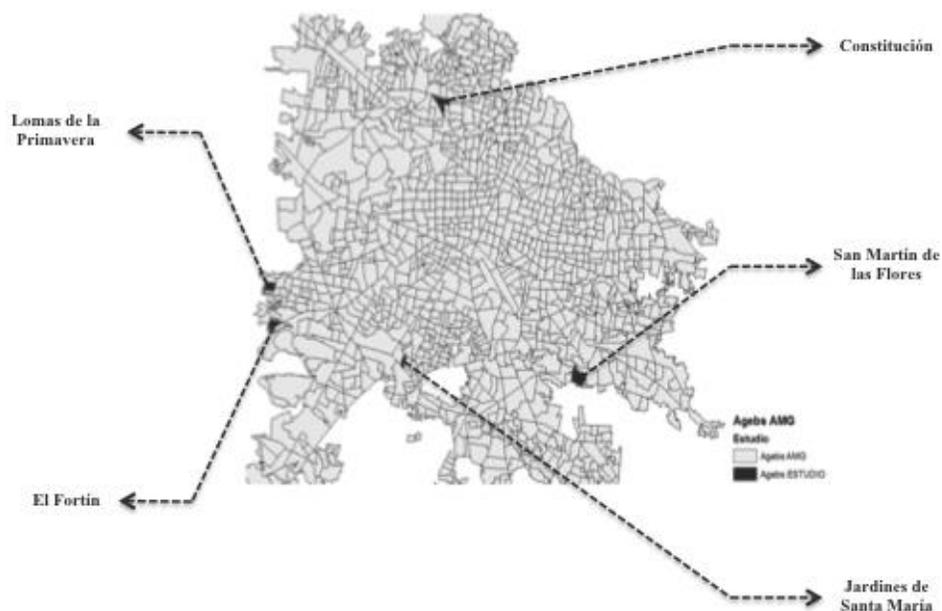


Figura 23. Ubicación del área de estudios.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra el total de viviendas habitadas de cada zona de estudio, así como la clasificación según el municipio y la colonia.

Tabla 6. Lista de Agebs Estudiados

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2010

Colonia	Municipio	Ageb	Viviendas Habitadas
Constitución	Guadalajara	141200001422	1223
Lomas de la Primavera	Zapopan	1412000015336	606
El Fortín	Zapopan	141200015355	214
Santa María de as flores	Tlaquepaque	1409800012201	979
Jardines de Santa María	Tlaquepaque	1409800012644	294

2.3.2 Recorrido preliminar

Se realizó un recorrido preliminar a los diferentes asentamientos propuestos para comprender la morfología de las colonias así como las viviendas de manera general. Este recorrido sirvió principalmente para la realización de los formatos de cuestionario y de observación directa.



Figura 24. Recorrido preliminar de Viviendas Autoconstruidas en AMG
 Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

2.3.3 Cuestionarios y Observación Directa

Se realizaron cuestionarios a diferentes viviendas junto con observación directa de la parte externa. Se levantó información para la investigación general junto con la específica para este reporte enfocado al estudio estructural y características físicas de la vivienda, pero tomando en cuenta todo lo que involucra al habitante con su vivienda. Tanto los formatos de los cuestionarios como los de observación directa se encuentran en el Anexo 1. Los principales temas que se tocaron se muestran en la siguiente tabla.

Los temas tanto de cuestionarios y observación directa van enfocados a las características de futuro posible, es decir, que no se consideran características que no tengan relación con las intervenciones posibles.

Se seccionaron las viviendas recorriendo las calles caminando, al observar movimiento dentro o fuera de la vivienda se les preguntaba si tenían tiempo para responder unas preguntas.

Tabla 7. Temas Cuestionarios y Observación directa

Fuente: Elaboración propia

<u>CUESTIONARIOS</u>	<u>OBSERVACIÓN DIRECTA</u>
<ul style="list-style-type: none">• Características de la vivienda• Habitantes• Percepción de espacios• Daños físicos• Intervenciones constructivas• Procesos de autoconstrucción• Equipamiento• Consultas	<ul style="list-style-type: none">• Morfología del entorno• Sistema Constructivo• Intervenciones• Lesiones /Daños• Equipamiento• Geometría de la vivienda

En un inicio se planteó un estudio estadísticamente representativo que alcanzara validez científica. Se seleccionaron 5 colonias, dentro de cada una se seleccionó un AGEB que se encuentra en su totalidad dentro de la colonia y que cuenta con estadísticas por parte del INEGI. Con un total de 3316 casas habitadas, con el 90% de confianza y un margen de error de 10% se obtuvo una muestra inicial de 66 casas para levantar información.

Conforme se avanzó en el levantamiento de información al avanzar en las colonias era evidente una tendencia muy similar en las respuestas de los habitantes y en la morfología de la vivienda por lo que se decidió detener el proceso en la vivienda número 25.

De acuerdo con la información obtenida en campo, en lo general las diferentes viviendas autoconstruidas en el AMG se construyen con el mismo sistema de mampostería no reforzados y con deficiencias en su proceso constructivo en tiempo y forma. Este sistema constructivo tiene muchas ventajas para la vivienda autoconstruida pero es muy sensible a errores constructivos y a la calidad de los materiales.



Figura 25. Viviendas encuestadas

Fuente: Fotografía propia (Uribe, 2017)

Los materiales utilizados en las viviendas son:

- Cimentación; piedra y cemento
- Muros; block de cemento y/o ladrillo de lama
- Castillos y dalas; Concreto
- Entre pisos; Bóveda con ladrillo de lama y vigas de acero.

Por otro lado la percepción de los habitantes sobre el estado físico de la vivienda en todos los casos es superior a la realidad. Esto puede ser por dos razones; la primera es simplemente por el orgullo y satisfacción que les brinda tener una vivienda propia y la segunda es la falta de conocimiento sobre los daños y vulnerabilidades presentes en la vivienda.

Si bien estas colonias fueron asentamientos irregulares en diferentes periodos, el estatus de las viviendas es muy similar. Como lo muestra la siguiente figura, el 80% de las viviendas realizaron modificaciones y/o ampliaciones a su vivienda, en lo que el 75% lo realizó en los últimos 2-5 años pero que en todos los casos se relaciona directamente con las escrituras del terreno. Lo que se ha resuelto en parte apoyados por la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT), con lo que se busca regularizar la tenencia de la tierra en asentamientos humanos irregulares, localizados en predio de origen ejidal u otro tipo para el desarrollo urbano y de vivienda. (Ramírez, 2003)

En estas viviendas el 40% de las encuestadas ya tiene planes de ampliar otro cuarto, ya sea en segundo o tercer nivel. Lo que se contrapone con que solo se registró 2 viviendas en la que viven en condiciones de hacinamiento. Es decir, que aumentan los cuartos más por el hecho de comodidad que por presentar hacinamiento.

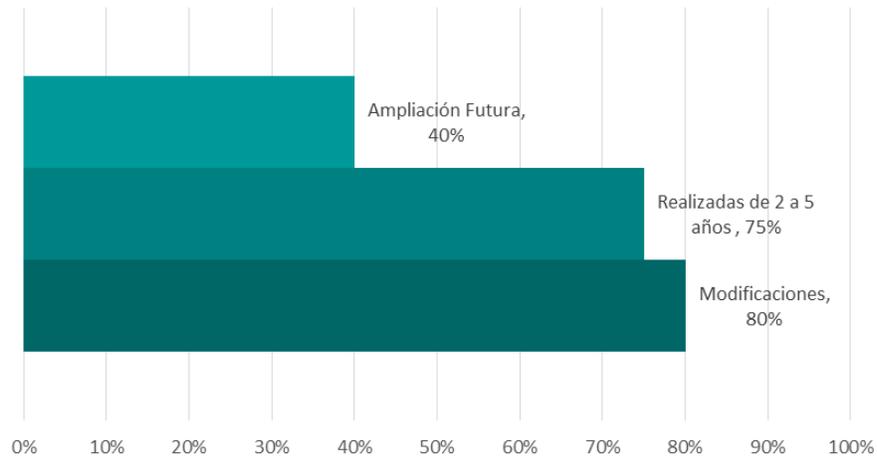


Figura 26. Intervenciones en vivienda autoconstruida.

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra que alrededor del 87% de las viviendas son propias, es decir, no están en renta, prestadas o en algún otro tipo de tenencia. Pero sobresale que de ese 87% solo el 44% tiene escrituras de su vivienda. Lo cual vuelve a estar relacionado con la certidumbre de tenencia con la inversión que se realiza.

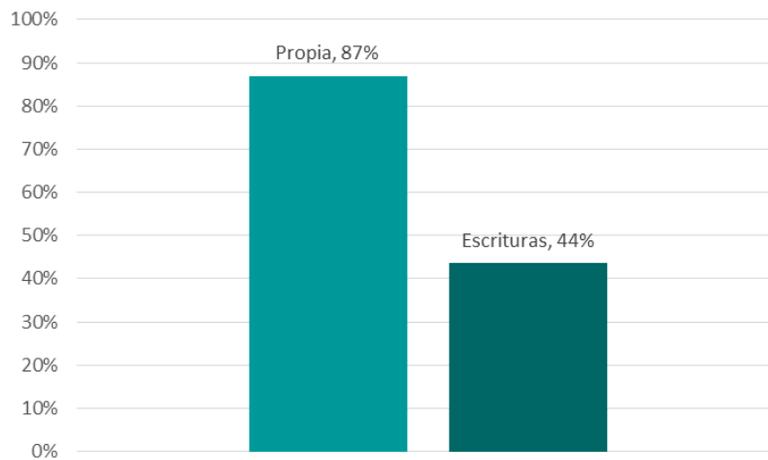


Figura 27. Tenencia de la vivienda autoconstruida.

Fuente: Elaboración propia.

Así como se observó en la revisión documental que los principales constructores de vivienda son los propios habitantes junto con albañiles, esto se confirma en el levantamiento de información de campo. Donde ninguno recibió una mínima asesoría para la construcción de la vivienda.

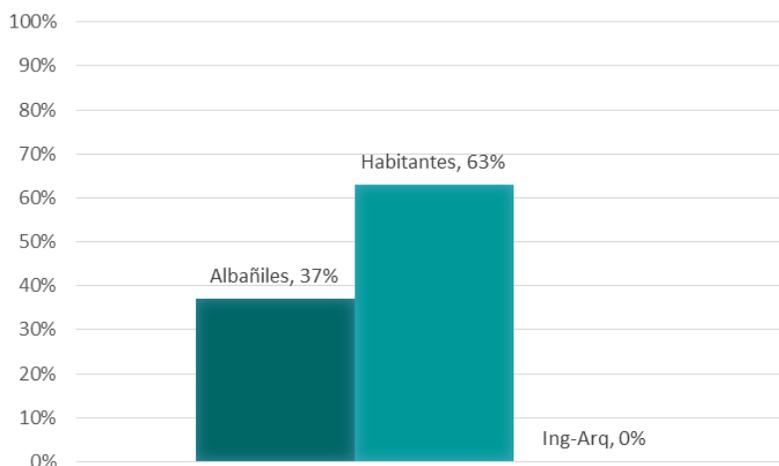


Figura 28. Constructores de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

También se recabó los principales daños que se presentan en la vivienda autoconstruida, donde llama la atención que el salitre es la principal afectación.

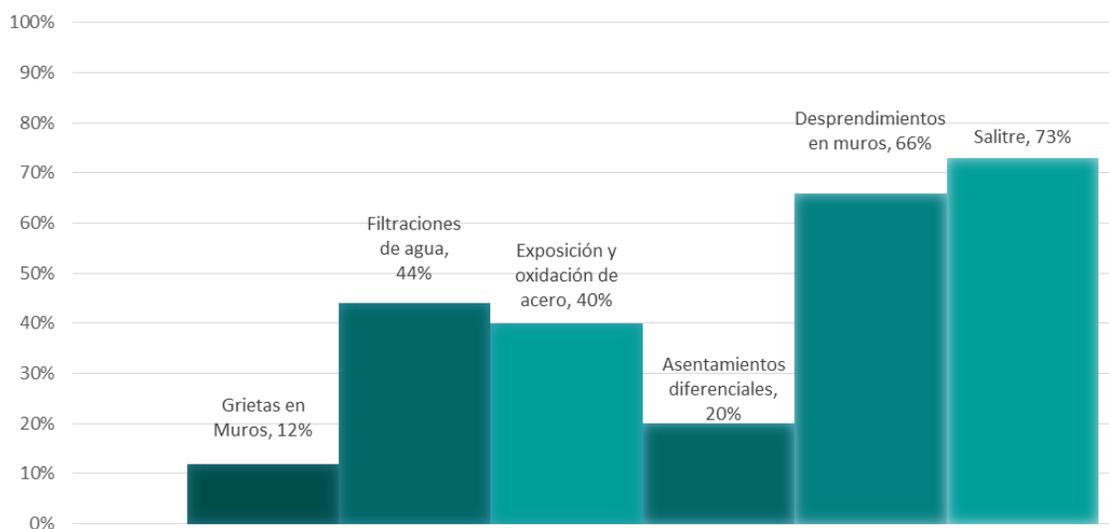


Figura 29. Principales daños en la vivienda autoconstruida.

Fuente: Elaboración propia.

De la observación directa se obtuvo datos importantes de las afectaciones principales en los muros, como que el 12% de las viviendas presentaban grietas en los muros, 44% filtraciones de agua, 40% acero (en castillos y vigas) expuestos a la intemperie y en procesos de oxidación, 20% presentaban asentamientos diferenciales, 66% algún tipo de desprendimiento de enjarres y un 73% salitre en muros. Con esto es evidente resaltar la importancia que tienen los muros y que las afectaciones no estructurales pueden dañar su comportamiento a largo plazo.

En la parte económica se obtuvo que solo el 13% de las viviendas obtuvieron algún tipo de apoyo para la construcción de su vivienda por parte del gobierno. Uno de ellos nos comentó que el crédito que le ofrecieron aun le cobra intereses y no ha logrado pagarlo después de varios años. Por lo que ese apoyo no resulto ayuda sino una gran carga los que lo solicitan. Dentro de eso se cuestionó si les interesaría un apoyo en la construcción, como asesoría y no de manera económica. 62% de ellos si les interesa recibir asesoría ya que nadie conoce manuales de apoyo o lugares para obtener la información necesaria.

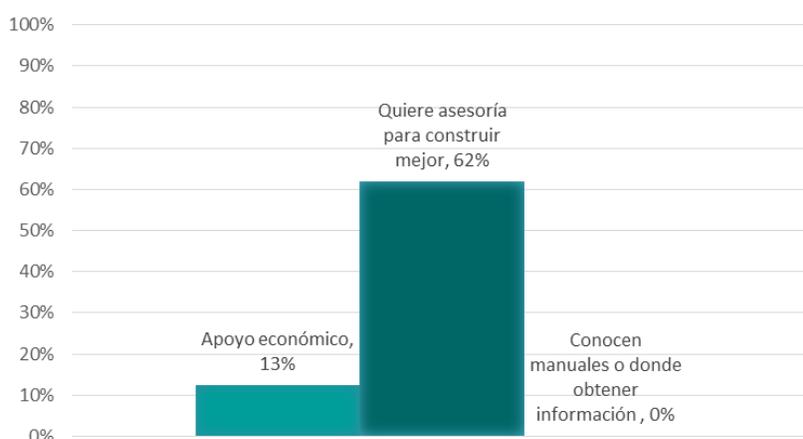


Figura 30. Apoyos a los autoconstructores.
Fuente: Elaboración propia.

Con la información levantada se generó una tipología de vivienda para poder estudiar de manera general a la vivienda autoconstruida, ya que la diversidad de materiales, dimensiones, claros, alturas, morfología y la situación de los habitantes es muy variable pero si se mantiene en su mayoría las características predominantes de estas y en la que está enfocada esta investigación.

A continuación se presenta de manera esquemática las diferentes características de la vivienda en cuanto a su condición de sitio, arquitectónica, constructiva, y de crecimiento.

Características de sitio:

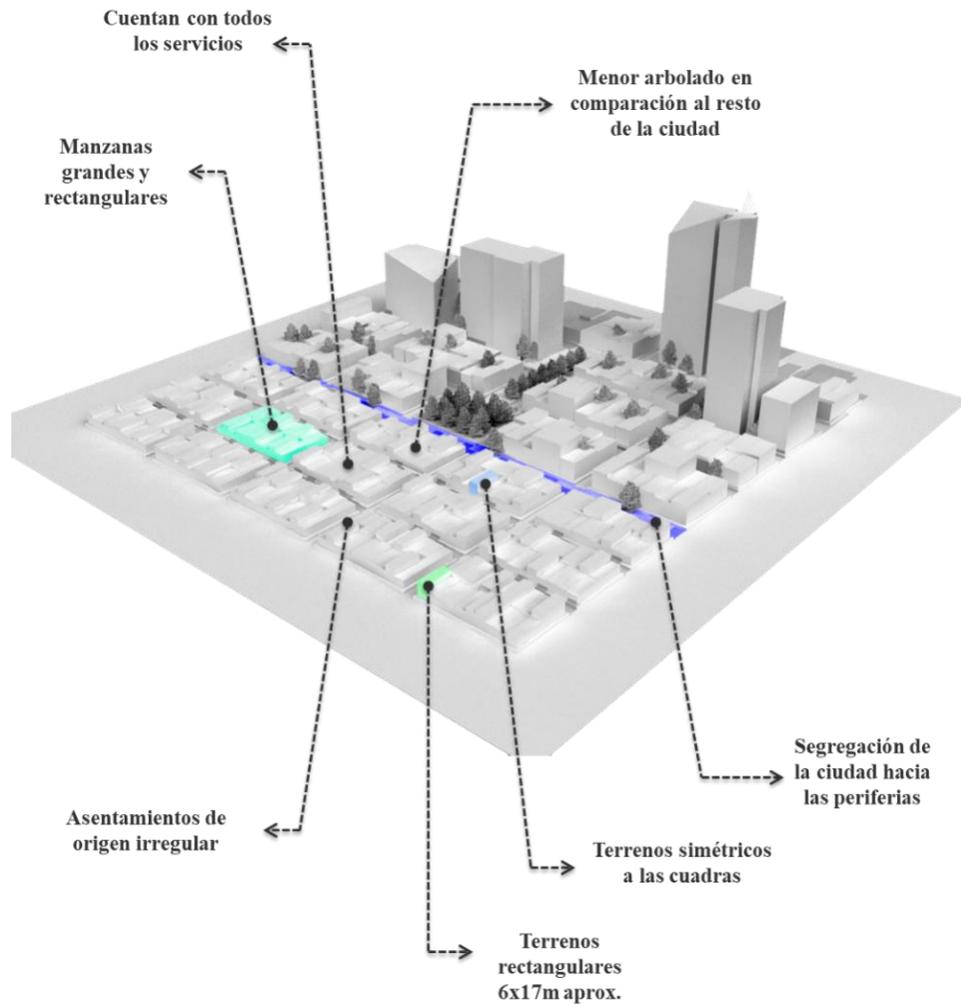


Figura 31. Características de sitio

Fuente: Elaboración propia.

Características Arquitectónicas:

1. Primer Cuerpo (Planta Baja)

- 1.5 metros de servidumbre o al ras de la banquetta.
- 1 cochera remetida, 1 cocina, 1 baño, 1 o 2 habitaciones, 1 sala/comedor.

- Poco jardín o nulo, se utilizan plantas en masetas, las pocas áreas libres de construcción (área de recarga) están cubiertas por concreto o algún tipo de piso.
- 1 Puerta y 1 o 2 ventanas en fachada.
- Cuarto de lavado en patio.

2. Segundo Cuerpo (Planta Alta)

- Distribución de planta muy similar a la planta baja.
- La escalera es exterior, patio trasero o en fachada.
- Alrededor de 4 ventanas en total.
- Esta planta si llega al límite de la propiedad que da a la calle, tenga o no servidumbre la planta baja.
- Se utiliza con finales habitacionales únicamente, en la primera etapa no se instalan sanitarios.
- En la primera etapa de crecimiento al segundo nivel no se utiliza toda el área de la azotea. Es decir, hay un diferencia geométrica respecto a la planta baja más no cambia la dirección de las descargas verticales.
- Se incrementa el espesor del entepiso ya que usualmente no se remueve el hormigón que se tenía para las pendientes de la azotea de la planta baja.

3. Tercer Cuerpo (Piso extra)

- Adición de baños a los niveles restantes y completar el segundo piso.
- También solo se utilizan para cuartos dormitorios como el inicio del segundo piso.

*En la mayoría de viviendas se observaron escaleras para el segundo o tercer nivel en el interior o parte trasera de la vivienda, lo que limita la accesibilidad para diferentes usos o familias.

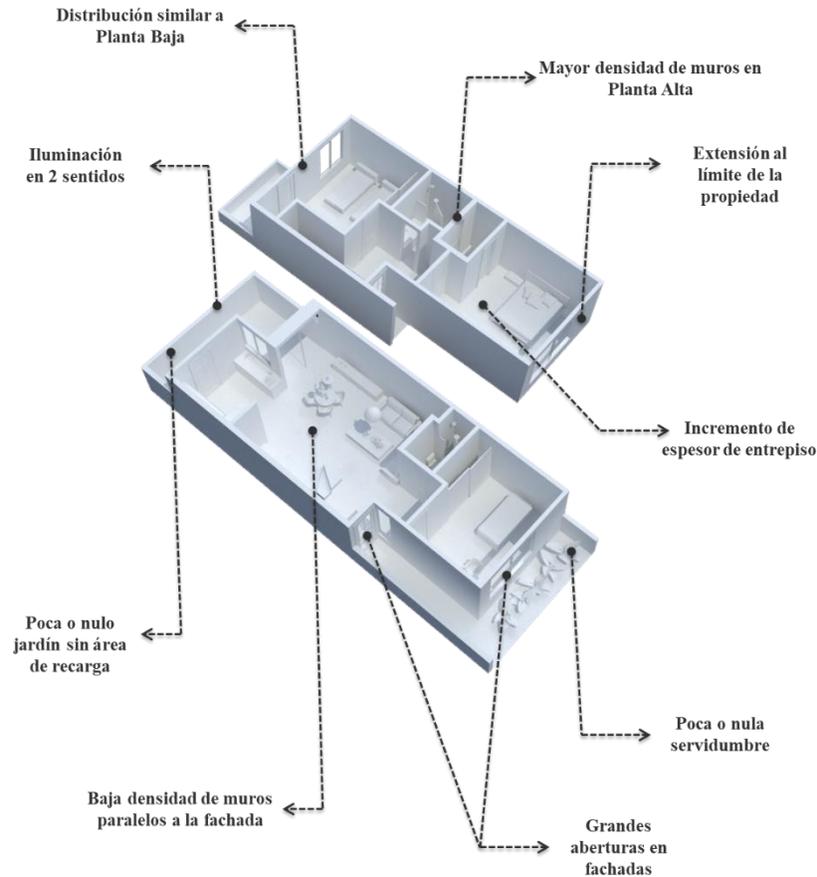


Figura 32. Características Arquitectónicas
Fuente: Elaboración propia.

Características Constructivas:

1. Sistema constructivo.

- Cimentación; Superficial de mampostería de piedra, con concreto pobre y con alta fluidez. Aproximadamente 1m de profundidad el desplante. Adicional a esto si existe hay un anclaje de los castillo en la cimentación.
- Apoyos; Se basa en muros continuos de mampostería de ladrillo macizo de barro o de Bloque de concreto, sin refuerzo sísmico. Estos muros se encuentran con un confinamiento irregular (mal confinamiento) ya que si se cuenta con algunos castillos y dalas en la estructura pero no en la totalidad de donde se requiere. Los puntos más representativos son los claros cortos que por ahorrar castillos no se ponen en puertas y ventanas. El acomodo de ladrillo es en aparejo soga, sin importar que se utilicen en ocasiones diferentes tipos

de ladrillo como el bloque de concreto. Estos muros trabajan en su mayoría como muros de carga y son pocos los que no se encuentran trabajando.

- Cubiertas; Son losas planas a base de sistemas viguería y bóveda de ladrillo de barro macizo con lechada de cemento y hormigón para las pendientes de la azotea.

2. Detalles constructivos a considerar como reducción de resistencia en las viviendas autoconstruidas.

- Capacidad y tipo de suelo.
- Tipo de cimentación (relación agua-cemento).
- Calidad de ladrillo y uniformidad de las piezas.
- Muros sin refuerzos.
- Ejecución de castillos y dadas, (juntas frías, traslapes, instalaciones sanitaria y corrosión del acero).
- Confinamiento en ventanas y puertas.
- Diafragmas y geometría de plantas.

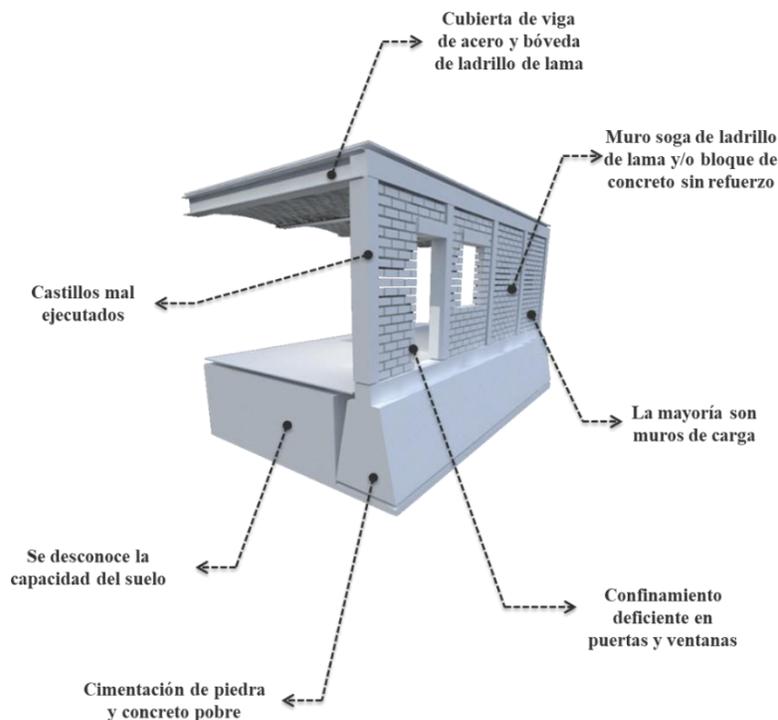


Figura 33. Características Constructivas

Fuente: Elaboración propia

Características de Crecimiento:

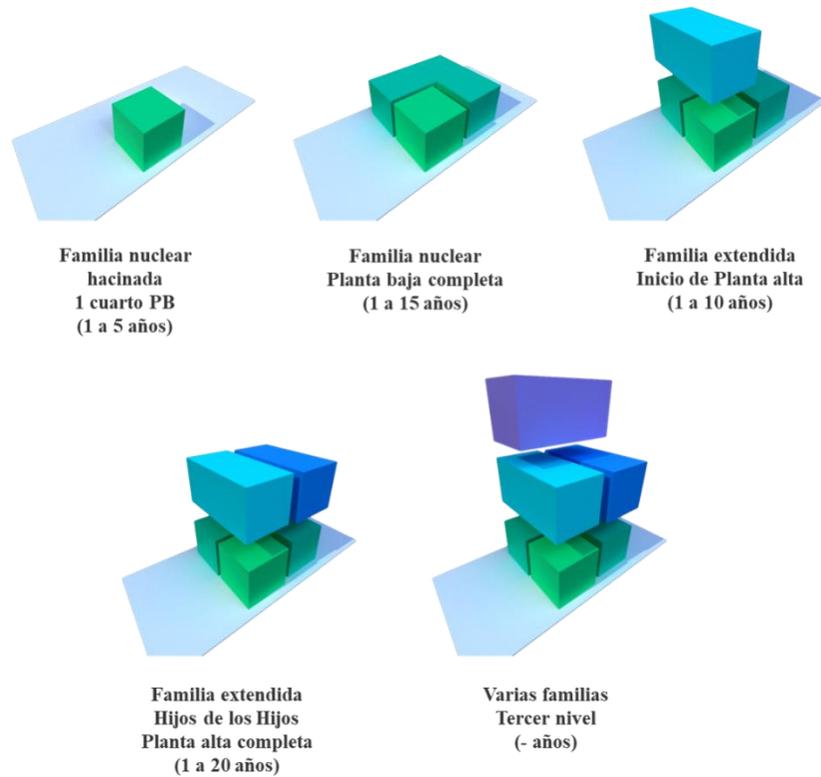


Figura 34. Características de crecimiento.

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento de la vivienda depende principalmente del incremento en el número de habitantes y las posibilidades económicas.

A lo largo de los años, en los asentamientos de origen irregular, donde inició un primer matrimonio con uno o dos hijos, actualmente se encuentran habitados por la familia extendida de ambos y por los hijos de los hijos.

Este crecimiento también se vio afectado de manera positiva con la regularización de los terrenos, con los que al contar con la tenencia de la vivienda se animaban a invertir.

2.4 Análisis de vulnerabilidad sísmica

Una vez obtenidas las características generales de la vivienda autoconstruida en el AMG, se analizaron diferentes aspectos principalmente estructurales los cuales nos dan pie a realizar propuestas de intervención, así como validarlas para su uso.

Para el estudio del comportamiento estructural de la vivienda tipo, se inició con el análisis estructural en un modelo computacional para obtener los elementos más importantes tanto positivos como negativos que afectan a la estructura y a su posible crecimiento. Aunado a esto, se hizo un análisis no lineal del posible comportamiento de la vivienda en el caso de falla en los muros.

Con esta información se continuó por establecer indicadores para poder medir el proceso de intervención que se proponga y al mismo tiempo poder hacer un diagnóstico de la vivienda en su estado actual.

Una vez comprendido el comportamiento estructural de la vivienda, se realizó un estudio de impacto económico del proceso de autoconstrucción de la vivienda así como de impacto ambiental para conocer los pros y contras de este tipo de edificaciones.

Se tomó una vivienda “tipo” en el AMG que cumpliera con la mayoría de las características levantadas anteriormente en campo, es decir, similar a la tipología de vivienda para que sea un ejercicio representativo y que arroje resultados aplicables a otras viviendas. La vivienda de estudio se encuentra en el municipio de Tonalá, en la colonia Jardines de Tonalá. Se seleccionó principalmente por la facilidad con el dueño de la misma, para hacer un levantamiento a fondo, ya que en el resto de las viviendas estudiadas no nos permitieron entrar a hacer observaciones.

Actualmente la vivienda de estudio se encuentra en una etapa media de crecimiento. Contando con toda la planta baja construida (en dos etapas) y la mitad de la planta alta. La vivienda tiene 7 metros de frente por 13 de largo dando un total de 91 m² de superficie y con una superficie construida de 72 m² + 38 m² de la segunda planta como superficie cubierta. El plano de la vivienda se puede observar en la Figura 22.



Figura 35. Vivienda de estudio
 Fuente: Fotografía propia. (Uribe, 2017)

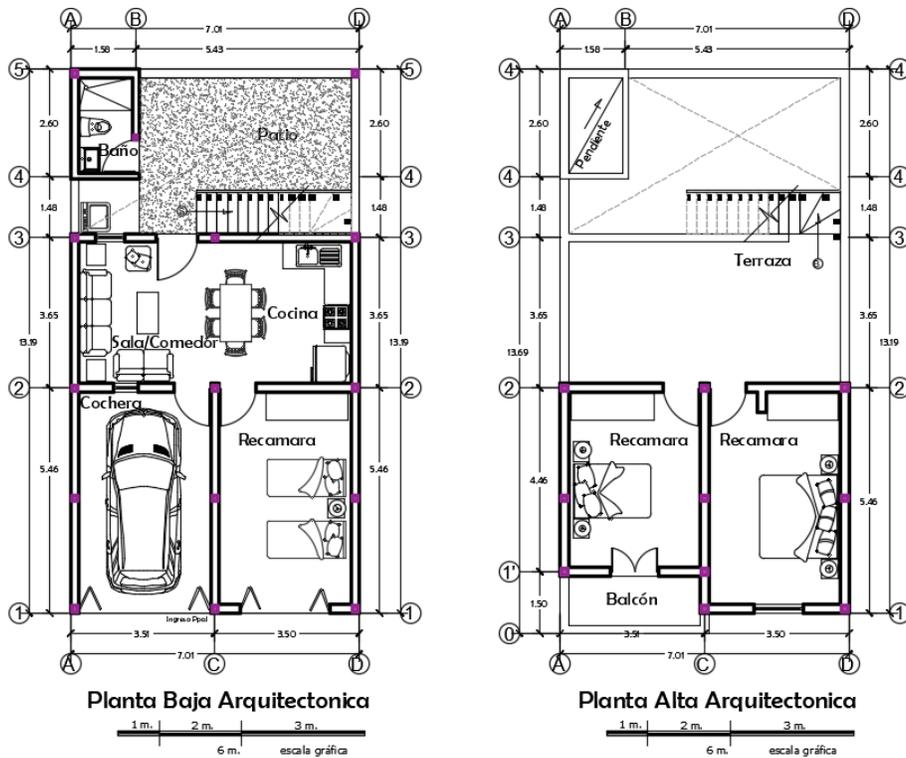


Figura 36. Plano Arquitectónico vivienda de estudio
 Fuente: Elaboración propia.

2.4.1 Comportamiento estructural

El análisis constructivo se realizó tomando como principal elemento constructivo a los muros, esto se debe a la importancia que tienen como sustento de este tipo de vivienda. Tanto la cimentación como los entrepisos y techos son elementos que tienen un comportamiento más uniforme ante un sismo en este tipo de viviendas. Estos elementos se encuentran en lugares de difícil acceso o cubiertos por otros elementos por lo que se requerirían pruebas destructivas para conocer su estado actual, mientras que la mayoría de muros se encuentran descubiertos por lo menos en una cara lo que permite analizarlos.

La calidad de los materiales y el sistema constructivo se tomaron como primer análisis para el comportamiento estructural y como afecta su deficiente calidad. En segundo lugar los se analizaron los elementos mecánicos y comportamiento normal de la vivienda tratando de llevarlo a lo más real posible con las capacidades de carga, resistencia de los materiales y factores de seguridad.

Después se realizó un análisis estructural de la vivienda en ETABS (Computeras & Structures, INC, 2015) para posteriormente hacer una revisión estructural según la reglamentación, utilizando las Normas Técnicas Complementarias del reglamento de construcción. Ya que no se puede limitar a realizar el cálculo considerando completamente confinado o no confinado, se realizó la revisión de cada muro según su confinamiento.

Se tomaron las consideraciones necesarias para poder realizar el cálculo según la reglamentación. Suponiendo los mínimos para las variables en las que se desconocen los datos exactos.

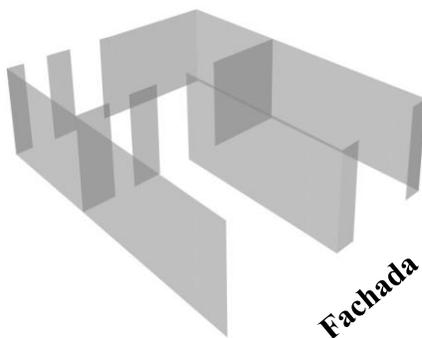


Figura 37. Esquema planta baja vivienda de estudio
Fuente: Elaboración propia con programa ETABS

Consideraciones

Carga Viva

Se tomó como carga viva 190 kg/m² para el entrepiso y 100 Kg/m² para azotea.

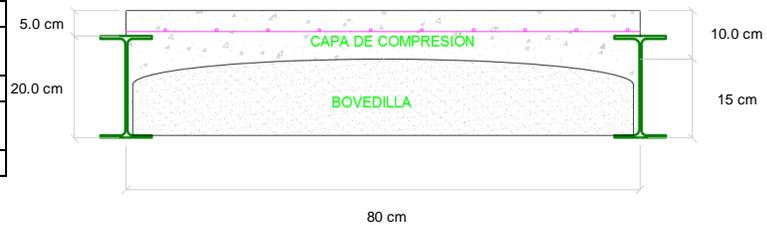
Carga Muerta

Para la carga muerta se tomaron las siguientes consideraciones:

Entre piso

CARGA MUERTA	
Altura de bovedilla =	15 cm
Separación entre viguetas =	80 cm
Peso Bovedilla	96.3 kg/m²
Peso Viga =	17.0 kg/m ²
Capa de Compresión	160.0 kg/m²
Peralte Viga =	20.0 cm
altura sobre patin superior=	5.0 cm
altura sobre bovedilla =	10.0 cm
W concreto (kg/m ³) =	1600
Enjarre	51.0 kg/m²
espesor =	3.0 cm
W revoltura (kg/m ³) =	1700
Recubrimiento	70.2 kg/m²
espesor =	2.7 cm
W hormigón (kg/m ³) =	2600
Reglamento	20.0 kg/m²

Wd = 414.5 kg/m²



Azotea

CARGA MUERTA	
Altura de bovedilla =	15 cm
Separación entre viguetas =	80 cm
Peso Bovedilla	96.3 kg/m²
Peso Viga =	17.0 kg/m ²
Capa de Compresión	160.0 kg/m²
Peralte Viga =	20.0 cm
altura sobre patin superior=	5.0 cm
altura sobre bovedilla =	10.0 cm
W concreto (kg/m ³) =	1600
Enjarre	51.0 kg/m²
espesor =	3.0 cm
W revoltura (kg/m ³) =	1700
Hormigon	60.0 kg/m²
espesor =	5.0 cm
W hormigón (kg/m ³) =	1200
Ladrillo de Azotea	27.5 kg/m²
espesor =	2.5 cm
W ladrillo (kg/m ³) =	1100
Reglamento	20.0 kg/m²

Wd = 431.8 kg/m²

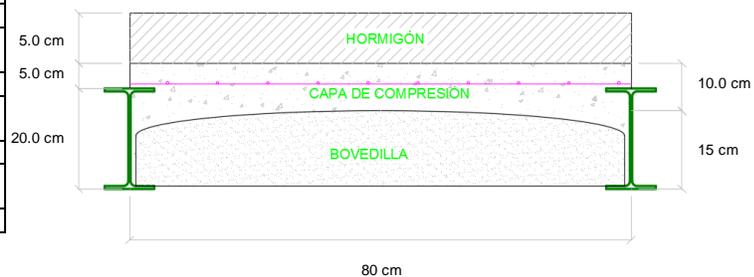


Tabla 8. Variables del cálculo estructural

Fuente: Elaboración propia

	<i>Fijas</i>	<i>Flexibles</i>
Variables	<p>Características de los materiales, se tomó ladrillo recocido para toda la vivienda y armex para los castillos.</p> <p>Se consideró el mortero de menor capacidad por desconocer las propiedades y un espesor variable.</p> <p>Las cargas fueron de corta duración para obtener el máximo valor.</p>	<p>Se fue modificando el factor de confinamiento FR del reglamento y la cantidad de acero en los castillos para revisar el cambio de comportamiento.</p> <p>Se analizaron por separado las resistencias a cortante, axial y flexocompresión.</p> <p>La carga sobre cada muro varía según su área tributaria.</p>

Cortante basal

Se realizó un desglose de cargas, para posteriormente compararlo con el modelo de ETABs, y corroborar los datos de ambos.

Tomando en consideración una reducción de Q de 20% por el tipo de vivienda tenemos un cortante basal de 22.365 toneladas.

Tabla 9. Cortante basal

Fuente: Elaboración propia

<u>1RA PLANTA</u>			
Área = 66.36	m ²		
Wd = 438	kg/m ²	Longitud	
WI = 190	kg/m ²	Espesor	
		Altura	
		PV	
		Muro mampostería	
		L = 34.1	m
		e = 0.15	m
		h = 2.6	m
		γ = 1750	kg/m ³
Losa			
D = 29.07	ton		
L = 12.61	ton		
Muro			
Dant = 10.37	ton		
D = 23.27	ton		
Altura considerada =	1		

<u>Fuente de masa</u>	
D = 1	
L = 0.5	
W = 99.40	ton
Q = 2	
Q' = 1.6	
c = 0.36	
'b = W*c / Q' = 22.365	ton

2DA PLANTA		Muro mampostería			
Área = 41	m ²	Longitud	L = 30.4	m	
Wd = 438	kg/m ²	Espesor	e = 0.15	m	
WI = 100	kg/m ²	Altura	h = 2.6	m	
		PV	γ = 1750	kg/m ³	
Losa					
D = 17.96	ton				
L = 4.10	ton				
Muro					
Dant = 0.00	ton				
D = 20.75	ton				
Altura considerada =	0.5				

Planta	Wx (ton)	hx (m)	Wx*hx	Fx	V acu
1	69.01713	2.6	179.44	15.5288543	22.365
2	30.382	2.6	78.99	6.83595	6.83595
Total	99.40		258.44		

2.4.2 Capacidad de Muros

Dentro del análisis estructural se espera obtener los elementos mecánicos que caracterizan el comportamiento de la vivienda autoconstruida. Principalmente elementos como la geometría de la vivienda (determinada por el terreno), la distribución y densidad de muros, así como su capacidad de resistencia según su nivel de confinamiento.

Una vez obtenidos estos elementos se realizó un análisis de la capacidad real de los muros según las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del reglamento de construcción (Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, 2004). Con estos resultados y los datos obtenidos del modelo digital se hace una comparación para determinar la capacidad a flexo-compresión, axial y cortante de cada muro de la vivienda. Las fórmulas y valores utilizados en el análisis de muros se pueden observar en el Anexo 2.

2.4.3 Análisis no lineal

Para el análisis no lineal se tomó el modelo actual de la vivienda de estudio como base. Proseguimos a eliminar uno de los muros más propensos a fallar.

Si bien aunque el muro puede fallar a cortante sus otros componentes pueden seguir trabajando, para este caso de estudio se considero cero su aportación una vez llevado a la

falla por lo que se eliminó del modelo y se obtuvieron nuevos valores en la redistribución de esfuerzos. Esto es para amplificar los cambios en el comportamiento de la estructura y así poder ver obtener conclusiones de una manera más fácil. Este proceso se continuó eliminando un segundo muro para volver a obtener resultados de la redistribución de esfuerzos por segunda vez. El patron de comportamiento ayudará a darnos una idea de como sería el proceso cronológico de fallas en la vivienda en caso de un sismo.

2.4.4 Indicadores de Vulnerabilidad

Para medir la vulnerabilidad estructural y al mismo tiempo el proceso de intervención para el mejoramiento de la vivienda, existen algunos indicadores que pueden ser utilizados para hacer un diagnóstico rápido a sus viviendas y con base en eso tomar decisiones.

Se utilizaran como base 2 de los indicadores de vulnerabilidad en México. Por un lado tenemos el puntaje establecido por CENAPRED el cual puede ser utilizado en toda la República Mexicana que si bien contempla la mayoría de aspectos necesarios para nuestro caso de estudio, contiene alguno puntos como la cimentación en donde el habitante no puede estar seguro de cómo está hecha sin hacer pruebas y por otro lado también incluye puntaje del tipo de suelo en donde el habitante no puede hacer nada en un corto plazo para cambiarlo.

Por otro lado el estudio de Adolfo Preciado (2015) si se encuentra más enfocado a una revisión rápida de la estructura y delimitado a una zona dentro del AMG, sin embargo continúa siendo al igual que los indicadores de CENAPRED valores subjetivos y no medibles.

Estos indicadores servirán junto con lo observado en campo, para definir indicadores que sean específicamente para la vivienda autoconstruida en Guadalajara y lo que sea posible medir e intervenir por sus habitantes.

Se comenzó por verificar en el puntaje de la investigación de A. Preciado, la vulnerabilidad de la vivienda. Ya que en este estudio se enfoca en medir la vulnerabilidad de la vivienda en una zona específica dentro del AMG.

Tabla 10. Puntaje de Vulnerabilidad A. Preciado

Fuente: A. Preciado (2015)

<i>i</i>	Parámetro	<i>Ki A</i>	<i>Ki B</i>	<i>Ki C</i>	<i>Ki D</i>	<i>Wi</i>
1	Organización del Sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del Sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Posición y cimentación	0	5	25	45	0.75
4	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
5	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
6	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
7	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
8	Elementos no-estructurales	0	0	25	45	0.25
9	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

La característica principal de este estudio es que se realiza de manera externa a la vivienda, es decir, es únicamente por observación directa y no contempla aspectos numéricos. Como la versión original de (Benedetti & Petrini, 1984) si la contempla para el espaciamiento de muros y la resistencia convencional de los materiales, pero que está más enfocada en estructuras antiguas de Italia como iglesias.

Tabla 11. Puntaje de Vulnerabilidad CENAPRED

Fuente: CENAPRED

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
ASPECTOS GEOMÉTRICOS			
• Irregularidad en planta de la edificación	1	2	4
• Cantidad de muros en las dos direcciones principales	1	3	20
• Irregularidad en altura	1	2	4
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS			
• Calidad de las juntas de mezcla entre tabiques	1	2	3
• Tipo y disposición de los ladrillos o tabiques	1	2	3
• Calidad de los materiales del acabado o repellado	1	2	3
ASPECTOS ESTRUCTURALES			
• Muros confinados y reforzados	1	2	6
• Detalles de castillos y dalas de confinamiento	1	2	4
• Dalas de cerramiento, corona o amarre	1	2	4
• Características de las aberturas o huecos en muros	1	2	6
• Tipo y disposición de pisos	1	2	4
• Amarre y fijación de cubiertas	1	2	3
• Cimentación, dalas de cerramiento o amarre	1	2	4
SUELO	1	2	8
ENTORNO	1	2	4

Por otro lado se realizó la medición de vulnerabilidad a la vivienda por el puntaje de CENAPRED el cual incluye la mayoría de los puntos anteriores pero es más completo ya que incluye características como tipo de suelo y el entorno entre otros.

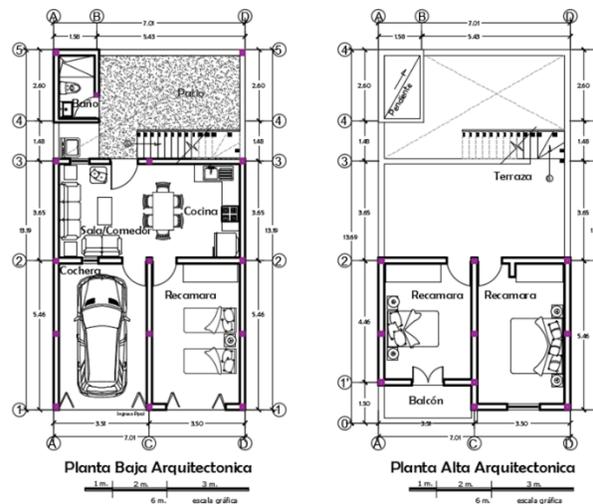
De los indicadores anteriores se tomarán los más relevantes y aplicables dentro de una intervención sencilla y prioritaria hecha por los propios habitantes, y que también permitan dar una idea general de un mejor proceso de intervención.

Con estos indicadores se podrá realizar una medición de la vulnerabilidad estructural. Proponiendo así un nuevo índice de vulnerabilidad con el cual se puede trabajar la vivienda autoconstruida.

Para validar los indicadores propuestos se presentaron 5 diferentes casos de viviendas en el AMG, en los cuales se realizó el puntaje de los indicadores con los 3 sistemas (A. Preciado, CENAPRED y el propuesto) y con eso corroborar la coherencia de los resultados y de la propuesta que se hace.

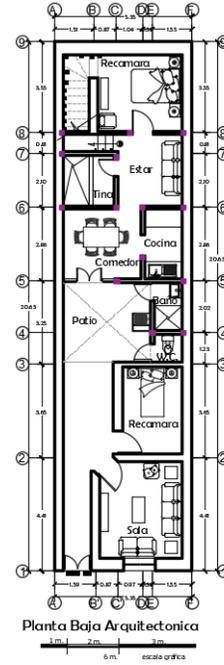
Las viviendas que se utilizaran para validar los indicadores se presentan a continuación:

C1 - CHITO - 1.5 Niveles Valle de Tonalá -Tonalá



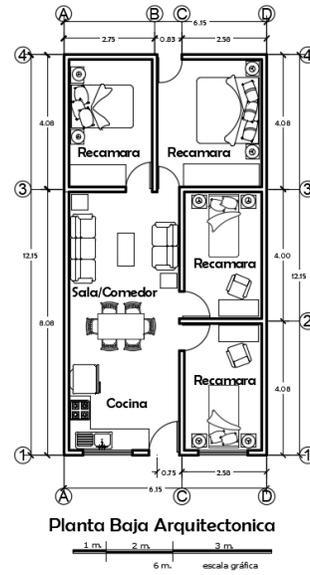
C2 - FRAN - 1 Nivel

La Loma - Guadalajara



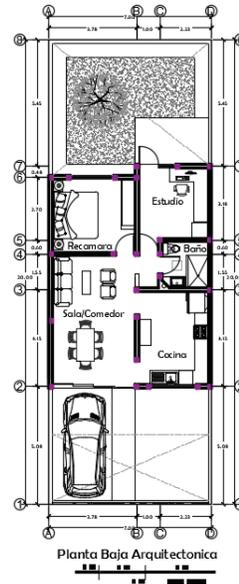
C3 - CAJITILÁN - 1 Nivel

San Juan Evangelista - Tlajomulco



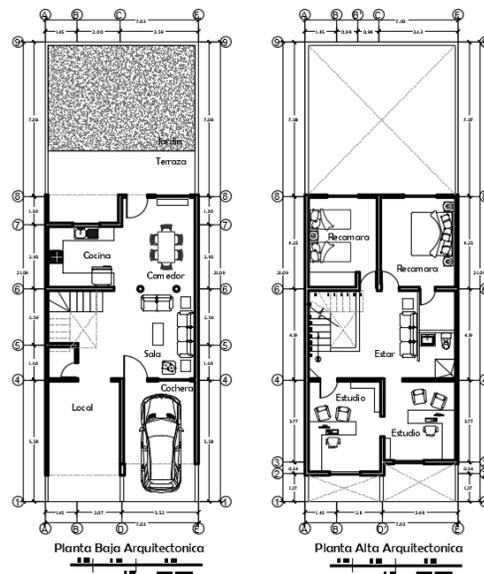
C4 - RODRIGO - 1 Nivel

CD Aztlán - Tonalá



C5 - JORGE - 2 Niveles

Lomas de Zapopan - Zapopan



2.5 Intervenciones

Se analizaron las diferentes etapas en las que se puede intervenir la vivienda. Con base en las posibles intervenciones junto con los indicadores se hizo una propuesta de intervenciones por etapas para mejorar la vivienda, con las cuales se podrá mejorar progresivamente la vivienda y así continuar con el proceso de autoconstrucción.

Cada etapa se analizó estructuralmente y económicamente, para lograr que las etapas efectivamente tengan un proceso económicamente viable y mejoren poco a poco la estructura de la vivienda. Lo cual repercute en seguridad para sus habitantes y al mismo tiempo en mejores posibilidades para la ampliación y aprovechamiento del espacio.

En la parte estructural se utilizaron los indicadores ya validados para revisar el comportamiento de la vivienda.

Independientemente del resultado del índice de vulnerabilidad, se propusieron diferentes pasos y etapas según el grado de complejidad, costo e impacto en la vulnerabilidad. Se utilizó también la tipología y las observaciones de las viviendas en campo para determinar los pasos que mejor función tenga según la lógica del autoconstructor y que sea viables para ellos.

Se busca que con cada etapa terminada se logre cambiar el índice de vulnerabilidad, primero de alta a media y después a baja, dependiendo el estado en el que se encuentre.

Para comprender mejor las etapas se ejemplificó con la vivienda de estudio, la cual en un principio se encontraba en el siguiente estado según los indicadores:

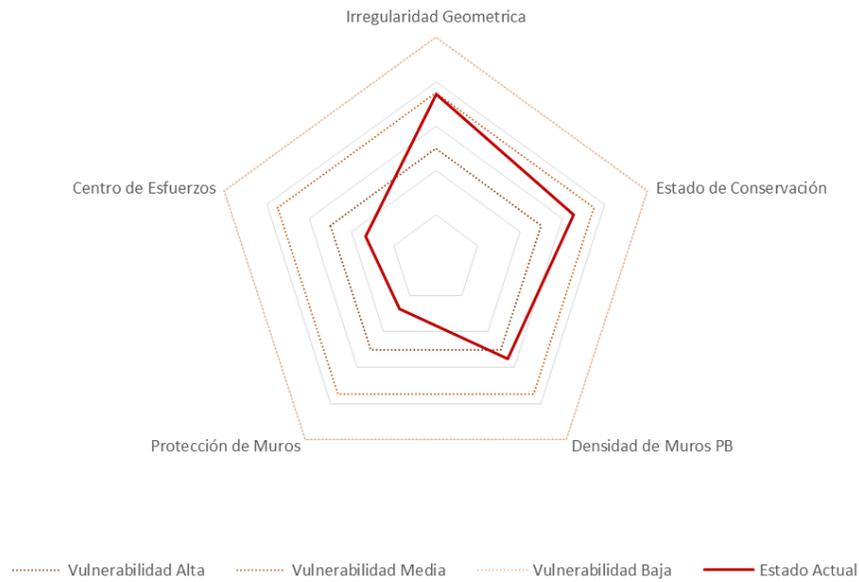


Figura 38. Índice de Vulnerabilidad de la vivienda tipo
 Fuente: Elaboración propia con datos de indicadores propuestos

2.5.1 Económico

Para comenzar el análisis económico de la vivienda tipo, se desglosó el costo de los materiales para obtener los montos principales dentro de la autoconstrucción.

Se realizó la comparación de costos en cuanto al tiempo de intervención, para saber el costo de las intervenciones si las comparamos a hacerlas al momento de la construcción inicial (sin re trabajos) o como intervenciones posteriores a su ocupación y poder ver el impacto económico que provoca el no planear y ejecutar la construcción posteriormente.

También se analizó el costo por cada etapa las intervenciones propuestas con lo cual logramos observar el flujo necesario económicamente para lograr las intervenciones y al mismo tiempo sea una muestra del dinero que alguna instancia pública o privada pueda ofrecer como apoyo.

2.6 Ambiental

Con la información de los volúmenes en la construcción se realizó una comparación de análisis de ciclo de vida en donde aparecen los consumos generados en el transcurso de 50 años y con ello lograr observar las emisiones en su construcción, intervención para compararlo no con otro tipo de vivienda sino con en el uso dentro de la vivienda.

El análisis se basó en el estudio realizado en una vivienda similar al norte de Santander, Colombia, (Ortíz, Castells, & Sonnemann, 2016). En el estudio sobre el impacto ambiental se llevó a cabo con el programa ECOIT (PRé Consultants, 2010). Con los resultados obtenidos, resaltó la importancia de analizar el confort de la vivienda autoconstruida por su impacto en el modo de uso de la vivienda.

Se optó por hacer un análisis sobre las ganancias de calor en base al diseño y orientación de la vivienda, y con esto comprender por un lado las emisiones de CO₂ equivalentes que representa la construcción y uso de una vivienda autoconstruida y ver cómo es que el diseño de la vivienda (determinado por la geometría del terreno y las necesidades familiares) afecta el uso de la misma o la beneficia.

Para esto no solo se tomaron consideraciones sobre los materiales utilizados, sino también la energía utilizada para transportarlos, así como los usos dentro de la vivienda en un largo plazo. Los usos se refieren a los recursos utilizados no en la construcción de la vivienda sino en luz, gas y agua que se consumen diariamente. Para esto se tomó un periodo de tiempo de 50 años como la vida útil máxima de las construcciones.

Esto se hizo para considerar el impacto a largo plazo de la vivienda como conjunto. Si bien los ladrillos, cemento y acero nos parecen lo más contaminante de las construcciones los usos a largo plazo pueden generar mayor impacto y es por donde podemos comenzar a mejorar y proponer un cambio.

Se utilizó el programa ECOIT para el ACV, con la base de datos precargada acercándonos lo más posible a la realidad de una vivienda autoconstruida mexicana. La base de datos de ECOIT no cuenta con datos de México, pero si con la los datos de Eslovenia, los cuales son muy similares a los de México, por lo que se utilizó este dato. Para la energía eléctrica

utilizada tanto en el proceso constructivo como en los usos, se tomó como factor de emisión indirectas por consumo de electricidad 0.454 Ton de CO₂/Mwh según (SEMARNAT, 2015). Para fines de este trabajo se establece como construcción a la edificación en sí misma, considerando las emisiones del inicio de la construcción y/o ampliaciones hasta su fecha de término. En cambio el uso de la vivienda se establece como las emisiones generadas por las actividades cotidianas realizadas en su interior.

Dentro del uso de la vivienda se determinó que el confort de los usuarios dentro de la vivienda juega un papel importante en el bienestar de las personas y al mismo tiempo en el uso de la vivienda.

Para esto se estableció que un análisis de ganancias de calor era lo más adecuado para este tipo de vivienda por lo que se tomó la NOM ENER-08 para hacer el ejercicio. Se realizaron dos pruebas en diferentes orientaciones a la misma vivienda tipo y no encasillarnos en una sola orientación, sino observar el comportamiento general de la vivienda, para que independientemente de la orientación, las propuestas que se hagan sean aplicables a la mayor cantidad de viviendas autoconstruidas en el AMG.

2.7 Diseño de instrumento de medición y aplicación

Con la información obtenida de levantamiento en campo permitió establecer ciertos parámetros de validación para la herramienta a proponer.

Se observa en las figuras siguientes, como es que la tendencia principal como medio de comunicación es el internet. Junto con esto podemos observar como la edad de las personas tienen una cierta tendencia a un medio de comunicación. Haciendo una clara división entre las edades y le medio de preferencia.

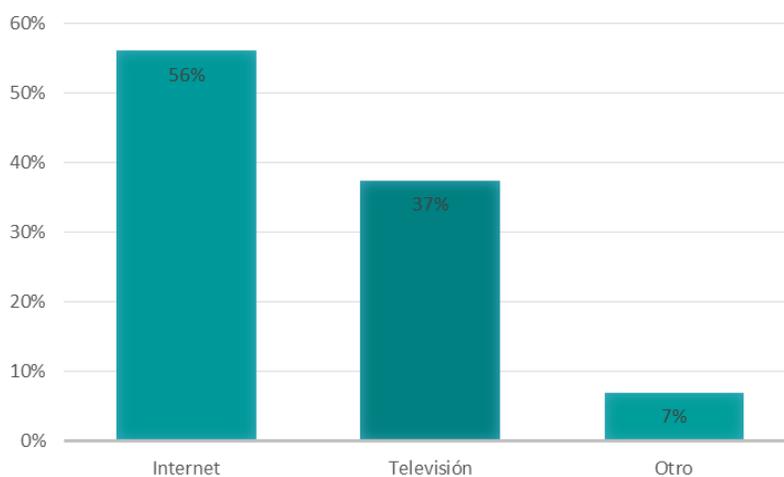


Figura 39. Medio de comunicación de preferencia.

Fuente: Elaboración propia.

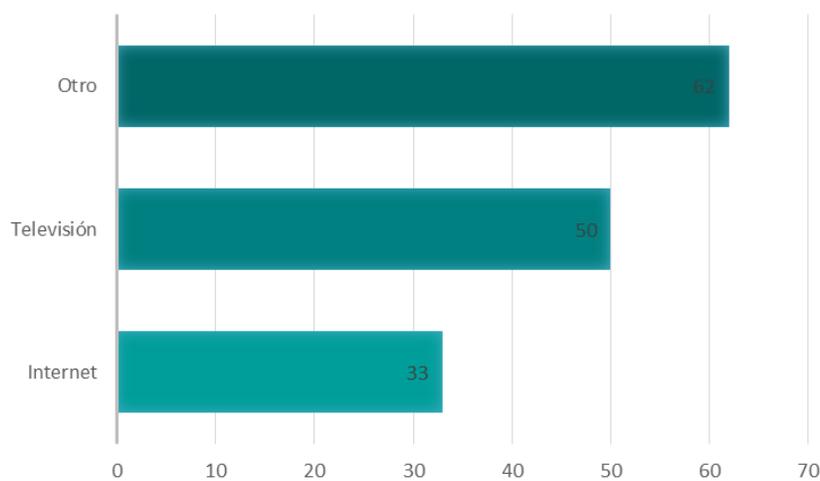


Figura 40. Edades por medio de comunicación utilizado.

Fuente: Elaboración propia.

Se busca una herramienta que sea de fácil acceso para las personas, y que la puedan utilizar en su vida diaria para consultar información. Por lo que se propone introducir la información para el diagnóstico, es decir, los indicadores en una Aplicación telefónica como primer acercamiento.

Para la construcción de la APP se utilizó MIT APP INVENTOR, la cual es solo para el sistema Android, en la que se logró plasmar de manera gráfica los indicadores para intentar que sean entendibles para los autoconstructores y así ellos puedan llenar un formulario numéricamente sin necesidad de hacer formulas ni obtener porcentajes.

Una de las principales limitantes es lograr expresar lo que se solicita en el formulario, ya que al ser un autodiagnóstico es necesario cerciorarnos que la información es la adecuada y los resultados también lo son.

La validación de la APP se realizó con diferentes usuarios tanto de sexo, edades y oficio. De manera sencilla se solicitó descargar la app e intentar llenar los datos según ellos comprendan la información. En consecuencia se entregó una encuesta en la que nos comparten su experiencia y lo que opinan de la APP. Este formulario se puede observar en el Anexo 6.

3. Resultados

3.1 Descripción e interpretación de resultados

Después del análisis estructural en ETABS de la vivienda tipo se pudieron obtener las características principales de la estructuración y geometría que ponen en riesgo su comportamiento estructural.

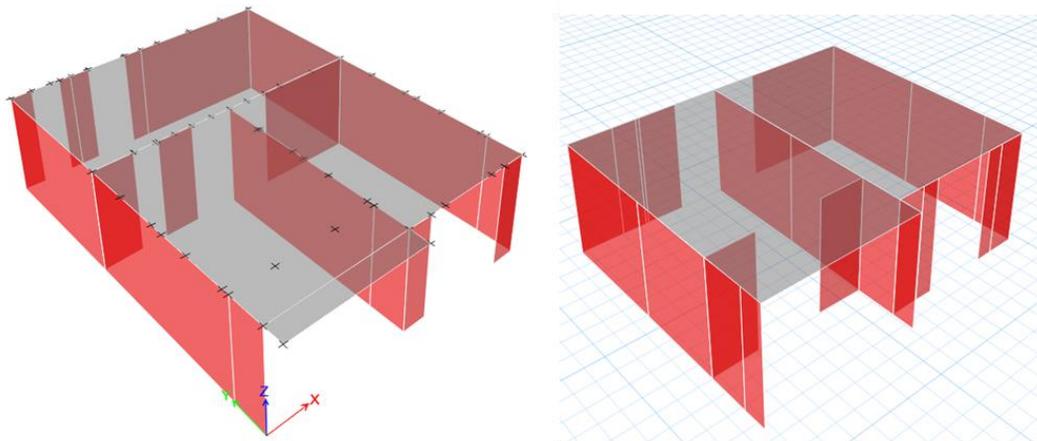


Figura 41. Modelo ETABS “Casa CHITO”
Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Comportamiento Estructural

Elementos mecánicos

Utilizando el modelo de ETAB´s de la vivienda de estudio se obtuvieron las características geométricas de la vivienda y la distribución de muros como el primer factor determinante para su comportamiento sísmico. Este análisis de vivienda tipo autoconstruida es aplicable a la generalidad de las características antes mencionadas por que cumplen con los rasgos físicos que afectan a la estructura. Se enlista a continuación estos rasgos junto con su referencia gráfica a continuación.

1. Las viviendas adosadas sin separación mínima (2cm) entre viviendas provoca efectos negativos e incalculables en cuanto al movimiento de una construcción respecto a otra, que si bien puede confinar el movimiento de todas las viviendas unidas, también

puede ocasionar golpes o esfuerzos adicionales al sismo al tener diferente geometría y en consecuencia diferentes periodos.

2. La geometría de los terrenos obliga a construir viviendas alargadas hacia el fondo del terreno teniendo largos muros perimetrales y pocos muros horizontales (paralelos a la calle). Si a esto le agregamos que en las fachadas generalmente hay grandes aberturas ya sea por ventanas, puertas y cocheras lo que ocasiona que el centro de rigideces y el centro de masa se encuentren separados por una distancia considerable y como consecuencia exista una mayor torsión en la vivienda.
3. Estas torsiones las reciben principalmente los pocos muros paralelos a la calle que tienen las viviendas, esto normalmente deberían ser muros reforzados o muros de concreto.
4. En particular el confinamiento de las viviendas autoconstruidas se da de manera irregular, principalmente en los muros paralelos a la calle, se tienen aberturas de puertas y ventanas no confiadas lo que los pone más en riesgo de fallar.
5. La segunda planta al tener descarga directamente de los muros superiores a los inferiores, le ayuda a la estabilidad de los mismos, al no tener que reforzar con apoyos extras con trabes que soporten la carga extra de los muros del segundo nivel.
6. La unión de la losa con los muros es de vital importancia ya que esto logra hacer que la vivienda trabaje en su totalidad como una sola pieza, logrando transmitir los esfuerzos en su totalidad a los muros. Sin este comportamiento pueden presentarse esfuerzos concentrados y rotaciones excesivas.

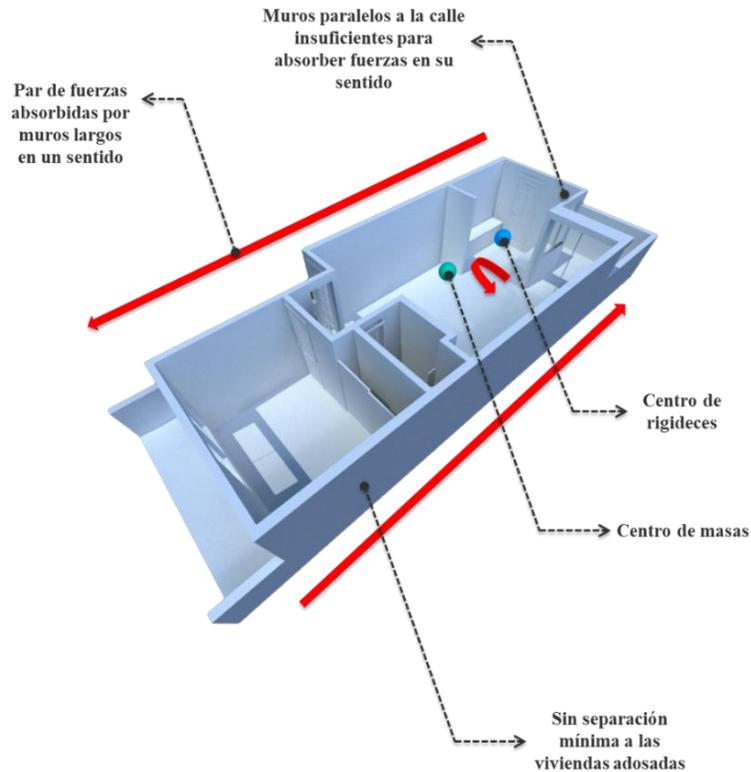


Figura 42. Elementos Mecánicos

Fuente: Elaboración propia.

Según las normas técnicas complementarias se realizó una tabla comparativa de resistencias variando la longitud de los muros, el espesor y el confinamiento. Para ver la diferencia de comportamiento por confinamiento, espesores y longitudes. En este caso se realizó con una carga de 1000 kg/m.

Tabla 12. Comparativa de resistencia en muros según el confinamiento.

Fuente: Elaboración propia.

	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Compresión (ton)	Momento (ton-m)	Cortante (ton)
Confinado	100	15	15.12	3.96	1.79
No confinado	100	15	6.3	0.28	1.02
			240%	1414%	175%
Confinado	100	20	20.16	3.74	2.31
No confinado	100	20	8.4	0.27	1.32
			240%	1385%	175%
Confinado	200	15	30.24	8.9	3.36
No confinado	200	15	12.6	0.58	1.92
			240%	1534%	175%
Confinado	200	20	39.67	8.37	4.41
No confinado	200	20	16.8	0.57	2.52
			236%	1468%	175%

En esta comparativa podemos observar en primer lugar, que la diferencia de resistencia entre las viviendas confinadas o no confinadas se reduce en gran porcentaje independientemente de su longitud y espesor, si observamos los porcentajes de cada uno se mantienen muy similares respecto de cada resistencia medida. De ahí la importancia de realizar un buen confinamiento.

Esto se debe a que los parámetros que cambian las resistencias es el factor de confinamiento el cual es absoluto, es decir, no contabiliza muros medios confinados. Aunque el reglamento no lo considera, debe de existir algún valor de medio confinamiento difícil de obtener por medio de cálculos.

Enseguida, se presenta la numeración de los muros de la vivienda de estudio para identificarlos en las siguientes tablas.

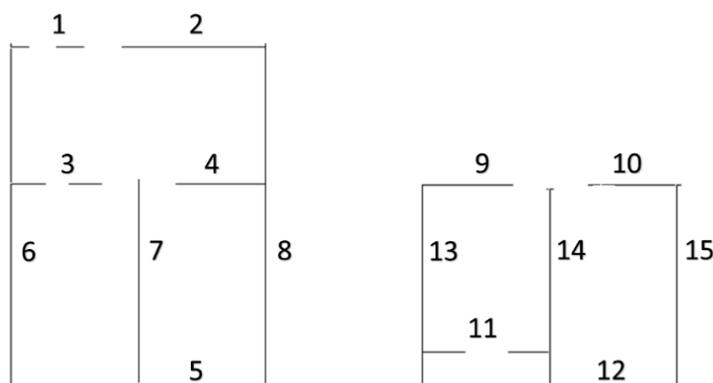


Figura 43. Numeración de muros vivienda de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las fuerzas actuantes (Modelo ETAB´s) y las fuerzas resistentes según las Normas Técnicas Complementarias, las cuales dependen principalmente en su longitud, refuerzo y confinamiento.

El porcentaje que se muestra del lado derecho es el porcentaje menor de los tres tipos de fuerza actuante, es decir, muestra la relación menor de las fuerzas actuantes y resistentes según sea por compresión, flexo-compresión o cortante. Este porcentaje al llegar al 100%, es

un indicador de que es capaz de resistir las fuerzas actuantes del movimiento. Arriba del 100%, la estructura se pudiera decir está sobrada.

Los centros de masas y de rigideces podemos observar en la siguiente tabla, como en eje Y en ambos niveles se encuentran desfasados, como lo determinaban los elementos mecánicos que se analizaron anteriormente.

En su mayoría los muros que se encuentran por debajo del 100%, son muros en el sentido corto de la vivienda, donde hay una menor cantidad de muros en comparación con los muros largos o laterales.

Tabla 13. Comportamiento de muros en vivienda de estudio

Fuente: Elaboración propia.

Modelo Actual	Muro	Longitud (m)	Confinamiento (100%)	Actuante/ Resistente	Compresión (ton)	Flexo compresion (ton-m)	Cortante (ton)	Porcentaje Menor
Planta Baja	1	1.27	NO	Actuante Resistente	2.72 8	0.84 0.98	0.98 1.46	117%
	2	3.83	SI	Actuante Resistente	4.43 57.91	9.62 20.93	10.76 6.96	65%
	3	1.81	NO	Actuante Resistente	4.12 11.4	1.21 2.14	1.79 2.12	118%
	4	2.4	NO	Actuante Resistente	13.2 15.12	8.47 8.05	5.95 3.744	63%
	5	1.2	NO	Actuante Resistente	7.8 7.56	1.03 1.75	1.56 2.016	97%
	6	9.12	SI	Actuante Resistente	15.83 137.89	15.78 81.73	8.8 17.68	201%
	7	5.46	SI	Actuante Resistente	10.17 82.56	6.26 39.43	4.42 10.74	243%
	8	9.12	SI	Actuante Resistente	18.39 137.89	22.53 88.76	13.74 10.41	76%
Planta Alta	9	2.41	NO	Actuante Resistente	3.74 15.18	5.14 12.41	4.57 2.61	57%
	10	2.5	NO	Actuante Resistente	3.79 15.75	2.93 2.76	3.05 2.7	89%
	11	2.25	NO	Actuante Resistente	2.02 14.18	1.76 1.32	2.32 2.26	75%
	12	2.3	NO	Actuante Resistente	1.66 14.49	1.36 1.11	1.85 2.26	82%
	13	5.36	SI	Actuante Resistente	6.41 81.04	6.28 32.73	3.62 9.79	270%
	14	5.36	SI	Actuante Resistente	3.69 81.04	2.77 28.42	3.36 9.22	274%
	15	5.36	SI	Actuante Resistente	4.33 81.04	3.75 29.44	4.7 9.35	199%

		X	Y
CENTRO DE MASAS	D1	3.36	4.32
	D2	3.31	2.52
CENTRO DE RIGIDECES	D1	3.43	7.37
	D2	3.47	5.95

Análisis no lineal

Como antes se mencionó este análisis se realizó eliminando muros para comprender la redistribución de fuerzas que se pudieran presentar una vez los muros comenzaran a fallar.

En la tabla siguiente, se eliminó el muro #4 con lo que se observa un cambio principalmente en los muros corto. Reducen su porcentaje efectivo y muros que anteriormente no fallaban, ahora si están recibiendo mayor carga y por ende fallan. Lo curioso aquí es que los muros largos de planta alta, cada vez trabajan menos.

Tabla 14. Comportamiento de muros (sin 1 muro)

Fuente: Elaboración propia

Modelo Actual - 1M	Muro	Longitud (m)	Confinamiento (100%)	Actuante/ Resistente	Compresión (ton)	Flexo compresion (ton-m)	Cortante (ton)	Porcentaje Menor
Planta Baja	1	1.27	NO	Actuante Resistente	3.09 8	1.24 0.98	1.1 1.46	79%
	2	3.83	SI	Actuante Resistente	5.08 57.91	14.64 20.93	12.81 6.96	54%
	3	1.81	NO	Actuante Resistente	11.51 11.4	3.07 2.14	2.8 2.12	70%
	4							
	5	1.2	NO	Actuante Resistente	9.41 7.56	2.01 1.75	1.32 2.016	80%
	6	9.12	SI	Actuante Resistente	17.07 137.89	10.64 81.73	18.03 17.68	98%
	7	5.46	SI	Actuante Resistente	10.31 82.56	4.41 39.43	6 10.74	179%
	8	9.12	SI	Actuante Resistente	16.33 137.89	15.47 88.76	21.98 10.41	47%
Planta Alta	9	2.41	NO	Actuante Resistente	3.71 15.18	5.54 12.41	6.39 2.61	41%
	10	2.5	NO	Actuante Resistente	0.92 15.75	2.99 2.76	2.01 2.7	92%
	11	2.25	NO	Actuante Resistente	2.23 14.18	2.64 1.32	2.03 2.26	50%
	12	2.3	NO	Actuante Resistente	1.63 14.49	2.01 1.11	1.51 2.26	55%
	13	5.36	SI	Actuante Resistente	6.97 81.04	3.84 32.73	6.38 9.79	153%
	14	5.36	SI	Actuante Resistente	3.78 81.04	3.22 28.42	2.45 9.22	376%
	15	5.36	SI	Actuante Resistente	3.99 81.04	4.66 29.44	2.82 9.35	332%

Después se continuó por eliminar el muro #2 como se muestra en la siguiente tabla, con lo que el patrón antes mencionado sigue presente, muros cortos continúan absorbiendo más y más carga mientras que los laterales de planta alta cargan menos.

Tabla 15. Comportamiento de muro (sin 2 muros)

Fuente: Elaboración propia.

Modelo Actual - 2M	Muro	Longitud (m)	Confinamiento (100%)	Actuante/ Resistente	Compresión (ton)	Flexo compresion (ton-m)	Cortante (ton)	Porcentaje Menor
Planta Baja	1	1.27	NO	Actuante Resistente	8.17 8	4.2 0.98	3.95 1.46	23%
	3	1.81	NO	Actuante Resistente	23.41 11.4	9.85 2.14	8.66 2.12	22%
	5	1.2	NO	Actuante Resistente	18.82 7.56	5.13 1.75	3.23 2.016	34%
	6	9.12	SI	Actuante Resistente	23.26 137.89	7.23 81.73	21.08 17.68	84%
	7	5.46	SI	Actuante Resistente	10.56 82.56	4.15 39.43	6.41 10.74	168%
	8	9.12	SI	Actuante Resistente	15.34 137.89	9.81 88.76	11.91 10.41	87%
	9	2.41	NO	Actuante Resistente	1.05 15.18	6 12.41	9.12 2.61	29%
	10	2.5	NO	Actuante Resistente	1.06 15.75	3.51 2.76	2.77 2.7	79%
Planta Alta	11	2.25	NO	Actuante Resistente	2.65 14.18	3.5 1.32	2.57 2.26	38%
	12	2.3	NO	Actuante Resistente	5.33 14.49	1.91 1.11	1.54 2.26	58%
	13	5.36	SI	Actuante Resistente	6.67 81.04	3.77 32.73	6.51 9.79	150%
	14	5.36	SI	Actuante Resistente	4.34 81.04	3.14 28.42	2.08 9.22	443%
	15	5.36	SI	Actuante Resistente	3.83 81.04	4.73 29.44	3.65 9.35	256%

El muro #7 en ambos casos no cambia significativamente su comportamiento, esto debido a la ubicación en la que se encuentra, al centro de la vivienda y en el sentido largo. Esto está relacionado directamente al centro de masas y rigideces los cuales se encuentran justo sobre este muro.

En la siguiente gráfica se muestra una comparativa de los 3 análisis. En ella se observa como los muros cortos son los que terminan absorbiendo todos los incrementos de cargas mientras que los muros largos reducen su trabajo.

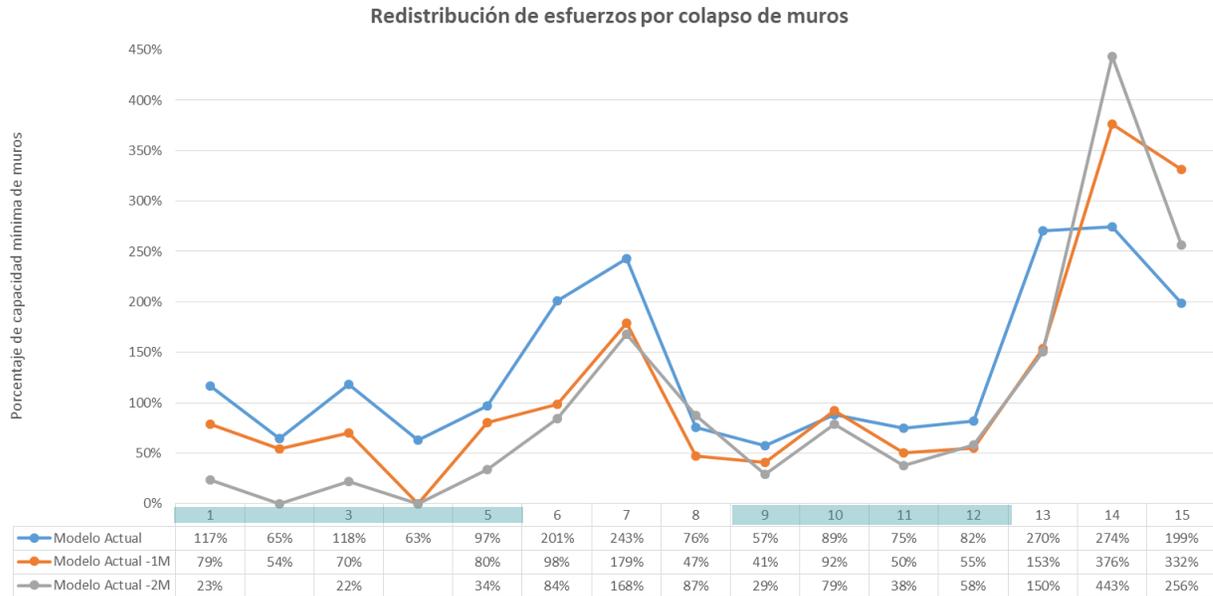


Figura 44. Redistribución de esfuerzos en muros.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede observar el aumento el periodo de la estructura, lo que genera un mayor balanceo (tiempo) y mayores posibilidades de colapso.

Tabla 16. Periodos de la estructura

Fuente: Elaboración propia.

<i>Casa</i>	<i>Etapa</i>	<i>Niveles</i>	<i>Periodos</i>
<i>Chito</i>	<i>Actual</i>	2	0.264
	<i>1m-</i>	2	0.293
	<i>2m</i>	2	0.427

3.1.2 Indicadores

Indicadores base

Se tomó el estudio de Adolfo Preciado y la evaluación simplificada de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de CENAPRED para comparar y complementar los indicadores obtenidos en el estudio de la vivienda autoconstruida del AMG. Determinando así cuales son los puntos en los que los habitantes pueden mejorar su vivienda por los mismos medios de autoconstrucción.

Se comenzó por verificar en el puntaje de la investigación de Adolfo Preciado aplicándolo así a la vivienda de estudio. Ya que este estudio se enfoca en medir la vulnerabilidad de la vivienda en una zona específica dentro del AMG.

En consecuencia se realizó el puntaje según los indicadores de CENAPRED. En donde ambos indicadores arrojaron una Vulnerabilidad Alta.

Tabla 17. Puntaje de Indicadores Base

Fuente: Elaboración propia.

Adolfo Preciado		V. Alta 39%
	<i>wi</i>	<i>Actual</i>
<i>Organización del sistema resistente</i>	1.00	20
<i>Calidad del sistema resistente</i>	0.25	25
<i>Posición y cimentación</i>	0.75	25
<i>Diafragmas horizontales</i>	1.00	5
<i>Configuración en planta</i>	0.50	5
<i>Configuración en elevación</i>	1.00	25
<i>Tipo de cubierta</i>	1.00	15
<i>Elementos no-estructurales</i>	0.25	0
<i>Estado de conservación</i>	1.00	25
Cenapred		V. Alta 52
		<i>Actual</i>
<i>Irregularidad en planta</i>		2
<i>Cantidad de muros en dos direcciones</i>		20
<i>Irregularidad en alturas</i>		2
<i>Calidad de juntas de mezcala</i>		2
<i>Tipo y disposición de ladrillo</i>		2
<i>Calidad de acabado</i>		2
<i>Muros confinados y reforzados</i>		6
<i>Castillos y dalas de confinamiento</i>		2
<i>Dalas de cerramiento o corona</i>		2
<i>Aberturas o huecos</i>		6
<i>Tipo y disposición de pisos</i>		1
<i>Cimentación y dalas de cerramiento</i>		1
<i>Suelo</i>		2
<i>Entorno</i>		2

Multiplicando por su factor se obtiene 145 que de un 100 % de 303.75 nos da 47.7 > a 35 por lo que se considera vulnerabilidad alta para el puntaje de Adolfo Preciado.

Por otro lado, sumando un total de 34 puntos para los indicadores de CENAPRED, el cual sobre pasa el límite de 31 puntos, lo que la clasifica como vulnerabilidad alta.

De los indicadores anteriores se tomaran los más relevantes y aplicables dentro de una intervención sencilla y prioritaria hecha por los propios habitantes, y que también permitan dar una idea general de un mejor proceso de ampliación.

Como lo son:

- Irregularidad Geométrica
- Estado de conservación
- Densidad de Muros
- Refuerzo en muros
- Centro de rigideces

A continuación se muestra una tabla resumen en donde por conceptos o áreas a analizar se clasifican los indicadores para poder realizar una comparación.

Tabla 18. Comparativa de indicadores

Fuente: Elaboración propia.

	A. Preciado	CENAPRED	Este Trabajo
Geometría	Configuración en planta	Irregularidad en planta de la edificación	Área techada por nivel
	Configuración en elevación	Irregularidad en altura	Volados
Muros		Cantidad de muros en las dos direcciones principales	Discontinuidad en muros
		Muros confinados y reforzados	Densidad de Muros PB Confinamiento Refuerzo
Sistema constructivo	Calidad del sistema resistente		
	Organización de sistema resistente		
Terminados	Diafragmas horizontales	Detalles de castillos y dalas de confinamiento	
		Dalas de cerramiento, corona o amarre	
		Tipos y disposición de pisos	
	Elementos no-estructurales		
Conservación		Calidad de las juntas de mezcla entre tabiques	
		Tipo y disposición de ladrillos o tabiques	
		calidad de los materiales del acabado o repellado	
	Estado de conservación		Salitre Desprendimientos Grietas Filtraciones de agua Daños por vegetación Daños por instalaciones Acero expuesto
Aberturas		Características de las aberturas o huecos en muros	Aberturas en Fachadas PB
Cubiertas	Tipo de cubierta	Amarre y fijación de cubiertas	
Cimentación	Posición y cimentación	Cimentacion, dalas de cerramiento o amarre	
Entorno		Suelo Entorno	

Algunos puntos importantes que no se consideraron por la complejidad de intervención que puede representar para los habitantes mejorarlos son:

- La irregularidad de la planta; ya que la mayoría de las viviendas (según la tipología) tienen la misma simetría en cuanto a que abarcan la totalidad del terreno y en algunos casos únicamente dejan la servidumbre trasera y delantera mínima.
- La calidad de los materiales utilizados en las construcciones, ya que por un lado no es medible la calidad y principalmente porque no van a demoler su vivienda.
- Tipo de cubiertas, la gran mayoría de viviendas tiene techos de material resistente.
- Cimentación, todas las cimentaciones son de piedra braza y ya que las descargas son principalmente en los muros, (no puntuales) y que no cambiaran ni reforzaran la cimentación por su complejidad.
- El tipo de suelo y el entorno que aunque son muy importantes no se consideran puesto que no son cambiables ni el suelo ni la casa de lugar.

Medición de indicadores

Con la unión de los indicadores se propuso un chequeo y puntaje para medir la vulnerabilidad de estas viviendas en particular. Estas mediciones se proponen como un ejercicio numérico para que a los propios habitantes les sirva de concientización sobre la estructura de su vivienda y no solo dejarlo a la parte cualitativa. Para así dar el primer paso en el mejoramiento de la vivienda autoconstruida que es el diagnóstico.

Para ejemplificar los indicadores y medir el índice de vulnerabilidad, se utilizó la casa tipo que se ha trabajado durante esta investigación como la vivienda autoconstruida en una etapa intermedia de su vida y tamaño.

Cada una de las 5 secciones propuestas está integrada por otros indicadores los cuales son medibles de manera sencilla, más las operaciones particulares de cada uno de ellos pueden ser algo confusas para los autoconstructores. Por ello es necesario contar con alguna herramienta que facilite efectuar el diagnóstico.

De igual manera a continuación se presentan las operaciones de cada indicador y las ponderaciones realizadas para obtener el índice de vulnerabilidad final.

Tabla 19. Ponderación de indicadores

Fuente: Elaboración propia.

Irregularidad Geometrica	15%	
Área techada por nivel	30%	5%
Volados	30%	5%
Discontinuidad en muros	40%	6%
Estado de Conservación	20%	
Salitre	15%	3%
Desprendimientos	5%	1%
Grietas	25%	5%
Filtraciones de agua	20%	4%
Daños por vegetación	10%	2%
Daños por instalaciones	5%	1%
Acero expuesto	20%	4%
Densidad de Muros PB	20%	
Longitud de muros	100%	20%
Protección de Muros	30%	
Confinamiento	50%	15%
Refuerzo	50%	15%
Centro de Esfuerzos	15%	
Averturas en Fachadas PB	100%	15%

1. **Área techada por nivel:** Al ser más común tener viviendas de 1 a 2 niveles y en caso de ser 3 suelen ser de menor dimensión, se toma una relación sencilla del área techada del nivel 1 entre el área techada de planta baja.
2. **Volados:** Los volados se entienden como elementos constructivos del segundo nivel que se encuentran volados (sin apoyos) sobre el área de la planta baja. No se mide la longitud de volado sino la cantidad de espacios con esta característica. Se propone un máximo de 3 volados por vivienda para tener un tope y obtener un porcentaje.
3. **Discontinuidad de muros:** Para este indicador se hace una relación de los muros discontinuos del nivel 1 entre el total de muros de la vivienda.
4. **Estado de conservación:** Todos los indicadores sobre el estado de conservación son una relación similar a los volados. Donde se propone contabilizar en el caso de que

las características descritas aparezcan en la vivienda. El valor máximo al igual que en los volados es de 3.

5. **Densidad de muros:** se hace una división del total de muros en sentido corto entre el 80 % de los muros del sentido largo. Esto es para hacer más alcanzable obtener un porcentaje del 100% del indicador, ya que es prácticamente imposible en estas viviendas tener la misma cantidad de muros en un sentido que en opuesto.
6. **Confinamiento:** Para el caso del confinamiento de muros, se tomaron 2 puntos de referencia. Los castillos en puertas y ventanas y por otro lado los castillos en cruces y en muros largos mayores a 3 metros de largo. Cada uno de los 2 puntos, representa el 50% de este indicador.
7. **Refuerzo:** El indicador de refuerzo de muros se enfoca únicamente en los muros del sentido corto, ya que observamos que tienden a ser los más afectados por un sismo.
8. **Centros de esfuerzos:** Para obtener una relación simplificada del centro de esfuerzos, se tomó como indicador las aberturas en fachada, la cual es el principal factor en la separación de los centros de masas y centros de rigideces. En este indicador se tomó igual a las operaciones para obtener el indicador de volados o de estado de conservación.

En la siguiente tabla se muestra los valores insertados de la vivienda tipo en el formato propuesto para hacer el diagnóstico de la casa CHITO. El resultado que obtenemos es de una vulnerabilidad Alta.

Tabla 20. Indicadores en Vivienda Tipo

Fuente: Elaboración propia.

		<i>Estado Actual</i>	
Irregularidad Geométrica		15%	74%
Área techada por nivel		30%	59%
	PB M2		61.69
	N1 M2		36.5
Volados		30%	67%
	Cantidad de Volados	#	1
Discontinuidad en muros		40%	91%
	Total muros	ML	60.53
	Muros discontinuos	ML	5.15
Estado de Conservación		20%	65.00%
Salitre		15%	33%
	Puntos localizados	#	2
Desprendimientos		5%	33%
	Puntos localizados	#	2
Grietas		25%	100%
	Puntos localizados	#	0
Filtraciones de agua		20%	100%
	Puntos localizados	#	0
Daños por vegetación		10%	100%
	Puntos localizados	#	0
Daños por instalaciones		5%	67%
	Puntos localizados	#	1
Acero expuesto		20%	0%
	Puntos localizados	#	3
Densidad de Muros PB		20%	55%
Longitud de muros		100%	55%
	Sentido corto	ML	10.51
	Sentido largo	ML	23.78
Protección de Muros		30%	28%
Confinamiento		50%	55%
	Necesarios en puertas y ventanas	ML	57
	Actuales en puertas y ventanas	ML	6
	Necesarios en cruces y c/3 m	ML	69
	Actuales en cruces y c/3 m	ML	69
Refuerzo		50%	0%
	Muros sentido corto PB	ML	10.51
	Muros Reforzados sentido corto PB	ML	0
	Muros sentido corto N1	ML	9.46
	Muros Reforzados sentido corto N1	ML	0
Centro de Esfuerzos		15%	33%
Averturas en Fachadas PB		100%	33%
	Cochera remetida	#	1
	Ventanales	#	1

		<i>Estado Actual</i>
Irregularidad Geométrica		74%
Estado de Conservación		65%
Densidad de Muros PB		55%
Protección de Muros		28%
Centro de Esfuerzos		33%
Índice de Vulnerabilidad		48.49%
		V. Alta

Los rangos del índice son:

- Vulnerabilidad Alta – Índice < 50%
- Vulnerabilidad Media – 50% < Índice < 75%
- Vulnerabilidad Baja – 75% < Índice

En el siguiente gráfico podemos observar en donde es más conveniente intervenir, según los indicadores propuestos. Para este caso en particular, la protección de muros es de vital importancia ya que es el indicador más bajo junto con el centro de esfuerzos.

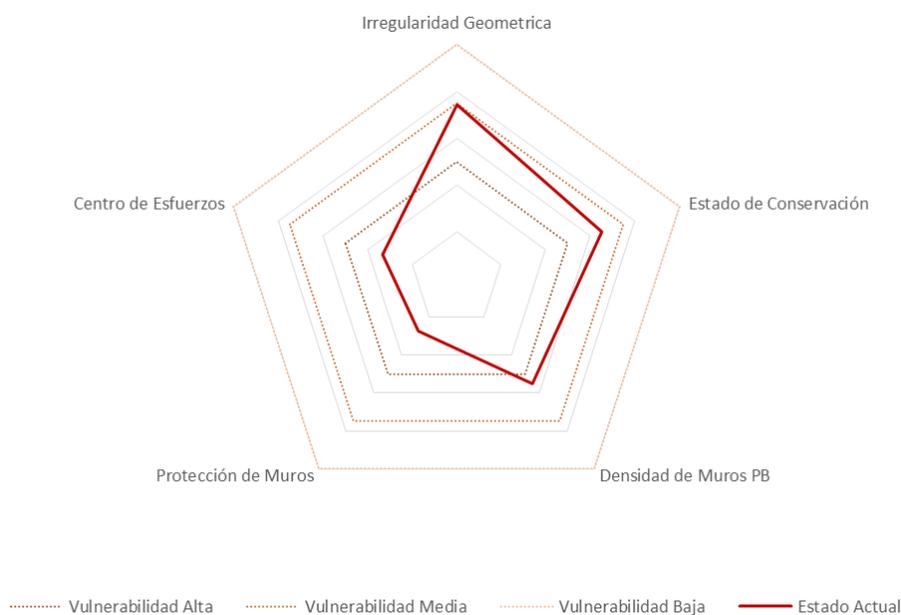


Figura 45. Representación de Índice de vulnerabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Más adelante se hará la validación de los indicadores propuestos en las 5 viviendas junto con las intervenciones por etapas que se plantean enseguida.

3.1.3 Intervenciones

Las intervenciones necesarias para el mejoramiento de la vivienda se basan en encontrar una relación viable de lo que pueden ir ejecutando conforme a sus procesos de autoconstrucción y a los resultados obtenidos para mejorar el comportamiento estructural de la vivienda.

En este tema los indicadores antes analizados nos resultan de gran ayuda para poder hacer mediciones de las intervenciones paso a paso, ver como se reduce su vulnerabilidad y aumentan sus capacidades.

Etapas propuestas

Se dividió en 3 etapas principales cada una con puntos particulares de ejecución. Estos puntos son generalidades sobre lo que la vivienda autoconstruida típica pudiera mejorar. Al mismo tiempo los puntos pudieran ser o no aplicables a todas las viviendas, sin embargo cualquier punto que se tome en consideración y sea aplicable a la vivienda mejora el estado de la misma.

A continuación se presentan las 3 etapas establecidas en orden de simplicidad:

Etapa 1:

1. Completar o tapar aberturas en muros inutilizadas, como ventanas cortas o cubiertas por algún otro elemento el cual impida su funcionamiento.
2. Confinar, es decir, poner castillos y/o dadas a los marcos de puertas y ventanas. Los cuales suelen ser los principales puntos donde se omite el confinamiento de los muros.
3. Reforzar con malla de refuerzo los muros nuevos que se construyan aprovechando la construcción. Principalmente muros en el sentido corto que se construyan.

Etapa 2:

4. Ampliar la vivienda para completar la simetría geométrica de la vivienda en áreas construidas. Lo que aporta en reducir la irregularidad de toda la estructura.
5. Confinar aquellos muros que no cuenten con castillos en las esquinas y/o en distancias largas.
6. Reforzar con malla los muros en sentido corto ya existentes en Planta baja.

7. En este punto se aprovecha las intervenciones realizadas para eliminar las lesiones de la vivienda.

Etapa 3:

8. Se propone hacer en la medida de lo posible particiones con muros en el sentido corto de planta baja para aumentar la densidad de muros.
9. Reforzar los muros en sentido corto del Nivel 1 para así aumentar su capacidad en caso de crecer a un segundo nivel.
10. Por último se eliminaran todas las lesiones de la vivienda para incrementar su vida útil.

Para la vivienda de estudio se logró incrementar en las siguientes cantidades los puntos propuestos para cada etapa. Como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 21. Volumen de intervención en vivienda de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

			Cantidad
Etapa 1			
1) Tapar huecos inutilizados	ML		3.6
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML		36
3) Refuerzo de muros nuevos con mall:	ML		2.2
Etapa 2			
4) Ampliaciones			
	Losa	M2	24.85
	Muro	ML	14.1
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML		0
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML		7.2
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#		5
Etapa 3			
8) Particiones	ML		3.41
9) Refuerzo en Muros N1	ML		7
10) Eliminar lesiones en vivienda	#		2

El aumento en el refuerzo en muros, área de muros y losas junto con la reducción de lesiones mejora el comportamiento estructural mucho más de lo necesario como mínimo para su seguridad.

Enseguida se muestra el esquema de muros actuales y los propuestos para su ampliación y refuerzo.

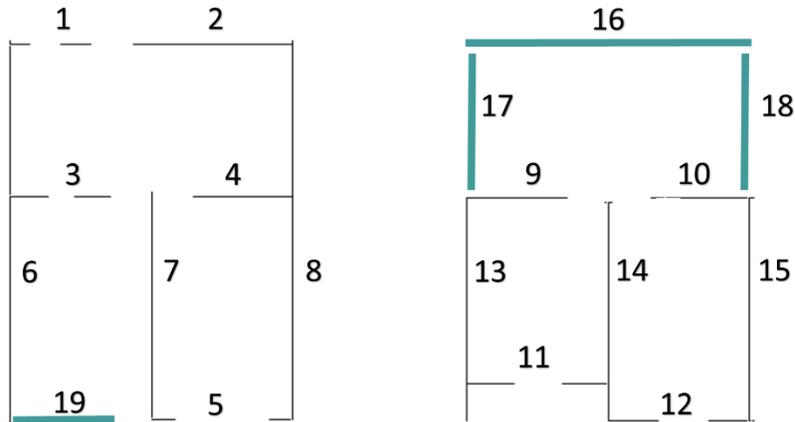


Figura 46. Esquema de muros tras intervención.
Fuente: Elaboración propia.

Etapa 1; se taparon los huecos en muros 1, 3 y 5 dejando una ventana de tamaño estándar en este último. Se confinaron puertas y ventanas de ambos niveles. Por último se reforzó el muro 5 aprovechando la construcción del mismo.

Etapa 2; aparte de ampliar de la mejor forma posible (muros 16, 17 y 18), se reforzaron muros 2 y 4 de planta baja y se eliminaron manchas de salitre, desprendimientos y daños por instalaciones que habían afectado la estructura.

Etapa 3; se hizo la división con el muro 19 en planta baja y se reforzaron muros en sentido corto de nivel 1, así como eliminar todas las lesiones existentes.

En la siguiente tabla se resume el comportamiento estructural de todos los muros según cada una de las etapas propuestas, identificando de manera general los refuerzos principales de ellas.

Tabla 22. Resumen del comportamiento estructural por etapas de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

Muros	Actual	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
		Tapar y Confinar	Refuerzo con malla	Ampliar	Refuerzo con malla	Partir	Refuerzo malla PA
1	117%	152%	152%	112%	292%	313%	313%
2	65%	141%	141%	110%	281%	306%	306%
3	118%	157%	157%	112%	287%	348%	348%
4	63%	151%	151%	115%	299%	370%	370%
5	97%	74%	187%	167%	167%	227%	227%
6	201%	223%	223%	165%	165%	165%	165%
7	243%	238%	238%	180%	180%	180%	180%
8	76%	178%	178%	151%	151%	151%	151%
9	57%	126%	126%	153%	153%	167%	167%
10	89%	129%	129%	174%	174%	191%	191%
11	75%	247%	247%	239%	239%	179%	179%
12	82%	191%	191%	204%	204%	211%	211%
13	270%	256%	256%	285%	285%	250%	250%
14	274%	286%	286%	306%	306%	273%	273%
15	199%	200%	200%	200%	200%	216%	216%
16				142%	142%	150%	150%
17				272%	272%	270%	270%
18				272%	272%	270%	270%
19						117%	117%

Para este caso en particular, a partir de la etapa 1 todos los muros llegan al 100% de su fuerza actuante contra la resistente. Pudiera ser que alguna otra casa no sea suficiente realizar las intervenciones únicamente de la etapa uno. Si bien parecerían sobrado los porcentajes que tenemos en algunos muros de planta baja, recordemos que son los que más trabajarán en caso de un sismo y que con este refuerzo es viable construir un tercer nivel.

En el siguiente gráfico se muestra cada muro según la etapa y observamos como se ve incrementado su capacidad en comparación con el estado actual.

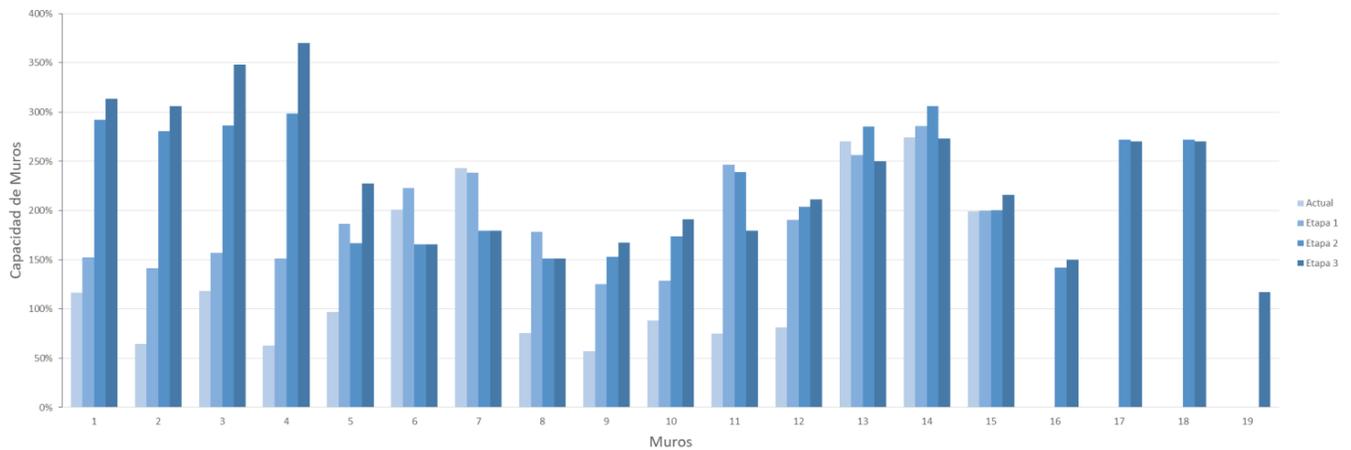


Figura 47. Incremento en la capacidad resistente de muros por intervenciones.
Fuente: Elaboración propia.

En cada una de estas etapas se va modificando los centros de masas y rigideces, tanto por los refuerzos, confinamientos y aumento de áreas para mejorar la simetría de la vivienda. Es por esto que los centros de masas y rigideces están cada vez más cerca unos de otros y esto reduce la fuerza de palanca que pudiéramos tener.

Según la siguiente tabla como en la planta baja se reduce la distancia y por ende las fuerzas entre el centro de masas y rigideces, pasando de ser 3.05 metros en el eje y a 0.5 metros después de las 3 etapas propuestas.

Tabla 23. Distancia entre centros de masas y rigideces.

Fuente: Elaboración propia.

		X	Y			X	Y			X	Y
Planta Baja	Actual	3.36	4.32	Centro de Rigideces	3.43	7.37	Distancias	0.07	3.05		
	Etapa 1	3.36	4.31		3.43	5.31		0.07	1		
	Etapa 2	3.37	4.94		3.42	5.35		0.05	0.41		
	Etapa 3	3.36	4.92		3.4	4.42		0.04	0.5		
Planta Alta	Actual	3.31	2.52	Centro de Rigideces	3.47	5.95	Distancias	0.16	3.43		
	Etapa 1	3.31	2.51		3.47	4.55		0.16	2.04		
	Etapa 2	3.35	4.3		3.46	6.54		0.11	2.24		
	Etapa 3	3.35	4.3		3.44	5.91		0.09	1.61		

Relación con los indicadores

Con las etapas propuestas y los volúmenes que se trabajaran en cada una de ellas se aplicaron los indicadores en cada etapa de la vivienda de estudio. En la siguiente tabla se muestra cómo es que el índice de vulnerabilidad se ve incrementado en cada una de las etapas para la vivienda de estudio. Es importante percibir que los indicadores propuestos no son subjetivos sino contables, lo que se espera se reduzca el margen de variabilidad en los resultados.

Tabla 24. Indicadores por etapas
Fuente: Elaboración propia.

		Estado Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	
Irregularidad Geométrica		15%	74%	77%	89%	99%
Área techada por nivel		30%	59%	59%	99%	99%
	PB M2	61.69	61.69	61.69	61.69	61.69
	N1 M2	36.5	36.5	61.35	61.35	61.35
Volados		30%	67%	67%	67%	100%
	Cantidad de Volados #	1	1	1	0	0
Discontinuidad en muros		40%	91%	98%	98%	98%
	Total muros ML	60.53	64.13	78.23	81.64	81.64
	Muros discontinuos ML	5.15	1.55	1.55	1.55	1.55
Estado de Conservación		20%	65.00%	65.00%	91.67%	98.33%
Salitre		15%	33%	33%	67%	100%
	Puntos localizados #	2	2	1	0	0
Desprendimientos		5%	33%	33%	67%	100%
	Puntos localizados #	2	2	1	0	0
Grietas		25%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0	0
Filtraciones de agua		20%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0	0
Daños por vegetación		10%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0	0
Daños por instalaciones		5%	67%	67%	67%	67%
	Puntos localizados #	1	1	1	1	1
Acero expuesto		20%	0%	0%	100%	100%
	Puntos localizados #	3	3	0	0	0
Densidad de Muros PB		20%	55%	74%	74%	92%
Longitud de muros		100%	55%	74%	74%	92%
	Sentido corto ML	10.51	14.11	14.11	17.52	17.52
	Sentido largo ML	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78
Protección de Muros		30%	28%	49%	67%	73%
Confinamiento		50%	55%	87%	87%	87%
	Necesarios en puertas y ventanas ML	57	57	57	57	57
	Actuales en puertas y ventanas ML	6	42	42	42	42
	Necesarios en cruces y c/3 m ML	69	69	69	69	69
	Actuales en cruces y c/3 m ML	69	69	69	69	69
Refuerzo		50%	0%	11%	47%	60%
	Muros sentido corto PB ML	10.51	14.11	14.11	17.52	17.52
	Muros Reforzados sentido corto PB ML	0	2.2	9.4	9.4	9.4
	Muros sentido corto N1 ML	9.46	9.46	9.46	9.46	9.46
	Muros Reforzados sentido corto N1 ML	0	0	0	7	7
Centro de Esfuerzos		15%	33%	67%	67%	100%
Averturas en Fachadas PB		100%	33%	67%	67%	100%
	Cochera remetida #	1	1	1	0	0
	Ventanales #	1	0	0	0	0

	Estado Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Irregularidad Geométrica	74%	77%	89%	94%
Estado de Conservación	65%	65%	92%	93%
Densidad de Muros PB	55%	74%	74%	87%
Protección de Muros	28%	49%	67%	70%
Centro de Esfuerzos	33%	67%	67%	95%
Índice de Vulnerabilidad	48.49%	64.01%	76.54%	89.94%
	V. Alta	V. Media	V. Baja	V. Baja

Para tener una mejor comprensión del avance por etapas de la vivienda de estudio, se muestra la siguiente figura que de manera sencilla nos hace una representación de los puntos débiles y fuertes de la vivienda y cómo es que hay un proceso de mejoramiento. Como podemos observar la vivienda de estudio estaba baja en su protección de muros y en los centros de esfuerzos. Lo que nos ayuda a priorizar nuestras actividades.

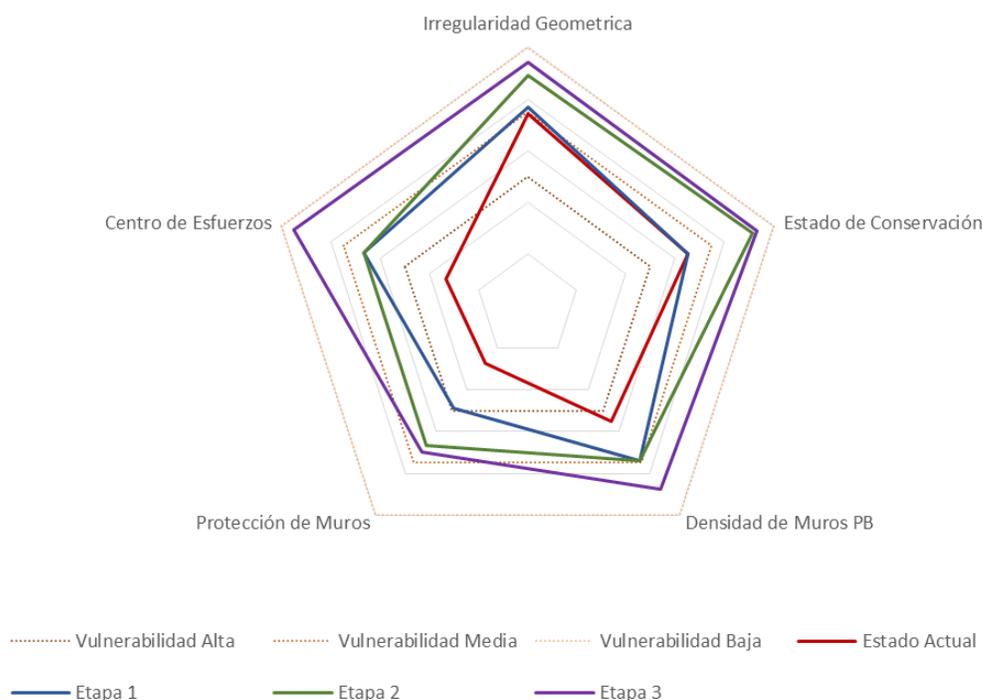


Figura 48. Mejoramiento por etapas según indicadores

Fuente: Elaboración propia.

Validación Indicadores

Para validar los indicadores es necesario realizar cálculos para observar el comportamiento de otros indicadores y poder percibir el rango de comportamientos.

Como se observa en las tablas siguientes, el comportamiento de los indicadores propuestos tiende a ser similar a los de Adolfo Preciado y de CENAPRED.

Tabla 25. Validación por comparativos de indicadores

Fuente: Elaboración propia.

	<i>Actual</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
Este Trabajo	V. Alta	V. Media	V. Baja	V. Baja
	48.49%	64.01%	76.54%	89.94%
ADOLFO PRECIADO	V. Alta	V. Media	V. Media	V. Baja
	38.68%	32.10%	17.70%	14.40%
CENAPRED	V. Alta	V. Media	V. Media	V. Baja
	52	27	23	19
	0%	75.76%	87.88%	100.00%

Tabla 26. Otros indicadores.

Fuente: Elaboración propia.

Adolfo Preciado		V. Alta 39%	V. Media 32%	V. Media 18%	V. Baja 14%
		Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Organización del sistema resistente	1.00	20	5	5	0
Calidad del sistema resistente	0.25	25	5	0	0
Posición y cimentación	0.75	25	25	25	25
Diafragmas horizontales	1.00	5	5	5	5
Configuración en planta	0.50	5	5	0	0
Configuración en elevación	1.00	25	25	5	5
Tipo de cubierta	1.00	15	15	15	15
Elementos no-estructurales	0.25	0	0	0	0
Estado de conservación	1.00	25	25	5	0
Cenapred		V. Alta 52	V. Media 27	V. Media 23	V. Baja 19
		Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Irregularidad en planta		2	2	1	1
Cantidad de muros en dos direcciones		20	3	3	1
Irregularidad en alturas		2	2	1	1
Calidad de juntas de mezcala		2	2	2	2
Tipo y disposición de ladrillo		2	2	2	2
Calidad de acabado		2	2	1	1
Muros confinados y reforzados		6	2	1	1
Castillos y dalas de confinamiento		2	2	2	1
Dalas de cerramiento o corona		2	2	2	2
Aberturas o huecos		6	2	2	1
Tipo y disposición de pisos		1	1	1	1
Cimentación y dalas de cerramiento		1	1	1	1
Suelo		2	2	2	2
Entorno		2	2	2	2

En el siguiente gráfico, observamos el comportamiento por etapas de los diferentes indicadores y vemos como los propuestos en esta investigación se mantiene con una pendiente continua, más estable que los anteriores indicadores.

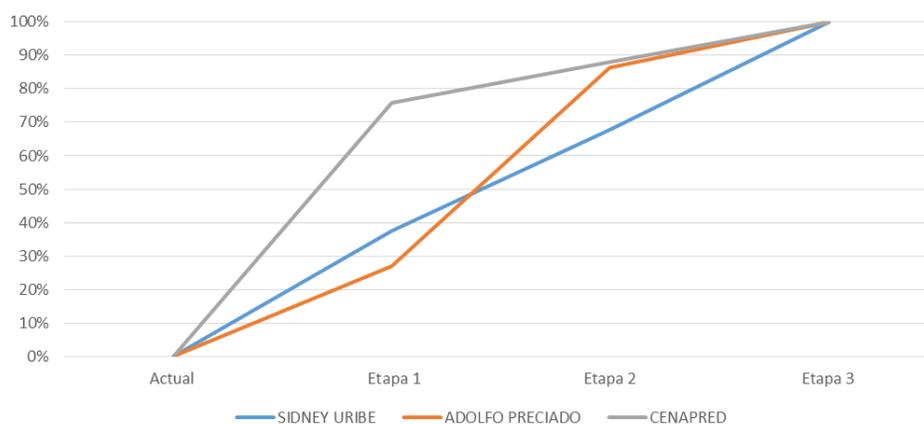


Figura 49. Comportamiento de indicadores por etapas

Fuente: Elaboración propia.

Inversión

Continuando con el análisis de la viabilidad de la propuesta se describe a continuación el costo total aproximado para cada una de las etapas y para cada punto dentro de ella.

Según estos resultados la mayoría de los puntos se encuentran dentro de un rango de \$2,000 a \$10,000 pesos lo que se considera como asequible para los habitantes de estas viviendas. Únicamente se desfasa el punto de ampliaciones, lo que es lógico y que va dentro del gasto normal de crecimiento para una vivienda autoconstruida.

Cabe mencionar que el costo que aquí se menciona no incluye mano de obra ya que se considera la ponen los mismos habitantes.

Tabla 27. Costo de inversión por etapa de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

		Cantidad	Intervenciones		Total	Indicador
			Precio Unitario			
Etapa 1					\$ 12,216.80	64.01%
1) Tapar huecos inutilizados	ML	3.6	\$ 1,060.00	\$ 3,816.00		
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML	36	\$ 144.50	\$ 5,202.00		
3) Refuerzo de muros nuevos con mall:	ML	2.2	\$ 1,454.00	\$ 3,198.80		
Etapa 2					\$ 121,218.80	76.54%
4) Ampliaciones						
	Losa	M2	24.85	\$ 3,500.00	\$ 86,975.00	
	Muro	ML	14.1	\$ 1,500.00	\$ 21,150.00	
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML	0	\$ 350.00	\$ -		
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML	7.2	\$ 1,454.00	\$ 10,468.80		
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#	5	\$ 525.00	\$ 2,625.00		
Etapa 3					\$ 14,637.28	89.94%
8) Particiones	ML	3.41	\$ 998.25	\$ 3,404.03		
9) Refuerzo en Muros N1	ML	7	\$ 1,454.75	\$ 10,183.25		
10) Eliminar lesiones en vivienda	#	2	\$ 525.00	\$ 1,050.00		

Aunado a esto se hizo una comparación de cómo se incrementa la seguridad estructural en la vivienda dependiendo de la inversión económica que se realice.

En la figura siguiente se puede resumir que la diferencia de la inversión económica entre seguir las recomendaciones (S/R) y no seguirlas es mínimo tomando en cuenta el total del costo de la obra. A diferencia del indicador que si cambia drásticamente. Subiendo a casi 90% el índice de vulnerabilidad siguiendo las recomendaciones propuestas comparado con el otro, el cual aumenta muy sutil mente el indicador.

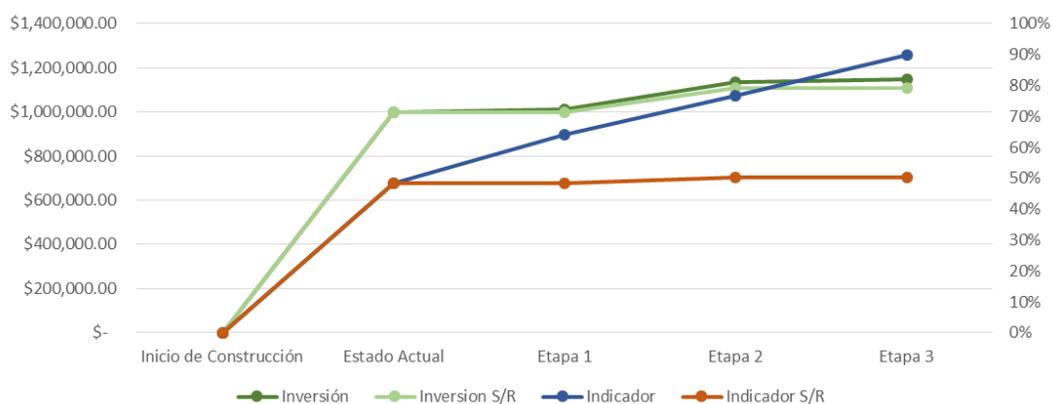


Figura 50. Inversión Vs Seguridad estructural.
Fuente: Elaboración propia.

Realizando la validación tanto de los indicadores como de las intervenciones como antes vimos el análisis. Se repitió el procedimiento a 4 viviendas más y así lograr tener un parámetro de comportamiento y utilidad de la propuesta. A continuación se muestran el resumen de resultados en las 5 viviendas, tomando en cuenta C1-CHITO. Los valores particulares de cada vivienda se observan en el Anexo 3.

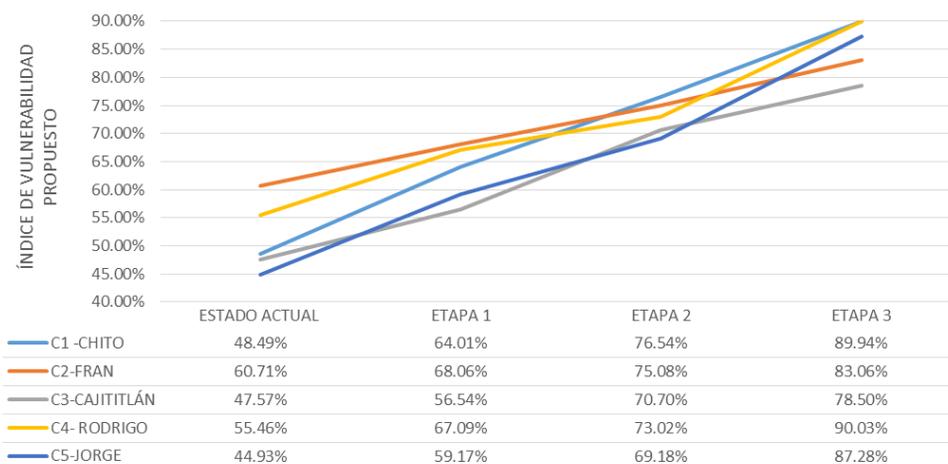


Figura 51. Comparativo índice de vulnerabilidad en intervenciones
Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Económico

Se realizó el análisis del costo de los materiales invertidos en la construcción de la vivienda estudiada. En este estudio no se tomó en cuenta el costo de mano de obra puesto que es uno de los beneficios de la autoconstrucción, el reducir los costos por mano de obra.

Los costos son en base al material puesto en sitio y con los desperdicios correspondientes. No se consideraron los acabados y terminados de la vivienda puesto que habría una gran diferencia con otras viviendas autoconstruidas, por lo que se enfocó en la estructura.

En la tabla siguiente se muestran los precios unitarios y volumetría de la vivienda tipo de manera general donde se observan los montos principales.

Tabla 28. Presupuesto de materiales utilizados

Fuente: Elaboración propia con datos de (NEODATA, 2016)

Concepto	Unidad	Cantidad	PU	Total
Piedra	M3	16.78	\$ 348.00	\$ 5,840.28
Arena	M3	19.56	\$ 333.00	\$ 6,513.82
Grava	M3	6.09	\$ 350.00	\$ 2,130.32
Cemento	Ton	5.63	\$ 3,150.00	\$ 17,745.76
Agua	M3	5.48	\$ 30.00	\$ 164.39
Madera	M3	1.55	\$ 1,389.00	\$ 2,156.88
Acero Vigas	Kg	2285.32	\$ 13.50	\$ 30,851.82
Acero castillos	M	176.46	\$ 27.50	\$ 4,852.60
Ladrillos	Pza	11576	\$ 2.80	\$ 32,413.61
Salidas enchufes	Pza	7.00	\$ 344.00	\$ 2,408.00
Apagadores	Pza	6.00	\$ 339.00	\$ 2,034.00
Salida luz	Pza	6.00	\$ 344.00	\$ 2,064.00
Cableado	m	30.00	\$ 10.58	\$ 317.40
Salidas drenaje	Pza	4.00	\$ 368.00	\$ 1,472.00
Dreanaje	m	17.10	\$ 59.60	\$ 1,019.16
llaves de agua	Pza	4.00	\$ 120.00	\$ 480.00
Tubería agua	m	25.65	\$ 34.00	\$ 872.10

Es en los ladrillos y las vigas de acero donde se encuentran los gastos principales junto con el cemento que también es considerable el impacto al bolsillo.

El costo total de los materiales utilizados fue de \$ 113,336.13 MXN. Si tenemos 110 m² construidos nos da un costo por metro cuadrado de \$ 1,030.32 MXN.

Este costo tiene relación con la etapa en la que se encuentre el crecimiento de la vivienda y en los cambios que se tengan que hacer para las modificaciones necesarias, esto se debe a que el inicio de la construcción siempre representa mayor inversión y conforme se crece se reducen los costos siempre y cuando las modificaciones sean mínimas.

En el gráfico siguiente se representa claramente en donde se encuentra la mayor inversión en los materiales.

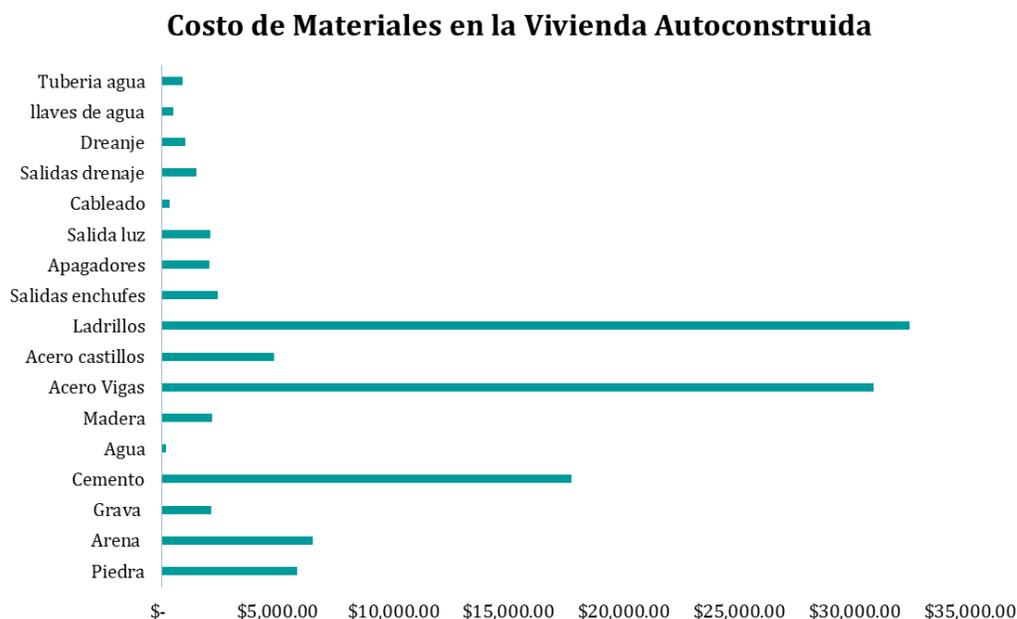


Figura 52. Comparativo de costo de materiales
Fuente: Elaboración propia

Las vivienda son de diferente nivel de confinamiento, con base a eso se encuentra su vulnerabilidad y los costos futuros de las modificaciones necesarias para el crecimiento.

En la tabla siguiente podemos observar el porcentaje de confinamiento que tiene la vivienda de estudio y el refuerzo de muros necesario.

Tabla 29. Nivel de refuerzo

Fuente: Elaboración propia

Castillos y dalas necesarios	M	205.97
Castillos y dalas actuales	M	176.458
Muros actuales	M2	224.808
Muros a reforzar	M2	16.074
Confinamiento	Refuerzo de muros	
85.7%	7%	

Para este caso en particular se realizó una comparativa de costos sobre los refuerzos necesarios en la vivienda de estudio, tanto en el momento en el que se debió de construir contra las intervenciones necesarias a futuro.

En la comparativa de las figuras siguientes, se evidencia que el costo para reforzar los muros aumenta un 1% y todo el confinamiento aumenta a más del doble del costo en comparación al costo si se hubiera realizado al mismo tiempo que la construcción.

Es importante recalcar la relación directa del costo que representa los refuerzos posteriores a la construcción.

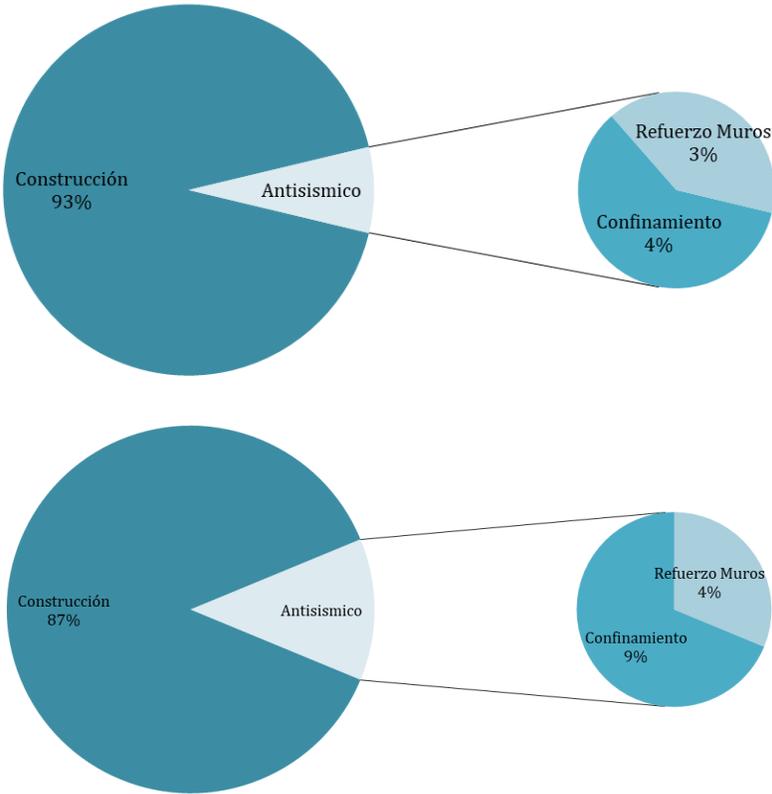


Figura 53. Comparativa de costos de refuerzo sísmico
Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Ambiental

Al momento de analizar los costos en la autoconstrucción y en el refuerzo de la estructural, es pertinente pensar en el impacto ambiental que este ocasiona al medio ambiente, ya que la

construcción y los recursos energéticos utilizados en la vivienda representan un alto porcentaje de contaminantes e incrementan el calentamiento global.

Análisis de Ciclo de Vida

Por esto mismo el análisis de ciclo de vida es importante para entender todo el comportamiento de la vivienda a lo largo de su vida útil. En el cual se observa un claro ejemplo de cómo tanto la construcción y el uso de la vivienda generan un alto impacto en emisiones de CO₂.

El reporte completo del análisis de ciclo de vida se puede consultar en el Anexo 4.

De manera general, en la siguiente figura podemos observar que las emisiones por la construcción son mucho menores que las de uso, por lo que se confirma que el impacto por los usos de la vivienda en 50 años son mucho mayores a la construcción.

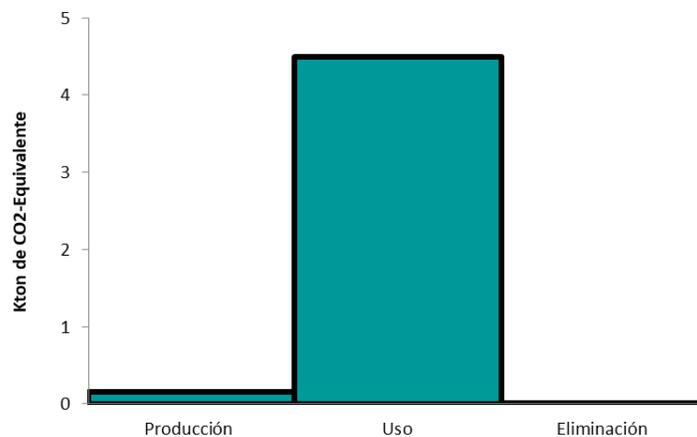


Figura 54. Emisiones de CO₂ Total
Fuente: Elaboración propia con ECOIT

Si nos enfocamos únicamente a la construcción de la vivienda, podemos observar en la siguiente figura que los muros y las losas son los que representan un mayor impacto por los volúmenes de material.

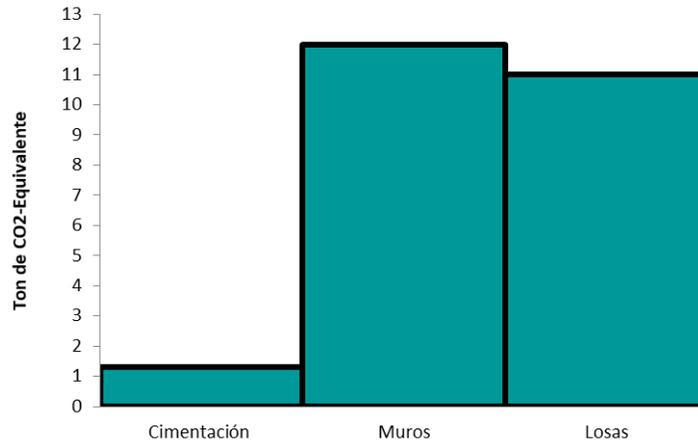


Figura 55. Emisiones de CO2 por construcción
 Fuente: Elaboración propia con ECOIT

Si analizamos estos dos rubros, nos damos cuenta que el ladrillo es el principal contaminante, debido a la producción de ladrillo artesanal. Ya que este no se hace con estándares de calidad tanto para el producto como para el medio ambiente por la quema de materiales para su cocción. En la siguiente figura se observa la diferencia del ladrillo contra otros elementos de los muros.

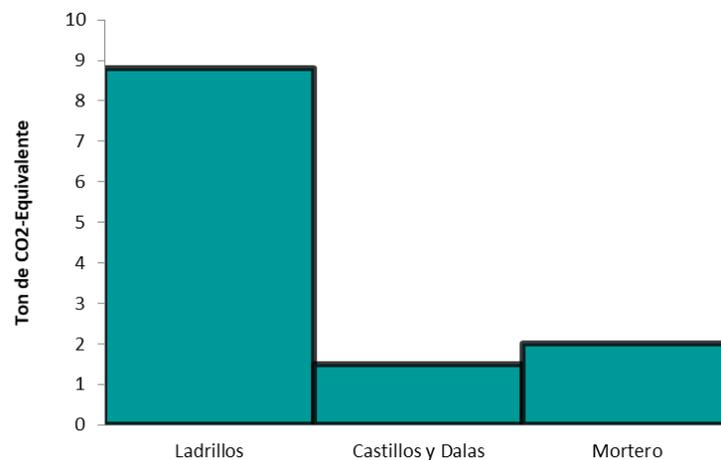


Figura 56. Emisiones de CO2 por muros
 Fuente: Elaboración propia con ECOIT

Cambiando al rubro más importante por sus emisiones, al de los usos de la vivienda. Tanto la iluminación como los electrodomésticos forman la principal fuente de contaminación, dejando fuera al gas. Aquí es importante recordar que las personas en este tipo de vivienda

no cuentan con grandes aparatos que consuman mucha energía y por eso recae en iluminación también.

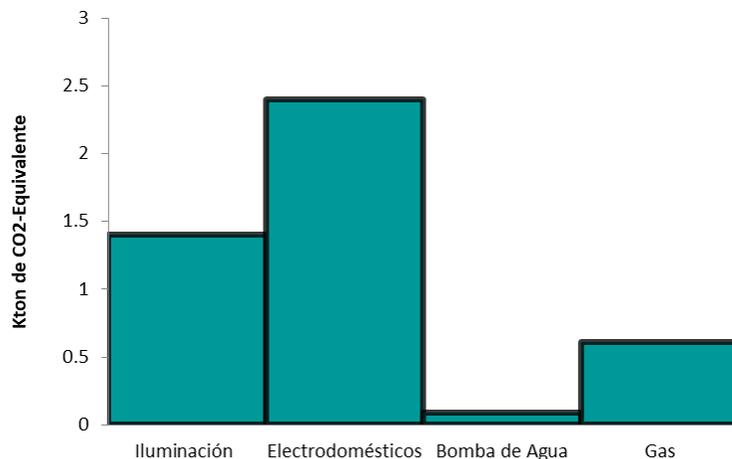


Figura 57. Emisiones de CO2 por usos
Fuente: Elaboración propia con ECOIT

Dentro de los electrodomésticos es el refrigerador el que más energía consume. Si bien en este ejercicio se tomó un refrigerador estándar, no muy viejo, la mayoría de los refrigeradores de estas viviendas no son nuevos ni han tenido un mantenimiento adecuado por lo que esta cifra pudiera aumentar significativamente.

Del total de Kton de CO2 por los usos (4.5), solo el refrigerador representa 1.3 Kton de Co2.

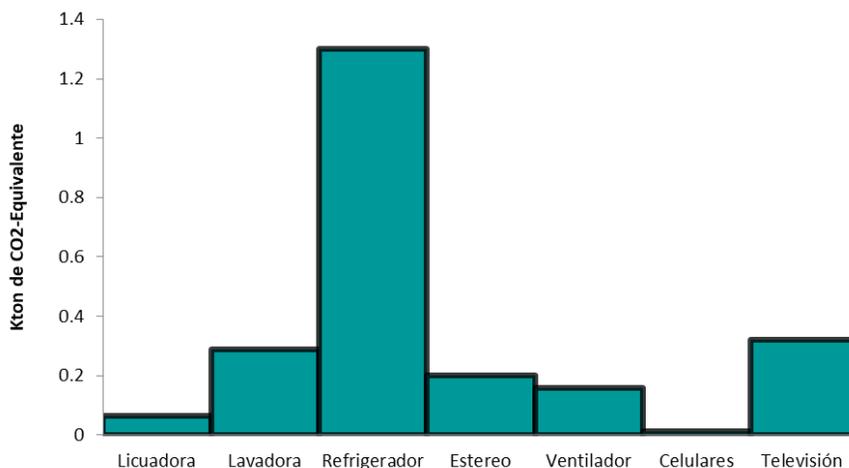


Figura 58. Emisiones de CO2 por electrodomésticos
Fuente: Elaboración propia con ECOIT

En resumen en la siguiente figura observamos un compilado de las emisiones de CO2 a lo largo de la evolución de la vivienda. Se dividió en etapas, similares en tiempo a las etapas de ampliación de la vivienda y al aumento de habitantes también.

Lo que resulta de este resumen, es que se debe de aprovechar de mejor manera el espacio construido y las costumbres de las personas, puesto que aunque las ampliaciones se detengan, las emisiones de CO2 siguen aumentando directamente proporcional al número de personas que la habitan, es decir, que debería de reducirse las emisiones de CO2 por persona dentro de la misma vivienda y no lo hace así, sino lo opuesto.

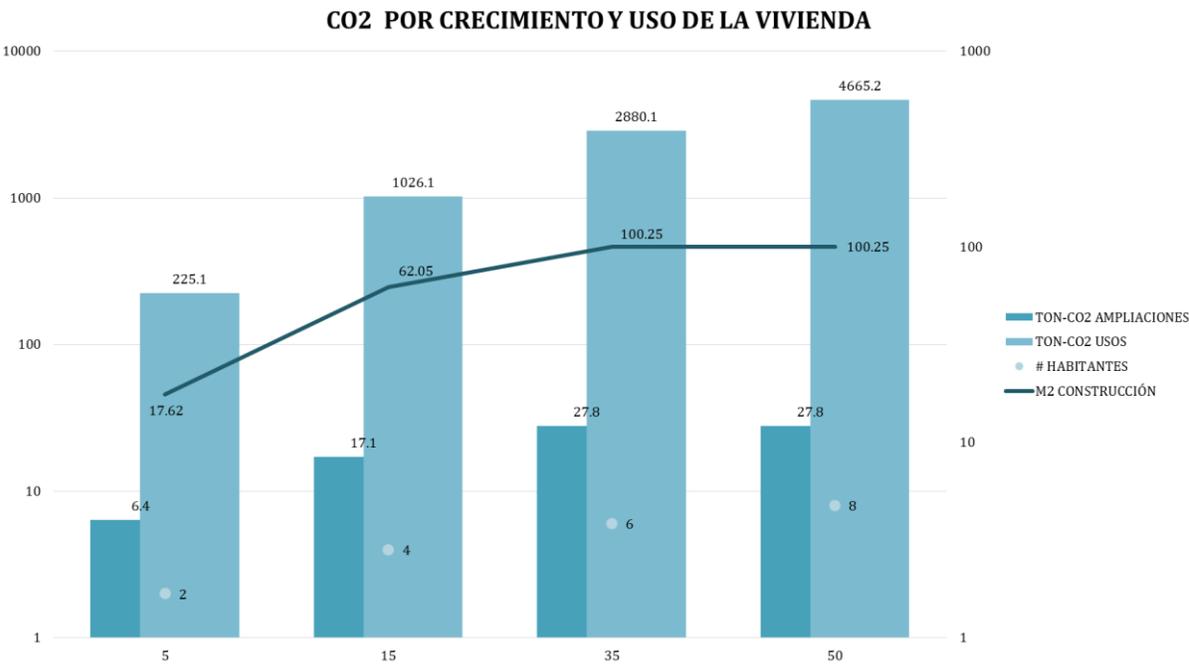


Figura 59. Emisiones de CO2 por crecimiento de vivienda
Fuente: Elaboración propia

Ganancias de calor

Para el análisis de la eficiencia energética de la vivienda se tomó la NOM-020-ENER (2011), con la que se mide la eficiencia energética de los edificios para uso habitacional basado en la envolvente de la construcción.

El informe completo se puede observar en el Anexo 5.

Al hacer el estudio de la envolvente, la vivienda que se analiza no paso la norma puesto que el edificio de referencia tiene una ganancia menor que el del proyecto.

Si bien es poca la diferencia entre ambos edificios, cabe señalar que las ganancias por radiación si son mucho menores que las del de referencia. Pero la ganancia por conducción, por el otro lado el edificio del proyecto lo supera casi 3 veces.

Aunque la vivienda tiene orientación oriente-poniente se optó por girarla para comparar el impacto de la orientación en esta norma y las pocas sombras que se tienen. Si antes la fachada original estaba orientada al Oeste se cambió al sur. Por tener una simetría bastante regular, al girarla en estos dos sentidos se puede representar las otras 2 orientaciones restantes.

En la siguiente tabla se observan los dos casos y como varían las ganancias de la vivienda.

Tabla 30. Ganancias por orientación

Fuente: Elaboración propia

		Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total
Referencia	Orientación Fachada al Oeste	568.13847 (Φ_{rs})	1986.16 (Φ_r)	2554.29847
Proyectado	Orientación Fachada al Sur	1624.82241 (Φ_{pc})	1229.4599 (Φ_p)	2854.282311
Referencia	Orientación Fachada al Oeste	578.96115 (Φ_{rs})	2018.72 (Φ_r)	2597.68115
Proyectado	Orientación Fachada al Sur	1665.53513 (Φ_{pc})	946.8168 (Φ_p)	2612.351931

En ambos casos no hay una gran diferencia en las ganancias, aunque si se reduce en la orientación al sur. Al estar girada la fachada al sur, la parte trasera que es la única otra cara que tiene ventanas tiene orientación al norte, lo que le reduce la exposición por radiación.

La ganancia por conducción continua siendo la principal diferencia entre ambos edificios, por lo que se debe de tener especial cuidado con la conducción en el techo ya que es por ahí donde entran las ganancias.

3.1.6 Herramienta para la difusión de información

La herramienta que se propuso como prueba de difusión para la información es una aplicación móvil, con la que la mayoría de personas pueda tener acceso de manera práctica.

Cada día son más los contenidos de información que se derivan al teléfono celular por la practicidad que representa en los usuarios. Un ejemplo de esto es el Instituto Mexicano del Seguro Social , una de las instituciones más grandes e importantes del país, la cual ya cuenta con una aplicación móvil para trámites y servicios, ubicación de clínicas, directorio de inmuebles, consulta de número de seguro social y agenda de citas. (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2017)

Esta herramienta se propone como primer acercamiento en la aplicación de los indicadores para medir la vulnerabilidad de la vivienda. Con esto se espera obtener un diagnóstico para poder establecer las mejoras necesarias en la vivienda.

Al pensar en una aplicación para celular que sea útil para las personas de bajos recursos la primera pregunta que se presenta es la factibilidad de que esas personas tengan un celular y lo utilicen para obtener información de uso cotidiano fuera de las redes sociales.

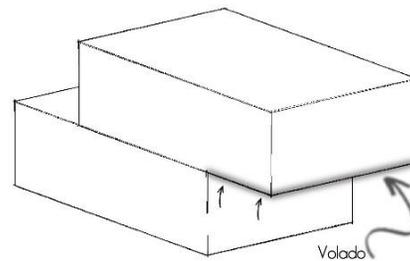
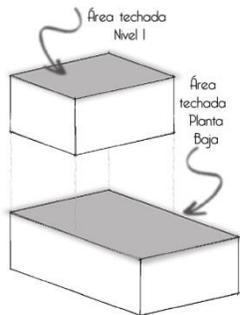
Lo que demostraron los cuestionarios y entrevistas realizadas es que la mayoría de las personas contaban con un celular inteligente relativamente nuevo y que es una herramienta muy utilizada por ellas en su día a día, ya que en su mayoría no cuentan con computadora en casa, por lo que en un principio, si es factible utilizar el celular como medio de comunicación.

Para facilitar la comprensión y explicación dentro de la aplicación móvil se trabajó en una serie de gráficos esquemáticos así como una pequeña explicación con la que la gente pudiera comprender la información que se solicita.

Se tomó como un primer acercamiento, con el propósito de hacer una autoevaluación utilizando los indicadores propuestos.

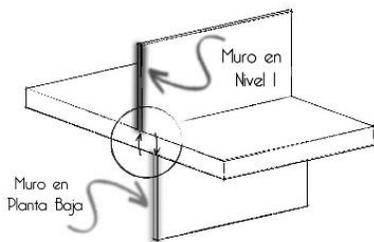
A continuación se muestran los gráficos de cada indicador:

Irregularidad geométrica:



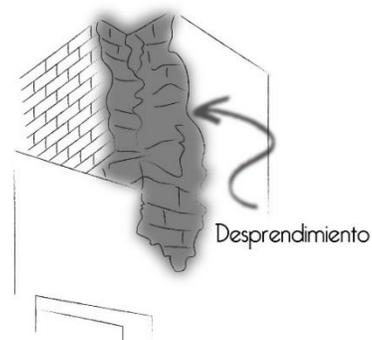
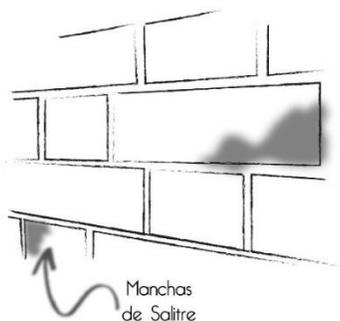
Área techada por nivel: Son los metros cuadrados de techo con los que cuenta cada una de las plantas que tiene la casa.

Volados: Son las superficies que sobresalen de las fachadas y no tienen apoyos laterales, un ejemplo de esto pueden ser cuartos que sobresalen sin apoyo.

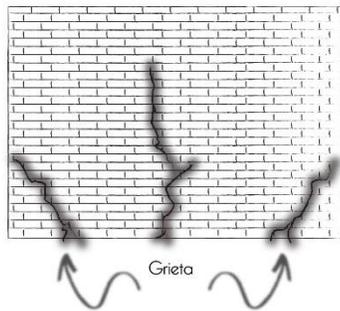


Discontinuidad de muros: Es la cantidad de metros lineales de muros en planta alta que no coinciden con los muros de la planta baja.

Estado de Conservación:



Salitre: Manchas de salitre (blancuzcas) en muros y techos.

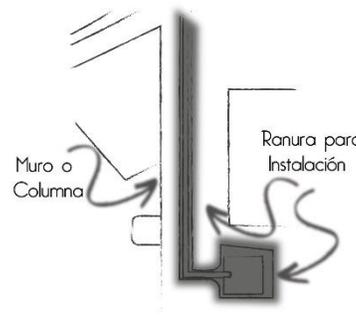
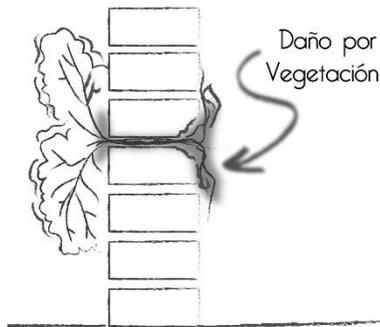


Desprendimientos: Partes de la casa que se están cayendo tanto en muros como en techos.



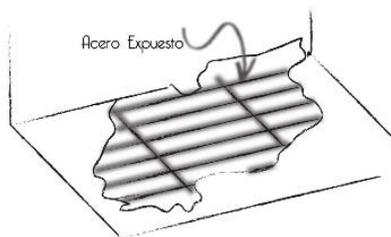
Grietas: Fisuras en muros que pueden ir en cualquier dirección.

Filtraciones de agua: Problemas de humedad en la casa.



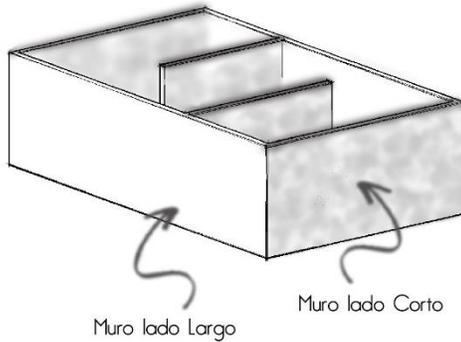
Daños por vegetación: Daños causados en la estructura de la casa por plantas que crecen en los muros o cerca de ellos.

Daños por instalaciones: Daños causados en la estructura por mala colocación de instalaciones.



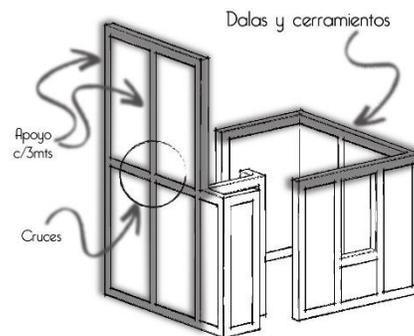
Acero expuesto: Partes de la casa en las cuales están deterioradas y se ven las vigas y/o las varillas con corrosión.

Densidad de muros:



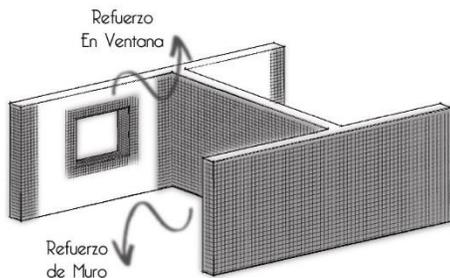
Densidad de muros: Es la relación de la Cantidad de Metros lineales en cada uno de los sentidos de la casa, sumando todos los muros del lado más corto y después todas las del lado más largo, incluyendo los muros de colindancia o perimetrales.

Protección de muros:



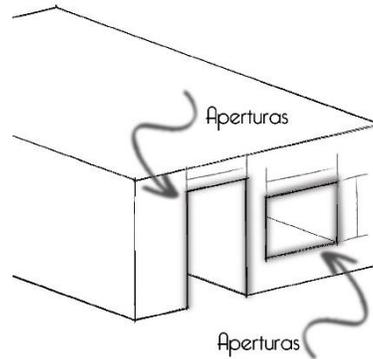
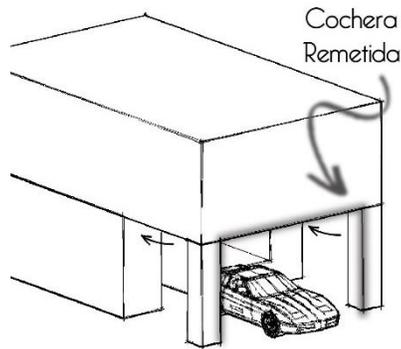
Confinamiento Puertas y Ventanas: Se refiere a cuando las puertas y ventanas tienen castillos o cerramientos en su perímetro o contorno.

Los cruces son las uniones de dalas o cerramientos con castillos formando una cruz, los castillos a cada 3 metros de distancia y la cantidad de metros lineales de dalas y cerramientos que se encuentran en la casa.



Refuerzo: Es la protección al muro para mejorar su resistencia ante un sismo, generalmente se utiliza una malla electro soldada.

Centros de esfuerzos: La aberturas en la fachada de la vivienda incrementan el esfuerzo en el movimiento sísmico.



Cochera rematada: Es cuando la cochera esta techada, puede ser con terrazas o cuartos, estas cuentan con apoyos en la parte frontal.

Abertura de puertas y ventanas: Las medidas que se tiene tanto de largo como de ancho en las ventanas y las puertas de la casa.

Algunos ejemplos de cómo se ve la aplicación se muestran a continuación:

Menu		Irregularidad Geométrica	
Diagnóstico para la Vivienda Autoconstruida			
Irreg. Geométrica	0.36551	Área Techada	0.17391
Edo de Conservación	0.66667	Volados	0.66667
Densidad de Muros	0.55246	Discontinuidad en Muros	0.28333
Protección en Muros	0.27632	Menu	
Centros de Esfuerzos	0.33333		
Índice de Vulnerabilidad			
0.42299			
Vulnerabilidad alta			



Se le apuesta a las generaciones más jóvenes ya que en la información recopilada es evidente una brecha generacional en la que menores de 40 años tienen un mayor uso del celular a comparación de las generaciones mayores que solo lo utilizan para hablar.

Uno de los principales aportes de esta aplicación es el ejercicio de llenado de información y al mismo tiempo la comprensión y ubicación de los gráficos en la vivienda. Se convierte en un ejercicio de reconocimiento de la propia vivienda autoconstruida y sirve para instruir a los habitantes sobre la vulnerabilidad de las construcciones.

Validación

Para la validación de esta aplicación, se realizó un ejercicio de percepción y uso de la misma a personas de diferentes edades y profesiones para conocer si comprendían el objetivo de la App y sobre todo si pudieron obtener los datos que se solicitaban de su vivienda.

Se llevó un registro utilizando el formato que se muestra en el Anexo 6 aplicándolo a 15 personas.

En resumen la herramienta resultó confusa para la mayoría de las personas. Donde el 67% no estaba seguro de comprender el objetivo de la aplicación, hubo dificultades en el llenado de información ya que los que no eran afines a temas de construcción no entendían los términos.

El 53% considera que si es información útil una vez que se les explica le objetivo. Con esto la aplicación tuvo una aceptación regular, ya que si lo consideran un tema importante pero el uso de la misma es aun complicado y no del todo claro. Recomiendan principalmente una mejor explicación de los apartados.

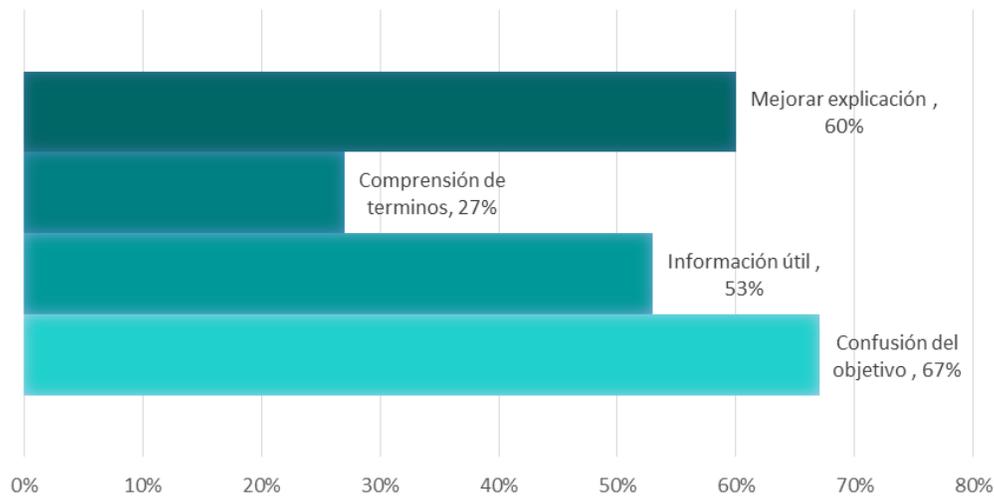


Figura 60. Retroalimentación de Aplicación móvil.
Fuente: Elaboración propia.

Para comprender estos resultados, se tomaron como punto de comparación las etapas de maduración tecnológica, según la metodología “Technology readiness level” (NASA, 2015).

En la cual el desarrollo de la APP se encuentra en un nivel 6 (de nueve) ya que se llevó acabo su primera validación en campo. Pero aun hacen falta mayores pruebas en ambientes relevantes, demostraciones y evaluaciones para poder tener datos crudos del funcionamiento de la APP como herramienta de difusión para la vivienda autoconstruida.

4. Proceso de Intervención

El proceso de intervención se fundamenta en los resultados obtenidos de los análisis anteriores, en lo observado en campo y con la información recolectada sobre las viviendas autoconstruidas en el AMG.

Según los resultados de los análisis, se propone que las intervenciones se realicen comenzando por un primer diagnóstico de la vivienda, para conocer su estado actual. Esto para que las intervenciones consecuentes se enfoquen en los puntos más relevantes y los recursos se utilicen de la forma más eficiente.

Dentro de estas intervenciones se propuso las intervenciones en 2 partes, en mejoramiento y ampliación. La primera parte se refiere principalmente al refuerzo de la vivienda, reduciendo su índice de vulnerabilidad sin tomar en cuenta las ampliaciones.

Para las ampliaciones se hacen recomendaciones que pueden brindar una mayor funcionalidad a la vivienda y al mismo tiempo mejorar los espacios en su interior. Las recomendaciones están basadas principalmente en la observación de campo y en los resultados del análisis de las viviendas autoconstruidas.

Por último se propone mejorar la eficiencia del uso de la vivienda, incorporando los recursos utilizados y el confort hacia los habitantes.

El diagnóstico es necesario como primer punto de partida para establecer el estado actual de la vivienda. Pero antes de establecer un diagnóstico de la vivienda en sí, se debe establecer el riesgo sísmico por la zona donde se encuentra la construcción, así como el riesgo sísmico de la propia vivienda. Si bien la herramienta de difusión se enfocó en el diagnóstico estructural, específicamente en los indicadores de vulnerabilidad, se pudiera utilizar para hacer un diagnóstico sobre las dimensiones de los espacios interiores, los recursos utilizados y sobre el confort de la vivienda.

El índice de vulnerabilidad propuesto, aparte de arrojar un porcentaje de vulnerabilidad sirve como ejercicio de reconocimiento de la estructura y reglamentación en construcción para que los habitantes se familiaricen con conceptos nuevos y sobre los puntos vulnerables que se deben de evitar.

Por otro lado las intervenciones propuestas se basan en un proceso progresivo, como lo son los procesos constructivos de las viviendas autoconstruidas. Por lo cual se dividió en etapas y cada etapa en diferentes pasos a seguir con los que se puede incrementar el índice de vulnerabilidad propuesto.

Tanto el mejoramiento y las ampliaciones son soluciones que se requieren para reducir el déficit habitacional en cuanto a la calidad de la vivienda en México. Estos dos puntos son el enfoque de las intervenciones y del índice de vulnerabilidad.

Al ser un sistema constructivo de cierta manera simple, la estructuración de la vivienda se basa en muros de carga sin considerar algún otro tipo de refuerzo.

Al ser viviendas progresivas, la distribución de las cargas tanto vivas como muertas varían conforme el tiempo y las modificaciones que se realicen. Es por esto que para mejorar las viviendas y al mismo tiempo permitir ampliaciones, es necesario incrementar su capacidad estructural.

Se hacen 2 propuestas principales en la intervención para el mejoramiento estructural, por un lado el confinamiento de puertas y ventanas y por otro el refuerzo de muros con malla.

Recomendaciones para ampliaciones

Aparte de los indicadores que se proponen en los que se incluyen algunas ampliaciones, ya sean como incremento de área construida o como división dentro de la vivienda, se observaron algunos puntos relevantes que es importante tomar en cuenta para que las ampliaciones realizadas vayan mejorando con el paso del tiempo.

A continuación se presenta un esquema sobre las recomendaciones y la descripción de cada uno enseguida:



Figura 61. Recomendaciones para ampliaciones

Fuente: Elaboración propia

Descarga de muros

Según los indicadores y el análisis estructural, se recomienda el construir muros sobre muros en planta baja para seguir con el apoyo en la cimentación.

En caso de que se tenga un muro en planta alta que no tenga continuidad en planta baja, se recomienda buscar la forma de poner un muro como apoyo.

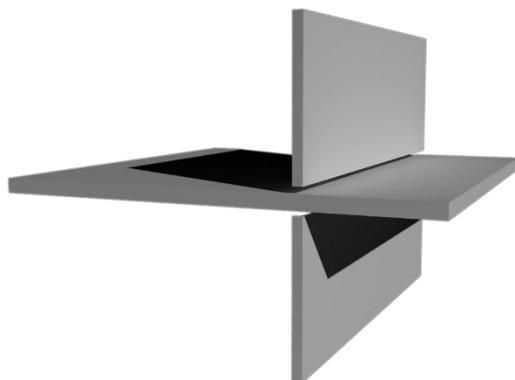


Figura 62. Continuidad de muros en diferentes niveles.

Fuente: Elaboración propia

Usos Múltiples / Accesibilidad

Por la información levantada en campo se observó que para poder dar mayor diversidad de usos a la vivienda se recomienda que el acceso a los diferentes niveles sea por la parte frontal. Para un primer caso, si existiera en la vivienda una servidumbre frontal adecuada para ser utilizada en la construcción de la escalera, se recomienda utilizar ese espacio para desarrollarla.

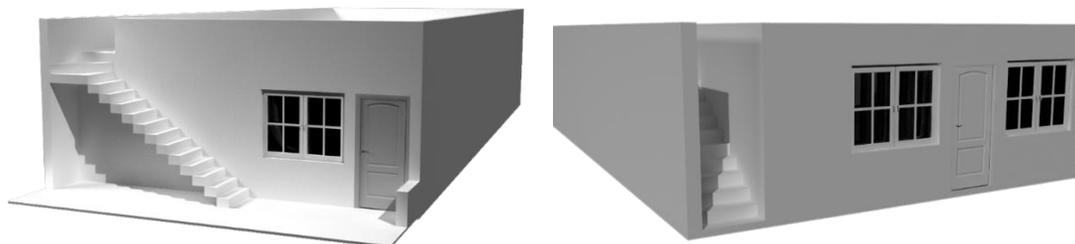


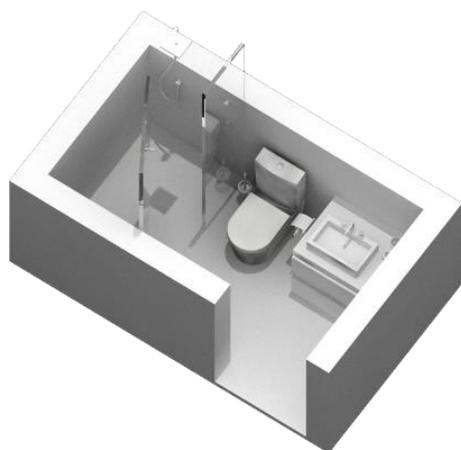
Figura 63. Accesibilidad para diversificar usos.

Fuente: Elaboración propia

Si no se tuviera el espacio la servidumbre frontal o fuera inexistente, se recomienda buscar un lugar en la parte frontal de la casa para poder poner la escalera.

Dimensiones mínimas

Según los reglamento de construcción es necesario contar con las medidas mínimas para los usos que se le darán a cada uno de los espacios para asegurar que su función sea correcta y tenga la utilidad correspondiente además de brindar el confort mínimo requerido para cada una de las actividades a realizar en dichos espacios.



ESPACIO HABITABLE	ÁREA MÍNIMA	LADO MÍNIMO
Estancia	7.29 m ²	2.70 m
Comedor	4.41 m ²	2.10 m
Recámara*	7.29 m ²	2.70 m
Alcoba	3.60 m ²	2.00 m
Espacio auxiliar		
Cocina	3.30 m ²	1.50 m
Baño	2.73 m ²	1.30 m
½ Baño rectangular	1.69 m ²	1.30 m
½ Baño alargado	1.44 m ²	0.80 m
Lavandería	2.56 m ²	1.60 m
Patio	1.96 m ²	1.40 m
Patio-lavandería**	2.66 m ²	1.40 m
Espacios superpuestos		
Estancia-comedor	12.00 m ²	2.70 m
Estancia-comedor-cocina	14.60 m ²	2.70 m

Figura 64. Dimensiones libres mínimas en espacios habitables

Fuente: Esquema propio, Tabla obtenida de Código de Edificación de la vivienda (CONAVI, 2010)

Iluminación Ventilación

De acuerdo al estudio realizado de ganancias de calor ENER-08, las ganancias por radiación solar, es decir, la iluminación de estas viviendas está por debajo del límite propuesto, en cambio, las ganancias de calor por conducción (azotea) superan el límite.

Es por esto que se proponen cubos de luz en los extremos para recibir y aprovechar la iluminación de otra orientación, lo cual se pudiera aprovechar para mejorar la ventilación y circulaciones. Al mismo tiempo se recomienda el uso de parasoles en lugares con mucha incidencia de luz, como norma general en caso de que afecte de manera negativa.

Para la ventilación de los espacios se recomiendan ventanas que abran por completo y que sean lo más herméticas posibles, así como procurar un diseño que tenga protecciones para mantener la seguridad de la vivienda.

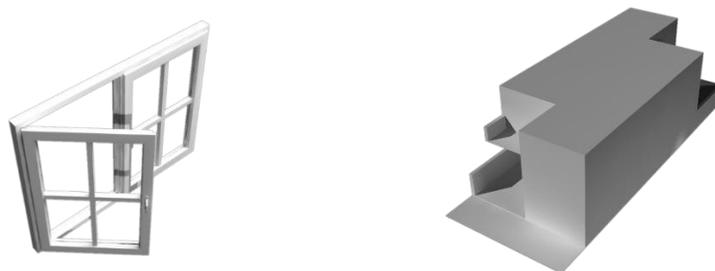


Figura 65. Recomendaciones para iluminación y ventilación.
Fuente: Elaboración propia.

Instalaciones

Para reducir modificaciones a la casa y procurar el buen funcionamiento de las instalaciones y servicios de la casa, principalmente drenajes, es conveniente colocarlos desde un principio y en la parte trasera de la casa para una mejor conexión de descargas a la red existente o en las partes con menor incidencia de luz directa, así como concentrarlas para poder conectar un mayor número de muebles.

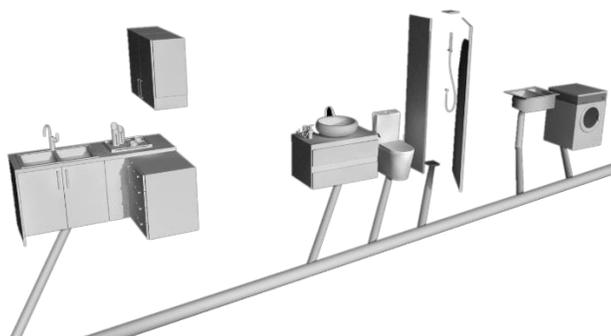


Figura 66. Conexiones sanitarias.
Fuente: Elaboración propia.

De los análisis realizados pudimos obtener algunas conclusiones efectivas para la vivienda autoconstruida en las que se puede optimizar el uso de recursos tanto en las intervenciones constructivas como en el uso diario de la misma.

En la parte constructiva hay oportunidad de conseguir mejores materiales y a menor precio, principalmente materiales como el ladrillo, viguería y cemento por ser también los más contaminantes al momento de construir. Lo que abre la puerta a otros sistemas constructivos, donde estos elementos sean de menor costo, menor impacto ambiental y su calidad no se vea comprometida.

En el análisis de ciclo de vida comparativo sobre la construcción / producción de la vivienda contra el uso dentro de la misma se observó como el uso tiene un mayor impacto que la propia construcción de la vivienda. Es decir, que si bien es importante reducir el impacto de la construcción en la vivienda es importante contemplar el uso dentro de esta como primordial. Para la vivienda autoconstruida a diferencia de otro tipo de vivienda como la residencial o la vivienda en serie, el uso de recursos es más limitado y se concentra en la electricidad utilizada día a día. En estas viviendas el refrigerador es lo que más impacta en emisiones de CO₂, por ser el electrodoméstico básico con el que si cuentan todas las viviendas y por la antigüedad que tienen.

Es por esto que se propone cambiar los electrodomésticos por nuevos para reducir el consumo eléctrico, que si bien muchas de estas viviendas no pagan por el servicio de electricidad ya que están colgados (Robando), el impacto ambiental igualmente se genera.

Esta propuesta no es constructiva, pero de igual manera se obtuvo este resultado el cual es importante compartir como descubrimiento.

Al enfocarnos en la parte constructiva, con el análisis de ganancias de calor, se obtuvieron algunos datos relevantes para la vivienda autoconstruida.

La tipología de vivienda es un patrón en la ciudad, y lo que afecta es principalmente las ganancias de calor por el área de azotea.

La primera propuesta que se nos vendría a la mente sería hacer techos inclinados para mejorar la temperatura interior, pero esto limitaría el crecimiento progresivo que tienen en la actualidad. Es por eso que se propone alternativas con las cuales se pudiera implementar una capa aislante de aire en la azotea con la que se mejorarían las temperaturas en su interior.

5. Conclusiones

La investigación realizada logra analizar la vivienda autoconstruida y propone intervenciones constructivas posibles para que los habitantes puedan mejorar y ampliar sus viviendas y en consecuencia reducir la vulnerabilidad sísmica que presentan las viviendas autoconstruidas del país.

Los resultados aquí obtenidos dan pie a que la vivienda autoconstruida sea vista con el potencial que tiene y que los obstáculos presentes tienen soluciones técnicas y económicamente viables para sus habitantes.

Se presentan los siguientes elementos como elementos principales de esta investigación:



Figura 67. Diagrama de Conclusiones.

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda Autoconstruida:

La vivienda autoconstruida se encuentra en una constante transformación. Las modificaciones para ampliar la vivienda se harán siempre y cuando exista una necesidad por parte de sus habitantes, con apoyo o sin apoyo de externos.

Así como se observaron aspectos a mejorar, algunas de las viviendas tienen buenas prácticas como las que se presentaron en las recomendaciones de esta investigación. Únicamente haría falta transmitir las a las masas para que generen un mayor y mejor impacto.

El comportamiento de las viviendas analizadas, por muy variadas que fueron presentaron resultados positivos ante las propuestas de intervención ya que la mayoría presentaban una vulnerabilidad alta que se logró reducir.

Lo que da pie a afirmar que los puntos de intervención analizados son clave para un buen comportamiento estructural de la vivienda autoconstruida. Estas no representan un gasto excesivo, con pocas intervenciones se puede reducir la vulnerabilidad de la vivienda, realizándolas poco a poco y conforme sus capacidades económicas.

Así mismo se observaron 2 características principales que definen el comportamiento y crecimiento de la vivienda. Por un lado las dimensiones y refuerzo de los muros en sentido corto y por otro lado la geometría del terreno, la cual determina la morfología de la vivienda. Al unir ambas características, repercuten en el comportamiento de las plantas bajas, las cuales son determinantes para el comportamiento general de toda la vivienda como se observó en esta investigación.

La vivienda autoconstruida puede tener sus puntos débiles, pero tiene mayores puntos fuertes. Los cuales se deben aprovechar para mejorar los puntos débiles y permitir que la vivienda mejore con el paso del tiempo aprovechando las bondades de la autoconstrucción.

Se logró establecer las características principales de la vivienda autoconstruida. No fue una tarea fácil ya que por la amplia variabilidad en los diseños y distribuciones interiores parecía un reto imposible. Durante el levantamiento de información se logró identificar ciertos patrones principalmente en la morfología y crecimiento progresivo de las viviendas lo que dio pie a establecer una vivienda tipo que permitiera abarcar las generalidades de la vivienda autoconstruida para delimitar los análisis a realizar.

Tanto con los indicadores citados y los propuestos en esta investigación la vulnerabilidad de la vivienda autoconstruida es alta. Si bien todos los indicadores muestran resultados similares los propuestos son específicamente para las condiciones de la vivienda autoconstruida.

Las intervenciones propuestas van de la mano con los indicadores establecidos, esto con el fin de que las intervenciones propuestas continúen los procesos progresivos de la autoconstrucción. Reduciendo la vulnerabilidad de la vivienda poco a poco con cada intervención.

Dichas intervenciones se propusieron con base a las prioridades estructurales y en donde tengan un mayor impacto. Al analizar el costo de cada una de ellas, se observó que la inversión económica necesaria está en un rango de dinero asequible para las familias.

Lo cual sirve como fundamento para posibles apoyos del gobierno ya sean subsidios, préstamos o programas con los que se puede ingerir en la vivienda autoconstruida.

Al momento de implementar el índice de vulnerabilidad y las etapas de intervención propuestas a las 5 viviendas para su validación fue evidente su funcionamiento como indicador. Aun con la variabilidad entre las viviendas, tanto en tamaño como en distribución y fachadas se logró elevar el índice de vulnerabilidad siguiendo los pasos de intervención aplicables a cada vivienda según sus características. En la mayoría de los casos al finalizar la Etapa 1 propuesta el comportamiento de los muros era aceptable según la reglamentación. Por lo que las Etapas 2 y 3 sirven como un refuerzo y dan pie a las ampliaciones futuras.

En los 5 casos la inversión económica establecida es directamente proporcional a la seguridad estructural. Todas ellas muestran la misma tendencia, aún con sus diferencias alcanzan a marcar un índice de vulnerabilidad bajo.

Al mejorar la vivienda en la parte estructural se reduce el riesgo en el que se encuentran y aportan mayor estabilidad y seguridad tanto a los habitantes como a todo el país, ya que en caso de un evento sísmico la reconstrucción habitacional y el gasto generado por esto, será menor.

Área Metropolitana de Guadalajara:

Aunque se delimitó el área de estudio al AMG, los resultados de esta investigación aplican para otras comunidades tanto en México como en Latinoamérica, donde el patrón del crecimiento urbano y los asentamientos irregulares son una ley en la cartografía de la región. Los nuevos planes de urbanización para la ciudad establecen mayor densificación en los lugares ya consolidados, por lo que estos asentamientos que en un principio no se consideraban espacios habitables, ahora son lugares con mayor viabilidad de crecimiento. El crecimiento de estos lugares debe hacerse con una buena planificación y una seguridad estructural que permita este crecimiento.

La principal mejora para la ciudad repercute en la densificación de la misma en áreas con infraestructura completa. Esto permite mejores y mayor cantidad de viviendas en lugares con buena ubicación. Lo cual mejora la calidad de vida de las personas al reducir sus tiempos de transporte.

La flexibilidad de la vivienda autoconstruida permite diversificar los usos de la construcción, con lo que se puede tener un mayor abanico de ofertas para esa vivienda. Con una buena planeación se puede ofertar más vivienda y comercio dentro de estos asentamientos, con lo que se activa la economía en la zona.

Es el crecimiento progresivo de estas viviendas lo que está en constante transformación según sean las necesidades familiares. Esto hace a la vivienda autoconstruida resiliente a los cambios internos y externos en los que se ve involucrada por lo que su aportación como proceso constructivo es de gran valor y se debe de preservar.

Sustentabilidad:

- Ambiental: El mayor impacto ambiental de la vivienda autoconstruida no está en la construcción en sí, sino en el uso de la misma. Es por esto que es tan importante los programas actuales como la NAMA, para reducir el consumo y gasto de recursos en el día a día de la obra.
- Económico: Según los análisis realizados en este trabajo las propuestas de intervención son viables para el bolsillo de los autoconstructores. Ya que pueden generar ahorros o créditos pequeños para solventar las intervenciones una por una. Al

realizarlas al momento de construcción el costo se reduce en un 6% a comparación de realizarlas en una etapa posterior.

- Social: se logra mejorar la calidad de vida actual y principalmente futura de las personas que habitan las viviendas autoconstruidas. Así mismo al reducir la vulnerabilidad de la vivienda se reduce la fragilidad en la que se encuentra el parque habitacional del AMG.

Difusión de información:

Aún con el desarrollo de la herramienta para la difusión de información de esta investigación no se ha logrado un avance considerable ya que el objeto de estudio se vuelve el habitante de la vivienda y la información se tiene que adaptar al usuario. Se requiere un mayor desarrollo de herramientas para la difusión efectiva de información técnica.

Una parte importante de esta investigación es que los habitantes puedan tener acceso a este tipo de información, que les sea digerible para que puedan llevarla a la práctica.

Al proponer una herramienta de difusión como lo es una aplicación móvil permite hacer las formulas necesarias para el diagnóstico en un segundo plano, simplificando el llenado de información. Al presentar tanto la problemática como las posibles soluciones, se pueden desarrollar opciones que tengan un impacto real en las comunidades y en consecuencia en las ciudades para así continuar la cadena de acciones que si bien comienzan en una escala pequeña, tienen mayores repercusiones.

Se asumió que al simplificar la información al mínimo se lograría la comprensión de la información por parte de los usuarios. Pero resultó que esto no es lo único que requieren. Es necesario otro tipo de expresión gráfica y detallar las explicaciones de los rubros a llenar para así lograr una dinámica un tanto educativa al llenar los formularios de diagnóstico.

Política de vivienda:

La densificación que propone el POTMET es necesaria y conveniente para la ciudad y para el aprovechamiento de la infraestructura actual. Junto a esto el lograr varios tipos de usos en las viviendas, ya sea por tipo de tenencia, habitacional o comercial conlleva a una mayor dinámica de barrio y mayores oportunidades para sus habitantes.

Por otro lado los apoyos económicos actualmente no se enfocan en la parte técnica constructiva por lo que este trabajo recalca la importancia de la estructura en estas viviendas. Si bien los programas y apoyos actuales aportan la parte energética solo hace falta impulsar el conocimiento técnico constructivo.

Las políticas a implementar deben de tomar en cuenta los aspectos económicos para que los proyectos y la gestión sean sustentables, y se puedan llevar acabo con mayor interés. Pero también se requiere que se integren en el diálogo con las personas para que sea un interés compartido y para el beneficio de todos, que se demuestre y enseñe a las personas sobre los daños y consecuencias al medio ambiente así como posibles soluciones, que las políticas tengan una visión más amplia para atender a las crisis actual y al mismo tiempo que sean multidisciplinarias ya que la interacción en los ecosistemas y la sociedad abarca muchos campos de estudio.

Áreas de Oportunidad

Convendría de manera práctica aplicar las intervenciones propuestas en campo, para corroborar por un lado los procesos constructivos y por otro los gastos y complicaciones que se pudieran presentar al ejecutarlas.

Junto a esto hace falta un mayor desarrollo de la Aplicación móvil para poder determinar si es o no buena opción como herramienta para la difusión de este tipo de información.

Al mismo tiempo desarrollarla para que el diagnóstico sobre la vulnerabilidad y/o riesgo de la vivienda se pueda realizar por sus habitantes como una herramienta educativa.

6. Bibliografía

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2012). *Estudio de déficit de vivienda en América Latina y el Caribe*.
- Benedetti, & Petrini. (1984). *Seismic Vulnerability of masonry buildings: proposal of an assessment methodology*. Rome, Italy: The construction Industry.
- Brown, L. (2011). *El mundo al borde del abismo: cómo evitar el declive ecológico y el colapso de la economía*. Bogotá: Ecoe Centro de estudios para el desarrollo sostenible.
- Calavera, J. (1996). *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado* (Vol. VOL 1). Madrid, España: INFOPRINT, S.A.
- Centro Nacional De Prevención de Desastres . (2014). *Atlas Nacional de Riesgos*. México, D.F., México.
- Comisión Federal de Electricidad. (2008). *Manual de Diseño de Obras Civiles* (Vol. Diseño por sismos). México, México, D.F, México.
- Computers & Structures, INC. (2015). Etabs. California, United States of America.
- CONAVI. (2010). *Código de Edificación de la Vivienda*. México .
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. (1979). *Memoria de la I reunion nacional sobre investigaciones en autoconstrucción*. México D.F. , México, México.
- Consejo Nacional de Población. (2010). *Mapas de marginación urbana de áreas metropolitanas*. México.
- Constitución de los Estados Unidos Mexicanos*. (1983). México D.F. , México: Diario Oficial de la Federación.
- Diario Oficial de la Federación. (2014). *Programa Nacional de Vivienda 2014-2018*. México, México.
- Emmott, S. (2013). *Diez mil millones*. Barcelona, España: Anagrama.
- Fausto, A., Meza, V., & Ávila, A. (2005). *Metodología para identificar los asentamientos de origen irregular consolidados en Guadalajara*. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Flores, L. (2012). *Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2012 piezas para uso estructural*. CENAPRED, México.

- Flores, R. E. (20 de Junio de 2016). Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región de Moquegua. *Ciencia y Tecnología para el Desarrollo- UJCM*.
- FONHAPO. (2010). *Diagnóstico de las necesidades y rezago en materia de vivienda de la población en pobreza patrimonial*. SEDESOL. México: GEA.
- García, M. (2001). *Caracterización del tabicón de concreto fabricado en la Zona Metropolitana de Guadalajara*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Gobierno de Jalisco. (16 de Febrero de 2013). *Gobierno del Estado de Jalisco*. Obtenido de <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/guadalajara>
- Guardado, A., & Rodríguez, H. (1986). *Perspectivas para una investigación sobre la vivienda popular de autoconstrucción en el estado de Veracruz*. México.
- HERCAB. (2017). *Mapa de Sistemas Estructurales por Zonas Sísmicas en México*. México.
- Ibarra, C., & Sánchez, F. (2001). *Caracterización de la mampostería con tabicón de concreto ligero a base de jal o pómez en la Zona Metropolitana de Guadalajara segunda parte*. Guadalajara, Jalisco, México.
- INECC. (2012). *Adaptación al cambio climático en México: Visión, elementos y criterios para la toma de decisiones*. México: SEMARNAT.
- Instituto Metropolitano de Planeación. (2016). *Plan de ordenamiento Territorial Metropolitano*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2017). *IMSS GOB*. Obtenido de <http://www.imss.gob.mx/apps>
- J, N. (1979). *Estudio de calidad del ladrillo de lama del Valle de Atemajac*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Jalisco Como Vamos. (2012). *La desigualdad en 10 ciudades Latinoamericanas*. ONU-Habitat. Guadalajara: Fundación J. Álvarez del Castillo V. .
- Monkkonen, P. (2009). *The Housing Transition in Mexico: Local impacts of national policy*. California, United States of America: University of Bekeley.
- Mosqueira Moreno, M. A., & Tarque Ruíz, S. N. (2005). *Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana*. Lima, Perú.
- NASA. (2015). *Technology readiness level*.

- Nava, A. (1995). *Terremotos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- NEODATA. (2016). *NEODATA*. Obtenido de <https://neodata.mx/construbase/presupuestos/>
- ONU HABITAT. (2015). *Déficit Habitacional en América Latina y el Caribe*. Nairobi, Kenia: ONU-Habitat.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015*. México: ONU.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). *Estudios de políticas urbanas de la OCDE; México Transformando la política urbana y el financiamiento de la vivienda*. Paris, Francia: OCDE.
- Ortíz, E. (2007). *Integración de un sistema de instrumentos de apoyo a la producción social de vivienda*. México: Coalición Internacional para el Hábitat.
- Ortíz, Ó., Castells, F., & Sonnemann, G. (2016). *Impacto Ambiental de la construcción y uso de una casa: Estudio de los materiales de construcción y el consumo final de energía eléctrica en un área residencial del departamento de Norte de Santander, Colombia*. Norte de Santander, Colombia.
- Perrillat, R., & Hernández, A. (2002). *Variables que Intervienen en los Sistemas de Mampostería y su Aplicación en la Construcción*. México, D.F., México.
- PRé Consultants. (2010). *Eco-indicator Tool*. Netherlands.
- Preciado, A. (2015). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de mampostería no reforzada en el pueblo de Tlajomulco, Jalisco*. Guadalajara.
- Ramírez, A. (2003). *Comisión para la regularización de la tenencia de la tierra*. Podium notarial.
- Rojas, A. (2010). *Ingeniería y Patología*. Pending S.A.S., Patologías y ensayos no destructivos, Madrid.
- Saavedra, R. (2001). *Planificación del desarrollo* (2ª edición ed.). Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- SEMARNAT & CONAVI. (2014). *NAMA Apoyada para la Vivienda Existente en México*. México D.F., México.
- SEMARNAT. (2015). *Reporte del Registro Nacional de Emisiones*. México D.F.

- SENER. (2011). NOM-020-ENER-2011 eficiencia energética de edificaciones para uso habitacional. México.
- Servicio Sismológico Nacional. (2016). *Sismos Históricos - Sismos de 1932*. UNAM, Instituto de Geofísica, México.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural . (2004). *Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de mampostería*. México.
- UN HABITAT. (2012). *State of Latin American and Caribbean cities 2012, Towards a new urban transition*. Nairobi, Kenia.
- Uribe, s. (2017). Fotografía de campo. Guadalajara.

7. Anexos

7.1 Anexo 1. Formatos de cuestionarios y observación directa

Marco Muestral

Objetivo

Conocer la opinión de los habitantes de viviendas autoconstruidas respecto de la calidad constructiva de sus hogares, identificar el proceso de edificación seguido en sus domicilios y registrar sus planes de mejoramiento futuro.

Temas

- Vivienda
 - Antigüedad, Tenencia y Documentos.
 - Superficies
 - Tenencia y documentación.
 - Servicios Públicos e Infraestructura.
 - Instalaciones
 - Materiales
- Habitantes
 - Habitantes, Genero y edad
 - Estudios
 - Perfil laboral/Ocupación
 - Aportación económica
- Percepción de la vivienda
 - Estado físico de la vivienda
 - Funcionalidad de los espacios
 - Problemas en las Instalaciones
- Vulnerabilidad de la vivienda
 - Riesgos percibidos
 - Seguridad estructural de la vivienda
 - Daños reales y potenciales
 - Autoevaluación de la vivienda
- Intervenciones constructivas
 - Condiciones iniciales
 - Mejoramiento
 - Planeación
 - Ampliación/Mantenimiento
 - Procesos
 - Asesoría
- Procesos de autoconstrucción
 - Gestión
 - Perfil de personas que intervienen
 - Habilidades técnicas
 - Apoyos externos
 - Actividades comunitarias

- Equipamiento y Prácticas sustentables
 - Áreas verdes
 - Agua pluvial y potable
 - Confort de la vivienda
 - Equipamiento sustentable
- Información y conocimientos de soporte
 - Medios de comunicación
 - Tecnología utilizada
 - Interés/ Herramienta

Marco Muestral

Se planteó un estudio estadísticamente representativo que alcanzara validez científica. Para ello se seleccionaron 5 colonias populares que son o fueron asentamientos marginales, que hoy presentan diferentes niveles de consolidación en el área metropolitana de Guadalajara.

Estas colonias son:

- San Martín de las flores (Tlaquepaque); Regular
- El Fortín (Zapopan); En proceso de regularización
- Jardines de Santa María (Tlaquepaque); Irregular
- Lomas de la primavera (Zapopan); Recién regularizada
- Constitución (Guadalajara); Regular

Las colonias se seleccionaron por su origen irregular en la planeación de la ciudad, que principalmente se encuentra en las periferias de la ciudad y donde es evidente la autoconstrucción de las viviendas. Adicional a esto, se busco establecer las colonias en diferentes municipios de la ciudad para identificar algún tipo de varianza que influya en las viviendas por su política o por su ubicación geográfica.

Dentro de cada colonia se delimitó un área de estudio, seleccionando un Ageb por cada colonia. El criterio para su selección fue establecer Ageb's que se encuentren en su totalidad dentro de la colonias y municipios determinados, contar con un número significativo de viviendas en su territorio y facilidad de acceso y seguridad para llegar a realizar los cuestionarios.

Se tomó el total de viviendas habitadas de todos los Agebs para obtener la muestra representativa. Con un total de 3316 casas habitadas, 90% de confianza y un margen de error del 10%, se obtuvo una muestra de 66 casas a levantar.

Para completar el muestreo total, se propone realizar el estudio a 14 casas por zona de estudio, las calles se seleccionaran de manera aleatoria, tomando 4 casas por calle y 2 en la última calle. Sin importar la distancia de separación, procurando seleccionarlas al ver movimiento en la casa o personas conviviendo al frente de ella

Los cuestionarios se realizaran en fines de semana para procurar entrevistar a jefes de familia, mayores de edad y que habiten el domicilio.

Cuestionario Vivienda

Folio: _____

Presentación: ¡Buenos días!. Venimos del ITESO. Estamos realizando una investigación sobre la vivienda en Guadalajara. ¿Nos permite unos minutos de su tiempo?, la información que usted nos proporcione es confidencial y se utilizará solamente para fines estadísticos, su opinión es muy importante para nosotros. ¡Gracias!

Entrevistador: _____

Dirección: _____

Ageb: LDP-5336 EFO-5355 JSM-2644 SMF-2201 CON-422A NA

Nombre: _____ Anónimo

Edad: [] Habita ahí: [] Jefe de casa: []

**En caso de ser menor de edad, no habitar la vivienda o no ser uno de los responsable de la vivienda terminar cuestionario.*

1. Vivienda:

1.1 Antigüedad de la vivienda: [] años	1.8 Servicios P.: [] Agua [] Estado B/R/M	1.11 Materiales: [] Concreto C.
1.2 Superficie Terreno: [] m2	[] Electricidad [] Estado B/R/M	[] Concreto P.
1.3 Superficie Construida [] m2	[] Drenaje [] Estado B/R/M	[] Castillos
1.4 Niveles [] #	[] Recolección B. [] Estado B/R/M	[] Concreto T.
1.5 Dormitorios: [] #	[] Gas [] Estado B/R/M	[] Piedra C.
	1.9 Infraestructura: [] Alcantarillas [] Estado B/R/M	[] Piso de Tierra
1.6 Tenencia: [] Propia/ Pagando	[] Pavimento [] Estado B/R/M	[] Block
[] Rentada	[] Alumbrado [] Estado B/R/M	[] Ladrillo L.
[] Prestada	[] Trans. Público [] Estado B/R/M	[] Lamina T.
[] Otro:	[] Arbolado [] Estado B/R/M	[] Acero
		[] Aluminio
1.7 Documentación: [] Escrituras	1.10 Instalaciones: [] Agua [] Estado B/R/M	
[] Permisos de Const.	[] Electricidad [] Estado B/R/M	1.12 Cubierta: [] Enjarres %
[] Habitabilidad	[] Drenaje [] Estado B/R/M	[] Interior %
[] Algún permiso del M.	[] Gas [] Estado B/R/M	[] Exterior %

**B: Bueno, R: Regular, M: Malo, C: Cimientos, P: Piso, Mu: Muro, T: Techo, L: Lama, %: en porcentaje*

2. Habitantes:

2.1 Genero					
2.2 Edad (años)					
2.3 Estudios (último grado)					
2.4 Ocupación (Especificar)					
2.5 Aportación a la casa (Mensual)					

**En caso de ser más de una familia, hacer anotaciones.*

3. Percepción de la vivienda:

3.1 Estado Físico Actual:		Deteriorado	Regular	Malo	Bueno	Muy bueno	Excelente
		Insuficiente	Suficiente	Amplio	Sobrado	N/A	Fácil Acceso
3.2 Espacios:	Sala/Comedor	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Cocina	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Habitaciones	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Cuarto Servicio	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Cochera	[]	[]	[]	[]	[]	[]
	Jardin	[]	[]	[]	[]	[]	[]
3.3 ¿Considera que sus instalaciones estan bien conectadas? S/N				Agua []	Luz []	Drenaje []	Gas []

**Explicar escala primero, N/A: No aplica*

4. Vulnerabilidad de la vivienda:

4.1 ¿Considera que su vivienda se encuentra en riesgo de...?	Derrumbes	Falla de Infraestructura; Gaseoductos, Tuberías, Represas....etc.	Sismos	Erupción de volcanes	Inundaciones	Otro:
¿Por qué?						
4.2 ¿Considera que su vivienda esta preparada para esos riesgos?	SI	NO	¿Por qué?			
4.3 ¿Qué tan importante cree usted que es conocer los riesgos presentes en su vivienda?	Nada importante	Poco importante	Importante	Muy importante		
4.4 ¿Su vivienda presenta daños visibles?	Tipo	S/N	Muro	Entrepiso/piso	Techo	Columnas
SI	Grietas	[]	[]	[]	[]	[]
NO	Asentamientos	[]	[]	[]	[]	[]
4.5 ¿Le interesaría poder hacer una autoevaluación de su vivienda?	M. De Humedad	[]	[]	[]	[]	[]
SI	Oxidación	[]	[]	[]	[]	[]
NO	Goteras	[]	[]	[]	[]	[]
4.6 ¿Le interesaría saber las consecuencias que tienen estos daños?	Flechas	[]	[]	[]	[]	[]
SI	Desprendimientos	[]	[]	[]	[]	[]
NO	Salitre	[]	[]	[]	[]	[]
4.7 ¿Le gustaría saber como solucionarlos?	Por Instalaciones	[]	[]	[]	[]	[]
SI	Por Vegetación	[]	[]	[]	[]	[]
NO						

*S/N: Si o No.

5. Intervenciones constructivas:

5.1 ¿En que condiciones ocuparon la vivienda?	Nueva	Usada	Completa	Incompleta	¿Por qué incompleta?			
5.2 ¿Han realizado modificaciones a su vivienda?	SI	NO	5.3 ¿Existió algún proyecto/ planeación inicial?		SI	NO		
5.4 Proceso de construcción	Ampliación (A)	Mantenimiento (M)	¿Qué Fue?	¿Hace cuanto?	Inversión (\$)	¿Recibió Asesoría? S/N, Tipo P/T/A	¿Quién la proporcionó?	¿Según el proyecto inicial?
1)	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
2)	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
3)	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
4)	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
5.5 ¿Cuánto es el trayecto de los materiales ?	Los llevan a domicilio	5 min	15 min	30 min	1 hora	+ 1 hora		
5.6 ¿Guardan materiales en la vivienda para futuras modificaciones?	SI	NO	¿Cuánto tiempo aproximadamente?		1 mes	6 meses	1 año	
5.7 ¿Esta satisfecho con los resultados?	SI	NO	¿Por qué?					
5.8 ¿Tiene planeado otras modificaciones o arreglos?	SI	NO	¿Cuáles?					
5.9 ¿Le gustaría recibir asesoría?	SI	NO	¿Por qué?					
¿De qué tipo?	P	T	A	¿Cuánto pagaría?	\$200	\$500	\$1,000	

*S/N: Si o No, \$: Monto en pesos MXN, P: Planeación, T: Técnica, A: Administración/ Gestión.

6. Proceso de autoconstrucción:

6.1 ¿Quién ha sido el/la responsable de la gestión de la construcción?	Habitantes	Maestro de obra	Albañiles	Ingeniero/ Arquitecto	Otros:	
6.2 ¿En cuantas otras construcciones ha participado?	0	1	2-5	5-10	+10	
6.3 Participantes en la construcción	Áreas en que colaboró		Últimos estudios P/S/B/L/T	Experiencia en Construcción S/N	Habilidades Técnicas	
1) []	[]	[]	[]	[]	[]	
2) []	[]	[]	[]	[]	[]	
3) []	[]	[]	[]	[]	[]	
6.4 ¿Han recibido apoyos externos?	Tipo	¿Quién lo otorgó?	Monto/ Materiales	¿Fue suficiente para sus planes? S/N	¿Qué porcentaje faltó?	¿Cómo se enteraron del apoyo?
SI NO	Económico	[]	[]	[]	[]	[]
6.5 ¿Cuántas veces han recibido apoyos?	Asesoría Técnica	[]	[]	[]	[]	[]
1 2-5 5-10	En especie	[]	[]	[]	[]	[]
	Otro:	[]	[]	[]	[]	[]
6.6 ¿Han participado en actividades para mejorar su comunidad?	El objetivo era mejorar:	Parques	Calles	Casas	Escuelas	Otro:
SI NO	Aportaron:	Tiempo	Dinero	Esfuerzo	Conocimiento	Espacio

*P: Primaria, S: Secundaria, B: Bachillerato, L: Licenciatura, T: Técnicos.

7. Equipamiento y prácticas sustentables:

7.1 Áreas Verdes	¿Son suficientes?	¿Tiene plantas y/o Pasto?	¿Cada cuanto las riega?			
[] M2	SI NO	SI NO	Diario 1-2 por semana Nunca			
7.2 Recolecta el agua de lluvia?	SI NO	¿En que la utiliza?	¿Cuenta con pozo de absorción? SI NO			
7.3 ¿Considera que sus habitaciones naturalmente tienen ...? S/N	Buena temperatura	Ventilación	Iluminación			
¿Utilizan algo para contrarrestarlo? S/N	[]	[]	[]			
¿Con qué equipo?	[]	[]	[]			
7.4 ¿Cuenta con...?	Calentador solar	Paneles solares	Focos incandescentes	Focos ahorradores	LEDs	Aljibe
S/N	[]	[]	[]	[]	[]	[]
7.5 ¿Con qué prácticas o herramientas economiza en su vivienda?						

*S/N: Si o NO

8. Información y conocimientos de soporte:

8.1 ¿Cuáles son los medios de comunicación que utiliza?	Televisión	Radio	Periódico	Redes sociales	Internet	Aplicaciones del celular
8.2 ¿Por qué medio le gustaría contar con la información que le ayude a mejorar su vivienda?	Manual escrito	Página internet	Aplicación celular	Televisión	Asesoría Personal	
8.3 ¿Realiza consultas de información para construir su vivienda?	SI	NO	Planeación ¿Dónde?	Técnica	Administrativa	Apoyos
8.4 ¿Conoce algún manual o programa de construcción?	SI	NO	¿Cuál?			
8.5 ¿Considera importante tener información técnica de construcción que sea práctica y accesible?	Nada importante	Poco importante	Importante	Muy importante		

9. ¿Me Permitiría ingresar a su domicilio para realizar unas observaciones? SI NO

Observación Directa

Objetivo

Conocer la morfología de la vivienda autoconstruida e identificar lesiones físicas presentes que vuelvan vulnerables a las viviendas.

Comprender su planificación y sus posibles futuras intervenciones, para poder entender el contexto en el que se desarrolla la dinámica de autoconstrucción e identificar las barreras que presentan los usuarios para proponer medidas hacia una vivienda sustentable.

Temas

- Morfología del entorno
 - Calles
 - Viviendas
 - Servicios Públicos
 - Topografía
 - Colindancias
- Morfología de la vivienda
 - Vivienda
 - Cubierta
 - Materiales
 - Refuerzo Antisísmico
- Intervenciones
 - Etapas
 - Capacidades
 - Evidencias
 - Discontinuidades
- Lesiones
 - Filtración de agua
 - Fisuras
 - Oxidación
 - Asentamientos
 - Flechas
 - Desprendimientos
 - Salitre
 - Por Vegetación
 - Por Instalaciones
- Equipamiento
 - Eléctrico
 - Agua
- Espacios
 - Percepción
 - Distribución

Se planteó un estudio estadísticamente representativo que alcanzara validez científica. Para ello se seleccionaron 5 colonias populares que son o fueron asentamientos marginales, que hoy presentan diferentes niveles de consolidación en el área metropolitana de Guadalajara.

Estas colonias son:

- San Martín de las flores (Tlaquepaque); Regular
- El Fortín (Zapopan); En proceso de regularización
- Jardines de Santa María (Tlaquepaque); Irregular
- Lomas de la primavera (Zapopan); Recién regularizada
- Constitución (Guadalajara); Regular

Las colonias se seleccionaron por su origen irregular en la planeación de la ciudad, que principalmente se encuentra en las periferias de la ciudad y donde es evidente la autoconstrucción de las viviendas. Adicional a esto, se busco establecer las colonias en diferentes municipios de la ciudad para identificar algún tipo de varianza que influya en las viviendas por su gobernanza o por su ubicación geográfica.

Dentro de cada colonia se delimitó un área de estudio, seleccionando un Ageb por cada colonia. El criterio para su selección fue establecer Ageb's que se encuentren en su totalidad dentro de la colonias y municipios determinados, contar con un número significativo de viviendas en su territorio y facilidad en accesibilidad y seguridad para llegar a realizar los cuestionarios.

Se tomó el total de viviendas habitadas de todos los Agebs para obtener la muestra representativa. Con un total de 3316 casas habitadas, 90% de confianza y un margen de error del 10%, se obtuvo una muestra de 66 casas a levantar.

Para completar el muestreo total, se propone realizar el estudio a 14 casas por zona de estudio, las calles se seleccionaran de manera aleatoria, tomando 4 casas por calle y 2 en la última calle. Sin importar la distancia de separación, procurando seleccionarlas al ver movimiento en la casa o personas conviviendo al frente de ella

La observación directa se realizara desde el exterior de la vivienda una vez que se termine el cuestionario de vivienda.

Observación Directa Vivienda

Presentación: *¡Buenos días! Venimos del ITESO. Estamos realizando una investigación sobre la vivienda en Guadalajara. ¿Nos permite unos minutos de su tiempo?, la información que usted nos proporcione es confidencial y se utilizará solamente para fines estadísticos, su opinión es muy importante para nosotros. ¡Gracias!*

Entrevistador: _____

Dirección: _____

Ageb: LDP-5336 EFO-5355 JSM-2644 SMF-2201 CON-422A NA

Nombre: _____

Edad: [] Habita ahí: [] Jefe de casa: []

1. Morfología del entorno:

1.1 Calle: [] Pavimento [] Baches	1.2 Viviendas: [] Adosadas	1.4 Topografía: [] Punto bajo
[] Tierra [] Deslaves	[] Baldíos	[] Plano
[] Empedrado [] Baches	[] Servidumbre	[] Colina
[] Calle Princ.	[] Herrería	[] Cañada
[] Calle Sec.		
[] Tráfico	1.3 Servicios P.: [] Alumbrado	1.5 Colinda: [] Río
[] Cerrada	[] Drenaje	[] Cerro
[] Banquetas	[] Pozos de absorción	[] Cañada
[] Rampas	[] Señalética	[] Cañada

2. Morfología de la Vivienda:

		[] Interior	[] Exterior
2.1 Vivienda: [] Adosada	2.3 Materiales:	Cimentación	Muros
[] # Ventanas	[] Concreto	[]	[]
[] # Cochera	[] Varilla	[]	[]
[] # Niveles	[] Piedra	[]	[]
[] Jardín	[] Block	[]	[]
[] Servidumbre	[] Ladrillo L.	[]	[]
	[] Vigas de acero	[]	[]
2.2 Cubierta: [] Enjarres %	[] Láminas	[]	[]
[] Interior %	[] Aluminio	[]	[]
[] Exterior %	[] Tierra	[]	[]
2.4 Antisísmico:	Cimentación: [] Zapatas	Muros: [] Reforzados	Cerramientos: [] Esquinas [] Dalas
	[] Suelo Cemento	[] Concreto	[] Intermedios [] Ventanas
	[] Losa de Cim.		

3. Intervenciones:

3.1 Etapas visibles: [] # Número de Intervenciones	¿Es evidente una planeación inicial? SI NO		
[] Ampliaciones	Descripción:		
[] Mejoramiento			
3.4 ¿Cuántas personas se ven aptas para ayudar en la construcción? []	3.5 ¿Hay material guardado en la vivienda? SI NO	3.6 ¿Se ven partes incompletas? SI NO	3.7 ¿Actualmente están haciendo Modificaciones? SI NO
3.8 ¿Existe discontinuidad en las uniones? SI NO	¿Por qué?		

Observación Directa Vivienda

4. Lesiones:	Tipo	Cantidad	Ubicación:
4.1 Filtración de agua []	Humedad []	[]	[]
	Goteo []	[]	[]
	Instalaciones []	[]	[]
	Otro []	[]	[]
4.2 Fisuras []	Techo []	[]	[]
	Muro []	[]	[]
	Otro []	[]	[]
4.3 Oxidación []	Castillos []	[]	[]
	Viguería []	[]	[]
	Herrería []	[]	[]
	Otro []	[]	[]
4.4 Asentamientos []	Diferenciales []	[]	[]
	Parejos []	[]	[]
	Otro []	[]	[]
4.5 Flechas []	Vigas de Acero []	[]	[]
	Losas []	[]	[]
	Volados []	[]	[]
	Otros []	[]	[]
4.6 Desprendimientos []	Enjarre en muros []	[]	[]
	Enjarre en Techo []	[]	[]
	Pieza de Muro []	[]	[]
	Pieza de Columna []	[]	[]
	Otros []	[]	[]
4.7 Salitre []	Muro []	[]	[]
	Techos []	[]	[]
	Otro []	[]	[]
4.8 Daños por Vegetación []	Muros []	[]	[]
	Techos []	[]	[]
	Pretiles []	[]	[]
	Otro []	[]	[]
4.9 Daño por Instalaciones []	Agua []	[]	[]
	Luz []	[]	[]
	Gas []	[]	[]
	Drenaje []	[]	[]
	Otro []	[]	[]

5. Equipamiento:

5.1 Electrico: [] Focos A.	5.2 Agua: [] Dispositivos A.	[] Pozo Abs.	5.3 Otros: [] Tinaco
[] Panel Solar	[] Bajantes	[] Medidor de A.	[] Tanque Gas.
[] Medidor de E.	[] Calentador S.		

Observación Directa Vivienda

6. Espacios:

6.1 Percepción:	Estrechos	Atiborrados	Húmedos	Ventilados	Iluminados	Fríos
Sala/Comedor	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Cocina	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Cuarto de Servicio	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Estudio	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Habitaciones 1:	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Habitaciones 2:	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Patio	[]	[]	[]	[]	[]	[]
6.2 Distribución:						
	PB					PA

7.2 Anexo 2. Fórmulas y valores utilizados de las Normas Técnicas Complementarias del reglamento de construcción.

Resistencia de diseño mínima a compresión por pieza			NTCD DF 2004; Cap 2.1.2	
Media de la resistencia compresión de las piezas, referidas al área bruta	$f_p =$	115	kg / cm ²	$f_p^* = \frac{\overline{f_p}}{1 + 2.5 c_p} \quad (2.1)$ <p>donde</p> <p>$\overline{f_p}$ media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta; y</p> <p>c_p coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas.</p> <p>El valor de c_p no se tomará menor que 0.20 para piezas provenientes de plantas mecanizadas que evidencien un sistema de control de calidad como el requerido en la norma NMX-C-404-ONNCE, ni que 0.30 para piezas de fabricación mecanizada, pero que no cuenten con un sistema de control de calidad, ni que 0.35 para piezas de producción artesanal.</p>
Coficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas	$C_p =$	0.35		
Resistencia de diseño a compresión de las piezas	$f_p^* =$	61.33	kg / cm ²	
Resistencia de diseño a compresión del mortero			NTCD DF 2004; Cap 2.5.1	
Media de la resistencia compresión de cubos de mortero o de cilindros de concreto relleno	$f_j =$	60	kg / cm ²	$f_j^* = \frac{\overline{f_j}}{1 + 2.5 c_j} \quad (2.2)$ <p>donde</p> <p>$\overline{f_j}$ media de la resistencia a compresión de cubos de mortero o de cilindros de concreto de relleno; y</p> <p>c_j coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno, que en ningún caso se tomará menor que 0.2.</p>
Coficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno	$C_j =$	0.2		
Resistencia de diseño a compresión del mortero	$f_j^* =$	40.00	kg / cm ²	
Resistencia de diseño a compresión de un muro de mampostería a partir de las piezas y el mortero			NTCD DF 2004; Cap 2.8.1.2	
Tipo de mampostería	Tipo = Piezas de barro			
Altura de pieza	$h =$	7	cm	
Espesor pieza	$e =$	14	cm	
	$h/e =$	0.5		Ok
Condición 1	$f_p^* >$	60	kg / cm ²	
	Cumple	Si		Ok
Fabricación de piezas	Artesanal			
Condición 2	Espesor máximo de junta =	1.5	cm	
	Cumple	Si		Ok
Tabla que aplica	Tabla 2.7			
Resistencia de diseño a compresión de la mampostería	$f_m^* =$	20.00	kg / cm ²	

Tabla 2.6 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de concreto (f_m^* , sobre área bruta)

f_p^* , MPa (kg/cm ²) ¹	f_m^* , MPa (kg/cm ²)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
10 (100)	5 (50)	4.5 (45)	4 (40)
15 (150)	7.5 (75)	6 (60)	6 (60)
≥ 20 (200)	10 (100)	9 (90)	8 (80)

¹ Para valores intermedios de f_p^* se interpolará linealmente para un mismo tipo de mortero.

Tabla 2.7 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de barro (f_m^* , sobre área bruta)

f_p^* , MPa (kg/cm ²) ¹	f_m^* , MPa (kg/cm ²)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
6 (60)	2 (20)	2 (20)	2 (20)
7.5 (75)	3 (30)	3 (30)	2.5 (25)
10 (100)	4 (40)	4 (40)	3 (30)
15 (150)	6 (60)	6 (60)	4 (40)
20 (200)	8 (80)	7 (70)	5 (50)
30 (300)	12 (120)	9 (90)	7 (70)
40 (400)	14 (140)	11 (110)	9 (90)
≥ 50 (500)	16 (160)	13 (130)	11 (110)

¹ Para valores intermedios de f_p^* se interpolará linealmente para un mismo tipo de mortero.

Resistencia de diseño a compresión diagonal de un muro de mampostería a partir de vaores indicativos

NTCD DF 2004; Cap 2.8.2.2

Tabla que aplica	Tabla 2.9			
Resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería	$V_m^* =$	3.00	kg / cm ²	Ok
Resistencia de diseño a compresión de la mampostería	$f_m^* =$	20.00	kg / cm ²	
Límite	$.8 * Raiz(f_m^*) =$	3.58	kg / cm ²	

Tabla 2.9 Resistencia de diseño a compresión diagonal para algunos tipos de mampostería, sobre área bruta

Pieza	Tipo de mortero	$V_m^*^1$, MPa (kg/cm ²)
Tabique de barro recocido ($f_p^* \geq 6$ MPa, 60 kg/cm ²)	I	0.35 (3.5)
	II y III	0.3 (3)
Tabique de barro con huecos verticales ($f_p^* \geq 12$ MPa, 120 kg/cm ²)	I	0.3 (3)
	II y III	0.2 (2)
Bloque de concreto (pesado ²) ($f_p^* \geq 10$ MPa, 100 kg/cm ²)	I	0.35 (3.5)
	II y III	0.25 (2.5)
Tabique de concreto (tabicón) ($f_p^* \geq 10$ MPa, 100 kg/cm ²)	I	0.3 (3)
	II y III	0.2 (2)

¹ Cuando el valor de la tabla sea mayor que $0.25\sqrt{f_m^*}$, en MPa ($0.8\sqrt{f_m^*}$, en kg/cm²) se tomará este último valor como V_m^* .

² Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 20 kN/m³ (2 000 kg/m³).

Módulo de elasticidad de la mampostería a partir de la resistncia de diseño a compresión de la mampostería

NTCD DF 2004; Cap 2.8.5.2

Tipo de mampostería	Tipo =	Piezas de barro	
Duración de cargas	Tipo de carga =	Carga de corta duración	
Resistencia de diseño a compresión de la mampostería	$f_m^* =$	20.00	kg / cm ²
Módulo de elasticidad de la mampostería	$E_m =$	12,000.00	kg / cm ²

Módulo de cortante de la mampostería a partir del modulo de elasticidad de la mampostería

NTCD DF 2004; Cap 2.8.6.2

Módulo de elasticidad de la mampostería	$E_m =$	12,000.00	kg / cm ²
Módulo de cortante de la mampostería	$G_m =$	4,800.00	kg / cm ²

Factor de resistencia

NTCD DF 2004; Cap 3.1.4

Módulo de cortante de la mampostería / Axial	$FR =$	0.60
Módulo de cortante de la mampostería / Flexocompresión	$FR =$	0.60
Módulo de cortante de la mampostería / Cortante	$FR =$	0.70

3.1.4.1 En muros sujetos a compresión axial

$F_R = 0.6$ para muros confinados (Cap. 5) o reforzados interiormente (Cap. 6).

$F_R = 0.3$ para muros no confinados ni reforzados interiormente (Cap. 7).

3.1.4.2 En muros sujetos a flexocompresión en su plano o a flexocompresión fuera de su plano

Para muros confinados (Cap. 5) o reforzados interiormente (Cap. 6).

$$F_R = 0.8 \text{ si } P_H \leq \frac{P_R}{3}$$

$$F_R = 0.6 \text{ si } P_H > \frac{P_R}{3}$$

Para muros no confinados ni reforzados interiormente (Cap. 7).

$$F_R = 0.3$$

3.1.4.3 En muros sujetos a fuerza cortante

$F_R = 0.7$ para muros diafragma (Cap. 4), muros confinados (Cap. 5) y muros con refuerzo interior (Cap. 6).

$F_R = 0.4$ para muros no confinados ni reforzados interiormente (Cap. 7).

Factor de reducción por los efectos de excentricidad y esbeltez

NTCD DF 2004; Cap 3.2.2.3

Módulo de cortante de la mampostería $FE = 0.70$

a) Se podrá tomar F_E igual a 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieran en más de 50 por ciento. Se podrá tomar F_E igual a 0.6 para muros extremos o con claros que difieran en más de 50 por ciento, así como para casos en que la relación entre cargas vivas y cargas muertas de diseño excede de uno. Para ambos casos, se deberá cumplir simultáneamente que:

- 1) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a su plano están restringidas por el sistema de piso, por dadas o por otros elementos;
- 2) La excentricidad en la carga axial aplicada es menor o igual que $t/6$ y no hay fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro; y
- 3) La relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t , no excede de 20.

Resistencia a compresión de muros confinados

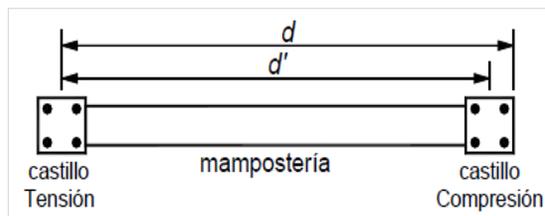
NTCD DF 2004; Cap 5.3.1

	$FR =$	0.60		0.3
	$FE =$	0.70		
	$f_m^* =$	20.00	kg / cm ²	
Longitu de muro	$L =$	250.00	cm	
Espesor de muro	$e =$	15.00	cm	
Área de muro	$AT =$	3,750.00	cm ²	
Número de varillas	$N_o =$	8	pza	
Diametro de varillas	$\# =$	# 2		
Área total	$As =$	2.53	cm ²	
Fluencia del acero	$F_y =$	5700.0	kg / cm ²	
Resistencia a compresión de muro confinado 1)	1) $PR =$	37.57	ton	
Resistencia a compresión de muro confinado 2)	2) $PR =$	37.80	ton	15.75

Resistencia a flexo compresión de muros confinados

NTCD DF 2004; Cap 5.3.2.2

	$FR =$	0.60		0.3
	$FE =$	0.70		
Longitu de muro	$L =$	250.00	cm	
Espesor de muro	$e =$	15.00	cm	
Dimensión de castillo paralela al muro	$hc =$	15.00	cm	
Número de varillas	$N_o =$	4	pza	
Diametro de varillas	$\# =$	# 2		
Área total	$As =$	1.27	cm ²	
Fluencia del acero	$F_y =$	5700.0	kg / cm ²	
Resistencia a flexión pura del muro	$M_o =$	1,696,836.67	kg * cm	
Compresión actuante Límite 1)	$P_u =$	5,285.00	kg	
	$PR / 3 =$	12,521.76	kg	
Momento flexionate resistente de diseño	$MR =$	14.03	ton-m	3.84



Resistencia a cortante de muros confinados

NTCD DF 2004; Cap 5.4.2

	$FR =$	0.70		0.4
	$FE =$	0.70		
Longitud de muro	$L =$	250.00	cm	
Espesor de muro	$e =$	15.00	cm	
Área de muro	$AT =$	3,750.00	cm ²	
	$V_m^* =$	3.00	kg / cm ²	
Resistencia a corte de diseño	$VmR =$	5.05	ton	2.8842

Refuerzo con malla

NTCD DF 2004; Cap 5.4.4

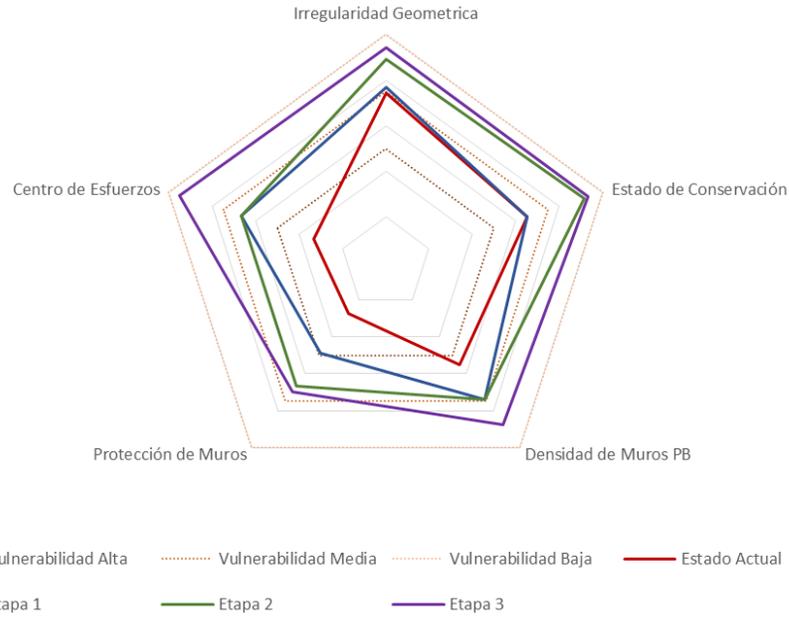
Fluencia de acero	$Fyh =$	5000.0	kg / cm ²	
<i>ph mínimo</i>	$ph \text{ min} =$	0.0006	kg / cm	
<i>máximo para piezas masizas</i>	$ph \text{ max} =$	0.0024	kg / cm	
<i>cuantía de acero</i>	$ph =$	0.00103	kg / cm	
		5.15		
Factor de eficiencia	$n =$	0.6		
	$Vsr =$	8.11125	ton	
Resistencia a cortante total	$Vr \text{ REF} =$	13.16	ton	

NTCD DF 2004; Cap 4.3.2

7.3 Anexo 3. Validación de Indicadores e Intervenciones

Indicadores C1-CHITO					
		Estado Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Irregularidad Geométrica	15%	74%	77%	89%	99%
Área techada por nivel	30%	59%	59%	99%	99%
	PB M2	61.69	61.69	61.69	61.69
	N1 M2	36.5	36.5	61.35	61.35
Volados	30%	67%	67%	67%	100%
	Cantidad de Volados #	1	1	1	0
Discontinuidad en muros	40%	91%	98%	98%	98%
	Total muros ML	60.53	64.13	78.23	81.64
	Muros discontinuos ML	5.15	1.55	1.55	1.55
Estado de Conservación	20%	65.00%	65.00%	91.67%	98.33%
Salitre	15%	33%	33%	67%	100%
	Puntos localizados #	2	2	1	0
Desprendimientos	5%	33%	33%	67%	100%
	Puntos localizados #	2	2	1	0
Grietas	25%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Filtraciones de agua	20%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Daños por vegetación	10%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Daños por instalaciones	5%	67%	67%	67%	67%
	Puntos localizados #	1	1	1	1
Acero expuesto	20%	0%	0%	100%	100%
	Puntos localizados #	3	3	0	0
Densidad de Muros PB	20%	55%	74%	74%	92%
Longitud de muros	100%	55%	74%	74%	92%
	Sentido corto ML	10.51	14.11	14.11	17.52
	Sentido largo ML	23.78	23.78	23.78	23.78
Protección de Muros	30%	27.631578947368400%	49%	67%	73%
Confinamiento	50%	55%	87%	87%	87%
	Necesarios en puertas y ventanas ML	57	57	57	57
	Actuales en puertas y ventanas ML	6	42	42	42
	Necesarios en cruces y c/3 m ML	69	69	69	69
	Actuales en cruces y c/3 m ML	69	69	69	69
Refuerzo	50%	0%	11%	47%	60%
	Muros sentido corto PB ML	10.51	14.11	14.11	17.52
	Muros Reforzados sentido corto PB ML	0	2.2	9.4	9.4
	Muros sentido corto N1 ML	9.46	9.46	9.46	9.46
	Muros Reforzados sentido corto N1 ML	0	0	0	7
Centro de Esfuerzos	15%	33%	67%	67%	100%
Averturas en Fachadas PB	100%	33%	67%	67%	100%
	Cochera remetida #	1	1	1	0
	Ventanales #	1	0	0	0

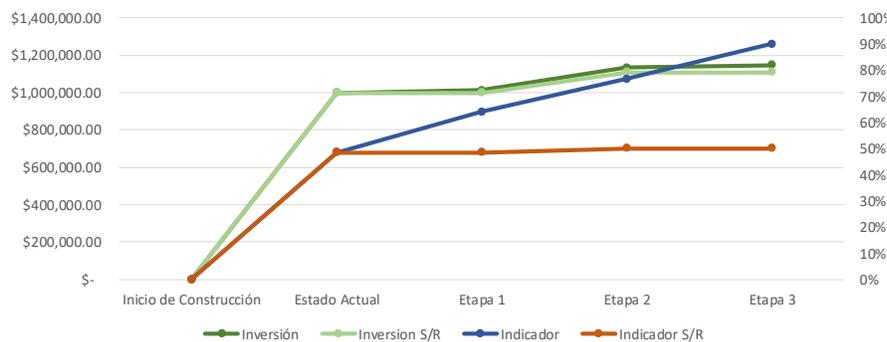
	Estado Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
<i>Irregularidad Geométrica</i>	74%	77%	89%	94%
<i>Estado de Conservación</i>	65%	65%	92%	93%
<i>Densidad de Muros PB</i>	55%	74%	74%	87%
<i>Protección de Muros</i>	28%	49%	67%	70%
<i>Centro de Esfuerzos</i>	33%	67%	67%	95%
Índice de Vulnerabilidad	48.49%	64.01%	76.54%	89.94%
	<i>V. Alta</i>	<i>V. Media</i>	<i>V. Baja</i>	<i>V. Baja</i>



Intervenciones C1-CHITO

			Intervenciones			Indicador
			Cantidad	Precio Unitario	Total	
Etapa 1					\$ 12,216.80	64.01%
1) Tapar huecos inutilizados	ML	3.6	\$ 1,060.00	\$ 3,816.00		
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML	36	\$ 144.50	\$ 5,202.00		
3) Refuerzo de muros nuevos con mall:	ML	2.2	\$ 1,454.00	\$ 3,198.80		
Etapa 2					\$ 121,218.80	76.54%
4) Ampliaciones						
	Losa	M2	24.85	\$ 3,500.00	\$ 86,975.00	
	Muro	ML	14.1	\$ 1,500.00	\$ 21,150.00	
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML	0	\$ 350.00	\$ -		
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML	7.2	\$ 1,454.00	\$ 10,468.80		
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#	5	\$ 525.00	\$ 2,625.00		
Etapa 3					\$ 14,637.28	89.94%
8) Particiones	ML	3.41	\$ 998.25	\$ 3,404.03		
9) Refuerzo en Muros N1	ML	7	\$ 1,454.75	\$ 10,183.25		
10) Eliminar lesiones en vivienda	#	2	\$ 525.00	\$ 1,050.00		

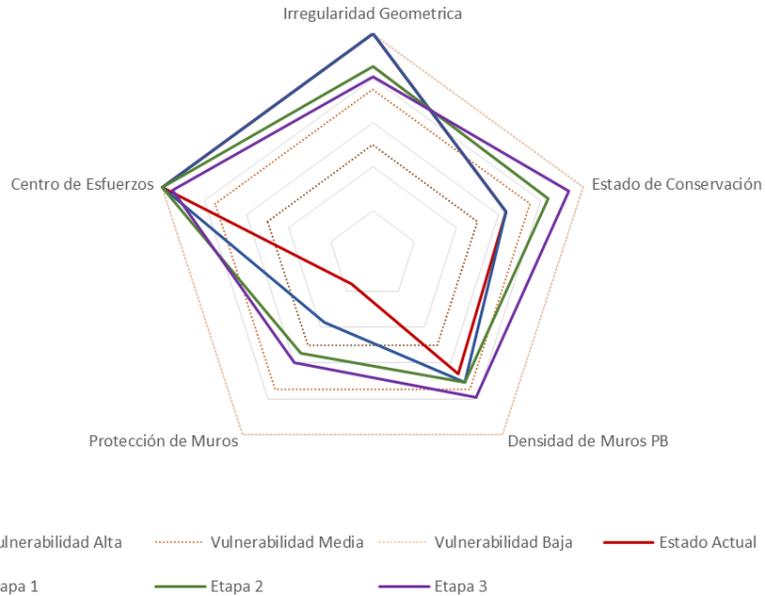
Inversión e Indicador



Indicadores C2-FRAN

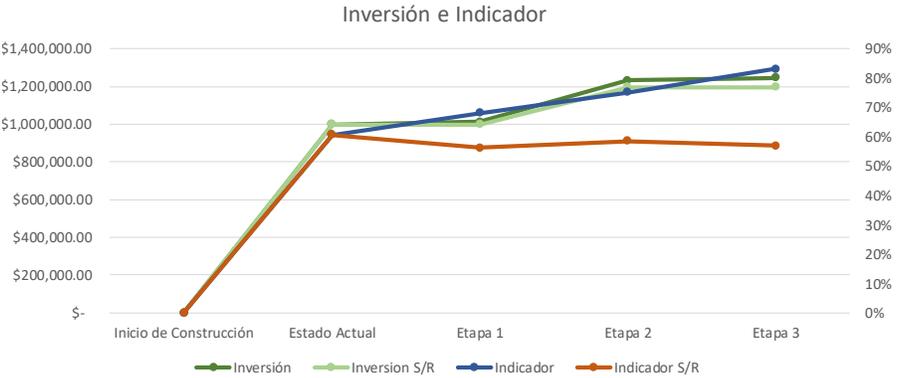
	Estado Actual		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Irregularidad Geométrica	15%	100%	100%	85%	85%
Área techada por nivel	30%	100%	100%	51%	51%
PB M2	88.97		88.97	88.97	88.97
N1 M2	0		0	45	45
Volados	30%	100%	100%	100%	100%
Cantidad de Volados #	0		0	0	0
Discontinuidad en muros	40%	100%	100%	100%	100%
Total muros ML	78.89		80.89	106.89	112.09
Muros discontinuos ML	0		0	0	0
Estado de Conservación	20%	63.33%	63.33%	83.33%	98.33%
Salitre	15%	0%	0%	100%	100%
Puntos localizados #	3		3	0	0
Desprendimientos	5%	0%	0%	100%	100%
Puntos localizados #	3		3	0	0
Grietas	25%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #	0		0	0	0
Filtraciones de agua	20%	33%	33%	33%	100%
Puntos localizados #	2		2	2	0
Daños por vegetación	10%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #	0		0	0	0
Daños por instalaciones	5%	33%	33%	33%	67%
Puntos localizados #	2		2	2	1
Acero expuesto	20%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #	0		0	0	0
Densidad de Muros PB	20%	66%	71%	71%	84%
Longitud de muros	100%	66%	71%	71%	84%
Sentido corto ML	27.29		29.29	29.29	34.49
Sentido largo ML	51.59		51.59	51.59	51.59
Protección de Muros	30%	16%	37%	55%	63%
Confinamiento	50%	32%	68%	86%	86%
Necesarios en puertas y ventanas ML	63		63	63	63
Actuales en puertas y ventanas ML	18		63	63	63
Necesarios en cruces y c/3 m ML	84		84	84	84
Actuales en cruces y c/3 m ML	30		30	60	60
Refuerzo	50%	0%	7%	24%	40%
Muros sentido corto PB ML	27.29		29.29	29.29	34.49
Muros Reforzados sentido corto PB ML	0		2	10	10
Muros sentido corto N1 ML	0		0	7.8	7.8
Muros Reforzados sentido corto N1 ML	0		0	0	5.2
Centro de Esfuerzos	15%	100%	100%	100%	100%
Averturas en Fachadas PB	100%	100%	100%	100%	100%
Cochera remetida #	0		0	0	0
Ventanales #	0		0	0	0

	Estado Actual	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Irregularidad Geométrica	100%	100%	85%	81%
Estado de Conservación	63%	63%	83%	93%
Densidad de Muros PB	66%	71%	71%	79%
Protección de Muros	16%	37%	55%	60%
Centro de Esfuerzos	100%	100%	100%	95%
Índice de Vulnerabilidad	60.71%	68.06%	75.08%	83.06%
	<i>V. Media</i>	<i>V. Media</i>	<i>V. Baja</i>	<i>V. Baja</i>



Intervenciones C2-FRAN

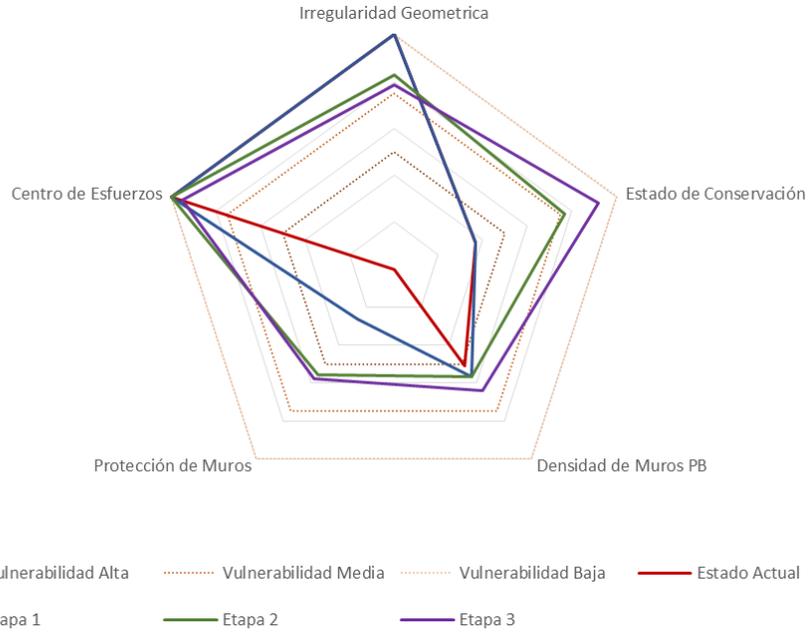
			<i>Intervenciones</i>			<i>Indicador</i>
			Cantidad	Precio Unitario	Total	
Etapa 1					\$ 11,530.50	68.06%
1) Tapar huecos inutilizados	ML		2	\$ 1,060.00	\$ 2,120.00	
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML		45	\$ 144.50	\$ 6,502.50	
3) Refuerzo de muros nuevos con mall	ML		2	\$ 1,454.00	\$ 2,908.00	
Etapa 2					\$ 221,782.00	75.08%
4) Ampliaciones						
	Losa	M2	45	\$ 3,500.00	\$ 157,500.00	
	Muro	ML	26	\$ 1,500.00	\$ 39,000.00	
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML		30	\$ 350.00	\$ 10,500.00	
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML		8	\$ 1,454.00	\$ 11,632.00	
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#		6	\$ 525.00	\$ 3,150.00	
Etapa 3					\$ 14,330.60	83.06%
8) Particiones	ML		5.2	\$ 998.25	\$ 5,190.90	
9) Refuerzo en Muros N1	ML		5.2	\$ 1,454.75	\$ 7,564.70	
10) Eliminar lesiones en vivienda	#		3	\$ 525.00	\$ 1,575.00	



Indicadores C3-CAJITILÁN

		<i>Estado Actual</i>		<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>
				<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Irregularidad Geométrica		15%	100%	100%	83%	83%
Área techada por nivel		30%	100%	100%	43%	43%
	PB M2		72	72	72	72
	N1 M2		0	0	30.75	30.75
Volados		30%	100%	100%	100%	100%
	Cantidad de Volados #		0	0	0	0
Discontinuidad en muros		40%	100%	100%	100%	100%
	Total muros ML		48.2	49.7	66.7	69.7
	Muros discontinuos ML		0	0	0	0
Estado de Conservación		20%	36.67%	36.67%	76.67%	96.67%
Salitre		15%	33%	33%	100%	100%
	Puntos localizados #		2	2	0	0
Desprendimientos		5%	33%	33%	100%	100%
	Puntos localizados #		2	2	0	0
Grietas		25%	33%	33%	33%	100%
	Puntos localizados #		2	2	2	0
Filtraciones de agua		20%	67%	67%	100%	100%
	Puntos localizados #		1	1	0	0
Daños por vegetación		10%	67%	67%	67%	67%
	Puntos localizados #		1	1	1	1
Daños por instalaciones		5%	33%	33%	33%	100%
	Puntos localizados #		2	2	2	0
Acero expuesto		20%	0%	0%	100%	100%
	Puntos localizados #		3	3	0	0
Densidad de Muros PB		20%	51%	57%	57%	68%
Longitud de muros		100%	51%	57%	57%	68%
	Sentido corto ML		14	15.5	15.5	18.5
	Sentido largo ML		34.2	34.2	34.2	34.2
Protección de Muros		30%	0%	26%	55%	61%
Confinamiento		50%	0%	43%	68%	68%
	Necesarios en puertas y ventanas ML		42	42	42	42
	Actuales en puertas y ventanas ML		0	36	36	36
	Necesarios en cruces y c/3 m ML		30	30	30	30
	Actuales en cruces y c/3 m ML		0	0	15	15
Refuerzo		50%	0%	10%	43%	54%
	Muros sentido corto PB ML		14	15.5	15.5	18.5
	Muros Reforzados sentido corto PB ML		0	1.5	9.5	9.5
	Muros sentido corto N1 ML		0	0	5.1	5.1
	Muros Reforzados sentido corto N1 ML		0	0	0	3
Centro de Esfuerzos		15%	100%	100%	100%	100%
Averturas en Fachadas PB		100%	100%	100%	100%	100%
	Cochera remetida #		0	0	0	0
	Ventanales #		0	0	0	0

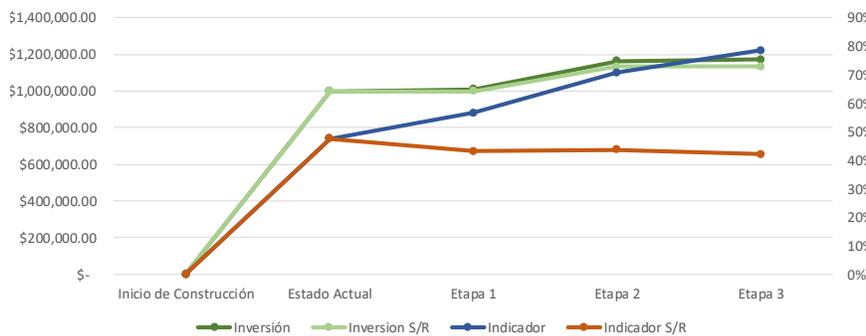
	<i>Estado Actual</i>	<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Irregularidad Geométrica</i>	100%	100%	83%	79%
<i>Estado de Conservación</i>	37%	37%	77%	92%
<i>Densidad de Muros PB</i>	51%	57%	57%	64%
<i>Protección de Muros</i>	0%	26%	55%	58%
<i>Centro de Esfuerzos</i>	100%	100%	100%	95%
Índice de Vulnerabilidad	47.57%	56.54%	70.70%	78.50%
	<i>V. Alta</i>	<i>V. Media</i>	<i>V. Media</i>	<i>V. Baja</i>



Intervenciones C3-CAJITILÁN

		Intervenciones			Indicador
		Cantidad	Precio Unitario	Total	
Etapa 1				\$ 8,973.00	56.54%
1) Tapar huecos inutilizados	ML	1.5	\$ 1,060.00	\$ 1,590.00	
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML	36	\$ 144.50	\$ 5,202.00	
3) Refuerzo de muros nuevos con mall	ML	1.5	\$ 1,454.00	\$ 2,181.00	
Etapa 2				\$ 154,207.00	70.70%
4) Ampliaciones					
	Losa M2	30.75	\$ 3,500.00	\$ 107,625.00	
	Muro ML	17	\$ 1,500.00	\$ 25,500.00	
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML	15	\$ 350.00	\$ 5,250.00	
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML	8	\$ 1,454.00	\$ 11,632.00	
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#	8	\$ 525.00	\$ 4,200.00	
Etapa 3				\$ 9,459.00	78.50%
8) Particiones	ML	3	\$ 998.25	\$ 2,994.75	
9) Refuerzo en Muros N1	ML	3	\$ 1,454.75	\$ 4,364.25	
10) Eliminar lesiones en vivienda	#	4	\$ 525.00	\$ 2,100.00	

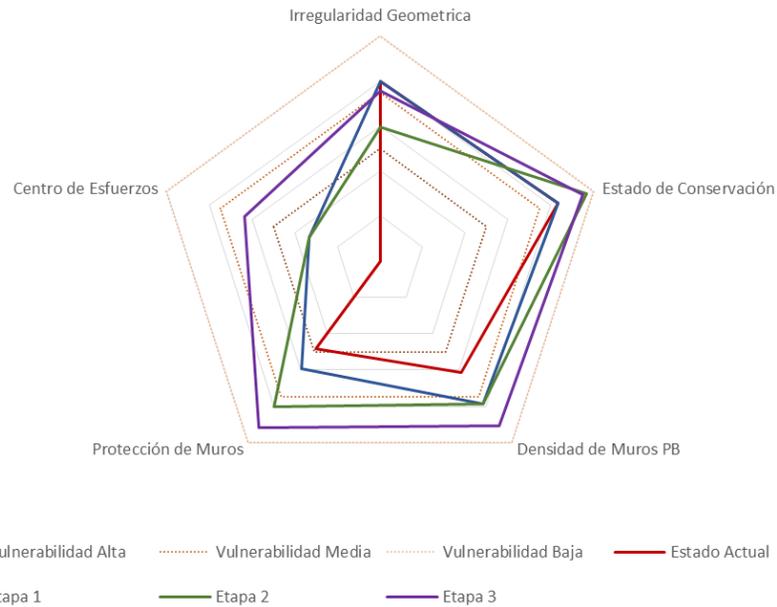
Inversión e Indicador



Indicadores C4-RODRIGO

	<i>Estado Actual</i>		<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Irregularidad Geométrica	15%	80%	80%	60%	80%
Área techada por nivel	30%	100%	100%	32%	32%
	PB M2	77.3	77.3	77.3	77.3
	N1 M2	0	0	24.5	24.5
Volados	30%	33%	33%	33%	100%
	Cantidad de Volados #	2	2	2	0
Discontinuidad en muros	40%	100%	100%	100%	100%
	Total muros ML	38.52	42.02	58.02	61.52
	Muros discontinuos ML	0	0	0	0
Estado de Conservación	20%	83.33%	83.33%	96.67%	100.00%
Salitre	15%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Desprendimientos	5%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Grietas	25%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Filtraciones de agua	20%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Daños por vegetación	10%	100%	100%	100%	100%
	Puntos localizados #	0	0	0	0
Daños por instalaciones	5%	33%	33%	33%	100%
	Puntos localizados #	2	2	2	0
Acero expuesto	20%	33%	33%	100%	100%
	Puntos localizados #	2	2	0	0
Densidad de Muros PB	20%	61%	78%	78%	95%
Longitud de muros	100%	61%	78%	78%	95%
	Sentido corto ML	12.7	16.2	16.2	19.7
	Sentido largo ML	25.82	25.82	25.82	25.82
Protección de Muros	30%	48%	59%	80%	97%
Confinamiento	50%	97%	97%	100%	100%
	Necesarios en puertas y ventanas ML	42	42	42	42
	Actuales en puertas y ventanas ML	42	42	42	42
	Necesarios en cruces y c/3 m ML	45	45	45	45
	Actuales en cruces y c/3 m ML	42	42	45	45
Refuerzo	50%	0%	22%	60%	93%
	Muros sentido corto PB ML	12.7	16.2	16.2	19.7
	Muros Reforzados sentido corto PB ML	0	3.5	14	14
	Muros sentido corto N1 ML	0	0	4.8	4.8
	Muros Reforzados sentido corto N1 ML	0	0	0	7
Centro de Esfuerzos	15%	0%	33%	33%	67%
Averturas en Fachadas PB	100%	0%	33%	33%	67%
	Cochera remetida #	2	1	1	0
	Ventanales #	1	1	1	1

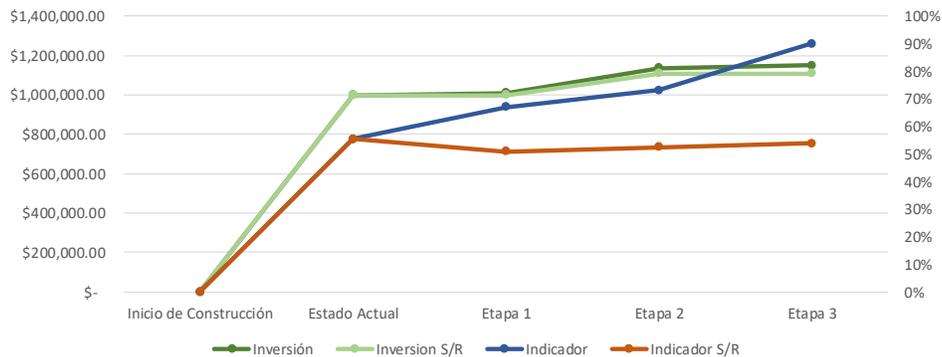
	<i>Estado Actual</i>	<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>	<i>Etapas</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Irregularidad Geométrica</i>	80%	80%	60%	76%
<i>Estado de Conservación</i>	83%	83%	97%	95%
<i>Densidad de Muros PB</i>	61%	78%	78%	91%
<i>Protección de Muros</i>	48%	59%	80%	92%
<i>Centro de Esfuerzos</i>	0%	33%	33%	63%
Índice de Vulnerabilidad	55.46%	67.09%	73.02%	90.03%
	V. Media	V. Media	V. Media	V. Baja



Intervenciones C4-RODRIGO

			Intervenciones			Indicador
			Cantidad	Precio Unitario	Total	
Etapa 1					\$ 8,799.00	67.09%
1) Tapar huecos inutilizados	ML	3.5	\$ 1,060.00	\$ 3,710.00		
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML	0	\$ 144.50	\$ -		
3) Refuerzo de muros nuevos con mall:	ML	3.5	\$ 1,454.00	\$ 5,089.00		
Etapa 2					\$ 127,117.00	73.02%
4) Ampliaciones						
	Losa	M2	24.5	\$ 3,500.00	\$ 85,750.00	
	Muro	ML	16	\$ 1,500.00	\$ 24,000.00	
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML	3	\$ 350.00	\$ 1,050.00		
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML	10.5	\$ 1,454.00	\$ 15,267.00		
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#	2	\$ 525.00	\$ 1,050.00		
Etapa 3					\$ 14,727.13	90.03%
8) Particiones	ML	3.5	\$ 998.25	\$ 3,493.88		
9) Refuerzo en Muros N1	ML	7	\$ 1,454.75	\$ 10,183.25		
10) Eliminar lesiones en vivienda	#	2	\$ 525.00	\$ 1,050.00		

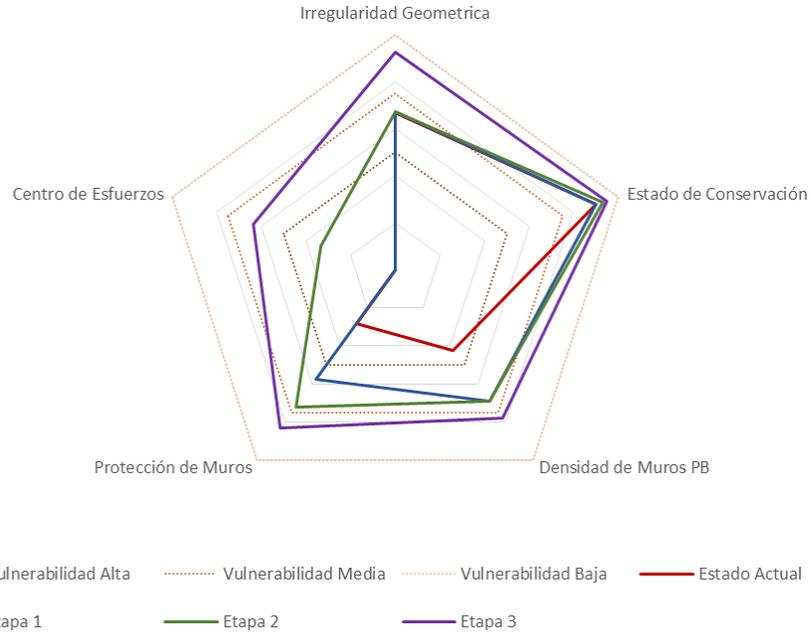
Inversión e Indicador



Indicadores C5-JORGE

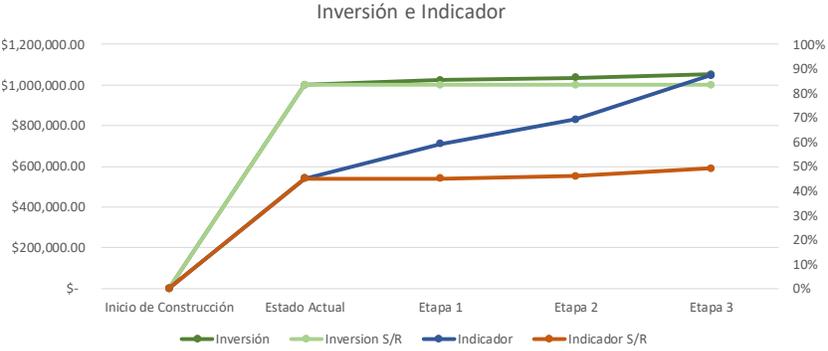
	<i>Estado Actual</i>		<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
Irregularidad Geométrica	15%	67%	67%	67%	97%
Área techada por nivel	30%	100%	100%	100%	100%
PB M2		87.21	87.21	87.21	87.21
N1 M2		87.21	87.21	87.21	87.21
Volados	30%	0%	0%	0%	100%
Cantidad de Volados #		3	3	3	0
Discontinuidad en muros	40%	93%	93%	93%	93%
Total muros ML		93.42	100.22	100.22	103.62
Muros discontinuos ML		6.89	6.89	6.89	6.89
Estado de Conservación	20%	90.00%	90.00%	93.33%	100.00%
Salitre	15%	67%	67%	67%	100%
Puntos localizados #		1	1	1	0
Desprendimientos	5%	33%	33%	100%	100%
Puntos localizados #		2	2	0	0
Grietas	25%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #		0	0	0	0
Filtraciones de agua	20%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #		0	0	0	0
Daños por vegetación	10%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #		0	0	0	0
Daños por instalaciones	5%	67%	67%	67%	100%
Puntos localizados #		1	1	1	0
Acero expuesto	20%	100%	100%	100%	100%
Puntos localizados #		0	0	0	0
Densidad de Muros PB	20%	42%	69%	69%	82%
Longitud de muros	100%	42%	69%	69%	82%
Sentido corto ML		10.73	17.53	17.53	20.93
Sentido largo ML		31.8	31.8	31.8	31.8
Protección de Muros	30%	28%	58%	72%	87%
Confinamiento	50%	56%	88%	90%	90%
Necesarios en puertas y ventanas ML		75	75	75	75
Actuales en puertas y ventanas ML		12	60	60	60
Necesarios en cruces y c/3 m ML		84	84	84	84
Actuales en cruces y c/3 m ML		81	81	84	84
Refuerzo	50%	0%	27%	54%	85%
Muros sentido corto PB ML		10.73	17.53	17.53	20.93
Muros Reforzados sentido corto PB ML		0	6.8	13.6	13.6
Muros sentido corto N1 ML		17.79	17.79	5.337	5.337
Muros Reforzados sentido corto N1 ML		0	0	0	7
Centro de Esfuerzos	15%	0%	0%	33%	67%
Averturas en Fachadas PB	100%	0%	0%	33%	67%
Cochera remetida #		2	2	1	0
Ventanales #		1	1	1	1

	<i>Estado Actual</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
<i>Irregularidad Geométrica</i>	67%	67%	67%	92%
<i>Estado de Conservación</i>	90%	90%	93%	95%
<i>Densidad de Muros PB</i>	42%	69%	69%	78%
<i>Protección de Muros</i>	28%	58%	72%	83%
<i>Centro de Esfuerzos</i>	0%	0%	33%	63%
Índice de Vulnerabilidad	44.93%	59.17%	69.18%	87.28%
	<i>V. Alta</i>	<i>V. Media</i>	<i>V. Media</i>	<i>V. Baja</i>



Intervenciones C5- JORGE

		Intervenciones			Indicador
		Cantidad	Precio Unitario	Total	
Etapa 1				\$ 24,031.20	59.17%
1) Tapar huecos inutilizados	ML	6.8	\$ 1,060.00	\$ 7,208.00	
2) Confinamiento de Puertas y ventana	ML	48	\$ 144.50	\$ 6,936.00	
3) Refuerzo de muros nuevos con mall	ML	6.8	\$ 1,454.00	\$ 9,887.20	
Etapa 2				\$ 11,987.20	69.18%
4) Ampliaciones					
	Losa M2	0	\$ 3,500.00	\$ -	
	Muro ML	0	\$ 1,500.00	\$ -	
5) Confinamiento en cruces y c3m PB	ML	3	\$ 350.00	\$ 1,050.00	
6) Refuerzo en muros cortos PB	ML	6.8	\$ 1,454.00	\$ 9,887.20	
7) Reducir lesiones en la Vivienda PB	#	2	\$ 525.00	\$ 1,050.00	
Etapa 3				\$ 14,627.30	87.28%
8) Particiones	ML	3.4	\$ 998.25	\$ 3,394.05	
9) Refuerzo en Muros N1	ML	7	\$ 1,454.75	\$ 10,183.25	
10) Eliminar lesiones en vivienda	#	2	\$ 525.00	\$ 1,050.00	



7.4 Anexo 4. Reporte análisis de ciclo de vida

ECO-it 1.4

Proyecto

Date: 20/11/2017

Nombre: ACV TOG
 Fecha: 17/09/2017
 Autor: ECO-it
 Descripción:
 Bases de datos usadas: Eco-it 1.4 (87 procesos)
 Método: ReCiPe

Impacto total por fase (en kton CO2-eq):

Ciclo de vida: 4.7
 Producción: 0.16
 Uso: 4.5
 Eliminación: 0.0016

Impacto detallado por fase (todos los puntajes en kton CO2-eq):

Producción	Cantidad	Unid:	Número	Impacto
☒ CASA	1	p	1	0.16
└─ Construcción	1	p	1	0.024
└─┬─ Cimentación	1	p	1	0.0013
└─┬─┬─ Ranchido	1	p	1	0.00033
└─┬─┬─┬─ Gravel, round	33564	kg	1	6.7E-5
└─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	310.16	kg	1	0.00026
└─┬─┬─┬─ Sand	1723.11	kg	1	3.4E-6
└─┬─┬─┬─ Tap water	430.78	kg	1	0
└─┬─┬─┬─ Dalas y Castillos	1	p	1	0.00067
└─┬─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	112.54	kg	1	9.4E-5
└─┬─┬─┬─┬─ Gravel, crushed	719.02	kg	1	2.9E-6
└─┬─┬─┬─┬─ Sand	625.23	kg	1	1.3E-6
└─┬─┬─┬─┬─ Tap water	156.30	kg	1	0
└─┬─┬─┬─┬─ Cast iron	361.86	kg	1	0.00054
└─┬─┬─┬─┬─ Sawn timber, softwood	0.4824	m3	1	4.1E-5
└─┬─┬─┬─┬─ Firme	1	p	1	0.00031
└─┬─┬─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	359.05	kg	1	0.0003
└─┬─┬─┬─┬─┬─ Gravel, crushed	2293.97	kg	1	9.2E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─ Sand	1994.76	kg	1	4E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─ Tap water	498.69	kg	1	0
└─┬─┬─┬─┬─ Muros	1	p	1	0.012
└─┬─┬─┬─┬─┬─ Ladrillos	1	p	1	0.0088
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Brick	37165	kg	1	0.0088
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Castillos y Dalas	1	p	1	0.0015
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	274.63	kg	1	0.00023
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Gravel, crushed	1754.59	kg	1	7E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Sand	1525.73	kg	1	3.1E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Tap water	381.43	kg	1	0
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Sawn timber, softwood	1.07	m3	1	9.2E-5
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Cast iron	802.76	kg	1	0.0012
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Mortero	1	p	1	0.002
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	2315.24	kg	1	0.0019
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Sand	12862.44	kg	1	2.6E-5
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Tap water	1607.81	kg	1	0
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Losas	1	p	1	0.011
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Ladrillo	1	p	1	0.0041
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Brick	17038	kg	1	0.0041
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Vigas	1	p	1	0.0048
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Steel, converter, low-alloyed	2285.32	kg	1	0.0048
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Hormigon	1	p	1	0.00082
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	965.65	kg	1	0.0008
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Gravel, round	3470.31	kg	1	6.9E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Sand	5364.73	kg	1	1.1E-5
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Tap water	1341.184	kg	1	0
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Firme	1	p	1	0.0002
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Portland cement, strength class Z	234.89	kg	1	0.0002
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Gravel, crushed	1500.704	kg	1	6E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Sand	1304.96	kg	1	2.6E-6
└─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─┬─ Tap water	326.24	kg	1	0

Producción	Cantidad	Unid:	Número	Impacto
└─ Mortero	1	p	1	0.0009
└─ Portland cement, strength class Z	1061.39	kg	1	0.00088
└─ Sand	5896	kg	1	1.2E-5
└─ Tap water	737.08	kg	1	0
└─ Usos	1	p	1	0.14
└─ Gas	1	p	1	0.14
└─ Propane/ butane	24466.891	kg	1	0.14
└─ Agua	1	p	1	0
└─ Tap water	4800000	kg	1	0
Uso	Cantidad	Unid:	Número	Impacto
└─ CASA	1	p	1	4.5
└─ Construcción	1	p	1	0.0052
└─ Cimentación	1	p	1	0.0015
└─ Preparación	1	p	1	0.00024
└─ Transport, lorry 16-32t, EURO3	1421568	kgkm	1	0.00024
└─ Ranchido	1	p	1	0.00056
└─ Transport, lorry 16-32t, EURO3	2013888	kgkm	1	0.00034
└─ Transport, van <3.5t	10855.61	kgkm	1	2.1E-5
└─ Transport, van <3.5t	103386.76	kgkm	1	0.0002
└─ Electricity, Slovenia	0.867611	kWh	1	4.2E-7
└─ Castillos y Dalas	1	p	1	0.00019
└─ Transport, van <3.5t	1125.4294	kgkm	1	2.2E-6
└─ Transport, van <3.5t	43141.46	kgkm	1	8.4E-5
└─ Transport, van <3.5t	37514.31	kgkm	1	7.3E-5
└─ Transport, van <3.5t	12665.26	kgkm	1	2.5E-5
└─ Transport, van <3.5t	3136.16	kgkm	1	6.1E-6
└─ Electricity, Slovenia	0.31481	kWh	1	1.5E-7
└─ Firme	1	p	1	0.00051
└─ Transport, van <3.5t	7181	kgkm	1	1.4E-5
└─ Transport, van <3.5t	137638.69	kgkm	1	0.00027
└─ Transport, van <3.5t	119685.81	kgkm	1	0.00023
└─ Electricity, Slovenia	1	kWh	1	4.9E-7
└─ Muros	1	p	1	0.0023
└─ Ladrillo	1	p	1	2.6E-5
└─ Transport, lorry >32t, EURO4	222911.28	kgkm	1	2.6E-5
└─ Castillos y dalas	1	p	1	0.00059
└─ Transport, van <3.5t	9612.08	kgkm	1	1.9E-5
└─ Transport, van <3.5t	105275.14	kgkm	1	0.0002
└─ Transport, van <3.5t	91543.60	kgkm	1	0.00018
└─ Transport, van <3.5t	28096.53	kgkm	1	5.5E-5
└─ Transport, van <3.5t	69572	kgkm	1	0.00013
└─ Electricity, Slovenia	0.6983	kWh	1	3.4E-7
└─ Mortero	1	p	1	0.0017
└─ Transport, van <3.5t	81033.38	kgkm	1	0.00016
└─ Transport, van <3.5t	771746.51	kgkm	1	0.0015
└─ Electricity, Slovenia	2.569	kWh	1	1.2E-6
└─ Losa	1	p	1	0.0014
└─ Ladrillo	1	p	1	0.00017
└─ Transport, lorry 16-32t, EURO3	222280.25	kgkm	1	0.00017
└─ Vigas	1	p	1	0.00016
└─ Transport, van <3.5t	79986	kgkm	1	0.00016
└─ Mortero	1	p	1	0.00031
└─ Transport, van <3.5t	37148.934	kgkm	1	7.2E-5
└─ Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3	3799.372	kgkm	1	0.00023
└─ Electricity, Slovenia	1.1778	kWh	1	5.7E-7
└─ Hormigon	1	p	1	0.00042
└─ Transport, van <3.5t	33797.83	kgkm	1	6.6E-5
└─ Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3	208218.81	kgkm	1	0.00014
└─ Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3	321884.16	kgkm	1	0.00021
└─ Electricity, Slovenia	2.455	kWh	1	1.2E-6
└─ Firme	1	p	1	0.00034
└─ Transport, van <3.5t	8221.24	kgkm	1	1.6E-5
└─ Transport, van <3.5t	90042.24	kgkm	1	0.00017

Uso	Cantidad	Unid:	Número	Impacto
Transport, van <3.5t	78297.6	kgkm	1	0.00015
Electricity, Slovenia	0.5973	kWh	1	2.9E-7
Usos	1	p	1	4.5
Iluminación	1	p	1	1.4
Focos	1	p	1	1.4
Electricity, Slovenia	2880000	kWh	1	1.4
Electrodomésticos	1	p	1	2.4
Refrigerador	1	p	1	1.3
Electricity, Slovenia	2760000	kWh	1	1.3
Lavadora	1	p	1	0.29
Electricity, Slovenia	606000	kWh	1	0.29
Licuadora	1	p	1	0.064
Electricity, Slovenia	131142.85	kWh	1	0.064
Estereo	1	p	1	0.2
Electricity, Slovenia	412800	kWh	1	0.2
Television	1	p	1	0.32
Electricity, Slovenia	660480	kWh	1	0.32
Celulares	1	p	1	0.013
Electricity, Slovenia	27660	kWh	1	0.013
Ventilador	1	p	1	0.16
Electricity, Slovenia	324000	kWh	1	0.16
Bomba de agua	1	p	1	0.089
Electricity, Slovenia	183000	kWh	1	0.089
Gas	1	p	1	0.61
Transport, van <3.5t	12457.912	tkm	1	0.61

Eliminación	Municipal	Casa	Reciclaje	Incineración	Vertedero	Impacto
CASA	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.0016
Construcción	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.0016
Cimentación	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00048
Ranchido	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00041
Gravel, round	0 %	#	5 %	0 %	95 %	0.00038
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	3.5E-6
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2E-5
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Dalas y Castillos	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	1.9E-5
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.3E-6
Gravel, crushed	0 %	#	5 %	0 %	95 %	8.2E-6
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	7.1E-6
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Cast iron	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2.4E-6
Sawn timber, softwood	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	2.9E-8
Firme	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	5.3E-5
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	4.1E-6
Gravel, crushed	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2.6E-5
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2.3E-5
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Muros	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00064
Ladrillos	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00042
Brick	0 %	#	5 %	0 %	95 %	0.00042
Castillos y Dalas	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	4.6E-5
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	3.1E-6
Gravel, crushed	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2E-5
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.7E-5
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Sawn timber, softwood	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	6.4E-8
Cast iron	0 %	#	5 %	0 %	95 %	5.3E-6
Mortero	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00017
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2.6E-5
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	0.00015
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Losas	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00044
Ladrillo	0 %	0 %	5 %	0 %	95 %	0.00019
Brick	0 %	#	5 %	0 %	95 %	0.00019

Eliminación	Municipal	Casa	Reciclaje	Incineración	Vertedero	Impacto
Vigas	0 %	0 %#	5 %	0 %	95 %	1.5E-5
Steel, converter, low-allo	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.5E-5
Hormigon	0 %	0 %#	5 %#	0 %#	95 %#	0.00011
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.1E-5
Gravel, round	0 %	#	5 %	0 %	95 %	4E-5
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	6.1E-5
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Firme	0 %	0 %#	5 %#	0 %#	95 %#	3.5E-5
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	2.7E-6
Gravel, crushed	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.7E-5
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.5E-5
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Mortero	0 %	0 %#	5 %#	0 %#	95 %#	7.9E-5
Portland cement, strengl	0 %	#	5 %	0 %	95 %	1.2E-5
Sand	0 %	#	5 %	0 %	95 %	6.7E-5
Tap water	0 %	#	#	#	#	0
Usos	0 %#	0 %#	5 %#	0 %#	95 %#	0
Gas	0 %#	0 %#	5 %#	0 %#	95 %#	0
Propane/ butane	#	#	#	#	#	0
Agua	0 %	0 %#	5 %#	0 %#	95 %#	0
Tap water	0 %	#	#	#	#	0

7.5 Anexo 5. Informe ENER-08

Informe del cálculo del presupuesto energético	
1.- Datos Generales	
1.1 Propietario	
Nombre	Casa de estudio
Dirección	Calle Allende 399 Tonalá
Colonia	
Ciudad	Guadalajara
Estado	Jalisco
Código Postal	
Teléfono	
1.2 Ubicación de la obra	
Nombre	Casa Tipo
Dirección	Calle Allende 399 Tonalá
Colonia	-
Ciudad	Guadalajara
Estado	Jalisco
Código Postal	
Teléfono	
1.3 Unidad de Verificación	
Nombre	Sidney Uribe
Dirección	-
Colonia	-
Ciudad	Guadalajara
Estado	Jalisco
Código Postal	-
Teléfono	3312828260
E-mail	pe711047@iteso.mx
N° De Registro	-
Fax	-

2.- Valores para el Cálculo de la Ganancia de Calor a través de la Envoltente (*)

2.1

Ciudad	Guadalajara	
Latitud	20°	37' N

2.2 Temperatura equivalente promedio "te" (°c)

a) Techo	38
----------	----

c) Superficie Inferior	26
------------------------	----

b) Muros	
----------	--

d) Partes transparentes	
-------------------------	--

	Masivo	Ligero
Norte	24	30
Este	27	34
Sur	26	32
Oeste	26	32

Tragaluz y domo	22
Norte	23
Este	24
Sur	24
Oeste	24

2.3 Coeficiente de transferencia de calor "K" del edificio de referencia (W/m²K)

Techo	0.714
Tragaluz y Domo	5.952

Muro	0.714
Ventana	5.319

2.4 Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m²)

Tragaluz y domo	274
Norte	91
Este	137
Sur	118
Oeste	146

2.5 Barrera de vapor

SI	X	NO	
----	---	----	--

2.6 Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número(**)	1	3	4	5
L/H o P/E(***)	0.363636364			
W/H o W/E(***)	0.727272727			
Norte				
Este/Oeste	0.798760331			
Sur				

* Los valores se obtienen de la tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y del apéndice A, tabla 2.3, 4 y 5 según corresponda para el inciso 2.6

** Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo

*** Indicar el tipo de sombreados: 1 volado simple, 2 volado extendido y 3 ventana re metida

3.- Cálculo de Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente

3.1 Descripción de la porción Muro Enjarre Interior Número (**) 1

Componente de la envolvente Techo Pared X

Material (***)	Espesor (m) 1	Conductividad Térmica (W/mk) h o λ (****)	M aislamiento Térmico (m²K/W) o λ]] [1/(h
Convección exterior(****)	1	13	0.076923077
Ladrillo	0.14	0.768	0.182291667
Mortero- Cem-are	0.02	0.63	0.031746032
convección interior	1	8.1	0.12345679

M 0.414417565 m²K/W

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior

[Formula $M = \sum M$]

K 2.413025131 W/m²k

Coficiente global de transferencia de calor de la porcion(k)

[Formula $K = 1/M$]

*Estos valores se obtienen del apendice D

** Dar un numero consecutivo (1,2,...N) el cual sera indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de ttabique con repellado en la superficie exterir y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

****Para los materiales se utilizan los valores λ del apendice "D", o los proporcionados por los fabricantes

*****Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, claculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo de Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envoltura

3.1 Descripción de la porción Puerta Metalica Número (**) 2

Componente de la envoltura Techo Pared X

Material (***)	Espesor (m) 1	Conductividad Térmica (W/mk) h o λ (****)	M aislamiento Térmico (m²K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior(****)	1	13	0.076923077
Acero	0.003	52.3	5.73614E-05
convección interior	1	8.1	0.12345679

M 0.200437228 m²K/W

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior

[Formula $M = \sum M$]

K 4.989093133 W/m²k

Coeficiente global de transferencia de calor de la porcion(k)

[Formula $K = 1/M$]

*Estos valores se obtienen del apéndice D

** Dar un numero consecutivo (1,2,...N) el cual sera indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de ttabique con repellido en la superficie exterir y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

****Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

*****Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, claculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo de Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente

3.1 Descripción de la porción	Ventana	Número (**)	3
--------------------------------------	---------	-------------	---

Componente de la envolvente	Techo	Pared	X
------------------------------------	-------	-------	---

Material (***)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/mk) h o λ (****)	M aislamiento Térmico (m²K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior(*****)	1	13	0.076923077
Vidrio	0.006	0.93	0.006451613
convección interior	1	8.1	0.12345679

M 0.20683148 m²K/W

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior

[Formula $M = \sum M$]

K 4.834853961 W/m²K

Coeficiente global de transferencia de calor de la porcion(k)

[Formula $K = 1/M$]

*Estos valores se obtienen del apéndice D

** Dar un numero consecutivo (1,2....N) el cual sera indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de ttabique con repellado en la superficie exterir y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

****Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

*****Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, claculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo de Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente

3.1 Descripción de la porción Muro doble enjarre Número (**) 4

Componente de la envolvente Techo Pared X

Material (***)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/mk) h o λ (****)	M aislamiento Térmico (m²K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior(*****)	1	13	0.076923077
Ladrillo	0.14	0.768	0.182291667
Mortero- Cem-are	0.04	0.63	0.063492063
convección interior	1	8.1	0.12345679

M 0.446163597 m²K/W

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior

[Formula $M = \Sigma M$]

K 2.241330324 W/m²K

Coefficiente global de transferencia de calor de la porcion(k)

[Formula $K = 1/M$]

*Estos valores se obtienen del apéndice D

** Dar un numero consecutivo (1,2,...N) el cual sera indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de ttabique con repellido en la superficie exterir y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

**** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

***** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, claculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo de Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente

3.1 Descripción de la porción Techo Número (**) 5

Componente de la envolvente Techo X Pared

Material (***)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/mk) h o λ (****)	M aislamiento Térmico (m²K/W) [1/(h o λ)]
Convección exterior(*****)	1	13	0.076923077
Ladrillo exterior con rec, imp, por fu	0.015	0.768	0.01953125
Mortero- Cem-are	0.02	0.63	0.031746032
Hormigon	0.05	0.582	0.085910653
Ladrillo	0.14	0.768	0.182291667
Mortero- Cem-are	0.02	0.63	0.031746032
Convección interior	1	6.6	0.151515152

M 0.579663862 m²K/W

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior

[Formula **M**= ΣM]

K 1.725137733 W/m²k

Coeficiente global de transferencia de calor de la porcion(k)

[Formula **K**= 1/M]

*Estos valores se obtienen del apéndice D

** Dar un numero consecutivo (1,2,...N) el cual sera indicado en el inciso 4.3

*** Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de ttabique con repellido en la superficie exterir y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

****Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

*****Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, claculados de acuerdo al apéndice "B"

5.- Resumen de Cálculo

5.1 Presupuesto energético

	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Ganancia por Conducción (W)</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Ganancia por Radiación (W)</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Ganancia Total</div>
			$\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 568.13847	(Φ_{rs}) 1986.16	(Φ_r) 2554.29847
Proyectado	(Φ_{pc}) 1624.82241	(Φ_{ps}) 1229.459901	(Φ_p) 2854.282311

5.2 Cumplimiento

SI
($\Phi_r > \Phi_p$)

NO X
($\Phi_r < \Phi_p$)

7.6 Anexo 6. Formato de validación de App

Propuesta de intervención en la Vivienda Autoconstruida.	Aplicación móvil para el análisis de vulnerabilidad en la vivienda	Folio _____
Ing. Sidney A. Uribe Detrell		

*Presentación: ¡Buen día! Venimos del ITESO realizando una encuesta sobre la aplicación móvil llamada **Medición de Vulnerabilidad en la Vivienda** le agradecemos el descargarla. ¿Sería tan amable de regalarnos unos minutos de su tiempo para responde un pequeño cuestionario? La información que usted nos brinde es confidencial y será utilizada solamente para fines estadísticos y de calidad, su opinión es muy importante para nosotros.*

Entrevistador: _____
Dirección: _____
Nombre: _____
Edad: [] Oficio: [] ¿Usa Teléfono Inteligente?: []

- 1. ¿Conoce usted el objetivo para el cual se creó la aplicación móvil?**
Si: [] No: [] No estoy Seguro: []
- 2. En la escala del 1 al 10 donde "1" es Muy Fácil y "10" Muy Difícil ¿Que tan fácil fue encontrar la aplicación en la tienda en línea?**
1: [] 2: [] 3: [] 4: [] 5: [] 6: [] 7: [] 8: [] 9: [] 10: []
- 3. ¿Cree usted que será de utilidad contar con la información proporcionada por la aplicación móvil?**
Si: [] No: [] No estoy Seguro: []
- 4. ¿Fueron claros para usted cada uno de los términos y la explicación de cada área a llenar dentro de la aplicación móvil?**
Si: [] No: [] No estoy Seguro: []
- 5. En la escala del 1 al 10 donde "1" es Muy Fácil y "10" Muy Difícil ¿Que que nivel de dificultad tuvo usted al llenar cada uno de los espacios requeridos para hacer el análisis de vulnerabilidad de su hogar?**
1: [] 2: [] 3: [] 4: [] 5: [] 6: [] 7: [] 8: [] 9: [] 10: []
- 6. ¿Recomendaría usted el uso de la aplicación móvil a otras personas?**
Si: [] No: [] No estoy Seguro: []
- 7. En su opinión en general ¿Que le pareció la aplicación móvil?**
Buena [] Regular [] Mala []
- 8. Del siguiente listado ¿Mejoraría usted algo de la aplicación?**
Diseño: [] Calidad de Gráficos: [] Tipo de texto: []
Explicación: [] Movilidad dentro de la App []